



UNIVERSIDAD DE SONORA

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y
TECNOLÓGICAS**

POSGRADO EN BIOCENCIAS

TERRITORIALIDAD EN UN ENSAMBLE DE RAPACES DIURNAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA CHAMELA-CUIXMALA, JALISCO.

TESIS

que para obtener el grado de:

MAESTRO EN BIOCENCIAS

presenta:

ABEL DOMÍNGUEZ POMPA

Hermosillo, Sonora, México

Noviembre de 2021

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Hermosillo, Sonora a 10 de noviembre del 2021.

Asunto: Cesión de derechos

**UNIVERSIDAD DE SONORA
P R E S E N T E.**

Por este conducto hago constar que soy autor y titular de la obra denominada "Territorialidad en un Ensamble de Rapaces Diurnas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco", en los sucesivo LA OBRA, realizada como trabajo terminal con el propósito de obtener el Grado de Maestro en Biociencias, en virtud de lo cual autorizo a la Universidad de Sonora (UNISON) para que efectúe la divulgación, publicación, comunicación pública, distribución, distribución pública, distribución electrónica y reproducción, así como la digitalización de la misma, con fines académicos o propios de la institución y se integren a los repositorios de la universidad, estatales, regionales, nacionales e internacionales.

La UNISON se compromete a respetar en todo momento mi autoría y a otorgarme el crédito correspondiente en todas las actividades mencionadas anteriormente.

De la misma manera, manifiesto que el contenido académico, literario, la edición y en general cualquier parte de LA OBRA son de mi entera responsabilidad, por lo que deslindo a la UNISON por cualquier violación a los derechos de autor y/o propiedad intelectual y/o cualquier responsabilidad relacionada con la OBRA que cometa el suscrito frente a terceros.

ATENTAMENTE

Abel Domínguez Pompa

**Nombre y Firma del Autor
Abel Domínguez Pompa**

LIC. GILBERTO LEÓN LEÓN
Abogado General
UNIVERSIDAD DE SONORA

Hermosillo, Sonora, México

Noviembre, 2021.

TERRITORIALIDAD EN UN ENSAMBLE DE RAPACES DIURNAS EN LA RESERVA
DE LA BIOSFERA CHAMELA-CUIXMALA, JALISCO

TESIS

que para obtener el grado de:
MAESTRO EN BIOCENCIAS

presenta:

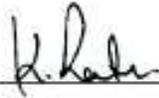
ABEL DOMÍNGUEZ POMPA

Hermosillo, Sonora, México

Noviembre del 2021

APROBACIÓN

Los miembros del Comité designado para revisar la tesis intitulada "Territorialidad en un Ensamble de Rapaces Diurnas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuxmala, Jalisco" presentada por Biól. Abel Domínguez Pompa, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Biociencias con Especialidad en Ecología y Sustentabilidad en Zonas Áridas.



Dra. Katherine Renton
Director y Presidente



Dra. Reyna A. Castillo Gámez
Co-Director



Dr. Alejandro Varela Romero
Sinodal interno y Secretario



Dra. Marisela Martínez Ruiz
Sinodal interno

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos con cariño y amor.

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Biociencias de la Universidad de Sonora por las facilidades otorgadas para la realización de la tesis de grado. También, por brindarme la oportunidad de formarme como Maestro en Biociencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada (beca número:766111) durante la maestría.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM-DGAPA-PAPIIT IN209120) por el financiamiento al proyecto y el trabajo de campo (otorgado a Katherine Renton).

A la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT por los permisos de investigación (otorgados a Katherine Renton).

Al comité de tesis por sus sugerencias y comentarios siempre con la intención de mejorar el proyecto, especialmente al equipo de trabajo conformado por la Dra. Marisela Martínez Ruiz y Dra. Katherine Renton, por su apoyo durante todo el proceso de tesis, sus consejos, sugerencias y comentarios que brindaron durante el desarrollo de tesis han sido parte fundamental en mi formación.

A la Estación de Biología Chamela del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, a su personal administrativo y técnico quienes brindaron su apoyo en todo momento.

A Idea Wild por la donación de binoculares usado en este proyecto.

A mis padres, hermanos, a mis tíos especialmente a Ana Teresa y Jesús, a mis primos en especial a Diego y Omar por apoyarme durante esta etapa.

A mis amigos por sus consejos, buenos deseos y por apoyarme siempre.

RESUMEN

Los depredadores tope presentan niveles bajos de depredación en etapa adulta, por lo que se considera que la competencia intra e interespecífica tiene importancia en la dinámica de sus poblaciones. En este estudio evaluamos la territorialidad intra e interespecífica y la selección del hábitat para cuatro especies de rapaces focales, así como su relación con la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos entre rapaces diurnas residentes en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. Realizamos mapeos de parcelas combinado con provocaciones auditivas para determinar el tamaño territorial con Polígono Mínimo Convexo 100%. Asimismo, medimos la intensidad, latencia y duración de respuesta a provocaciones de conespecíficos, y de rapaces simpátricas. Finalmente, determinamos selección de hábitat comparando frecuencias de registros en cada hábitat contra frecuencias esperadas con base en el hábitat disponible. El análisis de similitud diferenció tres grupos de rapaces, con tamaño corporal de 200–450 g, 600–900 g y >1,000 g respectivamente. De las especies de rapaces focales, el halcón selvático de collar presentó mayor tamaño territorial (228.7 ± 149.1 ha) y mayor solapamiento de conespecíficos (20%), mientras las otras rapaces presentaron mayor solapamiento interespecífico con el halcón selvático de collar. Todas las especies, excepto el aguililla caminera, mostraron selección hacia el bosque subcaducifolio. Las rapaces focales presentaron significativamente mayor territorialidad intraespecífica que interespecífica y, aunque mostraron respuesta interespecífica, únicamente el gavilán zancón y el aguililla caminera presentaron respuesta interespecífica diferencial hacia las otras rapaces simpátricas. La intensidad de respuesta territorial por las rapaces focales fue influenciada por rasgos específicos del tamaño corporal, tipo de anidación, y técnica de caza. La elevada territorialidad intraespecífica puede influir en la distribución de conespecíficos, mientras que la territorialidad interespecífica podría estar asociada con rasgos ecológicos específicos para las diferentes especies de rapaces focales.

ABSTRACT

Top predators present low levels of adult predation, hence intra- and interspecific competition is considered important in their population dynamics. Here we evaluated intra and interspecific territoriality and habitat selection of four species of focal raptors, and the relation with similarity in biological traits and ecological requirements among resident diurnal raptors in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco. We performed territory mapping combined with auditory provocations to determine territory size using the 100% Minimum Convex Polygon. Likewise, we measured the intensity, latency and duration of territorial response to provocations of conspecifics and sympatric raptors. Finally, we determined habitat selection by comparing the frequency of records in each habitat against expected frequencies based on habitat availability. Similarity analysis differentiated three groups of raptors, with body size 200–450 g, 600–900 g and >1,000 g respectively. Among focal raptor species, the Collared Forest-falcon had the largest territory size (228.7 ± 149.1 ha), and greatest overlap with conspecifics (20%), while the other raptors had highest interspecific overlap with the Collared Forest-falcon. All species, except the Roadside Hawk, showed selection for semi-deciduous forest. Focal raptors presented significantly greater intraspecific than interspecific territoriality, and although all showed interspecific response, only the Crane Hawk and Roadside Hawk presented a differential interspecific response towards species of sympatric raptors. Intensity of territorial response by focal raptors was influenced by the traits of body size, nest type, and hunting technique. The high intraspecific territoriality may influence distribution of conspecifics, while interspecific territoriality could be associated with specific traits for the different species of focal raptors.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES	4
I.1. Territorialidad.....	4
I.2. Uso y selección del hábitat	5
I.3. Territorialidad en rapaces	6
I.4. Ensamble de rapaces del bosque tropical seco	7
II. HIPOTÉISIS	9
III. OBJETIVOS	10
III.1. Objetivo general.....	10
III.2. Objetivos específicos	10
IV. MATERIALES Y MÉTODO	11
IV.1. Área de estudio	11
IV.2. Similitud en el ensamble de rapaces del bosque tropical seco de la costa de Jalisco.....	12
IV.3. Rapaces diurnas focales en este estudio	13
IV.4. Ubicación espacial de territorios de rapaces focales	14
IV.5. Tamaño del territorio de rapaces focales	15
IV.6. Disponibilidad y uso de hábitat	16
IV.7. Respuesta territorial intra e interespecífica en rapaces focales	16
IV.8. Análisis estadístico	17
IV.8.1. Sobrelapamiento territorial	17
IV. 8.2. Uso y selección del hábitat	18
IV. 8.3. Respuesta territorial	20

IV.8.4. Variables que influyen en la respuesta territorial	20
V. RESULTADOS	22
V.1. Similitud entre las rapaces residentes del bosque tropical seco de la costa de Jalisco.....	22
V.2. Tamaño territorial de las rapaces focales.....	24
V.3. Sobrelapamiento territorial	25
V.4. Uso y selección de hábitat.....	26
V.5. Respuesta territorial	35
V.6. Variables que influyen en la respuesta territorial	42
VI. DISCUSIÓN	44
VI.1. Tamaño territorial y uso del hábitat por las rapaces focales.....	44
VI.2. Respuesta territorial	46
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES	49
IX. LITERATURA CITADA	50
X. APÉNDICES	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ejemplar adulto de a) el gavilán zancón, b) el aguililla gris, c) el aguililla caminera y d) el halcón selvático de collar.	14
2	Dendrograma de análisis multivariado para similitud de especies de rapaces diurnas de la costa de Jalisco, México.	23
3	Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el halcón selvático de collar.	27
4	Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el gavilán zancón.	28
5	Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el aguililla gris.	29
6	Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el aguililla caminera.	30
7	Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del halcón selvático de collar hacia provocaciones de conespecíficos y de especies simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco México.	37
8	Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del gavilán zancón hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco México.	38
9	Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del aguililla gris hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco México.	40

10	Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del aguililla caminera hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco México.	41
----	---	----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Distancia Euclideana entre rapaces focales del bosque tropical seco, Jalisco, México.	24
2	Tamaño de los territorios calculados por Polígono Mínimo Convexo (PMC) al 100%, puntos cardinales delimitados y número de ubicaciones por territorio para cada rapaz focal.	25
3	Porcentaje del área de solapamiento territorial compartida entre los territorios de cada rapaz focal y territorios de rapaces intra e interespecífico durante los meses de febrero a marzo del 2020.	26
4	Porcentaje de cada hábitat y de registros dentro de los territorios identificados para cada rapaz focal durante febrero a marzo del 2020, y porcentaje disponible en el área de estudio en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.	31
5	Proporción de uso esperado de hábitats en el área de estudio y uso proporcional observado con intervalos de Bonferroni al 95% para el halcón selvático de collar, gavilán zancón, aguililla caminera y aguililla gris en cada hábitat durante febrero a marzo del 2020.	32
6	Matriz de ranking de composición proporcional de hábitats dentro los territorios (PMC 100%) de cada especie de rapaz focal comparado con la proporción de cada hábitat en el área de estudio.	34
7	Matriz de ranking de uso relativo del bosque caducifolio y subcaducifolio dentro de los territorios (PMC 100%) de cada especie de rapaz focal, comparando proporción de registros en cada hábitat contra la proporción del hábitat en los territorios.	35
8	Resultados del Modelo Lineal Generalizado de intensidad de respuesta territorial por las rapaces focales en relación con rasgos biológicos y ecológicos de tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza.	43

INTRODUCCIÓN

Dado que se encuentran en la parte superior de las cadenas tróficas terrestres, los grandes carnívoros vertebrados tienen pocos depredadores o, en algunos casos, no presentan depredación (Lourenço *et al.*, 2013), por lo cual, se considera que la competencia juega un papel importante en la regulación de las dinámicas en las poblaciones de dichos depredadores (Lack, 1946; Hairston *et al.*, 1960; Schoener, 1982, Rebollo *et al.*, 2017). Derivado de esta competencia, los depredadores tope defienden un territorio, el cual corresponde a un área determinada donde un individuo excluye activamente a competidores de recursos específicos (Maher y Lott, 1995). En aves, la defensa del territorio asegura el acceso exclusivo a recursos alimenticios y sitios de anidación, con una mayor posibilidad de reproducción exitosa (Moulton *et al.*, 2004). Pero a su vez el comportamiento territorial, intra e interespecífico, requiere una inversión importante de tiempo y energía (Orians y Wilson, 1964), donde los individuos pueden mostrar una elevada y prolongada intensidad de respuesta territorial.

La territorialidad también puede ser importante en el uso y selección de hábitat que presentan los organismos para satisfacer las necesidades de vida (Pulliam y Danielson, 1991, Block y Brennan, 1993). El seleccionar un hábitat es un proceso jerárquico de respuestas conductuales resultando en el uso desproporcionado de un tipo de hábitat, y esto influye en la supervivencia y aptitud de los individuos (Jones, 2001). De esta forma, el patrón de uso de hábitat influye sobre la distribución de los individuos entre los hábitats (Hutto, 1985; Block y Brennan, 1993).

Las aves rapaces diurnas son depredadores tope, donde la mayoría de las especies defienden territorios (Mougeot, 2000). Debido a su posición en la cadena trófica, se considera que las rapaces influyen en la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales (Thiollay, 2007; O'Bryan *et al.*, 2018). Las rapaces determinan patrones estructurales en las comunidades de las presas que consumen; algunas especies reciclan materia muerta en el ambiente, y pueden controlar diferentes plagas que dañan a los cultivos (Thiollay, 1989; Thiollay, 2007; Labuschagne *et al.*, 2016; O'Bryan *et al.*, 2018). Por otro lado, se considera que algunas especies son indicadoras de la calidad del hábitat por su sensibilidad al disturbio humano y a la

contaminación del medio ambiente (Newton, 1979; Thiollay y Meyburg, 1988; Donázar *et al.*, 2016). Referente a la territorialidad, estudios con rapaces diurnas en zonas templadas demuestran que, durante la época reproductiva, la territorialidad intraespecífica es mayor que la territorialidad interespecífica (García y Arroyo, 2002; Krüger, 2002; Katzner *et al.*, 2003). Además, para estas rapaces se ha registrado que la territorialidad interespecífica ocurre entre especies de rapaces simpátricas que presenten similitud en el uso de recursos alimenticios (Ogden, 1975; Temeles, 1990; Malan y Jenkins, 1996; Gerstell y Bednarz, 1999), en el tamaño corporal (Nilsson, 1984; Hakkarainen y Korpimäki, 1996) o en aquellas que utilizan sitios de anidación similar (Bertran y Margalida, 2002; García y Arroyo, 2002; Krüger, 2002; Margalida y Bertran, 2005). Por medio de esta territorialidad intra e interespecífica, las rapaces de zonas templadas presentan territorios distribuidos de manera uniforme en el espacio (Solonen, 1993).

La territorialidad en rapaces ha sido poco abordada para especies tropicales. Para el halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*), residente del Neotrópico, se ha determinado una mayor territorialidad intraespecífica que interespecífica, aunque también se observó respuesta territorial interespecífica hacia una rapaz simpátrica de tamaño similar (Domínguez, 2019). Sin embargo, no se ha evaluado el grado de similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos de especies de rapaces simpátricas y si estos influyen en su territorialidad. Asimismo, no se ha evaluado como la territorialidad intra e interespecífica influye en la distribución espacial de los territorios en ensambles de rapaces neotropicales.

Cabe destacar que, en general, las rapaces tropicales son especies residentes todo el año (Bildstein, 2018) y podrían defender territorios durante la época no reproductiva (Morton y Stutchbury, 2001), como el caso del halcón selvático de collar (Domínguez, 2019). Esto comparado con las rapaces de zonas templadas, las cuales migran durante la época no reproductiva (Bildstein, 2004), como el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) que muestra comportamiento territorial durante la época reproductiva en zonas templadas, pero es altamente gregaria en el trópico donde pasa el invierno (Sarasola *et al.*, 2005).

Las ecorregiones tropicales cuentan con mayor riqueza de especies de rapaces y mayor número de especies de rapaces que se encuentran en riesgo o en declive (McClure *et al.*, 2018). Entre estas, se considera que las rapaces forestales se encuentran más amenazadas que aquellas que no dependen de los bosques (McClure *et al.*, 2018; Sarasola *et al.*, 2018). Sin embargo, para

muchas especies con distribución Neotropical, hay escasa información sobre sus biología y ecología (Loures-Ribeiro y dos Anjos, 2006; Monsalvo *et al.*, 2018; Sarasola *et al.*, 2018).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la territorialidad intra e interespecífica, así como la selección del hábitat para cuatro especies de rapaces diurnas del bosque tropical seco del oeste de México. Asimismo, se evaluará la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos para el ensamble de rapaces diurnas residentes del bosque tropical seco y si esta similitud influye en la territorialidad intra e interespecífica. Por otro lado, conoceremos si la territorialidad influye en la distribución de los territorios y uso del hábitat para estos depredadores tope.

I. ANTECEDENTES

I.1. Territorialidad

El territorio es el área del ámbito hogareño de una especie donde el individuo poseedor defiende el espacio mediante un comportamiento agonístico (Emlen, 1957) y excluye constantemente a otros individuos de un área específica (Maher y Lott, 1995). Existe variación en la intensidad de la actividad utilizada para defender territorios (Temeles, 1989), desde vocalizaciones, persecuciones o contiendas (Bergo, 1987). El comportamiento territorial puede generar un costo elevado y puede reducir el tiempo de otras actividades que afectan la adecuación (Nolet y Rosell, 1994). Dado que la defensa territorial probablemente requiere un importante consumo de energía, los beneficios de mantener un territorio y defenderlo deberían compensar la energía invertida en la defensa activa contra invasores (Berestycki y Zilio, 2019).

El comportamiento territorial en los depredadores tope tiene implicaciones directas en la dinámica de sus poblaciones. Los territorios de mayor calidad son monopolizados por competidores más fuertes (Johnson, 2007), desplazando a los individuos más débiles y/o jóvenes a áreas menos favorables (Tapia y Zuberogoita, 2018). Los individuos que poseen un territorio de mayor calidad presentan mayor probabilidad de éxito en su reproducción, reflejándose en una elevada adecuación (Tapia y Zuberogoita, 2018). El comportamiento territorial es entonces una expresión de competencia por el espacio o recursos disponibles (Gordon, 1997); usualmente es determinado por interacciones entre individuos de la misma especie o especies diferentes (García y Arroyo, 2002).

La territorialidad intraespecífica ayuda a excluir a conespecíficos de ciertas áreas mediante el uso de señales auditivas, visuales u olfatorias o bien interacciones agresivas (Brown y Orians, 1970), permitiendo disminuir la competencia entre individuos de la misma especie por recursos esenciales tales como alimento o sitios de reproducción (Odum y Kuenzler, 1955). Por otro lado, las interacciones interespecíficas entre depredadores tope pueden afectar significativamente a la demografía poblacional en las especies involucradas (Carrete *et al.*, 2005; Berger y Gese, 2007) mediante la depredación directa, competición por recursos

esenciales como alimento y/o selección del hábitat reproductivo (Kostrzewa, 1991; Holt y Polis, 1997; Krüger, 2002).

I.2. Uso y selección del hábitat

La selección del hábitat ocurre cuando un hábitat es utilizado de forma desproporcionada de acuerdo a su disponibilidad (Jones, 2001). En las aves, las decisiones de selección de hábitat pueden influir significativamente en los movimientos individuales y la distribución espacial y, por lo tanto, se puede suponer que la selección del hábitat es un proceso ecológico importante que determina los patrones espaciales de las aves (Rolando, 2002). De esta forma se espera que la territorialidad intra e interespecífica influya en el uso y la selección del hábitat en rapaces (Hakkarainen y Korpimäki, 1996; Sergio *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2017).

Para especies de aves congénéricas y simpátricas se ha determinado que similitudes o diferencias en el uso del hábitat pueden influir en la distribución espacial de las especies. Para dos especies congénéricas y simpátricas de grullas, Kong *et al.* (2008) determinaron que la grulla cuellinegra (*Grus nigricollis*) y la grulla común (*G. grus*) presentaron similitud en uso y preferencias de hábitat pero utilizaron diferentes áreas de alimentación, mostrando una separación espacial significativa entre las dos especies, posiblemente para evitar la competencia interespecífica. Por otro lado, especies que presentan diferencias en la selección de hábitat podrían mostrar un alto solapamiento interespecífico. Dale y Manceau (2003) encontraron que dos especies simpátricas de aves del género *Emberiza* presentan diferencias en selección del hábitat, donde el escribano cerillo (*E. citrinella*) utilizó áreas con mayor densidad de vegetación comparado con el escribano hortelero (*E. hortulana*), lo que podría haber permitido que el solapamiento territorial interespecífico fuera mucho mayor que el solapamiento territorial intraespecífico, donde los territorios de conoespecíficos estaban más alejados entre sí. De igual forma, en el suroeste de Alberta, Canadá, Hill y Lein (1989) reportaron un alto solapamiento interespecífico con poco solapamiento intraespecífico en los territorios del carbonero ceja blanca (*Parus gambeli*) y el carbonero cabecinegra (*P. atricapillus*). Asimismo, se observaron diferencias significativas entre las dos especies en su uso de la vegetación dentro

de los territorios, donde el carbonero ceja blanca utilizo áreas con coníferas más grandes y árboles muertos mientras el carbonero cabecinegra utilizo áreas con más arbustos (Hill y Lein, 1989).

