



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

ÁREA DE ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN

FACULTAD DE BIOLOGÍA

**PATRONES DE RIQUEZA, DISTRIBUCIÓN Y MODELOS DE NICHOS
ECOLÓGICO DE AVES RAPACES DIURNAS (PANDIONIDAE, ACCIPITRIDAE Y
FALCONIDAE) EN MICHOACÁN, MÉXICO.**

TESIS

Como requisito para obtener el grado de:
Maestro en Ciencias Biológicas

presenta:

Biól. Adrián Morales Salazar Zamudio

Asesor:

Dr. Tiberio César Monterrubio Rico

Morelia, Mich., Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas (PIMCB-UMSNH).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la Beca Nacional 305209 otorgada.

Al Laboratorio de Investigación Ornitológica (UMSNH).

Al Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (UMSNH).

Al Dr. Tiberio César Monterrubio Rico, por brindarme la plataforma para iniciar este apasionante proyecto, también por guiarme en el camino de la formación científica.

Al Biól. Ramón Cancino Murillo, por compartirme sus conocimientos acerca de las rapaces y su ininterrumpido apoyo en los aspectos teóricos y técnicos del contexto del proyecto.

Al Dr. Fernando Villaseñor Gómez, por sus consejos valiosos, para con el proyecto y hacia mi formación científica, así como su apoyo y participación en etapas base del proyecto.

Al Dr. Rubén Pineda López, por aceptar participar como revisor y por su ininterrumpido apoyo y comentarios acerca de la conformación y culminación del proyecto.

Al Dr. Juan Manuel Ortega, por su participación como revisor, sus sugerencias y comentarios de aspectos técnicos del análisis.

Al Dr. Leonel López Toledo, por su apoyo y participación como revisor, por su amistad y consejos en mi formación científica.

A mis amigos y compañeros del Laboratorio Juan Felipe Charre y Luis Manuel Avilés por sus comentarios y apoyo en las distintas etapas del proyecto.

Contenido

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LAS RAPACES EN MÉXICO.....	1
1. RESUMEN GENERAL.	2
Palabras clave: Accipitriformes, registros, rapaces diurnas, distribución, modelos de nicho.	3
2. ABSTRACT	4
3. Introducción.....	6
3.1. Simbolismo, riqueza y distribución.	6
3.2. Amenazas, especies en riesgo y programas de conservación.	9
3.3. Aves rapaces: especies indicadoras auxiliares.....	11
3.4. Investigación y técnicas de manejo.	12
3.5. Estudios sobre rapaces a nivel regional en México.	14
3.6. Hábitats prioritarios.	16
3.7. Información disponible sobre aves rapaces en Michoacán.	17
4. Literatura citada.....	19
CAPÍTULO II. RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE RAPACES DIURNAS EN MICHOCÁN	29
1. RESUMEN.	30
2. ABSTRACT.	31
3. Introducción.....	32
3.1. Antecedentes y disponibilidad de información.	32
3.2. Métodos y estudios de rapaces en la región.	35
4. Objetivos.....	37
4.1. Objetivo general	37
4.2. Objetivos específicos.....	37
5. Materiales y métodos.....	38
5.1. Área de estudio.	38
5.2. Integración de bases de datos.	38
5.3. Regionalización.	39
5.4. Muestreos de campo.	41
6. Resultados	42

6.1. Registros por fuente.....	42
6.2. Distribución temporal de registros.	45
6.3. Registros históricos y contemporáneos.	51
6.4. Riqueza de rapaces diurnas.....	55
6.5. Riqueza por región.....	60
6.6. Disponibilidad de registros por región.	63
6.7. Riqueza de especies por tipo de vegetación.	68
6.8. Riqueza de especies en registros históricos por tipo de vegetación.	69
6.9. Riqueza de especies en registros contemporaneos por tipo de vegetación.....	72
7. Discusión y conclusiones	77
8. LITERATURA CITADA.....	82
CAPÍTULO III. MODELOS CUANTITATIVOS DEL NICHU ECOLÓGICO	
FUNDAMENTAL DE RAPACES DIURNAS.....	89
1.RESUMEN	90
2. ABSTRACT	91
3. Introducción.....	92
3.1. Implicaciones teóricas, conceptuales y metodológicas.	92
3.2. Modelaje ecológico de la distribución de aves en México y Michoacán.	94
4.Objetivos.....	97
4.1. Objetivo General.....	97
4.2.Objetivos específicos.....	97
5. Materiales y métodos.....	98
5.1. Modelación de nicho ecológico.....	98
6. Resultados	103
6.1. Modelaje ecológico de la distribución.....	103
6.2. Contribución de variables.....	106
6.3. Patrones geográficos de riqueza.	109
6.1 Perfil bioclimático.	113
6. Discusión y conclusiones.	114
7. Literatura citada.....	119
Apéndice I.....	126

CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 1 .ESPECIES DE RAPACES POR GÉNERO EN MÉXICO Y MICHOACÁN.	32
CUADRO 2 . NÚMERO DE REGISTROS ANALIZADOS PARA ESPECIES DE RAPACES RESIDENTES POR FUENTE.	43
CUADRO 3 .NO. DE REGISTROS DE ESPECIES DE RAPACES MIGRATORIAS Y DE CONDUCTA MIXTA POR FUENTE	44
CUADRO 4 .REGISTROS HISTÓRICOS Y CONTEMPORÁNEOS POR PERIODOS EN ESPECIES RESIDENTES.	46
CUADRO 5. REGISTROS POR PERIODOS EN REGISTROS HISTÓRICOS Y CONTEMPORÁNEOS POR ESPECIES MIGRATORIAS Y MIXTAS.	47
CUADRO 6. PROPORCIÓN MENSUAL DE REGISTROS DE ESPECIES CON POBLACIONES MIGRATORIAS.	49
CUADRO 7. PROPORCIÓN MENSUAL DE REGISTROS DE ESPECIES CON POBLACIONES MIXTAS.	49
CUADRO 8. NÚMERO DE REGISTROS HISTÓRICOS Y CONTEMPORÁNEOS PARA ESPECIES RESIDENTES.	53
CUADRO 9. NÚMERO DE REGISTROS HISTÓRICOS Y CONTEMPORÁNEOS EN ESPECIES MIGRATORIAS Y MIXTAS	54
CUADRO 10. ESTACIONALIDAD Y ESTATUS DE RIESGO	57
CUADRO 11. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS.....	61
CUADRO 12. REGISTROS HISTÓRICOS POR ESPECIE (%) EN CADA PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA. .	64
CUADRO 13. REGISTROS CONTEMPORÁNEOS POR ESPECIE (%) EN CADA PROVINCIA BIOGEOGRÁFICA.	66
CUADRO 14. RIQUEZA DE ESPECIES POR TIPO DE VEGETACIÓN Y ESTATUS DE RESIDENCIA.....	68
CUADRO 15. PROPORCIÓN DE REGISTROS HISTÓRICOS EN RELACIÓN A TIPOS DE VEGETACIÓN DE ACUERDO A LA VEGETACIÓN POTENCIAL.	70
CUADRO 16. REGISTROS CONTEMPORÁNEOS EN ESPECIES RESIDENTES POR TIPO DE VEGETACIÓN.	74

CUADRO 17. NÚMERO DE REGISTROS EMPLEADOS PARA GENERAR Y EVALUAR EL MODELO DE CADA ESPECIE.	98
CUADRO 18. VARIABLES AMBIENTALES SELECCIONADAS.	100
CUADRO 19. PORCENTAJES DE ÁREAS DE PRESENCIA POR ESPECIE.	103
CUADRO 20. VALORES DE LA MATRIZ DE ROC PARCIAL PARA CADA ESPECIE.	105
CUADRO 21. VARIABLE CON LA MAYOR CONTRIBUCIÓN EN EL MODELO DE CADA ESPECIE.	107

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 1. MARCO DE REGIONALIZACIÓN	40
FIGURA 2. PORCENTAJES DE REGISTRO DE ESPECIES CON POBLACIONES MIXTAS Y SU DISTRIBUCIÓN EN LOS MESES DE REGISTRO.	48
FIGURA 3 PORCENTAJES DE REGISTRO DE ESPECIES MIGRATORIAS Y SU DISTRIBUCIÓN EN LOS MESES DE REGISTRO.	48
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE REGISTROS DE RAPACES EN MICHOACÁN.	52
FIGURA 5. PORCENTAJE DE REGISTROS HISTÓRICOS Y CONTEMPORÁNEOS POR PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS DE MÉXICO.	63
FIGURA 6. PORCENTAJE DE REGISTROS HISTÓRICOS POR TIPO DE VEGETACIÓN.	69
FIGURA 7. PORCENTAJES DE REGISTROS REGISTRADAS POR TIPO DE VEGETACIÓN DE ACUERDO AL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL 2000.	73
FIGURA 8. MARCO DE REGIONALIZACIÓN	102
FIGURA 9. REPRESENTACION GEOGRÁFICA DE LAS ÁREAS DE RIQUEZA DE ESPECIES RAPACES.	110
FIGURA 10. REPRESENTACION GEOGRÁFICA DE LAS ÁREAS DE RIQUEZA DE ESPECIES RAPACES RESIDENTES.	111
FIGURA 11. REPRESENTACION GEOGRÁFICA DE LAS ÁREAS DE RIQUEZA DE ESPECIES RAPACES MIGRATORIAS.	112
FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN PESCADOR.	133
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN PICO GANCHO.	134
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL MILANO COLA BLANCA.	135
FIGURA 15. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN CARACOLERO.	136
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN RASTRERO.	137
FIGURA 17. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN PECHO RUFO.	138
FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN DE COOPER.	139
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GAVILÁN ZANCÓN.	140
FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA-NEGRA MENOR.	141
FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA-NEGRA MAYOR.	142
FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA ROJINEGRA.	143

FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA CAMINERA.....	144
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA PECHO ROJO.	145
FIGURA 25. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA COLA ANCHA.....	146
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA GRIS.	147
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA COLA CORTA.	148
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA DE SWANSON.	149
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA COLA BLANCA.....	150
FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA AURA.	151
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL AGUILILLA COLA ROJA.	152
FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN-SELVÁTICO BARRADO.....	153
FIGURA 33. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN-SELVÁTICO DE COLLAR.....	154
FIGURA 34. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL CARACARA QUEBRANTAHUESOS	155
FIGURA 35. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN GUACO.	156
FIGURA 36. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL CERNÍCALO AMERICANO.	157
FIGURA 37. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN ESMEREJÓN.	158
FIGURA 38. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN ENANO.	159
FIGURA 39. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN PEREGRINO.....	160
FIGURA 40. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL HALCÓN MEXICANO.	161

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES DE LAS RAPACES EN MÉXICO.

... Hay águilas en esta tierra de muchas maneras.

Las mayores de ellas tienen el pico amarillo, grueso y corvado y rescio...

Tienen los ojos resplandecientes como brasa. Son grandes de cuerpo. Las plumas del cuello;

llámanlas tapácatl. La águila tiene rescia vista; mira al sol de hito en hito.

Grita y sacude como la gallina. Es parda oscura. Escogóllese.

Caza y come animales vivos, y no come carne muerta.

Fray Bernardino de Sahagún

Historia General de las Cosas de la Nueva España.

1. RESUMEN GENERAL.

El estado de Michoacán se caracteriza por ser el 5° lugar, de los estados de occidente, de mayor número de especies de aves. A pesar de esta alta riqueza, es limitada la información biológica y ecológica acerca de las aves rapaces diurnas del orden Accipitriformes. En el primer capítulo de este estudio, se abordan aspectos generales de la biología y ecología de las aves rapaces en México, y particularmente en el estado de Michoacán. Se describen la riqueza de especies, características de su distribución, habitats, la conformación taxonómica del grupo y el estatus de conservación. En el segundo capítulo, se presenta una revisión de los estudios que las han abordado en el estado, así como las principales fuentes de datos espaciales que nos ayudan a comprender su distribución espacial y temporal. En cuanto a la riqueza a nivel regional, definimos que están presentes en el estado 31 especies pertenecientes a tres familias (Pandionidae, Accipitridae, Falconidae) registradas en el estado. Se incluye el reporte de una especie neártica (*Buteo lineatus*) no incluida en los listados oficiales, y se discuten los reportes actuales y dudosos de tres especies (*I. mississippiensis*, *Buteo lagopus*, *Buteo regalis*). Para algunas especies los registros pueden ser tan antiguos que datan de finales del siglo XIX, o tan recientes como los últimos incluidos en el año 2015. Indicamos tres categorías de estacionalidad como, especies residentes, que se reproducen en el estado, y migratorias invernales, que se reproducen en los países vecinos del norte y utilizan el territorio del estado como ruta migratoria y de descanso invernal, así como poblaciones mixtas, es decir, especies que cuentan con las dos categorías anteriores por tener amplios rangos de distribución en Norteamérica. Mediante un análisis espacial, asociamos los registros a los diversos tipos de vegetación y usos de suelo, registros históricos como actuales, y obtuvimos que los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies son los bosques de coníferas y selva baja caducifolia. Pero destacamos la importancia de los sitios transformados y áreas de agricultura que presentan a su vez una riqueza tan alta como en los tipos de vegetación mencionados. En el tercer capítulo, a partir de los registros y variables climáticas y topográficas, mediante el uso de sistemas de información geográfica y un algoritmo de máxima entropía, se generaron modelos de nicho ecológico para determinar la distribución potencial de cada especie. Donde la especie con mayor área de distribución potencial es *Buteo jamaicensis*, y la de menor área es *Micrastur ruficollis*. A su vez, las variables que tuvieron mayor aporte en la construcción de

los modelos en el mayor número de especies es Bio7 (rango anual de temperatura) y la elevación (DEM). Por otro lado, se proponen tres mapas de riqueza (especies totales, residentes y migratorias) donde se identifican las subregiones del estado con mayor riqueza de especies, en función de la suma de las áreas de distribución potencial de cada especie. Se concluye que son amplios y diversos los ambientes que estas especies ocupan, la tolerancia de especies a sitios degradados o transformados confirman lo propuesto en otros trabajos, en que corren riesgos al seleccionar los mejores sitios de presas y mejorar sus estrategias de caza. A su vez, identificamos que las especies que anidan principalmente en cavidades de árboles, como los halcones selváticos y afines (*Micrastur sp.*, *Herpetotheres sp.*), se encuentran asociados a bosques, principalmente de coníferas y selvas secas tropicales. Dada la importancia de los bosques y selvas para estas especies, es importante mitigar el efecto por deforestación que amenazan sus habitats. Por otro lado, las especies que toleran los ambientes transformados se enfrentan a diversos riesgos debido a la infraestructura en comunicaciones, que se ha demostrado aumenta la mortalidad en un sitio. Se debe aumentar el conocimiento biológico y ecológico de este grupo para la región, no se conocen los ambientes hogareños, ni sobre la selección de sitios para anidar, tampoco sobre selección del habitat y desplazamientos altitudinales de las especies residentes, se debe conocer mejor los patrones espacio-temporales de las especies migratorias y las variaciones en las abundancias en temporadas invernales, así como los riesgos que amenazan a las poblaciones y aumentan la mortalidad.

Palabras clave: Accipitriformes, registros, rapaces diurnas, distribución, modelos de nicho.

2. ABSTRACT

Michoacan state is characterized as the 5th place of the western state of more species of birds. Despite this high wealth is limited biological and ecological information about diurnal raptors of the order Accipitriformes. In the first chapter of this study, general aspects of biology and ecology of raptors in Mexico are addressed, particularly in the state of Michoacan. Species richness, distribution characteristics, habitats, taxonomic group formation and conservation status are described. In the second chapter, a review of studies that have addressed the state as well as the main sources of spatial data that help us understand the spatial and temporal distribution is presented. As for wealth at the regional level, we define that are present in the state 31 species belonging to three families (Pandionidae, Accipitridae, Falconidae) registered in the state. The report of a Nearctic species red-shouldered hawk (*Buteo lineatus*) not included in the official lists, and current and dubious reports of three species (mississippi kite (*Ictinia mississippiensis*), rough-legged hawk (*Buteo lagopus*), ferruginous hawk (*Buteo regalis*) are discussed included. For some species can be as old records dating from the late nineteenth century, or as recent as the last included in 2015. Indicated three categories of seasonality as resident species that breed in the state, and migratory winter, reproduced in neighboring countries in the north and use the territory of the state as migratory and winter break route, as well as mixed populations, ie species that have the above two categories to have wide ranges of distribution in North America. Using a spatial analysis, associate records the various types of vegetation and land use, historical and current records, and obtained the types of vegetation richer in species are coniferous and deciduous forest. But we stress the importance of processed agricultural sites and areas which have in turn wealth as high as in the types of vegetation mentioned. In the third chapter, from records and climatic and topographic variables, using geographic information systems and an algorithm of maximum entropy, ecological niche models were generated to determine the potential distribution of each species. The species with the largest area of potential distribution is red-tailed hawk (*Buteo jamaicensis*), and the lower area is Barred Forest Falcon (*Micrastur ruficollis*). In turn, the variables that had the greatest contribution to the construction of models in the largest number of species is Bio7 (annual range of temperature) and elevation (DEM). On the other hand,

three maps of wealth (total species, resident and migratory) where state subregions identify with greater wealth of species, based on the sum of the areas of potential distribution of each species are proposed. It is concluded that are broad and diverse environments that these species occupy, tolerance of species to confirm or processed degraded sites proposed in other works that take risks when selecting the best sites for dams and improve their hunting strategies. In turn, we identify the species that nest in tree cavities primarily as sylvatic and related hawks (*Micrastur sp.*, *Herpetotheres sp.*), Are associated with forests, mainly coniferous and tropical dry forests. Given the importance of the forests for these species, it is important to mitigate the effect by deforestation threaten their habitats. On the other hand, species that tolerate transformed environments face several risks due to communications infrastructure, which has been shown to increase mortality in a site. Should increase the biological and ecological knowledge of this group to the region, not the home ranges are known, and on the selection of nesting sites, not on the selection of habitat and altitudinal shifts of resident species should better understand the patterns migratory species and changes in the abundances in winter seasons, and the risks that threaten populations and increase mortality.

3. Introducción.

3.1. Simbolismo, riqueza y distribución.

Las aves rapaces son depredadores que han enriquecido nuestra imaginación y, que en diversas culturas, son símbolos de poder (Scott 1989, Newton 1990, Navarijo-Ornelas 1995, Navarro-Sigüenza y Benítez 1995, Navarro-Sigüenza y Peterson 2008). El término “rapaz” se refiere a aquellas aves que han desarrollado picos, poderosas patas, agudas garras adaptadas para sujetar a su presa y desgarrar su carne (Scott 1989, Newton 1990). Otro término, “aves de presa” se emplea principalmente a los milanos, buitres, águilas, halcones y otras especies del orden Accipitriformes. Para distinguirlas de las rapaces típicamente nocturnas (búhos y lechuzas) pertenecientes al orden Strigiformes, pueden definirse como “rapaces diurnas”. Sin embargo algunas rapaces diurnas buscan su alimento al atardecer o incluso de noche (i.e. *Micrastur semitorquatus*). Las aves rapaces diurnas en México son conocidas comúnmente como: zopilotes, águilas, aguilillas, gavilanes, milanos, halcones, cernícalos y caracaras (Escalante 2014).

Las rapaces se encuentran en todos los continentes, a excepción de la Antártida, presentan una amplia variedad de formas de vida, lo que influye sobre su distribución geográfica. Con base en el uso del concepto biológico de especie, en México hay 56 especies de rapaces diurnas del orden Accipitriformes, 38 de la familia Accipitridae, 12 de la familia Falconidae, cinco de la familia Cathartidae, y una de la familia Pandionidae (AOU 2015, Ramírez- Bastida y Navarro-Sigüenza 2006). Sin embargo, bajo el concepto filogenético el número de especies se eleva a 60 (Rojas-Soto y Navarro-Sigüenza, 2006), bajo este enfoque, se reconocen factores como la variabilidad en los individuos de ciertas especies, la complejidad de su distribución geográfica, y el limitado conocimiento de los patrones migratorios. En territorio mexicano, especies como *Buteo jamaicensis* cuenta con 8 subespecies (ssp.), *Accipiter striatus* con 3 ssp., *Chondrohierax uncinatus*, *Rupornis magnirostris* y *Falco sparverius*, con 6 ssp. y *Falco columbarius* con 3 ssp., que en función

del enfoque taxonómico pueden reconocerse a nivel de especie las sub-especies (Rojas-Soto y Navarro Sigüenza 2006).

En este estudio el orden taxonómico y la nomenclatura sigue la propuesta de la Unión Ornitológica Americana (AOU 2015) en la 7ª edición (incl. el suplemento 56) que reconoce cuatro familias de rapaces diurnas en México; Cathartidae con 4 géneros y 5 especies, Pandionidae con un género monotípico, Accipitridae con 30 géneros y 37 especies, Falconidae con 6 géneros y 12 especies, más el extinto caracara de Guadalupe (*Caracara lutosa*) de la Isla Guadalupe. Cabe señalar que para este estudio las especies de zopilotes de la familia Cathartidae no fueron incluidas ya que presentan distribuciones amplias, son de hábitos sedentarios (Goodrich 2008), y las dos especies (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*) que se encuentran en Michoacán no se encuentran incluidas ninguna categoría de riesgo nacional (SEMARNAT 2010).

En términos de riqueza específica a nivel estatal, Howell y Webb (1995) indican que San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz, Oaxaca y Chiapas presentan el mayor número de especies (37-45), siendo los últimos tres los de mayor riqueza a nivel nacional. Una tendencia general es que en los estados del norte del país se encuentra una menor riqueza de especies (19-27), que en el Sur (37-45). Se estima que en los estados de Baja California, Coahuila, y el centro del país (Nayarit, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Edo. México, Ciudad de México, Morelos y Tlaxcala) se presenta la menor diversidad y el menor número de especies (10-18) (Urbina 1996; Ramírez-Bastida y Navarro-Sigüenza 2006).

En el país los patrones de distribución y riqueza de rapaces esta en influenciado por la confluencia de dos regiones biogeográficas, donde se sobreponen especies del componente Neártico y el Neotropical (Escalante *et al.* 1998). Especies que presentan sus áreas de reproducción en los países del Norte del continente encuentran en invierno en México, siendo el territorio de destino para la temporada no reproductiva de muchas de estas aves, así como una importante ruta para la migración a centro y Sudamérica (Íñigo y Dominguez 1989).

La estacionalidad, es decir, el tiempo que pasan anualmente en los territorios donde cumplen su ciclo de vida, influyen en la riqueza y diversidad local en las diversas regiones del país, para lo cual se ha clasificado dicha estacionalidad en distintas categorías: residentes permanentes, reproductoras residentes, residentes no reproductoras, migratorias de paso, y visitantes (Medellín *et al.* 2009). Las migraciones de aves rapaces diurnas son sumamente conspicuas, ya que a diferencia de otras aves migran de día sobre alturas en que se les aprecia a simple vista, y en su mayoría, se concentran en parvadas durante el viaje (Ruelas *et al.* 2010). Las principales estrategias de desplazamiento migratorio son el “vuelo planeado” (Hederström 1993, Spaar 1997), donde el más común es el “vuelo a campo traviesa” (cross-country flight) en el que ganan altura de vuelo en columnas termales ascendentes producto del calentamiento de la superficie del suelo, aprovechando la circulación atmosférica (Pennycuik 1969 1975, Kerlinger y Moore 1989, Garrat 1992), y el “vuelo sostenido”, que es fisiológicamente demandante al aletear de forma constante en sus desplazamientos, efectuado generalmente por especies de los géneros *Falco* y *Accipiter* (Kerlinger 1989). En México las columnas termales ascendentes son más frecuentes en zonas de clima cálido, y de menor constancia en las montañas y en el Altiplano. Las planicies costeras del Golfo y del Pacífico, el Istmo de Tehuantepec y la Península de Yucatán son las áreas con las mejores condiciones para la migración, aunque no son las únicas rutas que emplean (Ruelas *et al.* 2010).

En su mayoría, las especies de rapaces diurnas no migran sobre amplias extensiones de mar abierto (Kerlinger 1989), y la concentración es relativamente mayor en las costas, donde los recursos son abundantes para las que requieren forrajeo frecuente. En general utilizan las mismas rutas (Ruelas *et al.* 2010), una gran proporción de especies migratorias permanece en el sur de México, y otras continúan su viaje a Centroamérica o Sudamérica (Goodrich *et al.* 1996, England *et al.* 1997, Kirk y Mossman 1998, Goodrich y Smith 2008).

El estado de Michoacán por su posición latitudinal y una franja litoral con el océano pacífico, es una ruta migratoria, y descataca en importancia como sitio de hábitat invernal, descanso y paso de rapaces migratorias (Villaseñor-Gómez 2005).

3.2. Amenazas, especies en riesgo y programas de conservación.

Aunque a nivel internacional, la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) señala que 55 especies reportadas para México son consideradas en la categoría de Preocupación menor (LC), a nivel nacional 43 (78%) especies se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010). Algunas de las especies incluidas en la lista son el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el águila solitaria (*Harpyhaliaetus solitarius*), el águila elegante (*Spizaetus ornatus*), y el halcón fajado (*Falco femoralis*). En la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se considera en el Apéndice I, que es la lista de especies que presentan el mayor grado de peligro de extinción y que prohíbe su comercio internacional, al águila harpía (*Harpia harpyja*) y al halcón peregrino (*Falco peregrinus*) (www.cites.org).

