

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Segregación de nicho ecológico y ecología reproductiva de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Andrea Isabel Quevedo Avila
para optar al grado académico de Licenciada en Biología

Guatemala,

2025

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Segregación de nicho ecológico y ecología reproductiva de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala

Trabajo de graduación presentado por Andrea Isabel Quevedo Avila
para optar al grado académico de Licenciada en Biología

Guatemala,

2025

Vo.Bo. Asesor principal:


(f):  _____

(PhD. Daniel Ariano)

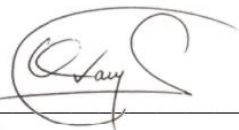
Tribunal Examinador:

(f):  _____

(PhD. Daniel Ariano)

(f):  _____

(M.Sc. Claire Dallies)

(f):  _____

(M.Sc. Varinia Sagastume)

Fecha de aprobación: Guatemala, 04 de diciembre de 2025.

PREFACIO

Desde niña supe que los animales eran aquello que quería estudiar cuando fuera grande. Aún recuerdo cuando, viendo un documental de tiburones, descubrí que existía una profesión llamada Biología. Ver documentales y conocer cómo el cielo, el mar y la tierra albergaban esa fauna y vida me inspiró a seguir una carrera para estudiarlos, cuidarlos y protegerlos.

Por ello, hoy agradezco profundamente el trabajo que hicieron mis padres para hacer esto posible. Gracias, Gladys y Otto, mamá y papá, por apoyarme y nunca dejar que renunciara a mi sueño; por asumir retos gigantes y motivarme a seguir, crecer y esforzarme siempre. Gracias por cada viaje que apoyaron y me acompañaron; gracias, mami, por emocionarte conmigo y ser mi asistente en campo cada vez que fue necesario. A mis hermanos y a los familiares que me acompañaron durante este viaje también les agradezco; gracias por alegrarse conmigo en cada etapa e impulsarme a seguir estudiando con amor.

Agradezco inmensamente a mis dos casas de estudio y a los profesionales que me formaron. Desde conocer los helechos en la Sierra de las Minas y comprender nuestro pasado biogeográfico en la Sierra de los Cuchumatanes, hasta visitar concesiones forestales en Petén, gracias inmensas por enseñarme valiosas lecciones y profundos aprendizajes que llevaré conmigo a lo largo de mi vida profesional. Atentamente quiero reforzar mis agradecimientos a varios profesionales e instituciones que jugaron un papel importante en mi carrera y en este estudio.

Agradezco a Gabriela Alfaro y Miguel Morales por su recibimiento y confianza, así como por impulsarme a crecer; a Claire Dallies por las enseñanzas, consejos y reflexiones que dejó en mí, admiro su pasión por nuestras aves y espero seguir su ejemplo para hacer mucho por ellas; a Varinia Sagastume por acompañarme desde mis inicios en esta rama y mostrarme lo fascinante de su estudio; a Claudia Quinteros por su apoyo constante y sus valiosos consejos; a José Monzón por su acompañamiento a lo largo de estos años y por su apoyo en el préstamo del equipo del Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad

(CEAB); a Priscila Juárez y a la Universidad del Valle de Guatemala por el apoyo en el préstamo de equipo y las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Por último, quisiera agradecer a Daniel Ariano por su valioso acompañamiento y esfuerzo durante este trabajo. Gracias, Daniel, porque usted nos ha enseñado que la Biología es tener un corazón de niño impulsado por la curiosidad, la pasión y el amor. Gracias inmensas por cada clase, lección y aprendizaje que forjó en mí en un salón, así como en cada ecosistema que exploramos en sus giras de campo. Aprender de usted y de su experiencia me motiva a seguir estudiando y creciendo profesionalmente por los animales y ecosistemas que amo.

Agradezco atentamente a la Reserva Natural Heloderma y a su increíble equipo, conformado por Daniel Ariano, Johana Gil, Gilberto Salazar y Franklin López, por su valioso apoyo en la planificación metodológica, así como en la logística y el acompañamiento en campo. Un agradecimiento especial a Gilberto y Franklin, cuya colaboración y entusiasmo fueron fundamentales durante el trabajo de observación de aves y levantamiento de información forestal. Gilberto, gracias por todo lo que me enseñó y por mostrarme que la pasión es algo que nunca desaparece si uno es feliz con ello.

Gracias inmensas a los amigos que me acompañaron durante estos años. Atentamente agradezco a quienes fueron claves en este estudio: Sara Monterroso, Sofía Sánchez, Johan Pinzón, María Campos y Jefferson Duarte; gracias por su valioso apoyo y emoción hacia este proyecto, por acompañarme cada mes, esforzarse por los momotos y disfrutar conmigo. Aprecio mucho su amistad y espero seguir creciendo profesionalmente con ustedes. Pablo, Fabio, Mario y Héctor, gracias por acompañarme, apoyarme y celebrarme durante estos años, todos son muy especiales para mí.

Gracias a las aves y, en especial, a los momotos; gracias por dejarme aprender de ustedes. Gracias por hacer crecer mi pasión; espero siempre poder seguir admirándolos y estudiándolos.

Por último, también me agradezco a mí, por no rendirme nunca y continuar esforzándome en cada reto y oportunidad. Gracias por ser tan dedicada en cada proyecto, informe y trabajo; por darlo todo y por disfrutar cada ecosistema y animal que me permitió

conocer el campo. Espero que esa pasión que tengo por la vida nunca deje de existir, pues este corazón de bióloga crece cuando hay un mamífero, un reptil, un anfibio y/o un ave cerca.

ÍNDICE

Prefacio.....	i
Lista de cuadros.....	vi
Lista de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
2.1. Ecología del nicho y relaciones interespecíficas de la familia Momotidae.....	3
2.2. Aspectos generales de la familia Momotidae y especies focales: <i>Eumomota superciliosa</i> , <i>Momotus lessonii</i> y <i>M. Mexicanus</i>	4
2.3. Características ecológicas del bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua.....	10
III. Justificación.....	13
IV. Objetivos.....	15
4.1. Objetivo general.....	15
4.2. Objetivos específicos.....	15
V. Hipótesis de trabajo.....	16
VI. Métodos.....	17
6.1. Área de estudio.....	17
6.2. Métodos de campo de segregación de nicho.....	18
6.2.1. Puntos de conteo de radio fijo para observación de aves.....	18
6.2.2. Captura de mariposas.....	18
6.2.3. Caracterización de vegetación.....	19
6.2.4. Datos climáticos.....	19
6.2.5. Diseño experimental.....	20
6.3. Métodos de campo de ecología reproductiva.....	21
6.4. Análisis estadístico.....	21
6.5. Declaración de ética.....	25
VII. Resultados.....	26
7.1. Segregación de nicho.....	26
7.2. Ecología reproductiva.....	39

VIII. Discusión de resultados	44
8.1. Efecto del diámetro de los troncos sobre la segregación estructural de los momótidos.....	44
8.2. Efectos de la temperatura de rocío y la presión atmosférica sobre la segregación climática de los momótidos	45
8.3. Influencia de la estructuración del hábitat y las condiciones ambientales en la dieta de los momótidos	46
8.4. Características reproductivas y cambios fenológicos de los momótidos del bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua	48
8.5. Implicaciones para la conservación en el contexto del bosque estacionalmente seco y sus amenazas.....	49
8.6. Consideraciones finales	51
IX. Conclusiones	52
X. Recomendaciones.....	53
XI. Referencias	54
XII. Anexos	64
XIII. Glosario	66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Hipótesis y predicciones de los momótidos a las variables muestreadas.	16
Cuadro 2. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de <i>Eumomota superciliosa</i>	27
Cuadro 3. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de <i>Momotus lessonii</i>	30
Cuadro 4. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de <i>Momotus mexicanus</i>	32
Cuadro 5. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de mariposas..	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Especies de la familia Momotidae y su distribución.....	6
Figura 2. <i>Eumomota superciliosa</i> y su distribución.....	8
Figura 3. <i>Momotus lessonii</i> y su distribución.....	9
Figura 4. <i>Momotus mexicanus</i> y distribución.....	10
Figura 5. Quebradas naturales (a) Montelargo y (b) Calderón.....	17
Figura 6. Mapa del diseño experimental en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua.....	20
Figura 7. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de <i>Eumomota superciliosa</i>	23
Figura 8. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de <i>Momotus lessonii</i>	23
Figura 9. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de <i>Momotus mexicanus</i>	24
Figura 10. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de mariposas.	24
Figura 11. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de <i>Eumomota superciliosa</i>	28
Figura 12. Relación entre la abundancia de <i>Eumomota superciliosa</i> y el DAP promedio (cm).	28
Figura 13. Relación entre la abundancia de <i>Eumomota superciliosa</i> y la temperatura (°C) promedio de rocío.....	29
Figura 14. Relación entre la abundancia de <i>Eumomota superciliosa</i> y la presión atmosférica (mbar).	29
Figura 15. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de <i>Momotus lessonii</i>	31
Figura 16. Relación entre la abundancia de <i>Momotus lessonii</i> y el DAP promedio (cm)...	31
Figura 17. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de <i>Momotus mexicanus</i>	33
Figura 18. Relación entre la abundancia de <i>Momotus mexicanus</i> y el DAP promedio (cm).....	33
Figura 19. Relación entre la abundancia de <i>Momotus mexicanus</i> y la temperatura (°C) rocío promedio.....	34
Figura 20. Relación entre la abundancia de <i>Momotus mexicanus</i> y la presión atmosférica promedio (mbar).....	35

Figura 21. Variación espacial de la abundancia de (a) <i>Eumomota superciliosa</i> , (b) <i>Momotus lessonii</i> y (c) <i>Momotus mexicanus</i> en los puntos de conteo.	36
Figura 22. Fenología de <i>Eumomota superciliosa</i> , <i>Momotus lessonii</i> y <i>Momotus mexicanus</i> durante el muestreo de mayo a septiembre de 2025.	37
Figura 23. Relación entre la abundancia de mariposas y <i>Momotus mexicanus</i>	38
Figura 24. Fenología de las mariposas durante el muestreo de mayo a septiembre de 2025.	39
Figura 25. Actividad de momótidos en nido 1 registrada mediante cámaras trampa.	40
Figura 26. Actividad de momótidos en nido 2 registrada mediante cámaras trampa.	42
Figura 27. Cantidad de polluelos de la familia Momotidae observados durante los puntos de conteo de mayo a septiembre 2025.	43
Figura 28. Metodología de puntos de conteo de radio fijo para la observación de aves.	64
Figura 29. Captura de mariposas con trampas van Someren-Rydon.	64
Figura 30. Medición de DAP para caracterización de vegetación.	64
Figura 31. Carta de exención del Comité de Ética para el Uso y Cuidado Animal de la Universidad del Valle de Guatemala (CEUCA-UVG).	65

RESUMEN

La segregación de nicho explica la coexistencia de especies ecológicamente similares y los factores biofísicos indispensables para su persistencia. A pesar de su importante rol ecológico y sus distribuciones geográficas limitadas y perturbadas, los momótidos han sido poco estudiados bajo este enfoque. Por esta razón, este estudio evaluó la segregación de nicho y la ecología reproductiva de especies de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala. Se realizaron 15 días efectivos de muestreo entre mayo y septiembre de 2025, con 3,920 minutos de observación. Mediante puntos de conteo, caracterización vegetal, captura de mariposas, registros climáticos y fotográficos, y análisis con modelos lineales y aditivos generalizados, se identificó una clara segregación ecológica entre las especies. *Momotus lessonii* fue más abundante en áreas de bosque más densos y maduros (diámetros más grandes de troncos), mientras que *Eumomota superciliosa* y *M. mexicanus* fueron más abundantes en áreas de bosque menos densas y más abiertas (áreas con diámetros más pequeños de troncos). A su vez, estas últimas dos especies fueron más abundantes en condiciones climáticas opuestas: *E. superciliosa* en microclimas relativamente más secos (menores valores de temperatura de rocío y una mayor presión atmosférica) y *M. mexicanus* en microclimas relativamente más húmedos (mayores valores de temperatura de rocío y una menor presión atmosférica). Se registraron eventos de anidación de *M. mexicanus* y diferencias en cuanto a la fenología reproductiva. Los resultados confirman su coexistencia mediante partición de nicho y diferencias temporales de reproducción.

Palabras clave: ecología, partición de nicho, especies simpátricas, reproducción, nidos, *Eumomota superciliosa*, *Momotus lessonii*, *Momotus mexicanus*

ABSTRACT

Niche segregation explains the coexistence of ecologically similar species and the biophysical factors essential for their persistence. Despite their important ecological role and their limited and disturbed geographic distributions, motmots have been little studied under this framework. For this reason, this study evaluated the niche segregation and reproductive ecology of species of the family Momotidae in the seasonally dry forest of the Motagua Valley, Zacapa, Guatemala. A total of 15 effective sampling days were conducted between May and September 2025, accounting for 3,920 minutes of observation. Through fixed-radius point counts, vegetation characterization, butterfly capture, climatic and photographic records, and analyses using linear and generalized additive models, a clear ecological segregation among species was identified. *Momotus lessonii* was more abundant in denser and more mature forest areas (larger trunk diameters), whereas *Eumomota superciliosa* and *M. mexicanus* were more abundant in less dense and more open forests (areas with smaller trunk diameters). Moreover, these two species were associated with opposite climatic conditions: *E. superciliosa* was more abundant in relatively drier microclimates (lower dew point and higher atmospheric pressure), while *M. mexicanus* preferred relatively more humid microclimates (higher dew point and lower atmospheric pressure). Nesting events of *M. mexicanus* were recorded, as well as differences in reproductive phenology. The results confirm their coexistence through niche partitioning and temporal differences in reproduction.

Keywords: ecology, niche partitioning, sympatric species, reproduction, nests, *Eumomota superciliosa*, *Momotus lessonii*, *Momotus mexicanus*

I. INTRODUCCIÓN

El bosque estacionalmente es uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial debido a la drástica reducción de su extensión y su creciente fragmentación. En Guatemala, el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua es un remanente clave de biodiversidad con especies endémicas que cumplen roles ecológicos importantes para el mantenimiento ecosistémico. Lastimosamente, presiones intensificadas como las prácticas agrícolas y ganaderas han destruido gran parte de este importante hábitat, provocando hasta un 50 % de pérdida forestal y afectando la biodiversidad asociada (Ariano-Sánchez, 2023; Ariano-Sánchez et al., 2020; Nájera, 2006).

Entre esta biodiversidad destacan las aves de la familia Momotidae. Los momotos, caracterizados por sus distintivas plumas rectrices en forma de raqueta que mueven de un lado a otro simulando el péndulo del reloj, están presentes en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua con tres especies: *Eumomota superciliosa*, *Momotus lessonii* y *M. mexicanus* (Winkler et al., 2020). Su rol ecológico está asociado al control de insectos, la dispersión de semillas y a ser bioindicadores del estado del ecosistema (Nájera, 2006). Para otras especies como el lagarto escorpión (*Heloderma charlesbogerti*), los nidos construidos por los momotos les sirven como refugio. A su vez, los huevos son una fuente importante de alimento que consumen una vez agotados otras fuentes, como los huevos de la iguana de órgano (*Ctenosaura palearis*) (Ariano-Sánchez y Salazar, 2015; Cotí y Ariano-Sánchez, 2008).

A pesar de esta gran relevancia para el ecosistema y las especies asociadas, son limitados los estudios ecológicos que utilizan a los momotos como especies focales. Estudios de segregación de nicho ecológico son indispensables para conocer las condiciones ambientales, los recursos y las relaciones que los momotos necesitan para sobrevivir en el ecosistema y seguir desempeñando sus funciones claves. Asimismo, la ecología reproductiva de estas especies es relevante para comprender la selección de sitios de anidación, la fenología y el cuidado parental que, en conjunto con la información del nicho ecológico,

permiten la generación de estrategias de manejo y recomendaciones de conservación (López et al., 2023).

Mediante un diseño experimental que combinó la recolección de información de variables biofísicas junto con la documentación de actividad de nidos, el objetivo principal del estudio fue evaluar la segregación de nicho entre tres especies de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala. Con ello se buscó responder cómo sucede la segregación de nicho entre tres especies simpátricas. Asimismo, se pretendió que la información recabada permitiera identificar los factores indispensables para la persistencia de las especies en el ecosistema y generar recomendaciones para su manejo y conservación.

II. ANTECEDENTES

2.1. Ecología del nicho y relaciones interespecíficas de la familia Momotidae

El nicho ecológico es definido formalmente como el hipervolumen en un espacio ecológico multidimensional, en donde cada dimensión representa una variable ambiental biótica o abiótica que es potencial o realmente importante para la persistencia de una especie en una localidad. Este concepto, acuñado por Hutchinson (1957), pero construido también a través de otros autores como Grinnell (1917) y Elton (1927) resume la posición de una especie en un espacio y tiempo, así como sus relaciones funcionales con la comunidad en donde habita. En la formulación del término, Hutchinson (1957) distinguió entre el nicho fundamental y el realizado. El primero de ellos descrito como la porción espacial del nicho en donde una especie puede persistir indefinidamente y el segundo, entendido como el nicho realmente ocupado por una especie en donde no se excluye la presencia e influencia de competidores (Pocheville, 2015; Schoener, 2009).

Dentro de la teoría del nicho otro concepto importante a contextualizar es el de segregación. La segregación de nicho sugiere que los competidores con recursos limitados compartidos pueden coexistir en una comunidad ajustando una o más dimensiones dentro de su nicho (Petalas et al., 2024). En resumen, las especies que coexisten difieren en aspectos específicos del uso de recursos (Traba et al., 2015). Por ejemplo, las aves son un grupo que a menudo se congregan en sitios de manera temporal o permanente en donde comparten recursos, lo que conduce a una posible competencia por la superposición de dieta, áreas de alimentación, sitios de reproducción, entre otros. Mantener una segregación de nicho en estas dimensiones puede ser crucial para la coexistencia de especies ecológicamente similares en la misma área y la contribución de sus roles ecológicos (Petalas et al., 2024).

Los momotos o guardabarrancos, aves pertenecientes a la familia Momotidae han sido un grupo débilmente estudiado en cuanto a su ecología de nicho y segregación. La publicación de López et al. (2023) es uno de los dos estudios que describen la diferencia entre hábitats de dos especies de esta familia. En este estudio realizado en un área protegida de Costa Rica con presencia de dos hábitats forestales, *E. superciliosa* fue más abundante en el

bosque seco, mientras que *M. lessonii* prefirió los ambientes más húmedos. Prácticamente, los dos momotos tienden a reemplazarse entre sí dentro de los hábitats. Al ser especies bioindicadoras, esta conclusión es de gran valor en el monitoreo de cambios ambientales locales y globales que favorecerán la presencia o ausencia de una de las especies según sea el escenario. El desarrollo de ambientes áridos y semiáridos, caracterizados por áreas abiertas, conducirá a un aumento de *E. superciliosa*, mientras que la disminución de ambientes húmedos y con bosques homogéneos afectará negativamente a *M. lessonii* (López et al., 2023).

Otro estudio más antiguo evaluó a las mismas especies en el sur de Campeche en México. En este caso, Orejuela (1980) examinó las distribuciones geográficas y ecológicas, así como los hábitos de anidación, composición de alimento y comportamiento alimentario. Para este estudio, *M. lessonii* (anteriormente conocido como *M. momota*) ocupó bosques parcialmente caducifolios medios a altos, mientras que *E. superciliosa* también ocupó bosques parcialmente caducifolios pero abiertos. En cuanto a la anidación, *M. lessonii* anidó solitariamente en pequeños bancos, mientras que *E. superciliosa* formó colonias de anidación en grandes bancos empinados. Las dietas también difirieron, ya que *M. lessonii* se alimentó principalmente de presas grandes en el suelo y *E. superciliosa* prefirió insectos pequeños y activos durante la estación seca y presas más grandes durante la temporada lluviosa. Estos resultados fueron importantes para concluir sobre la acelerada modificación del hábitat de la Península de Yucatán y cómo ambas especies pueden verse afectadas o favorecidas (Orejuela, 1980).