I.3. Territorialidad en rapaces

La territorialidad está ampliamente representada entre las rapaces, donde las relaciones de competencia intra e interespecíficas llegan a ser especialmente marcadas (Newton, 1979). Krueger (1997) estableció que los adultos del águila pescadora africana (*Haliaeetus vocifer*) presentan comportamiento territorial agonístico hacia conespecíficos inmaduros, expulsándolos hacia hábitats menos adecuados. Además, pueden ocurrir distintos niveles de comportamiento territorial hacia conespecíficos; por ejemplo, el gavilán caracolero (*Rostramus sociabilis*) mostro mayor respuesta territorial persiguiendo a intrusos de conespecíficos cuando estos entraban por completo al territorio, mientras que, si el conespecífico solo se acercaba a los límites del territorio, la defensa territorial se manifestó únicamente mediante vocalizaciones (Posso *et al.*, 2012).

La territorialidad interespecífica ocurre en rapaces simpátricas que presentan similitud en el uso de recursos alimenticios (Ogden, 1975; Temeles, 1990; Malan y Jenkins, 1996; Gerstell y Bednarz, 1999), tamaño corporal (Hakkarainen y Korpimäki, 1996), o similitud en sitios de anidación (Bertran y Margalida, 2002; García y Arroyo, 2002; Krüger, 2002; Margalida y Bertran, 2005). En particular, se ha registrado agresión interespecífica entre rapaces con tamaño corporal similar (Hakkarainen y Korpimäki, 1996). Por ejemplo, el cárabo uralense (*Strix uralensis*) y el mochuelo boreal (*Aegolius funereus*) que tienen tamaño similar presentan mayor competencia interespecífica entre ambos que la mostrada hacia el búho real, especie de mayor tamaño corporal (Hakkarainen y Korpimaki, 1996). Asimismo, se ha registrado competencia interespecífica entre el cárabo común (*Strix aluco*) y el búho cara canela (*Asio otus*) que presentan tamaño similar y solapamiento en el nicho alimenticio (Nilsson, 1984).

La mayoría de las rapaces de zonas templadas muestran comportamiento territorial agresivo durante la reproducción, siendo más evidente al inicio de la época reproductiva (Pandolfi y Pino, 1992). En general, se ha reportado mayor territorialidad intra que

interespecífica en rapaces diurnas en zonas templadas en la época reproductiva (García y Arroyo, 2002; Krüger, 2002; Katzner *et al.*, 2003). Por ejemplo, el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) presentó comportamiento territorial intra e interespecífico durante la época reproductiva, siendo más territorial hacia conespecíficos comparado con la territorialidad mostrada hacia otras rapaces (Pandolfi y Pino, 1992).

Cabe destacar que las rapaces de zonas templadas tienden a abandonar sus territorios reproductivos al terminar el periodo de reproducción para realizar la migración de invierno. A diferencia de esto, las rapaces tropicales son aves residentes, y se considera que las aves tropicales podrían mostrar distintos patrones de defensa del territorio comparado con las aves de zonas templadas (Morton y Stutchbury, 2001). En rapaces tropicales, se ha observado que el halcón selvático de collar presenta comportamiento territorial tanto en época reproductiva y no reproductiva (Martínez-Ruíz *et al.*, 2016; Domínguez, 2019). Durante la época no reproductiva, el halcón selvático de collar presentó significativamente mayor intensidad de respuesta territorial intraespecífica que interespecífica (Domínguez, 2019). Sin embargo, la latencia y duración de la respuesta fue similar entre conespecíficos y con el aguililla negra mayor (*Buteogallus urubitinga*) (Domínguez, 2019). Por lo tanto, las especies de rapaces neotropicales residentes pueden mostrar comportamiento territorial hacia conespecíficos y hacia rapaces simpátricas con similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos.

I.4. Ensamble de rapaces del bosque tropical seco

Estudios sobre rapaces neotropicales se han realizado principalmente en bosques húmedos, lluviosos y en selvas altas (Olrog, 1985; Thiollay, 1989; Robinson, 1994; Thiollay 2007), evidenciando una falta de información en rapaces que habitan los bosques tropicales secos. Recientemente, en el bosque seco de la costa de Jalisco se registraron 19 especies de rapaces diurnas (Martínez-Ruíz *et al.*, 2020), aunque existen 23 especies de rapaces diurnas reportadas en la zona (Arizmendi *et al.*, 1990). Dicho ensamble consiste en diversas especies de rapaces que presentan una variedad de rasgos ecológicos, con rangos de tamaño corporal y distintos niveles de especialización de dieta y de hábitat, siendo comunes tanto especies asociadas a bosques como algunas asociadas a hábitats abiertos (Martínez-Ruíz *et al.*, 2020).

Las rapaces diurnas presentes en el bosque tropical seco de Jalisco presentan variación en sitios de anidación, algunas construyen nidos en el dosel (Schnell, 1979; Johnsgard, 1990; Gerhardt *et al.*, 2012; Panasci, 2012; Sutter, 2012; Whitacre y Vasquéz, 2012), y otras especies anidan en cavidades naturales (Parker *et al.*, 2012; Thorstrom, 2012). También, presentan variación en la dieta, con especies generalistas (Schnell, 1979; Bibles, 1999; Sutter *et al.*, 2001; Gerhardt *et al.*, 2012; Panasci, 2012; Thorstrom, 2012) y especialistas dietéticas (Parker *et al.*, 2012; Whitacre y Vásquez, 2012). Por otro lado, la captura de presas es realizada desde una percha (Stensrude, 1965; Schnell, 1979; Gerhardt *et al.*, 2012; Panasci, 2012; Parker *et al.*, 2012; Thorstrom, 2012) o con la técnica de búsqueda y prueba (Sutton, 1954).

Entre las especies presentes en el bosque seco de Jalisco, se ha registrado comportamiento territorial en el aguililla negra mayor, el aguililla negra menor (*B. anthracinus*), el gavián zancón (*Geranospiza caerulescens*), el aguililla gris (*Buteo plagiatus*), el aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*), y el halcón selvático de collar (Stensrude, 1965; Gerhardt *et al.*, 2012; Panasci, 2012; Sutter, 2012; Martínez-Ruíz *et al.*, 2016; Schnell, 2020). Estas rapaces presentan variación en el tamaño del área defendida. En este sentido el tamaño del área territorial puede ser tan pequeño como el mostrado por el aguililla caminera que defiende solamente el sitio de anidación (Panasci, 2012), o de varias hectáreas como el área defendida por el halcón selvático de collar que puede alcanzar en promedio 205.5 ± 98.7 (Martínez-Ruíz *et al.*, 2016).

La territorialidad es un aspecto importante entre las rapaces, debido a que excluye a competidores de recursos y se considera el principal mecanismo por el cual los territorios están distribuidos espacialmente de manera uniforme (Solonen, 1993). Por otro lado, el uso y selección de hábitat podría influir en el comportamiento territorial en estos depredadores tope donde especies de rapaces simpátricas que presenten mayor similitud en uso o selección de hábitat podrían presentar mayor territorialidad. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es determinar la territorialidad que presentan las rapaces tropicales diurnas hacia conespecíficos y hacia otras especies de rapaces simpátricas. Asimismo, determinaremos si la selección del hábitat influye en la territorialidad en el ensamble de especies de rapaces.

II. HIPOTÉISIS

Se espera que la territorialidad intraespecífica en rapaces sea mayor que la territorialidad mostrada hacia especies simpátricas. Además, se espera una mayor territorialidad interespecífica hacia especies que presenten mayor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos. Por otro lado, se espera que la intensidad de respuesta territorialidad este positivamente relacionada con la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos.

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento territorial en un ensamble de rapaces diurnas asociadas al bosque tropical seco de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en la costa de Jalisco.

III.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos del ensamble de rapaces diurnas residentes del bosque tropical seco de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.
- 2) Determinar el tamaño territorial y el solapamiento espacial de territorios de las rapaces diurnas focales más comunes de Chamela.
- 3) Determinar el uso y selección de hábitat de las especies de rapaces focales en el bosque tropical seco.
- 4) Determinar la respuesta territorial intra e interespecífica de las especies de rapaces diurnas focales.
- 5) Evaluar si la respuesta territorial está relacionada con los rasgos biológicos y requerimientos ecológicos de las especies de rapaces simpátricas.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

IV.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Estación de Biología Chamela, del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, la cual forma parte de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (Ceballos *et al.*, 1999). La estación cuenta con una superficie de 3,319 ha y se localiza en las coordenadas 19.49° N y 105.04° O (Noguera *et al.*, 2002), mientras, la reserva ocupa una superficie de 13,142 ha, y se localiza entre las coordenadas de 19°37' - 19°59' N y 100° 94' - 105°06' O, en la costa de Jalisco. El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 24.9° C y un promedio anual de 748 mm de precipitación que es marcadamente estacional (Bullock, 1986). La época de lluvias inicia en el mes de junio y finaliza en octubre, durante este periodo ocurre la mayor cantidad de precipitación (Bullock, 1986).

El bosque caducifolio es la vegetación dominante, presentando una alta densidad de plantas tanto en el sotobosque como en el dosel (Lott *et al.*, 1987; Lott, 1993), con árboles de 10-15 m altura, de los cuales 95% de las especies pierden sus hojas durante la época de secas (Rzedowski, 2006). Algunas especies de árboles comunes del bosque caducifolio son: *Croton pseudoniveus*, *Trichilia trifolia* y *Cordia alliodora* (Lott *et al.*, 1987). Por otro parte, el bosque subcaducifolio presenta una distribución más localizada cerca de zonas con mayor disponibilidad de agua (Lott *et al.*, 1987; Lott, 1993). Este bosque se caracteriza por presentar dos estratos arbóreos en los cuales entre 50% al 75% de especies del dosel pierden sus hojas durante la época de secas (Rzedowski, 2006). El bosque subcaducifolio presenta una gran proporción de árboles con un DAP ≥ 30 cm, en el cual es común encontrar especies como *Thouinidium decandrum*, *Capparis verrucosa* y *Astronium graveolens* (Lott *et al.*, 1987). Por otro lado, en algunas regiones la vegetación ha sido remplazado por pastizales para consumo de ganado y sistemas agrícolas, donde principalmente se cultiva sorgo (*Sorghum bicolor*), papaya (*Carica papaya*), mango (*Mangifera indica*), entre otros (Maass *et al.*, 2005). En la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala se ha registrado un total de 270 especies de aves, representando 66.5% del total existente en el estado de Jalisco (Arizmendi *et al.*, 1990), entre las cuáles se

tienen registradas 23 especies de rapaces diurnas (Arizmendi *et al.*, 1990). Sin embargo, son 15 especies de rapaces diurnas residentes que se han reportado recientemente en la costa de Jalisco (Martínez-Ruiz y Renton, 2018).

IV.2. Similitud en el ensamble de rapaces del bosque tropical seco de la costa de Jalisco

Para determinar la similitud en requerimientos ecológicos y rasgos biológicos entre 15 especies de rapaces diurnas residentes de la costa de Jalisco, se realizó un análisis multivariado (grupos o agrupamientos clúster) utilizando el coeficiente de distancia Euclídeana y con ligamiento simple (Palacio *et al.*, 2020). En el análisis se incluyeron variables que influyen en la territorialidad en rapaces de acuerdo con la literatura disponible (Apéndice 1). En particular, se incluyeron las variables de tamaño corporal (masa, en gramos), asociación del hábitat (forestales facultativas o área abierta), tipo de anidación (nido abierto o cavidad), técnica de caza, especialización dietaria y gremio alimenticio. La técnica de caza tuvo cinco clasificaciones: i) caza desde una percha; ii) en vuelo; iii) búsqueda y prueba; iv) caza combinada I: caza desde una percha y en vuelo con igual frecuencia; y v) caza combinada II: caza en vuelo y persiguiendo en ramas de árboles o en el suelo con igual frecuencia. Para la especialización dietaria se consideró tres categorías basadas en la variedad de tipos de presas (aves, mamíferos, anfibios, reptiles, invertebrados, peces) consumidos: especialista, que concentran su dieta sobre uno o dos taxa; semi-especialista, que se alimentan de 3-4 taxa; y generalistas que consumen presas de ≥ 5 taxa (Martínez-Ruiz *et al.*, 2020). Por último, se clasificó a las rapaces en 4 gremios alimenticios: i) carnívoro, ii) malacófago, iii) insectívora-carnívora (IN_{CA}) y iv) carnívora-carroñera (CA_{SV}). De acuerdo con Lopes *et al.* (2016), una especie fue clasificada en un solo gremio cuando presentó una dieta compuesta predominantemente por un gremio, y con otros gremios representando menos del 10% de la dieta (donde la suma de los gremios menos predominantes es $< 35\%$). Además, siguiendo a Lopes *et al.* (2016), definimos un gremio combinado para especies de rapaces que consumen presas de dos diferentes gremios alimenticios donde un gremio es predominante (abreviado con letra mayúscula) y el segundo gremio representa 10% – 35% de presas consumidas (abreviado con letra mayúscula en subíndice). Todas las variables cualitativas fueron codificadas y junto con la variable

cuantitativa de tamaño corporal fueron incorporadas en una matriz básica de datos incluyendo a las 15 especies de rapaces (Palacio *et al.*, 2020).

IV.3. Rapaces diurnas focales en este estudio

En el presente estudio, se evaluó el comportamiento territorial en cuatro especies focales de rapaces diurnas residentes: el halcón selvático de collar, el gavilán zancón, el aguililla gris y el aguililla caminera (Figura 1). Dichas especies se encuentran entre las más abundantes en el bosque tropical seco de la costa de Jalisco (Martínez-Ruíz *et al.*, 2020). Así mismo, las especies focales presentan comportamiento territorial, además de rangos de tamaño corporal (Brown y Amadon, 1968; Panasci, 2012; Sutter, 2012; Thorstrom, 2012;), y requerimientos ecológicos distintos (Panasci, 2012; Sutter, 2012; Thorstrom, 2012; Bibles *et al.*, 2020; Apéndice 2).



Figura 1. Ejemplar adulto de a) el gavilán zancón, b) el aguililla gris, c) el aguililla caminera y d) el halcón selvático de collar. Fotografías: gavilán zancón (Ándres Ceballos, Flickr), aguililla gris (Simon Kiacz, The Cornell Lab of Ornithology Macaulay Library), aguililla caminera (Francisco Piedrahita, Flickr) y halcón selvático de collar (Jorge Obando Nature Photo, Flickr).

IV.4. Ubicación espacial de territorios de rapaces focales

Se localizaron territorios de las especies de rapaces focales durante los meses de febrero a marzo del 2020. Para ubicar espacialmente los territorios se utilizó el método de mapeo de parcelas (Bibby *et al.*, 2000) combinado con provocaciones auditivas (Apéndice 3). En particular, se utilizaron provocaciones auditivas de conespecíficos y de tres especies de rapaces simpátricas para cada rapaz focal (Apéndice 3). Se estableció el orden de las provocaciones auditivas de las especies de menor a mayor tamaño corporal. Cada provocación auditiva consistió de 4 minutos: cada minuto se reprodujo la vocalización durante 30 segundos y se suspendió durante 30 segundos para escuchar alguna respuesta. Al terminar los 3 minutos (3 provocaciones) se permaneció por un periodo de 1 minuto más en silencio para registrar alguna respuesta de las rapaces (Whitacre *et al.*, 1992). Las estaciones de provocaciones auditivas se realizaron cada

300 m en 7 recorridos por senderos, arroyos y ríos principales de longitud variable (2.5 km - 4.4 km). Los muestreos se llevaron a cabo desde las primeras horas de la mañana hasta aproximadamente medio día, donde cada recorrido se repitió al menos en 4 ocasiones. Se registraron las coordenadas en UTM de registros auditivos y visuales de las rapaces focales y también de las ubicaciones donde hubo respuesta territorial a las provocaciones auditivas. Al existir respuesta a las provocaciones auditivas o un avistamiento durante los recorridos, se registró la especie de rapaz, el número de individuos, coordenadas del sitio donde ocurrió la respuesta, el tipo de hábitat, y observaciones generales. Al mismo tiempo, al detectar una respuesta, se detuvo la provocación auditiva y se continuó con el resto de las provocaciones faltantes. Adicionalmente por la tarde, 2 horas antes del anochecer, se visitaron puntos elevados de observación/escucha de rapaces con la finalidad de registrar vocalizaciones u observaciones de rapaces con la ayuda de un telescopio Orion Arcadia Zoom 20-60 X 78. Estas observaciones fueron usadas para delimitar los territorios en el espacio.

Todas las coordenadas generadas de avistamientos y respuestas a provocaciones auditivas se colocaron en una imagen satelital del área de estudio en el programa Google Earth Pro. Se determinó la ubicación y el centro de cada territorio con base en el conjunto de puntos trazados en el mapa (mapeo de territorios). El centro de cada territorio se determinó como el área con el mayor número de registros dentro de cada territorio (Domínguez, 2019).

IV.5. Tamaño del territorio de rapaces focales

A partir del centro de cada territorio localizado, se realizaron recorridos y puntos de provocaciones auditivas de conespecíficos y de rapaces simpátricas. Se realizaron provocaciones en recorridos hacia los cuatro puntos cardinales (N, S, O, E), recorriendo cada dirección en un intervalo de cuatro días para evitar que los individuos se acostumbren a las provocaciones. Cuando se registró respuesta territorial se anotó la especie de rapaz, el número de individuos, las coordenadas del sitio donde se realizó la provocación, el tipo de hábitat y observaciones generales. El límite de un territorio se estableció cuando un individuo que respondió a las provocaciones auditivas dejó de hacerlo en el siguiente punto.

Se trazaron las coordenadas obtenidas de las provocaciones auditivas para la ubicación y delimitación de los territorios en un mapa digital de la zona de estudio con ayuda del software ArcMap 10.2 (ESRI, 2011), y se utilizó la herramienta Minimum Bounding Geometry con tipo de geometría convex hull para calcular el área de los territorios. Se utilizó el método de polígono mínimo convexo (PMC) al 100% debido a que todas las coordenadas utilizadas fueron obtenidas de respuestas a las provocaciones auditivas dentro del área utilizada por cada individuo. El PMC al 100% crea un polígono uniendo los puntos más externos (Hayne, 1949), permitiendo abarcar todas las coordenadas generadas de la respuesta territorial sin sobreestimar el tamaño real.

IV.6. Disponibilidad y uso de hábitat

Se determinó la disponibilidad de hábitat en un área de 3,085 ha, que es 5 veces la media del ámbito hogareño reportado para la especie focal de mayor tamaño (halcón selvático de collar; Thorstrom, 2012). Se consideró que 3,085 ha es un área suficiente para encontrar más de dos territorios de las rapaces focales. Se utilizó una imagen satelital con fecha de 30 de abril del 2009 obtenida con el programa Google Earth Pro (Google Earth, 2021) del área disponible y se crearon polígonos con los hábitats presentes del bosque caducifolio, bosque subcaducifolio, zona agropecuaria, cuerpos de agua, y edificios. Los polígonos se exportaron a un mapa digital de la zona de estudio en el programa ArcMap 10.2 (ESRI, 2011), y se calculó la superficie de cada tipo de hábitat en hectáreas. Posteriormente, para evaluar el uso del hábitat de cada individuo, se calculó la superficie en hectáreas de cada tipo de hábitat dentro de cada territorio usando el programa ArcMap 10.2 (ESRI, 2011).