Las amenazas hacia las especies rapaces incluyen la fragmentación y destrucción de sus hábitats, colisión con automóviles, electrocución en líneas de conducción eléctrica, colisión con aerogeneradores, cacería y tráfico para el mercado de mascotas (Íñigo-Elías 1986; Ramos 1986; Ceballos y Márquez-Valdelamar 2000; CONABIO 2005). Desafortunadamente se carece de estimaciones poblacionales para las distintas especies, y desconocemos cuál es la efectividad de las Áreas Naturales Protegidas del país para su conservación (Ceballos y Márquez-Valdelamar 2000).

También, son pocos los esfuerzos para mitigar el daño que causan las líneas de conducción eléctrica a las rapaces y otros tipos de infraestructura, desconociéndose que existan cambios en el diseño y reemplazo de la infraestructura, ni cuáles son las zonas de alto riesgo para rapaces migratorias (INE–SEMARNAT 2002). Manzano-Fischer *et al.* (2007) identificaron que los postes de concreto con brazos de acero cruzados de líneas eléctricas en Chihuahua, Sonora y Baja California Sur son responsables de la mortalidad de rapaces por electrocución, y asume que hace falta realizar más muestreos para verificar la efectividad de las técnicas de mitigación que se aplican actualmente para la modificación de los postes. Para Michoacán se desconoce si existe un efecto de la infraestructura sobre la mortalidad de aves

rapaces, ya que no existen programas de monitoreo y conservación enfocados a rapaces. No es posible diseñar acciones de conservación sin información para el estado en la que se identifique la importancia relativa de hábitats, y regiones así como sus problemáticas locales.

Se han registrado declives poblacionales en el pasado para algunas de estas especies en otras partes del mundo. Carson (1962) demostró la bioacumulación de compuestos agroquímicos en rapaces, como el DDT y su metabolito el DDE utilizados como plaguicidas, afectando a especies como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), las cuales sufrieron un declive poblacional para todo Norteamérica (Dunlap 1981). Actualmente en la misma región, Sauer *et al.* (2004) indicaron que gavilán rastrero (*Circus cyaneus*) presentó disminuciones poblacionales significativas. El cernícalo americano (*Falco sparverius*) es otra especie afectada, identificándose causas potenciales como la difusión del Virus del Oeste del Nilo. Sin embargo Smallwood *et al.* (2009), señalan que las disminuciones se deben a efectos en las áreas de invernación a lo largo de las rutas de migración. En México, algunas especies han sido extirpadas del territorio, como el gavilán pita venado o sabanero (*Buteogallus meridionalis*), el caracara come cacao (*Ibycter americanus*) de la costa de Chiapas y Los Chimalapas en Oaxaca. También se han registrado extinciones como el caracara de Guadalupe (*Caracara lutosa*) endémico de Isla Guadalupe, o el cóndor de California (*Gymnogyps californianus*), en la Sierra San Pedro Mártir en Baja California, especie que ha sido exitosamente reintroducida (Ríos Muñoz 2000, Íñigo-Elías y Enkerlin 2003).

Actualmente, una de las pocas especies para la que existen proyectos de recuperación poblacional es el águila real, en el "Proyecto de recuperación de las poblaciones de Águila real (*Aquila chrysaetos*) y su hábitat en México", iniciativa que conjunta esfuerzos de diversos sectores y ha obtenido información básica de su distribución, reproducción y amenazas (SEMARNAT 2008). Otros programas se han enfocado en generar estimaciones de rapaces en rutas migratorias puntuales para conocer las variaciones poblacionales, algunos son los conteos que se llevan a cabo en el Golfo de México en la región veracruzana conocido como "Río de Rapaces" (Mesa *et al.* 2003).

En México todavía se carece de datos poblacionales a mediano o largo plazo, tanto para rapaces residentes como para las migratorias, dicha información es clave para el diseño y planeación de su conservación. Para el estado de Michoacán, el último listado avifaunístico (Villaseñor-Gómez 2005) indica que 18 de las especies de rapaces con presencia en el estado se encuentran en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010). Otras especies fueron registradas hace mucho tiempo, como *Sarcoramphus papa* (Brand 1960), *Busarellus nigricollis*, *Aquila chrysaetos*, *Harpyhaliaetus solitarius*, siendo necesario validar su condición actual para Michoacán (Villaseñor-Gómez 2005). En este escenario, es necesario que las rapaces de Michoacán sean condideradas en programas de conservación, y usadas como especies sombrilla y/o bandera para conservar áreas extensas como ha ocurrido en otras entidades (i.e. *Gypnogyps californianus*, *Harpia harpyja*, *Aquila chrysaetos* (Oledorff *et al.* 1989; Simberloff 1997; Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004; Rodríguez-Estrella 2006).

3.3. Aves rapaces: especies indicadoras auxiliares

En el contexto ecológico, las aves rapaces son indicadoras de cambios en los ecosistemas (Temple y Wiens 1989), ya que son depredadores superiores y desempeñan el importante papel ecológico de regular las poblaciones de sus presas (Thiollay 1986 y 1996, Thiollay y Meyburg 1988, Newton 2003, Sergio *et al.* 2006 y 2008). Pueden ser indicadoras de la contaminación, en este sentido Temple y Wiens (1989) señalaron las disminuciones poblacionales del halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en Norteamérica, causadas por la contaminación de las fuentes de agua por pesticidas organoclorados, que suscitó el flujo de los contaminantes de eslabones infra a los supra de la cadena trófica. En otro estudio, Sergio *et al.* (2006) demostró que las áreas ocupadas por el *Accipiter gentilis* en la región centro-este de los Alpes italianos, se correlacionaba con una mayor diversidad de otras especies de aves, incluyendo otras especies vulnerables. Esta información permitió seleccionar el sistema de áreas para la conservación, ya que las especies detectadas en las áreas de los depredadores tope del estudio, estaban ausentes en las áreas usadas como control. En otro estudio, Kochertes *et al.* (1999) encontraron una relacion negativa entre el éxito reproductivo y la ocupación de territorios en el suroeste de Idaho en Estados Unidos, como respuesta a la pérdida del hábitat.

En México, Rodríguez-Estrella *et al.* (1998) en Baja California Sur, evaluaron la abundancia y uso de hábitat de rapaces diurnas como indicadores de cambios de origen antropogénico en el hábitat de matorral, detectando mayor abundancia de las especies en hábitats conservados, y la mayor densidad en áreas de producción agrícola, además resaltan la enorme plasticidad de la especie *Elanus leucurus*, *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Caracara cheriway* para ocupar hábitats transformados. Hernández-Vázquez (2005) correlacionó en la Costa de Jalisco las abundancias de rapaces generalistas con los hábitats agropecuarios, y observó mayor abundancia en campos de cultivo de *C. cheriway* y *F. sparverius*, demostro como ciertas especies se benefician de los hábitats alterados por actividades humanas. En Michoacán no se ha evaluado el impacto en las poblaciones de rapaces de las actividades antropogénicas, y tampoco el efecto que produce la transformación de los hábitats sobre las poblaciones de rapaces.

3.4. Investigación y técnicas de manejo.

El manual de Fuller y Mosher (1987) sobre técnicas de estudio, y el de investigación y técnicas de manejo de Bird y Bildstein (2007), son dos de los manuales que integran información acerca del diseño, métodos y técnicas usadas en el mundo para estudiar rapaces. Los métodos de estudio en rapaces se eligen respecto a los objetivos a alcanzar y el diseño de muestreo adecuado sirve para obtener resultados óptimos. Debido a que la probabilidad de detección de una rapaz es menor a uno y por evento se encuentran ampliamente aisladas unas de otras, la densidad se estima tomando una muestra de una porción representativa de la población o área de interés. Estos principios generales de diseño se requieren tanto para evaluar el tamaño poblacional o densidad, y para comparar la abundancia relativa espacial o temporal, obteniéndose modelos de la población y su monitoreo, o aspectos ecológicos y las relaciones del uso de hábitat (Bednarz 2007).

Los estudios sobre distribución van desde estudios locales a los de regiones amplias que requieren subdivisiones representativas para realizar el muestreo. A escalas espaciales de 10 a 1000 ha los muestreos deben estar diseñados para contar el total de aves, nidos, y parejas reproductoras. Alternativamente los métodos de marcaje se utilizan para estimar el tamaño

poblacional sobre áreas definidas, principalmente para responder preguntas de ecología de poblaciones. A escalas mayores (>1000 ha a escala regional o continental) los transectos (rutas a lo largo de carreteras o senderos) o parcelas (i.e. Martinez *et al.* 1997) son las unidades de muestreo, y sirven para hacer inferencia de poblaciones aún más grandes. Los conteos y detecciones en puntos, dentro de dichas unidades permiten registrar presencia, diversidad de la comunidad, y estimar la ocupación (Bednarz 2007; Andersen 2007; Tapia *et al.* 2007).

Los estudios se pueden realizar desde tierra, agua, aire y con sensores remotos (Fuller y Mosher 1987). Los conteos carreteros son usados para describir la distribución, o la abundancia en momentos específicos del año, diversidad, abundancia relativa en relación a prácticas de uso de suelo y uso de hábitat (Andersen *et al.* 1985). También para estudios de comportamiento, hábitos alimenticios, dinámica poblacional y detección de nidos (Andersen *et al.* 1985, Fuller y Mosher 1987) en los paisajes urbanos o para evaluar el estado de conservación (Stout *et al.* 1998, Sánchez-Zapata *et al.* 2003).

Otras técnicas de muestreo incluyen la búsqueda y monitoreo de nidos, los cuales se llevan a cabo a pie (i.e. caballo o motocicletas todo terreno)(Andersen 1995). Métodos sobre embarcaciones se han utilizado para estimar el tamaño de la población (Anthony *et al.* 1999), también para evaluar la abundancia relativa de rapaces que anidan cerca de las costas (Frere *et al.* 1999). Los reconocimientos aéreos han sido utilizado ampliamente para encontrar nidos y monitoreo de la reproducción de águilas, como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) (Jacobson y Hodges 1999).

Una técnica ampliamente usada consiste en contar las aves rapaces a partir de ubicaciones fijas a medida que vuelan, principalmente durante la migración (Kjellén y Roos 2000). Este método permite evaluar el estado de la población o sus tendencias (Arrowood *et al.* 2001). Los métodos basados en conteos en puntos han sido empleados principalmente durante la época de reproducción y la distribución invernal de rapaces, para estimar la abundancia o distribución sobre grandes áreas (Thiollay 1989a, Thiollay 1998, Steenhof *et al.* 1999). También para evaluar las tendencias en la abundancia de algunas rapaces en puntos a lo largo de rutas establecidas y para monitorear aves reproductoras (Sauer *et al.* 2004).

Los métodos basados en herramientas tecnológicas, como la transmisión de vocalizaciones para provocar respuestas, que permite aumentar la probabilidad de detección, son usados en estudios para localizar nidos y conocer la distribución local, llevados a cabo principalmente en hábitats selváticos o boscosos (Whelton 1989; Forsman *et al.* 1996). El uso de radares como herramienta para evaluar la abundancia y distribución de rapaces ha resultado esencial para estudios de rapaces migratorias (Harmata *et al.* 2000). El seguimiento con telemetría para evaluar el comportamiento sistemático durante todo el año proporciona datos sobre el uso estacional de los sitios donde las rapaces se alimentan, dormideros, o como interactúan con sus congéneres o diferentes especies, permite evaluar la supervivencia y la proporcionalidad de la mortalidad. El uso de telemetría revela rutas y destinos de dispersión a largas distancias. Estos datos pueden ser cruciales para la evaluación del cambio de uso del suelo y para evaluar el éxito de programas de conservación. Este método es práctico para obtener datos en tratamientos experimentales y evaluar parámetros de los modelos biológicos. Actualmente el radio-seguimiento por satélite proporcionan la mejor información sobre los movimientos individuales, entre sitios de reproducción e invernación (Meyburg y Meyburg 2007). Por su parte, los marcadores endógenos naturales como los isótopos estables en rapaces, son otro método de seguimiento sin necesidad del marcaje inicial, así como marcadores moleculares genéticos que son usados para rastrear los movimientos espaciales (Webster *et al.* 2001).

3.5. Estudios sobre rapaces a nivel regional en México.

Los estudios para evaluar la distribución de rapaces varían en escala espacial, ya que estas aves se presentan en bajas densidades y se distribuyen a escalas espaciales grandes (Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004). Estudios recientes a escala nacional han analizado la variación geográfica y patrones de distribución histórica, tanto de rapaces residentes como migratorias (Navarro-Sigüenza 2002; García-Trejo y Navarro-Sigüenza 2004). En cuanto al grupo de rapaces, los temas de investigación que más se abordan en México han sido: riqueza, diversidad y patrones de distribución a escala regional o nacional (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Algunos estudios han evaluado aspectos de riqueza y distribución en el occidente del país, Palomera-García (1994) evaluó los patrones de distribución de aves en el occidente (Sonora, Jalisco y Chiapas) del país, y reportó 47 especies de rapaces diurnas para el estado de Jalisco, destacando que en este estado se han efectuado diversos estudios, donde existen investigadores especialistas en el grupo.

En el sur del país, Vázquez-Pérez *et al.* (2009) registraron 16 especies para la Reserva de la Biosfera Selva “El Ocote” en Chiapas, y alertaron del daño y el efecto de las tasas de deforestación de la selva sobre la pérdida de diversidad y distribución de las rapaces en dicho hábitat. En la costa del Golfo, De Labra (2013) registro a las rapaces tropicales residentes de la región de “Los Tuxtlas” en Veracruz, donde encontró 18 de 24 especies reportadas históricamente para la zona. La diferencia en el número de rapaces es el resultado de la pérdida del hábitat, la caza furtiva y la fragmentación. En Nuevo León, López *et al.* (2006) analizó el estatus de las especies de rapaces a través de un inventario, evaluó el estatus reproductivo, estacionalidad, estatus de protección, distribución, y un listado bibliográfico. Establece la urgencia de estimular proyectos de investigación que permitan conocer la biología y ecología de cada especie de las 27 especies reportadas.

Los estudios que tratan aspectos sobre la diversidad y riqueza de rapaces en México son escasos. Algunos están compilados en la obra de Rodríguez-Estrella (2006) titulada “Estudios actuales de rapaces en México” donde destacan los siguientes trabajos por abordan al grupo a nivel nacional: Estudios de rapaces en México (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006), ¿Cuántas especies de rapaces hay en México? (Rojas-Soto y Navarro-Sigüenza 2006), Conocimiento curatorial y bibliográfico actual de los Falconiformes (actualm. Accipitriformes) de México (Ramírez-Bastida y Navarro-Sigüenza 2006). Otros estudios en la obra mencionada, tratan sobre especies particulares en regiones particulares, destacan estudios del águila pescadora (*Pandion haliaetus*), y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), destacando ambas especies como dos de las rapaces más estudiadas en México (Rodríguez-Estrella y Rivera- Rodríguez 2006).

Actualmente las líneas de investigación se orientan a estudiar patrones de distribución, biología reproductiva, ecología trófica, y ecología general (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006). Todavía los estudios a escalas estatales son insuficientes para comprender bien los patrones a nivel estatal o regional (Escalante *et al.* 1993), siendo Michoacán un ejemplo de lo carente en los estados, donde la información básica sobre distribución de las rapaces a escala regional es insuficiente.

3.6. Hábitats prioritarios.

En México, cerca del 50% de los estudios sobre rapaces se han centrado en áreas donde predomina matorral xerófilo, el 25% en bosques de pino-encino, y el 10% en bosques tropicales caducifolios Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez (2006). Los humedales son los hábitats donde menos estudios sobre rapaces se han efectuado en el país. A pesar de la gran extensión de los bosques tropicales secos, o selvas secas en México, todavía han sido muy poco estudiadas las rapaces en esos ambientes, y en Michoacán, existen remanentes extensos de selva seca conservada (Trejo 2010).

El aguililla gris (*Buteo plagiatus*), para enfrentar la marcada estacionalidad en la disponibilidad de recursos alimenticios en selva seca, ha desarrollado adaptaciones fisiológicas y ecológicas únicas, donde la reproducción la realiza en un periodo relativamente corto reproduciéndose en la segunda mitad de la época seca, aparentemente en respuesta a la presencia de recursos alimenticios apropiados (Arizmendi *et al.* 1990). Ante la disponibilidad en el estado de Michoacán de bosques tropicales, bosques de coníferas y humedales, se observa la oportunidad urgente conocer el uso y selección que hacen las especies residentes y migratorias para completar sus ciclos de vida, así como la riqueza y diversidad de estas aves que albergan dichos hábitats en la región.

Es necesario obtener de forma rápida información de especies de Accipitriformes amenazados, raros y en riesgo de extinción en el estado. Michoacán es uno de los estados con menor número de especialistas en rapaces y menor número de estudios de algún aspecto de su

biología y ecología (Rodríguez-Estrella y Rivera- Rodríguez 2006). Las especies *Buteogallus anthracinus*, *Falco sparverius*, y *Buteo jamaicensis* a pesar de su amplia distribución, son de las menos estudiadas en México (Rodríguez-Estrella y Rivera- Rodríguez 2006). En Michoacán se dispone de poblaciones residentes y mixtas (residentes/migratorias) de estas especies, presentes en casi todos los ambientes. Pero para otras 15 especies de rapaces presentes en el estado se carece de estudios o antecedentes en el país.

En el estado se han establecido Áreas Naturales Protegidas y delimitado Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), sin embargo desconocemos si son espacios suficientes que aseguren la viabilidad de las poblaciones de rapaces y se asegure su conservación.

3.7. Información disponible sobre aves rapaces en Michoacán.

La avifauna de Michoacán se encuentra entre las más ricas en avifauna de la República Mexicana, con registros de 557 especies (Villaseñor-Gómez 2005) ubicadas en 72 familias y 20 órdenes. Del orden Accipitriformes, se han registrado 31 especies de rapaces diurnas en el estado: una especie en la familia Pandionidae, 21 en la familia Accipitridae, y 9 en la familia Falconidae (Villaseñor-Gómez 2005). En términos de estacionalidad 19 especies son consideradas residentes, 2 migratorias, y 8 especies presentan poblaciones residentes y también migratorias (mixta), además de dos especies consideradas visitantes/transitorias. A nivel regional, la Planicie del Pacífico, y la Sierra Madre Occidental, son regiones utilizadas por las visitantes invernales, motivo por el cual es importante conocer los patrones estacionales de riqueza y su consistencia para cada región, además de los hábitats asociados a su presencia, identificando áreas de permanencia en época no reproductiva, de descanso y hábitats de caza (Ruelas *et al.* 2010, Farmer *et al.* 2008, Medellín 2012). En cuanto al estatus de conservación, se encuentran 18 especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la norma oficial (SEMARNAT 2010). Otro problema reportado, es que en las selvas secas de Michoacán se capturan algunas aves rapaces (i.e. *Parabuteo unicinctus*), ya sea para vender individuos jóvenes como mascotas, o para elaborar artesanías con sus plumas, o para controlar

la pérdida de aves de corral de traspatio (Ríos-Muñoz 2000). Es urgente conocer los riesgos a los que se enfrentan cada especie en el estado a partir de la vulnerabilidad de cada especie. Un primer paso consiste en analizar la información que se encuentra dispersa, ordenarla, actualizarla y promover iniciativas de investigación hacia el grupo.

Se deben aumentar los esfuerzos para incrementar el conocimiento biológico y ecológico de los aspectos básicos de la biología y ecología de las especies de este grupo. En este trabajo abordamos aspectos de la disponibilidad de información, respecto a la localidades de registro, que existe para Michoacán de estas especies, en un contexto regional geográfico donde analizamos la distribución de los registros disponibles, tanto en el tiempo como en el espacio, y describimos las características de los territorios asociados a los registros, y la riqueza de las diferentes regiones que caracterizan al estado.

4. Literatura citada.

- Andersen, D.E. O.J. Rongstad y W.R. Mytton. 1985. Line transect analysis of raptor abundance along roads. *Wildl. Soc. Bull. Survey Techniques* 97 13:533–539.
- Andersen, D. E. 2007. Survey Techniques. En: Bird M. D. y Bildstein K. L. 2007. Raptor Management, Techniques Manual. National Wildlife Federation, Washington, DC. USA.
- Anthony, R.G., M.G. Garrett y F.B. Isaacs. 1999. Double-survey estimates of Bald Eagle populations in Oregon. *J. Wildl. Manage.* 63:794–802.
- Arizmendi, M., H. Berlanga, , L. Márquez- Valdemar, L. Navarizo y F. Ornelas. 1990. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco, México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Cuaderno del Instituto de Biología 4. México D. F.
- Arrowood, P.C., C.A. Finley y B.C. Thompson. 2001. Analyses of Burrowing Owl populations in New Mexico. *J. Raptor Res.* 35:362–370.
- American Ornithologists' Union (AOU) 2015. Fifty-sixth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk: Ornithological Advances* 132:748–764, Volume 132, 2015, pp. 748–764.
- Bednarz, J. C. 2007. Study Design, Data Management, Analysis, y Presentation. En: Bird M. D. y Bildstein K. L. 2007. Raptor Management, Techniques Manual. National Wildlife Federation, Washington, DC. USA.
- Bird M. D. y K. L. Bildstein 2007. Raptor Management, Techniques Manual. National Wildlife Federation, Washington, DC. USA.
- Bird Life International. 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. www.iucnredlist.org.

- Brand, D. D. 1960. Species of birds known to inhabit the Coalcoman region En: Coalcoman and Motines del Oro; an exdistrito of Michoacan. Mexico. Austin Tex. Martinus Nijhoff pp:354-364.
- Carson, R. 1962. Silent spring. Houghton Mifflin Company, Boston, MA U.S.A.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2005. *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Gobierno del Estado. Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ceballos, G. y L. Márquez-Valdelamar. 2000. Aves en peligro de extinción en México. CONABIO, México DF. México.
- Davis J. 1939. Birds of the Tzitzio region, Michoacán, Mexico. Vol. 55. 90 pp.
- Escalante, P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: Diversidad biológica de México, T. P. Ramamorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). UNAM, México, D F. Pp. 279-304.
- De Labra, M. A., P. Escalante y R. T. C. Monterrubio Rico. 2013. Diurnal Raptors in Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Mexico: Current Presence and Relative Abundance. *Journal of Raptor Research*, 47(4):392-399.
- Dunlap, T. R. 1981. DDT: scientists, citizens and public policy. Princeton Univ. Press. Princeton, Nueva Jersey.
- Elías, E. C. y H. E. Enkerlin 2003. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. En: Conservación de Aves Experiencias en México. CIPAMEX CONABIO.

- England, A.S., M.J. Bechard y C.S. Houston. 1997. Swainson's Hawk (*Buteo swainsoni*), No. 265 En A. Poole y F. Gill [EDS.], *The Birds of North America*. The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA U.S.A.
- Farmer, C.J., L.J. Goodrich, I.E. Ruelas y J.P. Smith. 2008. Conservation Status of North America's Birds of Prey. Pp. 303-420 En K.L. Bildstein, J.P. Smith, E. Ruelas I., y R.R. Veit (Eds.) *State of North America's Birds of Prey*. American Ornithologists' Union and Nuttall Ornithological Club. Series in Ornithology No. 3. Cambridge, Massachusetts.
- Forsman, E.D., S. Destefano, M. G. Raphael y R.J. Gutiérrez [EDS.]. 1996. Demography of the Northern Spotted Owl. *Studies in Avian Biology* no. 17. Cooper Ornithological Society, Lawrence, KS U.S.A.
- Frere, E., A. Travaini, A. Parera y A. Schiavini. 1999. Striated Caracara (*Phalacrocorax auritus*) population at Staten and Ano Nuevo Islands. *J. Raptor Res.* 33:268–269.
- Fuller, M. R. y J.A. Mosher. 1987. Raptor survey techniques. Pp. 37–65. En: B. A. Giron Pendleton, B. A. Millsap, K. W. Cline, y D. M. faltan datos
- García-Trejo, A. E. y Navarro-Sigüenza, A. G. 2004. Patrones Biogeográficos y endemismo de la avifauna en México. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.) 20(2): 167-185.
- Garrat, J.R. 1992. *The atmospheric boundary layer*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- Goodrich, L.J., S.T. Crocoll y S.E. Senner. 1996. Broad-winged Hawk (*Buteo platypterus*). En A. Poole y F. Gill, (Ed.) *The Birds of North America*, No. 218 (s.). The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, PA, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- Goodrich, L.J., y J.P. Smith. 2008. Raptor migration in North America. Pp. 37-149. En K.L. Bildstein, J.P. Smith, E. Ruelas Inzunza, y R.R. Veit (eds.), *State of North America's birds of*

prey Nuttall Ornithological Club, Cambridge, MA, and American Ornithologists' Union, Washington, D.C.

Harmata, A.R., K.M. Podruzny, J.R. Zelenak y M.L. Morrison. 2000. Passage rates and timing of bird migration in Montana. *Am. Midl. Nat.* 143:30–40.

Hederström, A. 1993. Migration by soaring or flapping flight in birds: the relative importance of energy cost and speed. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 342:353-361.

Ernández-Vázquez, S. 2005. Temporal distributions of diurnal raptors in the “Playón de Mismaloya” and “the Tamarindo”, Jalisco, México. En: R. Rodríguez-Estrella (editor). *Current raptors studies in México: Proceedings from La Paz, B.C.S. México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Raptor Research Foundation.

Howell, S.N.G., y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York.