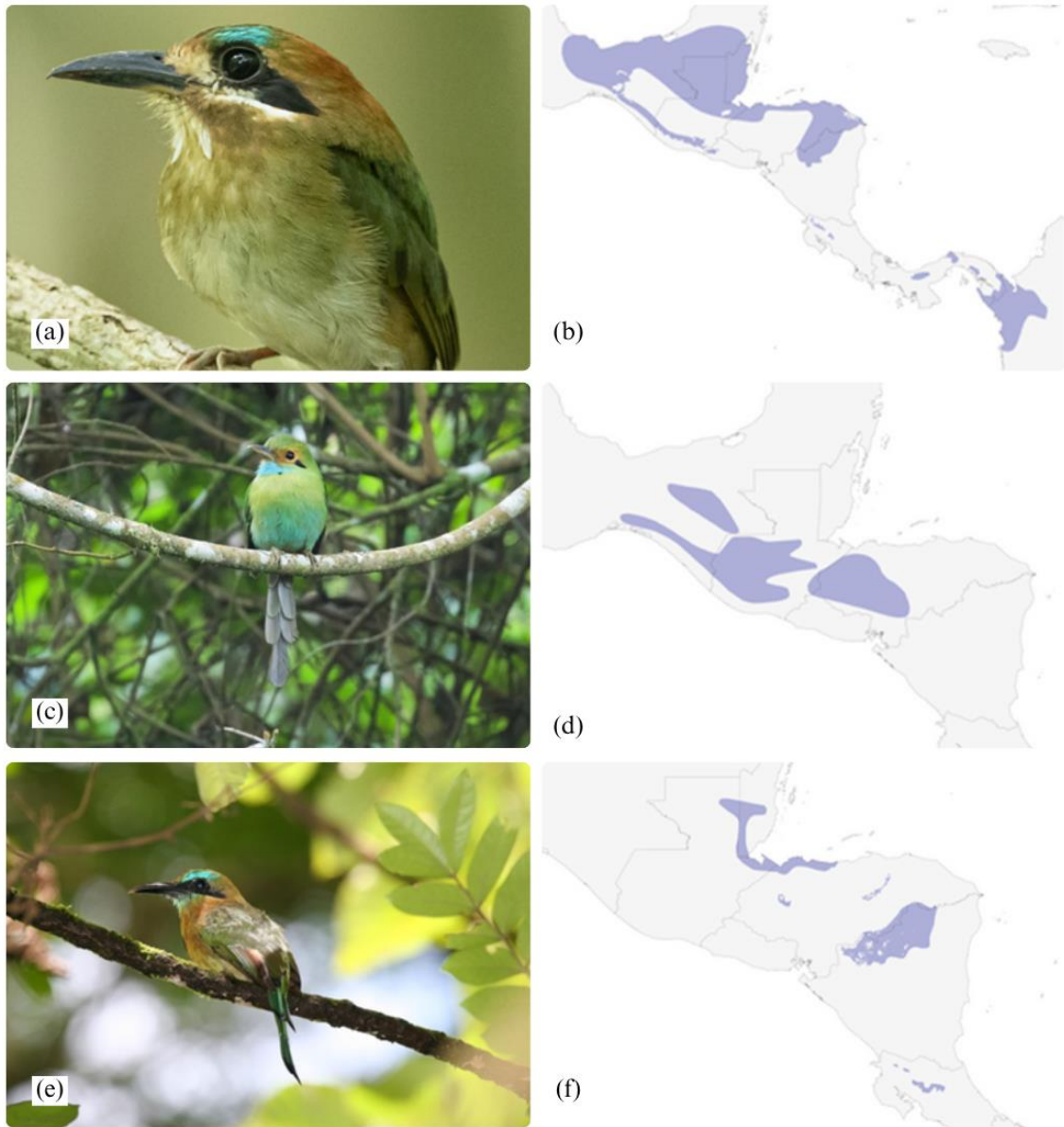
2.2. Aspectos generales de la familia Momotidae y especies focales: *Eumomota superciliosa*, *Momotus lessonii* y *M. mexicanus*

Perteneciente al orden Coraciformes, la familia Momotidae es una familia neotropical caracterizada por 14 especies típicamente coloridas y a menudo vocalizadoras. El distintivo principal en la mayoría de las especies de esta familia son las plumas rectrices en forma de raqueta que mueven de un lado a otro en ritmos irregulares simulando al péndulo de un reloj (Winkler et al., 2020). Su pico largo y fuertemente acerrado también es una característica

distintiva en el grupo y le es indispensable para su alimentación basada principalmente en artrópodos (Kricher, 1997). En cuanto a la distribución, la familia se extiende desde el norte de México hasta el extremo sur de Brasil y norte de Argentina (López et al., 2023), en donde habitan hábitats boscosos y arbolados con bancos de tierra indispensables para excavar las cavidades de sus nidos (Winkler et al., 2020).

A pesar de su limitado tamaño, Guatemala cuenta con seis de las 14 especies descritas para esta familia: *Hylomanes momotula* en bosques sombreados de tierras bajas tropicales húmedas (Snow y Kirwan, 2020; Figura 1a y 1b); *Aspatha gularis* en bosques nubosos de tierras altas (Snow y Kirwan, 2020; Figura 1c y 1d); *Electron carinatum* en bosques medianos de tierras bajas tropicales húmedas (Snow y Kirwan, 2020; Figura 1e y 1f); *E. superciliosa* en regiones secas de las tierras bajas tropicales (Snow y Kirwan, 2020; Figura 2); *M. lessonii* en bosques tropicales de tierras bajas húmedas (del Hoyo et al., 2020; Figura 3) y *M. mexicanus* en tierras bajas tropicales áridas y semiáridas (Snow y Kirwan, 2020; Figura 4). Estas últimas tres especies son las focales para el estudio, por lo cual, se profundizará sobre su biología a continuación.

Figura 1. Especies de la familia Momotidae y su distribución.



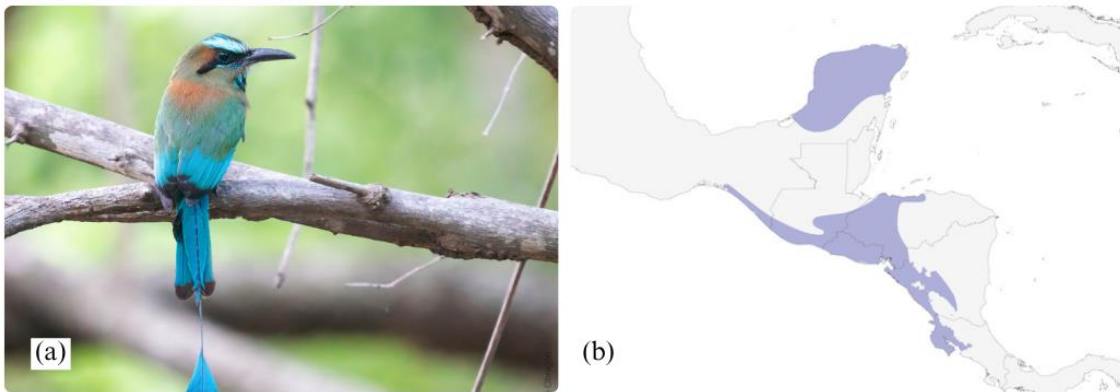
Nota. (a) *Hylomanes momotula* (foto de José Antonio Linage Espinosa, 2021); (c) *Aspatha gularis* (foto de shrike2, 2023); (e) *Electron carinatum* (foto de Dominic Sherony, 2008). (b, d y f) Mapas adaptados de Cornell Lab of Ornithology (2025).

E. superciliosa llamado comúnmente como momoto de ceja turquesa o turquoise-browed motmot en inglés, es un distinguido momoto que se identifica por el destello turquesa de sus plumas en vuelo y por su notable ceja de color similar (Figura 2a). Con una cola más

graduada que el resto de su familia (Snow y Kirwan, 2020), el momoto de ceja turquesa es un habitante de regiones bajas semiáridas abiertas de bosques, matorrales y pastizales de la península de Yucatán en México, la parte septentrional de Guatemala y la vertiente del Pacífico de América Central desde el Sur de México hasta el noroeste de Costa Rica (Johnson, 2011; Figura 2b). Su dieta comprende principalmente de coleópteros, ortópteros e himenópteros (Orejuela, 1980), pero también pueden comer pequeños lagartos y serpientes, así como fruta (Snow y Kirwan, 2020). Su hábito de alimentación es tanto diurno como crepuscular, pues reportes al inicio del siglo han documentado la alimentación de estos momotos a insectos atraídos por lámparas de luz pasada las 19:00 horas del día (Thurber y Komar, 2002).

En cuanto a su comportamiento reproductivo, son socialmente monógamos de reproducción colonial con cuidado biparental (Murphy, 2008). Se tiene registro que en Guatemala anidan entre abril y mayo, pudiendo llegar a poner otra nidada tras un fracaso temprano del nido. Las nidadas son de 2 a 6 huevos, incubados durante 18 a 20 días y puestos en colonias largas en barrancos empinados (Orejuela, 1980; Snow y Kirwan, 2020). Aunque no tienen un dimorfismo sexual marcado, los machos son ligeramente más grandes y las plumas distintivas de la cola también son más largas y brillantes con una saturación azul verdosa marginalmente mayor a la de las hembras (Snow y Kirwan, 2020). En esta especie en particular, el movimiento de la cola ha sido fuertemente estudiado, concluyendo que el balanceo similar a un péndulo que realizan es en presencia de depredadores como una señal disuasoria de persecución (Murphy, 2006).

Figura 2. *Eumomota superciliosa* y su distribución.

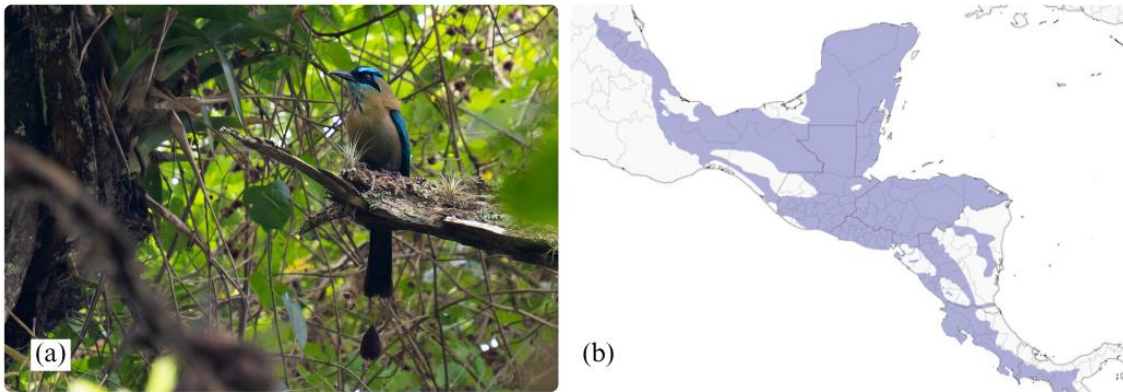


Nota. (a) *Eumomota superciliosa* (foto de Francisco Castillo-Obregón, 2024). (b) Mapa adaptado de Cornell Lab of Ornithology (2025).

M. lessonii llamado comúnmente guardabarranco o Lesson's motmot en inglés, es una de las especies más comunes y ampliamente distribuidas de esta familia del sur de México hasta Panamá (Figura 3b). Con una corona negra rodeada de un azul eléctrico, el guardabarranco tiene una cola larga con raquetas cortas (Figura 3a). Puede encontrarse en hábitats boscosos en niveles bajos y medios hasta los 1800 ms.n.m. También puede existir en hábitats como parques urbanos y plantaciones de café (del Hoyo et al., 2020; Fagan y Koman, 2016). En cuanto a su dieta, los alimentos que predominan son los insectos y otros invertebrados como caracoles, ciempiés y lombrices de tierra, aunque también puede comer frutas, pequeños mamíferos (Cubas et al., 2023), reptiles (Cubas-Rodríguez et al., 2024) y anfibios (Mora y Rodríguez, 2023).

Al igual que el momoto de ceja turquesa, el guardabarranco es una especie diurna, sin embargo, reportes nocturnos de forrajeo de insectos también se han documentado para la especie (Solano-Ugalde y Arcos-Torres, 2008). En cuanto a su reproducción, esta especie ha sido poco estudiada, sin embargo, se tiene reportes en México y en Costa Rica en donde su anidación ocurre en los meses de abril a junio y de marzo a mayo, respectivamente. Sus nidos son solitarios y ocultos en barrancos pequeños (Orejuela, 1980). Estos pueden ser utilizadas por temporadas consecutivas y durante cada temporada pueden poner entre 3 a 5 huevos, incubando durante 21 días (del Hoyo et al., 2020).

Figura 3. *Momotus lessonii* y su distribución.

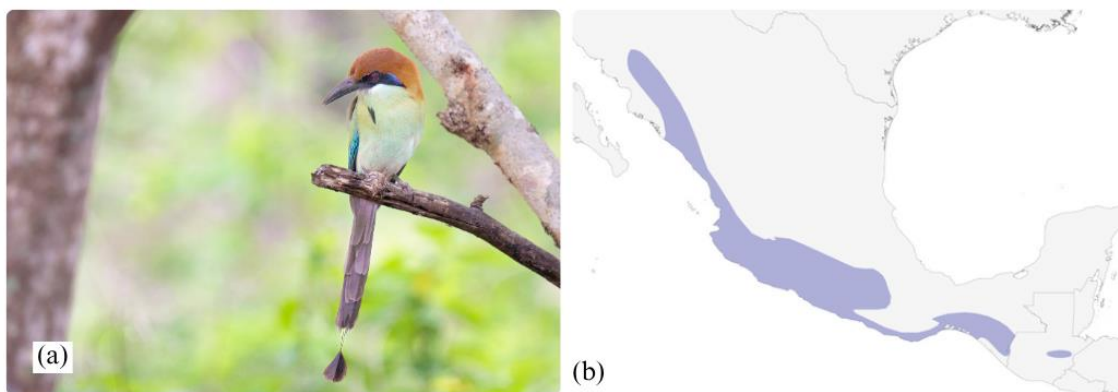


Nota. (a) *Momotus lessonii* (foto de Francisco Castillo-Obregón, 2023). (b) Mapa adaptado de Cornell Lab of Ornithology (2025).

Por último, *M. mexicanus* llamado comúnmente motmot de cabeza canela o Russet-crowned motmot es una especie endémica de México y Guatemala. Habitante de bosques secos y hábitats áridos entre los 200 y 600 ms.n.m., el motmot de cabeza canela se distingue de los otros por su corona y nuca de color rojizo brillante (Fagan y Koman, 2016; Figura 4). Su dimorfismo no es marcado, pero las hembras tienen los filamentos de la cola más cortos que lo machos. En cuanto a su dieta, come principalmente insectos grandes que toma del suelo, del follaje o del aire. Se tiene reporte de que también consume serpientes (Murphy et al., 2010).

Su reproducción fue documentada en México en un bosque tropical deciduo en 1998 por Murphy et al. (2010). Durante este estudio se encontró que la especie excava nidos en desniveles de tierra a lo largo de márgenes de río o de los caminos. La profundidad media del nido es de $133,5 \pm 21,4$ cm y en los extremos de cada túnel que realizan hay una cámara ligeramente más amplia donde depositan los huevos sobre la tierra desnuda. Entre 4 a 5 huevos son puestos entre abril y junio y el periodo de incubación dura 20 días. En este estudio también se evaluó la longevidad de la especie, concluyendo que pueden vivir hasta 11 años en estado silvestre (Murphy et al., 2010).

Figura 4. *Momotus mexicanus* y distribución.



Nota. (a) *Momotus mexicanus* (foto de Francisco Castillo-Obregón, 2023). (b) Mapa adaptado de Cornell Lab of Ornithology (2025).

2.3. Características ecológicas del bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua

El bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua se encuentra ubicado en la vertiente atlántica y parte oriental de Guatemala. En promedio, este bosque registra una precipitación anual de 820 ± 178 mm, una temperatura media anual de 28.1 ± 0.6 °C y una humedad relativa de 63.5 ± 3.3 %. Debido a su característica estacional, las precipitaciones de esta zona son altamente variables según la temporada del país. En temporada lluviosa que ocurre desde mediados de mayo hasta mediados de noviembre precipitan más de 100 mm mensuales, mientras que en la temporada seca que ocurre de mediados de noviembre hasta mediados de mayo la precipitación es de 25 mm mensualmente. La elevación de este bosque varía entre los 250 a los 1000 m.s.n.m. (Ariano-Sánchez y Gil-Escobedo, 2021) y sus condiciones secas se deben al efecto de sombra de lluvia del sistema montañoso de la Sierra de las Minas (Bustamante-Castillo et al., 2018).

Con remanentes de bosque seco y matorral espinoso especies como *Bursera excelsa* (Burseraceae), *Nopalea guatemalensis* (Cactaceae), *Pilosocereus leucocephalus* (Cactaceae), *Stenocereus pruinosus* (Cactaceae), *Leucaena collinsii* (Mimosaceae), *Lysiloma divaricatum* (Mimosaceae), *Bucida macrostachya* (Combretaceae) y *Bonellia macrocarpa* (Theophrastaceae) son características del área (IARNA-URL, 2018; Ariano-Sánchez y

Campbell, 2018). Según el índice de importancia, las especies dominantes en la región son el roble (*Bucida macrostachya*, Combretaceae), el quebracho (*Lysiloma divaricatum*, Mimosaceae), el yaje (*Leucaena collinsii*, Mimosaceae), el campón (*Gyrocarpus americanus*, Hernandiaceae), el cactus de órgano (*Stenocereus pruinosus*, Cactaceae) y la fruta del cabro (*Karwinskia calderonii*, Rhamnaceae) (Ariano-Sánchez y Salazar, 2015).

Debido a su característica estacional, este bosque presenta diferentes comunidades ecológicas animales según la estación y la disponibilidad de recursos (Almazán et al., 2018). Las aves han sido débilmente estudiadas en esta región (Bustamante-Castillo et al., 2018), sin embargo, diversos estudios en otros bosques estacionalmente secos pueden explicar tendencias en esta comunidad. En Sudamérica, por ejemplo, las aves aumentan su riqueza y abundancia en temporada lluviosa gracias a la abundancia de artrópodos y frutos que la precipitación provoca. La estimulación de follaje a raíz de la precipitación también es importante en la generación de cobertura para la nidificación de muchas especies (de Araujo et al., 2017). Por otra parte, bosques secos más cercanos a Guatemala presentan una respuesta diferente a las fluctuaciones estacionales. En el sureste de México, durante la estación seca existe una mayor biodiversidad de aves insectívoras-frugívoras. Almazán et al. (2018) menciona que las posibles causas a esta tendencia son por la presencia de aves migratorias, la plasticidad de la dieta por la fructificación de especies del género *Bursera* y una mayor actividad de forrajeo por condiciones de cobertura más abierta.

Para el Valle del Motagua en específico, la comunidad de aves ha sido débilmente estudiada, a excepción del estudio publicado por Bustamante et al. (2018). En este estudio, se evaluó la comunidad de colibríes de este Valle, encontrando diferencias en el número total de colibríes registrados entre la estación seca y lluviosa. Una mayor abundancia a finales de la estación lluviosa y principio de la estación seca fue concordante con una disponibilidad de flores alta. Los datos sugieren, por lo tanto, que la variación estacional de los recursos puede ser un factor importante que influye en la variación del número de colibríes presentes.