IV.7. Respuesta territorial intra e interespecífica en rapaces focales

Para evaluar el comportamiento territorial de las rapaces focales se utilizaron los datos obtenidos durante las provocaciones auditivas. Para cada provocación auditiva, se registró el tiempo que el individuo tardó en responder a la provocación (latencia), así como la duración y la intensidad

de respuesta territorial (Martínez-Ruiz *et al.*, 2016). Se clasificó a la intensidad de respuesta territorial como: 1 = respuesta solo con vocalización, 2 = desplazamiento hacia la bocina, 3 = respuesta vocal con desplazamiento, 4 = en pareja (Martínez-Ruiz *et al.*, 2016). Se tomó la respuesta en pareja como la de mayor intensidad debido a que la defensa territorial por dos individuos puede considerarse más efectiva que la respuesta de un solo individuo (Farabaugh, 1982; Langmore, 1998). Dado que se podría registrar más de un tipo de respuesta a la provocación, se sumó el puntaje total de respuestas realizadas a cada provocación.

IV.8. Análisis estadístico

La prueba de Shapiro-Wilk demostró que los datos de respuesta territorial (intensidad, latencia y duración de respuesta) no presentaron distribución normal, por lo cual se aplicó análisis no-paramétricos. Se realizaron todas las pruebas estadísticas con un $\alpha=0.05$ y se presentan con estadística descriptiva de promedio con desviación estándar. Todos los análisis se llevaron a cabo en el programa Rstudio versión 1.3.1093.

IV.8.1. Sobrelapamiento territorial

Para las cuatro especies de rapaces focales, se calculó el área total de sobrelapamiento territorial compartida (Haenel *et al.*, 2003) del territorio de cada rapaz focal con los territorios de conespecíficos, y también con los territorios de rapaces simpátricas. Finalmente, se calculó la cobertura del bosque caducifolio, bosque subcaducifolio y zona agropecuaria dentro del área sobrelapada compartida (Haenel *et al.*, 2003). Cuando existió sobrelapamiento con dos o más territorios de conespecíficos, o territorios de rapaces simpátricas, se sumaron las áreas sobrelapadas para obtener el área total de sobrelapamiento territorial. Para determinar el área de sobrelapamiento territorial compartida se utilizó el tamaño del territorio calculado por PMC 100% con ayuda de la herramienta *clip* del programa ArcMap 10.2 (ESRI, 2011).

IV. 8.2. Uso y selección del hábitat

Se determinó la selección del hábitat para las especies de rapaces focales (halcón selvático de collar, gavián zancón, aguililla gris y aguililla caminera) al evaluar si la ocurrencia de cada especie en los hábitats difiere de lo que se esperaría según la disponibilidad de los hábitats en el área de estudio (Manley *et al.*, 2000). Para ello, se usó la frecuencia de registros de cada especie de rapaz focal en cada hábitat, considerando todos los registros obtenidos en los recorridos, delimitación de territorio, vocalizaciones o registros de individuos al atardecer, y registros incidentales durante los meses de febrero a marzo del 2020. Esto fue comparado con la frecuencia de registros esperados con base en la disponibilidad del hábitat en el área de estudio. Se generó el número de registros esperados con base en la medición del área y cálculo de la proporción de cada hábitat en el área de estudio. Se usaron pruebas de chi cuadrado con los intervalos de Z-Bonferroni (Byers *et al.*, 1984) para determinar si la frecuencia de registros observados en cada hábitat difiere de la frecuencia esperada con base en la disponibilidad proporcional del hábitat. Si el resultado de la prueba de chi cuadrado presentó diferencias significativas se consideró que existe un uso desproporcionado al esperado para al menos un tipo de hábitat. Se definió el uso desproporcionado cuando la proporción de uso esperada de un tipo de hábitat se encuentra fuera de los intervalos de Bonferroni 95% para el uso observado de este hábitat (Byers *et al.*, 1984).

De manera adicional para dos niveles de selección del hábitat, se realizó un análisis composicional para determinar si las rapaces focales usan los hábitats de manera aleatoria y se creó un ranking de hábitats acorde a su utilización relativa (Aebischer *et al.*, 1993). Al nivel de ubicación de los territorios en el área de estudio (i.e. selección de segundo orden *sensu* Johnson, 1980), se comparó la proporción de cada hábitat dentro del territorio de cada rapaz focal contra la proporción de los hábitats en el área de estudio. Adicionalmente, se evaluó la selección de tercer orden (Johnson, 1980) para conocer si el uso del hábitat dentro de los territorios fue aleatorio. En este caso, se comparó la frecuencia proporcional de registros de la especie de rapaz en cada hábitat dentro del territorio contra las proporciones del área de cada hábitat en el territorio. En este nivel, se descartó a la zona agropecuaria debido a que no estuvo disponible dentro de los territorios del aguililla gris y del aguililla caminera, y estuvo presente en bajos

porcentajes en los territorios del halcón selvático de collar. También, se descartó al gavilán zancón para la selección de segundo y tercer orden debido a que es necesario más de un individuo o territorio para realizar las pruebas estadísticas (Aebischer *et al.*, 1993).

Se realizó el análisis composicional para cada nivel y para cada rapaz focal por separado con ayuda de la función compaña de paquete “adehabitatHS” (Calenge, 2020) de Rstudio (R Core Team, 2020). Asignamos un valor de 0.01 para reemplazar los valores de 0 en los hábitats que se encuentran disponibles pero que no fueron utilizados (Aebischer *et al.*, 1993). Finalmente, realizamos todos los análisis con 500 repeticiones en las pruebas de asignación al azar (Calenge, 2020). La función compaña utiliza las diferencias de proporciones logarítmicas de composición de hábitats utilizado (y_u) y hábitats disponibles (y_d) de cada individuo para crear una matriz D . A partir de matriz D se obtuvo el valor de lambda (Λ), y la significancia de Λ por medio de la expresión: $-N \cdot \ln(\Lambda)$, donde N es el número de individuos o territorios calculados de cada especie de rapaz focal. La expresión $-N \cdot \ln(\Lambda)$ sigue una distribución X^2 con $n-1$ grado de libertad donde n es el número de hábitats presentes (Aebischer *et al.*, 1993).

Al obtener un valor de lambda significativa, que indicaría un uso no aleatorio de los hábitats, se creó una matriz de ranking para conocer entre que pares de hábitat existen diferencias significativas en su uso, y para conocer que hábitat presenta el mayor uso relativo (Aebischer *et al.*, 1993) con ayuda de la función compaña del paquete “adehabitaHS”. La función compaña utiliza la diferencia media entre las relaciones logarítmicas usadas y disponibles para crear una matriz de relaciones logarítmicas de comparaciones pareadas y realiza pruebas de t con $n-1$ grados de libertad donde n es el número de individuos para determinar entre que pares de hábitat existe diferencias significativas (Aebischer *et al.*, 1993). Asimismo, la función compaña utiliza la matriz de relaciones logarítmicas de comparaciones pareadas para generar un ranking de los hábitats utilizados contando el número de valores positivos encontrado en cada fila de la matriz. El hábitat con mayor uso relativo es el que presenta el valor numérico más elevado, mientras, el hábitat con menor uso relativo es el que presenta el menor valor numérico (Aebischer *et al.*, 1993). Se realizaron todos los análisis con un $\alpha= 0.05$.

IV. 8.3. Respuesta territorial

Se aplicaron pruebas de ANOVA de Friedman con análisis *post hoc* tipo Tukey de Nemenyi (Zar,1999) para determinar si existen diferencias en la respuesta territorial de las especies focales hacia conespecíficos y otras especies de rapaces simpátricas. Asimismo, se utilizó ANOVA de Friedman para determinar si existen diferencias significativas en la respuesta territorial de las rapaces focales hacia alguna de las rapaces simpátricas.

IV.8.4. Variables que influyen en la respuesta territorial

Se aplicó análisis de regresión lineal simple para evaluar la relación de la respuesta territorial con la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos para las cuatro rapaces focales. Para cada especie de rapaz focal, se calculó el promedio de intensidad, latencia y duración de respuesta territorial por individuo mostrado hacia provocaciones de conespecíficos y hacia cada especie de rapaz simpátrica, y posteriormente se relacionó este promedio con la distancia Euclideana presentada hacia conespecíficos (0) y hacia cada especie de rapaz simpátrica utilizada en las provocaciones de territorialidad interespecífica usando análisis de regresión. En todos los casos, empleamos la distancia Euclideana como variable independiente y el promedio de intensidad, latencia y duración de respuesta como variables dependientes.

Adicionalmente, se usaron Modelos Lineales Generalizados (GLM, Nelder y Wedderburn, 1972), para determinar si los rasgos específicos del tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza influyen en la intensidad de respuesta territorial de las cuatro especies de rapaces focales. Para la variable de tamaño corporal, se utilizó el valor máximo reportado para la especie en Dunning (2008). Para la variable categórica de tipo de anidación, se asignó el valor 1 para la anidación en nidos abiertos, y 2 para anidación en cavidades. Por último, para técnicas de caza se asignó 1 para las rapaces que cazan desde una percha, 2 para las que utilizan la caza combinada I, y 3 para las que cazan por búsqueda y prueba.

Posteriormente, se relacionó el promedio de intensidad de respuesta territorial de los individuos de cada especie de rapaz focal con el tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de

caza presente en conespecíficos y en las especies de rapaces simpátricas utilizadas para las provocaciones interespecíficas. Para cada rapaz focal, se ajustaron GLMs utilizando el tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza como variables explicativas y la respuesta territorial como variable de respuesta. Se usó la función (stepAIC) del paquete “MASS” (Ripley *et al.*, 2021) para interpretar el modelo más explicativo tomando como referencia el valor más bajo del criterio de información de Akaike (AIC; Akaike, 1974). Los modelos se ajustaron con distribución de errores (gaussian) y la función de vínculo (identity). Se calcularon los coeficientes estandarizados para cada variable con la función beta del paquete “reghelper” (Hughes, 2021), y la devianza explicada con la función (deviancepercentage) del paquete “BiodiversityR” (Kindt, 2021) para R (R Core Team, 2020).

V. RESULTADOS

V.1. Similitud entre las rapaces residentes del bosque tropical seco de la costa de Jalisco

Con respecto a las variables de las 15 especies residentes de rapaces diurnas, casi todas las especies son carnívoras (12 especies), presentan una asociación de hábitat forestal facultativo (11 especies) y construyen nidos abiertos (11 especies). La matriz básica de datos mostró que las características más variables entre las especies fueron el tamaño corporal, la especialización dietaria, y tipo de caza, las cuales podrían representar características que definen la similitud o diferencia entre las especies. (Apéndice 4).

El análisis de similitud clúster para las 15 especies de rapaces residentes diferenció 3 grupos principales (Figura 2). El primer grupo fue conformado por seis especies de rapaces de mayor tamaño corporal (>1,000 g), todas fueron carnívoras, con dieta generalista y construyen nidos abiertos. Las rapaces de este grupo presentaron variabilidad en la asociación de hábitat y tipo de caza (Apéndice 4). El segundo grupo fue conformado por cinco especies de rapaces (Figura 2b) con menor tamaño corporal (200-450 g). Las rapaces pertenecientes al grupo dos incluyeron especies que son semi-especialistas (3 especies) y especialistas (2 especies) de dieta, presentando asociación de hábitat hacia los bosques (4 especies) y construyen nidos abiertos (4 especies). Las características que presentaron mayor variabilidad dentro del grupo fueron gremio alimenticio y técnica de caza (Apéndice 4). Finalmente, el tercer grupo estuvo conformado por cuatro especies de rapaces (Figura 2c), que tienen un tamaño corporal mediano (600-900 g), y fueron semi-especialistas (3 especies) y especialistas (1 especie) de dieta. También, todas las especies fueron carnívoras y de asociación de hábitat forestales facultativas. Este grupo está dividido entre especies que anidan en cavidades y cazan desde percha (2 especies), y las que construyen nidos abiertos (2 especies) y cazan en vuelo (1 especie) (Apéndice 4).

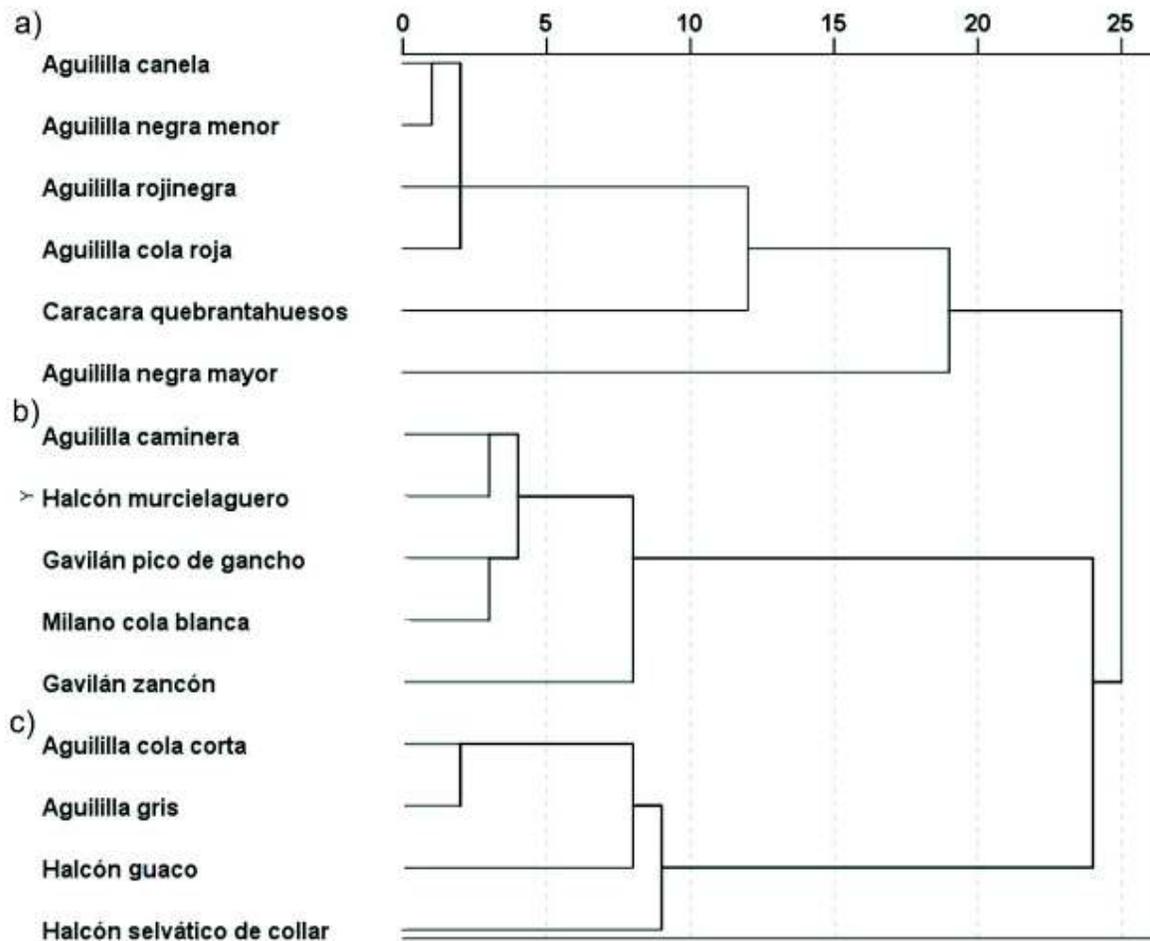


Figura 2. Dendrograma de análisis multivariado para similitud de especies de rapaces diurnas de la costa de Jalisco, México.

Las distancias Euclidianas generadas del análisis de similitud mostraron que el halcón selvático de collar presentó mayor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos (menor distancia Euclideana) con el halcón guaco, seguido por el aguililla gris (Tabla 1). Así mismo, el aguililla gris presentó mayor similitud hacia el halcón guaco (Tabla 1), donde ambos se agruparon con el halcón selvático de collar en el grupo 3 (Figura 2). Por otro lado, el gavilán zancón y el aguililla caminera presentaron mayor similitud entre sí (Tabla 1), y ambos están agrupados en el grupo 2 (Figura 2). Por último, el aguililla negra mayor presentó menor similitud (mayor distancia Euclideana) con las cuatro especies de rapaces focales (Tabla 1, Figura 2).

Tabla 1. Distancia Euclideana entre rapaces focales del bosque tropical seco, Jalisco, México.

Rapaz focal	Rapaz simpátrica					
	Halcón selvático de collar	Gavilán zancón	Aguililla gris	Aguililla caminera	Halcón guaco	Aguililla negra mayor
Halcón selvático de collar	0	470	212	631	100	660
Gavilán zancón		0	258	161.01	370	1130
Aguililla gris			0	419	112.02	872
Aguililla caminera				0	531	1291

V.2. Tamaño territorial de las rapaces focales

Para el halcón selvático de collar se delimitaron tres territorios con tamaño promedio de 228.7 ± 149.1 ha PMC 100% (Tabla 2). Para el gavilán zancón se delimitó parcialmente un territorio con tamaño de 63.5 ha PMC 100% (Tabla 2). Por otro lado, se delimitaron tres territorios del aguililla caminera, con un tamaño promedio de 96.7 ± 86.6 ha (Tabla 2). Finalmente, se localizaron cuatro territorios del aguililla gris con un tamaño promedio de 108.52 ± 74.23 ha PMC 100% (Tabla 2).

Tabla 2. Tamaño de los territorios calculados por Polígono Mínimo Convexo (PMC) al 100%, puntos cardinales delimitados y número de ubicaciones por territorio para cada rapaz focal.

Rapaz focal	Territorio	Número ubicaciones	Puntos cardinales delimitados	PMC 100% (ha)
Halcón selvático de collar	E'	24	N, S, E	59.7
	L'	27	S, E	284.3
	C'	28	S, O	342.1
Gavilán zancón	T'	10	S, E	63.5
Aguililla caminera	CAS'	21	N, E	194.3
	E''	10	N, S, E O	67.1
	T''	9	E	28.7
Aguililla gris	C3'	15	E, O	58.8
	CAS'	6	-	41.5
	C1'	20	N, S	129.8
	H'1	20	E, S	204

V.3. Sobrelapamiento territorial

En general, las rapaces focales presentaron casi nulo sobrelapamiento entre territorios de conoespecíficos (Tabla 3). La excepción fue el halcón selvático de collar con 20% de sobrelapamiento territorial de conoespecíficos (Tabla 3). Por otro lado, todas las rapaces focales presentaron sobrelapamiento territorial interespecífica (Tabla 3). Todas las especies focales presentaron mayor sobrelapamiento interespecífico con el halcón selvático de collar como vecino (Tabla 3), teniendo un sobrelapamiento de 84.7% con territorios del aguililla gris. En todos los casos el bosque caducifolio fue el principal tipo de vegetación en el área sobrelapada (83.0 - 90.4% del área sobrelapada), seguido por el bosque subcaducifolio (8.4% - 17.0% del área sobrelapada). Únicamente para el gavilán zancón y el aguililla gris hubo zonas

agropecuarias en el área sobrelapada con territorios del halcón selvático de collar, comprendiendo 5.9% y 1.2% del sobrelapamiento respectivamente.

Tabla 3. Porcentaje del área de sobrelapamiento territorial compartida entre los territorios de cada rapaz focal y territorios de rapaces intra e interespecífico durante los meses de febrero a marzo del 2020.

Rapaz focal	Territorios vecinos			
	Halcón selvático de collar	Gavilán zancón	Aguililla caminera	Aguililla gris
Halcón selvático de collar	20.07	10.14	12.63	57.14
Gavilán zancón	68.17	0	29.96	1.86
Aguililla caminera	46.36	16.35	0.54	36.74
Aguililla gris	84.73	0.41	14.85	0

V.4. Uso y selección de hábitat

Dentro de los territorios de las especies de rapaces focales se registró bosque caducifolio, bosque subcaducifolio y zona agropecuaria (Tabla 4). El bosque caducifolio fue el hábitat que presentó la mayor cobertura en los territorios de las rapaces focales, seguido del bosque subcaducifolio (Tabla 4). Los territorios del halcón selvático de collar presentaron cobertura promedio de 195.2 ± 122.1 ha bosque caducifolio, 26.4 ± 23.6 ha bosque subcaducifolio y 7 ± 12.1 ha zona agropecuaria (Figura 3). Por otro lado, el territorio del gavilán zancón presentó mayor cobertura de bosque caducifolio seguido por bosque subcaducifolio y zona agropecuaria (Figura 4, Tabla 4). Además, el aguililla gris presentó cobertura promedio de 96.9 ± 60.9 ha bosque caducifolio, y 11.5 ± 13.8 ha bosque subcaducifolio (Figura 5). Finalmente, los territorios del aguililla caminera presentaron cobertura promedio de 91.6 ± 85 ha bosque caducifolio, 4.6 ± 4.1 ha bosque subcaducifolio y 0.3 ± 11.2 ha zona agropecuaria (Figura 6).