INE-SEMARNAT. 2002. *Memorias del Primer Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas de México: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT; CONABIO-NABCI México; Comisión Federal de Electricidad (CFE); Unidos para la Conservación (UPC); National Fish and Wildlife Foundation (NFWF); Agrupación Dodo, A.C. y USFWS (Sonoran Desert Joint Venture en Nuevo México) México: INE-Semarnat, 2002, 88 pp.

Íñigo-Elías. 1986. The Trade in Diurnal Birds of Prey in Mexico *Birds of Prey Bull.* No. 3.

Íñigo-Elías y R. Dominguez. 1989. Threats to Raptors during the Migration and Non-breeding Season in Mexico. Meyburg, B.-U. & R. D. Chancellor eds. *Raptors in the Modern World* WWGBP: Berlin, London y Paris.

- Jacobson, M.J. y J.I. Hodges. 1999. Population trend of adult Bald Eagles in southeast Alaska, 1967–97. *J. Raptor Res.* 33:295–298.
- Kerlinger, P. y F. R. Moore. 1989. Atmospheric structure and avian migration. Pp. 109- 142 En D.M. Powers (ed.) *Current Ornithology*, Vol. 6. Plenum Press, New York.
- Kirk, D. A., y M. J. Mossman. 1998. Turkey Vulture (*Cathartes aura*). En A. Poole y F. Gill (eds.). *The Birds of North America*, No. 339. The Birds of North America, Inc. Philadelphia, Pennsylvania.
- Kjellén, N. y G. Roos. 2000. Population trends in Swedish raptors demonstrated by migration counts at Falsterbo, Sweden 1942–97. *Bird Study* 47:195–211.
- Kochert, M. N., K. Steenhof, L. B. Carpenter y J. M. Marzluff 1999. Effects of fire on golden eagle territory occupancy and reproductive success. Raptor Research Center. Boise State University, Boise, ID 83725, USA.
- López, A. S., A. J. Contreras-Balderas, J. I. González-Rojas, J. A. García-Salas, A. Guzmán Velasco y F. Montiel-De la Garza. 2006. Status of raptors in Nuevo León, México. Pp. 46-58. En: R. Rodríguez-Estrella (ed.). *Current raptor studies in México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La Paz, Baja California Sur, México.
- Manzano Fischer, P., R. List, J.L. Cartron, R. Sierra y E. Ponce 2007. Electrocutación de aves en líneas de distribución de energía eléctrica en México. *CONABIO. Biodiversitas*, 72:11-15
- Martinez, F., R. F. Rodríguez, y G. Blanco. 1997. Effects of monitoring frequency on estimates of abundance, age distribution, and productivity of colonial Griffon Vultures. *J. Field Ornithol.* 68:392–399.

- Medellín, R. A., A. Abreau-Grobois, M. del Coro Arizmendi, E. Mellink, E. Ruelas, E. Santana C., y J. Urbán. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, En *Capital Natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, Mexico, 459–515 pp.
- Meyburg, B. U. y C. Meyburg 2007. Quinze années de suivi de rapaces par satellite. *Alauda* 75: 265-286.
- Mesa, S.L., Y. Cabrera C. y E. I. Ruelas 2003. Programa Río de Rapaces. Pp. 404-405. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.) *Conservación de aves, experiencias en México*. CIPAMEX y CONABIO Edition, México DF.
- Newton, I. 1990. *Birds of prey*. Merehursts Press, London.
- Newton, I. 2003. The role of natural factors in the limitation of bird of prey numbers: A brief review of the evidence. Pp. 5-23. En: D.B.A. Thompson, S.M. Redpath, A.H. Fielding, M. Marquiss y C.A. Galbraith (eds.). *Birds of prey in a changing environment*. The stationery office. Edinburgh, Escocia.
- Navarijo-Ornelas, M. L. 1995. Toponimia ornitológica mexicana. *Cuad. Ins. Biol. UNAM* 28:78.
- Navarro-Sigüenza, A.G. y H. Benítez. 1995. *El dominio del aire*. Primera edición. México DF.
- Navarro-Sigüenza, A. G. 2002. *Atlas de las Aves de México: Fase II*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. E018 y A002. México, D.F.
- Navarro-Sigüenza, A.G., P. R. Ortiz y A. T. Peterson. 2008. Un panorama breve de la Historia de la Ornitología mexicana. *Ornitología Neotropical* 19 (suppl.): 367–379.

- Olendorff, R.S., D. D. Bibles, M. T. Dean, J. R. Haugh y M. N. Kochert. 1989. Raptor habitat management under the U. S. Bureau of Land Management Multiple-Use Mandate. Raptor Research Reports 8:1-80.
- Pennycuick, C. J. 1969. The mechanics of bird migration. *Ibis* 111:525-556.
- Ramírez-Bastida, P. y A. G. Navarro-Sigüenza. 2006. Current curatorial and bibliographic knowledge of Mexican Falconiformes. Pp 231-254. En Rodríguez-Estrella, R. (eds.). Current raptor studies in México. Centro de investigaciones biológicas del Noreste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ramos, M. A. 1986. Birds in Peril in Mexico: The Diurnal Raptors Birds of Prey Bull. No. 3.
- Ríos Muñoz, C. A. 2000. La diversidad perdida: las aves desaparecidas de México. En: Gómez de Silva, H y Olivares de Ita, A. 2003. Conservación de Aves Experiencias en México. CIPAMEX CONABIO.
- Rojas-Soto, R. O. y G. A. Navarro-Sigüenza. 2006. How many raptor species are there in México? En: Current Raptor Studies in México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 33-45 p.
- Rodríguez-Estrella, R., J. A. Donazar y F. Hiraldo 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, México. *Conservation Biology* 12:921-925.
- Rodríguez-Estrella, R. y T. L. A Bojórquez. 2004. Spatial analysis in raptor ecology and conservation. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Rodríguez-Estrella, R. y L. B. Rivera-Rodríguez 2006. Raptors studies in México: an overview. En: Current Raptor Studies in México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1-32 pp.

- Ruelas I., E., L. J. Goodrich y S. W. Hoffman. 2010. North American Population Estimates of Waterbirds, Vultures, and Hawks from Migration Counts in Veracruz, México. *Bird Conservation International* 20: 124-133.
- Sánchez-Zapata, J. A., M. Carrete, A. Grivilov, S. Sklyarenko, O. Ceballos, J. A. Donázar, y F. Hiraldo. 2003. Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. *Biological Conservation* 111: 71–77.
- Sauer, J.R., J.E. Hines y J. Fallon. 2004. The North American Breeding Bird Survey, results and analysis 1966–2003. Version 2004.1. U.S. Geological Survey, Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD U.S.A.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Programa de acción para la conservación de la especie: águila real (*Aquila chrysaetos*). CONANP. México, D.F. 50 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, DF.
- Scott, W. (ed) 1989. North American Birds of Prey. Gallery Books. New York.
- Simberloff, D. 1997. Flagships, umbrellas, and keystones: is single species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83:247-257.
- Sergio, F., I. Newton, L. Marchesi y P. Pedrini 2006. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *Journal of Applied Ecology* falta volúmen: 1049–1055.

- Sergio, F., T. Caro, D. Brown, B. Clucas, J. Hunter, J. Ketchum, K. McHugh y F. Hiraldo. 2008. Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 39:1-19.
- Smallwood, J.A., M.F. Causey., D.H. Mossop., J.R. Klucsarits., B. Robertson., S. Robertson., J. Mason., M.J. Maurer, R.J. Melvin., R.D. Dawson., G.R. Bortolotti., J.W. Parrish., JR., T.F. Breen., y K. boyd. 2009. Why are American Kestrel (*Falco sparverius*) populations declining in North America? Evidence from nest box programs. *J. Raptor Res.* 43:274–282.
- Spaar, R. 1995. Flight behavior of Steppe Buzzards (*Buteo buteo vulpinus*) during spring migration in southern Israel: a tracking- radar study. *Isr. J. Zool.* 41:489–500.
- Steenhof, K., M.N. Kochert, L.B. Carpenter R.N. Lehman. 1999. Long-term Prairie Falcon population changes in relation to prey abundance, weather, land uses, and habitat conditions. *Condor* 101:28–41.
- Stout, W.E., R.K. Anderson y J.M. Papp. 1998. Urban, suburban and rural Red-tailed Hawk nesting habitat and populations in southeast Wisconsin. *J. Raptor Res.* 32:221–228.
- Tapia L., Kennedy P. L. y Mannan R. W. 2007. Habitat Sampling. En: Bird M. D. y Bildstein K. L. 2007. *Raptor Management, Techniques Manual*. National Wildlife Federation, Washington, DC. USA.
- Temple, S. A. y Wiens, J. A.: 1989, 'Bird populations and environmental changes: can birds be bio-indicators?', *Am. Birds* 43: 260–270.
- Thiollay, J. M. 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.
- Thiollay J.M. y B.U. Meyburg (1988): Forest fragmentation and the conservation of raptors: a survey on the island of Java. - *Biol. Conserv.* 44: 229-250.

- Thiollay, J. M. 1989. Censusing of diurnal raptors in a primary rain forest: comparative methods and species detectability. *J. Raptor Res.* 23:72–84.
- Thiollay, J. M. 1998. Current status and conservation of Falconiformes in tropical Asia. *J. Raptor Res.* 32:40–55.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano. En: Ceballos G., Martínez L., García A., Espinoza E., Bezaury C. J. y Dirzo R. (Ed.) 2010. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 594 pp.
- Urbina, T. F. 1996. Aves Rapaces de México. Centro de Investigaciones Biológicas UAEM. Cuernavaca Morelos. México. P.136.
- Vázquez-Pérez, J. R., P. L. Enríquez y J. L. Rangel-Salazar. (2009). Diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(1), 203-209.
- Villaseñor-Gómez, L. E. 2005. Aves. Pp. 101-103. En: La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor-Gómez L. E (Ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Webster, M.S., P.P. Marra, S.M. Haig, S. Bensch y R.T. Holmes. 2001. Links between worlds: unraveling migratory connectivity. *Trends Ecol. Evol.* 17:76–83.
- Whelton, B.D. 1989. Distribution of the Boreal Owl in eastern Washington and Oregon. *Condor* 91:712–716.

CAPÍTULO II. RIQUEZA Y DISTRIBUCIÓN DE RAPACES DIURNAS EN MICHOACÁN

*...aquella mujer se encontró en el camino con una águila que era blanca,
y tenía una verruga grande en la frente, y empezó el águila a silbar,
y a enherizar las plumas, y con unos ojos grandes que decían ser el dios Curicaueri,
y saludóla el águila, y díjole que fuese bienvenida...
Díjole el águila: Sube aquí, encima de mis alas y no tengas miedo de caer
...levantóse el águila con ella, y empieza a silbar.
Y llevóla a un monte, y díjole aquel águila: Asientate aquí,
y de aquí oirás lo que se dijere...*

Fray Gerónimo de Alcalá

Relación de Ceremonias y Ritos y Población y Gobernación
de los Indios de la Provincia de Michoacán.

1. RESUMEN.

Se presenta una revisión de las fuentes que integran registros geográficos de las especies de rapaces diurnas en Michoacán, así como la descripción de la distribución de los registros dos marcos geográficos, la regionalización en provincias biogeográficas, y los tipos de vegetación y uso de suelo del estado. La información mostró que los registros más antiguos datan de finales del siglo XIX, hasta nuestros días, donde, la principal fuente con mayor número de registros es el Laboratorio de Investigación en Ornitología. Se destacan los primeros registros fotográficos obtenidos por el método de fototrampeo de Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios, para especies raras o crípticas como *Micrastur semitorquatus*. Las especies mayormente registradas en las fuentes son, *Buteo plagiatus*, *Buteo jamaicensis* y *Falco sparverius*, tanto registros históricos como contemporáneos. Las especies *Micrastur ruficollis* y *Falco rufigularis* fueron reportadas hasta antes del año 2000, mientras que *Rostrhamus sociabilis*, *Geranospiza caerulescens*, *Buteo lineatus*, *Buteo platypterus* y *Falco mexicanus* presentan registros posteriores al año 2000. Se incluye el reporte reciente de una especie neártica (*Buteo lineatus*) no incluida en los listados oficiales, y se discuten los reportes actuales y dudosos de tres especies (*Ictinia mississippiensis*, *Buteo lagopus*, *Buteo regalis*). La riqueza es de 31 especies presentes en el estado, pertenecientes a tres familias (Pandionidae, Accipitridae, Falconidae). Los registros asociados a las provincias biogeográficas indican que la mayor riqueza se presenta en la provincia Costa del Pacífico y Depresión del Balsas, con un componente importante de especies de afinidad neotropical. A su vez, la provincia del eje neovolcánico presenta un componente de especies particular con de afinidad neártica. En general, los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies son los bosques de coníferas y la selva baja caducifolia, pero destacamos la importancia de los sitios transformados y áreas de agricultura que presentan una relativa alta riqueza. Se concluye que son amplios y diversos los ambientes que algunas especies ocupan, la tolerancia de especies a sitios degradados o transformados es evidente y son sitios de caza importantes.

2. ABSTRACT.

A review of the sources that make geographic records of the species of diurnal raptors in Michoacan, as well as the description of the distribution of records two geographical frames, regionalization in biogeographic provinces, and the types of vegetation and land use of presents state. The data showed that the oldest records date from the late nineteenth century to today, where the main fuent largest number of records is the Ornithology Research Laboratory. The first photographic records obtained by the method of camera traps by Terrestrial Vertebrates Laboratory Priority for rare or cryptic as collared forest falcon (*Micrastur semitorquatus*) stand. Mostly species recorded in the sources are gray hawk (*Buteo plagiatus*), red-tailed hawk (*Buteo jamaicensis*) and american krestel (*Falco sparverius*), both historical and contemporary records. The barred forest falcon (*Micrastur ruficollis*) species and bat falcon (*Falco ruficularis*) were reported to before 2000, while snile kite (*Rostrhramus sociabilis*), Crane Hawk (*Geranospiza caerulescens*), red-shouldered hawk (*Buteo lineatus*), broad-winged hawk (*Buteo platypterus*) and subsequent records show prairie falcon (*Falco mexicanus*) to 2000. The recent report of a Nearctic species red-shouldered hawk (*Buteo lineatus*) not included in the official lists, and current and dubious reports of three species (Mississippi kite (*Ictinia mississippiensis*), rough-legged hawk (*Buteo lagopus*), ferruginous hawk (*Buteo regalis*) are discussed included. Wealth is of 31 species in the state, belonging to three families (Pandionidae, Accipitridae, Falconidae). The records associated with biogeographic provinces indicate that the greatest wealth is presented in the Pacific Coast province and Balsas Depression, with an important component of neotropical species affinity. In turn, the province of Neovolcanic presents a particular component of Nearctic species affinity. In general, most types of vegetation species richness are coniferous forests and deciduous forest, but stress the importance of processed agricultural sites and areas that have high relative wealth. It is concluded that are broad and diverse environments that occupy some species, species tolerance to degraded or transformed sites is evident and are important hunting sites.

3. Introducción.

3.1. Antecedentes y disponibilidad de información.

En el estado se han registrado cuatro familias del orden Accipitriformes: Cathartidae con dos géneros dos especies, Pandionidae con una especie, Accipitridae con 11 géneros y 22 especies, y Falconidae con 4 géneros y 9 especies (Cuadro 1). Actualmente la taxonomía y nomenclatura de rapaces diurnas sigue actualizándose, ya que el grupo es amplio y heterogéneo, y las relaciones de ancestría son difíciles de averiguar, ya que se presentan los procesos de convergencia evolutiva, y algunos rasgos externos son resultado de la adaptación con escasas consecuencias genéticas (Ferguson-Less y Christie 2004, Rojas-Soto y Navarro-Sigüenza 2006). La clasificación de este trabajo sigue a la Unión Ornitológica Americana (AOU 2015). Los nombres comunes se ajustaron a los propuestos en el trabajo de Escalante *et al.* (2014)

Cuadro 1 .Especies de rapaces por género en México y Michoacán.

Géneros	México	Michoacán
<i>Accipiter</i>	4	2
<i>Buteo</i>	9	9
<i>Buteogallus</i>	3	2
<i>Caracara</i>	1	1
<i>Chondrohierax</i>	1	1
<i>Circus</i>	1	1
<i>Elanus</i>	1	1
<i>Falco</i>	7	5
<i>Geranozypiza</i>	1	1
<i>Herpetotheres</i>	1	1

<i>Micrastur</i>	2	2
<i>Pandion</i>	1	1
<i>Parabuteo</i>	1	1
<i>Rostrhramus</i>	1	1
<i>Rupornis</i>	1	1
<i>Geranoaetus</i>	1	1

Entre los antecedentes más antiguos sobre observaciones o estudios en rapaces para el estado de Michoacán se encuentra el de Davis (1939), su obra *Aves de la región de Tzitzio* describe observaciones sobre ocho especies de rapaces, como el águila real (*Aquila chrysaetos*), menciona registros de las dos subespecies de *Accipiter striatus* (*A. s. suttoni* y *A. s. velox*) para dicha región. También, Blake y Hanson (1942), en la obra *Notes on a Collection of Birds From Michoacan* registran y describen 11 especies de rapaces para la región de Tzitzio.

Aunque la avifauna en el estado de Michoacán ha sido estudiada en todas su regiones durante las últimas dos décadas, no existen estudios que integren y analicen a las aves rapaces diurnas. La mayoría de registros existentes se han obtenido a partir de inventarios de avifaunas a nivel local, en trabajos de tesis que ofrecen listados avifaunísticos sobre hábitats o regiones particulares. Estudios como el de Barajas-López (1994) para en el municipio de Tzitzio, en el noreste del estado, para el que reporta 5 especies de la familia Accipitridae, y 2 de la familia Falconidae en los bosques de coníferas y bosques tropicales, y las clasifica en 4 especies residentes y 4 migratorias. Méndez-Robledo (1997), en una contribución de las aves de la región de Tacámbaro en el centro del estado, reporta observaciones de 4 especies de la familia Accipitridae y 2 de Falconidae en bosque mesófilo, pino y bosque tropical caducifolio. Villaseñor-Gómez (1988), en *Aves costeras de Michoacán*, presenta el estudio más detallado a nivel regional sobre la avifauna para la región Costa, en que registró a la única especie de la familia Pandionidae, 10 especies de la familia Accipitridae, y 6 de la familia Falconidae. Reporta con mayor frecuencia de ocurrencia (Nº días) de la familia Falconidae a *Falco sparverius*. A su vez, Torres-Hernández (1998), en un trabajo sobre la *Distribución de las aves*

migratorias terrestres del estado de Michoacán, examinó la distribución de las aves migratorias terrestres para el estado, reportando registros históricos del pandiónido, 6 especies de la familia Accipitridae, y 3 especies de la familia Falconidae. Alvarado-Aragón (2005), en el estudio de aves de la cuenca de lago de Pátzcuaro reporta observaciones de 5 especies de la Pandionidae y Accipitridae, y 2 de Falconidae, en hábitats de vegetación acuática, bosques de pino, encino y áreas agrícolas abiertas. Villaseñor-Gómez *et al.* (2013), en un estudio de la diversidad de aves en la subcuenca del río Cupatitzio, reportan 11 especies de la familia Accipitridae y 3 de la familia Falconidae, 6 residentes permanentes y 6 visitantes de invierno.

Otros trabajos como el de García-Lázaro (1996) para el “Cerro Punhuato” del municipio de Morelia, describe un nido activo de *Buteo jamaicensis* en el matorral subtropical, así como indicios de nidificación de *Geranoaetus albicaudatus*. Información importante acerca de las amenazas la encontramos en el trabajo de Lemus-Aguirre (2000), que reporta la comercialización de aves canoras y de ornato en la ciudad de Morelia, donde da a conocer la venta de ejemplares vivos de *B. jamaicensis* y *G. albicaudatus*.

Los estudios actuales enfocados al grupo de rapaces diurnas son el de Medina-Nieves (2015) que ofrece un análisis general de la información disponible en literatura y colecciones de rapaces del estado, y el de Ortega-Guzmán (2015) quién describió y analizó la ecología invernal del Cernícalo americano (*Falco sparverius*) en el Bajío Michoacano. Las especies con mayor número de registros en la mayoría de los estudios son; de la familia Accipitridae, *Circus cyaneus*, *Accipiter striatus*, *A. cooperii*, *Buteo. jamaicensis*, *Caraca cheriway* y de la familia Falconidae, *Falco sparverius*, *Falco peregrinus* y *Falco columbarius*. El mayor número de especies reportadas a nivel regional es en el trabajo de Alvarado-Aragón (2005), reporta 8 especies para la cuenca de Pátzcuaro, seguido de Barajas-López (1994), y Méndez-Robledo (1997) que reportan 7 especies para las regiones de Tzitzio, y Tacámbaro en el centro-este del estado. Los tipos de hábitat en el estado donde han sido reportadas el mayor número de especies de rapaces diurnas son el bosque de pino y el bosque tropical caducifolio.

3.2. Métodos y estudios de rapaces en la región.

Los métodos empleados para realizar los inventarios son diversos, desde revisiones de trabajos realizados desde finales del siglo XIX, datos curatoriales depositados en museos nacionales y el extranjero, ahora disponibles (Navarro-Sigüenza 2002). En los últimos años también se usa la información contenida en plataformas digitales (i.e. www.gbif.org/species; avibase.bsc-eoc.org; naturalista.conabio.gob.mx). Los métodos directos de observación y registro son principalmente los conteos, ya sea en puntos a cierta distancia entre si y/o transectos en franja de distancia o fijos.

Para el estado, la principal fuente de información sobre rapaces diurnas, son los laboratorios de investigación de la Universidad Michoacana, en el Laboratorio de Investigación en Ornitología (LIO) y la Colección de Aves de la Facultad de Biología (CAFB) (UMSNH; Villaseñor-Gómez y Villaseñor-Gómez 2009), y en el Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP), de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El LIO concentran la mayor parte los registros históricos, por la antigüedad de los trabajos que han llevado a cabo sobre la avifauna del estado y los vínculos que a través del tiempo han tenido con museos y colecciones extranjeras que realizaron estudios en Michoacán. También, la continuidad de sus trabajos está reflejada en la concentración de registros de rapaces de las últimas décadas hacia la actualidad (Medina-Nieves 2015). Por su parte el LVTP comenzó sus trabajos a partir del año 2000, concentra una importante base de datos de aves en general y rapaces en particular, para distintas regiones y hábitats del estado. Ha innovado en la obtención de registros en la región mediante el empleo de cámaras-trampa, método que ha permitido obtener fotografías y videos de individuos de especies de rapaces de los órdenes Strigiformes y Accipitriformes (Charre *et al.* 2010).

En la obra *La Biodiversidad de Michoacán; Estudio Estado* (CONABIO 2005), se proporciona el listado de mayor actualidad, en que se reporta una riqueza de 34 especies de

rapaces diurnas. Una década ha transcurrido desde dicha publicación y es pertinente su revisión con información actualizada. La planeación de la conservación debe basarse en información reciente, por lo que no solo debe examinarse la disponibilidad de datos de los diferentes grupos de especies, sino también su vigencia y actualidad (Ramírez-Bastida y Navarro-Sigüenza 2006; Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004).

Desafortunadamente para el estado de Michoacán la información sobre historia natural y biología de las poblaciones y comunidades de aves rapaces no es uniforme en tiempo y espacio. Sumado a esto, Michoacán ha experimentado tasas de deforestación elevadas durante los últimos 30 años, calculándose en alrededor de 50 mil hectáreas (Masera 1996, COFOM 2001). En el periodo entre 1976 y 2000, 200 000 hectáreas de bosque y 30 000 de selva fueron desmontadas, lo que representa tasas de deforestación de 0.47 y 0.65 por año respectivamente (Mas *et al.* 2005, Trejo 2010), desconociéndose los efectos sobre las poblaciones de especies rapaces residentes y migratorias. Ante la deforestación sufrida, es necesario contar con información básica para una mejor comprensión de la dinámica de este ensamble de especies, y utilizarla para el diseño de estrategias para su conservación en Michoacán. En el presente capítulo abordamos el análisis de la distribución contemporánea de rapaces las rapaces en las regiones de Michoacán, analizando la composición de las comunidades de rapaces en la compleja y variada topografía, paisajes, gradientes altitudinales y diversidad de comunidades bióticas del estado.

4. Objetivos.

4.1. Objetivo general

- Describir la distribución histórica y contemporánea de las rapaces diurnas (Pandionidae, Accipitridae y Falconidae) en Michoacán.

4.2. Objetivos específicos

- Reunir y describir la información de rapaces para el estado en cuanto a sus:
 - Fuentes de información
 - Registros
 - Distribucion temporal, anual y mensual de registros.
- Describir la distribución de la riqueza de especies en el conexto geográfico, en:
 - Un marco de regionalización geográfica
 - Tipos de vegetación y uso de suelo

5. Materiales y métodos

5.1. Área de estudio.

El estado de Michoacán se encuentra en la zona de transición entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, rasgo que determina la biodiversidad presente. En Michoacán, se encuentran dos de las tres cuencas hidrológicas más importantes del país: el sistema fluvial Lerma-Chapala-Santiago y el río Balsas, dos afluentes principales atraviesan el estado: el río Lerma y el río Balsas. En general, se maneja más de una docena de tipos de comunidades vegetales para el Estado, a pesar de que las propuestas difieren ligeramente en sus nomenclaturas, todas agrupan de manera similar las manifestaciones *fisonómicas* de la cubierta vegetal. En una alta proporción, estas comunidades se encuentran alteradas en sus condiciones prístinas, ya que han sufrido modificaciones, con la presencia de zonas agrícolas, áreas urbanas o extensiones importantes de vegetación secundaria (CONABIO 2005). La región tiene una composición de especies afines a las selvas bajas de la vertiente del Pacífico y a la cuenca del Balsas, y se desempeña como un corredor continuo de hábitat que conecta la costa occidental con el interior del país (CONABIO 2005).