En cuanto a la comunidad de insectos, los lepidópteros han sido estudiadas para la zona por autores como Yoshimoto et al. (2019). Durante este estudio, se reportó un total 103 especies pertenecientes a 79 géneros, 18 subfamilias y 6 familias. Para el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua la familia Nymphalidae fue la más dominante,

seguida por Hesperidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Papilionidae. Durante los cinco meses de la temporada lluviosa (junio-octubre) la riqueza de especies es mucho mayor que en la estación seca y en mayo. En temporada seca un importante factor que influye en la disminución de riqueza es la escasez de alimentos para adultos y larvas, como el néctar de flores y hojas que ocasiona la defoliación de muchas especies vegetales.

III. JUSTIFICACIÓN

Los momótidos (Momotidae) son una familia neotropical conformada por 14 especies distribuidas en 6 géneros. Su presencia abarca desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina, sin embargo, ninguna especie posee un rango de distribución continuo; generalmente, es bastante limitado (Winkler et al., 2020). A estas restricciones de distribución se le suma la importante y continua pérdida de cobertura forestal en los bosques neotropicales donde habitan. La expansión agrícola es responsable de aproximadamente el 70 % de la deforestación en estos ecosistemas (Bennett et al., 2018), sin contar otras presiones como la fragmentación del hábitat, la sequía, los incendios forestales y el cambio de uso de tierra en prácticas ganaderas y mineras (Brawn et al., 2024). Estas presiones, estimuladas por la alta demanda de productos agrícolas y ganaderos, más la falta de gobernanza y corrupción, los factores culturales, el crecimiento poblacional y el cambio climático comprometen de manera irreversible la integridad de los bosques neotropicales (Lapola et al., 2023).

Las especies focales de este estudio (*E. superciliosa*, *M. lessonii* y *M. mexicanus*) también presentan distribuciones restringidas; en particular, *M. mexicanus* es endémica de México y de una región aislada en Guatemala, el Valle del Motagua (Fagan y Koman, 2016; Winkler et al., 2020). El Valle del Motagua, área de estudio de esta investigación, se encuentra fragmentado y degradado por actividades agrícolas y ganaderas (Ariano-Sánchez, 2023; Ariano-Sánchez et al., 2020; Nájera, 2006). Aunque las tres especies están clasificadas como de preocupación menor en la Lista Roja de la UICN, su población muestra una tendencia decreciente (BirdLife International, 2020, a, b, c), y en el Listado de Especies Amenazadas de Guatemala su categoría es vulnerable (CONAP, 2021).

A pesar de su gran relevancia ecológica como bioindicadores, controladores de plagas, dispersores de semilla y fuentes de alimento para especies endémicas como el lagarto escorpión (Nájera, 2006; Ariano-Sánchez y Salazar, 2015), los estudios sobre momotos son escasos y se han enfocado en aspectos biogeográficos y etológicos, con especial atención en el meneo de la cola. La información concerniente a aspectos ecológicos está lejos de ser exhaustiva, teniendo únicamente dos estudios sobre selección de hábitat, relaciones de nicho

o interacciones interespecíficas de algunas de las especies estudiadas (López et al., 2016; Orejuela, 1980). *M. mexicanus* no aparece en este tipo de publicaciones.

Por lo tanto, debido a 1) su distribución reducida y endémica, 2) los ecosistemas degradados en donde habitan, 3) su importancia ecológica y 4) la escasa información disponible, esta investigación fue de alto valor para sumar al conocimiento preciso y detallado de las especies. Asimismo, el estudio permitió comprender cómo se segregan en este ecosistema degradado, identificando los hábitats y las condiciones ambientales más relevantes para su coexistencia. Con esta información fue posible generar recomendaciones generales de conservación, sugiriendo su función como bioindicador en programas de monitoreo ecológico y planes de conservación regional.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar la segregación de nicho entre especies de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar los factores biofísicos que afectan la riqueza y abundancia de las especies de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala.
- Caracterizar la fenología reproductiva de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua, Zacapa, Guatemala.
- Generar recomendaciones de conservación para las especies de estudio.

V. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Cuadro 1. Hipótesis y predicciones de los momótidos a las variables muestreadas.

Hipótesis	Predicción
La abundancia de <i>E. superciliosa</i> está determinada por la estructura de la vegetación, las condiciones ambientales, la disponibilidad de presas, la riqueza y abundancia de aves, el nivel de degradación del hábitat, la variación mensual y la abundancia de especies simpátricas de la familia Momotidae.	<i>E. superciliosa</i> será más abundante en bosques secos y abiertos que en bosques húmedos, y diferirá en sus condiciones ambientales de <i>M. mexicanus</i> . Su abundancia será mayor bajo una mayor disponibilidad de presas.
La abundancia de <i>M. lessonii</i> está determinada por la estructura de la vegetación, las condiciones ambientales, la disponibilidad de presas, la riqueza y abundancia de aves, el nivel de degradación del hábitat, la variación mensual y la abundancia de especies simpátricas de la familia Momotidae.	<i>M. lessonii</i> será más abundante en bosques húmedos y cerrados, y diferirá de las otras dos especies en condiciones ambientales que favorezcan la humedad.
La abundancia de <i>M. mexicanus</i> está determinada por la estructura de la vegetación, las condiciones ambientales, la disponibilidad de presas, la riqueza y abundancia de aves, el nivel de degradación del hábitat, la variación mensual y la abundancia de especies simpátricas de la familia Momotidae.	<i>M. mexicanus</i> será más abundante en bosques secos y abiertos, y diferirá en sus condiciones ambientales de <i>E. superciliosa</i> .

VI. MÉTODOS

6.1. Área de estudio

Los datos de campo se colectaron en dos áreas ubicadas en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua en Zacapa, Guatemala. Ambas áreas están presentes en los terrenos adyacentes a la Reserva Natural Heloderma ($14^{\circ}52'08''\text{N}$, $89^{\circ}46'19''\text{W}$, 310–950 ms.n.m.) y corresponden a quebradas estacionales naturales llamadas Montelargo y Calderón. La quebrada Montelargo tiene un bosque de galería caracterizado por un terreno plano, ancho y con poca pendiente. En los bordes de esta quebrada existe una alta presión agrícola y ganadera, así como una carretera para el paso de vehículos que en conjunto generan un bosque más abierto. Por otro lado, Calderón es una quebrada secundaria que drena a Montelargo y está compuesta en un inicio por paisajes agrícolas y ganaderos que van disminuyendo a lo largo del terreno. La quebrada en Calderón tiene un terreno progresivamente más estrecho y con mayor pendiente, lo que genera un bosque más alto y cerrado. El inicio de esta quebrada también funciona como carretera para vehículos ligeros (Figura 5).

Figura 5. Quebradas naturales (a) Montelargo y (b) Calderón.



Nota. Fotografías propias.

6.2. Métodos de campo de segregación de nicho

6.2.1. Puntos de conteo de radio fijo para observación de aves

La observación de aves se realizó en el periodo matutino, de 5:30 a 9:30 horas, y en el periodo vespertino, de 14:00 a 18:00 horas. El muestreo siguió la metodología estandarizada de puntos de conteo de radio fijo para aves terrestres (Ralph et al., 1996; Figura 28). Se establecieron 7 puntos de conteo en cada una de las quebradas, sumando un total de 14 puntos. Cada punto tuvo un radio fijo de 50 metros, y la distancia mínima entre punto fue de 250 metros con el objetivo de garantizar la independencia del muestreo y no realizar recuento de los individuos observados. La observación tuvo una duración de 10 minutos y durante este tiempo se hizo registro de la riqueza y abundancia de especies que estén dentro del radio de observación. Aves en sobrevuelo fueron excluidas del registro de datos. Para evitar un sesgo asociado a la variación aviar según el momento del día, el punto inicial de cada recorrido fue alternado entre las quebradas (ML1 y CAL7), de manera que cada quebrada tuviera la misma posibilidad de ser muestreada en los primeros horarios del día (Figura 6). Datos adicionales como la hora de inicio, el número de observadores y comentarios adicionales también se recopilaron (Bennett et al., 2018; Ralph et al., 1996).

6.2.2. Captura de mariposas

La captura de mariposas se realizó con el objetivo de cuantificar y representar a las presas de los momotos. Para ello, se instalaron 10 trampas van Someren-Rydon en 10 puntos de conteo, excluyendo el primer y el séptimo punto de cada quebrada (Figura 6 y 29). Las trampas se colocaron en el centro de cada punto a una altura entre los 2 y 4 metros sobre el nivel del suelo. Todas las trampas fueron cebadas principalmente con bananos en descomposición, así como por otras frutas en estado similar. El cebo se colocó durante el muestreo matutino de aves y se retiró en el muestreo vespertino. Antes de retirar el cebo, se realizó el conteo de la abundancia de mariposas atrapadas y, posteriormente, fueron liberadas de la trampa (Andrade-C et al., 2013; Gómez-Salazar et al., 2022).

Ese grupo fue seleccionado como único indicador de presa por diferentes razones. En bosques tropicales, el gremio de las mariposas frugívoras representa hasta el 50 % de las especies de ninfálidos (la familia más abundante) y tienen un muestreo accesible a través de las trampas cebadas (Grotan et al., 2012). Adicionalmente, este grupo tienen una alta representabilidad en la dieta de los momótidos y sus fuertes patrones estacionales que responden a factores climáticos y ambientales sumaron al entendimiento fenológico de las especies (Orejuela, 1980; Schmucki et al., 2016).

6.2.3. Caracterización de vegetación

En cada punto de conteo de aves se caracterizó la vegetación mediante parcelas forestales. Cada parcela se estableció en ambos bordes de las quebradas, a 3 metros de la línea de vegetación más cercana, con una longitud total de 100 metros. El centro del radio fijo del muestreo de aves coincidió con el centro de la parcela (Figura 6). En cada parcela se midió el DAP de todos los árboles con un diámetro igual o mayor a 10 cm (Figura 30). Además, se estimó el porcentaje de cobertura del dosel utilizando la aplicación Canopeo (Canopeo, 2023) a 10 metros en dirección a los cuatro puntos cardinales desde el centro del punto de conteo de aves. Dentro del área de la parcela también se contaron el número de fustes (árboles inferiores a 10 cm de DAP), cactus y bromelias terrestres con el fin de caracterizar la estructuración vegetal. Adicionalmente, se identificó y midió el árbol más alto y el más ancho (Bennet et al., 2018).

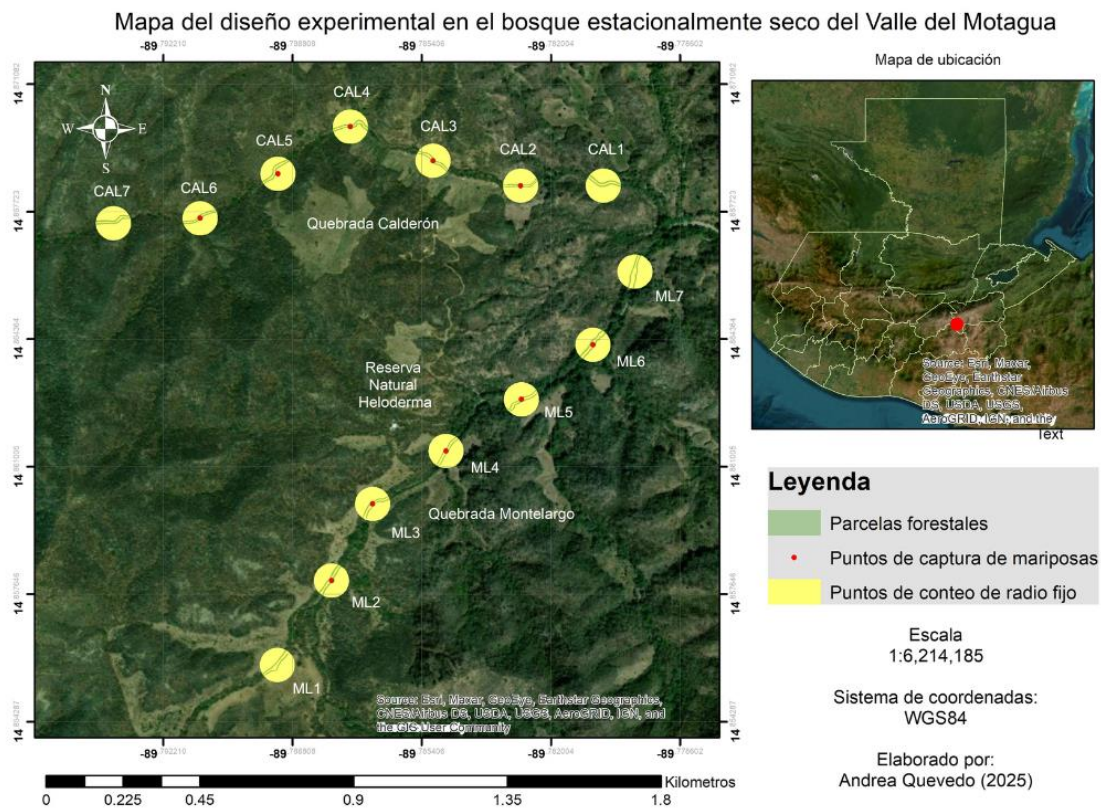
6.2.4. Datos climáticos

Los datos climáticos se obtuvieron de la estación meteorológica ubicada en la Reserva Natural Heloderma. Se registraron los valores promedio de humedad, temperatura, presión atmosférica, punto de rocío e índice de calor.

6.2.5. Diseño experimental

La metodología de segregación de nicho se basó en los puntos de conteo de aves. En total, se llevaron a cabo cinco muestreos entre mayo y septiembre de 2025 (5-8 de mayo, 16-19 de junio, 11-14 de julio, 15-18 de agosto, 22-25 de septiembre), con tres días efectivos de trabajo cada uno. Siguiendo la metodología descrita previamente, se contó con un esfuerzo total de 3,920 minutos de observación de aves en los cinco muestreos programados. La captura de mariposas tuvo 2 días efectivos de toma de datos por muestreo y se realizó simultáneamente a la observación de aves matutina y vespertina. La caracterización de la vegetación se efectuó posteriormente a los puntos de conteos de conteo matutino, registrando entre dos y tres parciales forestales por muestreo (Figura 6).

Figura 6. Mapa del diseño experimental en el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua.



Nota. Elaboración propia. Mapa generado en ArcMap 10.8 (Esri, 2020).

6.3. Métodos de campo de ecología reproductiva

La caracterización de la ecología reproductiva se llevó a cabo mediante cámaras trampa colocadas estratégicamente en dos nidos de momotos dentro de la Reserva Natural Heloderma. Se recopilaron tanto fotografía como videos para analizar su comportamiento reproductivo. Adicionalmente, durante las observaciones de punto de conteo de aves se anotaron la presencia de juveniles de momotos.

Las fotografías y videos obtenidos mediante cámaras trampas fueron revisados manualmente para filtrar y seleccionar los registros de momotos. En total, se analizaron siete eventos considerados como independientes al presentar una separación temporal mayor a 10 minutos y tras confirmar que el individuo observado abandonó el encuadre de la cámara. La información obtenida fue analizada cualitativamente.

6.4. Análisis estadístico

Los datos recolectados en campo fueron sistematizados en una base de datos y analizados utilizando el software Rstudio versión 4.3.1 (R Core Team, 2023). Con el objetivo de evaluar la segregación de nicho bajo factores biofísicos entre las tres especies de momótidos estudiadas, se emplearon modelos lineales generalizados con distribución binomial negativa (GLM bn). Dicho modelo fue seleccionado dado que las variables respuestas fueron conteos con una sobredispersión de datos y una inflación de valores ceros (Warton et al., 2016).

Previo a la generación de los modelos, se verificó la ausencia de valores atípicos y se evaluó la colinealidad de las variables predictoras numéricas. Las variables denominadas como día consecutivo de muestreo y DAP del árbol más ancho fueron excluidas al ser colineales ($r > 0.7$). Adicionalmente, se calculó el factor de inflación de varianza (VIF) y se eliminaron las variables con un valor superior a 3 ($GVIF > 3$). Las variables riqueza vegetal, cobertura y alturas fueron excluidas del análisis según este criterio.

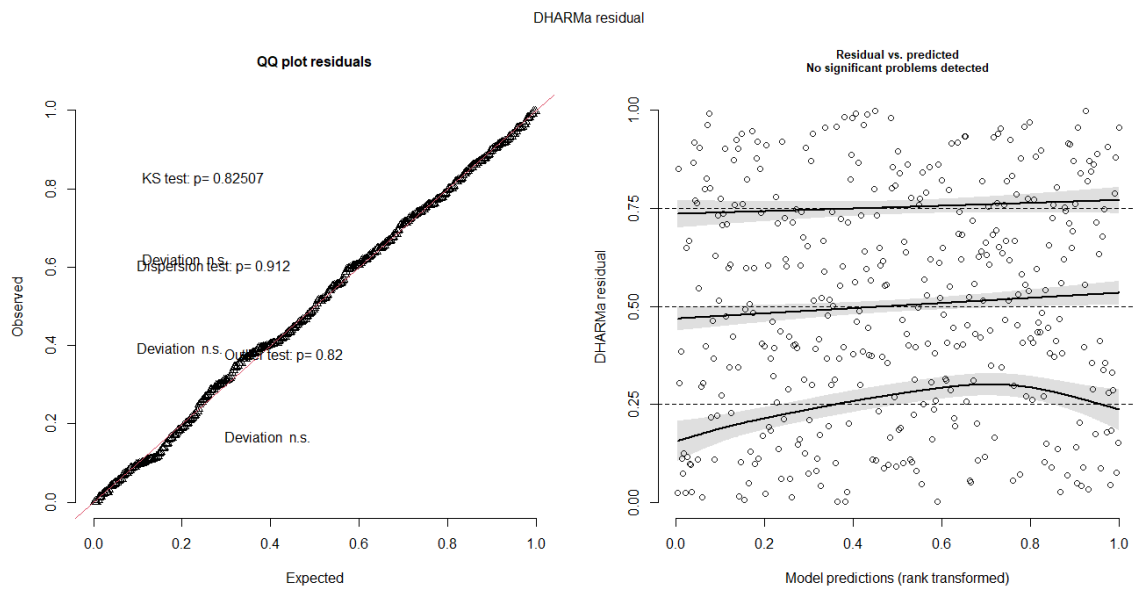
Los modelos finales fueron implementados mediante el paquete MASS (Venables y Ripley, 2002). La abundancia de cada especie, la cual es la variable respuesta, fue modelada por separado y consideró como predictoras las siguientes variables: riqueza de aves (sin contar momótidos), abundancia de aves (sin contar momótidos), DAP promedio, riqueza vegetal de la parcela, número de bromelias de la parcela, número de cactus de la parcela, presión promedio, rocío promedio y precipitación promedio.

La validez de los modelos fue evaluada mediante el paquete DHARMA (Hartig, 2022), empleando las 6 pruebas diagnósticas para residuos, de las cuales todas fueron aceptadas, lo que indica un buen ajuste del modelo (Figuras 7, 8 y 9). Para cada modelo se estimaron el tamaño del efecto (β) y sus respectivos intervalos de confianza al 95 %. Las variables con un efecto claro fueron visualizadas mediante gráficos generados con la librería ggplot2 (Wickham, 2016).