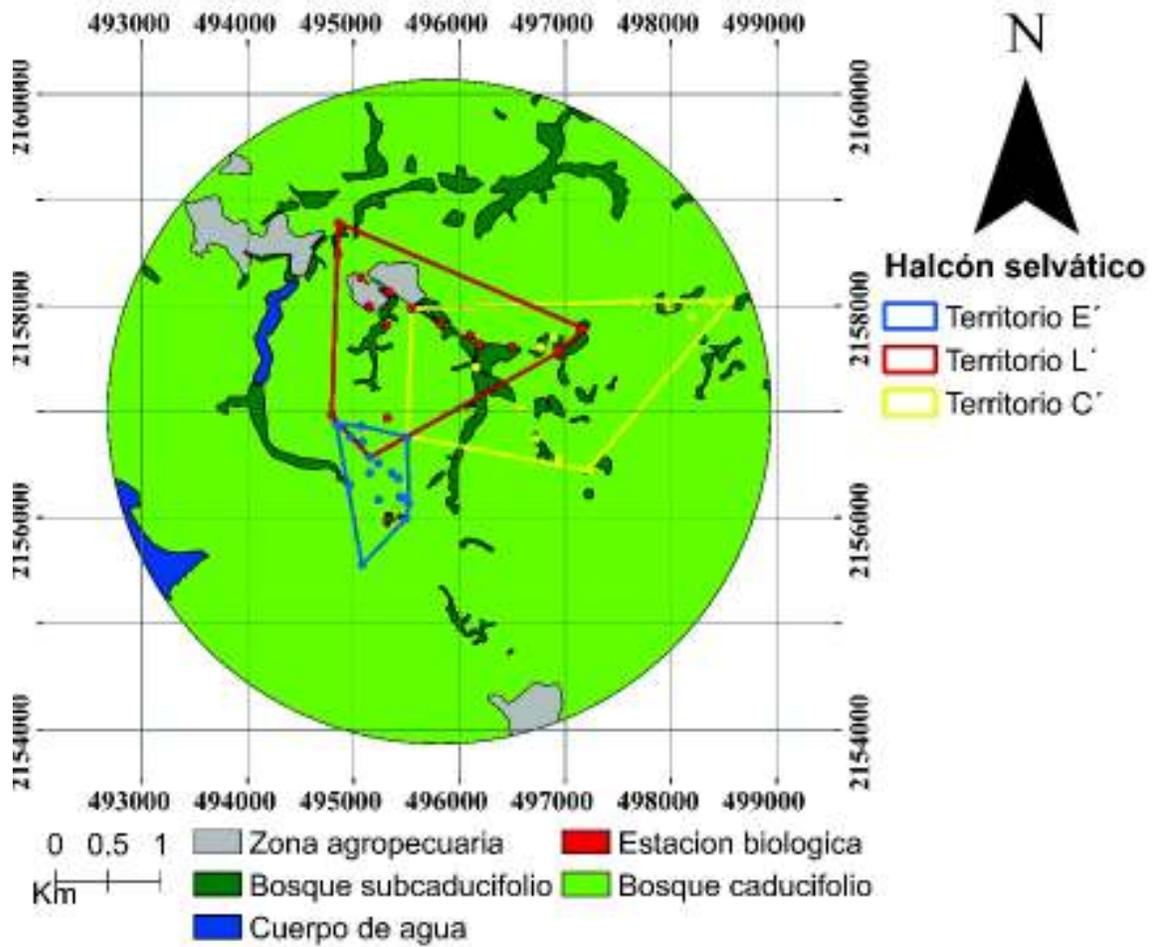


Figura 3. Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el halcón selvático de collar.

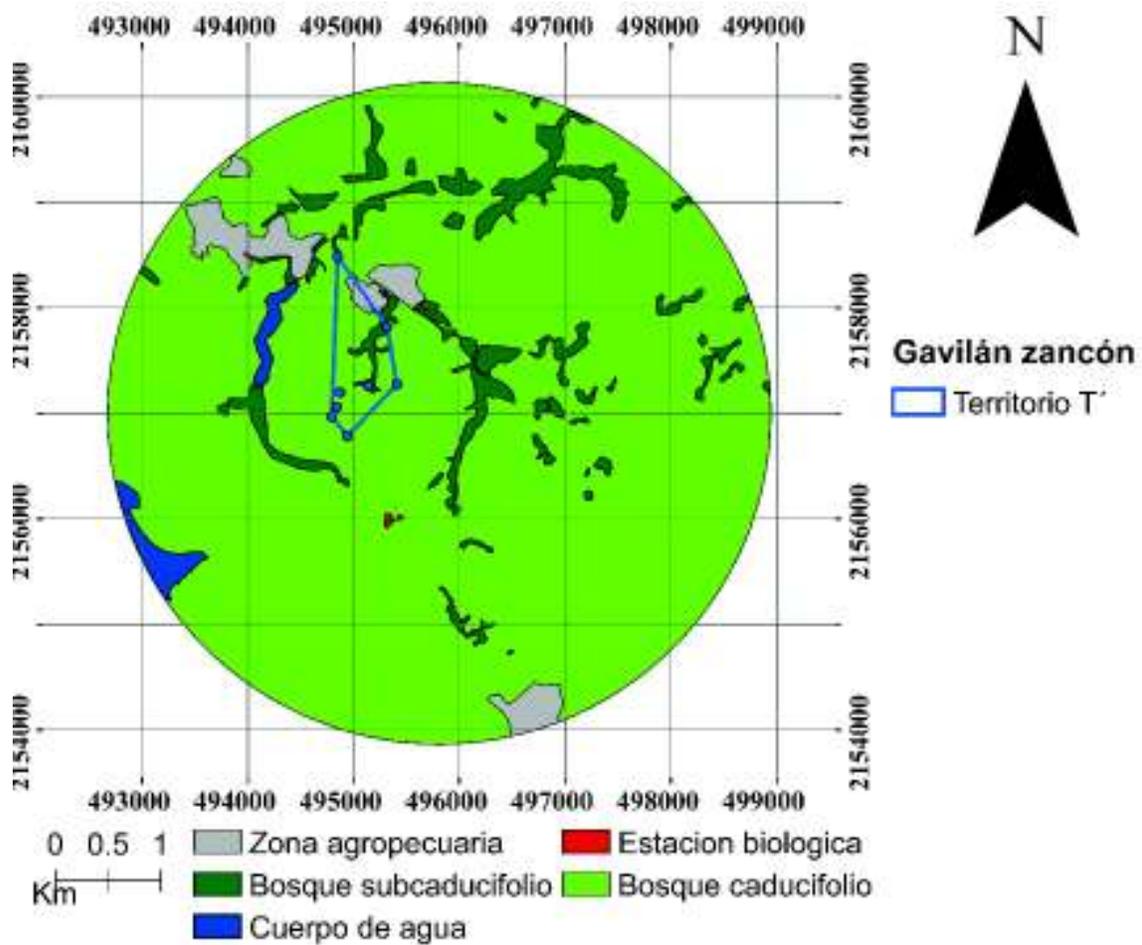


Figura 4. Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el gavilán zancón.

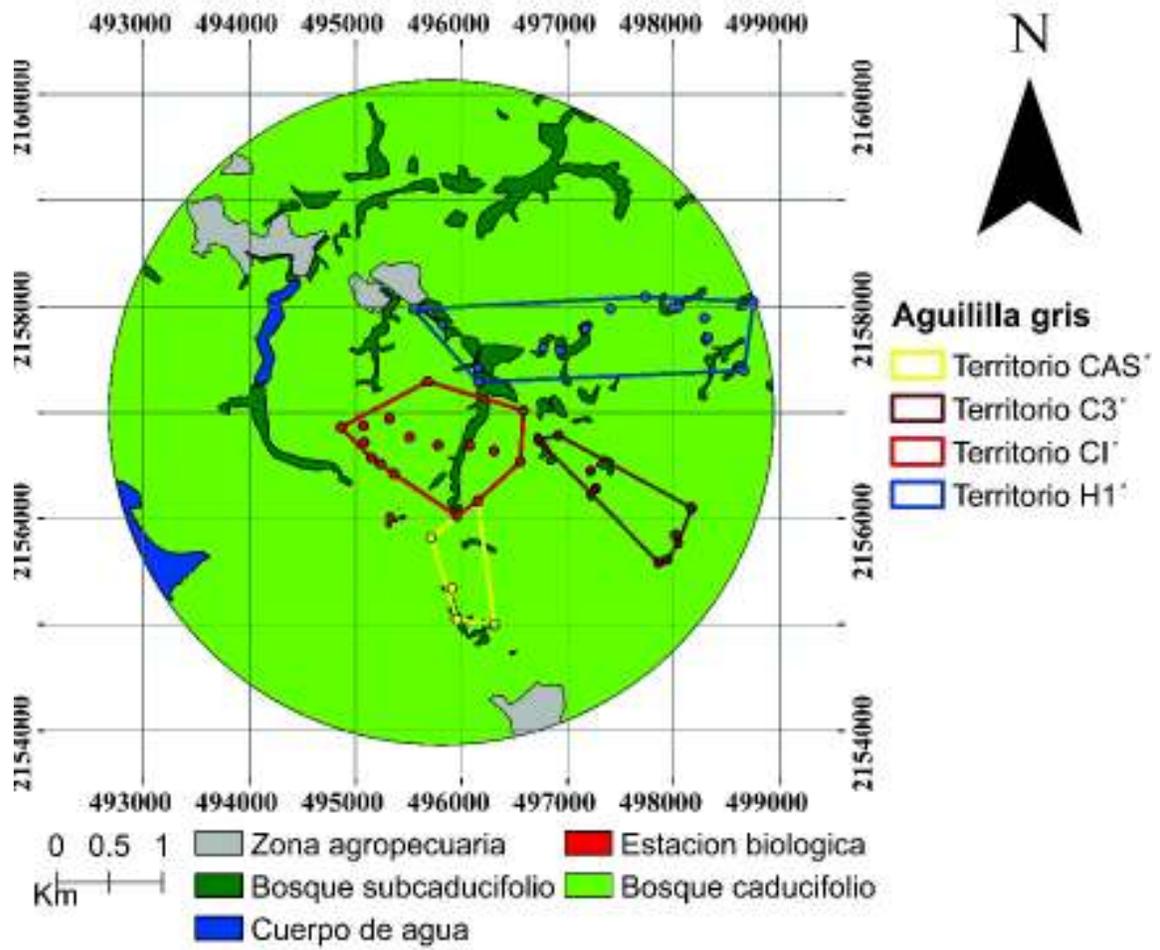


Figura 5. Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el aguililla gris.

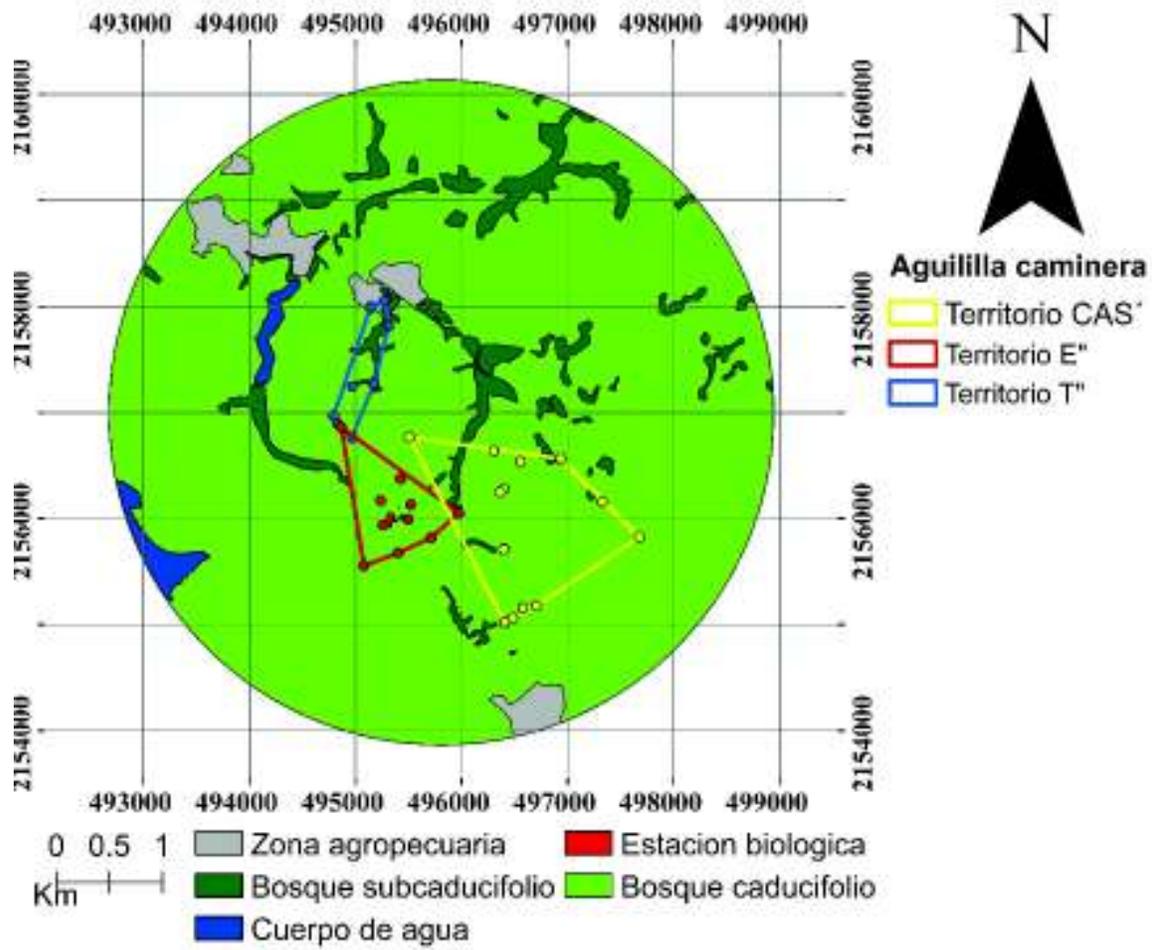


Figura 6. Distribución espacial y tamaño del territorio (PMC 100%) para el aguililla caminera.

Tabla 4. Porcentaje de cada hábitat y de registros dentro de los territorios identificados para cada rapaz focal durante febrero a marzo del 2020, y porcentaje disponible en el área de estudio en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

Rapaz focal	Territorio	Bosque caducifolio		Bosque subcaducifolio		Zona agropecuaria
		PMC 100%	Registros	PMC 100%	Registros	PMC 100%
Halcón selvático de collar	E'	100	100	0	0	0
	L'	80.7	29.6	11.9	66.7	7.4
	C'	86.7	46.4	13.3	53.6	0
Gavilán zancón	T'	83.5	NA	10.7	NA	5.8
Aguililla gris	CAS'	95	86.7	5	13.3	0
	C3'	96.3	33.3	3.7	66.6	0
	CI'	91.8	100	8.2	0	0
	H1'	84.6	40	15.4	60	0
Aguililla caminera	CAS'	95.9	100	4.1	0	0
	E''	99.99	90	0.01	10	0
	T''	75.6	62.5	21	25	3.3
% Área disponible			91.2		5.9	2.9

Cuando se comparó la frecuencia de registros obtenidos para cada rapaz focal en cada tipo de hábitat contra la frecuencia esperada con base en la disponibilidad del hábitat en el área de estudio, se determinó que existe selección en uso del hábitat por el halcón selvático de collar ($X^2_2 = 178.1$, $P < 0.001$), el gavilán zancón ($X^2_2 = 45.3$, $P < 0.001$) y el aguililla gris ($X^2_2 = 203.1$, $P < 0.001$), pero no se encontró selección del hábitat por el aguililla caminera ($X^2_2 = 0.43$, ns). En todos los casos, se obtuvo significativamente mayor número de registros de las rapaces en el bosque subcaducifolio y menor número de registros en el bosque caducifolio que lo esperado comparado con su disponibilidad en el área de estudio (Tabla 5). Además, para el gavilán zancón y aguililla gris se obtuvo significativamente menor número de registros en la zona agropecuaria que lo esperado comparado con su disponibilidad (Tabla 5).

Tabla 5. Proporción de uso esperado de hábitats en el área de estudio y uso proporcional observado con intervalos de Bonferroni al 95% para el halcón selvático de collar, gavilán zancón, aguililla caminera y aguililla gris en cada hábitat durante febrero a marzo del 2020.

Especie	Hábitat	Proporción uso esperado	Proporción uso observado	Intervalos Bonferroni 95% de uso obs.
Halcón selvático de collar	Bosque caducifolio	0.912	0.58	$0.449 \leq P_{obs} \leq 0.711^*$
	Bosque subcaducifolio	0.058	0.407	$0.276 \leq P_{obs} \leq 0.537^*$
	Zona agropecuaria	0.028	0.012	$-0.016 \leq P_{obs} \leq 0.041$
Gavilán zancón	Bosque caducifolio	0.912	0.578	$0.308 \leq P_{obs} \leq 0.849^*$
	Bosque subcaducifolio	0.058	0.421	$0.150 \leq P_{obs} \leq 0.691^*$
	Zona agropecuaria	0.028	0.0	$0.0 \leq P_{obs} \leq 0.0^*$
Aguililla gris	Bosque caducifolio	0.912	0.588	$0.464 \leq P_{obs} \leq 0.712^*$
	Bosque subcaducifolio	0.058	0.411	$0.287 \leq P_{obs} \leq 0.535^*$
	Zona agropecuaria	0.028	0.0	$0.0 \leq P_{obs} \leq 0.0^*$
Aguililla caminera	Bosque caducifolio	0.912	0.886	$0.782 \leq P_{obs} \leq 0.990$
	Bosque subcaducifolio	0.058	0.075	$-0.011 \leq P_{obs} \leq 0.162$
	Zona agropecuaria	0.028	0.037	$-0.024 \leq P_{obs} \leq 0.100$

* = $P < 0.05$: uso difiere significativamente de lo esperado

Por otro lado, el análisis composicional para evaluar la distribución de los territorios entre los hábitats en el área de estudio, mostró que la composición de hábitats en los territorios del halcón selvático de collar ($\Lambda=0.459$, $X^2_2 = 2.3$, $P = 0.31$) y aguililla caminera ($\Lambda=0.282$, $X^2_2 = 3.8$, $P = 0.15$) no difirió de lo que se encuentra disponible en el área de estudio, mientras los territorios del aguililla gris ($\Lambda=2.65 \times 10^{-6}$, $X^2_2 = 51.4$, $P < 0.01$) tuvieron una composición de hábitats distinto a lo que se encuentra en el área de estudio. En particular, el aguililla gris no tuvo zonas agropecuarias en ningún de los 4 territorios (Tabla 4) y se encontraron distribuidos en el bosque caducifolio y subcaducifolio. En cambio, para el halcón selvático de collar y aguililla caminera la zona agropecuaria estuvo presente en algunos de los territorios (Tabla 4), pero la matriz de ranking demostró que las zonas agropecuarias fueron las menos usadas en los territorios de todas las especies de rapaces (Tabla 6). Por otro lado, para el halcón selvático de collar y aguililla caminera hubo una mayor composición proporcional del bosque caducifolio en sus territorios (Tabla 4), mientras para el aguililla gris el bosque subcaducifolio tuvo la mayor composición relativa en sus territorios (Tabla 4). Por último, para el aguililla gris, las comparaciones entre hábitats pareados mostraron que el bosque caducifolio ($t_3 = 195.7$, $P < 0.01$) y subcaducifolio ($t_3 = 18.8$, $P < 0.01$) tuvieron significativamente mayor composición en los territorios que la zona agropecuaria.

Tabla 6. Matriz de ranking de composición proporcional de hábitats dentro los territorios (PMC 100%) de cada especie de rapaz focal comparado con la proporción de cada hábitat en el área de estudio.

Rapaz focal	Ranking de hábitats		
	Bosque caducifolio	Bosque subcaducifolio	Zona agropecuario
Halcón selvático de collar	2	1	0
Aguililla gris	1	2	0
Aguililla caminera	2	1	0

A nivel de uso de los hábitats dentro de los territorios, el análisis composicional indicó que la frecuencia de uso de cada hábitat no difirió de un uso aleatorio con base en la disponibilidad de los hábitats dentro de los territorios para las tres especies: halcón selvático de collar ($\Lambda=0.347$, $X^2_1=3.2$, $P = 0.07$); aguililla gris ($\Lambda=0.999$, $X^2_1 = 0.001$, $P = 0.96$); y aguililla caminera ($\Lambda=0.989$, $X^2_1 = 0.03$, $P = 0.80$). Sin embargo, el halcón selvático de collar y aguililla gris parecen mostrar mayor tendencia de uso del bosque subcaducifolio comparado con su disponibilidad dentro de sus territorios (Tabla 4). Para estas rapaces, la matriz de ranking mostró mayor uso relativo del bosque subcaducifolio en sus territorios (Tabla 7). En el caso del aguililla caminera, el uso de los hábitats fue similar al disponible dentro de sus territorios (Tabla 4), donde el bosque caducifolio fue el hábitat con mayor uso relativo (Tabla 7).