5.2. Integración de bases de datos.

Se obtuvieron todos los registros de rapaces disponibles en cuatro fuentes principales: Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Laboratorio de Investigación en Ornitología (LIO, Medina-Nieves 2015), y del Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP), con registros de campo obtenidos en diversos proyectos, cuyos últimos registros se obtuvieron durante el periodo 2014-2015, de observaciones directas y el uso del método de foto-trampeo. Posteriormente se depuraron las bases de datos, donde los registros duplicados y/o triplicados se eliminaron y se le asignó en la base de datos la fuente de origen inicial en este caso a las de libre acceso (GBIF, CONABIO). Los registros duplicados

ocurrieron entre GBIF, LIO y CONABIO, y en su mayoría para los registros históricos y anteriores al 2000. Para conocer la distribución espacio-temporal de los registros se ordenó por especie y fechado del avistamiento y/o colecta para identificar la distribución y acumulación de los registros en décadas y la presencia estacional anual de cada especie.

5.3. Regionalización.

Una vez reunidos los registros, se clasificaron en el Sistema de Información Geográfica (ArcGis ESRI 9.3) en la herramienta *Intersect Point Tool*, con cartografía digital. Para la regionalización se usó el polígono y divisiones de las Provincias biogeográficas de México de CONABIO (1997) donde se realizó el respectivo recorte al estado de Michoacán (Fig. 1). Para el contexto ecológico se clasificaron los registros con la cartografía temática de la vegetación potencial de México a escala 1:4,000,000 (Rzedowski 1990), y el Inventario Nacional Forestal 2000, que, entre otros factores, considera el gradiente altitudinal.

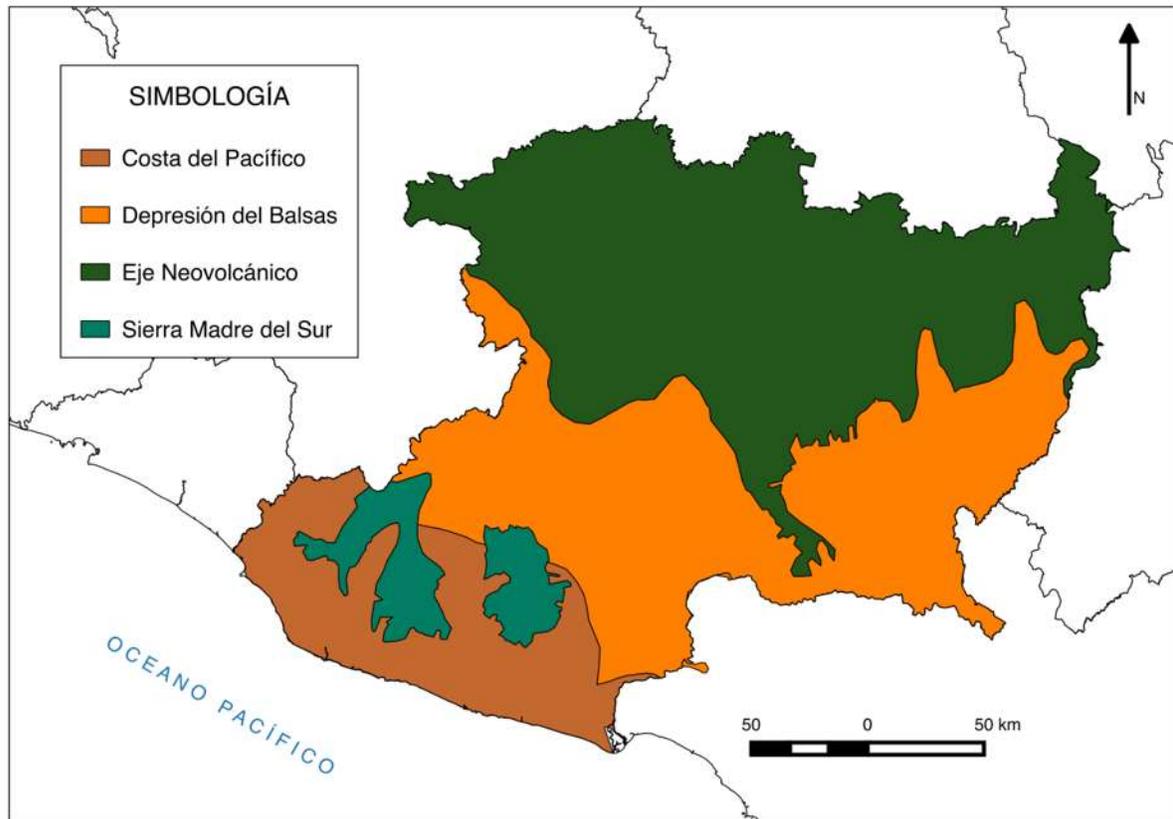


Figura 1. Marco de regionalización (Provincias biogeográficas, CONABIO 1997).

Debido al número de registros y especies analizadas, los resultados del análisis se sintetizan en cuadros y mapas. Para conocer la distribución histórica y actual de las aves rapaces, los registros se dividieron en dos periodos de tiempo, considerandose los registros anteriores al año 2000 como registros históricos, y los del año 2000 en adelante como contemporáneos. En la distribución estacional, que describe los movimientos de las poblaciones o migraciones que llevan a cabo durante las estaciones del año, se utilizaron tres categorías: Residentes (R), especies que permanecen en la región durante todo el año; Mixtas (R/M), especies que presentan poblaciones residentes a las que se le suman visitantes en invierno; Transitorias (T), especies que se detienen temporalmente en su migración al sur en otoño y al norte en primavera (Ruelas 2000, Urbina 1996).

5.4. Muestreos de campo.

Los registros contemporáneos obtenidos por el LVTP se han obtenido de diversos proyectos a partir del año 2003 a la actualidad. Dichos proyectos se llevaron a cabo en las regiones del Bajío: en áreas colindantes con el estado de Guanajuato en la Cuenca de Cuitzeo, Lago de Cuitzeo, Yuriria, presa de Queréndaro, presas de Pénjamo, zona conurbada de Morelia. En los bosques de coníferas y áreas de cultivo del Eje Neovolcánico: en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, Región de la Meseta Purépecha, Lago de Pátzcuaro. En la región de la Depresión del Balsas: Área Natural Protegida Chorros del Varal, Reserva de la Biósfera Zicuirán Infiernillo, selvas tropicales del municipio de Arteaga. Y en la región Costa: municipios de Lázaro Cardenas, Aquila, Coahuayana, en la comunidad indígena El Coíre y Faro de Buserías.

Los métodos, consistieron en observaciones a través de conteos de campo (puntos de conteo, transectos, puntos fijos, conteos carreteros, avistamientos accidentales) y colocación de cámaras trampa. El trabajo con cámaras trampa se ha llevado a cabo anualmente en temporada seca, en ambientes del trópico seco de la región la Depresión del Balsas, hacia la Sierra Madre del Sur y región Costa, durante el periodo 2009-2016. En general, las cámaras que tomaron fotografías de rapaces se colocaron en sitios donde hubo agua disponible (manantiales, riachuelos, Charre *et al.* 2010, Cancino *et al.* 2016).

6. Resultados

6.1. Registros por fuente

El mayor número de registros provino del Laboratorio de Investigación en Ornitología, con 1,005 registros de 30 especies, tanto históricos y contemporáneos que van del año 1863 al 2014. Seguido de CONABIO con un total de 958 registros de 22 especies, con registros del periodo 1863-2003.

La base de datos del Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios, dispone de 561 registros de 24 especies del periodo 2003-2015. Entre los aspectos novedosos destacamos 117 foto-registros y videos obtenidos mediante cámaras-trampa, para 10 especies: *Buteo plagiatus* (42 fotos y un video digital), *Buteo anthracinus* (1 foto), *Accipiter cooperii* (4 fotos), *Buteogallus urubitinga* (1 foto), *Parabuteo unicinctus* (1 foto), *Rupornis magnirostris* (1 foto), *Buteo brachyurus* (12 fotos), *Buteo. jamaicensis* (22 fotos), *Caracara cheriway* (5 fotos) y *Micrastur semitorquatus* (22 fotos y cuatro videos digitales).

Finalmente, se obtuvo de GBIF posterior a la depuración, un total de 491 registros de 30 especies, que abarcan del año 1888 al 2015 (última consulta julio 2015). Sin embargo 41 registros no se incluyeron en el análisis al considerarse inciertos, uno para *Ictinia mississippiensis*, dos para *Buteo regalis*, y 38 de *Buteo lagopus* del año 2004, especies que no habían sido reportadas para el estado anteriormente. El criterio de decisión es que no existe otra fuente que confirme la presencia de alguna de estas tres especies (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2 . Número de registros analizados para especies de rapaces residentes por fuente. (Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Laboratorio de Investigación en Ornitología, Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP) .

Especies	CONABIO	GBIF	LIO	LVTP	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	3	2	5	-	10
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	-	1	4	-	5
<i>Geranospiza caerulescens</i>	-	1	-	2	3
<i>Buteo plagiatus</i>	258	4	88	144	494
<i>Buteogallus anthracinus</i>	33	5	22	32	92
<i>Buteogallus urubitinga</i>	1	2	8	7	18
<i>Parabuteo unicinctus</i>	-	3	7	10	20
<i>Buteo brachyurus</i>	24	30	31	18	103
<i>Buteo albonotatus</i>	17	4	20	31	72
<i>Micrastur ruficollis</i>	-	2	-	-	2
<i>Micrastur semitorquatus</i>	17	2	4	26	49
<i>Caracara cheriway</i>	60	20	82	41	203
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	18	10	13	77	118
<i>Falco ruficularis</i>	-	2	1	-	3
<i>Rupornis magnirostris</i>	110	19	17	5	151
Totales	541	107	302	393	1343

Cuadro 3 .No. de registros de especies de rapaces migratorias y de conducta mixta por fuente (*Registros no considerados en otros análisis).

Especies	CONABIO	GBIF	LIO	LVTP	Totales
<i>Pandion haliaetus</i>	57	3	43	4	107
<i>Elanus leucurus</i>	6	23	34	10	73
<i>Circus cyaneus</i>	8	15	29	11	63
<i>Accipiter striatus</i>	16	39	45	9	109
<i>Accipiter cooperii</i>	16	34	53	24	127
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	6	-	13	19	38
<i>Buteo jamaicensis</i>	72	105	218	39	434
<i>Falco sparverius</i>	224	106	234	26	590
<i>Falco peregrinus</i>	2	14	16	14	46
<i>Buteo lineatus</i>	-	-	-	6	6
<i>Buteo platypterus</i>	-	1	-	1	2
<i>Buteo swainsoni</i>	6	5	8	1	20
<i>Buteo regalis*</i>	-	2	1	-	3
<i>Buteo lagopus*</i>	-	22	-	-	22
<i>Falco columbarius</i>	4	9	8	4	25
<i>Falco mexicanus</i>		6	1		7
Totales	417	384	703	168	1672

6.2. Distribución temporal de registros.

Entre los registros históricos, nueve registros son los más antiguos (1863-1892), por lo que antes de 1900 solo se había reportado la presencia de seis especies (*Accipiter striatus*, *Buteogallus urubitinga*, *Buteo plagiatus*, *B. jamaicensis*, *Herpetotheres cachinnans*, *F. sparverius*), y para 1903 se registró *Accipiter cooperii* y *Falco mexicanus*. Para 1939-1940, existían registros de 14 especies. En 1980 ya se disponía de 22 especies de rapaces registradas y después del año 2000 se incrementó a 32 el número de especies que en forma acumulada habían sido registradas para Michoacán (Cuadros 4 y 5).

La presencia de las especies de rapaces en el estado no es uniforme a lo largo del año, se observó claramente un aumento en número de registros para los meses invernales, principalmente en las especies con poblaciones mixtas (Fig. 1). Se observó el patrón de la estacionalidad de especies visitantes de invierno confirmadas (*Buteo lineatus*, *Buteo platypterus*, *Falco mexicanus*) en función de los meses en que fueron registradas. La especie migratoria *Buteo swainsoni* aparece con relativa continuidad durante el año con picos altos en meses invernales. (Figs. 2 y 3) (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 4 .Registros históricos y contemporáneos por periodos en especies residentes (Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Laboratorio de Investigación en Ornitología, Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP).

Especies	<1900	1900 a	1950 a	1970 a	1990 a	2000 a	2005 a	2010 a	Totales	(%)
		1950	1970	1990	2000	2005	2010	2015		
<i>Chondrohierax uncinatus</i>				2	5	1	2		10	0.3
<i>Rostrhamus sociabilis</i>						2	2	1	5	0.2
<i>Geranospiza caerulescens</i>						1	2		3	0.1
<i>Buteo plagiatus</i>	1	3	2	115	228	1	94	50	494	16.4
<i>Buteogallus anthracinus</i>		4		40	8	4	26	10	92	3.0
<i>Buteogallus urubitinga</i>	1		2	3		2	6	4	18	0.6
<i>Parabuteo unicinctus</i>		2		3	3		8	4	20	0.7
<i>Buteo brachyurus</i>		2	2	34	10	4	11	40	103	3.4
<i>Buteo albonotatus</i>				25	2	3	34	8	72	2.4
<i>Micrastur ruficollis</i>				2					2	0.1
<i>Micrastur semitorquatus</i>		1		5	16	1		26	49	1.6
<i>Caracara cheriway</i>		12	1	119	5	4	51	11	203	6.7
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	2	1	1	8	19	2	77	8	118	3.9
<i>Falco ruficularis</i>			2	1					3	0.1
<i>Rupornis magnirostris</i>			7	9	117	4	7	7	151	5.0
Totales	4	25	17	366	413	29	320	169	1343	44.5

Cuadro 5. Registros por periodos en registros históricos y contemporáneos por especies migratorias (*) y mixtas (Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad (GBIF), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Laboratorio de Investigación en Ornitología, Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios (LVTP).

Especies	<1900	1900 a 1950	1950 a 1970	1970 a 1990	1990 a 2000	2000 a 2005	2005 a 2010	2010 a 2015	Totales
<i>Pandion haliaetus</i>		2		93	3	2	4	3	107
<i>Elanus leucurus</i>			2		1	22	26	22	73
<i>Circus cyaneus</i>		4	2	7	5	8	18	19	63
<i>Accipiter striatus</i>	1	17	3	4	16	19	21	28	109
<i>Accipiter cooperii</i>		10	1	1	19	20	22	54	127
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>		1		1	6	4	11	15	38
<i>Buteo jamaicensis</i>	2	60		56	63	52	88	113	434
<i>Falco sparverius</i>	2	11	7	231	141	60	61	77	590
<i>Falco peregrinus</i>		11	1		4	1	12	17	46
<i>Buteo lineatus*</i>								6	6
<i>Buteo platypterus*</i>							4		4
<i>Buteo swainsoni*</i>			4	8	4		3	1	20
<i>Falco columbarius*</i>			2	9		1	6	7	25
<i>Falco mexicanus*</i>						1	5	1	7
Totales	5	118	23	411	264	192	292	369	1674

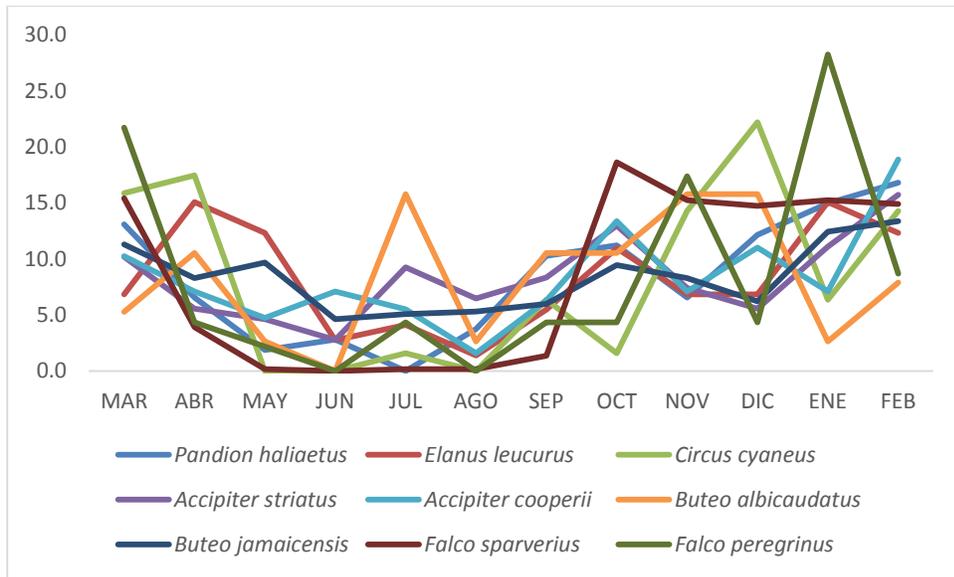


Figura 2. Porcentajes de registro de especies con poblaciones mixtas y su distribución en los meses de registro.

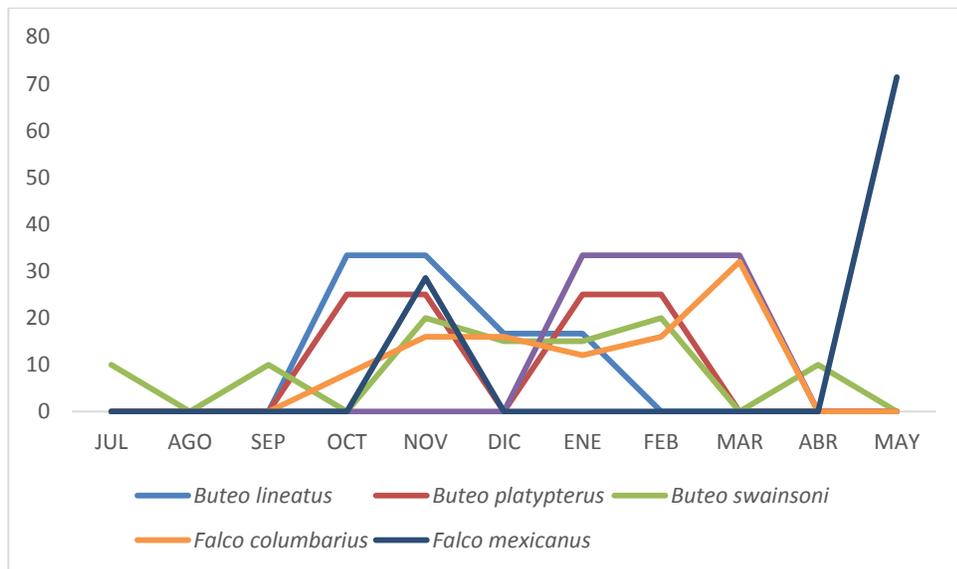


Figura 3 Porcentajes de registro de especies migratorias y su distribución en los meses de registro.

Cuadro 6. Proporción mensual de registros de especies con poblaciones migratorias.

Especies	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Totales
<i>Buteo lineatus</i>	0	0	0	33.3	33.3	16.7	16.7	0	0	0	0	6
<i>Buteo platypterus</i>	0	0	0	25	25	0	25	25	0	0	0	4
<i>Buteo swainsoni</i>	10	0	10	0	20	15	15	20	0	10	0	20
<i>Falco columbarius</i>	0	0	0	8	16	16	12	16	32	0	0	25
<i>Falco mexicanus</i>	0	0	0	0	28.6	0	0	0	0	0	71.4	7

Cuadro 7. Proporción mensual de registros de especies con poblaciones mixtas.

Especies	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Totales
<i>Pandion haliaetus</i>	13.1	6.5	1.9	2.8	0.0	3.7	10.3	11.2	6.5	12.1	15.0	16.8	107
<i>Elanus leucurus</i>	6.8	15.1	12.3	2.7	4.1	1.4	5.5	11.0	6.8	6.8	15.1	12.3	73
<i>Circus cyaneus</i>	15.9	17.5	0.0	0.0	1.6	0.0	6.3	1.6	14.3	22.2	6.3	14.3	63
<i>Accipiter striatus</i>	10.2	5.6	4.6	2.8	9.3	6.5	8.3	13.0	7.4	5.6	11.1	15.7	108
<i>Accipiter cooperii</i>	10.2	7.1	4.7	7.1	5.5	1.6	6.3	13.4	7.1	11.0	7.1	18.9	127
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	5.3	10.5	2.6	0.0	15.8	2.6	10.5	10.5	15.8	15.8	2.6	7.9	38
<i>Buteo jamaicensis</i>	11.3	8.3	9.7	4.6	5.1	5.3	6.0	9.4	8.3	6.2	12.4	13.4	434
<i>Falco sparverius</i>	15.4	3.9	0.2	0.0	0.2	0.2	1.4	18.6	15.3	14.7	15.3	14.9	590
<i>Falco peregrinus</i>	21.7	4.3	2.2	0.0	4.3	0.0	4.3	4.3	17.4	4.3	28.3	8.7	46

6.3. Registros históricos y contemporáneos.

Para los objetivos de este estudio, clasificamos por su antigüedad los registros, consideramos 1,647 (54.6%) registros anteriores al año 2000 como registros históricos, y 1,372 registros posteriores al 2000 (45.4%) como contemporáneos (Fig. 4). Los registros históricos concentran reportes de 24 especies, siendo las especies *Buteo plagiatus* y *Falco sparverius* las de mayor número de registros. Para las especies *Micrastur ruficollis* y *Falco ruficularis* no se cuenta con registros posteriores al año 2000, mientras que *Rostrhamus sociabilis*, *Geranoospiza caerulescens*, *Buteo lineatus*, *Buteo platypterus* y *Falco mexicanus* presentan registros después del año 2000, y no anterior a este. Los registros contemporáneos representan a 27 especies, siendo las de mayor número de registros *Buteo jamaicensis* y *Falco sparverius* (Cuadro 8 y 9).

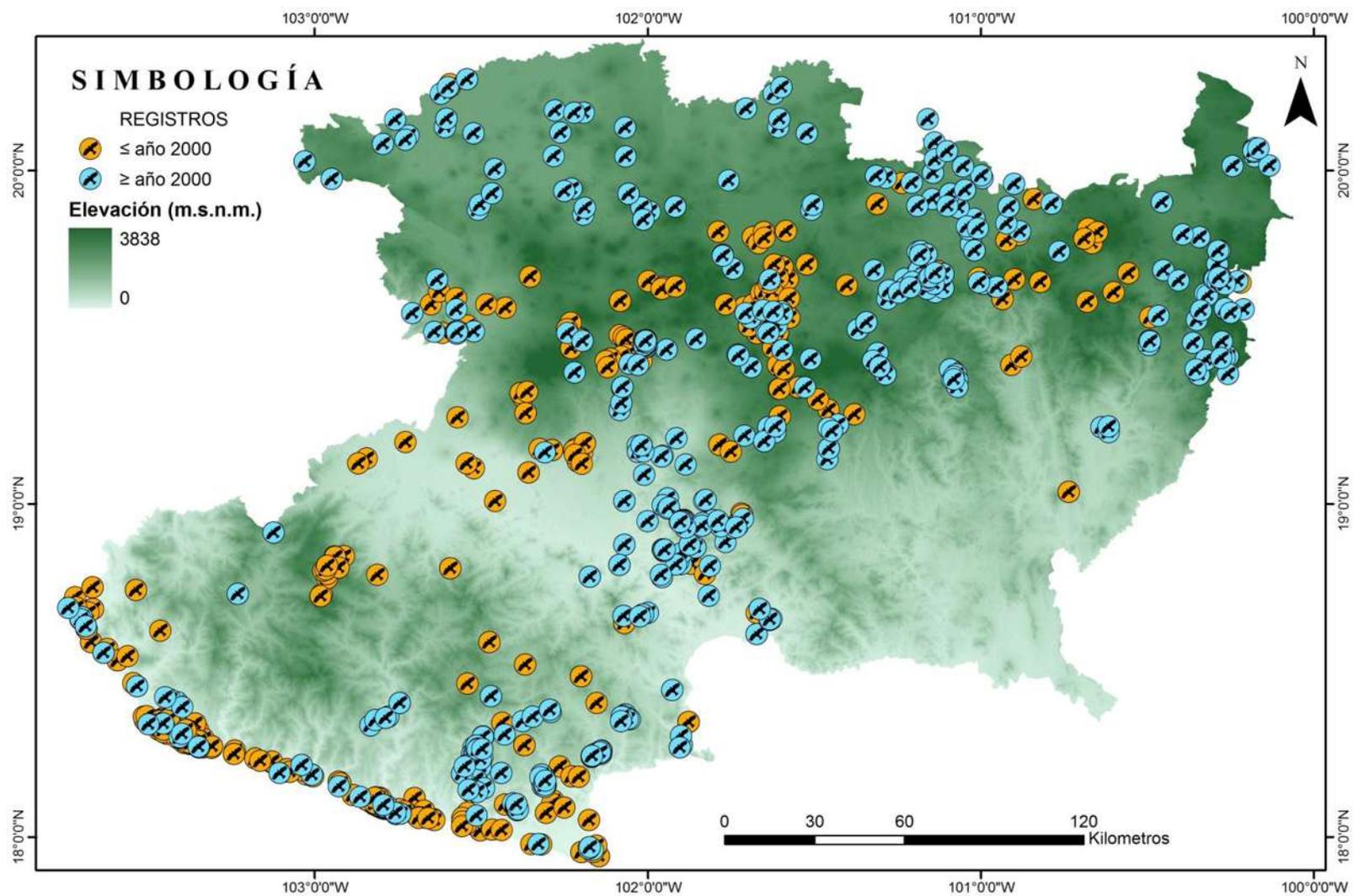


Figura 4. Distribución geográfica de registros de rapaces en Michoacán.