Para visualizar la segregación temporal, se analizó el efecto del día consecutivo de muestreo en la abundancia de los momótidos de manera conjunta. Debido a su relevancia en la temporalidad anual de las especies y la manera flexible en que se interpretan estos datos, se generó un modelo aditivo generalizado (GAM) que consideró el día consecutivo de muestreo como única variable predictora, con un efecto de tipo spline. Adicionalmente, se realizó una comparación de la abundancia de momótidos entre los distintos puntos de conteo mediante diagramas de caja.

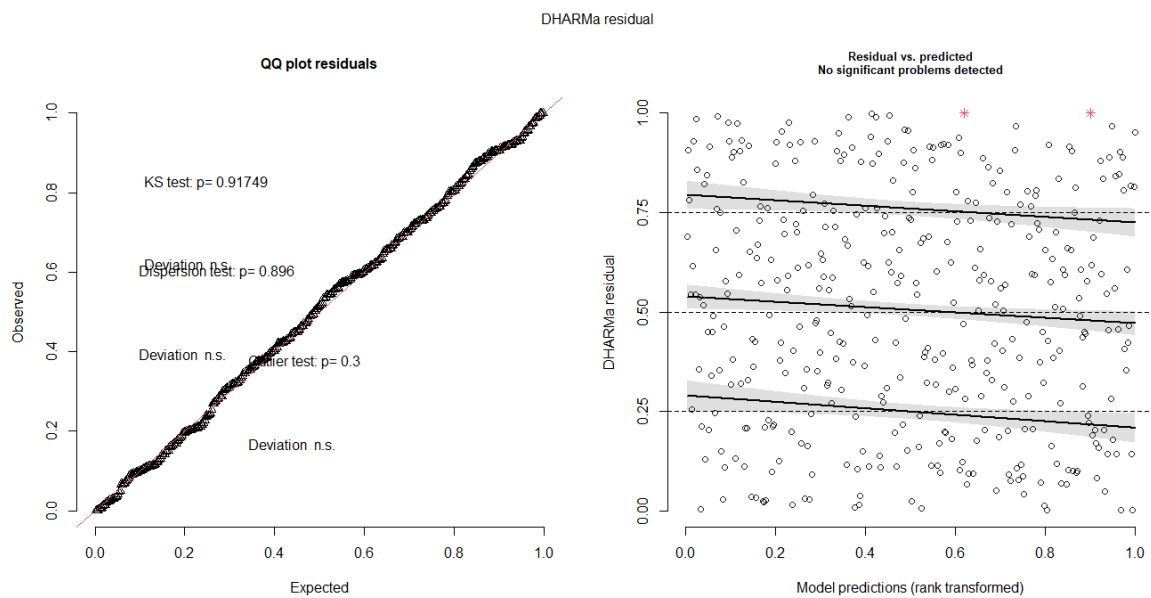
Las mariposas también fueron analizadas utilizando los modelos descritos. Se consideró agruparlas dentro de los factores biofísicos, sin embargo, debido al menor número de días efectivos de muestreo en su metodología, fue necesario analizarlas de manera independiente. Luego de la preparación de datos por colinealidad y VIF, el modelo GLMbn de la abundancia de mariposas respondió a la riqueza de aves (sin contar momótidos), la abundancia de aves (sin contar momótidos), la abundancia de *E. superciliosa*, la abundancia de *M. lessonii*, la abundancia de *M. mexicanus*, el DAP promedio, la cobertura promedio, la riqueza vegetal y la precipitación. La validez del modelo fue aceptada (Figura 10) y también se generó un modelo GAM para analizar la tendencia de las mariposas en respuesta al periodo del muestreo.

Figura 7. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de *Eumomota superciliosa*.



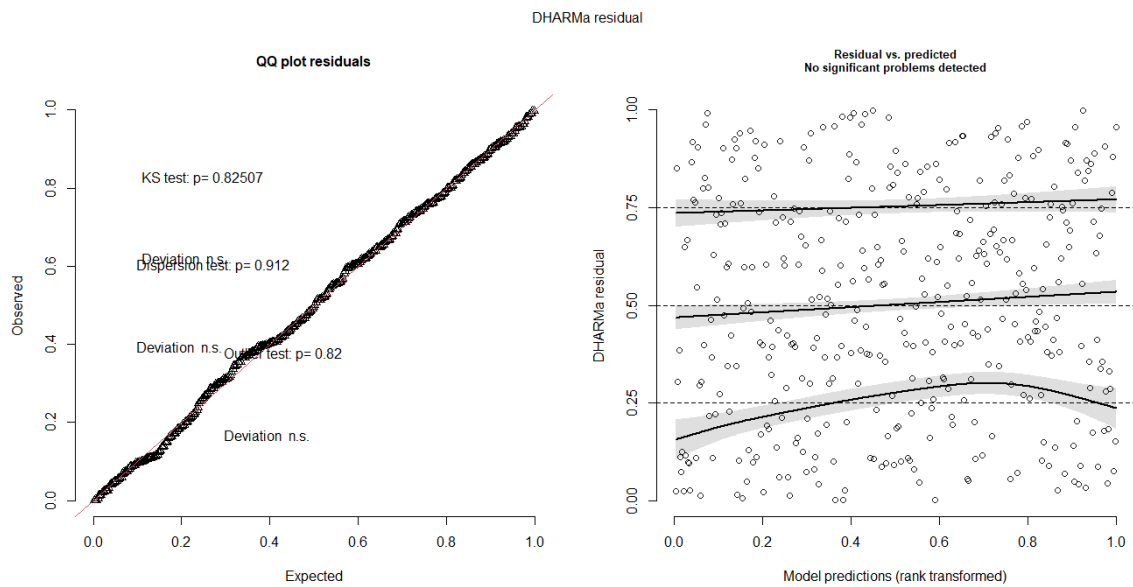
Nota. Elaboración propia.

Figura 8. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de *Momotus lessonii*.



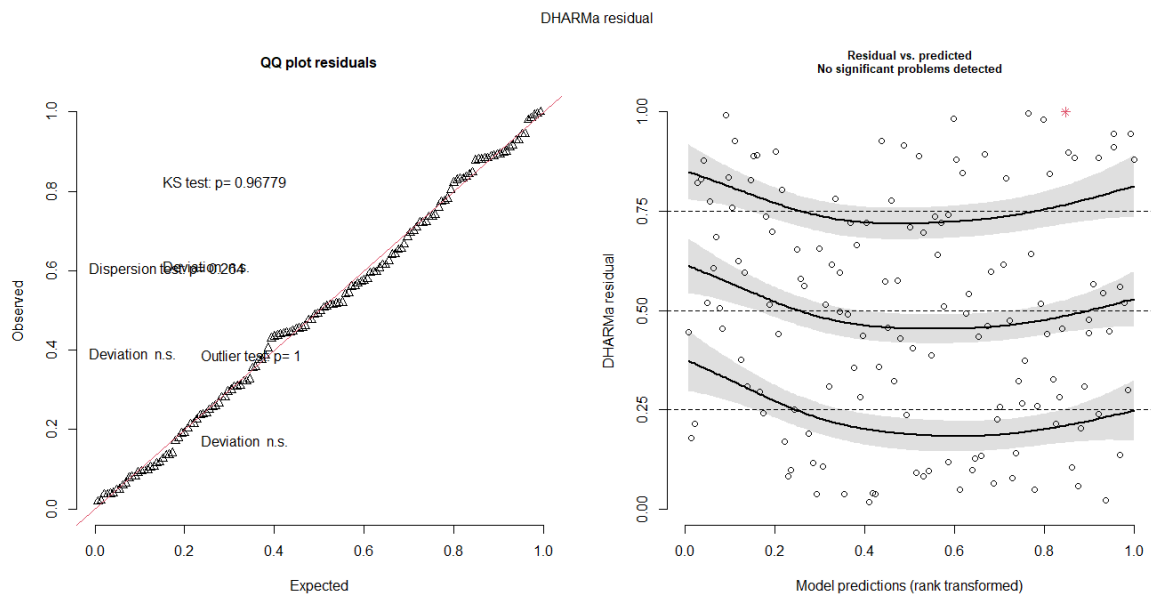
Nota. Elaboración propia.

Figura 9. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de *Momotus mexicanus*.



Nota. Elaboración propia.

Figura 10. Prueba de residuales escalados de DHARMA para el modelo de mariposas.



Nota. Elaboración propia.

6.5. Declaración de ética

Los métodos de campo empleados para la segregación de nicho y la ecología reproductiva de los momótidos fueron previamente aceptados por el Comité de Ética, Uso y Cuidado de Animales (CEUCA) de la Universidad del Valle de Guatemala (Figura 31).

VII. RESULTADOS

7.1. Segregación de nicho

Durante los cinco muestreos realizados se registró un total de 3,577 observaciones pertenecientes a 86 especies de aves. De estos, 99 corresponden a *E. superciliosa*, 23 a *M. lessonii* y 75 a *M. mexicanus*. La información fue recolectada en 28 sesiones avistamiento de aves, lo que representa un total de 3,920 minutos de observación (equivalentes a 65.33 horas) en 15 días efectivos de muestreo.

Los resultados demuestran la existencia de segregación de nicho entre las tres especies de la familia Momotidae en el bosque estacionalmente del Valle del Motagua. Entre los factores asociados a la segregación se identificaron variables estructurales del hábitat, como el DAP y variables ambientales, como la temperatura rocío de promedio y la presión atmosférica. Adicionalmente, se observó la concentración de las especies en puntos específicos de muestreo, así como patrones diferenciados en cuanto a temporalidad.

En el caso de *E. superciliosa*, el modelo indicó que el DAP promedio y la temperatura de rocío promedio tuvieron un efecto negativo en su abundancia, mientras que la precipitación promedio tuvo uno positivo (Cuadro 2).

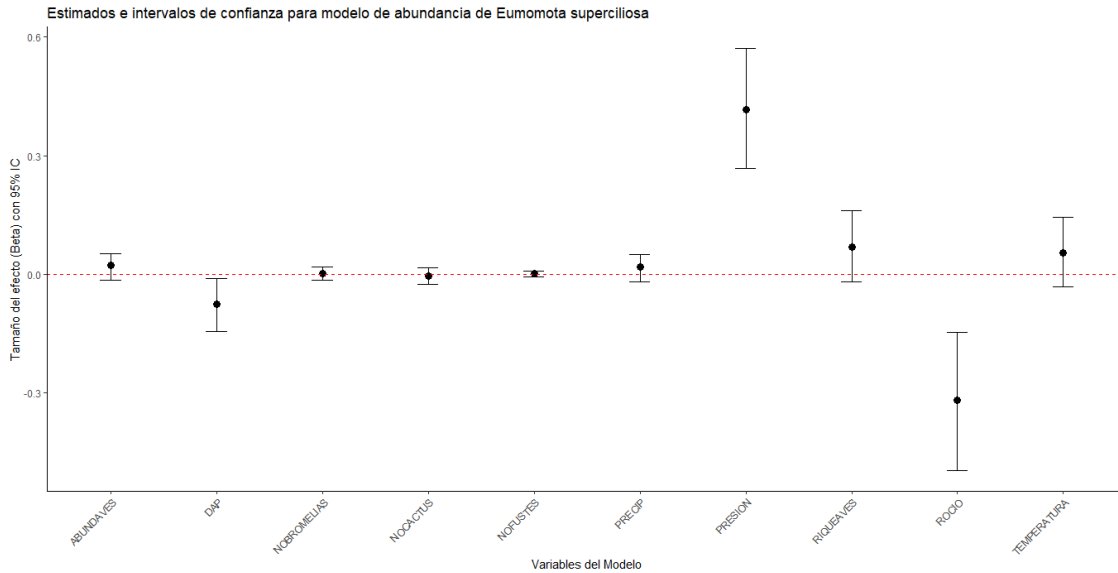
Cuadro 2. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de *Eumomota superciliosa*.

Variable	Tamaño del efecto (B)	Error estándar	ICI (2.5 %)	ICS (97.5 %)
Intercepto	-385.7	73.19	-529.2	-242.2
Riqueza de aves	0.06938	0.04578	-0.02034	0.1591
Abundancia de aves	0.02297	0.01708	-0.01051	0.05644
DAP promedio	-0.07524	0.03396	-0.1418	-0.008687
Número de fustes	0.000898	0.003755	-0.006462	0.008257
Número de bromelias	0.002409	0.008656	-0.01456	0.01937
Número de cactus	-0.003495	0.01088	-0.02483	0.01784
Temperatura promedio	0.05504	0.04466	-0.03250	0.1426
Presión atmosférica promedio	0.4170	0.07765	0.2648	0.5692
Rocío promedio	-0.3194	0.08880	-0.4935	-0.1453
Precipitación promedio	0.01791	0.01728	-0.01595	0.05177

Nota. Elaboración propia. Los parámetros con efectos claros se presentan en negritas.

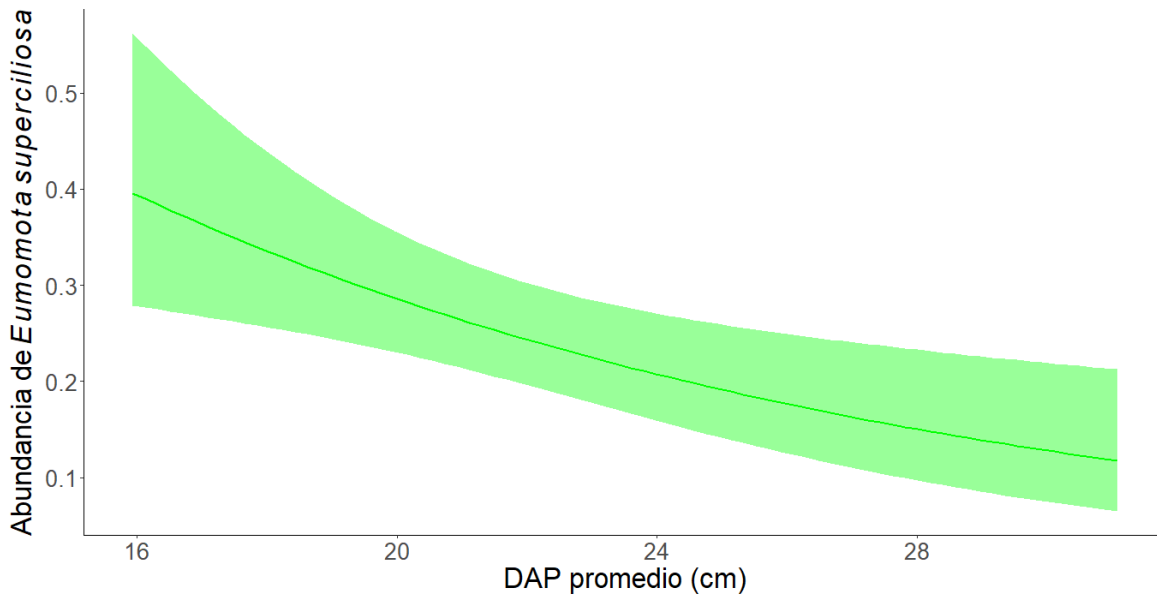
El tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de *E. superciliosa* se observan en la Figura 11.

Figura 11. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de *Eumomota superciliosa*.



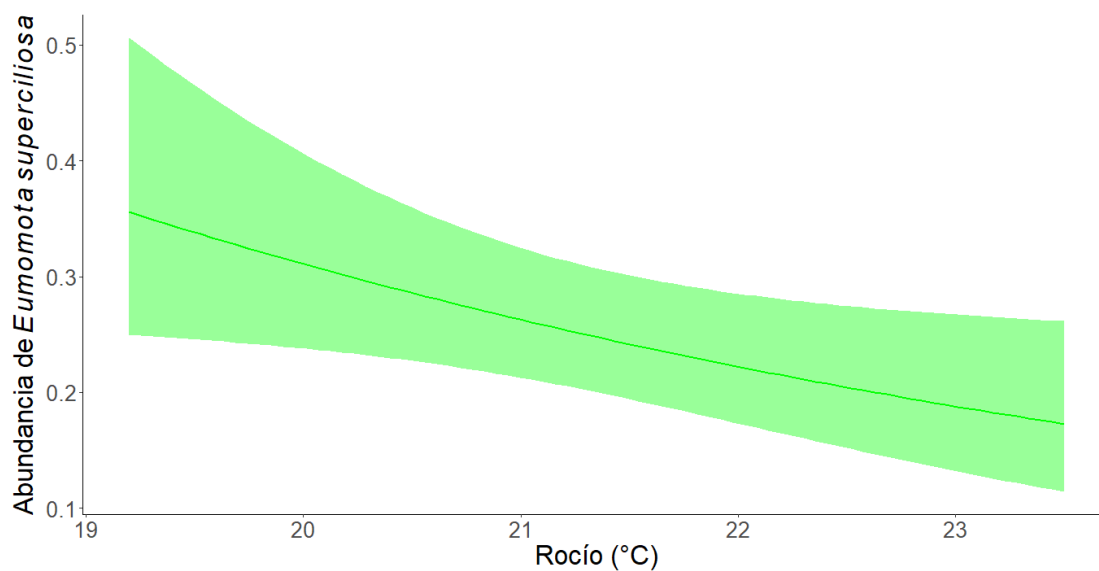
E. superciliosa disminuyó su abundancia en sitios con mayores valores de DAP promedio (Figura 12).

Figura 12. Relación entre la abundancia de *Eumomota superciliosa* y el DAP promedio (cm).



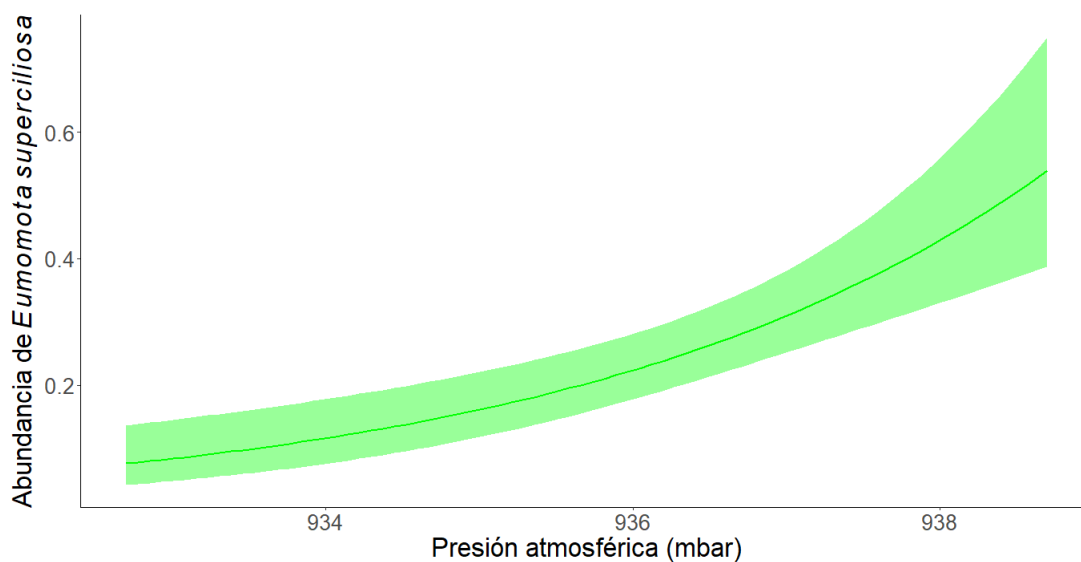
Asimismo, se observó una disminución de su abundancia conforme aumenta la temperatura de rocío (Figura 13).

Figura 13. Relación entre la abundancia de *Eumomota superciliosa* y la temperatura (°C). promedio de rocío.



Por el contrario, una mayor presión atmosférica fue asociada positivamente con su abundancia (Figura 14).

Figura 14. Relación entre la abundancia de *Eumomota superciliosa* y la presión atmosférica (mbar).