Tabla 7. Matriz de ranking de uso relativo del bosque caducifolio y subcaducifolio dentro de los territorios (PMC 100%) de cada especie de rapaz focal, comparando proporción de registros en cada hábitat contra la proporción del hábitat en los territorios.

Rapaz focal	Ranking de hábitats	
	Bosque caducifolio	Bosque subcaducifolio
Halcón selvático de collar	0	1
Aguililla gris	0	1
Aguililla caminera	1	0

V.5. Respuesta territorial

Para el halcón selvático de collar se obtuvo un total de 31 respuestas a 97 provocaciones realizadas. Esta rapaz mostró diferencias significativas en la intensidad ($F_{3,31} = 20.6, P < 0.001$), latencia ($F_{3,31} = 31.2, P < 0.001$) y duración ($F_{3,31} = 20.3, P < 0.001$) de respuesta territorial hacia provocaciones de conespecíficos y rapaces simpátricas. En todos los casos, la respuesta territorial del halcón selvático de collar a provocaciones de conespecíficos fue significativamente diferente de su respuesta hacia las especies simpátricas del gavilán zancón (Intensidad: $q = -3.87, P < 0.05$; Latencia: $q = 5.05, P < 0.05$; Duración: $q = -3.80, P < 0.05$), el halcón guaco (Intensidad: $q = -3.48, P < 0.05$; Latencia: $q = 4.41., P < 0.05$; Duración: $q = -3.83, P < 0.05$), y el aguililla negra mayor (Intensidad: $q = 4.45, P < 0.05$; Latencia: $q = -5.32, P < 0.05$; Duración: $q = 4.19, P < 0.05$). En general, el halcón selvático de collar mostró mayor intensidad de respuesta, menor latencia y mayor duración a provocaciones de conespecíficos que a otras especies simpátricas (Figura 7). Asimismo, se registró respuesta en pareja y desplazamiento hacia la bocina con las provocaciones auditivas de conespecíficos. Por otro lado, considerando únicamente la respuesta a provocaciones de especies simpátricas, no hubo diferencias significativas en la intensidad, latencia o duración de la respuesta territorial del halcón selvático de collar. El halcón selvático de collar mostró una respuesta territorial similar para las tres especies simpátricas (Figura 7). Entre estos, el halcón guaco presentó mayor

similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos con el halcón selvático de collar (Tabla 1), pero la respuesta territorial interespecífica hacia el halcón guaco fue muy similar a las otras dos especies simpátricas (Figura 7).

Para el gavilán zancón se registró respuesta en siete ocasiones a un total de 62 provocaciones auditivas. El gavilán zancón mostró diferencias significativas en la intensidad ($F_{3,7} = 11.6, P = 0.009$), latencia ($F_{3,7} = 12.6, P = 0.006$) y duración ($F_{3,7} = 11.7, P = 0.009$) de respuesta territorial hacia provocaciones de conespecíficos y rapaces simpátricas. En todos los casos, la respuesta del gavilán zancón hacia provocaciones de conespecíficos fue significativamente diferente de su respuesta territorial hacia las especies simpátricas el halcón selvático de collar (Intensidad: $q = -3.35, P < 0.05$; Latencia: $q = 4.91, P < 0.05$; Duración: $q = -3.88, P < 0.05$), el aguililla negra mayor (Intensidad: $q = 3.17, P < 0.05$; Latencia: $q = -4.37, P < 0.05$; Duración: $q = 3.87, P < 0.05$), y el aguililla caminera (Intensidad: $q = 2.79, P = 0.053$; Latencia: $q = -3.85, P < 0.05$; Duración: $q = 3.37, P < 0.05$). En general, el gavilán zancón mostró mayor intensidad de respuesta, menor latencia, y mayor duración de respuesta hacia provocaciones de conespecíficos comparado con las provocaciones de otras especies simpátricas (Figura 8). Adicionalmente, se registraron respuestas en pareja y más de un tipo de respuesta únicamente hacia las provocaciones auditivas de conespecíficos.

Al excluir del análisis los datos de respuesta territorial del gavilán zancón a conespecíficos, se determinó que no hubo diferencias significativas en la intensidad, latencia, o duración de la respuesta territorial del gavilán zancón hacia las otras tres rapaces simpátricas. Sin embargo, la territorialidad interespecífica mostrada por el gavilán zancón parece ser ligeramente mayor hacia las provocaciones auditivas del aguililla caminera (Figura 8), que fue la especie simpátrica con mayor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos (Tabla 1), mostrando mayor intensidad y mayor duración de respuesta comparado con la territorialidad mostrada hacia las provocaciones auditivas del halcón selvático de collar y aguililla negra mayor (Figura 8).

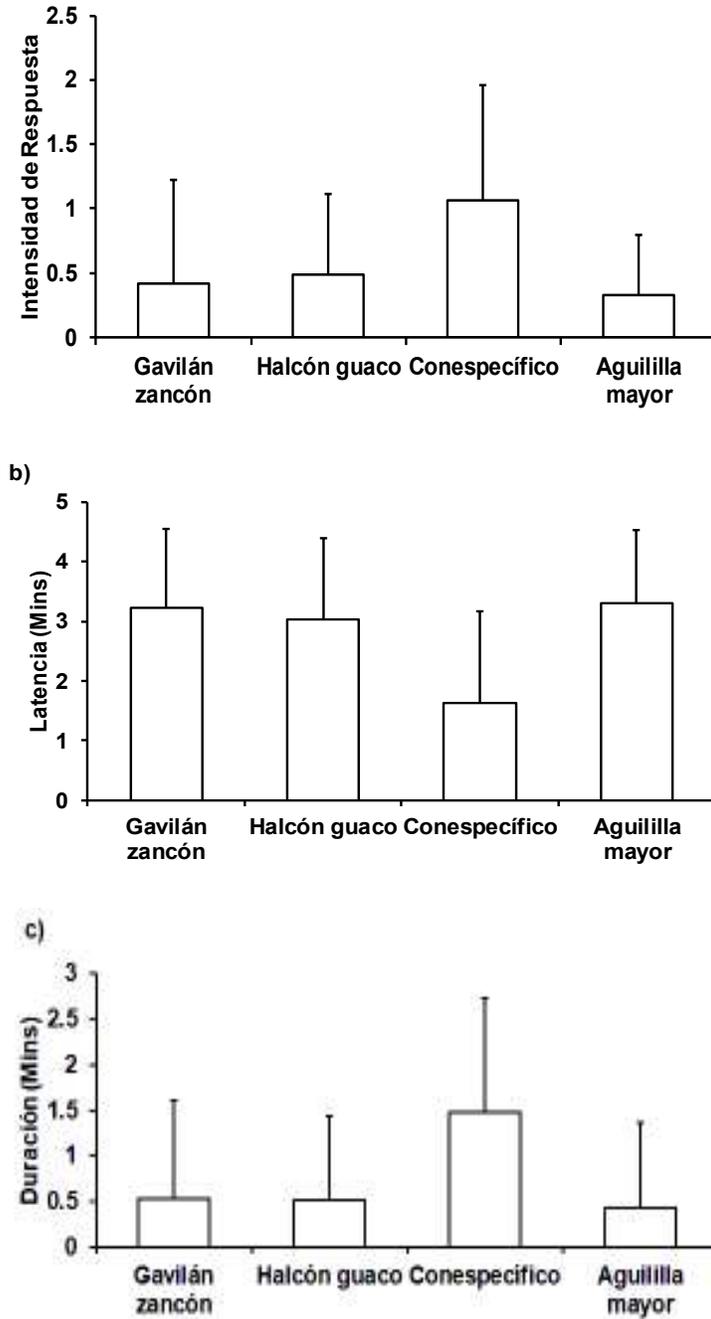


Figura 7. Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del halcón selvático de collar hacia provocaciones de conespecíficos y de especies simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.

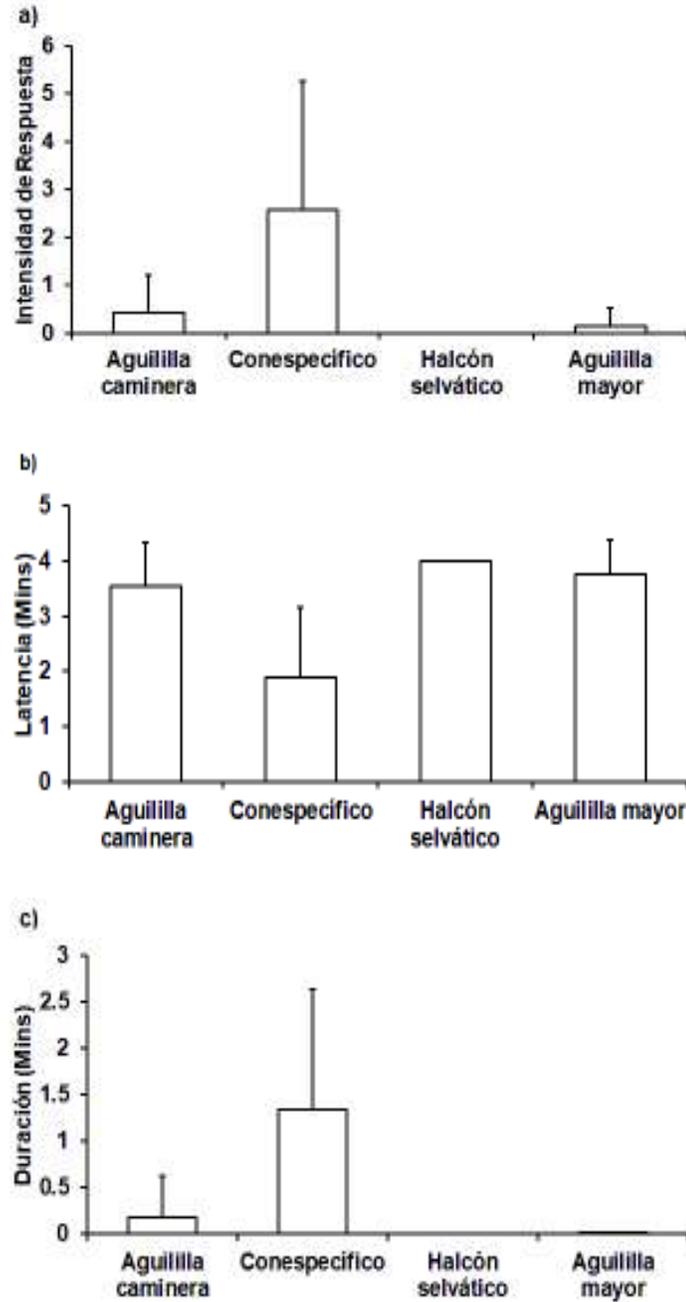


Figura 8. Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del gavilán zancón hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.

El aguililla gris respondió 18 veces a un total de 58 provocaciones auditivas y no mostró diferencias significativas en las tres variables de respuesta territorial hacia provocaciones de conespecíficos y otras especies de rapaces, ni en respuesta interespecífica entre especies simpátricas. Sin embargo, se puede observar una tendencia de mayor intensidad de respuesta, menor latencia y mayor duración de respuesta hacia provocaciones de conespecíficos que hacia provocaciones de las rapaces simpátricas (Figura 9).

Por otra parte, el aguililla caminera respondió 25 veces a un total de 74 provocaciones auditivas. Se encontraron diferencias significativas en la intensidad ($F_{3, 25} = 17.6, P = 0.001$), latencia ($F_{3,25} = 19.4, P < 0.001$) y duración ($F_{3,25} = 21.4, P = 0.001$) de respuesta entre las provocaciones de conespecíficos y rapaces simpátricas. La respuesta del aguililla caminera hacia provocaciones de conespecíficos fue significativamente diferente de su respuesta territorial hacia el aguililla negra mayor (Intensidad: $q = 3.35, P < 0.05$; Latencia: $q = -3.14, P < 0.05$; Duración: $q = -3.77, P < 0.05$), y solo en la duración de respuesta comparado con el halcón selvático de collar ($q = -1.98, P < 0.05$). En general el aguililla caminera mostró mayor intensidad de respuesta, menor latencia y mayor duración de respuesta hacia provocaciones de conespecíficos comparado con la respuesta hacia provocaciones del aguililla negra mayor y el halcón selvático de collar (Figura 10). Para esta especie se registró respuesta territorial en pareja, desplazamiento hacia la bocina y vocalizaciones solo en las respuestas a las provocaciones auditivas de conespecíficos.

Considerando únicamente la respuesta territorial interespecífica del aguililla caminera, se determinó que hubo diferencias significativas en la intensidad ($F_{2,25} = 16.8, P < 0.001$), latencia ($F_{2,25} = 17.4, P < 0.001$) y duración ($F_{2,25} = 21.5, P < 0.001$) de respuesta entre especies de rapaces simpátricas. En este caso, la respuesta territorial del aguililla caminera hacia provocaciones del aguililla gris difirió significativamente de su respuesta a provocaciones del aguililla negra mayor (Intensidad: $q = -3.7, P < 0.05$; Latencia: $q = 4.61, P < 0.05$; Duración: $q = -4.90, P < 0.05$) y el halcón selvático de collar (Latencia: $q = -1.36, P < 0.05$; Duración: $q = -4.22, P < 0.05$). En general, el aguililla caminera mostró significativamente mayor respuesta territorial hacia el aguililla gris con mayor intensidad, menor latencia y mayor duración comparado con su respuesta territorial hacia el aguililla negra mayor y el halcón selvático de collar (Figura 10).

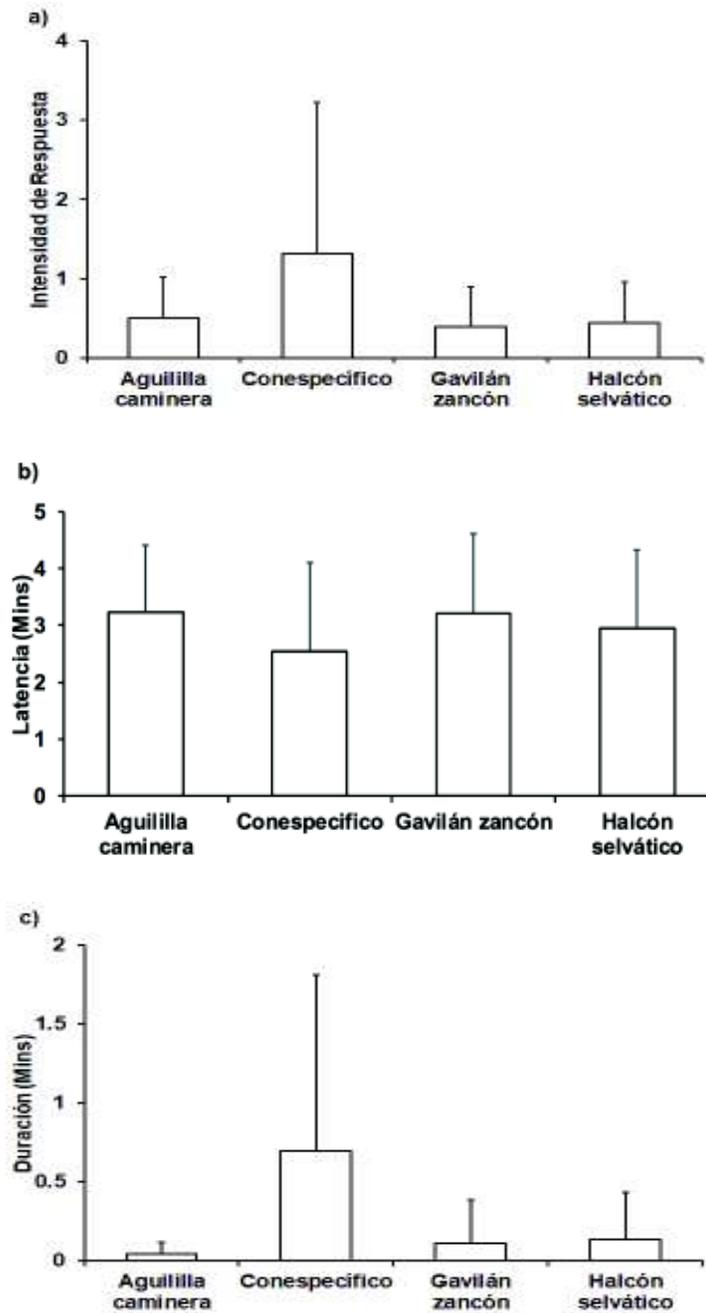


Figura 9. Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del aguililla gris hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.

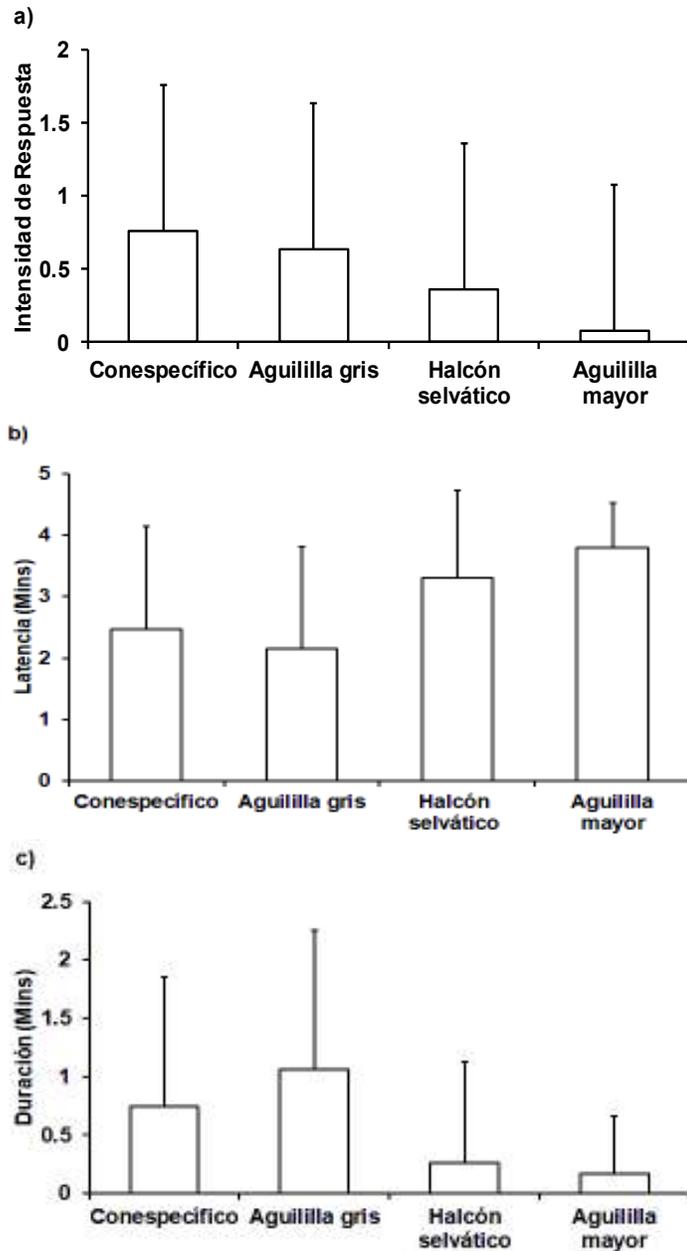


Figura 10. Promedio (\pm DE) de a) intensidad del tipo de respuesta territorial, b) latencia y c) duración de la respuesta territorial del aguililla caminera hacia provocaciones de conespecíficos y de rapaces simpátricas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México.

V.6. Variables que influyen en la respuesta territorial

La similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos medida como distancia Euclideana no influyó de manera significativa en las tres variables de respuesta territorial (intensidad, latencia, duración) para el halcón selvático de collar, y el gavilán zancón. Por otro lado, el aguililla caminera mostró significativamente mayor territorialidad (Intensidad: $R^2_{14} = 0.668$, $P < 0.01$; Latencia: $R^2_{14} = 0.516$, $P < 0.01$; Duración: $R^2_{14} = 0.298$, $P < 0.05$) hacia especies de menor distancia Euclideana, indicando mayor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos. De igual manera, el aguililla gris mostró significativamente mayor intensidad de respuesta territorial ($R^2_{14} = 0.336$, $P < 0.05$) hacia especies de menor distancia Euclideana, o con mayor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos. Lo anterior indica que la respuesta territorial en estas dos especies está influenciada por la similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos. Sin embargo, en ambos casos el coeficiente de determinación fue débil o moderado, indicando que otros factores podrían influir en la respuesta territorial.