Cuadro 8. Número de registros históricos y contemporáneos para especies residentes.

Especies	<2000	>2000	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	7	3	10
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	0	5	5
<i>Geranospiza caerulescens</i>	0	3	3
<i>Buteo plagiatus</i>	349	145	494
<i>Buteogallus anthracinus</i>	52	40	92
<i>Buteogallus urubitinga</i>	6	12	18
<i>Parabuteo unicinctus</i>	8	12	20
<i>Buteo brachyurus</i>	48	55	103
<i>Buteo albonotatus</i>	27	45	72
<i>Micrastur ruficollis</i>	2	0	2
<i>Micrastur semitorquatus</i>	22	27	49
<i>Caracara cheriway</i>	137	66	203
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	31	87	118
<i>Falco rufigularis</i>	3	0	3
<i>Rupornis magnirostris</i>	133	18	151
Sub total	825	518	1343
%	27.3	17.2	

Cuadro 9. Número de registros históricos y contemporáneos en especies migratorias y mixtas (*).

ESPECIES	<2000	>2000	Totales
<i>Pandion haliaetus</i>	98	9	107
<i>Elanus leucurus</i>	3	70	73
<i>Circus cyaneus</i>	18	45	63
<i>Accipiter striatus</i>	41	68	109
<i>Accipiter cooperii</i>	31	96	127
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	8	30	38
<i>Buteo jamaicensis</i>	181	253	434
<i>Falco sparverius</i>	392	198	590
<i>Falco peregrinus</i>	16	30	46
<i>Buteo lineatus*</i>	0	6	6
<i>Buteo platypterus*</i>	0	4	4
<i>Buteo swainsoni*</i>	16	4	20
<i>Falco columbarius*</i>	11	14	25
<i>Falco mexicanus*</i>	0	7	7
Totales	821	853	1674

6.4. Riqueza de rapaces diurnas.

Se integraron 3,017 registros pertenecientes a 34 especies del orden Accipitriformes, de las familias Pandionidae, Accipitridae y Falconidae. De la primer familia con una especie monotípica que es *Pandion haliaetus*, la segunda familia con 22 especies son: *Chondrohierax uncinatus*, *Elanus leucurus*, *Rostrhamus sociabilis*, *Ictinia mississippiensis*, *Circus cyaneus*, *Accipiter striatus*, *A. cooperii*, *Geranoospiza caerulescens*, *Buteo plagiatus*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, *Parabuteo unicinctus*, *Rupornis magnirostris*, *Buteo lineatus*, *B. platypterus*, *B. brachyurus*, *B. swainsoni*, *Geranoaetus albicaudatus*, *Buteo albonotatus*, *B. jamaicensis*, *B. regalis* y *B. lagopus*. De esta familia consideramos dudosas las observaciones de las especies *I. mississippiensis*, *B. regalis* y *B. lagopus*, por ser registros no fidedignos no se integran en el análisis. Sin embargo reconocemos que deben ser incluidas en el futuro si existe información robusta que lo sustente. La familia Falconidae presenta nueve especies en el estado, que son: *Micrastur ruficollis*, *M. semitorquatus*, *Caracara cheriway*, *Herpethotes cachinnans*, *Falco sparverius*, *F. columbarius*, *F. rufigularis*, *F. peregrinus* y *F. mexicanus*. Otras especies que aparecen en listados y se dispone de registros históricos son *A. crysaetos* (n=1) y *Harpyhaliaetus solitarius* (n=2). Las especies con mayor número de registros son *Falco sparverius*, *Buteo plagiatus*, *Buteo jamaicensis* y *Caracara cheriway*. Presentan menos de 10 registros las especies *Falco mexicanus* (7), *Buteo lineatus* (6), *Buteo platypterus* (4), *Falco rufigularis* (3), *Rostrhamus sociabilis* (5), *Geranoospiza caerulescens* (3) y *Micrastur ruficollis* (2). La especie *Buteo lineatus* no había sido reportadas anteriormente (Villaseñor-Gómez 2005), por lo que su inclusión se integra al análisis considerando la limitante del número de registros. Destacamos los registros recientes de esta especie (*Buteo lineatus*), habiéndose generado registros recientes (2011-2013) para la región del Bajío en los municipios de Morelia y Tarímbaro (Cancino *et al.* 2016).

Del total de especies, cuatro presentan una distribución Holártica, 15 son Neárticas, y 15 Neotropicales (Ferguson-Less y Christie 2004). Dos especies aparecen listadas como amenazadas, 17 están listadas bajo Protección especial, dentro de la Norma ecológica 059 (SEMARNAT 2010) y 12 especies no están listadas en alguna categoría de riesgo. La Unión

Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) considera al total de especies reportadas bajo Preocupación menor (LC) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estacionalidad y estatus de riesgo (R = residente/ M = Migratorio) (Estacionalidad en México, Howell, y Webb. (1995), afinidad, Ferguson-Less y Christie (2004), estatus de riesgo en México, SEMARNAT (2010).

Especie	Subespecies (México)	Estacionalidad (México)	Estacionalidad (Michoacán)	Afinidad	Categoría de riesgo
<i>Pandion haliaetus</i>	<i>P. h. carolinensis</i>	R y M	R/M	HOL	
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	<i>C. u. uncinatus</i>	R	R	NEO	Pr
<i>Elanus leucurus</i>	<i>E. l. majusculus</i>	R y M	R/M	NEO	
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	<i>R. s. major</i>	R	R	NEO	Pr
<i>Circus cyaneus</i>	<i>C.c. hudsonius</i>	M	R/M	NE	
<i>Accipiter striatus</i>	<i>A. s. velox, madrensis</i>	R y M	R/M	NE	Pr
<i>Accipiter cooperii</i>	monotípico	R y M	R/M	NE	Pr
<i>Geranospiza caerulescens</i>	<i>G. c. nigra, livens</i>	R	R	NEO	A
<i>Buteo plagiatus</i>	<i>B. n. plagiatus</i>	R y M	R	NEO	
<i>Buteogallus anthracinus</i>	<i>B. a. anthracinus</i>	R y M	R	NEO	Pr
<i>Buteogallus urubitinga</i>	<i>B. u. ridgwayi</i>	R	R	NEO	Pr
<i>Parabuteo</i>	<i>P. u. harrisi, superior</i>	R y M	R	NEO	Pr

<i>unicinctus</i>					
<i>Rupornis</i>	<i>B. m. grisocauda</i>	R	R	NEO	
<i>magnirostris</i>					
<i>Buteo lineatus</i>	<i>B. l. texanus</i>	R y M	M	NE	Pr
<i>Buteo platypterus</i>	<i>B. p. platypterus</i>	M	M	NE	Pr
<i>Buteo brachyurus</i>	<i>B. b. fuliginosus</i>	R Y M	R	NE	
<i>Buteo swainsoni</i>	monotípico	R Y M	M	NE	Pr
<i>Geranoaetus</i>	<i>B. a. hypospodius</i>	R y M	R/M	NEO	Pr
<i>albicaudatus</i>					
<i>Buteo albonotatus</i>	<i>B. a. albonotatus</i>	R y M	R	NE	Pr
<i>Buteo jamaicensis</i>	<i>B. j. borealis, hadropus</i>	R y M	R/M	NE	
<i>Micrastur</i>	<i>M. r. oaxacae</i>	R	R	NE	Pr
<i>ruficollis</i>					
<i>Micrastur</i>	<i>M. s. naso</i>	R	R	NEO	Pr
<i>semitorquatus</i>					
<i>Caracara cheriway</i>	<i>C. c. audubonii</i>	R	R	NEO	
<i>Herpetotheres</i>	<i>H. c. cachinnans</i>	R	R	NEO	
<i>cachinnans</i>					
<i>Falco sparverius</i>	<i>B. s. sparverius, peninsularis, tropicalis</i>	R y M	R/M	NE	
<i>Falco columbarius</i>	<i>F. c. columbarius</i>	R y M	M	HOL	
<i>Falco rufigularis</i>	<i>F. r. petrophilus, albigularis</i>	R	R	NEO	

<i>Falco peregrinus</i>	<i>F. p. anatum</i>	R y M	R/M	COS	Pr
<i>Falco mexicanus</i>	monotípico	R y M	M	NE	A

6.5. Riqueza por región.

Del total de registros, la provincia Costa del Pacífico (CP) presenta la mayor riqueza con 26 especies, seguido de la provincia Depresión del Balsas (DB) con 25 especies, Eje Neovolcanico (EN) con 25 especies, y en la provincia Sierra Madre del Sur (SMS) solo 6 especies. Las especies *Rostrhamus sociabilis*, *Geranospiza caerulescens*, *Micrastur semitorquatus*, *Rupornis magnirostris* presentan un alto número de registros para la CP. Las especies *Parabuteo unicinctus* y *Micrastur ruficollis* presentan el total de sus registros en la provincia DB. La especie *Buteo lineatus* resultó ser una especie exclusiva para la provincia EN, con seis registros. Para la provincia SMS se dispone de bajos porcentajes de registros de seis especies de amplia distribución, por ejemplo (*Buteo jamaicensis*, *Buteo plagiatus*, *Falco sparverius*) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Distribución porcentual por provincias biogeográficas.

Especies	Costa del Pacífico	Depresión del Balsas	Eje Neovolcánico	Sierra Madre del Sur	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus*</i>	60.0	20.0	20.0	0.0	10
<i>Rostrhamus sociabilis*</i>	100.0	0.0	0.0	0.0	4
<i>Geranospiza caerulescens*</i>	100.0	0.0	0.0	0.0	3
<i>Buteo plagiatus*</i>	82.9	16.1	0.8	0.2	490
<i>Buteogallus anthracinus*</i>	64.8	24.2	9.9	1.1	91
<i>Buteogallus urubitinga*</i>	55.6	44.4	0.0	0.0	18
<i>Parabuteo unicinctus*</i>	0.0	90.0	10.0	0.0	20
<i>Buteo brachyurus*</i>	71.9	3.1	24.0	1.0	96
<i>Buteo albonotatus*</i>	81.9	15.3	2.8	0.0	72
<i>Micrastur ruficollis*</i>	0.0	100.0	0.0	0.0	2
<i>Micrastur semitorquatus*</i>	93.9	6.1	0.0	0.0	49
<i>Caracara cheriway*</i>	34.7	46.3	18.4	0.5	190
<i>Herpetotheres cachinnans*</i>	74.6	22.9	2.5	0.0	118
<i>Falco ruficularis*</i>	66.7	33.3	0.0	0.0	3
<i>Rupornis magnirostris*</i>	94.6	2.7	2.7	0.0	149

<i>Buteo lineatus</i> ***	0.0	0.0	100.0	0.0	6
<i>Buteo platypterus</i> ***	50.0	0.0	50.0	0.0	2
<i>Buteo swainsoni</i> ***	55.0	10.0	35.0	0.0	20
<i>Falco columbarius</i> ***	26.1	13.0	60.9	0.0	23
<i>Falco mexicanus</i> ***	0.0	14.3	85.7	0.0	7
<i>Pandion haliaetus</i> **	59.6	29.8	10.6	0.0	104
<i>Elanus leucurus</i> **	5.6	9.9	84.5	0.0	71
<i>Circus cyaneus</i> **	10.5	0.0	89.5	0.0	57
<i>Accipiter striatus</i> **	12.8	11.9	75.2	0.0	109
<i>Accipiter cooperii</i> **	6.5	11.3	82.3	0.0	124
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> **	18.9	21.6	59.5	0.0	37
<i>Buteo jamaicensis</i> **	11.6	17.9	69.8	0.7	424
<i>Falco sparverius</i> **	41.7	16.1	41.7	0.5	571
<i>Falco peregrinus</i> **	27.5	5.0	67.5	0.0	40

6.6. Disponibilidad de registros por región.

A nivel regional, la provincia CP concentró el 59.7 % de los registros históricos, y solo el 0.3% de registros corresponden a la SMS. Por el contrario, los registros contemporáneos (\geq al año 2000) el mayor porcentaje de registros corresponde al EN que concentra el 46.5% del total de registros, seguida de la provincia CP con 29.9%, y solo el 0.6% de registros se concentran para la SMS (Fig. 5) (Cuadros 12 y 13).

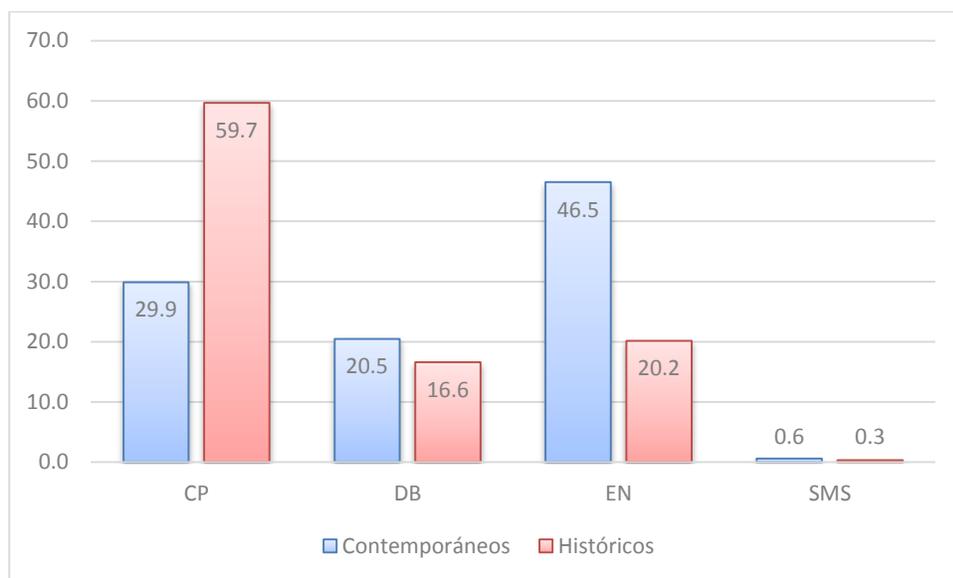


Figura 5. Porcentaje de registros históricos y contemporáneos por Provincias Biogeográficas de México (Costa del Pacífico CP; Depresión del Balsas DB; Eje Neovolcánico EN; Sierra Madre del Sur SMS).

Cuadro 12. Registros históricos por especie (%) en cada Provincia biogeográfica.

Especies	Costa del Pacífico	Depresión del Balsas	Eje Neovolcánico	Sierra Madre del Sur	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	5 (71.4)	2 (28.5)			7
<i>Buteo plagiatus</i>	325 (94.2)	15 (4.3)	4 (1.1)	1 (0.2)	345
<i>Buteogallus anthracinus</i>	41 (78.8)	8 (15.3)	3 (5.7)	0	52
<i>Buteogallus urubitinga</i>	1 (16.6)	5 (83.3)	0	0	6
<i>Parabuteo unicinctus</i>	0	8 (100)	0	0	8
<i>Buteo brachyurus</i>	34 (85)	3 (7.5)	3 (7.5)	0	40
<i>Buteo albonotatus</i>	21 (77.7)	5 (18.5)	1 (3.7)	0	27
<i>Micrastur ruficollis</i>	0	2 (100)	0	0	2
<i>Micrastur semitorquatus</i>	20 (90.9)	2 (9)	0	0	22
<i>Caracara cheriway</i>	53 (42.0)	52 (41.2)	20 (15.8)	1 (0.7)	126
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	22 (70.9)	8 (25.8)	1 (3.2)	0	31
<i>Falco rufigularis</i>	2 (66.6)	1 (33.3)	0	0	3

<i>Rupornis magnirostris</i>	129	1 (0.7)	2 (1.5)	0	132
	(97.7)				
<i>Buteo swainsoni</i>	10 (62.5)	0	6 (37.5)	0	16
<i>Falco columbarius</i>	4 (66.6)	1 (16.6)	1 (16.6)	0	6
<i>Pandion haliaetus</i>	60 (61.2)	29 (29.5)	6 (6.1)	3 (3)	98
<i>Elanus leucurus</i>	1 (33.3)	1 (33.3)	1 (33.3)	0	3
<i>Circus cyaneus</i>	13 (100)	0	0	0	13
<i>Accipiter striatus</i>	7 (17)	7 (17)	27 (65.8)	0	41
<i>Accipiter cooperii</i>	1 (3.3)	5 (16.6)	24 (80)	0	30
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	2 (28.5)	3 (42.8)	2 (28.5)	0	7
<i>Buteo jamaicensis</i>	26 (14.6)	27 (15.2)	124 (70)	0	177
<i>Falco sparverius</i>	200	73 (19.2)	106 (27.9)	0	379
	(52.7)				
<i>Falco peregrinus</i>	4 (25)	12 (75)	0	0	16

Cuadro 13. Registros contemporáneos por especie (%) en cada Provincia biogeográfica.

Especies	Costa del Pacífico	Depresión del Balsas	Eje Neovolcánico	Sierra Madre Del Sur	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	1 (33.3)		2 (66.6)		3
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	4 (100)		0		4
<i>Geranospiza caerulescens</i>	3 (100)		0		3
<i>Buteo plagiatus</i>	81 (55.8)	64 (44.1)	0		145
<i>Buteogallus anthracinus</i>	18 (46.1)	14 (35.8)	6 (15.3)	1 (2.5)	39
<i>Buteogallus urubitinga</i>	9 (75)	3 (25)	0	0	12
<i>Parabuteo unicinctus</i>	0	10 (83.3)	2 (16.6)	0	12
<i>Buteo brachyurus</i>	35 (68.6)	15 (29.4)	0	1 (1.9)	51
<i>Buteo albonotatus</i>	38 (84.4)	6 (13.3)	1 (2.2)	0	45
<i>Micrastur semitorquatus</i>	26 (96.2)	1 (3.7)	0	0	27
<i>Caracara cheriway</i>	13 (20.3)	36 (56.2)	15 (23.4)	0	64
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	66 (75.8)	19 (21.8)	2 (2.2)	0	87
<i>Falco rufigularis</i>					0

<i>Rupornis magnirostris</i>	12 (70.5)	3 (17.6)	2 (11.7)	0	17
<i>Buteo lineatus</i>	0	0	6 (100)	0	6
<i>Buteo platypterus</i>	1 (25)	0	3 (75)	0	4
<i>Buteo swainsoni</i>	1 (25)	2 (50)	1 (25)	0	4
<i>Falco columbarius</i>	2 (14.2)	2 (14.2)	10 (71.4)	0	14
<i>Falco mexicanus</i>	0	1 (14.2)	6 (85.7)	0	7
<i>Pandion haliaetus</i>	2 (22.2)	2 (22.2)	5 (55.5)	0	9
<i>Elanus leucurus</i>	3 (4.4)	6 (8.8)	59 (86.7)	0	68
<i>Circus cyaneus</i>	0	6 (13.6)	38 (86.3)	0	44
<i>Accipiter striatus</i>	7 (10.2)	6 (8.8)	55 (80.8)	0	68
<i>Accipiter cooperii</i>	7 (7.4)	9 (9.5)	78 (82.9)	0	94
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	5 (16.6)	5 (16.6)	20 (66.6)	0	30
<i>Buteo jamaicensis</i>	23 (9.3)	49 (19.8)	172 (69.6)	3 (1.2)	247
<i>Falco sparverius</i>	38 (19.7)	19 (9.8)	132 (68.7)	3 (1.5)	192
<i>Falco peregrinus</i>	7 (29.1)	2 (8.3)	15 (62.5)	0	24

6.7. Riqueza de especies por tipo de vegetación.

Al asociar el total de registros (3,017), tanto históricos como contemporáneos, a las distintas categorías de vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000, obtuvimos que el mayor número de especies (26), se encuentra asociado a terrenos destinados a la agricultura, seguido del hábitat de selva baja (23). Las especies residentes concentran la más alta riqueza (10) principalmente en bosques de coníferas y áreas destinadas a la agricultura. La más alta riqueza (7sp.) de las especies migratorias esta asociada a las áreas agrícolas, mientras que las especies mixtas presentan mayor riqueza (9sp.) en la selva baja y áreas de agricultura, pero también un importante número de especies (8sp.) en bosques de coníferas, pastizales y cuerpos de agua (Cuadro 11).

Cuadro 14. Riqueza de especies por tipo de vegetación y estatus de residencia.

Tipo de vegetación y uso de suelo	Migratoria			Total de especies
	Residente	Invernal	Mixta	
Bosque de coníferas	10	2	8	20
Selva baja	11	3	9	23
Selva mediana	6	0	2	8
Matorral	0	1	6	7
Palmar	0	0	1	1
Vegetación acuática	0	0	6	6
Pastizal	9	3	8	20
Agricultura	10	7	9	26
Cuerpo de agua	2	2	8	12
Asentamiento humano	5	3	7	15

6.8. Riqueza de especies en registros históricos por tipo de vegetación.

Al considerar solo los registros históricos y analizarlos en el contexto de la cobertura vegetal potencial histórica del estado (Rzedowski 1990), definimos cinco categorías de vegetación donde, la mayor riqueza se presentó en el bosque tropical caducifolio con 24 especies, el bosque de coníferas y encinos con 17 especies, el bosque espinoso con 16 especies, la vegetación acuática con 7 especies y el bosque tropical subcaducifolio con 5 especies. De 24 especies en el bosque tropical caducifolio, 19 presentaron las proporciones de registros mas altas en dicho tipo de vegetación. Seguido, de bosques de coníferas con 17 especies, cinco de las cuales presentaron las proporciones mas altas de registros en ese tipo de vegetación: *Accipiter cooperii*, *Accipiter striatus*, *Circus cyaneus*, *Buteo jamaicensis* y *Falco peregrinus*. Las proporciones en los otros tres tipos de vegetación no alcanzaron valores altos para alguna especie. El bosque tropical caducifolio concentró el 38.6% de los registros, y en menor proporción un 0.5% asociados a la vegetación acuática (Fig. 6) (Cuadro 15).

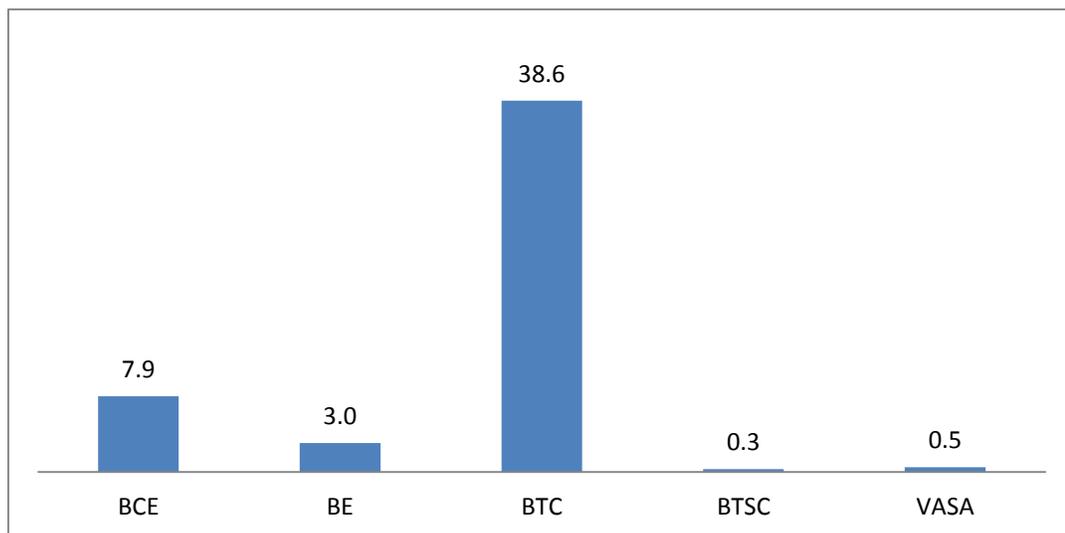


Figura 6. Porcentaje de registros históricos por tipo de vegetación (Bosque de coníferas y encinos BCE; Bosque espinoso BE; Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio BTC y BTSC; Vegetación acuática y subacuática VASA).

Cuadro 15. Proporción de registros históricos en relación a tipos de vegetación de acuerdo a la vegetación potencial (Rzedowski 1990).

Especies	Bosque de Coníferas y Encinos	Bosque Espinoso	Bosque Tropical Caducifolio	Bosque Tropical Subcaducifolio	Vegetación Acuática y Subacuática	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>		14.3	85.7			7
<i>Buteo plagiatus</i>	1.7	2.9	94.3	1.1		349
<i>Buteogallus anthracinus</i>	3.8	1.9	94.2			52
<i>Buteogallus urubitinga</i>		33.3	66.7			6
<i>Parabuteo unicinctus</i>		50.0	50.0			8
<i>Buteo brachyurus</i>	8.3	6.3	85.4			48
<i>Buteo albonotatus</i>	11.1		88.9			27
<i>Micrastur ruficollis</i>			100.0			2
<i>Micrastur semitorquatus</i>		9.1	90.9			22
<i>Caracara cheriway</i>	17.5	2.2	79.6	0.7		137
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	9.7		90.3			31

<i>Falco rufigularis</i>			100.0			3
<i>Rupornis magnirostris</i>	1.5		97.0	0.8	0.8	133
<i>Pandion haliaetus</i>	5.1	1.0	91.8	2.0		98
<i>Elanus leucurus</i>	33.3		66.7			3
<i>Circus cyaneus</i>	77.8	5.6	16.7			18
<i>Accipiter striatus</i>	51.2	9.8	36.6		2.4	41
<i>Accipiter cooperii</i>	45.2	29.0	22.6		3.2	31
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	12.5	12.5	75.0			8
<i>Buteo jamaicensis</i>	44.8	13.3	39.8		2.2	181
<i>Falco sparverius</i>	15.6	7.4	75.5	0.5	1.0	392
<i>Falco peregrinus</i>	75.0		25.0			16
<i>Buteo swainsoni</i>			75.0		25.0	16
<i>Falco columbarius</i>	9.1	18.2	63.6		9.1	11

6.9. Riqueza de especies en registros contemporaneos por tipo de vegetación.

Con base al Inventario Nacional Forestal 2000, donde definimos siete tipos de vegetación y dos tipos de uso de suelo, las áreas destinadas a la agricultura concentraron un total de 25 especies de rapaces. Seguido, una riqueza de 22 especies para el tipo de vegetación de la selva baja o bosque tropical caducifolio, mientras que los pastizales, tanto naturales o inducidos presentaron 18 especies. Por otro lado, 15 especies presentan su mayor proporción de registros en zonas agrícolas y ambientes urbanos.