Para *M. lessonii*, el modelo identificó al DAP promedio como la única variable predictora con un efecto claro en la abundancia, mostrando una relación positiva (Cuadro 3).

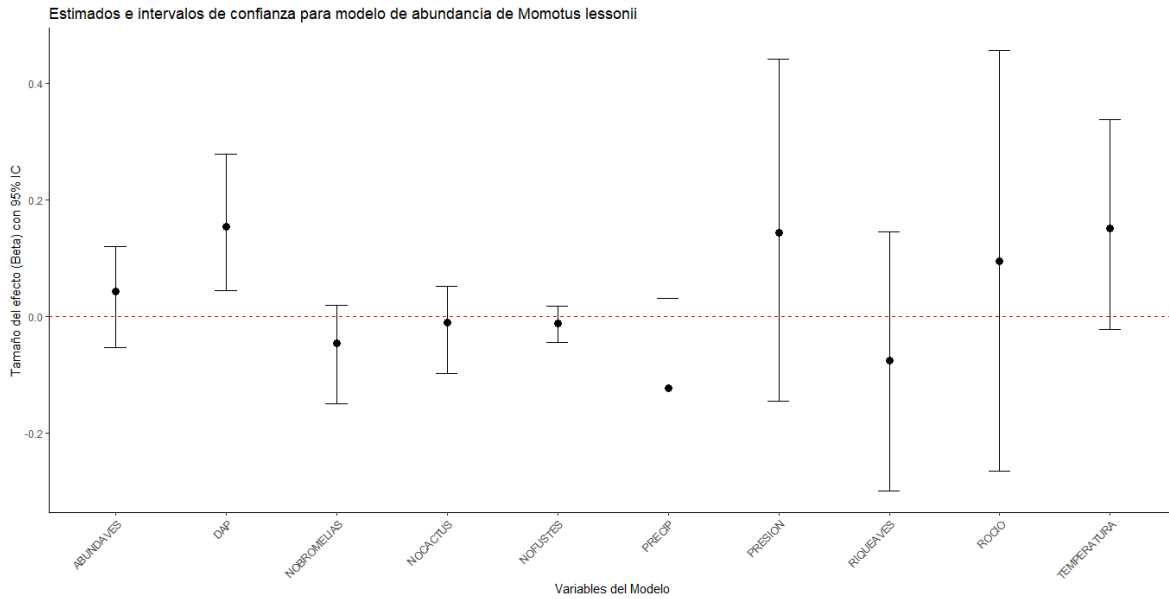
Cuadro 3. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de *Momotus lessonii*. El parámetro con efecto claro se presenta en negrita.

Variable	Tamaño del efecto (B)	Error estándar	ICI (2.5 %)	ICS (97.5 %)
Interceptos	-146.5	140.0	-420.9	128.0
Riqueza de aves	-0.07646	0.1150	-0.3017	0.1487
Abundancia de aves	0.04219	0.04439	-0.04481	0.1292
DAP promedio	0.1548	0.05840	0.04038	0.2693
Número de fustes	-0.01224	0.01473	-0.04111	0.01662
Número de bromelias	-0.04564	0.03698	-0.1181	0.02683
Número de cactus	-0.01023	0.03660	-0.08195	0.06150
Temperatura promedio	0.1514	0.08981	-0.02466	0.3274
Presión atmosférica promedio	0.1442	0.14788	-0.1457	0.4340
Rocío promedio	0.09445	0.1792	-0.2568	0.4457
Precipitación promedio	-0.1225	0.1725	-0.4606	0.2157

Nota. Elaboración propia. Los parámetros con efectos claros se presentan en negritas.

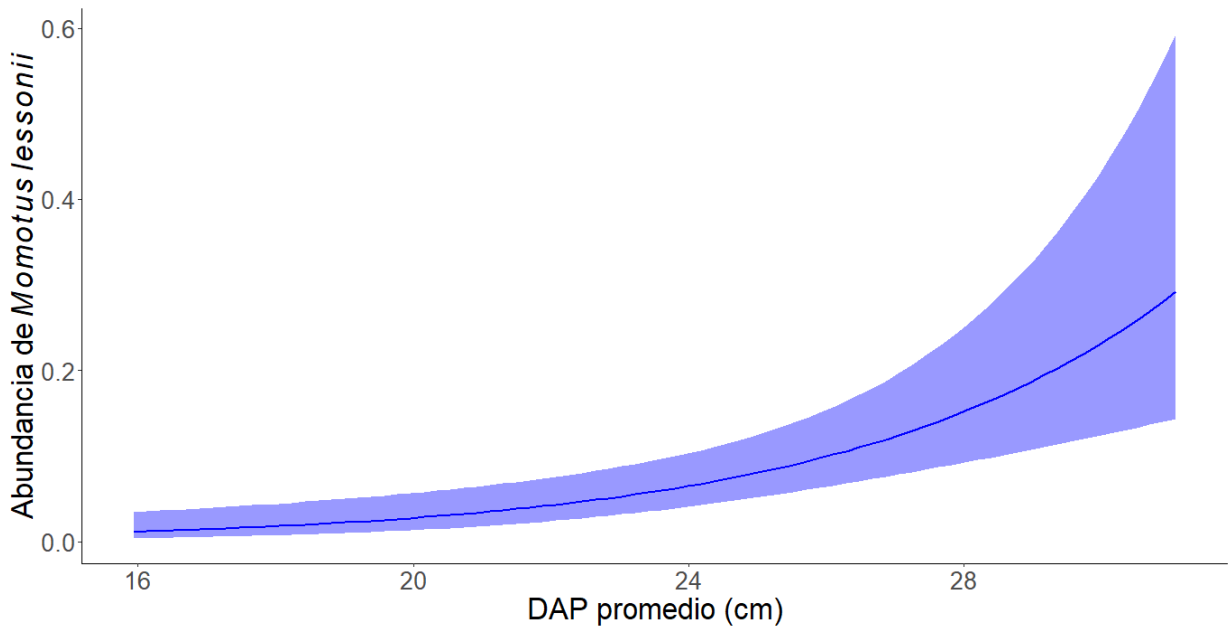
El tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de *M. lessonii* se observan en la Figura 15.

Figura 15. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de *Momotus lessonii*.



M. lessonii presentó una mayor abundancia a mayor DAP (Figura 16).

Figura 16. Relación entre la abundancia de *Momotus lessonii* y el DAP promedio (cm).



Por último, en el caso de *M. mexicanus*, el modelo indicó que el DAP promedio y la presión atmosférica promedio tuvieron un efecto negativo en su abundancia, mientras que la temperatura de rocío promedio tuvo uno positivo (Cuadro 4).

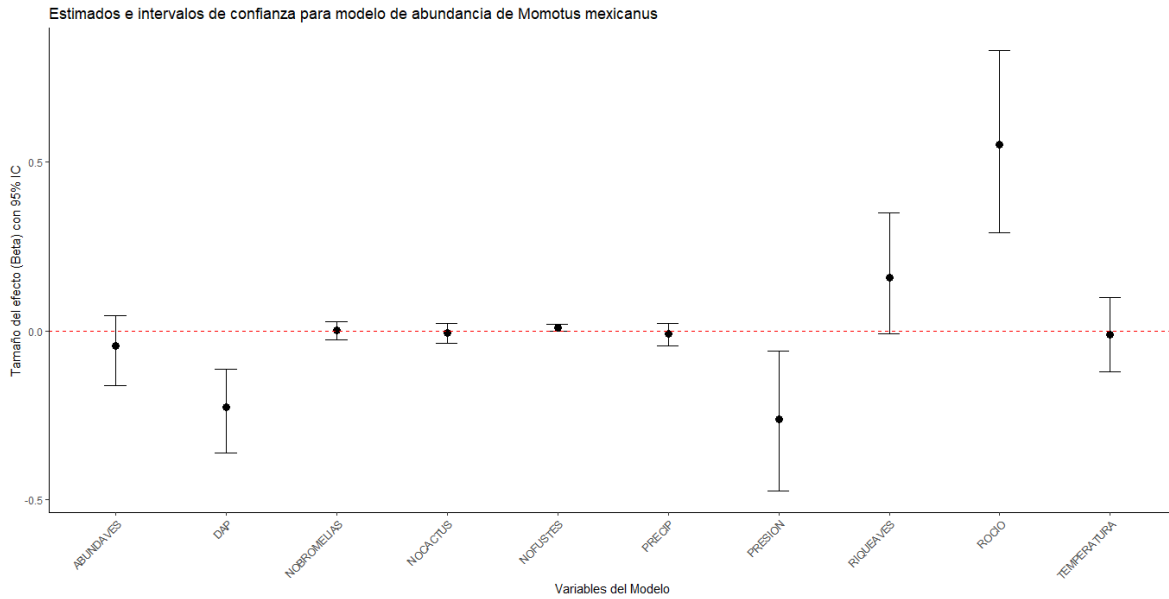
Cuadro 4. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de *Momotus mexicanus*. Los parámetros con efectos claros se presentan en negritas.

Variable	Tamaño del efecto (B)	Error estándar	ICI (2.5 %)	ICS (97.5 %)
Intercepto	233.7	97.95	41.74	425.7
Riqueza de aves	0.1575	0.08922	-0.01736	0.3324
Abundancia de aves	-0.04504	0.05202	-0.1470	0.05691
DAP promedio	-0.2257	0.06024	-0.3438	-0.1076
Número de fustes	0.008106	0.005312	-0.002306	0.01852
Número de bromelias	0.001431	0.01360	-0.02523	0.02809
Número de cactus	-0.006645	0.01531	-0.03666	0.02337
Temperatura promedio	-0.01164	0.05417	-0.1178	0.09452
Presión atmosférica promedio	-0.2604	0.1038	-0.4638	-0.05696
Rocío promedio	0.5501	0.1328	0.2900	0.8103
Precipitación promedio	-0.009599	0.01727	-0.04344	0.02424

Nota. Elaboración propia. Los parámetros con efectos claros se presentan en negritas.

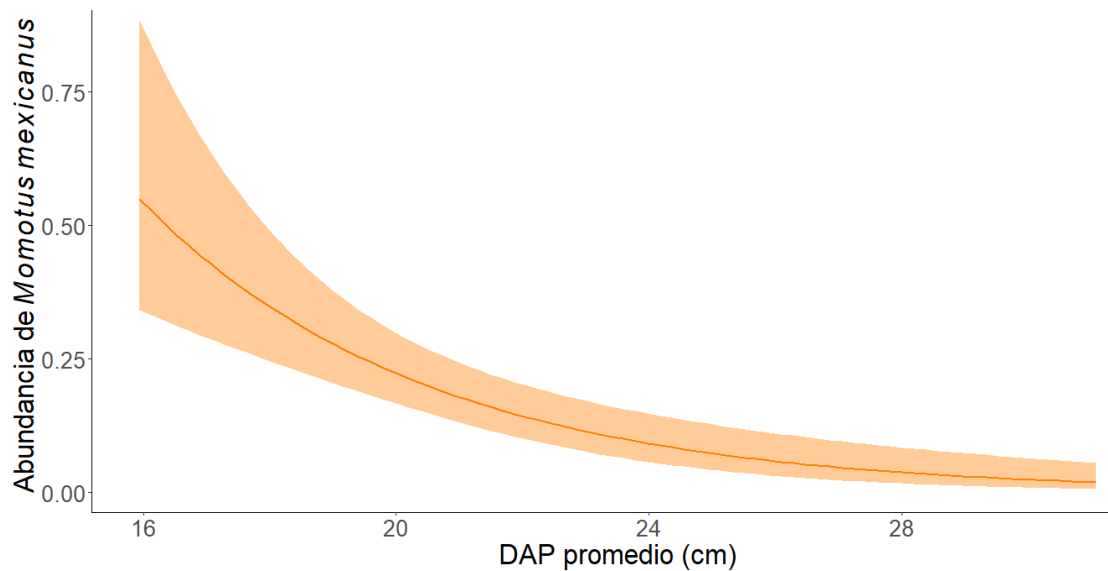
El tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de *M. mexicanus* se observan en la Figura 17.

Figura 17. Tamaño del efecto e intervalos de confianza para el modelo de abundancia de *Momotus mexicanus*.



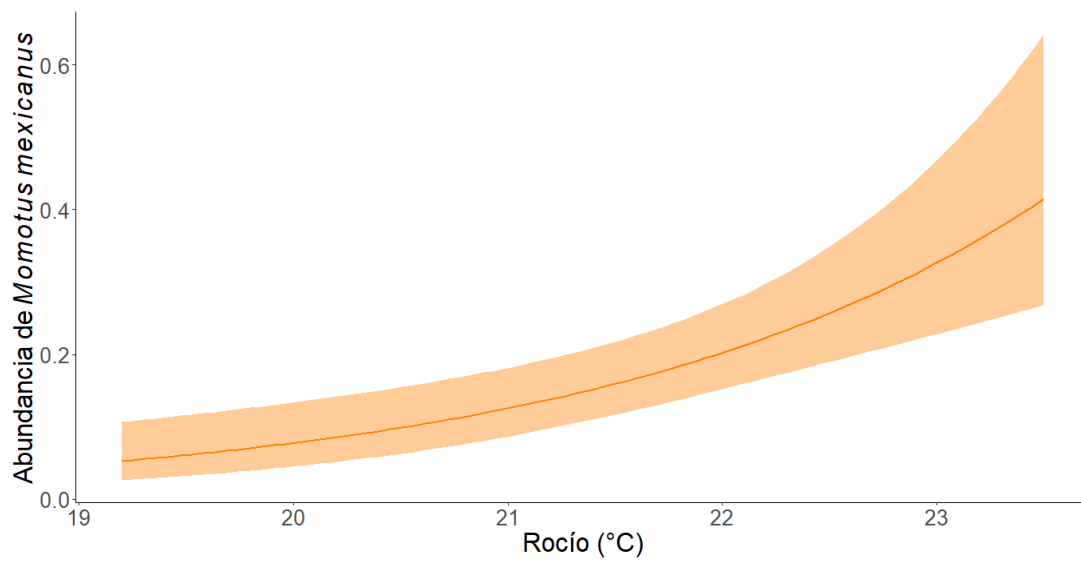
M. mexicanus fue más abundante en sitios con menores valores de DAP promedio (Figura 18).

Figura 18. Relación entre la abundancia de *Momotus mexicanus* y el DAP promedio (cm).



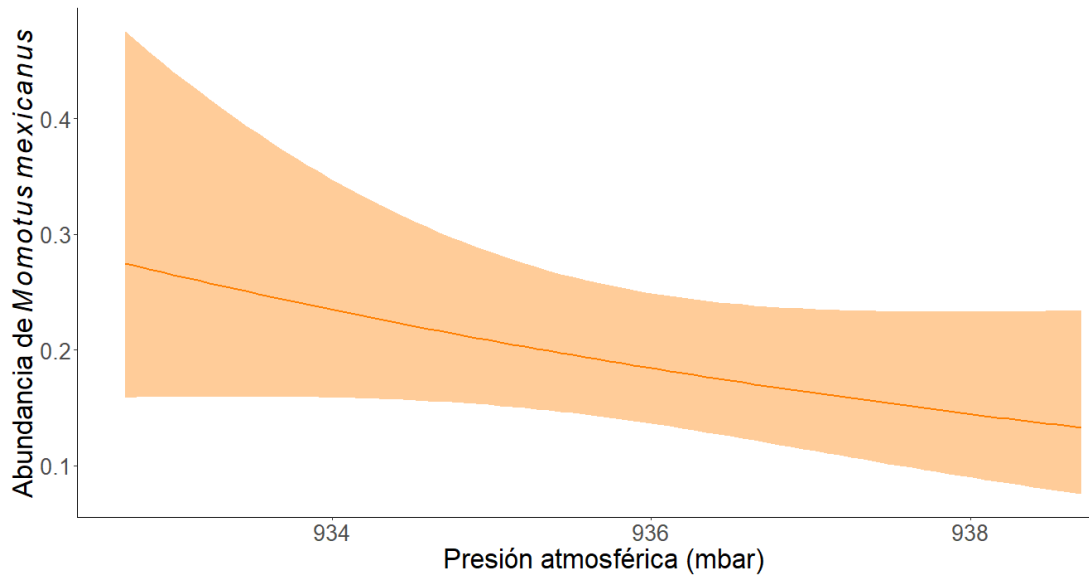
Adicionalmente, la especie presentó un aumento de su abundancia bajo condiciones de mayor temperatura de rocío (Figura 19).

Figura 19. Relación entre la abundancia de *Momotus mexicanus* y la temperatura (°C) rocío promedio.



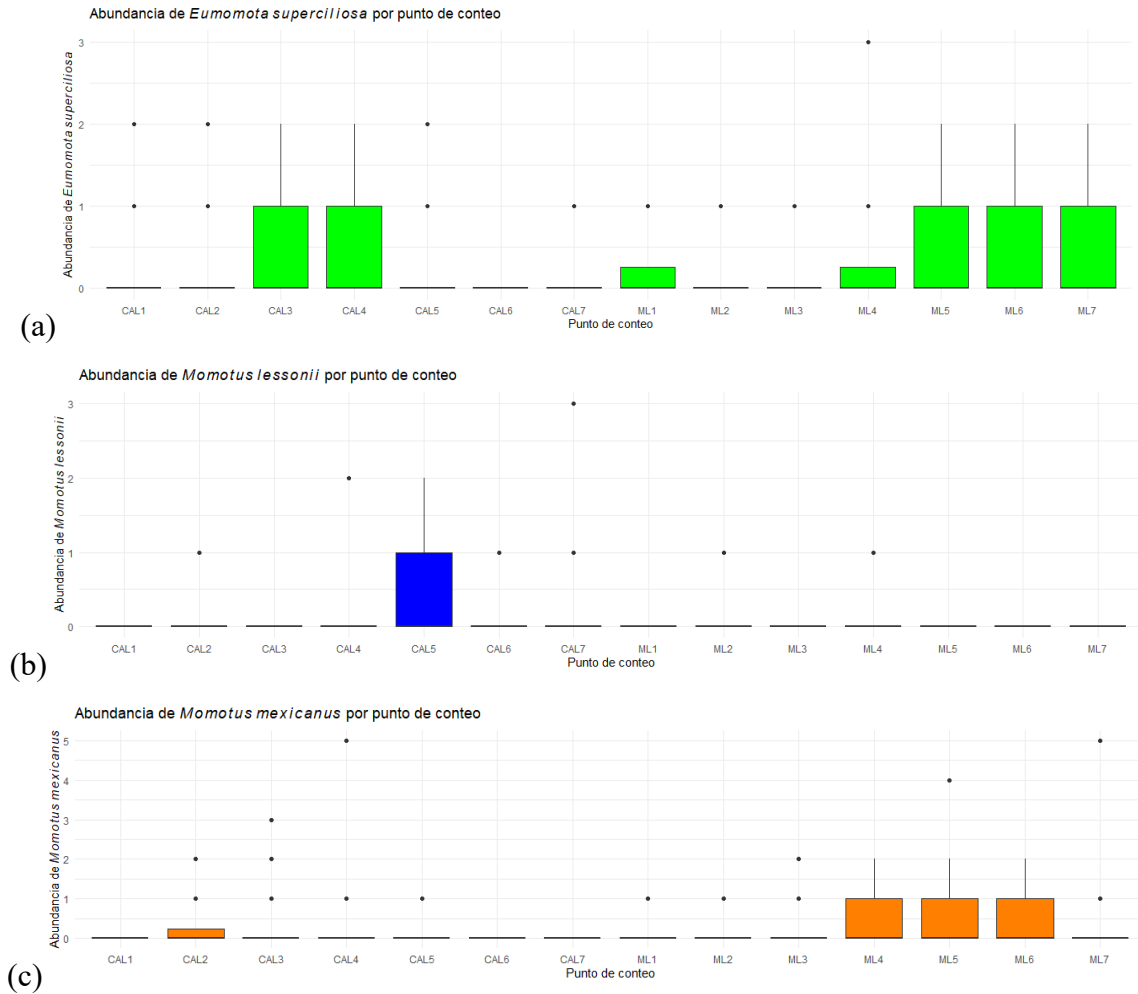
Por el contrario, una mayor presión atmosférica fue asociada negativamente con su presencia (Figura 20).