Por otro lado, los análisis GLM mostraron que para las cuatro especies de rapaces focales las variables específicas de tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza influyeron en su intensidad de respuesta territorial, pero de distinta manera.

Para el halcón selvático de collar, el modelo más explicativo incluyó las tres variables de tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza (Tabla 8). En particular, el halcón selvático de collar mostró mayor intensidad de respuesta territorial hacia especies con tipo de anidación en cavidades ($t_{11} = 2.42$, $P = 0.04$).

En el caso del gavilán zancón, el modelo más explicativo incluyó solo la variable de técnica de caza (Tabla 8). En particular se mostró mayor intensidad de respuesta territorial hacia rapaces que cazan por búsqueda y prueba ($t_7 = 3.85$, $P < 0.01$).

Por otro lado, para el aguililla gris el modelo lineal más explicativo incluyó las variables de tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza, las dos primeras fueron las variables con mayor importancia en el modelo (Tabla 8). En particular, la intensidad de respuesta

territorial del aguililla gris fue menor hacia especies de rapaces que anidan en cavidades ($t_{15} = -3.32$, $P < 0.01$), mientras que la intensidad de respuesta fue mayor hacia especies de mayor tamaño corporal ($t_{15} = 3.47$, $P < 0.01$).

Por último, para el aguililla caminera el modelo más explicativo incluyó las variables de tamaño corporal y tipo de anidación (Tabla 8). En particular, esta especie mostró menor intensidad de respuesta territorial hacia especies de mayor tamaño corporal ($t_{15} = -5.88$, $P < 0.01$).

Tabla 8. Resultados del Modelo Lineal Generalizado de intensidad de respuesta territorial por las rapaces focales en relación con rasgos biológicos y ecológicos de tamaño corporal, tipo de anidación y técnica de caza.

Rapaz Focal	Modelo completo AIC	Modelo más explicativo		Coeficiente estandarizado de variables en el modelo más explicativo		
		AIC	Devianza explicada	Tamaño corporal	Tipo de anidación	Técnica de caza
Halcón selvático de collar	10.5	10.5	49.4%	2.398	2.241*	2.888
Gavilán zancón	30.37	26.5	71.2%	NA	NA	1.46*
Aguililla gris	31.67	31.67	51.8%	0.862*	-0.945*	-0.282
Aguililla caminera	-5.31	-6.017	75%	-0.263*	-0.044	NA

* $P < 0.05$

VI. DISCUSIÓN

VI.1. Tamaño territorial y uso del hábitat por las rapaces focales

Nuestras estimaciones de tamaño territorial obtenidas durante los meses de febrero a marzo al inicio de la época reproductiva son similares a los reportados para el halcón selvático de collar y el aguililla gris, pero difieren a los reportados para el aguililla caminera y el gavilán zancón.

El tamaño territorial promedio de 228.7 ± 149.1 ha mostrado por el halcón selvático de collar en este estudio es similar al promedio de 230 ± 212.3 ha defendido durante la época reproductiva en el bosque perennifolio de Veracruz (Martínez-Ruíz *et al.*, 2016), y al promedio de 230.3 ± 212.3 ha defendido durante la época no reproductiva en la Reserva de Biosfera Chamela-Cuixmala (Domínguez, 2019). El tamaño territorio reportado en este estudio difiere de las 922 ha reportadas en Tikal, Guatemala calculados mediante la distancia entre nidos (Thorstrom, 2012). Posiblemente esta diferencia se deba a la metodología empleada en cada estudio.

Por otro lado, para el aguililla gris no existen estimaciones previas del tamaño territorial, sin embargo, Bibles *et al.* (2020) menciona que probablemente esta especie defiende el área total del ámbito hogareño, para el cual se ha estimado un promedio de 90.3 ha durante la época reproductiva en la zona ribereña del río San Pedro, sureste de Arizona (Bibles, 1999). Esto es similar al tamaño territorial de 108.5 ± 74.2 ha estimado para el aguililla gris en el presente estudio.

Por otra parte, el promedio de tamaño territorial mostrado para el aguililla caminera (96.7 ± 86.6 ha) y gavilán zancón (63.5 ha) en nuestro estudio difiere al mostrado durante la época reproductiva en Tikal, Guatemala, donde el aguililla caminera defendió el área de anidación con aproximadamente 200 metros de diámetro (Panasci, 2012), mientras, el gavilán zancón defendió un área dentro de 500 metros del nido (Sutter, 2012). Las estimaciones del área defendida para el gavilán zancón y el aguililla gris en Tikal se obtuvieron mediante la observación del comportamiento de individuos reproductores cerca del área de anidación (Panasci, 2012; Sutter, 2012). Posiblemente la diferencia del área defendida entre el gavilán zancón y el aguililla gris se deba a que nuestro estudio tuvo lugar al inicio de la época reproductiva cuando el

comportamiento agresivo podría ser más evidente (Pandolfi y Pino, 1992), pudiendo defender una mayor área. Por otro lado, las diferencias en el tamaño territorial también podrían deberse a la metodología empleada para determinar el área defendida. En Tikal se hicieron observaciones de comportamiento en el área de anidación, mientras que en nuestro estudio determinamos el tamaño territorial mediante provocaciones auditivas desde el centro de cada territorio.

Referente al uso del hábitat, las tres especies de rapaces focales de halcón selvático de collar, el gavilán zancón y el aguililla gris mostraron selección del bosque subcaducifolio al inicio de la época reproductiva. El halcón selvático de collar y el gavilán zancón son especies de rapaces consideradas de interior de bosque (del Hoyo *et al.*, 1994), mientras que el aguililla gris se ha observado usando la vegetación primaria de zonas riparias en la época reproductiva (Bibles, 1999). Otros estudios también han reportado al halcón selvático de collar en áreas con coberturas forestales altas (Zurita y Bellocq, 2007), además de que incluye mayor cobertura de bosque primario dentro de sus territorios (Martínez-Ruíz, 2021). Las tres especies de rapaces focales podrían estar utilizando más el bosque subcaducifolio por presentar árboles de mayor tamaño que proporcionan perchas o sitios de anidación. Estas rapaces se han reportado utilizando árboles grandes para anidar (Bibles, 1999; Thorstrom, 2012; Sutter, 2012). El halcón selvático de collar anida en cavidades naturales amplias que se encuentran en árboles grandes (Thorstrom, 2012), mientras, el gavilán zancón y aguililla gris construyen nidos en el dosel de árboles grandes (Bibles, 1999; Sutter, 2012), frecuentemente encontrados en el bosque subcaducifolio. Por otro lado, durante la época reproductiva, el gavilán zancón y aguililla gris utilizan árboles altos para cazar (Bibles, 1999; Sutter *et al.*, 2001). En este sentido, la selección del bosque subcaducifolio podría explicar la elevada territorialidad interespecífica mostrada por el halcón selvático de collar, gavilán zancón y aguililla gris, especies que seleccionaron bosque subcaducifolio. Asimismo, la selección del bosque subcaducifolio podría explicar el alto solapamiento territorial mostrado por el gavilán zancón y aguililla gris hacia los territorios del halcón selvático de collar. La selección del bosque subcaducifolio por la mayoría de las rapaces focales destaca la importancia de conservar áreas de vegetación de bosque primario con árboles de gran tamaño para mantener las dinámicas poblacionales de rapaces diurnas. Finalmente, los requerimientos del uso del espacio defendido por las rapaces se podría utilizar

para determinar el área destinada para su protección, ya que el tamaño de una reserva debería ser al menos 10 veces el área del territorio o ámbito hogareño de la especie más grande (Thiollay y Meyburg, 1988).

VI.2. Respuesta territorial

Al inicio de la época reproductiva, las especies de rapaces focales de halcón selvático de collar, gavián zancón y aguililla gris presentaron mayor respuesta territorial intraespecífica que interespecífica. Nuestros resultados coinciden con otros estudios que reportan mayor territorialidad intraespecífica durante la época reproductiva en rapaces diurnas de zonas templadas (García y Arroyo, 2002; Krüger, 2002; Katzner *et al.*, 2003). Al igual que en las rapaces de zonas templadas, la territorialidad intraespecífica mostrada por las rapaces focales puede ser el principal factor que reduce el solapamiento de territorios entre conespecíficos.

En general, las especies de rapaces focales presentaron algún grado de territorialidad interespecífica hacia especies de rapaces simpátricas, aunque esto solo fue significativo para el aguililla caminera, para la cual se observó mayor intensidad, latencia y duración de respuesta territorial a menor similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos. Aun así, para varias de las especies de rapaces focales, la intensidad de respuesta territorial estuvo asociada con rasgos biológicos y requerimientos ecológicos específicos de tamaño corporal, tipo de anidación, y técnica de caza. Esto coincide con lo reportado con rapaces de zonas templadas, las cuales muestran territorialidad interespecífica hacia rapaces simpátricas con similitud en rasgos biológicos y requerimientos ecológicos específicos (Ogden, 1975; Nilsson, 1984; Bertran y Margalida, 2002). Para el halcón selvático de collar, gavián zancón y aguililla gris, especies que mostraron selección para el bosque subcaducifolio, los rasgos específicos de tipo de anidación y técnica de caza influyeron significativamente en su intensidad de respuesta territorial. Lo anterior posiblemente se puede deber a que las rapaces defienden recursos como árboles grandes para anidar o perchas para cazar, los cuales se encuentran en el bosque subcaducifolio. Nuestros resultados apoyan lo reportado en Finlandia, donde Hakkarainen *et al.* (2004) suponen una alta competencia de interferencia interespecífica entre el azor común

(*Accipiter gentilis*) y el busardo ratonero (*Buteo buteo*), los cuales mostraron solapamiento en territorios de anidación y uso de hábitat similar.

En general las especies de rapaces focales mostraron una elevada territorialidad intraespecífica y bajo solapamiento territorial mostrado hacia conespecíficos. Por lo anterior, sugerimos que la territorialidad intraespecífica podría ser un factor muy importante que regula la distribución espacial de los territorios en el ensamble de rapaces diurnas neotropicales de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Además, consideramos que la territorialidad interespecífica puede estar relacionada a características del hábitat seleccionado como sitios de anidación o perchas para cazar. Por otro lado, la territorialidad intra e interespecífica puede ser una valiosa herramienta para determinar el tamaño territorial. Nuestros resultados de tamaño de territorio pueden ser utilizados para conservar estas áreas prioritarias para estos depredadores tope que se encuentran altamente amenazados.

VII. CONCLUSIONES

- Las rapaces focales presentaron mayor territorialidad intraespecífica que interespecífica.
- Hubo poco solapamiento entre territorios de conespecíficos para las rapaces focales, lo que indica que la territorialidad intraespecífica podría determinar la distribución espacial de los territorios de las rapaces focales.
- Varias de las rapaces focales mostraron selección para el bosque subcaducifolio al inicio de la temporada reproductiva, ya que esto podría proporcionar recursos de sitios de anidación y perchas para caza.
- La selección del mismo hábitat por las rapaces focales podría explicar el alto grado de solapamiento territorial interespecífico.
- La territorialidad interespecífica mostrada por cada rapaz focal podría estar relacionada a rasgos biológicos y/o requerimientos ecológicos específicos asociados al hábitat seleccionado.

VIII. RECOMENDACIONES

Nuestros resultados de selección de hábitat nos indica que el bosque subcaducifolio es importante para el ensamble de rapaces neotropicales de la reserva de biosfera Chamela-Cuixmala. Por lo que se recomienda conservar áreas de bosque subcaducifolio en toda su distribución para el beneficio de las aves rapaces. Por otro lado, se recomienda que se realicen más estudios sobre el comportamiento territorial intra e interespecífica, donde se involucren nuevas variables para conocer las características ecológicas y/o biológicas que influyen en la respuesta territorial de las especies de rapaces diurnas neotropicales. Además, estos estudios deberán medir el tamaño del territorio y el solapamiento entre especies simpátricas para conocer si los territorios se distribuyen de manera uniforme.

IX. LITERATURA CITADA

- Aebischer, N., P. Roberson y R. Kenward. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74:1313–1325.
- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on automatic control* 19:716–723.
- Alvarado, S. A., R. Figueroa, P. Vallarta, P. Carrasco-Lagos y R. A. Moreno. 2015. Aves Rapaces de la Región Metropolitana de Santiago de Chile. 60–114 p. En: Alvarado, S. A., Figueroa, R., Vallarta, P., Carrasco-Lagos, P. y Moreno, R. A. (Eds.). *Aves Rapaces de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Universidad de Chile*. Santiago, Chile.
- Arizmendi, M. C., H. Berlanga, L. Martínez-Valdelama, L. Navarajo y F. Ornelas. 1990. Avifauna de la Región de Chamela, Jalisco. Cuaderno No. 4. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Barkley, B. 2020. Laughing Falcon (*Herpetotheres cachinnans*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/laufal1/cur/introduction>).
- Bednarz, J. C. 1995. Harris's Hawk (*Parabuteo unicinctus*). 1–24 p. En: Poole, A. y Gill, F. (Eds.). *The Birds of North America* No. 146. Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Pennsylvania, and American Ornithologists' Union. Washington DC, United State of America.
- Berestycki, H. y A. Zilio. 2019. Predator-prey models with competition: the emergence of territoriality. *The American Naturalist* 193:436–446.
- Berger, K. M. y E. M. Gese. 2007. Does interference competition with wolves limit the distribution and abundance of coyotes?. *Journal of Animal Ecology* 76:1075–1085.
- Bergo, G. 1987. Territorial behavior of Golden Eagles in western Norway. *British Birds* 80:361–376.
- Bertran, J. y A. Margalida. 2002. Territorial behavior of Bearded vultures in response to Griffon Vultures. *Journal of Field Ornithology* 73:86–90.
- Bibby, C. J., N. D. Burgess, D. A. Hill y S. Mustoe. 2000. *Bird Census Techniques*. Academic Press. London, England.
- Bibles, B. D. 1999. The relationship between productivity and habitat quality in gray hawks. Doctoral thesis. University of Arizona. Graduate Collage. Tucson, Arizona, United State of America.
- Bibles, B. D., R. L. Glinski y R. R. Johnson. 2020. Gray Hawk (*Buteo plagiatus*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/gryhaw2/cur/introduction>).

- Bierregaard, R. O. y G. M. Kirwan. 2020. Bat Falcon (*Falco rufigularis*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/batfall/cur/introduction>).
- Bierregaard, R. O., G. M. Kirwan y P. F. D. Boesman. 2020a. Black-Collared Hawk (*Busarellus nigricollis*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/blchaw1/cur/introduction>).
- Bierregaard, R. O., G. M. Kirwan y P. F. D. Boesman. 2020b. Collared Forest-Falcon (*Micrastur semitorquatus*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/coffal1/cur/introduction>).
- Bierregaard, R. O., P. F. D. Boesman, J. S. Marks y G. M. Kirwan. 2020c. Crane Hawk (*Geranospiza caerulescens*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/crahaw/cur/introduction>).
- Bierregaard, R. O., J. del Hoyo, G. M. Kirwan, N. Collar, J. S. Marks y C. J. Sharpe. 2020d. Hook-billed Kite (*Chondrohierax uncinatus*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/hobkit/cur/introduction>).
- Bierregaard, R. O., P. F. D. Boesman y G. M. Kirwan. 2020f. Roadside Hawk (*Rupornis magnirostris*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/roahaw/cur/introduction>).
- Bildstein, K. L. 2004. Raptor migration in the Neotropics: patterns, processes and consequences. *Ornitología Neotropical* 15:83–99.
- Bildstein, K. L. 2018. Raptor Migration. 123–138 p. En: Sarasola, J. H., Grande, J. M. y Negro, J. J. (Eds.). *Birds of Prey: Biology and Conservation in the XXI Century*. Springer. Switzerland.
- Blanco-Pérez, E. 2018. Notas sobre comportamiento asociado a la alimentación de una pareja reproductora del Gavilán Habado *Rupornis magnirostris* en un área urbana de Caracas, Venezuela. *Revista Venezolana de Ornitología* 8:64–68.
- Block, W. M. y L. A. Brennan. 1993. The Habitat Concept in Ornithology: Theory and Applications. 35–91 p. En: Power D. M. (Ed.). *Current Ornithology*, Springer. Boston, Massachusetts, United States of America.
- Brown, L. y D. Amadon. 1968. *Eagles, Hawks and Falcons of the World*. McGraw-Hill. New York, United State of America.
- Brown, J. L. y G. H. Orians. 1970. Spacing patterns in mobile animals. *Annual Review of Ecology and Systematic* 1:239–262.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Archives for Meteorology, Geophysics, and Bioclimatology Series B* 36:297–316.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst y P.R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management* 48:1050–1053.
- Calenge, C. 2020. Analysis of Habitat Selection by Animals, Package "adehabitatHS". *Cran R* 538:1-67.

- Carrete, M., J. A. Sánchez-Zapata, J. F. Calvo y R. Lande. 2005. Demography and habitat availability in territorial occupancy of two competing species. *Oikos* 108:125–136.
- Carvalho, F. E. P. M., M. Canuto y G. Zorzín. 2006. Biología reproductiva e dieta do gavião preto (*Buteogallus u. urubitinga*: Accipitridae) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14:445–448.
- Ceballos, G., A. Szekely, A. García, P. Rodríguez y F. Noguera. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Instituto Nacional de Ecología. Semarnat. Ciudad de México, México.
- Clark, W. S. y N. J. Schmitt. 2017. *Raptors of Mexico and Central America*. Princeton University Press. New Jersey, United State of America.
- Couve, E. y C. Vidal. 2003. *Birds of Patagonia, Tierra del Fuego and Antarctic Peninsula, the Falkland Islands and South Georgia*. Editorial Fantástico Sur. Punta Arenas, Chile.
- Dale, S. y N. Manceau. 2003. Habitat selection of two locally sympatric species of *Emberiza* buntings (*E. citrinella* and *E. hortulana*). *Journal für Ornithologie* 144:58–68.
- del Hoyo, J., A. Elliot y J. Sargatal. 1994. *Handbook of the Birds of the World Vol 2*. Lynx editions. Barcelona, España.
- Di Giacomo, A. G. 2000. Nidificación de algunas rapaces poco conocidas en el Chaco Oriental argentino. *Hornero* 15:135–139.
- Domínguez, A. 2019. Territorialidad y selección del hábitat del halcón selvático de collar *Micrastur semitorquatus* en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Hermosillo, Sonora, México.
- Donázar, J., A. Cortés-Avizanda, J. A. Fargallo, A. Margalida, M. Moleón, Z. Morales-Reyes, R. Moreno-Opo, J. M. Pérez-García, J. A. Sánchez-Zapata, I. Zuberogoitia y D. Serrano. 2016. Roles of raptors in a changing world: from flagships to providers of key ecosystem services. *Ardeola* 63:181–234.
- Dunning, J. B. 2008. *CRC Handbook of avian body masses*. CRC Press, New York. New York, USA.
- Dunk, J. R. 2020. White-tailed Kite (*Elanus leucurus*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/whtkit/cur/introduction>).
- Dwyer, J. F. y J. C. Bednarz. 2020. Harris's Hawk (*Parabuteo unicinctus*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/hrshaw/cur/introduction>).
- Emlen, J. T. 1957. Defended area? A critique of the territory concept and conventional thinking. *Ibis* 99:352.
- ESRI. 2011. *ArcGis Desktop: Release 10.2*. Redlands, CA: Environmental System Research Institute.