Las especies presentes en la mayor variedad de tipos de vegetación son *Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, *Accipiter cooperii* y *Accipiter striatus*, que se registraron en áreas de bosques de coníferas, selva baja, selva mediana, vegetación acuática, matorral, palmar, pastizales, áreas de agricultura, cuerpos de agua, áreas urbanas y asentamientos humanos. Algunas especies presentaron registros en uno a tres tipos de vegetación, como *Geranoospiza caerulescens*, *Micrastur semitorquatus* y *Buteo urubitinga* cuyos registros solo corresponden al bosque de coníferas, la selva baja y selva mediana. Otras 15 especies presentaron registros asociados a vegetación acuática o cuerpos de agua, particularmente *Pandion haliaetus* y *Circus cyaneus*. Para tres especies el cien por ciento de sus registros se asocia a un solo tipo de vegetación (*Rostrhamus sociabilis*, *Buteo lineatus* y *Falco mexicanus*). Para doce especies, la proporción más alta de registros se da en las áreas destinadas a la agricultura. Seguido, para ocho especies, sus porcentajes más altos de registros se dan en la selva baja. Después, los bosques de coníferas concentran la proporción más alta de cinco especies (*Accipiter striatus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteo brachyurus*, *Buteo albonotatus*, *Buteogallus anthracinus*). Porcentajes menores de registros se distribuyen en otros tipos de uso de suelo y tipos de vegetación.

En general, la distribución porcentual de registros por tipos de uso de suelo y vegetación indican que el 28% de los registros se dió en las áreas de agricultura y el 25% en los bosques de coníferas. En una proporción menor al 2% de los registros se da en la selva mediana, la vegetación acuática y el matorral (Fig. 7) (Cuadro 16).

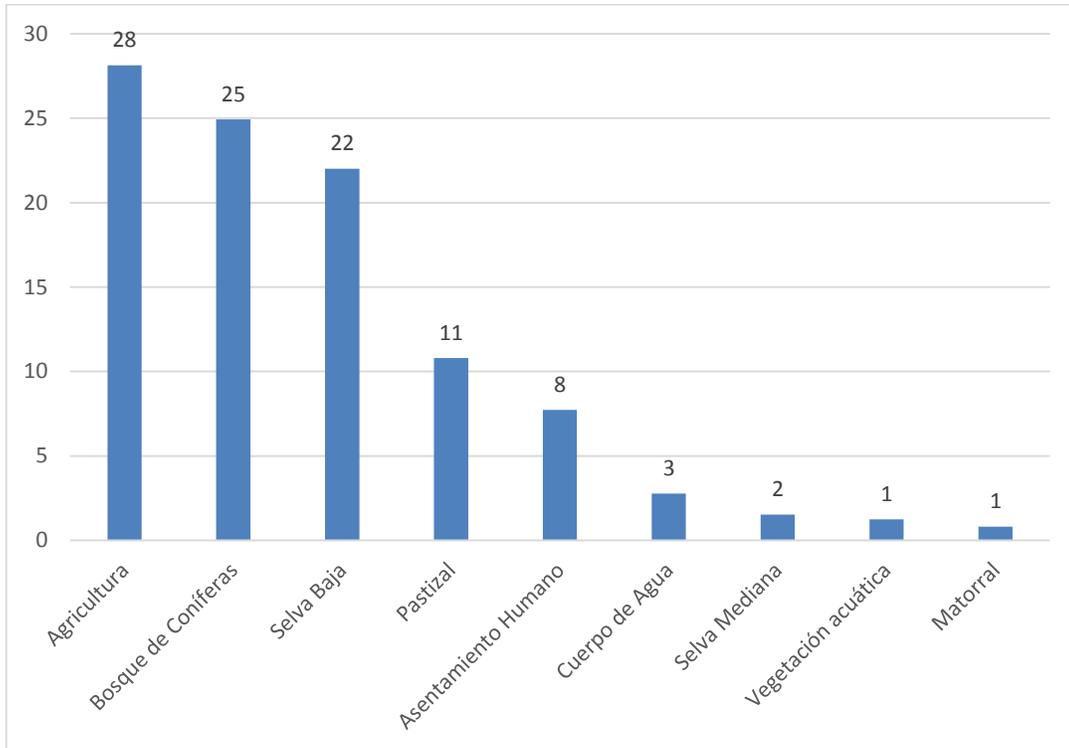


Figura 7. Porcentajes de registros registradas por tipo de vegetación de acuerdo al Inventario Nacional Forestal 2000.

Cuadro 16. Registros contemporáneos en especies residentes por tipo de vegetación.

Especies	Agricultura	Asentamiento Humano	Bosque de Coníferas	Cuerpo de Agua	Matorral	Palmar	Pastizal	Selva Baja	Selva Mediana	Vegetación acuática	Totales
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	66.7	0.0	33.3	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0	3
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	100	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0	5
<i>Geranospiza caerulescens</i>	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	66.7	0.0	0	3
<i>Buteo plagiatus</i>	9.7	0.0	18.6	0.0	0.0		11.7	55.9	4.1	0	145
<i>Buteogallus anthracinus</i>	10.0	0.0	40.0	0.0	0.0		12.5	37.5	0.0	0	40
<i>Buteogallus urubitinga</i>	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0		0.0	75.0	8.3	0	12
<i>Parabuteo unicinctus</i>	41.7	0.0	16.7	0.0	0.0		16.7	25.0	0.0	0	12
<i>Buteo brachyurus</i>	18.2	16.4	27.3	0.0	0.0		25.5	12.7	0.0	0	55
<i>Buteo</i>	15.6	4.4	37.8	2.2	0.0		8.9	26.7	4.4	0	45

<i>albonotatus</i>										
<i>Micrastur</i>	0.0	0.0	22.2	0.0	0.0	7.4	48.1	22.2	0	27
<i>semitorquatus</i>										
<i>Caracara</i>	31.8	12.1	0.0	0.0	0.0	16.7	37.9	0.0	1.5	66
<i>cheriway</i>										
<i>Herpetotheres</i>	4.6	1.1	37.9	0.0	0.0	16.1	36.8	3.4	0	87
<i>cachinnans</i>										
<i>Falco ruficularis</i>	33.3	5.6	5.6	5.6	0.0	5.6	44.4	0.0	0	18
<i>Buteo lineatus</i>	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	6
<i>Buteo</i>	25.0	25.0	25.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0	4
<i>platypterus</i>										
<i>Buteo swainsoni</i>	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	25.0	0.0	0	4
<i>Falco</i>	57.1	21.4	0.0	7.1	7.1	7.1	0.0	0.0	0	14
<i>columbarius</i>										
<i>Falco mexicanus</i>	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	7
<i>Pandion</i>	33.3	0.0	0.0	11.1	11.1	22.2	22.2	0.0	0	9
<i>haliaetus</i>										
<i>Elanus leucurus</i>	52.9	10.0	12.9	2.9	1.4	7.1	12.9	0.0	0	70
<i>Circus cyaneus</i>	35.6	2.2	2.2	17.8	0.0	8.9	11.1	0.0	22.2	45
<i>Accipiter striatus</i>	27.9	14.7	33.8	2.9	2.9	8.8	5.9	0.0	2.9	68
<i>Accipiter</i>	12.5	16.7	44.8	5.2	1.0	9.4	8.3	1.0	1.0	96
<i>cooperii</i>										

<i>Geranoaetus</i>	60.0	0.0	13.3	0.0	0.0		23.3	3.3	0.0	0.0	30
<i>albicaudatus</i>											
<i>Buteo</i>	29.0	8.2	34.9	2.4	1.2	0.4	8.2	15.3	0.0	0.4	255
<i>jamaicensis</i>											
<i>Falco sparverius</i>	39.4	10.6	25.3	4.5	1.0		9.6	8.1	1.0	0.5	198
<i>Falco peregrinus</i>	63.3	10.0	3.3	3.3	0.0		0.0	16.7	0.0	3.3	30

7. Discusión y conclusiones

Este es quizás el primer estudio a nivel estatal que examina la distribución de las rapaces haciendo la distinción entre registros históricos y registros recientes, permitiendo analizar cambios en la composición de especies en función de un sistema de regionalización y por los tipos de vegetación y tipos de uso de suelo presentes en la región.

Las especies neárticas migratorias *Ictinia mississippiensis*, *Buteo regalis* y *Buteo lagopus* aunque se dispone de registros recientes en GBIF para el estado, no están incluidas en el último listado oficial (CONABIO 2005) debido a la rareza de los reportes y la falta de verificación. La primera, es habitante reproductora del sureste de los Estados Unidos y migrante transitoria en la costa del Golfo de México, por lo que su presencia en Michoacán, basada en los cuatro registros disponibles en GBIF, es poco probable. Aunque *B. regalis* disponga de numerosos registros (305) para el centro-norte del país y presente vacíos en el occidente, los seis registros contemporáneos en Michoacán coinciden con el área de distribución potencial en invierno que reporta Navarro-Sigüenza y Peterson (2007), por lo que sugerimos una evaluación profunda de su población invernante. En el caso de *Buteo lagopus*, su área de reproducción y residencia están en la parte septentrional de continente en el Ártico y Canadá (Clark y Wheeler 2001), migra al sur hacia los Estados Unidos y México, donde presenta 5,942 registros (GBIF) 30 de los cuales son para Michoacán. Para la especie anterior, antes del año 2000 solo se disponía de cinco registros disponibles en GBIF, y considerando que 15 registros contemporáneos corresponden al periodo 2003 al 2013, sería necesario verificar en campo la presencia de la especie, cuya distribución invernal sería posible en resultado a cambios asociados a sus distribución invernal, en el último listado oficial publicado en 2005 no se contempla para el estado (CONABIO 2005).

Los registros recientes del aguililla pecho-rojo (*Buteo lineatus*) para el estado, evidencian la falta de muestreo en algunas regiones, y revelan la necesidad de muestrear las áreas de presencia de las rapaces migratorias durante los meses invernales. Y debido a que es conocida la afinidad de aves rapaces a sitios de migración, dicha ampliación en la distribución de la especie debe ser incluida en los listados oficiales como una especie presente en la región,

donde en estos hábitats, completa parte de su ciclo de vida. También, sugerimos se incremente el conocimiento sobre aspectos del uso de hábitat durante este periodo.

Aunque el esfuerzo de muestreo en aves rapaces se ha incrementado en los últimos años, sus registros son todavía escasos para la mayoría de las especies, solo en tres se dispone de más de 100 registros (*Buteo jamaicensis*, *Falco sparverius*, y *Buteo plagiatus*). En once especies se dispone de menos de 15 registros, es decir menos de un registro por año desde el año 2000, y para 7 especies como en *Chondrohierax uncinatus*, *Geranospiza caerulescens* o *Falco mexicanus* se llega ni a 10 registros para el periodo. Se desconoce si la poca disponibilidad de registros para la mayoría de las especies se deba a una baja abundancia poblacional natural, o a la falta de esfuerzo de muestreo para algunos tipos de vegetación y regiones. Las especies de rapaces se distribuyen en bajas densidades y ocupan amplios territorios, y la detectabilidad de los nidos es baja, por lo que la combinación de ambos factores seguramente evidencia el bajo número de reportes.

En general, para la región, se desconoce la tendencia poblacional de estas especies, información fundamental para delimitar las áreas prioritarias y estatus actual de conservación en Michoacán y el centro de México. Las principales causas de mortalidad en la región se desconocen, siendo que en otros escenarios se ha reportado que influyen mayormente a la estructura poblacional, que lo que lo hacen las características inherentes a la historia natural de de la productividad de las especies (Ruelas *et. al.* 2010).

Más de la mitad (62%) de especies de rapaces diurnas que habitan en México (n=52) están presentes en el estado. La comunidad de aves rapaces en el estado de Michoacán presenta especies tanto de afinidad Neártica como Neotropical. Hay especies de distribución cosmopolita, residentes y migratorias. El mayor número de especies corresponde a residentes (15), donde predominan las de afinidad neártica. Pero existe un número importante de especies con poblaciones tanto residentes como migratorias a las que en este estudio consideramos como (mixtas), incluye a *Falco sparverius*, y especies del género *Accipiter*. Las especies con mayor número de registros fueron *Falco sparverius*, *Buteo jamaicensis* y *Buteo plagiatus*, en

cada una de ellas se obtuvo más de 450 registros, sin embargo existe diferencias en el orden de cuando comparamos los registros entre periodos.

Al examinar la riqueza de especies y la abundancia de registros de las especies entre las regiones del estado, se observan diferencias importantes entre los datos disponibles para antes y después del año 2000. La región más importante para las rapaces en los registros históricos tanto en especies migratorias como residentes fue la Costa del Pacífico, siendo la región con el mayor número de registros para 15 especies, seguida de la Depresión del Balsas que concentró mayor porcentaje de registros de cinco especies. En los registros históricos, se observa que existió un fuerte esfuerzo de muestreo para la costa, mientras que la región de la Sierra Madre del Sur careció de esfuerzo.

En los registros históricos las especies con mayor número de registros fueron *Falco sparverius*, seguida de *Buteo plagiatus*, y *Buteo jamaicensis*. En los registros posteriores al año 2000, la especie con más registros es *Buteo jamaicensis*, seguida de *Falco sparverius*, y *Buteo plagiatus*. Las diferencias pueden atribuirse principalmente a los sesgos asociados al esfuerzo de muestreo entre regiones para los periodos analizados. Dos especies para las que en general se dispone de pocos registros son *Micrastur ruficollis*, y *Falco rufigularis*, los registros disponibles son anteriores al año 2000, no habiéndoseles registrado durante los últimos 15 años. Otras dos especies para las que se dispone de pocos registros son *Geranospiza caerulescens*, *Rostrhamus sociabilis*, y *Buteo lineatus*, especies que antes del año 2000 no habían sido registradas.

Para los registros contemporáneos, el Eje Neovolcánico presentó el más alto porcentaje en 13 especies incluyendo tres migratorias. A pesar de que el número de registros derivados del estudio de las rapaces se ha incrementado para el estado desde el año 2000, existe todavía una mayor disponibilidad de registros anteriores al año 2000, sin embargo, el vacío de registros para la provincia Sierra Madre del Sur, quizá con poco esfuerzo de muestreo, se desconoce la composición precisa y los recambios de especies a través de los gradientes altitudinales, y su relevancia por ubicarse geográficamente entre las dos provincias, Costa del Pacífico y Depresión del Balsas con la mayor riqueza de especies en el estado.

Con respecto a los datos históricos y los tipos de vegetación, el bosque tropical caducifolio fue la vegetación más importante por el número de especies y por el número porcentual de registros. En segundo plano fue el bosque de pino-encino donde se registró 11 especies, y por el contrario el bosque tropical subcaducifolio fue en el de menor importancia, quizás explicado por su escasa extensión en el estado y a su asociación estrecha con bosques tropicales caducifolios. Mientras que para los registros contemporáneos se observó que en las áreas agropecuarias se obtuvo el mayor porcentaje para el mayor número de especies, y en segundo término para bosque tropical caducifolio. En hábitats transformados y/o degradados se observó tanto a especies residentes como migratorias, especialmente en aquellas que se conoce se benefician mediante la disponibilidad de recursos y espacios para la caza. Se observó especies migratorias también en ambientes antrópicos, incluyendo asentamientos humanos. Quince especies (48.4%) siete de estacionalidad mixta, se observó toleran asentamientos humanos, una tendencia actual para las rapaces diurnas que ocupan sitios transformados lo cual se ha reportado en otros estudios (Rodríguez-Estrella *et al.* 1998). El mayor número de registro de especies en zonas agropecuarias se explica principalmente por dos razones, una mayor detectabilidad y accesibilidad de estas áreas, y a que la mayoría de especies encuentran presas en ambientes agropecuarios, (Rodríguez-Estrella y Sánchez-Colón 2004), rechazando este tipo de vegetación solo *Buteogallus urubitinga* y *Micrastur semitorquatus*, dos rapaces especialistas de bosque tropical caducifolio, además de que las zonas agropecuarias han presentado una expansión considerable.

La transformación de hábitats sufrida durante los últimos 30 años en las regiones del estado, ha venido en aumento, y desconocemos con precisión el efecto que tienen sobre las poblaciones de especies rapaces. Especies como el *Micrastur semitorquatus* y *Herpetotheres cachinnans* que anidan en cavidades de árboles (Ferguson-Less y Christine 2004), se ven afectadas por dicha transformación en bosques de coníferas y selvas bajas y medianas donde habitan. Los resultados obtenidos pueden servir de base para el diseño de muestreos balanceados que permitieran determinar niveles de abundancia entre regiones.

El uso de métodos alternativos como foto-trampas nos brindó la oportunidad de realizar detecciones donde habitan especies raras y cripticas, ya que sus hábitos y comportamiento dificultan su detección (Navarro-Sigüenza 1992), como el halcón-selvático de collar (*Micrastur semitorquatus*) especie incluida en categoría de riesgo en el país (SEMARNAT 2010), del cual su hábitat que se ha visto afectado por la transformación y degradación. Este método, también nos permite generar información sobre los comportamientos de las especies, así como el uso de recursos vitales como el agua y su disponibilidad en periodos de escases y su relacion con las especies de rapaces diurnas.

El estado de Michoacán tiene un enorme potencial en el que las rapaces para ser utilizadas en especies emblema y/o bandera en la conservación ya que por sus requerimientos de amplios territorios y hábitats, darían un efecto sombrilla del cual se beneficiarían otras especies de otros grupos. Proponemos que para las especies de hábitats específicos como los halcones selvaticos *Micrastur semitorquatus*, *M. ruficollis*, *Herpetotheres cachinnans* se promuevan estudios para conocer mejor sus requerimientos de hábitat.

Especies de amplia distribución que mantienen poblaciones residentes y migratorias podrían también ser candidatas para proteger territorios ya que el reconocimiento por parte de los pobladores de diversas regiones podría fortalecer la percepción para ser adoptadas como especies bandera. La información que se integró acerca de los registros disponibles, permitirá identificar mejor las áreas de ocupación, pero se requiere información más detallada sobre el uso de hábitat y los sitios de caza de las especies rapaces a nivel local, así como la ubicación de nidos para estimar ámbitos hogareños.

Debemos fomentar el estudio y la conservación de este magnífico grupo de especies y aumentar el conocimiento que tenemos de ellas en la región. Solo así, podremos implementar estrategias de conservación adecuadas que tendrán una enorme repercusión, tanto para las especies residentes como para las migratorias, tomando en cuenta que están disminuyendo en número los individuos de algunas especies en otros países (Farmer *et al.* 2008, Ruelas y Smith 2008, Ruelas 2008).

8. LITERATURA CITADA

- Alvarado-Aragón, E. 2005. Aves de la cuenca del Lago de Pátzcuaro. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- American Ornithologists' Union (AOU) 2015. Fifty-sixth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk: Ornithological Advances* 132: 748–764.
- Barajas-López, F. C. 1994. Lista comentada de la avifauna de la región de “El Temazcal”, Michoacán, México: una zona de transición. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Blake E. R, y H. C. Hanson 1942. Notes on a collection of birds from Michoacán, México. *Field Museum of Natural History. Zoological series*:v. 22, n.9. 522.
- Brand, D. D. 1960. Species of birds known to inhabit the Coalcoman region. En: Coalcoman and Motines del Oro; an exdistrito of Michoacan. Mexico. Austin Texas. Martinus Nijhoff pp:354-364.
- Bravo-Peña, L. C., O. S. D. Matsumoto, A. E. Castellanos-Villegas e I. Espejel-Carbajal. 2010. Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal. Elementos para reformular instrumentos de fomento agropecuario relacionados con la apertura de prederas ganaderas en el noroeste de México. *Región y Sociedad* 22: 3-35.
- Cancino-Murillo. R., T. C. Monterrubio-Rico, Z. A. Morales Salazar y J. F. Villaseñor-Gómez. 2016. Registros notables de fidelidad de área del aguililla pecho-rojo (*Buteo lineatus*) y primeros registros de su distribución en Michoacán, centro-occidente de México. *Huitzil* 17 (2): 220-224.

- Charre, M. J. F., S. C. Z. Colín y R. T. C. Monterrubio. 2010. Uso de manantiales de filtración por los vertebrados durante la época seca en un bosque tropical fragmentado en la costa de Michoacán. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 26(3): 737-743.
- Clark, W.S. y B.K. Wheeler 2001. *A field guide to hawks of North America*, 2nd ed. Houghton Mifflin, Boston, MA, USA.
- Cofom, 2001. Atlas forestal del Estado de Michoacán. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. México, 97 pp.
- Conabio, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Conabio, México DF.
- Conabio, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2005. *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Gobierno del Estado. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Davis J. 1939. Birds of the Tzitzio region, Michoacán, Mexico. Vol. 55. 90 pp. *Condor* 1953, 55(2 (March-April)):90-98.
- Escalante, P., A.G. Navarro-Sigüenza y A.T. Peterson. 1993. A geographic, historical and ecological analysis of land bird diversity in Mexico, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J.F. (eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 281-307.
- Escalante, P., A.M. Sada y G.J. Robles, 2014. Listado de nombres comunes de las aves de México. Segunda edición. Instituto de Biología UNAM. México DF. 39 p.
- Farmer, C.J., L.J. Goodrich, I.E. Ruelas y J.P. Smith. 2008. Conservation Status of North America's Birds of Prey. Pp. 303-420. En K.L. Bildstein, J.P. Smith, E. Ruelas I., y R.R. Veit

(Eds.) State of North America's Birds of Prey. American Ornithologists' Union and Nuttall Ornithological Club. Series in Ornithology No. 3. Cambridge, Massachusetts.

Ferguson-Less, J. y D. A. Christine 2004. Rapaces del Mundo. Ediciones Omega. Barcelona. 1080 pp.

Friedmann, H., L. Griscom y R.T. Moore. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avif. 29: 1- 202.

García-Lázaro, Ma. M. 1996. Las especies de aves residentes en dos tipos de hábitat en el Cerro Punhuato, municipio de Morelia, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Howell, S.N.G., y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, Nueva York.

Lemus-Aguirre, M. A. 2000. Comercialización de aves canoras y de ornato en la ciudad de Morelia, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Martínez, M. R. 2014. La deforestación, una amenaza para el halcón selvático de collar. Boletín UNAM-DGCS-446. 3 de agosto 2014.

Mas, J. F., A.M. Velázquez, J. R. Díaz, R. Mayorga, C. Alcántara, R. Castro y T. Fernández 2002. Monitoreo de los cambios de cobertura en México, CD de las memorias del II seminario latinoamericano de Geografía Física, Maracaibo, Venezuela, 24-27 de julio de 2002.

Masera, O.R. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Pátzcuaro, Mich. México. 15 pp+Anexos.

- Medellín, R. 2012. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas. En: Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. Pp 480-482.
- Medina-Nieves, R.A. 2015. Base de Datos de Las Aves Rapaces Diurnas de Michoacán, México. Laboratorio de Investigación en Ornitología. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Fecha de Actualización: 5 de Marzo de 2015.
- Méndez-Robledo, E. Ma. 1997. Contribución al conocimiento de las aves de la región de Tacámbaro, centro del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México.
- Miller, A.H., H. Friedman, L. Griscom y R.T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part II. Pacific Coast Avif. 33:1-436.
- Navarro-Sigüenza A.G. 1992. Altitudinal distribution of birds in the Sierra Madre del Sur, Guerrero, Mexico. *The Condor* 94:29-390.
- Navarro, A.G. 2002. Atlas de las Aves de México: Fase II. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Bases de datos SNIB-CONABIO proyectos No. E018 y A002. México, DF.
- Naveda, R.A. 2015. Conservation Status of Diurnal Raptors in Venezuela. *Journal of Raptor Research*. 49(4):441-449.
- Ortega-Guzmán, L. Ecología invernal del cernícalo americano (*Falco sparverius*): Determinación de su cronología migratoria, abundancia relativa y segregación de hábitat por sexo en el Bajío Michoacano. Tesis de Maestría.. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Palomera-García C., Santana, E. y R. Amparán-Salido. 1994. Patrones de distribución de la avifauna en tres estados del occidente de México. *An. Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool.* 65(1):137-175.