Figura 20. Relación entre la abundancia de *Momotus mexicanus* y la presión atmosférica promedio (mbar).



La distribución espacial de las especies en los distintos puntos de conteo se representa en la Figura 21. Se observa una variación espacial en la distribución de las tres especies, siendo *E. superciliosa* la especie con mayor distribución, reportándose en ambas quebradas y con alta presencia en al menos 7 puntos (Figura 21a). *M. lessonii* presentó una abundancia restringida principalmente a la quebrada Calderón (Figura 21b), mientras que *M. mexicanus* se concentró principalmente en puntos de conteo de la quebrada Montelargo (Figura 21c).

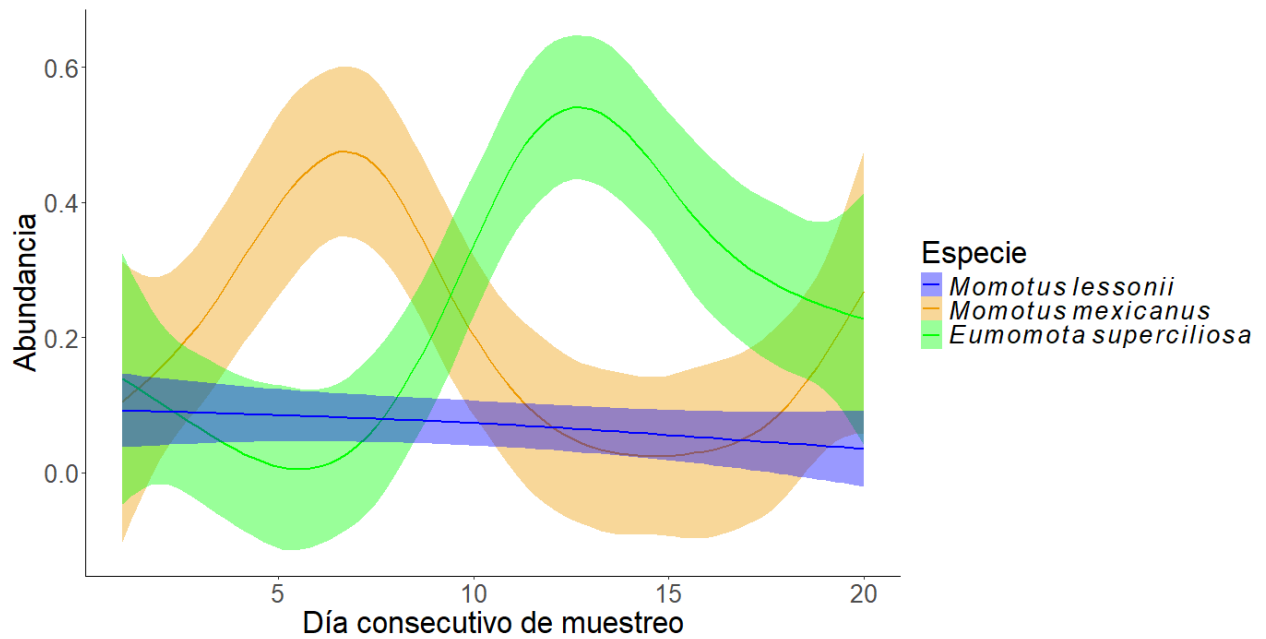
Figura 21. Variación espacial de la abundancia de (a) *Eumomota superciliosa*, (b) *Momotus lessonii* y (c) *Momotus mexicanus* en los puntos de conteo.



En cuanto a la fenología de las especies, la Figura 22 muestra la variación en la abundancia relativa de *E. superciliosa*, *M. lessonii* y *M. mexicanus* a lo largo del periodo de muestreo. Cada cuadro días corresponde a un mes de muestreo, abarcando desde mayo hasta septiembre. Se observa una alta abundancia de *M. mexicanus* durante los primeros días de muestreo, con un pico notable entre los días 5 a 8, correspondientes al mes de junio. Posteriormente, su abundancia disminuyó de manera progresiva entre los días 9 y 16, que abarcan los meses de julio y agosto. En contraste, *E. superciliosa* mostró una tendencia inversa, evidenciando una baja abundancia en los primeros 8 días de muestreo (mayo y junio) y una alta abundancia en los días 13 y 14, correspondientes al mes de agosto. *M. lessonii* no

tuvo un patrón fenológico marcado con respecto a las otras especies, su abundancia decreció conforme avanzaron los días de muestreo.

Figura 22. Fenología de *Eumomota superciliosa*, *Momotus lessonii* y *Momotus mexicanus* durante el muestreo de mayo a septiembre de 2025.



Para el análisis independiente de las mariposas, el modelo indicó que *M. mexicanus* tuvo un efecto negativo en su abundancia (Cuadro 5).

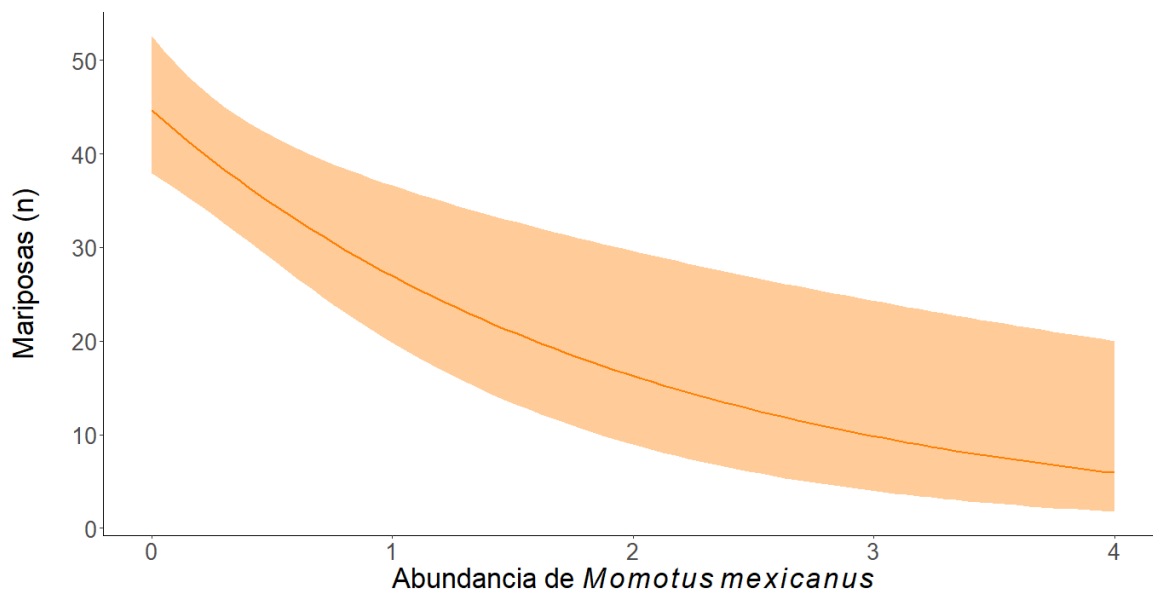
Cuadro 5. Tamaño del efecto (β), error estándar e intervalos de confianza del 95 % inferior (ICI) y superior (ICS) de las variables explicativas para el modelo GLM bn de mariposas.

Variable	Tamaño del efecto (B)	Error estándar	ICI (2.5 %)	ICS (97.5 %)
Intercepto	3.942	0.68161	2.606	5.278
Cobertura	0.00869	0.01075	-0.01239	0.02977
Riqueza de aves	0.00305	0.04670	-0.08847	0.09457
Abundancia de aves	-0.01887	0.02121	-0.06044	0.02269
DAP promedio	0.00118	0.02488	-0.04757	0.04993
Riqueza vegetal	-0.03740	0.02357	-0.08360	0.008804
Precipitación	-2.060	0.17169	-4.356	0.2373
Abundancia <i>M. lessonii</i>	0.04091	0.24686	-0.4429	0.5246
Abundancia <i>M. mexicanus</i>	-0.4768	0.1623	-0.7949	-0.1588
Abundancia <i>E. superciliosa</i>	-0.1525	0.1425	-0.4319	0.1268

Nota. Elaboración propia. Los parámetros con efectos claros se presentan en negritas.

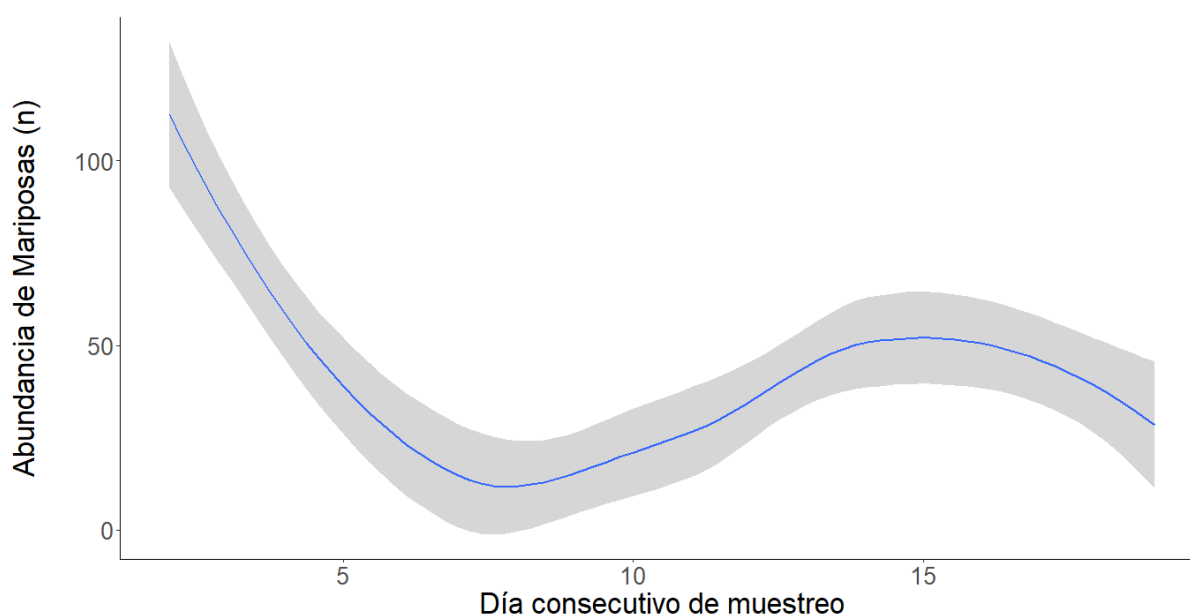
Se observó que la abundancia de mariposas fue inversamente proporcional a la abundancia de *M. mexicanus* (Figura 23).

Figura 23. Relación entre la abundancia de mariposas y *Momotus mexicanus*.



En cuanto a la fenología de presas, la Figura 24 muestra la variación en la abundancia de mariposas según el día consecutivo de muestreo. Cada cuadro días corresponde a un mes de muestreo, abarcando desde mayo hasta septiembre. Se observa una alta abundancia de mariposas durante los primeros días de muestreo, aunque con una tendencia decreciente. Posteriormente, su abundancia aumentó de manera progresiva entre los días 10 y 15, que abarcan los meses de julio y agosto.

Figura 24. Fenología de las mariposas durante el muestreo de mayo a septiembre de 2025.



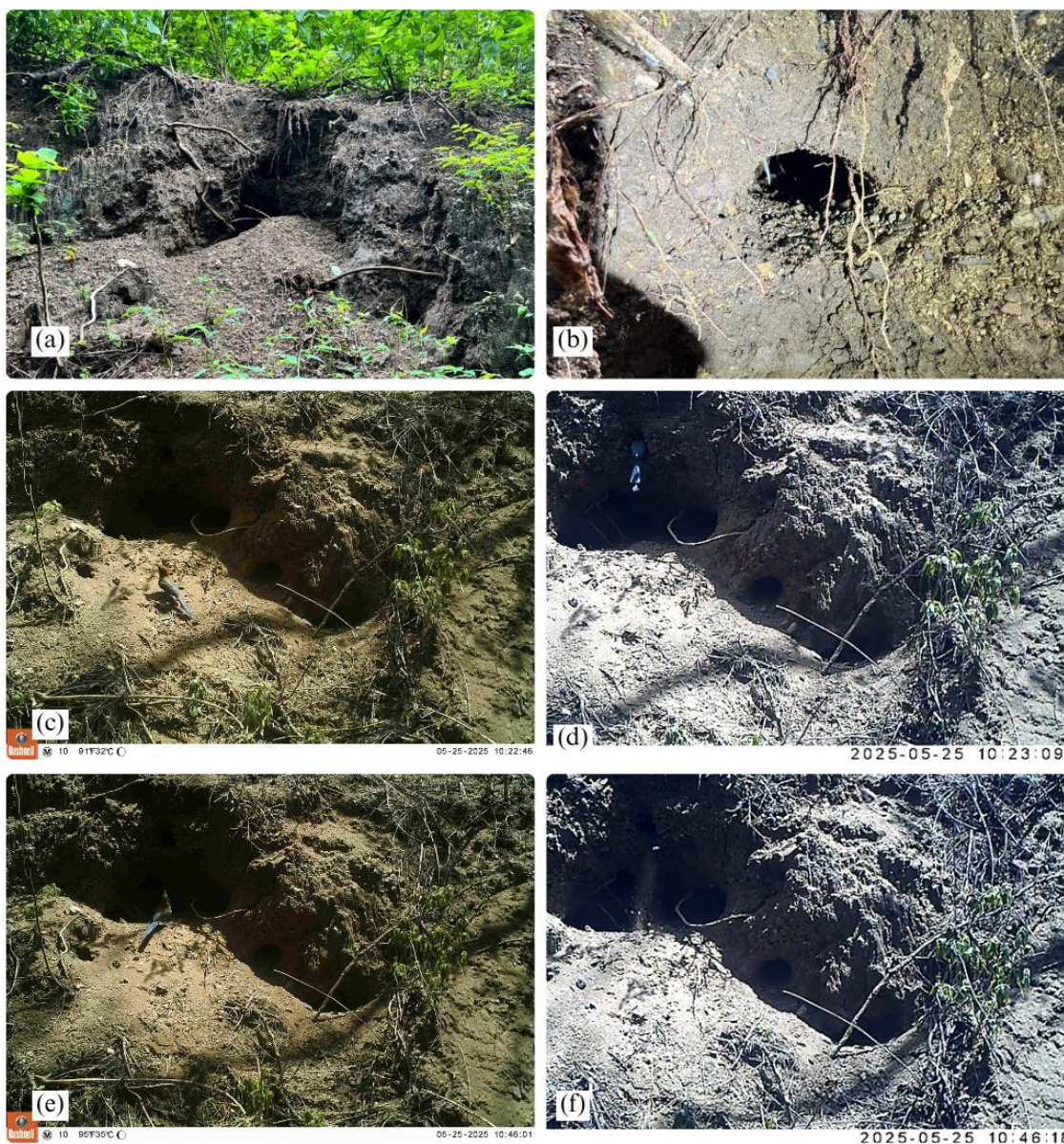
7.2. Ecología reproductiva

Durante cuatro meses se registraron siete eventos de actividad de momótidos en nidos por medio de cámaras trampa. De estos, seis fueron protagonizados por *M. mexicanus* y uno por *E. superciliosa*. Se lograron observar dos nidos diferentes, registrando momentos claves del ciclo reproductivo como la construcción del nido y el cuidado parental del mismo.

El primer nido observado tuvo dos eventos protagonizados por *M. mexicanus* (Figura 25a y b). El primero de ellos ocurrió el 25 de mayo a las 10:22 horas (Figura 25c y d) y el

segundo, ocurrió el mismo día a las 10:46 horas (Figura 25e y f). Durante el primer evento el momoto permaneció inmóvil durante un momento, sin embargo, luego saltó hacia su nido. En el segundo evento se reportó al individuo llegando a la zona y excavando activamente el nido, lo que indica una etapa de construcción del mismo.

Figura 25. Actividad de momótidos en nido 1 registrada mediante cámaras trampa.



Nota. Elaboración propia. (a) Vista lejana del nido sobre el barranco; (b) Vista cercana del nido; (c y d) primer evento de actividad; (e y f) segundo evento de actividad, reporte de excavación de nido.

El segundo nido observado (Figura 26a y b) registró cinco eventos; cuatro de ellos protagonizados por *M. mexicanus* y uno, por *E. superciliosa*. En cuanto a los eventos de *M. mexicanus*, el primero ocurrió el 13 de julio a las 15:33 horas (Figura 26c), donde se observó al individuo saltando cerca del nido, dirigiendo la mirada hacia la cámara y el nido. En el segundo evento (Figura 26d), el momoto fue visto un día después a las 11:46 horas muy cercano a su nido, en una postura inmóvil y aparentemente protectora. El tercer evento fue el 25 de agosto a las 15:40 horas (Figura 26e); solo se reportó al momoto llegar y dirigirse hacia su nido. El cuarto evento fue reportado el 26 de agosto a las 10:20 horas (Figura 26f); el momoto permaneció sin movimiento y vigilando. El único evento registrado de *E. superciliosa* ocurrió el 24 de agosto entre las 13:50 y las 13:59 horas (Figura 26g y h). El individuo fue observado llegando a la zona del nido y realizando pequeños saltos; su conducta parecía exploratoria.

Figura 26. Actividad de momótidos en nido 2 registrada mediante cámaras trampa.

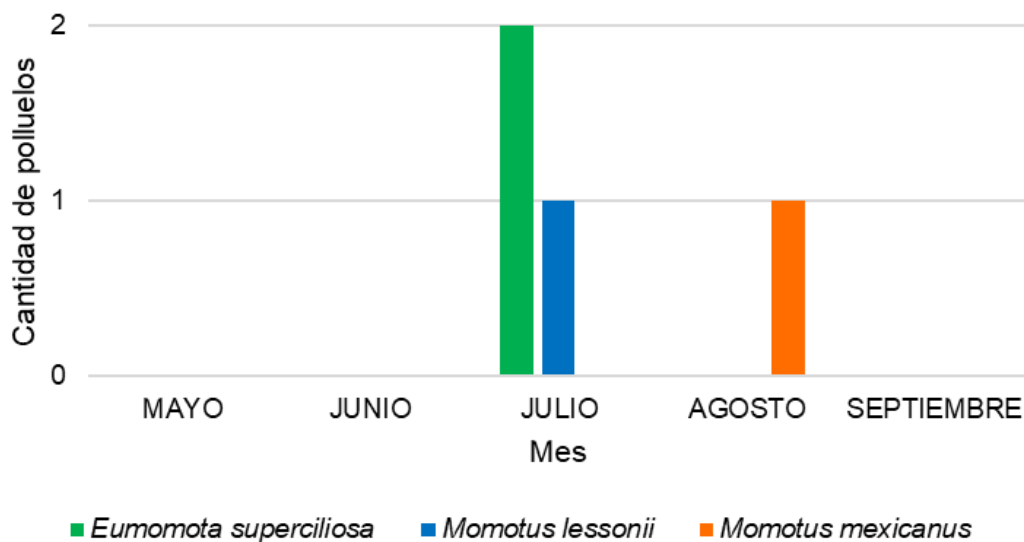


Nota. Elaboración propia. (a) Vista lejana del nido sobre el barranco creado en raíces de un árbol de jote; (b) Vista cercana del nido; (c) primer evento de actividad; (d) segundo evento

de actividad; (e) tercer evento de actividad; (f) cuarto evento de actividad por *Momotus mexicanus*; (g y h) reporte único de actividad de *Eumomota superciliosa*.