- Farabaugh, S. M. 1982. The Ecological and Social Significance of Duetting. 85–124 p. En: Kroodsma, D. E. y Miller, E. H. (Eds.). *Acoustic Communication in Birds*. Volume 2. Academic Press. New York, United State of America.
- Ferguson–Lees, J. y D. A. Christie. 2001. *Raptors of the World*. Princeton University Press. Nueva Jersey, United State of America.
- Figuroa, R. A. y D. González Acuña. 2006. Prey of the Harris's Hawk (*Parabuteo unicinctus*) in a suburban area of southern Chile. *Journal of Raptor Research* 40:164–168.
- Fjeldsa, J. y N. Krabbe. 1990. *Birds of the High Andes*. Apollo Books. Svendborg, Dinamarca.
- García, J. T. y B. E. Arroyo. 2002: Intra- and interspecific agonistic behaviour in sympatric harriers during the breeding season. *Animal Behaviour* 64:77–84.
- Gatto, A. E., T. G. Grubb y C. L. Chambers. 2005. Red-Tailed Hawks dietary overlap with Goshawks on the kaibab plateau, Arizona. *Journal Raptor Research* 39:439–444.
- Gerhardt, R., G. Nathaniel, E. Seavy y R. A. Madrid. 2012. Great Black Hawk. 141–151 p. En: Whitacre, D (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca. New York, United States of America.
- Gerstell, A. T. y J. C. Bednarz. 1999. Competition and patterns of resource use by two sympatric raptors. *The Condor* 101:557–565.
- Glinski, R. L. 1998. *The Raptors of Arizona*. University Arizona Press. Tucson, Arizona, United State of America.
- Global Raptor Information Network. global.raptor.org. Report update July 30, 2020. (http://www.globalraptors.org/grin/indexAlt_ORIGINAL.asp).
- González-Acuña, D., E. Briones, K. Ardiles, G. Valenzuela–Dellarossa, S. Corales y R. A. Figuroa. 2009. Seasonal variation in the diet of the White-tailed kite (*Elanus leucurus*) in a suburban area of southern Chile. *Journal of Raptor Research* 43:134–141.
- Google Earth. 2021. Google Earth. October 10, 2020. (<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>).
- Gordon, D. 1997. The population consequences of territorial behavior. *Trends in Ecology and Evolution* 12:63–66.
- Grossman, M. L. y H. Hamlet. 1964. *Birds of Prey of the World*. New York: Bonanza Books. New York, United State of America.
- Haanel, G. J., L. C. Smith y H. B. John-Alder. 2003. Home-range analysis in *Sceloporus undulates* (Eastern fence lizard). I. Spacing patterns and the context of territorial behavior. *Copeia* 1:99–112.
- Hairston, N. G., F. E. Smith y L. B. Slobodkin. 1960. Community structure, population control, and competition. *The American Naturalist* 94:421–425.
- Hakkarainen, H. y E. Korpimäki. 1996. Competitive and predatory interactions among raptors: an observational and experimental study. *Ecology* 77:1134–1142.

- Hakkarainen, H., S. Mykra, S. Kurki, R. Tornberg y S. Jugell. 2004. Competitive interactions among raptors in boreal forests. *Oecologia* 141:420–424.
- Haverschmidt, F. 1962. Notes on the feeding habits food of some hawks of Surinam. *The Condor* 64:154–158.
- Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy* 30:1–18.
- Hill, B. G. y M. R. Lein. 1989. Territory overlap and habitat use of sympatric chickadees. *The Auk* 106: 259–268.
- Holt, R. D. y G. A. Polis. 1997. A theoretical framework for intraguild predation. *The American Naturalist* 149:745–764.
- Hoover, S. L. y M. L. Morrison. 2005. Behavior of Red-Tailed Hawks in a wind turbine development. *Journal of Wildlife Management* 69:150–159.
- Howell, S. N. G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford, United State of America.
- Hughes, J. 2021. Helper functions for regression analysis, Package ‘reghelper’. *Cran R* 538:1–25.
- Hutto, R. L. 1985. Habitat Selection by Nonbreeding, Migratory Land Birds. 455–476 p. En: Cody, M. L. (Ed), *Habitat Selection in Birds*. Academic Press. New York, United State of America.
- Ingels, J., A. Chassangneux, V. Pelletier y V. Rufaray. 2016. Black-collared Hawk *Busarellus nigricollis* in French Guiana: distribution, population size and breeding biology. *Revista Brasileira de Ornitologia* 24:293–299.
- Jaksic, F. M., R. Rozzi, A. Labra y J. E. Jiménez. 1987. The hunting of Black-Shouldered Kites (*Elanus leucurus*) in central Chile. *The Condor* 89:907–911.
- Janes, W. S. 1985. Habitat Selection in Raptorial Birds. 159–188 p. En Cody, M. L. (Ed.). *Habitat Selection in Birds*. Academic Press. London, United Kingdom.
- Jiménez, J. E. y F. M. Jaksic. 1993. Observations on the comparative behavioral ecology of Harris’ Hawk in central Chile. *Journal of Raptor Research* 27:143–148.
- Johnsgard, P. A. 1990. *Hawks, Eagles & Falcons of North America, Biology and Natural History*. Smithsonian Institution Press. Washington and London, United States of America.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65–71.
- Johnson, M. D. 2007. Measuring habitat quality: a review. *The Condor* 109:489–504.
- Johnson, N. K. y H. J. Peeters. 1963. Systematics of Buteo hawks. *The Auk* 80:417–46.
- Jones, J. 2001. Habitat selection in avian ecology a critical review. *The Auk* 118:557–562.
- Jullien, M. y J. M. Thiollay. 1996. Effects of rain forest disturbance and fragmentation comparative changes of the raptor community along natural and human-made gradients in French Guiana. *Journal of Biogeography* 23:7–25.

- Katzner, T. E., E. A. Bragin, S. T. Knick y A. T. Smith. 2003. Coexistence in a multispecies assemblage of eagle in central Asia. *The Condor* 105:538–551.
- Kindt, R. 2021. Package for Community Ecology and Suitability Analysis, Package ‘BiodiversityR’. *Cran R* 538:1–25.
- Kong, D., W. Luo, Q. Liu, Z. Li, G. Huan, J. Zhang y X. Yang. 2008. Habitat use, preference, and utilization distribution of two crane species (Genus: *Grus*) in Huize National Nature Reserve, Yunnan-Guizhou Plateau, China. *PeerJ* 6: e5105.
- Kostrzewa, A. 1991. Interspecific interference competition in three European raptor species. *Ethology Ecology and Evolution* 3:127–143.
- Krueger, O. 1997. Population density and intra- and interspecific competition of the African Fish Eagle *Haliaeetus vocifer* in Kyambura Game Reserve, southwest Uganda. *Ibis* 139:19–24.
- Krüger, O. 2002. Interactions between Common Buzzard *Buteo buteo* and Goshawk *Accipiter gentilis*: trade-offs revealed by a field experiment. *Oikos* 96:441–452.
- La Porte, A. M., R. W. Mannan y S. Brewer. 2020. Riparian conservation facilitated expansion of Gray Hawks. *The Journal of Wildlife Management* 84:911–920.
- Labuschagne, L., L. H. Swanepoel, P. J. Taylor, S. R. Belmain y M. Keith. 2016. Are avian predators effective biological control agents for rodent pest management in agricultural systems?. *Biological Control* 101:94–102.
- Lack, D. 1946. Competition for food by birds of prey. *The Journal of Animal Ecology* 15:123–129.
- Langley, W. 2015. Landscape differences around nests of Great-horned Owls and Red-tailed Hawks. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 118:105–112.
- Langmore, N. E. 1998. Functions of duet and solo songs of female birds. *Trends in Ecology and Evolution* 13:136–140.
- Leveau, L. M., C. M. Leveau y F. J. Pardiñas. 2002. Dieta del milano (*Elanus leucurus*) en Argentina. *Ornitología Neotropical* 13:307–311.
- Leyhe, J. E. y G. Ritchison. 2004. Perch sites and hunting behavior of Red-tailed Hawks (*Buteo jamaicensis*). *Journal of Raptor Research* 38:19–25.
- Lopes, L. E., A. M. Fernandes, M. C. I. Medeiros y M. A. Marini. 2016. A classification scheme for avian diet types. *Journal Field Ornithology* 87:309–322.
- Loranca-Bravo, S. J. y R. Rodríguez-Estrella. 2017. Ampliación en la distribución geográfica y reproductiva del milano cola blanca *Elanus leucurus* en el centro-oriente de México. *Acta Zoológica Mexicana* 33:518–526.
- Lott, E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay region, Jalisco, Mexico. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 148:1–60.
- Lott, E. J., J. A. Bullock y J. A. Solis-Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228–235.

- Lourenço, R., V. Penteriani, J. E. Rabaça y E. Korpimäki. 2013. Lethal interactions among vertebrate top predators a review of concepts, assumptions and terminology. *Biological Reviews* 89:270–283.
- Loures–Ribeiro, A. y L. dos Anjos. 2006. Falconiformes assemblages in a fragmented landscape of the Atlantic forest in southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49:149–162.
- Maass, J. M., P. Balvanera, A. Castillo, G. C. Daily, H. A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V. J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala y J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific coast of Mexico. *Ecology and Society* 10:10–17.
- Mader, W. J. 1978. A comparative nesting study of Red-tailed Hawks and Harris Hawks in southern Arizona. *The Auk* 95:327–337.
- Maher, C. R. y D. F. Lott. 1995. Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal Behavior* 49:1581–1597.
- Malan, G. y A. R. Jenkins. 1996. Territory and nest defense in polyandrous pale chanting goshawks do co-breeders help. *South African Journal of Zoology* 31:170–176.
- Manley, S. W., J. M. Lee, R. S. Fuller, J. P. Carroll y L. A. Brennan. 2000. Comparison of two methods for quantifying Northern Bobwhite habitat use. *National Quail Symposium Proceedings* 4:213–218.
- Margalida, A. y J. Bertran. 2005. Territorial defense and agonistic behaviour of breeding Bearded Vultures *Gypaetus barbatus* toward conspecifics and heterospecifics. *Ethology Ecology & Evolution* 17:51–63.
- Márquez, C., M. Bechard, F. Gast y V. H. Vanegas. 2005. Aves rapaces diurnas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, D.C. Colombia.
- Martínez, J. E., J. A. Martínez, I. Zuberogoita, J. Zabala, S. M. Redpath y J. F. Calvo. 2008. The effect of intra- and interspecific interactions on the large-scale distribution of cliff-nesting raptors. *Ornis Fennica* 85:13–21.
- Martínez–Ruíz, M., V. Arroyo-Rodríguez, I. Franch-Pardo y K. Renton. 2020. Patterns and drivers of the scale of effect of landscape structure on diurnal raptors in a fragmented tropical dry forest. *Landscape Ecology* 35:1309–1322.
- Martínez–Ruiz, M., P. Escalante y K. Renton. 2016. Forest cover influences territoriality of Collared Forest-falcons in a modified landscape of tropical moist forest. *Journal of Raptor Research* 50:404–415.
- Martínez–Ruiz, M. y K. Renton. 2018. Habitat heterogeneity facilitates resilience of diurnal raptor communities to hurricane disturbance. *Forest Ecology and Management* 426:134–144.

- Martínez–Ruiz, M. 2021. Habitat use and selection by the Collared Forest-falcon (*Micrastur semitorquatus*) in the tropical rainforest of Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Mexico. *Journal of Raptor Research* 55:201–210.
- McClure, C. J., J. R. Westrip, J. A. Johnson, S. E. Schulwitz, M. Z. Virani, R. Davies y R. Buij. 2018. State of the world's raptors: distributions, threats, and conservation recommendations. *Biological Conservation* 227:390–402.
- Miller, K. E. y K. D. Meyer. 2020. Short-tailed Hawk (*Buteo brachyurus*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/shthaw/cur/introduction>).
- Monsalvo, J. A. B., N. M. Heming y M. Â. Marini. 2018. Breeding biology of Neotropical Accipitriformes: current knowledge and research priorities. *Revista Brasileira de Ornitologia* 26:151–186.
- Monroe, B. L. 1968. A distributional survey of the birds of Honduras: Ornithological Monograph No. 7, American Ornithologist's Union. Allen Press. Kansas City, United State of America.
- Morrison, J. L. y J. F. Dwyer. 2020. Crested Caracara (*Caracara cheriway*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/crecar1/cur/introduction>).
- Morrison, J. L. y K. E. Pias. 2006. Assessing the vertebrate component of the diet of Florida's Crested Caracaras (*Caracara cheriway*). *Florida Scientist* 69:36–43.
- Morton, E. y B. Stutchbury. 2001. *Behavioral Ecology of Tropical Birds*. Academic Press. San Diego, United State of America.
- Mougeot, F. 2000. Territorial intrusions and copulation patterns in Red Kites, *Milvus milvus*, in relation to breeding density. *Animal Behaviour* 59:633–642.
- Moulton, C. E., R. S. Brady y J. R. Belthoff. 2004. Territory defense of nesting Burrowing Owls: responses to simulated conspecific intrusion. *Journal of Field Ornithology* 75:288–295.
- Murphy, R. K. 1997. Prey of nesting Red-tailed Hawks and Great Horned Owls on Lostwood National Wildlife Refuge, northwestern North Dakota. *Blue Jay* 55:145–148.
- Nelder, J. A. y W. M. Wedderburn. 1972. Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* 135:370–384.
- Newton, I. 1979. *Population Ecology of Raptors*. Buteo Books. Vermillion, South Dakota, United State of America.
- Nilsson, I. N. 1984. Prey weight, food overlap, and reproductive output of potentially competing long-eared and tawny owls. *Ornis Scandinavica* 15:176–182.
- Noguera, F., J. H. Vega, A. N. García y M. Quesada. 2002. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Nolet, B. A. y F. Rosell. 1994. Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *Canadian Journal Zoology* 72:1227–1237.

- Oberholser, H. C. 1974. The bird life of Texas. University Texas Press. Texas, United State of America.
- O'Bryan, C., A. R. Braczkowski, H. L. Beyer, N. H. Carter, J. E. M. Watson y E. McDonald-Madden. 2018. The contribution of predators and scavengers to human well-being. *Nature Ecology and Evolution* 2:229–237.
- Odum, E. P. y E. J. Kuenzler. 1955. Measurement of territory and home range size in birds. *The Auk* 72:128–137.
- Ogden, J. C. 1975. Effects of Bald Eagle territoriality on nesting Ospreys. *The Wilson Bulletin* 87:496–505.
- Olog, C. C. 1985. Status of wet forest raptors in northern Argentina. ICBP Technical Publication 5:191–197.
- Orians, G. H. y M. F. Wilson. 1964. Interspecific territories of birds. *Ecology* 45:736–745.
- Palacio, F. X., M. J. Apodaca y J. V. Crisci. 2020. Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R. Vazquez Mazzini. Buenos Aires, Argentina.
- Panasci, T. 2012. Roadside Hawk. 152–163 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca. New York, United States of America.
- Panasci, T. A. y D. F. Whitacre. 2000. Diet and foraging behavior of nesting Roadside Hawks in Petén, Guatemala. *Wilson Bulletin* 112:555–558.
- Pandolfi, M. y P. R. Pino. 1992. Aggressive behaviour in Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) during the breeding season. *Bollettino di Zoologia* 59:57–61.
- Parker, M. N., A. M. Enamorado y M. Lima. 2012. Laughing Falcon. 265–280 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca. New York, United States of America.
- Parker, M. N. y D. F. Whitacre. 2012. Bat Falcon. 281–295 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca. New York, United States of America.
- Posso, S. R., F. B. Cintra y J. Frias. 2012. Temporal influence on foraging strategies, territoriality and nomadic tendencies of Snail Kite, *Rostramus sociabilis* (Viellot, 1817) in an urban Neotropical wetland. *Brazilian Journal Biology* 72:235–241.
- Pulliam, H. R. y B. J. Danielson. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: A landscape perspective on population-dynamics. *The American Naturalist* 137:S50–S66.
- Preston, C. R. y R. D. Beane. 2020. Red-tailed Hawk (*Buteo jamaicensis*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/rethaw/cur/introduction>).
- R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

- Rebollo, S., S. Martínez-Hestekamp, G. García-Salgado, L. Pérez-Camacho, J. Fernández-Pereira y J. Jenness. 2017. Spatial relationships and mechanisms of coexistence between dominant and subordinate top predators. *Journal of Avian Biology* 48:1226–1237.
- Ripley, B., B. Venables, D. M. Bates, K. Hornik, A. Gebhardt y D. Firth. 2021. Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS, Package 'MASS'. *Cran R* 538:113–120.
- Rizkalla, C. E., J. Therien y A. Savage. 2009. Observations of nesting Short-tailed Hawks (*Buteo brachyurus*) in central Florida. *Florida Ornithological Society* 37:1–32.
- Robinson, S. K. 1994. Habitat selection and foraging ecology of raptors in Amazonian Peru. *Biotropica* 26:443–458.
- Rodríguez, B., A. Rodríguez, F. Siveri y M. Siverio. 2017. Factors affecting the spatial distribution and breeding habitat of an insular cliff-nesting raptor community. *Current Zoology* 64:173–181.
- Rodríguez–Estrella, R. y L.B. Rivera. 1997. Crested Caracara food habits in the Cape Region of Baja California, Mexico. *Journal of Raptor Research* 31:228–233.
- Rolando, A. 2002. On the ecology of home range in birds. *Revue d'Ecologie* 57:53–73.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Ciudad de México, México.
- Sadoti, G. 2012. Nesting ecology of Common Black-Hawks in relation to landscape features. *Journal of Raptor Research* 46:296–303.
- Salvador, S. 2012. Dieta del gavilán mixto (*Parabuteo u. unicinctus*) en villa María, Córdoba, Argentina. *Nuestras Aves* 57:21–23.
- Santana, E. y S. A. Temple. 1988. Breeding biology and diet of Red-tailed Hawks in Puerto Rico. *Biotropica* 20:151–160.
- Santander, F. J., S. A. Alvarado, P.A. Ramírez y R. A. Figueroa. 2011. Prey of Harris' Hawks (*Parabuteo unicinctus*) during Autumn and Winter in a coastal area of central Chile. *The Southwestern Naturalist* 56:417–422.
- Sarasola, J. H., M. A. Santillan y M. A. Galmes. 2007. Comparison of food habits and prey selection of White-tailed Kite *Elanus leucurus*, between natural and disturbed areas in central Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 42:85–91.
- Sarasola, J. H., J. M. Grande y M. J. Bechard. 2018. Conservation Status of Neotropical Raptors. 373–394 p. En: Sarasola, J. H., Grande, J. M. y Negro, J. J. (Eds.). *Birds of Prey: Biology and Conservation in the XXI Century*. Springer. Switzerland.
- Sarasola, J. H., J. J. Negro, V. Salvador y J. J. Maceda. 2005. Hailstorms as a cause of mass mortality of Swainson's Hawks in their wintering grounds. *Journal of Wildlife Diseases* 41:643–646.
- Sergio, F., F. Rizzolli, L. Marchesi y P. Pedrini 2004. The importance of interspecific interactions for breeding site selection: Peregrine falcons seek proximity to raven nests. *Ecography* 27:818–826.

- Schnell, J. H. 1977. Behavior and Ecology of the Black Hawk (*Buteogallus anthracinus*) in Aravaipa Canyon (Graham/Pinal Counties) Arizona. Second progress report to the BLM.
- Schnell, J. H. 1979. Black Hawk. Habitat Management Series for Unique or Endangered Species. USDI Bureau of Land Management, Technical Note No. 18, Denver, Colorado, United State of America.
- Schnell, J. H. 1998. Common Black-Hawk. 73–76 p. En: Glinski, R. L. (Ed.). The Raptors of Arizona. University of Arizona Press. Tucson, Arizona, United State of America.
- Schnell, J. H. 2020. Common Black Hawk (*Buteogallus anthracinus*). Birds of the World. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/comblh1/cur/introduction>).
- Schoener, T. W. 1982. The controversy over interspecific competition: despite spirited criticism, competition continues to occupy a major domain in ecological thought. *American Scientist* 70:586–595.
- Smith, D. G. y J. R. Murphy. 1973. Breeding ecology of raptors in the eastern great basin of Utah. *Scientific Bulletin Biological Service* 18:1–76.
- Smith, T. B. y S. A. Temple. 1982. Feeding habits and bill polymorphism in Hook-billed Kites. *The Auk* 99:197–207.
- Snyder, N. F. R., H. A. Snyder, N. Moore-Craig, A. D. Flesch, R. A. Wagner y R. A. Rowlett. 2010. Short-tailed Hawks nesting in the sky islands of the southwest. *Western Birds* 41:202–230.
- Solonen, T. 1993: Spacing of birds of prey in southern Finland. *Ornis Fennica* 70:129–143.
- Stensrude, C. 1965. Observations on a pair of Gray Hawks in southern Arizona. *The Condor* 67:319–321.
- Sutter, J. 2012. Crane Hawk. 104–119 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey*. Cornell University Press, Ithaca. New York, United States of America.
- Sutter, J., A. Martínez, T. F. Oliva, J. N. Oswaldo y D. F. Whitacre. 2001. Diet and hunting behavior of the Crane Hawk in Tikal National Park, Guatemala. *The Condor* 103:70–77.
- Sutton, G. M. 1954. Blackish Crane Hawk. *The Wilson Bulletin* 66:237–242.
- Tapia, L. y I. Zuberogoitia. 2018. Breeding and Nesting Biology in Raptors. 63–94 p. En Sarasola, J. H., Grande, J. M. y Negro, J. J. (Eds.). *Birds of Prey: Biology and Conservation in the XXI Century*. Springer. Switzerland.
- Temeles, E. J. 1989. The effect of prey consumption on territorial defense by harriers: differential responses to neighbors versus floaters. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 24:239–243.
- Temeles, E. J. 1990. Interspecific territoriality of northern harriers: the role of kleptoparasitism. *Animal Behaviour* 40:361–366.
- Thiollay, J. M. 1985. Falconiforms of tropical rain forest a review. *ICBP Technical Publication* 5:155–165.