- Ramírez-Bastida, P. y A.G. Navarro-Sigüenza. 2006. Current curatorial and bibliographic knowledge of Mexican Falconiformes. Pp 231-254. En Rodríguez-Estrella, R. (eds.). Current raptor studies in México. Centro de investigaciones biológicas del Noreste, S.C.-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Rodríguez-Estrella R. y Sánchez-Colón. 2004. Predictive models of raptors habitats in Baja California Sur, Mexico: A comparison of logistic and classification-tree models. 179pp. En: Spatial analysis in raptor ecology and conservation. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Rodríguez-Estrella, R. y T.L.A. Bojórquez. 2004. Spatial analysis in raptor ecology and conservation. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Rodríguez-Estrella, R. y L. B. Rivera-Rodríguez 2006. Raptors studies in México: an overview. En Current Raptor Studies in México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1-32 pp.
- Rojas-Soto, R. O. y A.G. Navarro-Sigüenza 2006. How many raptor species are there in México? En Current Raptor Studies in México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 33-45 p.
- Rzedowski, J. (1990). Vegetación Potencial. IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Ruelas, I., E. , L.J. Goodrich, S.W. Hoffman y R. Tingay. 2000. Conservation strategies for the World's largest raptor migration flyway: Veracruz, the river of raptors. Pp. 591-596 En R.D. Chancellor y B.U. Meyburg (Eds). Raptors at risk. World Working Group on Birds of Prey. Durban, South Afric.

- Ruelas, I., E. y J.P. Smith. 2008. Continental-Scale Decline of the American Kestrel, North America's Smallest Falcon. *RaptorWatch* 22(3): 1, 3-4.
- Ruelas, I., E. 2008. The Raptor Population Index: taking the pulse of raptor migration. *Birding* 40: 58-68.
- Ruelas, I., E., L.J. Goodrich y S.W. Hoffman. 2010. North American Population Estimates of Waterbirds, Vultures, and Hawks from Migration Counts in Veracruz, México. *Bird Conservation International* 20: 124-133.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México, DF.
- Torres-Hernández, R. M. 1997. Distribución de aves migratorias terrestres del estado de Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano. En: Ceballos G., Martínez L., García A., Espinoza E., Bezaury C. J. y Dirzo R. (Editores) 2010. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. México DF. 594 pp.
- Urbina, T. F. 1996. *Aves Rapaces de México*. Centro de Investigaciones Biológicas UAEM. Cuernavaca Morelos. México. 136 pp.

- Villaseñor-Gómez, Laura. E. 2005. Aves. En La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado. L. E. Villaseñor (ed.). Conabio - Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. p. 101-103.
- Villaseñor-Gómez, J.F. 1988. Aves costeras de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Villaseñor- Gómez L.E. y T.M.A. Torres 2001. Modelación de patrones de distribución espacial de las aves canoras, de ornato y de valor cinegético aplicando un enfoque de paisaje y Sistemas de Información Geográfica (SIG). En Memorias del V Congreso sobre el estudio y conservación de las aves en México. Morelia, Michoacán.
- Villaseñor-Gómez, L.E. y Villaseñor-Gómez J.F. 2009. Base de datos de las aves de Michoacán. Versión Biótica 5.1. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Villaseñor-Gómez, Laura E., Pineda-Huerta, Francisco R. y J.F. Villaseñor-Gómez. 2013. Diversidad de aves en la subcuenca del río Cupatitzio, Michoacán, México. Huitzil 14(2): 117-131.

CAPÍTULO III. MODELOS CUANTITATIVOS DEL NICHOS ECOLÓGICO FUNDAMENTAL DE RAPACES DIURNAS.

*...Hiré Ticátamen, el portador del dios, de quien se dice que era “águila”...
... otro que era guarda águilas grandes, tenía más de ochenta águilas reales, y otras
pequeñas en jaulas y les daba de comer del común gallinas...Y antes que peleasen llevaban
plumas de águilas, y dos flechas ensangrentadas... se ponían penachos de plumas de
águilas... han de venir las águilas reales, que son los dioses mayores, y las otras águilas
pequeñas, que son los dioses menores, y los gavilanes y halcones y otras aves muy ligeras de
rapiña, llamadas tintiuáperne...*

Fray Gerónimo de Alcalá

Relación de Ceremonias y Ritos y Población y Gobernación

1.RESUMEN

La distribución geográfica de especies se ha determinado por su ubicación geográfica en los territorios que ocupan, y esta se ve influenciada, entre otros factores, por el clima, que a su vez está influido por la variación altitudinal. Debido a que en Michoacán los diversos tipos de climas y su accidentada topografía producen patrones de la distribución espacial de la avifauna, analizamos la distribución de áreas de aptitud ambiental de rapaces diurnas, generadas a partir de la modelación del nicho ecológico. Se empleó el método de modelación de máxima entropía del programa Maxent, adecuado para datos de presencia, para obtener áreas de distribución potencial de las especies de rapaces diurnas. Las variables escenopoéticas seleccionadas son seis de temperatura, siete de precipitación y una topográfica. Una vez generados los modelos, se evaluaron para determinar su poder predictivo a través del método de ROC parcial. Posteriormente, se proporciona un set de mapas por especie de su área de distribución potencial y un mapa de distribución potencial de la riqueza de especies. Se estimó el área geográfica de presencia respecto al total del área modelada, donde la especie con mayor área predicha es *Buteo jamaicensis*, con 51.1% del área total del estado. Para el 27% de las especies el área predicha es mayor a los 20,000 km², a su vez para el 43% de las especies las áreas predichas se presentan entre 10,000 y 20,000 km², y para el 30% de especies las áreas predichas son menores a los 10,000 km². Los mapas de distribución potencial de la riqueza muestran que las provincias biogeográficas Costa del Pacífico y Depresión del Balsas concentraron la mayor riqueza potencial con hasta 26 especies. Este set de mapas de distribución potencial nos permite contar con información a escala regional sobre la distribución de especies rapaces para identificar áreas importantes para las futuras estrategias de conservación, así como posibles sitios de reproducción y ocupación de migratorias invernales, o como punto de partida para elegir los sitios de búsqueda, y la identificación de pérdida de hábitat.

2. ABSTRACT

The geographical distribution of species is determined by its geographical location in the territories they occupy, and this is influenced, among other factors, by the climate, which in turn is influenced by the altitudinal variation. Because in Michoacan various types of climates and topography produce the spatial distribution patterns of birds, we analyzed the distribution of areas of environmental suitability of diurnal raptors, generated from the modeling of the ecological niche. The method of maximum entropy modeling Maxent suitable for presence data employment program, for areas of potential species of diurnal raptors distribution. The variables selected poetic-scenes are six of temperature, precipitation seven and a topographical. Once generated models were evaluated to determine their predictive power through the method of partial ROC. Subsequently, a set of maps of your area species potential distribution and a map of potential species richness distribution is provided. the geographical area compared to the total presence modeled area where the species is more *Buteo jamaicensis* predicted area, with 51.1% of the total area of the state was estimated. For 27% of the species the predicted area is more than 20,000 square kilometers, turn to 43% of species predicted areas have between 10,000 and 20,000 square kilometers, and 30% of species areas predicted are lower to 10,000 square kilometers. Maps of potential distribution of wealth show that the biogeographic provinces Pacific Coast and Balsas Depression concentrated the greatest wealth potential with up to 26 species. This set of maps of potential distribution allows us to have information at regional level on the distribution of prey species to identify important areas for future conservation strategies as well as potential breeding sites and occupation of winter migratory, or as a starting point for choose search sites, and identification of habitat loss.

3. Introducción.

3.1. Implicaciones teóricas, conceptuales y metodológicas.

Las aves rapaces diurnas en general presentan una distribución en escalas espaciales grandes, con movimientos estacionales latitudinales y altitudinales. En sus sitios de reproducción se encuentran en bajas densidades, tienen ámbitos hogareños amplios donde defienden territorios, áreas de nidada y sitios de caza. Algunas se encuentran en hábitats con características particulares (*C. uncinatus*, *M. semitorquatus*, *H. cachinnans*) (Urbina 1996, Howell y Webb 1995, Ferguson-Less y Christie 2004) y toleran distintos grados de perturbación de los mismos, otras, más tolerantes y con mayor plasticidad de adaptación (*C. cyaneus*, *B. jamaicensis*, *B. lineatus*, *C. cheriway*, *Falco sparverius*) se encuentran en una amplia variedad de hábitats, con o sin algún grado de transformación antrópica, incluyendo áreas urbanas, donde algunas especies construyen nidos, se reproducen y cazan (Rodríguez-Estrella *et. al.* 1998, Cancino *et al.* 2016).

La teoría ecológica establece que la distribución de las especies en un área determinada se representa por su ubicación geográfica y define relaciones de estas con su hábitat (Cody 1985, Fuller y Mosher 1987, Wiens 1989, Guisan y Zimmermann 2000, Guisan y Thuiller 2005). En general, se ha establecido que la distribución de una especie está influenciada por factores históricos, ecológicos, evolutivos y climáticos (Urbina 1996, Ferguson-Less y Christie 2004).

Tradicionalmente, los análisis de distribución geográfica están basados en localidades individuales y registros puntuales de las especies, sin embargo la información es a menudo incompleta y fragmentada (Navarro-Sigüenza y Peterson 2007). Construir mapas precisos de la distribución de las especies, llenando huecos de conocimiento y muestreo, aumenta el potencial de análisis e interpretación en los campos de la biogeografía, ecología y conservación (Navarro-Sigüenza y Peterson 2007). También, la información a escala regional

sobre la distribución de una especie nos permite entender y tener una mejor perspectiva de la dinámica de la población a una menor escala (Bojórquez 1994).

En los últimos años el desarrollo de tecnologías permite de forma práctica y confiable la conexión y búsqueda de datos alojados en diversas fuentes a través de medios electrónicos (Vieglais *et al.* 2000, Peterson *et al.* 2011). La disponibilidad de información y el uso de herramientas informáticas, posibilita el análisis de los datos de colecciones científicas y bases de datos, para predecir las áreas de distribución potencial de las especies (Navarro-Sigüenza *et al.* 2003, Villaseñor-Gómez y Villaseñor-Gómez 2005). Los nuevos algoritmos y herramientas informáticas permiten remplazar el inmenso esfuerzo que implica conocer a detalle los requerimientos de hábitat particulares de cada especie, con base en los registros individuales de una especie y su relación con las variables ambientales de las localidades generando modelos (Phillips *et al.* 2006).

Actualmente, los modelos facilitan la comprensión e interpretación de un conjunto variables. En general, la propuesta de modelos consiste en tres pasos 1) compilación de la base de datos, 2) desarrollo del modelo y calibración, 3) validación del modelo. Para el proceso de validación, la curva ROC (acrónimo de Receiver Operating Characteristic) es una técnica que permite visualizar, organizar y seleccionar clasificadores o marcadores basándose en la capacidad de discriminación de los mismos en todo el rango de puntos de corte. Para evaluar esta habilidad discriminatoria de un marcador, es común resumir la información de la curva ROC en un único valor global o índice (Narayani 2008).

El desarrollo y calibración de modelos realza la precisión y poder de predictibilidad de un modelo (Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004). La aplicación de modelos predictivos de distribución de especies a la conservación, reduce el margen de error ocasionado por la escasez de las colectas, además de permitir diseñar estrategias para la ubicación de taxones raros o difíciles de localizar (Raxworthy *et al.* 2003). Los modelos resultantes identifican sectores del espacio ecológico que reflejan dimensiones del nicho lo suficientemente relevantes para generar representaciones estadísticamente robustas de la distribución geográfica de las especies (Peterson *et al.* 2011).

Por su parte, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten analizar, visualizar y comparar datos espaciales y atributos del hábitat, inferir correlaciones y posibles vínculos causales para determinar que variables influyen sobre la distribución (Fuller y Mosher 1987, Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004, Sánchez-Zapata 2004). También, permiten manejar la información para generar sumatorias que hablen de los patrones geográficos de conjuntos de especies, superficies de riqueza, y otras múltiples aplicaciones en ecología, biogeografía y conservación (Peterson *et al.* 2011). El algoritmo Maxent, es empleado con datos incompletos, es decir, cuando no se tienen datos de ausencia verificada, sino un grupo de ocurrencia conocidos (Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004, Phillips *et al.* 2006). Los SIG y el modelado espacial son herramientas valiosas para desarrollar estrategias de manejo ya que son vinculables (Guisan y Zimmermann 2000, Rodríguez-Estrella y Bojórquez 2004).

En Michoacán, la variación altitudinal influye más sobre la variación climática que la amplitud latitudinal (CONABIO 2005) y a su vez, la variación altitudinal es un parámetro que, como variable explicativa, influye en la distribución espacial de las rapaces diurnas (Naveda 2015). En función del marco anterior, presentamos como mapas geográficos una serie de modelos de áreas de aptitud ecológica, con base en el método de máxima entropía (algoritmo Maxent), empleando registros de especies, coberturas climáticas (temperatura y precipitación) y un parámetro topográfico (elevación), para construir el nicho ecológico fundamental de las especies rapaces que habitan en Michoacán. Los mapas así generados ponen en contexto ecológico las características ambientales climáticas que influyen en la distribución de especies y la riqueza en la región, dicho conocimiento es clave para identificar hábitats críticos y establecer prioridades de conservación a nivel regional.

3.2. Modelaje ecológico de la distribución de aves en México y Michoacán.

En México, Navarro-Sigüenza y Peterson (2007) desarrollaron modelos y mapas de distribución de las aves de México a escala del país, utilizando el modelaje de nicho ecológico e información de especímenes en colecciones de Museos, y bibliografía especializada empleando el algoritmo GARP (Genetic Algorithm for Rule Production). Empleando

coberturas de SIG basadas en WWW, generaron 66 mapas de 49 especies de especies de Cathartidae, Pandionidae, Accipitridae y Falconidae que se distribuyen en México de manera regular. Sin embargo, las limitantes de modelos proyectados a escala país, y sustentados en datos que en su mayoría fueron colectados hace mucho tiempo, pueden presentar sesgos importantes, ya que los modelos extrapolan hacia zonas donde no existen registros, y las condiciones actuales pueden no ser las óptimas de cuando se colectaron los ejemplares, existiendo la necesidad de validar en campo con nuevos modelos y datos actuales las hipótesis de distribución a escala país generadas con modelos procedentes de colecciones científicas (Monterrubio-Rico *et al.* 2011, Marin-Togo *et al.* 2012).

Estudios regionales como el de Rodríguez-Estrella y Sánchez-Colón (2004) elaboraron modelos con base en regresiones logísticas y árboles de clasificación para identificar variables que expliquen la probabilidad de ocurrencia de rapaces en Baja California Sur, donde determinaron que para *C. cheriway* la probabilidad de ocurrencia fue influenciada positivamente por la presencia de cultivos de maíz, mientras que *C. aura* y *F. sparverius* fueron influenciadas por las áreas urbanas, y la probabilidad de ocurrencia de *B. jamaicensis* incrementó con el ángulo de la pendiente del terreno. Zamarrón y Lafón (2006) en un estudio del halcón fajado (*Falco femoralis septentrionalis*) en el estado de Chihuahua, propusieron un análisis espacial de la ocupación y asociación al paisaje de esta especie, donde concluyeron que la presencia de esta especie estuvo relacionada con una alta diversidad de tipos de vegetación.

En Michoacán, en los siguientes estudios de avifauna se han aplicado métodos de análisis espacial, modelación de nicho ecológico y estimación la distribución potencial: Villaseñor-Gómez y Torres (2001) para aves canoras, ornato y cinegéticas a través de modelación en SIG; y Monterrubio-Rico *et al.* (2011) y Álvarez-Jara (2010) en Psitácidos con técnicas bioclimáticas (GARP). Sin embargo, solo el estudio de Morales Salazar-Zamudio (2013) integró la construcción de un modelo ecológico de distribución a nivel estatal y regional de una especie de la familia Falconidae, el halcón guaco (*Herpetotheres cachinnans*), a través del método de máxima entropía en el programa Maxent, donde se estimó la distribución potencial y se analizaron las características del hábitat potencial.

Para el estado se han registrado 34 especies de las familias Cathartidae, Pandionidae, Accipitridae y Falconidae (Villaseñor-Gómez 2005), para las cuales Navarro-Sigüenza y Peterson (2007) generaron una propuesta de distribución potencial a escala país a partir de datos históricos, donde proponen áreas de distribución potencial de las especies. Sin embargo, el análisis a dicha escala presenta limitaciones cuando se quieren realizar análisis detallados de la variación geográfica de la distribución a menor escala (Escalante *et al.*1998). En contraste, en el presente estudio se analiza la distribución de las rapaces diurnas del estado, con base en modelos bajo el método de máxima entropía elaborados con datos contemporáneos (2000 - 2015) a una escala regional. Esto permitirá tener a disposición un conjunto de modelos y mapas de la distribución potencial actual a menor escala y con mayor detalle, que podrá ser utilizado en gran variedad de aplicaciones en conservación, manejo y promoción de actividades ecoturísticas como la observación de aves.

4.Objetivos.

4.1. Objetivo General.

Analizar la distribución de áreas de aptitud ambiental para la presencia potencial de Accipitriformes en Michoacán.

4.2.Objetivos específicos.

- Generar modelos de nicho ecológico utilizando el método de máxima entropía (algoritmo Maxent) para cada especie.
- Generar un mapa de riqueza potencial basado en las áreas de aptitud de los modelos de las distintas especies para identificar áreas de mayor importancia para rapaces.
- Determinar el perfil bioclimático de cada especie.

5. Materiales y métodos

5.1. Modelación de nicho ecológico.

Se utilizaron datos de presencia de 31 especies de rapaces para generar los modelos de nicho ecológico. Los registros proceden de diversas fuentes, tanto de colecciones científicas como de plataformas de bases de datos y de trabajo de campo. Los datos de presencia se dividieron en una selección aleatoria con la herramienta *Hawth's Analysis Tools* de ArcGis. Dos grupos de datos para cada especie, los datos de entrenamiento para generar el modelo y los de validación para evaluarlo. (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número de registros empleados para generar y evaluar el modelo de cada especie.

Especies	Entrenamiento	Validación
<i>Falco sparverius</i>	220	148
<i>Buteo jamaicensis</i>	163	109
<i>Buteo plagiatus</i>	132	124
<i>Caracara cheriway</i>	74	51
<i>Accipiter cooperii</i>	62	32
<i>Accipiter striatus</i>	60	27
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	51	30
<i>Rupornis magnirostris</i>	47	38
<i>Buteogallus anthracinus</i>	39	23
<i>Buteo albonotatus</i>	38	18
<i>Elanus leucurus</i>	38	18
<i>Buteo brachyurus</i>	37	26
<i>Pandion haliaetus</i>	33	27

<i>Circus cyaneus</i>	28	16
<i>Micrastur semitorquatus</i>	24	12
<i>Buteo platypterus</i>	23	13
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	19	10
<i>Buteo lineatus</i>	18	11
<i>Geranospiza caerulescens</i>	16	8
<i>Falco peregrinus</i>	13	12
<i>Falco rufigularis</i>	13	11
<i>Buteo swainsoni</i>	12	5
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	12	18
<i>Parabuteo unicinctus</i>	11	5
<i>Falco columbarius</i>	10	6
<i>Falco mexicanus</i>	10	8
<i>Buteogallus urubitinga</i>	9	5
<i>Micrastur ruficollis</i>	7	3
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	6	3

Las capas climáticas WorldClim (www.worldclim.org), a detalle de resolución espacial de 1 x 1 km, se seleccionaron en una primer corrida del modelo, donde aquellas variables con mayor aporte (30%) en la construcción el modelo definitivo, lo anterior para modelar con un menor número variables y evitar la colinearidad, ya que entre las 19 variables climáticas se correlacionan (Barry y Elith, 2006, Baldwin 2009) (Cuadro 18). La región geográfica sobre la cual se modelo se obtuvo a partir de recortes obtenidos de la división política de los estados del centro occidente de México, a partir de información geográfica disponible en la pagina de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>). Dicho polígono sirvió para obtener los recortes de las variables climáticas y la topográfica. Una vez seleccionados los datos para generar el modelo, se importaron al programa MaxEnt versión 3.3.3. En el programa se seleccionó el formato de salida del modelo logístico, que asigna un valor conocido de probabilidad de observación a los pixeles llamados "típicos" y es una aproximación a la verdadera probabilidad de presencia.

Cuadro 18. Variables ambientales seleccionadas.

Variable	Descripción de variable
Bio 1	temperatura media anual
Bio 2	promedio del rango diurno promedio mensual (t máx - t min),
Bio 3	isotermalidad
Bio 4	estacionalidad de la temperatura
Bio 7	rango anual de temperatura
Bio 9	temperatura media de trimestre más seco
Bio 12	precipitación anual
Bio 13	precipitación de mes más húmedo
Bio 14	precipitación de mes más seco
Bio 15	estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
Bio 17	precipitación de trimestre más seco
Bio 18	precipitación de trimestre más caluroso
Bio 19	precipitación de trimestre más frío
DEM	modelo digital de elevación

Una pre-evaluación del ajuste de los datos al modelo se obtuvo de la prueba del promedio del Área Bajo la Curva (*average test AUC*), donde se observó la capacidad de discriminación de una presencia (sensitividad) *versus* la discriminación de una ausencia (Phillips *et al.* 2004). Donde un modelo con valor de AUC por encima de 0.7 señala buen ajuste, mientras que un valor de 0.5, por otro lado, indica que la capacidad predicción del modelo no es mejor que la que se esperaría al azar (Hanley y McNeil 1982). Posteriormente se generó una evaluación externa de cada modelo, basada en medidas de desempeño a través del método "ROC parcial". Este método es considerado efectivo al ponderar los errores de omisión, no considera ausencias y evalúa sólo el rango de valores de predicción (Peterson *et al.* 2008). Se utilizó el programa *Tool for Partial-ROC* versión 1.0 (Narayani 2008). Se

construyeron los archivos (delimitado por comas*.csv) para correr el programa para cada especie, a partir de la información extraída de cada modelo de la salida logística a través del SIG (*Hawth's Analysis Tools* y *Spatial Analyst Tools*), esto permite generar matrices de los valores de probabilidad de cada punto independiente para la validación del modelo (Phillips *et al.* 2004). El condicionamiento en Partial-ROC versión 1.0 fue de un “Bootstrap” de 50%, el número de muestra de 1000, y un umbral de omisión de 95%. Se calculó un promedio de los valores de radio de la matriz (1,000 iteraciones) por especie. De acuerdo con Peterson *et al.* (2008), se consideran buenos modelos aquellos cuyos valores promedio de radio sean mayores a 1 y con probabilidad de 0.

Los mapas de riqueza se generaron a partir de la sumatoria de los modelos binarios, generados bajo la aplicación de la regla de umbral de corte Presencia mínima de entrenamiento (*Minimum training presence*) seleccionados en los ajustes del modelo en Maxent. Ya obtenidos los mapas se clasificó su información con cartografía digital temática de las Provincias Biogeográficas de México (Fig. 1).

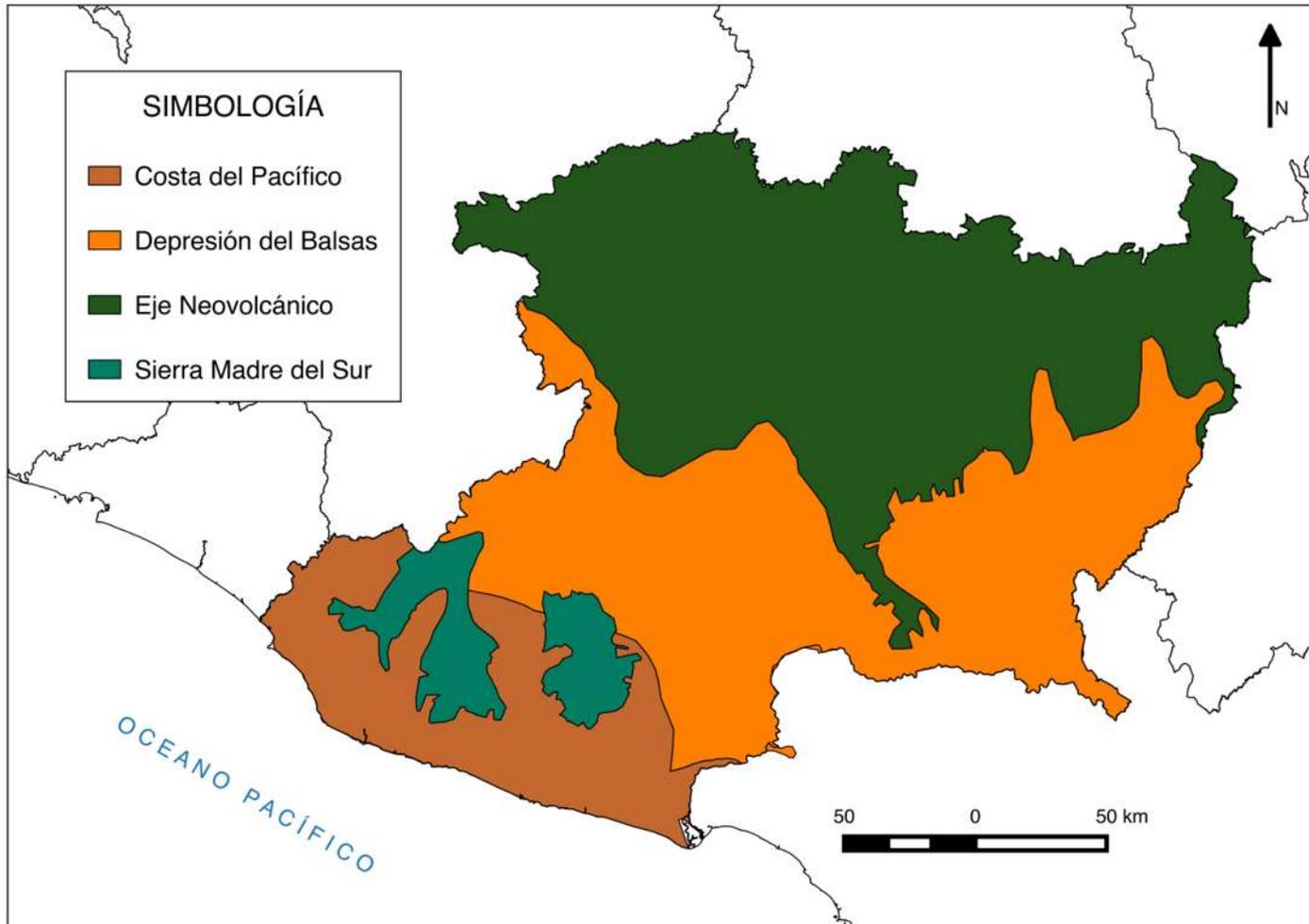


Figura 8. Marco de regionalización (Provincias biogeográficas, CONABIO 1997).