En cuanto a la fenología reproductiva, durante los puntos de conteo se registró la presencia de cuatro polluelos pertenecientes a la familia Momotidae. En el mes de julio se observaron 2 polluelos de *E. superciliosa* acompañado por individuos adultos, presuntamente sus padres. Asimismo, durante el mismo mes se registró un polluelo solitario de *M. lessonii*, sin presencia evidente de un adulto cercano. Posteriormente, en el mes de agosto se reportó un polluelo de *M. mexicanus* sin la compañía de un individuo adulto (Figura 27).

Figura 27. Cantidad de polluelos de la familia Momotidae observados durante los puntos de conteo de mayo a septiembre 2025



Nota. Elaboración propia.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. Efecto del diámetro de los troncos sobre la segregación estructural de los momótidos

Está bien documentado que la estructura de un hábitat ejerce una sólida influencia a escala espacial en la distribución de las especies (Gillespie y Walter, 2001; Shahabuddin y Kumar, 2006). Condiciones específicas de un sitio basadas en cobertura, densidad, altura de la vegetación y el paisaje circundante son claves para la diversidad y composición aviar (Gebremichael et al., 2022). Los hallazgos de este estudio demuestran que el diámetro de los troncos de los árboles ejerce una sólida influencia en la riqueza y abundancia de momótidos. Otras variables medidas de la estructura vegetal del hábitat no fueron determinantes para la existencia de los momótidos.

Más allá del diámetro individual de los árboles, el DAP ofrece características importantes a nivel de hábitat, ya que sugiere cualidades asociadas a la densidad y apertura de los bosques (Liu et al., 2018). La única especie que tuvo un efecto claro y positivo al DAP fue *M. lessonii*, sugiriendo la preferencia de esta especie a áreas de bosque más densos y maduros (Figura 17). Previamente, la especie había sido reportado en ambientes más húmedos y zonas centrales de amplias extensiones boscosas, lo cual concuerda con lo reportado (Orejuela, 1980). Esta tendencia no es excluyente a lo reportado en otras comunidades aviarias, puesto que copas amplias generan estructuras más cerradas, húmedas y conectadas que favorecen a diversos grupos (Komlos et al., 2023)

Contrario a lo identificado anteriormente, *E. superciliosa* y *M. mexicanus* mostraron un efecto negativo respecto al DAP (Figura 13 y 19, respectivamente). Esto sugiere que ambas especies comparten el mismo hábitat en cuanto estructura vegetal, habitando áreas poco densas y más abiertas. Sitios más abiertos, secos y áridos han sido relacionados previamente con ambas especies, lo que refuerza los resultados obtenidos en las áreas con copas más reducidas que reflejan estas condiciones (Charre et al., 2017; Fagan y Komar, 2016; Murphy, 2010; Orejuela, 1980). Por la intensa fluctuación estacional que ocurre en el

área de estudio, su preferencia en estos bosques sugiere su adaptación a condiciones de mayor permeabilidad de luz y vientos más calientes y secos. Es posible que por esta razón sean menos sensibles a la variación del hábitat y los efectos de borde, cualidades observadas en los puntos de conteo donde fueron más abundantes (Figura 22) (Lasky y Keitt, 2009; Laurance et al., 2002).

A pesar de que el muestreo se llevó a cabo únicamente durante la época lluviosa, observaciones realizadas durante el mes de mayo, mes de transición a la época, permiten respaldar la preferencia identificada. Previamente, *M. lessonii* fue reportado en bosques con menor porcentaje de hoja caducifolia durante la época seca, característica observada cualitativamente en los puntos CAL5, CAL6 y CAL7, donde la estructura del bosque se mantuvo cerrada, oscura y húmeda durante todo el muestreo. En contraste, *E. superciliosa* se ha reportado en bosques con mayor porcentaje de hoja caduca, situación observada en los puntos de mayor densidad de la especie, en donde sobresalieron doseles abiertos y mayor ausencia de follaje durante mayo (López et al., 2023; Orejuela, 1980; Figura 22).

8.2. Efectos de la temperatura de rocío y la presión atmosférica sobre la segregación climática de los momótidos

Las condiciones ambientales también ejercen una función determinante en las fluctuaciones de la comunidad aviar (Santillán et al., 2018), aunque algunas especies, como *M. lessonii*, constituyen una excepción a esta tendencia. El punto de rocío y la presión ambiental fueron condiciones ambientales claves para segregar a *E. superciliosa* y *M. mexicanus*, quienes fueron más abundantes en condiciones contrarias dentro del mismo hábitat que prefieren. Es posible que, por esta razón, junto con otras que se discutirán más adelante, los momótidos se segreguen temporalmente en respuesta a la variabilidad ambiental, favoreciendo su coexistencia.

El punto de rocío tiene una fuerte asociación a la humedad atmosférica. Mayores y menores dispersiones se relacionan con condiciones de baja y alta humedad, respectivamente (Said, 2018). Debido a que *E. superciliosa* disminuye su abundancia conforme aumenta la

temperatura de rocío (Figura 14), se sugiere que la especie prefiere microclimas relativamente más secos. Su mayor abundancia bajo valores altos de presión atmosférica también respalda esta tendencia (Figura 15). Al *M. mexicanus* presentar una tendencia opuesta, la especie fue más abundante en microclimas relativamente más húmedos (Figura 20). Esto es congruente a la presión atmosférica baja que favorece su presencia, lo cual confirma su afinidad por condiciones de mayor humedad relativa (Figura 21).

8.3. Influencia de la estructuración del hábitat y las condiciones ambientales en la dieta de los momótidos

Se ha documentado que la dieta es un factor determinante para segregar a las especies de momótidos (Orejuela, 1980). Árboles medianos a grandes con un menor porcentaje de hoja caduca pueden tener un efecto positivo en el suministro de alimentos para *M. lessonii* (Gebremichael et al., 2022; Newell et al., 2022). Se tiene información que la especie se alimenta en más de un 50 % de coleópteros, seguido de un 15 % de ortópteros y de un 12 % de hemípteros, aunque de estos últimos principalmente de chicharas (familia Cicadidae) (Orejuela, 1980). Todos estos insectos son dependientes de la cobertura forestal y de condiciones climáticas como la humedad y la precipitación. Durante la época lluviosa, como la registrada durante el muestreo, se da una reactivación del crecimiento vegetal que genera más cobertura y continuidad, lo que aumenta la disponibilidad de alimento, agua y refugio para estos insectos (McCluney y Sabo, 2009; Oliveira et al., 2021; Takakura y Yamazaki, 2007).

En los últimos tres puntos de la quebrada Calderón, donde *M. lessonii* predominó (Figura 21), el bosque presentó un dosel más cerrado y conectado por las altas pendientes. Estas condiciones reducen la entrada de luz y generan un microclima más fresco, lo que resulta favorable para los requerimientos de hábitat de estos grupos de insectos. Dado que la especie también se alimenta de caracoles, ciempiés, lombrices de tierra y otros pequeños vertebrados, ambientes más frescos y húmedos favorecen su disponibilidad para la especie (Cubas et al., 2023; Cubas-Rodríguez et al., 2024; López et al., 2016; Mora y Rodríguez, 2023; Orejuela, 1980).

E. superciliosa también consume coleópteros y ortópteros en gran cantidad (39 % y 15 %, respectivamente). Sin embargo, un 24 % de su dieta está conformada por himenópteros y lepidópteros, contrario al 4 % de la dieta que representa para *M. lessonii*. Esta indudable diferencia sugiere un comportamiento de depredación activo sobre insectos voladores, lo cual puede ver facilitado en hábitats abiertos como los reportados (López et al., 2016; Orejuela, 1980).

Las mariposas fueron los únicos insectos muestreados como proxy de la dieta. Su riqueza y abundancia suelen asociarse positivamente a bosques perturbados, secundarios, en regeneración o de borde, mientras que tienden a ser menores en bosques naturales cerrados (Spitzer et al., 1993; Vu, 2008; Vu y Yuan, 2003). En el sitio de estudio, la presencia de un bosque de borde posiblemente favoreció la permanencia de mariposas, aun con las prácticas agrícolas y ganaderas registradas en los puntos de conteo. Las aperturas del dosel generan un microclima más iluminado y con mayor variabilidad de recursos forestales, lo cual atrae un mayor número de individuos (Vu, 2008) y, en consecuencia, incrementa la disponibilidad de recursos alimentarios para *E. superciliosa* en el hábitat abierto que prefiere.

La única especie con efecto claro en cuanto a la abundancia de mariposas fue *M. mexicanus*. Su relación negativa no parece reflejar un efecto trófico directo sobre individuos adultos de mariposa, sino más bien un efecto divergente e indirecto de las condiciones ambientales. Microclimas húmedos, como los que *M. mexicanus* prefiere, favorecen la supervivencia, alimentación, reproducción y comportamiento de las mariposas. Durante estos microclimas es posible que favorecieron los recursos alimentarios fuera de la trampa, provocando un sesgado y limitado reporte de la abundancia de mariposas. Esto tiene sentido si se considera que, para el mismo sitio de estudio y temporada, Yoshimoto et al. (2019) documentó un incremento general de la actividad de mariposas, lo que sugiere que la baja abundancia registrada en nuestras trampas podría deberse a una de las limitaciones del estudio.

La dieta de *M. mexicanus* no ha sido evaluada al mismo nivel de detalle que la de los otros momótidos. Sin embargo, se ha descrito que su dieta se encuentra conformada por insectos grandes que captura del suelo, el follaje e incluso del aire (Snow y Kirwan, 2020). Registros fotográficos han documentado que consume cucarachas, orugas, cigarras,

hormigas, milpiés, cangrejos, serpientes, ranas y frutas (Sullender, 2018). El microclima húmedo que prefiere puede favorecer al consumo de la larva de las mariposas, que aprovechan estas condiciones para reproducirse y crecer. Esta observación sugiere una partición de nicho con *E. superciliosa*, ya que mientras esta última tiene un comportamiento de depredación más activa, *M. mexicanus* tiene un comportamiento más pasivo, capturando presas sobre superficies principalmente.

8.4. Características reproductivas y cambios fenológicos de los momótidos del bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua

La reproducción de las aves está fuertemente asociada a la estructura del follaje y la disponibilidad de alimentos, lo que a su vez es producto de factores climáticos como la humedad (Ribeiro et al., 2017). El bosque estacionalmente seco presenta un exceso de alimento durante la temporada lluviosa, por esta razón, múltiples especies de aves se reproducen en esta temporada para garantizar un suministro de energía para padres y pichuelos. Dado a que es un periodo limitado, la disponibilidad de recursos posiblemente favoreció a que las tres especies se reprodujeran durante esta temporada para garantizar un mayor éxito reproductivo (de Araujo et al., 2017). Especialmente en el caso de *E. superciliosa*, un segundo pico de mariposas coincidió con su salida de la etapa reproductiva, lo que pudo favorecer a una mayor disponibilidad de presas para la especie (Figura 24).

Es posible que el proceso de reproducción favoreciera al reemplazo temporal entre *E. superciliosa* y *M. mexicanus* a lo largo del muestreo. *M. mexicanus* fue la especie que más se detalló para justificar esta idea, ya que en mayo se reportó un registro de construcción de nido (Figura 25), seguido del cortejo y reproducción ocurrido en junio tras reportar una alta escucha de vocalizaciones y observar varios individuos dentro del mismo punto. Para julio y agosto se observó un alto cuidado parental y territorial, comportamiento fuertemente asociado a la puesta y protección de los huevos (Murphy et al., 2010). Adicionalmente, en este último mes un polluelo fue observado fuera del nido, confirmando el éxito del ciclo reproductivo.

E. superciliosa no fue evaluado al mismo nivel de detalle, sin embargo, una observación personal realizada en junio en el mismo departamento evidenció un alto cuidado parental y territorial en sus nidos coloniales. Esta idea podría explicar el patrón fenológico inverso detectado, explicando su baja abundancia por razones presumiblemente asociadas a la incubación y el cuidado de los huevos (Snow y Kirwan, 2020). El incremento de la especie en julio y la detección de polluelos puede confirmar esta fenología.

Aunque *M. lessonii* no evidenció un patrón fenológico marcado como las otras especies, su abundancia disminuyó conforme avanzaron los días de muestreo. Debido a la observación de un polluelo en el mismo mes, es posible que la reproducción de la especie ocurriera en un periodo similar a la de *E. superciliosa* (Orejuela, 1980). Esto resulta ser coherente si consideramos la preferencia de hábitat y sus requerimientos de anidación. Mientras *M. lessonii* hace nidos solitarios y ocultos en barrancos pequeños, *E. superciliosa* hace lo contrario en colonias y barrancos grandes (Orejuela, 1980), partiendo el nicho y favoreciendo a su coexistencia.

8.5. Implicaciones para la conservación en el contexto del bosque estacionalmente seco y sus amenazas

Los patrones de segregación y fenologías de reproducción encontradas en esta investigación evidencian la importancia de orientar los resultados a estrategias de conservación en este bosque. Por su alto historial de deforestación y a las prácticas agrícolas y ganaderas, el bosque estacionalmente seco del Valle del Motagua enfrenta una alta presión y un escenario de cambio climático fuerte. Las tres especies del estudio han sido estudiadas bajo este enfoque, demostrándose que este fenómeno es capaz de reducir sus áreas climáticamente adecuadas (Prieto-Torres, et al., 2020).

Aunque en este trabajo no se calculó un índice de especialización (Devictor et al., 2010), la tendencia observada sugiere que *E. superciliosa* podría comportarse como especie generalista, dado que presenta un nicho ecológico más amplio, con mayor diversidad de hábitat, dieta variada y abundancia de observaciones. Esta característica podría favorecer su

expansión de rango ante escenarios de cambio climático, mientras que especies más especialistas como *M. lessonii* y *M. mexicanus* se verían afectadas, modificando la estructura filogenética y funcional de la comunidad aviar (Prieto-Torres, et al., 2020). Estas características sugieren una función bioindicadora de las especies, respaldando un valioso aporte en programas de monitoreo ambiental ecológico y en planes de conservación a escala regional.

En este sentido, las diferencias en especialización ecológica podrían desfavorecer especialmente a *M. mexicanus* debido al endemismo de la especie en el Valle del Motagua. La toma de decisiones en cuanto a priorización debería favorecer a esta especie, ya que su distribución restringida podría hacerla más sensible a la pérdida y fragmentación del hábitat, así como a condiciones más cálidas y áridas intensificadas por el cambio climático.

A pesar de que los momótidos se observaron en todos los puntos de conteo, la simplificación del hábitat a campos de cultivo y pastizales puede reducir su riqueza y tolerancia. Actualmente, la presencia de estas especies en hábitats perturbados depende de la conectividad proporcionada por los bordes riparios. Por esta razón, es importante promover la regeneración natural y la restauración activa con árboles y arbustos nativos que favorezcan la conectividad en estos espacios perturbados, como el roble (*Bucida macrostachya*), el quebracho (*Lysiloma divaricatum*), el yaje (*Leucaena collinsii*), entre otros (MacGregor-Fors y Schondube, 2020; Ariano-Sanchez y Salazar, 2015).

La conservación de momótidos requiere preservar la heterogeneidad estructural natural del bosque estacionalmente seco, asegurando la disponibilidad de recursos y áreas de reproducción. Dado que las tres especies tienen diferentes requerimientos, conservar microhábitats diversos y conectados puede favorecer su permanencia. Además, es importante no solo conservar los remanentes de su hábitat, sino también restaurar aquellos que antes lo fueron o que aún presentan baja calidad. Por esta razón, recomendar prácticas más sostenibles dentro de las actividades agrícolas y ganaderas podría ser beneficioso, como la implementación de corredores de bosque dentro de estas áreas o la instalación de cercos vivos que favorezcan la conectividad.

De manera complementaria, la integración de un turismo sostenible puede ser una herramienta aliada, ya que genera ingresos y empleo local, incentiva la protección de hábitats

críticos y promueve la participación comunitaria (Escribano-Avila et al., 2017; Ma et al., 2012; Puhakka et al., 2011). En conjunto, estas acciones permitirían mejorar la calidad del hábitat y favorecer la permanencia de los momótidos.

8.6. Consideraciones finales

Aunque los resultados obtenidos permitieron alcanzar los objetivos planteados, es importante reconocer las limitaciones del estudio para contextualizar de manera más concreta la segregación entre estas especies. En primer lugar, el muestro se realizó exclusivamente durante la época lluviosa, lo cual restringe la comprensión de la dinámica anual de las especies. Ampliar el esfuerzo durante toda la temporada seca permitiría capturar la variabilidad temporal, la fenología reproductiva completa y los posibles cambios en el comportamiento en la llegada de especies migratorias. Asimismo, es necesario ampliar los métodos de captura de presas y considerar otros grupos de invertebrados y vertebrados presentes. Aumentar este esfuerzo permitiría tener una mayor estimación de la disponibilidad de alimentos. Análisis del contenido estomacal o de heces también permitiría generar una caracterización dietaria más completa. Aunque los puntos de conteo tuvieron una distancia aceptada, es posible que el mismo individuo o pareja haya sido detectado en más de un punto cercano, generando una replicación de los datos. Para futuras investigaciones el incremento de la distancia entre puntos puede asegurar una total independencia de las observaciones. Finalmente, integrar índices de especialización y modelos de cambio climático contribuirían a generar conclusiones más sólidas sobre la segregación y su respuesta ecológica ante las presiones antropogénicas.

IX. CONCLUSIONES

- 1) *Eumomota superciliosa* fue más abundante en áreas de bosque menos densas y más abiertas (áreas con diámetros más pequeños de troncos) y microclimas relativamente más secos (menores valores de temperatura de rocío con una mayor presión atmosférica).
- 2) *Momotus lessonii* fue más abundante en áreas de bosque más densos y maduros (diámetros más grandes de troncos).
- 3) *M. mexicanus* fue más abundante en áreas de bosque menos densas y más abiertas (áreas con diámetros más pequeños de troncos) y microclimas relativamente más húmedos (mayores valores de temperatura de rocío con una menor presión atmosférica).
- 4) Las tres especies difirieron claramente en su fenología expresada en días consecutivos de muestreo. *M. mexicanus* fue más abundante en junio, mientras que *E. superciliosa* lo fue en agosto. *M. lessonii* disminuyó su abundancia conforme avanzaron los días de muestreo.
- 5) Las mariposas difirieron en su fenología expresada en días consecutivos de muestreo, siendo más abundantes en mayo, julio y agosto.
- 6) La abundancia de mariposas fue inversamente proporcional a la abundancia de *M. mexicanus*.
- 7) Se registraron seis eventos de actividad de nidos por *M. mexicanus* relacionados a la construcción (mayo) y cuidado parental (julio y agosto). *E. superciliosa* tuvo un evento de exploración.
- 8) *E. superciliosa* y *M. lessonii* tienen pichuelos fuera del nido en los meses de julio, mientras que *M. mexicanus* en agosto.