- Thiollay, J. M. 1989. Censuring of diurnal raptors in a primary rain forest: comparative methods and species detectability. *Journal of Raptor Research* 23:72–84.
- Thiollay, J. M. 2007. Raptor communities in French Guiana: distribution, habitat selection, and conservation. *Journal of Raptor Research* 41:90–105.
- Thiollay, J. M. y B. U. Meyburg. 1988. Forest fragmentations and the conservation of raptor: A survey of the island of Java. *Biological Conservation* 44:229–250.
- Thorstrom, R. 2000. The food habits of sympatric forest-falcons during the breeding season in northeastern Guatemala. *Journal of Raptor Research* 34:196–202.
- Thorstrom, R., E. Massiah y C. Hall. 2000. Grenada Hook-billed Kite (*Chondrohierax uncinatus mirus*) surveys and nesting activity. *Pitirre* 13: 92.
- Thorstrom, R. 2012. Collared Forest Falcon. 250–264 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca, New York, United States of America.
- Vallely, A. C. y D. Dyer. 2018. *Birds of Central America, Belize, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica and Panama*. Princeton University Press. New Jersey, United State of America.
- van Dort, J. 2020. Great Black Hawk (*Buteogallus urubitinga*). *Birds of the World*. Published March 4, 2020. (<https://birdsoftheworld.org/bow/species/grbhaw1/cur/introduction>).
- Vázquez-Pérez, J. R., P. L. Enríquez y L. J. Rangel-Salazar. 2009. Diversity of diurnal raptors in the Biosphere Reserve Selva El Ocote, Chiapas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:203–209.
- Wetmore, A. 1965. *The birds of the Republic of Panama Parte I*. Smithsonian libraries. Washington, United states of America.
- Whitacre, D. F. y M. A. Vásquez. 2012. Hook-Billed Kite. 48–59 p. En: Whitacre, D. (Ed.). *Neotropical Birds of Prey: Biology and Ecology of a Forest Raptor Community*. Cornell University Press, Ithaca, New York, United States of America.
- Whitacre, D., L. Jones y J. Sutter. 1992. Censos de Aves Rapaces y de Otras Aves en el Bosque Tropical: Mejoras Hechas a la Metodología. 43–56 p. En Whitacre, D. y Thorstrom, R. (Eds.). *Reporte de avance V. Proyecto Maya: Uso de Aves Rapaces y Otra Fauna como Indicadores del Medio Ambiente, para el Diseño y Manejo de Áreas Protegidas y para Fortalecer la Capacidad Local para la Conservación en América Latina*. The Peregrine Foundation, Inc. Boise, United State of America.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. Illinois, United States of America.

X. APÉNDICES

APÉNDICE 1. Descripción de cada categoría presente en las variables de tamaño corporal, hábitat asociado, técnica de caza, tipo de anidación, especialización dietaria, dieta, y literatura consultada para determinar la similitud en requerimientos ecológicos y rasgos biológicos en las rapaces diurnas residentes de la costa de Jalisco.

TAMAÑO CORPORAL.

Descripción de la categoría: Peso máximo de la rapaz.

Literatura: Dunning (2008).

HÁBITAT ASOCIADO.

Descripción de las categorías: a) forestales facultativas son rapaces que se presentan en ambientes forestales, pero también en bosques fragmentados, vegetación abierta, semi-abierta, bordes de bosque, etc. b) Áreas abiertas, especies de rapaces que se encuentran asociadas con áreas abiertas.

Literatura: Haverschmid (1962), Brown y Amadon (1968), Mader (1978), Thiollay (1985), Santana y Temple (1988), Thiollay (1989), Johnsgard (1990), del Hoyo *et al.*, (1994), Alvarez-López y Kattan (1995), Bednarz (1995), Jullien y Thiollay (1996), Ferguson-Lee y Christie (2001), Jaksic *et al.*, (1987), Leveau *et al.*, (2002), Couve y Vidal (2003), Martínez y González (2005), Figueroa y González-Acuña (2006), Sarasola *et al.*, (2007), Thiollay (2007), González-Acuña *et al.*, (2009), Vázquez-Pérez *et al.*, (2009), Gerhardt *et al.*, (2012), Panasci (2012), Parker *et al.*, (2012), Parker y Whitacre (2012), Sutter (2012), Thorstrom (2012), Whitacre y Vásquez (2012), Ingels *et al.*, (2016), Clark y Smitt (2017), Loranca-Bravo y Rodríguez-Estrella (2017), Barkley (2020), Bibles *et al.*, (2020), Bierregaard y Kirwan (2020), Bierregaard *et al.*, (2020a), Bierregaard *et al.*, (2020b), Bierregaard *et al.*, (2020c), Bierregaard *et al.*, (2020d), Bierregaard *et al.*, (2020f), Dunk (2020), Dwyer y Bednarz (2020), Global

Raptor Information Network (2020), Miller y Meyer (2020), Morrison y Dwyer (2020), Preston y Beane (2020), Schnell (2020), Van Dort (2020).

TÉCNICA DE CAZA.

Descripción de las categorías: a) rapaces que cazan desde una percha son aquellas que busca visualmente a sus presas desde una percha y al detectarla se lanza sobre ella. b) Rapaces que cazan en vuelo, realizan vuelos por encima del suelo o del dosel en busca de presas. c) Algunas rapaces buscan activamente a sus presas en oquedades y cavidades (búsqueda y prueba). d) Persiguiendo en suelo o árbol y/o en vuelo, las rapaces se desplaza caminando o corriendo sobre el suelo o sobre las ramas de árboles tras su presa, también, cazan en vuelo. e) Rapaces que cazan desde una percha y/o en vuelo.

Literatura: Haverschmidt (1962), Johnson y Peeters (1963), Grossman y Hamlet (1964), Brown y Amadon (1968), Smith y Murphy (1973), Oberholser (1974), Janes (1985), Santana y Temple (1988), Jaksic *et al.*, (1987), Johnsgard (1990), Robinson (1994), Rodríguez-Estrella y Rivera (1997), Ferguson-Lees y Christie (2001), Leyhe y Ritchison (2004), Hoover y Morrison (2005), Márquez *et al.*, (2005), Snyder *et al.*, (2010), Gerhardt *et al.*, (2012), Panasci (2012), Parker *et al.*, (2012), Parker y Whitacre (2012), Sutter (2012), Thorstrom (2012), Whitacre y Vásquez (2012), Alvarado *et al.*, (2015), Langley (2015), Clark y Smitt (2017), Barkley (2020), Bibles *et al.*, (2020), Bierregaard y Kirwan (2020), Bierregaard *et al.*, (2020a), Bierregaard *et al.*, (2020b), Bierregaard *et al.*, (2020c), Bierregaard *et al.*, (2020d), Bierregaard *et al.*, (2020f), Dunk (2020), Dwyer y Bednarz (2020), Global Raptor Information Network (2020), La Porte *et al.*, (2020), Miller y Meyer (2020), Morrison y Dwyer (2020), Preston y Beane (2020), Schnell (2020), Van Dort (2020).

TIPO DE ANIDACIÓN.

Descripción de las categorías: a) rapaces que construyen nidos sobre el dosel de árboles o estructuras artificiales con forma de plataformas u otras y b) rapaces que anidan en diferente tipo de cavidades que pueden ser formados de procesos naturales o por el hombre.

Literatura: Haverschmidt (1962), Wetmore (1965), Mader (1978), Smith y Temple (1982), Johnsgard (1990), Schnell (1998), Di Giacomo (2000), Márquez *et al.*, (2005), Rizkalla *et al.*, (2009), Snyder *et al.*, (2010), Gerhardt *et al.*, (2012), Panasci (2012), Parker *et al.*, (2012), Parker y Whitacre (2012), Sadoti (2012), Sutter (2012), Thorstrom (2012), Whitacre y Vásquez (2012), Alvarado *et al.*, (2015), Ingels *et al.*, (2016), Clark y Smitt (2017), Barkley (2020), Bibles *et al.*, (2020), Bierregaard y Kirwan (2020), Bierregaard *et al.*, (2020a), Bierregaard *et al.*, (2020b), Bierregaard *et al.*, (2020c), Bierregaard *et al.*, (2020d), Bierregaard *et al.*, (2020f), Dunk (2020), Dwyer y Bednarz (2020), Global Raptor Information Network (2020), La Porte *et al.*, (2020), Miller y Meyer (2020), Morrison y Dwyer (2020), Preston y Beane (2020), Schnell (2020), Van Dort (2020).

ESPECIALIZACIÓN DIETARÍA.

Descripción de las categorías: a) las rapaces especialista son aquellas que concentran su dieta sobre uno o dos taxa. b) Rapaces semi-especialista se alimentan sobre 3-4 taxa y c) rapaces generalistas consumen ≥ 5 taxa (Martínez-Ruiz *et al.*, 2020).

Literatura: Haverschmidt (1962), Schnell (1979), Santana y Temple (1988), Johnsgard (1990), Jiménez y Jaksic (1993), Bibles (1999), Thorstrom *et al.*, (2000), Ferguson-Lees y Christie (2001), Leveau *et al.*, (2002), Carvalho *et al.*, (2006), Morrison y Pias (2006), Sarasola *et al.*, (2007), Gonzáles-Acuña *et al.*, (2009), Snyder *et al.*, (2010), Santander *et al.*, (2011), Gerhardt *et al.*, (2012), Panasci (2012), Parker *et al.*, (2012), Parker y Whitacre (2012), Salvador (2012), Sutter (2012), Thorstrom (2012), Whitacre y Vásquez (2012), Ingels *et al.*, (2016), Clark y Smitt (2017), Blanco-Perez (2018), Barkley (2020), Bibles *et al.*, (2020), Bierregaard y Kirwan (2020), Bierregaard *et al.*, (2020a), Bierregaard *et al.*, (2020b), Bierregaard *et al.*, (2020c), Bierregaard *et al.*, (2020d), Bierregaard *et al.*, (2020f), Dunk (2020), Dwyer y Bednarz (2020), Global Raptor Information Network (2020), Miller y Meyer (2020), Morrison y Dwyer (2020), Preston y Beane (2020), Schnell (2020), Van Dort (2020).

DIETA.

Descripción de las categorías: a) carnívora (CA) rapaces que consumen anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces todos son capturados vivos. b) moluscívora (MO) rapaces que consumen quitones, babosas, caracoles, lapas, almejas, berberechos, mejillones, calamares, sepias y pulpos etc. c) insectívora-carnívora (IN_{CA}) rapaces que consumen insectos del subfilo hexapoda, además, consumen en menor cantidad anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces los cuales son capturados vivos. D) carnívora-carroñera (CA_{SV}) rapaces que consumen anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces capturados vivos, además, consumen en menor medida cadáveres de vertebrados, restos de comida incautados a depredadores y otros tejidos muertos.

Literatura: Mader (1978), Santana y Temple (1988), Johnsgard (1990), Jiménez y Jaksic (1993), Murphy (1997), Glinski (1998), Bibles (1999), Thorstrom *et al.*, (2000), Leveau *et al.*, (2002), Gatto *et al.*, (2005), Carvalho *et al.*, (2006), Figueroa y Gonzáles-Acuña (2006), Morrison y Pias (2006), Sarasola *et al.*, (2007), Gonzáles-Acuña *et al.*, (2009), Snyder *et al.*, (2010), Gerhardt *et al.*, (2012), Panasci (2012), Parker *et al.*, (2012), Parker y Whitacre (2012), Salvador (2012), Sutter (2012), Thorstrom (2012), Whitacre y Vásquez (2012), Ingels *et al.*, (2016), Blanco-Pérez (2018), Dunk (2020), Miller y Meyer (2020).

APÉNDICE 2. Descripción de las variables de peso, hábitat, dieta, tipo de caza y anidación para las cuatro especies de rapaces focales.

Halcón selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*), Vieillot, 1817

Peso: Entre 560- 940 gramos (Thorstrom, 2012).

Hábitat: Es un residente común en tierras bajas y estribaciones de montaña desde nivel del mar hasta 1,800 metros, con pocos registros a 2,500 metros (Ferguson-Lees y Christie, 2001; Vallely y Dyer, 2018). Se ha registrado en distintos hábitats desde bosques perennifolios y caducifolios como en bosques perturbados, matorrales densos de arbustos y en zonas ribereñas (Ferguson-Less y Christie, 2001).

Dieta: Presenta una dieta generalista en la cual la mayoría de sus presas son de tamaño medio, pero llega a cazar presas grandes. En época reproductiva, Thorstrom (2000) reportó la dieta para el halcón selvático de collar concluyendo que de 171 presas capturadas e identificadas el 46.2% fueron mamíferos, 34.5% aves, 18.7 reptiles y 0.6% anfibios.

Tipo de caza: El modo de caza es desde una percha persiguiéndolas en vuelo entre la vegetación densa, corriendo o saltando en el suelo (Thorstrom, 2012).

Anidación: La anidación del halcón selvático de collar se realiza en cavidades naturales de árboles, las cuales se forman como resultado de extremidades rotas o de descomposición natural (Thorstrom, 2012).

Gavilán zancón (*Geranospiza caerulescens*), Vieillot, 1817

Peso: Entre 358 gramos y 495 gramos (Sutter, 2012).

Hábitat: Se encuentra con mayor frecuencia en tierras bajas desde el nivel del mar hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar en Honduras y México (Monroe, 1968; Howell y Webb, 1995).

Dieta: El consumo de presas muestra una amplia variedad de animales de tamaño pequeño a mediano siendo un generalista dietético (Sutter, 2012). En época reproductiva en el Tikal, Guatemala, Sutter *et al.* (2001) identificaron 181 presas entregadas a nidos siendo la mayoría roedores (47.5%), reptiles (22.4%), murciélagos (6.6 %), aves (6.1%), y presas no identificadas (1.2 %).

Tipo de caza: Captura presas por diferentes técnicas de caza principalmente por búsqueda y prueba en la cual utiliza sus largos y flexibles tarsos y con menor frecuencia su cabeza para buscar activamente en refugios de presas potenciales como huecos de árboles, epifitas, entre otras (Sutton, 1954).

Anidación: Construye nidos en grandes árboles (Sutter *et al.*, 2012).

Aguililla gris (*Buteo plagiatus*), Schlegel, 1862

Peso: Entre 364 a 655 gramos (Brown y Amadon, 1968).

Hábitat: Se ha registrado desde el nivel de mar hasta estribaciones de montaña a 1,800 metros sobre el nivel de mar, habitando en bordes de bosques alrededor de cuerpos de agua, mangles, bosque caducifolio, bosque subcaducifolio, vegetación secundaria, plantaciones con escasos árboles (Johnsgard, 1990; Valley y Dyer, 2018).

Dieta: El consumo de presas durante la época reproductiva es amplio por lo cual el aguililla gris es considerado una especie generalista con aparente preferencia hacia reptiles (Brown y Amadon, 1968; Johnsgard, 1990). Durante la época reproductiva en el río San Pedro, Arizona, Bibles (1999) reporto 62 presas identificadas entregadas a nidos de las cuales el 68.6% fueron reptiles, 19.6% mamíferos, 9.8% fueron aves y solo 2% anfibios.

Tipo de caza: Las presas son capturadas principalmente utilizando la técnica de caza desde una percha (Stensrude, 1965; La Porte *et al.*, 2020).

Anidación: Construye nidos en el dosel de los árboles (Johnsgard, 1990; La Porte *et al.*, 2020).

Aguililla caminera (*Rupornis magnirostris*), Gmelin, 1788

Peso: Entre 259 gramos y 284 gramos (Panasci, 2012).

Hábitat: Presenta asociación a áreas abiertas (del Hoyo *et al.*, 1994) debido a que se puede encontrar con mayor frecuencia lo largo de caminos, campos agrícolas, vegetación secundaria, bordes de bosque y ríos (Panasci, 2012). Sin embargo, en algunas zonas de su distribución se puede encontrar en bosques maduros como bosque caducifolio y bosque subcaducifolios (Panasci, 2012; Martínez y Renton, 2018). En bosques que han sido talados, esta especie ha sido registrada hasta 3,000 metros sobre el nivel del mar (Fjeldsa y Krabbe, 1990).

Dieta: Consume una variedad de grandes invertebrados y pequeños vertebrados, lo que la convierten en una generalista dietética (Panasci, 2012). En Tikal, Guatemala durante la época reproductiva y con base en 140 presas identificadas esta rapaz captura principalmente reptiles (57.1%), anfibios (24.3%), insectos (9.3%), mamíferos (7.9%) y aves (1.4%) (Panasci y Whitacre, 2000).

Tipo de caza: Principalmente desde una percha lanzándose hacia la presa sobre el suelo o vegetación (Panasci, 2012).

Anidación: Construye nidos en grandes árboles con forma de plataforma (Panasci, 2012).

APÉNDICE 3. Vocalizaciones utilizadas para la evaluación de la territorialidad intra e interespecífica en rapaces focales. Fuente: <http://www.xenocanto.com>.

Especie	Conespecífico	Territorialidad interespecífica
Halcón selvático de collar	Archivo XC67367 (San Francisco, Nayarit, México)	Gavilán zancón (archivo XC53321), halcón guaco (archivo XC128317) y aguililla negra mayor (archivo XC127493)
Gavilán zancón	Archivo XC53321 (Santa Cruz, Bolivia)	Halcón selvático de collar (archivo XC67367), aguililla negra mayor (archivo XC127493) y aguililla caminera (archivo XC320002)
Aguililla caminera	Archivo XC320002 (Minatitlán, Veracruz)	Aguililla gris (archivo XC10888), halcón selvático de collar (archivo XC67367) y aguililla negra mayor (archivo XC127493)
Aguililla gris	Archivo XC10888 (El Rama, Nicaragua)	Aguililla caminera (archivo XC320002), gavilán zancón (archivo XC53321) y halcón selvático de collar (archivo XC67367)

APÉNDICE 4. Matriz básica de datos de las variables utilizadas para determinar la similitud en requerimientos ecológicos y rasgos biológicos en las 15 especies de rapaces diurnas residentes de la costa de Jalisco. Además, se presenta el grupo al cual se asignaron en el análisis de clúster.

Rapaz (Nombre común / <i>Nombre científico</i>)	Grupo	Variable					
		Tamaño corporal (g)	Hábitat asociado	Técnica de caza	Tipo de nido	Dieta	Especialización dietaria
Aguililla canela / <i>Busarellus nigricollis</i>	1	1195	AA	D	A	C	G
Aguililla cola corta / <i>B. brachyurus</i>	3	710	FF	V	A	C	SE
Aguililla cola roja / <i>B. jamaicensis</i>	1	1224	FF	DV	A	C	G
Aguililla gris / <i>B. plagiatus</i>	3	688	FF	DV	A	C	SE
Aguililla negra menor / <i>B. anthracinus</i>	1	1199	FF	D	A	C	G
Aguililla negra mayor / <i>B. urubitinga</i>	1	1560	FF	D	A	C	G
Gavilán pico de gancho / <i>Chondrohierax uncinatus</i>	2	310	FF	D	A	M	E
Milano cola blanca / <i>Elanus leucurus</i>	2	346	AA	V	A	C	SE
Gavilán zancón / <i>G. caerulescens</i>	2	430	FF	BP	A	C	G
Aguililla rojinegra / <i>Parabuteo unicinctus</i>	1	1175	AA	DV	A	C	SE
Aguililla caminera / <i>R. magnirostris</i>	2	269	FF	D	A	C	SE
Halcón murcielaguero / <i>Falco rufigularis</i>	2	242	FF	D	C	IN _{CA}	SE
Caracara quebrantahuesos / <i>Caracara cheriway</i>	1	1355	AA	PV	A	CA _{SV}	G
Halcón guaco / <i>H. cachinnans</i>	3	800	FF	D	C	C	E

Halcón selvático de collar /M. 3 900 FF D C C SE

semitorquatus

Hábitat Asociado: FF = forestal facultativo, AA = área abierta; Técnica de Caza: D = desde una percha, V = en vuelo, BP = búsqueda y prueba, DV = desde una percha/en vuelo, PV = persiguiendo en vuelo o árbol/en vuelo; Tipo de Anidación: A = nido abierto, C = nido en cavidad; Dieta: C = carnívoro, M = moluscívora, IN_{CA} = insectívoro – carnívoro, CA_{SV} = carnívoro-carroñero; Especialización Dietaria: E = especialista, SE = semi-especialista, G = generalista.