X. RECOMENDACIONES

- 1) Ampliar el periodo del muestreo a lo largo de todo el año, con el fin de capturar la variabilidad temporal y las tendencias poblacionales de los momótidos durante la época seca y la llegada de aves migratorias.
- 2) Incrementar la localización y monitoreo de nidos, incluyendo los de *E. superciliosa* y *M. lessonii*, para profundizar en el conocimiento de su fenología reproductiva.
- 3) Explorar los nidos mediante cámaras internas con el objetivo de confirmar la presencia de huevos y pichones, así registrar con mayor detalle el desarrollo reproductivo.
- 4) Ampliar el número de trampas de mariposas para garantizar la representabilidad adecuada de todos los puntos de muestreo y una mejor estimación de la disponibilidad de presas.
- 5) Muestrear otros grupos de artrópodos y vertebrados para aumentar la representabilidad de dieta de las tres especies.

XI. REFERENCIAS

- Almazán, R. C., Álvarez, E. A., Pineda, R. y Corcuera, P. (2018). Seasonal variation in bird assemblage composition in a dry forest of Southwestern Mexico. *Ornitología Neotropical*, 29, 215-224. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v29i1.297>
- Andrade-C., M.G., E.R. Hena Bañol, y P. Triviño. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de Mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilionoidea). *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 37 (144): 311-325, ISSN 0370-3908.
- Ariano-Sánchez, D, y Salazar, G. (2015). Spatial ecology of the endangered Guatemalan Beaded Lizard *Heloderma charlesbogerti* (Sauria: Helodermatidae), in a tropical dry forest of the Motagua Valley, Guatemala. *Mesoamerican Herpetology*, 2 (1): 64-74.
- Ariano-Sánchez, D. (2023). *Impact of climate change and habitat degradation on two endangered reptiles: the Guatemalan beaded lizard and the Olive Ridley Sea turtle* [Disertación doctoral, University of South-Eastern Norway]. <https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/handle/11250/3069363>
- Ariano-Sánchez, D., y Campbell, J. A. (2018). A new species of *Rhadinella* (Serpentes: Dipsadidae) from the dry forest of Motagua Valley, Guatemala. *Zootaxa*, 4442(2), 338-344. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4442.2.10>
- Ariano-Sánchez, D., y Gil-Escobedo, J. (2021). *The Imperiled Amphibian and Reptiles of the Seasonally Dry Forests of Guatemala*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00087-8>
- Ariano-Sánchez, D., Mortensen, R. M., Reinhardt, S., y Rosell, F. (2020). Escaping drought: seasonality effects on home range, movement patterns and habitat selection of the Guatemalan Beaded Lizard. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01178. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01178>
- Bennett, R. E., Leuenberger, W., Bosarreyes Leja, B. B., Sagone Caceres, A., Johnson, K., y Larkin, J. (2018). Conservation of Neotropical migratory birds in tropical hardwood

- and oil palm plantations. *PloS one*, 13(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210293>.
- BirdLife International. (2020a). *Eumomota superciliosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T22682992A163630124. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22682992A163630124.en>.
- BirdLife International. (2020b). *Momotus lessonii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T61634649A163627947. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T61634649A163627947.en>.
- BirdLife International. (2020c). *Momotus mexicanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T22683001A163627056. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22683001A163627056.en>.
- Brawn, J. D., Luther, D., Qu, M., Farinelli, S. M., Cooper, W. J., y Fu, R. (2024). Prospects for neotropical forest birds and their habitats under contrasting emissions scenarios. *Global change biology*, 30(10). <https://doi.org/10.1111/gcb.17544>.
- Bustamante-Castillo, M., Hernández-Baños, B. E., y Arizmendi, M. D. C. (2018). Hummingbird diversity and assemblage composition in a disturbed tropical dry forest of Guatemala. *Tropical Conservation Science*, 11. <https://doi.org/10.1177/1940082918793303>
- Canopeo [Aplicación móvil]. (2023). *Oklahoma State University*. <https://canopeo.softonic.com/android>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2021). *Listado de Especies Amenazadas de Guatemala*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- Cotí, P., y Ariano-Sánchez, D. (2008). Ecology and traditional use of the Guatemalan Black Iguana (*Ctenosaura palearis*) in the dry forests of the Motagua Valley, Guatemala. *Iguana: Conservation, Natural History, and Husbandry of Reptiles*, 15(3), 143-149.
- Cubas, A.M., Rodríguez, A., Mejía-Quintanilla, D. et al. Predation of the house mouse (*Mus musculus*) by the lesson's motmot (*Momotus lessonii*) in San José, Costa Rica. *Ornithol. Res.* 31, 248–250 (2023). <https://doi.org/10.1007/s43388-023-00141-5>.

- Cubas-Rodriguez, A. M., Antúnez-Fonseca, C. A., Muñoz-Ruíz, J. R., Martínez, M., y Cupul-Magaña, F. G. (2024). Birds as predators of herpetofauna: record of seven cases from Costa Rica and Honduras. *Herpetology Notes*, 17, 517-520.
- de Araujo, H. F., Vieira-Filho, A. H., Barbosa, M. R. D. V., Diniz-Filho, J. A. F., y da Silva, J. M. C. (2017). Passerine phenology in the largest tropical dry forest of South America: effects of climate and resource availability. *Emu-Austral Ornithology*, 117(1), 78-91. <https://doi.org/10.1080/01584197.2016.1265430>
- del Hoyo, J., N. Collar, and G. M. Kirwan (2020). Lesson's Motmot (*Momotus lessonii*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.bucmot2.01>
- Devictor, V., Clavel, J., Julliard, R., Lavergne, S., Mouillot, D., Thuiller, W., ... y Mouquet, N. (2010). Defining and measuring ecological specialization. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 15-25. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01744.x>
- Elton, C. (1927). *Animal Ecology*. Macmillan.
- Escribano-Avila, G., Cervera, L., Ordóñez-Delgado, L., Jara-Guerrero, A., Amador, L., Paladines, B., ... y Iván Espinosa, C. (2017). Biodiversity patterns and ecological processes in Neotropical dry forest: the need to connect research and management for long-term conservation. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 107-116. <https://doi.org/10.1080/23766808.2017.1298495>
- Esri Inc. (2020). *ArcGIS Desktop: Release 10.8* [Computer software]. Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com/>
- Fagan, J., y Komar, O. (2016). *Peterson field guide to birds of northern Central America*. HarperCollins.
- Gebremichael, G., Hundera, K., De Decker, L., Aerts, R., Lens, L., y Atickem, A. (2022). Bird community composition and functional guilds response to vegetation structure in Southwest Ethiopia. *Forests*, 13(12), 2068. <https://doi.org/10.3390/f13122068>.

- Giambuzzi, P. J., y Richardson, A. D. (2025). Mesic Temperate Deciduous Forest Phenology. In *Phenology: An Integrative Environmental Science* (pp. 217-247). Springer Nature Switzerland.
- Gillespie, T. W., y Walter, H. (2001). Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography*, 28(5), 651-662. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00575.x>
- Gómez-Salazar, J. C., Ordoñez-Díaz, M., Guevara, G., y Murillo-Montoya, S. A. (2024). Riqueza y abundancia de mariposas diurnas (Insecta: Lepidoptera) en áreas perturbadas de los andes centrales de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 29(2), 85-96. <https://doi.org/10.15446/abc.v29n2.105200>.
- González, C., Vallarino, A., Pérez, J., y Low, A. (2014). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. El Colegio de la Frontera Sur e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Grinnell, J. (1917). The Niche-Relationships of the California Thrasher. *Auk*, 34(4):427–433. <https://doi.org/10.2307/4072271>
- Grøtan, V., Lande, R., Engen, S., Sæther, B. E., y DeVries, P. J. (2012). Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. *Journal of Animal Ecology*, 81(3), 714-723. [doi: 10.1111/j.1365-2656.2011.01950.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01950.x)
- Hutchinson, G. E. (1957). Cold spring harbor symposium on quantitative biology. *Concluding remarks*, 22, 415-427
- IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). (2018). *Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. Guatemala: Autor.
- Johnson, E. I., Stouffer, P. C., y Vargas, C. F. (2011). Diversity, biomass, and trophic structure of a central Amazonian rainforest bird community. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 19(1), 1.
- Komlós, M., Botta-Dukát, Z., Bölöni, J., Aszalós, R., Veres, K., Winkler, D., y Ónodi, G. (2024). Tall, large-diameter trees and dense shrub layer as key determinants of the

- abundance and composition of bird communities in oak-dominated forests. *Journal of Forestry Research*, 35(1), 62. <https://doi.org/10.1007/s11676-024-01714-w>
- Kricher, J. C. (1997). *A neotropical companion: an introduction to the animals, plants, and ecosystems of the New World tropics* (2da Ed.). Princeton University Press.
- Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E., Berenguer, E., Carmenta, R., ... y Walker, W. S. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, 379(6630). DOI: [10.1126/science.abp8622](https://doi.org/10.1126/science.abp8622).
- Lasky, J. R., y Keitt, T. H. (2010). Abundance of Panamanian dry-forest birds along gradients of forest cover at multiple scales. *Journal of Tropical Ecology*, 26(1), 67-78. <https://doi.org/10.1017/S0266467409990368>
- Latrubesse, E. M., y Park, E. (2017). Rivers and streams. In R. Marston (Ed.), *The International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment, and Technology*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg1027>
- Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H. L., Bruna, E. M., Didham, R. K., Stouffer, P. C., ... y Sampaio, E. (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation biology*, 16(3), 605-618. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x>
- Levin, S. A., Carpenter, S. R., Godfray, H. C. J., Kinzig, A. P., Loreau, M., Losos, J. B., ... y Wilcove, D. S. (Eds.). (2009). *The Princeton guide to ecology*. Princeton University Press.
- Lopez, D., Fonda, F., Monti, F., y Dal Zotto, M. (2023). Density estimates and habitat preferences of two sympatric bird species as potential bioindicators of tropical Forest alterations. *Diversity*, 15(2), 208. <https://doi.org/10.3390/d15020208>.
- Ma, Z., Cheng, Y., Wang, J., y Fu, X. (2013). The rapid development of birdwatching in mainland China: a new force for bird study and conservation. *Bird conservation international*, 23(2), 259-269. <https://doi.org/10.1017/S0959270912000378>

- MacGregor-Fors, I., y Schondube, J. E. (2011). Use of tropical dry forests and agricultural areas by Neotropical bird communities. *Biotropica*, 43(3), 365-370. https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1111/j.1744-7429.2010.00709.x
- McCluney, K. E., y Sabo, J. L. (2009). Water availability directly determines per capita consumption at two trophic levels. *Ecology*, 90(6), 1463-1469. <https://doi.org/10.1890/08-1626.1>
- Mora, J. M., y Rodríguez, M. A. (2023). Predation of a Dry Forest Toad, *Incilius coccifer*, by a Blue-Diademed Motmot, *Momotus lessonii*, in Western Central Valley, Costa Rica. *Caribbean Journal of Science*, 53(2), 391-396. DOI: [10.18475/cjos.v53i2.a20](https://doi.org/10.18475/cjos.v53i2.a20).
- Murphy, T. G. (2006). Predator-elicited visual signal: why the turquoise-browed motmot wags displays its racketed tail. *Behavioral Ecology*, 17(4), 547-553. <https://doi.org/10.1093/beheco/arj064>.
- Murphy, T. G. (2008). Lack of assortative mating for tail, body size, or condition in the elaborate monomorphic Turquoise-browed Motmot (*Eumomota superciliosa*). *The Auk*, 125(1), 11-19. <https://doi.org/10.1525/auk.2008.125.1.11>.
- Murphy, T. G., Rohwer, V. G., y Scholes, E. (2010). Breeding biology and longevity of Russet-crowned Motmots in central Mexico. *Journal of Field Ornithology*, 81(1), 13-16. DOI: [10.1111/j.1557-9263.2009.00255.x](https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00255.x).
- Nájera, A. (2006). The conservation of thorn scrub and dry forest habitat in the Motagua Valley, Guatemala: Promoting the protection of a unique ecoregion. *Iguana*, 9 (2).
- Oliveira, C. P. D., Oliveira, C. M. D., Specht, A., y Frizzas, M. R. (2021). Seasonality and distribution of Coleoptera families (Arthropoda, Insecta) in the Cerrado of Central Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 65. <https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2021-0025>
- Orejuela, J. E. (1980). Niche relationships between Turquoise-browed and Blue-crowned motmots in the Yucatan Peninsula, Mexico. *The Wilson Bulletin*, 229-244.

- Petalas, C., van Oordt, F., Lavoie, R. A., y Elliott, K. H. (2024). A review of niche segregation across sympatric breeding seabird assemblages. *Ibis*, 166(4), 1123-1145. <https://doi.org/10.1111/ibi.13310>.
- Pocheville, A. (2015). The ecological niche: history and recent controversies. In T. Heams, M. J. Butler, A. Charbonneau, y R. Crépul (Eds.), *Handbook of evolutionary thinking in the sciences* (pp. 547–586). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9014-7_26.
- Prieto-Torres, D. A., Lira-Noriega, A., y Navarro-Sigüenza, A. G. (2020). Climate change promotes species loss and uneven modification of richness patterns in the avifauna associated to Neotropical seasonally dry forests. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(1), 19-30. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.01.002>
- Puhakka, L., Salo, M., y Sääksjärvi, I. E. (2011). Bird diversity, birdwatching tourism and conservation in Peru: a geographic analysis. *PLoS One*, 6(11), e26786. [doi:10.1371/journal.pone.0026786](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026786)
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.3.1) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F. y Milá, B. (1997). *Handbook of field methods for monitoring landbirds*. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- Ralph, C. J., Geupel, G., Pyle, P. (1997). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres* (Vol. 159). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- Ribeiro, G. S., Cerqueira, P. V., Schlemmer, L., y Dantas, M. P. (2017). The role of climate and environmental variables in structuring bird assemblages in the Seasonally Dry Tropical Forests (SDTFs). *PloS one*, 12(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176066> A

- Said, M. (2018). *Effect of weather condition on the activity of captive eland in outdoor enclosures* [Masters thesis, Czech University of Life Sciences Prague]. https://theses.cz/id/s8qnqn/zaverecna_prace.pdf
- Santillan, V., Quitian, M., Tinoco, B. A., Zárate, E., Schleuning, M., Böhning-Gaese, K., y Neuschulz, E. L. (2018). Spatio-temporal variation in bird assemblages is associated with fluctuations in temperature and precipitation along a tropical elevational gradient. *PLoS One*, 13(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196179>
- Schmucki, R., Pe'Er, G., Roy, D. B., Stefanescu, C., Van Swaay, C. A., Oliver, T. H., ... y Julliard, R. (2016). A regionally informed abundance index for supporting integrative analyses across butterfly monitoring schemes. *Journal of Applied Ecology*, 53(2), 501-510. [doi: 10.1111/1365-2664.12561](https://doi.org/10.1111/1365-2664.12561)
- Schoener, T. W. (2009). I.1 Ecological niche. En S. A. Levin, S. R. Carpenter, H. C. J. Godfray, A. P. Kinzig, M. Loreau, J. B. Losos, B. Walker, & D. S. Wilcove (Eds.), *The Princeton Guide to Ecology* (pp. 3–13). Princeton University Press.
- Shahabuddin, G., y Kumar, R. (2006). Influence of anthropogenic disturbance on bird communities in a tropical dry forest: role of vegetation structure. *Animal conservation*, 9(4), 404-413. [doi:10.1111/j.1469-1795.2006.00051.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00051.x)
- Shao, T., Qu, Y., y Du, J. (2022). A low-cost integrated sensor for measuring tree diameter at breast height (DBH). *Computers and Electronics in Agriculture*, 199, 107140. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107140>.
- Snow, D. and G. M. Kirwan (2020). Blue-throated Motmot (*Aspatha gularis*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.blmtot1.01>
- Snow, D. and G. M. Kirwan (2020). Russet-crowned Motmot (*Momotus mexicanus*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.rucmot1.01>

- Snow, D. and G. M. Kirwan (2020). Tody Motmot (*Hylomanes momotula*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.todmot1.01>
- Snow, D. and G. M. Kirwan (2020). Turquoise-browed Motmot (*Eumomota superciliosa*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.tubmot1.01>
- Snow, D., G. M. Kirwan, and C. J. Sharpe (2020). Keel-billed Motmot (*Electron carinatum*), version 1.0. In *Birds of the World* (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.kebmot1.01>
- Solano-Ugalde, A., y Arcos-Torres, A. (2008). Nocturnal Foraging Observations of the Blue-Crowned Motmot (*Momotus momota*) in San José, Costa Rica. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120(3), 653-654. <https://doi.org/10.1676/07-069.1>
- Sullender, B. (2018). *Food for Motmot Nestlings*. <https://sullenderlab.com/food-for-motmot-nestlings/>
- Takakura, K. I., y Yamazaki, K. (2007). Cover dependence of predation avoidance alters the effect of habitat fragmentation on two cicadas (Hemiptera: Cicadidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 100(5), 729-735. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2007\)100\[729:CDOPAA\]2.0](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2007)100[729:CDOPAA]2.0)
- Thurber, W., y Komar, O. (2002). Turquoise-browed motmot (*eumomota superciliosa*) feeds by artificial light. *Wilson Bull.*, 114(4), 2002, pp. 525–526. [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2002\)114\[0525:TBMESF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2002)114[0525:TBMESF]2.0.CO;2)
- Traba, J., Morales, M. B., Carmona, C. P., y Delgado, M. P. (2015). Resource partitioning and niche segregation in a steppe bird assemblage. *Community Ecology*, 16, 178-188. <https://doi.org/10.1556/168.2015.16.2.5>

Winkler, D. W., S. M. Billerman, and I. J. Lovette (2020). Motmots (Momotidae), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.momoti1.01>.

Winkler, D. W., S. M. Billerman, and I. J. Lovette (2020). Motmots (Momotidae), version 1.0. In *Birds of the World* (S. M. Billerman, B. K. Keeney, P. G. Rodewald, and T. S. Schulenberg, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.momoti1.01>

Yoshimoto, J., Salinas-Gutiérrez, J. L., y Barrios, M. (2019). Butterfly fauna and phenology in a dry forest of the Motagua Valley, Guatemala. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 73(3), 191-202. <https://doi.org/10.18473/lepi.73i3.a8>.

XII. ANEXOS

Figura 28. Metodología de puntos de conteo de radio fijo para la observación de aves.



Figura 29. Captura de mariposas con trampas van Someren-Rydon.



Figura 30. Medición de DAP para caracterización de vegetación.



Figura 31. Carta de exención del Comité de Ética para el Uso y Cuidado Animal de la Universidad del Valle de Guatemala (CEUCA-UVG).



XIII. GLOSARIO

- 1) **Bioindicador:** especies que, por sus características de sensibilidad a las perturbaciones ambientales, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras, pueden ser usadas como estimadoras del estatus de otras especies o de condiciones ambientales que se consideran difícil de medir (González et al., 2014).
- 2) **Caducifolio:** pérdida estacional de hojas en la vegetación nativa (Giambuzzi y Richardson, 2025).
- 3) **Diámetro a la altura del pecho (DAP):** diámetro del tronco de un árbol medido a 1.3 metros sobre el suelo (Shao et al., 2022).
- 4) **Fenología:** estudio de los momentos en que ocurren fenómenos biológicos recurrentes en el ciclo de vida de los seres vivos (Levin et al., 2009).
- 5) **Fuste:** individuo de árbol delgado o en etapa temprana de desarrollo.
- 6) **Microhábitat:** hábitat pequeña y localizada dentro de un ecosistema mayor que es utilizado para un tipo específico de actividad como forrajeo, anidación, entre otros (Levin et al., 2009).
- 7) **Punto de rocío:** temperatura a la que debe enfriarse el aire para que ocurra la condensación (Said, 2018).
- 8) **Quebrada:** cauce natural abierto que recibe masas de agua que fluyen ladera abajo por gravedad, capaz de mantener agua durante al menos una parte del año (Latrubesse y Park, 2017).