6. Resultados

6.1. Modelaje ecológico de la distribución.

Se generó un modelo para cada una de las 30 especies, así como un mapa geográfico binario de áreas de presencia-ausencia (Apéndice I). El análisis para conocer la habilidad del modelo para discriminar puntos, indicó que para los 30 modelos se obtuvieron valores del área bajo la curva (AUC) superiores a 0.75, valores que indican positiva dicha habilidad del modelo para clasificar las presencias. La especie *Buteo jamaicensis* presentó la mayor área de distribución potencial con 51.1% del área total del estado. En cambio, la especie *Micrastur ruficollis* presentó la menor área predicha, con 0.1% respecto al área total (Cuadro 19). Para ocho especies (27%) el área predicha corresponde a valores mayores a 20,000 km², para 13 (43%) corresponde a áreas entre 10,000 y 20,000 km² y para nueve especies (30%) áreas predichas menores a 10,000 km².

Cuadro 19. Porcentajes de áreas de presencia por especie.

Especie	Área predicha (km²)	% del Área Total
<i>Buteo jamaicensis</i>	26,262	51.1
<i>Falco sparverius</i>	25,664	49.9
<i>Buteogallus anthracinus</i>	24,865	48.4
<i>Pandion haliaetus</i>	23,218	45.2
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	22,184	43.2
<i>Falco peregrinus</i>	20,880	40.6
<i>Accipiter striatus</i>	20,448	39.8
<i>Parabuteo unicinctus</i>	20,438	39.8
<i>Rupornis magnirostris</i>	19,629	38.2

<i>Falco columbarius</i>	18,778	36.5
<i>Buteo brachyurus</i>	18,399	35.8
<i>Falco mexicanus</i>	17,428	33.9
<i>Accipiter cooperii</i>	17,208	33.5
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	17,102	33.3
<i>Elanus leucurus</i>	13,954	27.1
<i>Buteogallus urubitinga</i>	13,462	26.2
<i>Buteo albonotatus</i>	13,279	25.8
<i>Buteo swainsoni</i>	12,532	24.4
<i>Circus cyaneus</i>	12,039	23.4
<i>Caracara cheriway</i>	11,377	22.1
<i>Buteo plagiatus</i>	10,211	19.9
<i>Buteo platypterus</i>	9,380	18.2
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	7,781	15.1
<i>Buteo lineatus</i>	5,739	11.2
<i>Micrastur semitorquatus</i>	4,457	8.7
<i>Falco rufigularis</i>	1,940	3.8
<i>Geranospiza caerulescens</i>	509	1.0
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	248	0.5
<i>Micrastur ruficollis</i>	47	0.1

Los valores de la evaluación a través de ROC parcial (Cuadro 20) indican, en general, que los modelos son, desde el punto de vista estadístico, consistentes, con un aceptable valor de predictibilidad según lo esperado. Particularmente las especies *Rostrhamus sociabilis* y *Geranospiza caerulescens* alcanzaron el valor máximo que asigna el programa en su promedio, , a pesar de que las especies *Falco columbarius*, *Buteo brachyurus* y *Falco peregrinus*, presentan valores poco por arriba de 1, están por encima del umbral aceptable.

Cuadro 20. Valores de la matriz de ROC parcial para cada especie.

Especies	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estandar
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	2.0	2.0	2.0	0.0
<i>Geranospiza caeruleascens</i>	1.9	2.0	2.0	0.0
<i>Buteo plagiatus</i>	1.7	2.0	1.9	0.1
<i>Pandion haliaetus</i>	1.8	2.0	1.9	0.1
<i>Micrastur semitorquatus</i>	1.8	2.0	1.9	0.1
<i>Rupornis magnirostris</i>	1.7	2.0	1.9	0.1
<i>Buteo swainsoni</i>	1.6	2.0	1.8	0.2
<i>Falco rufigularis</i>	1.7	2.0	1.8	0.1
<i>Caracara cheriway</i>	1.6	1.9	1.8	0.1
<i>Buteogallus urubitinga</i>	1.6	1.9	1.7	0.1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	1.5	1.9	1.7	0.2
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	1.4	2.0	1.7	0.2
<i>Micrastur ruficollis</i>	1.6	1.8	1.7	0.1
<i>Elanus leucurus</i>	1.5	1.9	1.6	0.1
<i>Accipiter striatus</i>	1.3	1.9	1.6	0.2
<i>Buteo jamaicensis</i>	1.3	1.8	1.6	0.1
<i>Buteogallus anthracinus</i>	1.3	2.0	1.5	0.3
<i>Parabuteo unicinctus</i>	1.1	2.0	1.5	0.4
<i>Falco mexicanus</i>	1.4	1.9	1.5	0.1
<i>Circus cyaneus</i>	1.5	2.0	1.5	0.1
<i>Falco sparverius</i>	1.2	1.8	1.5	0.1

<i>Buteo lineatus</i>	1.2	2.0	1.5	0.3
<i>Buteo platypterus</i>	1.4	1.9	1.5	0.2
<i>Accipiter cooperii</i>	1.3	1.8	1.4	0.1
<i>Buteo albonotatus</i>	1.0	2.0	1.4	0.4
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	1.0	2.0	1.4	0.3
<i>Falco columbarius</i>	1.0	1.8	1.3	0.3
<i>Buteo brachyurus</i>	1.2	1.9	1.3	0.2
<i>Falco peregrinus</i>	1.1	1.8	1.2	0.2

6.2. Contribución de variables.

Entre las variables examinadas, diez variables resultaron las de mayor influencia (aportación) en los modelos. De mayor a menor aporte (%) están, Bio7 rango anual de temperatura, elevación (DEM), Bio3 isoterma, Bio9 temperatura media de trimestre más seco, Bio12 precipitación anual, Bio13 precipitación de mes más húmedo, Bio14 precipitación de mes más seco, Bio17 precipitación de trimestre más seco, Bio2 promedio del rango diurno promedio mensual ($t_{\text{máx}} - t_{\text{mín}}$), Bio4 estacionalidad de la temperatura. La variable Bio7 (rango anual de temperatura), fue la variable con mayor influencia para el mayor número de especies ($n=6$), seguido de la elevación ($n=5$). Las variables Bio2, Bio4, Bio14 y Bio17, presentaron aportación para una especie cada una; *Geranoaetus albicaudatus* (25.8%), *Elanus leucurus* (47.7%), *Falco mexicanus* (48.3%), *Falco sparverius* (25.2%) respectivamente. El mayor aporte de una variable al modelo de *Buteo platypterus* fue de 97.9% de la variable Bio13, y en menor medida un 25.2% de aporte para el modelo de la especie *Falco sparverius* de la variable Bio17 (Cuadro 21).

Cuadro 21. Variable con la mayor contribución en el modelo de cada especie.

Especies	Variable	% Aporte
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	rango anual de temperatura	81.9
<i>Micrastur semitorquatus</i>	rango anual de temperatura	65.9
<i>Pandion haliaetus</i>	rango anual de temperatura	60.9
<i>Falco peregrinus</i>	rango anual de temperatura	59.2
<i>Falco columbarius</i>	rango anual de temperatura	49.3
<i>Buteogallus anthracinus</i>	rango anual de temperatura	48.3
<i>Rupornis magnirostris</i>	modelo digital de elevación	64.1
<i>Buteogallus urubitinga</i>	modelo digital de elevación	39
<i>Geranospiza caerulescens</i>	modelo digital de elevación	35.1
<i>Buteo brachyurus</i>	modelo digital de elevación	34.8
<i>Buteo plagiatus</i>	modelo digital de elevación	29.4
<i>Buteo albonotatus</i>	isotermalidad	65.6
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	isotermalidad	51.2
<i>Caracara cheriway</i>	isotermalidad	26.6
<i>Accipiter striatus</i>	temperatura media de trimestre más seco	36.2
<i>Accipiter cooperii</i>	temperatura media de trimestre más seco	30.2
<i>Buteo jamaicensis</i>	temperatura media de trimestre más seco	27.1

<i>Buteo swainsoni</i>	precipitación anual	40.5
<i>Circus cyaneus</i>	precipitación anual	33.3
<i>Buteo platypterus</i>	precipitación de mes más húmedo	97.9
<i>Parabuteo unicinctus</i>	precipitación de mes más húmedo	70.2
<i>Falco rufigularis</i>	precipitación de mes más húmedo	41.6
<i>Falco mexicanus</i>	precipitación de mes más seco	48.3
<i>Falco sparverius</i>	precipitación de trimestre más seco	25.2
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	promedio del rango diurno promedio mensual (t máx - t min),	25.8
<i>Elanus leucurus</i>	estacionalidad de la temperatura	47.7

6.3. Patrones geográficos de riqueza.

Se proyectó un mapa de riqueza que permitiera visualizar las áreas de mayor aptitud ambiental para el mayor número de especies, así como identificar municipios y regiones importantes por su riqueza. Su obtención fue mediante la suma de los modelos individuales, combinando tanto especies de rapaces residentes, como migratorias. La riqueza se examinó con base a la regionalización. Las provincias Costa del pacífico y Depresión del Balsas concentraron la mayor riqueza potencial con hasta 26 especies, en los municipios de Lázaro Cárdenas, Aquila y Coahuayana; en menor medida las provincias Sierra Madre del Sur en los municipios de Tumbiscatio y Coalcomán con 15 a 20 especies, y el Eje Neovolcánico con 20 especies. Otras áreas consideradas importantes se despliegan en pequeñas zonas principalmente hacia la región del Plan de Tierra caliente a lo ancho del estado. Hacia la región norte en el Bajío, considerado dentro de la region Eje Neovolcánico, se concentra un número importante de especies (20), aún mayor que en las partes elevadas del Eje Neovolcánico (<17). Del componente de especies residentes, las áreas de mayor riqueza se concentran en la región Costa y Depresión del Balsas, con 15 especies. Las especies estrictamente migratorias invernales mayormente se localizan en pequeñas porciones en la región Costa, Eje neovolcánico y Depresión del balsas, con las especies *Buteo lineatus*, *Buteo platypterus*, *Buteo swainsoni*, *Falco columbarius* y *Falco mexicanus* (Figs. 9, 10 y 11).

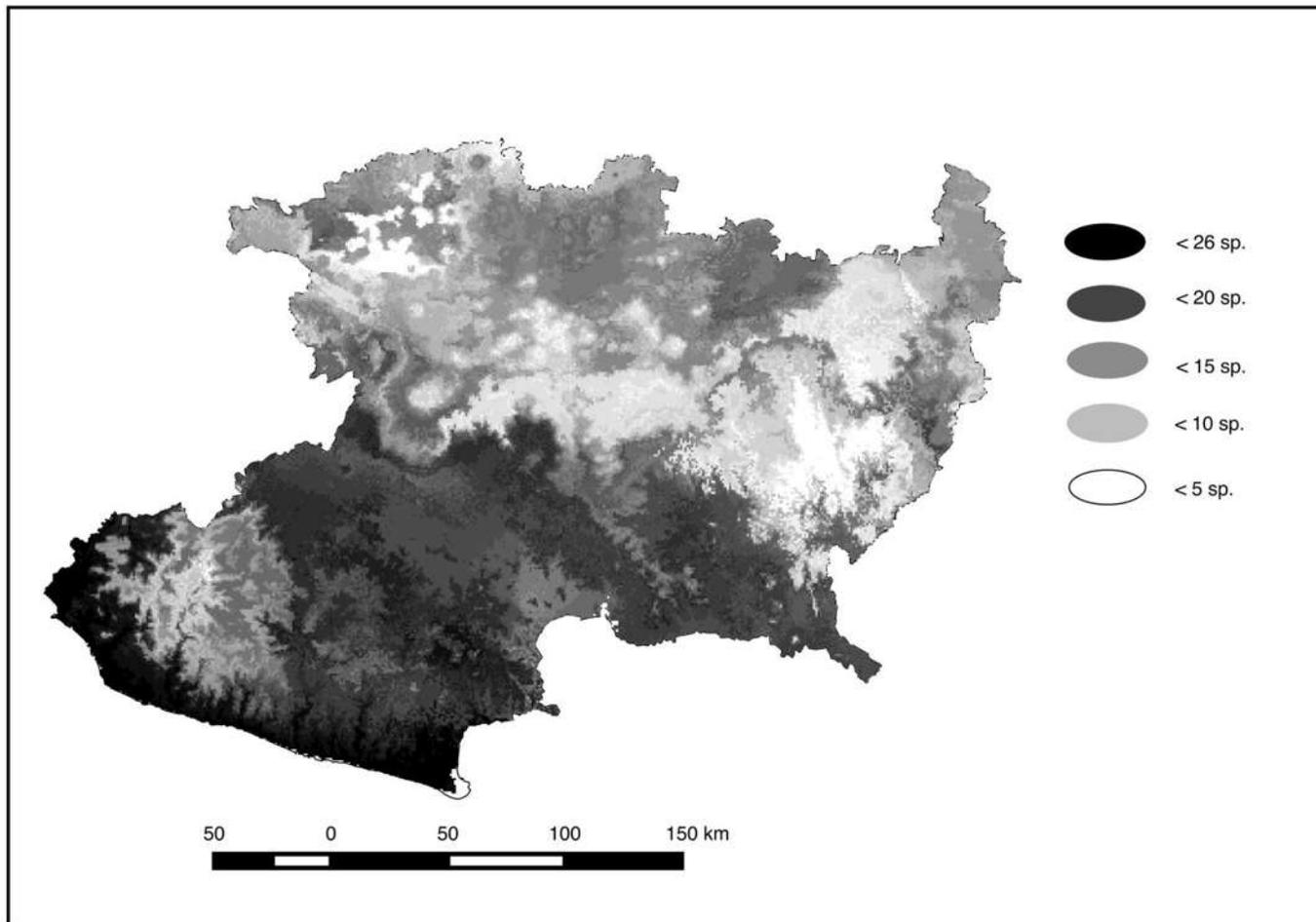


Figura 9. Representación geográfica de las áreas de riqueza de especies rapaces.

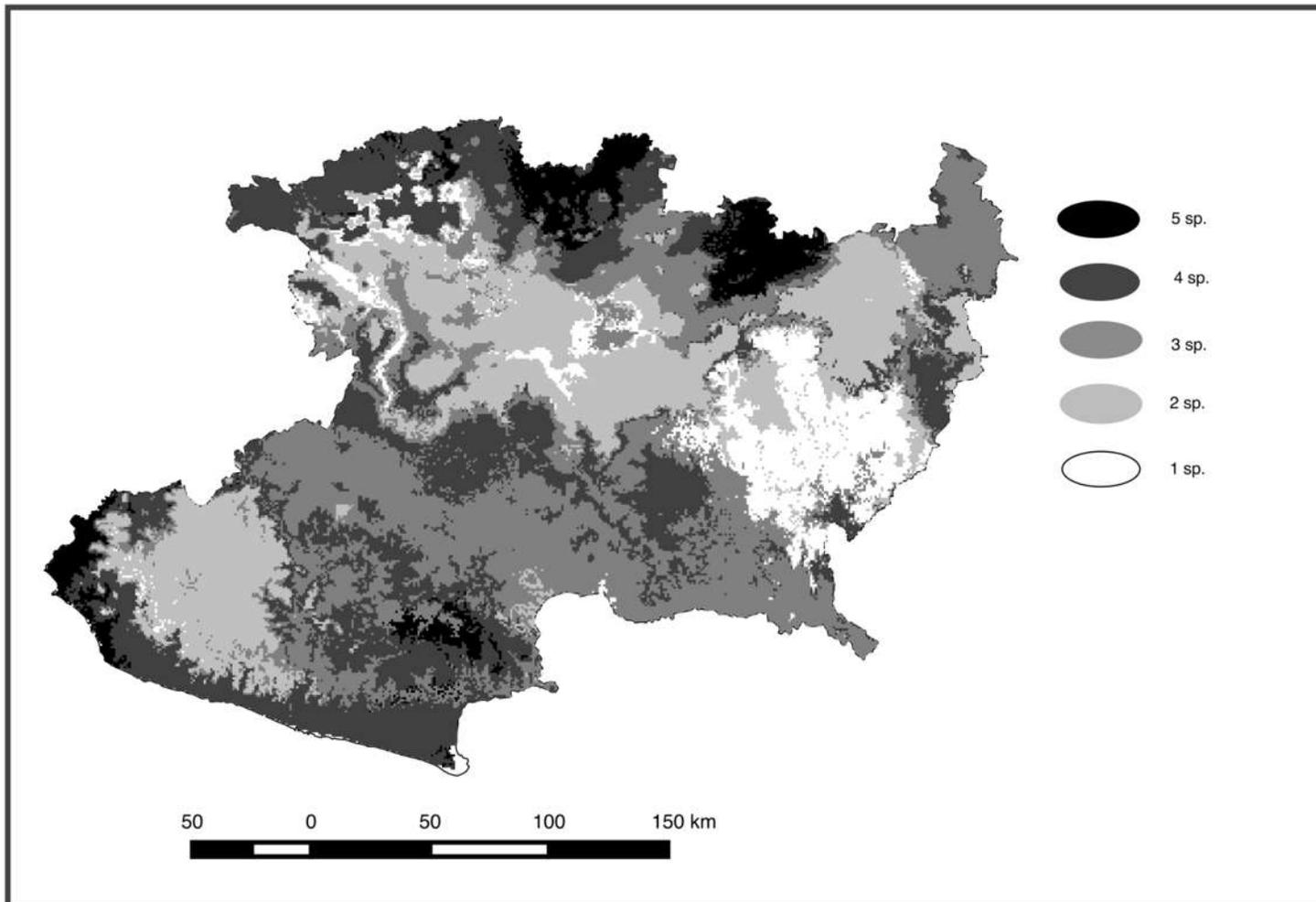


Figura 10. Representacion geográfica de las áreas de riqueza de especies rapaces residentes.

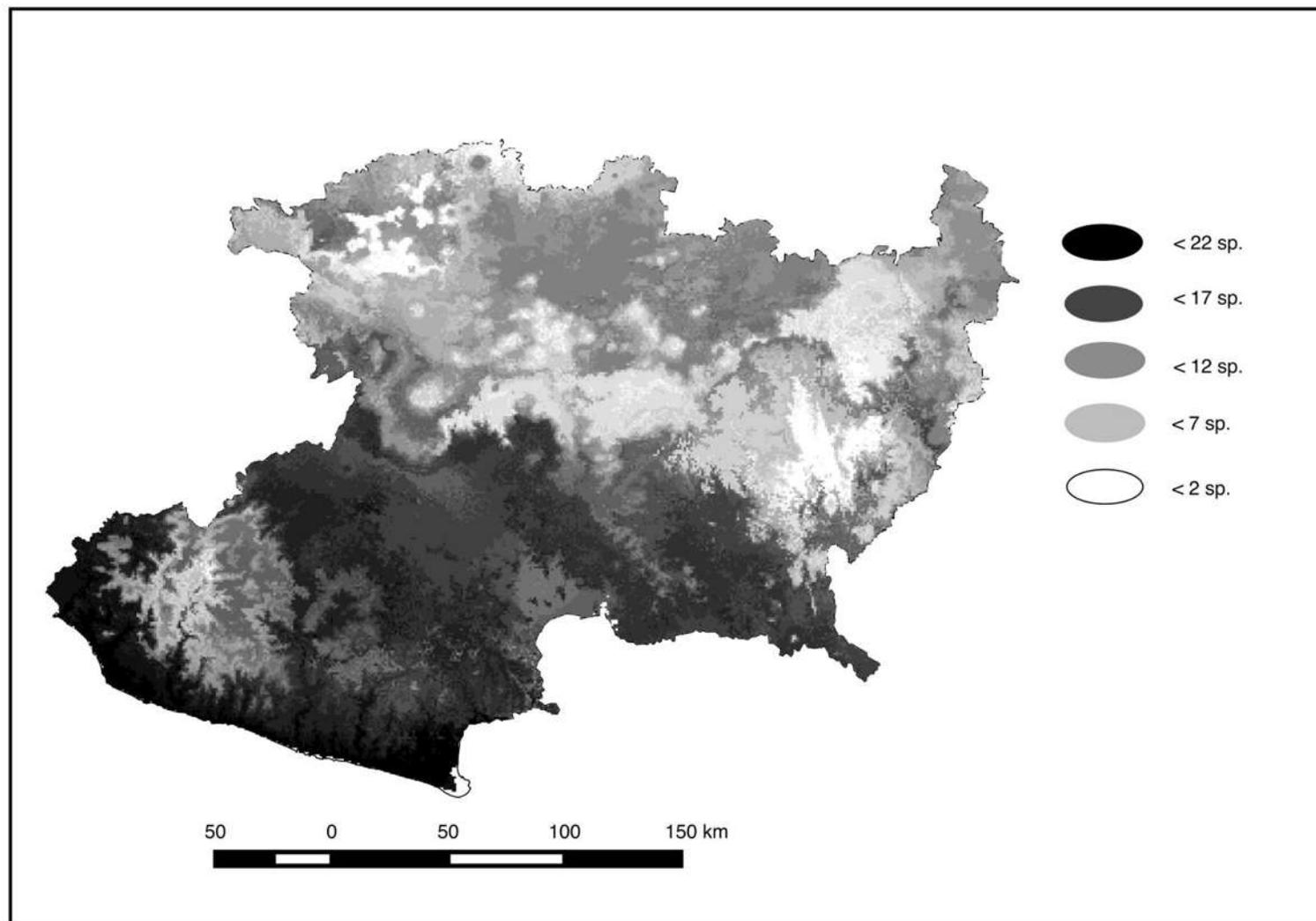


Figura 11. Representación geográfica de las áreas de riqueza de especies rapaces migratorias.

6.1 Perfil bioclimático.

Para generar el perfil bioclimático de cada especie, una vez que se asociaron los registros con las 19 capas climáticas de WorldClim (www.worldclim.org), se extrajo el valor del pixel para cada registro, utilizando la herramienta *Hawth's Analysis Tools* de ArcGis versión 9.3. Los registros asociados a la capa temperatura media anual, muestran que el valor promedio máximo es de 26.7°C (± 2.9) en la especie *P. haliaetus* y el mínimo de 16.1°C (± 0.8) en *F. mexicanus*. En 22 especies el valor promedio máximo es mayor a los 20°C, y para 9 especies fue menor a 20°C. Los registros asociados a la precipitación anual, muestran que el valor promedio máximo es de 1,459.5 mm (± 170.8) en la especie *B. platypterus*, y el mínimo de 739 mm (± 0) en *B. lineatus*. El valor promedio máximo en 7 especies es mayor a 1,000 mm y en 24 especies es menor a 1,000 mm, (Apéndice I). Los valores media, mínimo, máximo y desviación estándar de los registros por especie asociados las 19 variables de Worldclim se integran en el Apéndice I.

6. Discusión y conclusiones.

El concepto de nicho ecológico de las especies, aunque es un término discutido en la actualidad, nos define dos aspectos fundamentales de las relaciones que hay entre las especies y su entorno. Por un lado, las interacciones entre las especies y otros organismos, por otro, la relación que guardan ante los elementos abióticos de la naturaleza. Sabemos que las interacciones ecológicas son multidimensionales y que los parámetros climáticos solo son parte de un complejo conjunto de condiciones y recursos e interacciones que influyen y definen la distribución de las especies (Naveda 2015). Sin embargo, el poder predictivo de un modelo nos brinda la posibilidad de hacer inferencias con mayor precisión ya que son prospectivos. En este sentido, los modelos generados en este estudio, nos brindan la oportunidad de emplear la información que contienen para mejorar la planeación y diseño de estudios posteriores dirigidos a poblaciones de rapaces de la región.

Los modelos de nicho generados en este estudio, emplearon solo registros de presencia, y no se complementaron con datos de ausencias estrictas, por lo que el objeto obtenido no es la distribución real, si no un objeto intermedio entre el área ocupada y el área potencial (Peterson y Soberón 2012). La ventaja del método de máxima entropía de Maxent, es que es óptimo para cuando se cuenta con solo datos de presencia, por lo que se ajusto a la limitante, en cuanto a que se cuenta, como insumo principal, solo con información puntual de coordenadas de ocurrencia, entre avistamientos y recolectas de individuos a través del tiempo. Por otro lado, el no contar con información como datos de abundancias, ubicación de nidos, monitoreos espacio-temporales, imposibilita generar modelos de la distribución real a mayor detalle, a escalas más finas, con variables de respuesta que expliquen mejor la variación en la distribución, en la selección de hábitat, en territorios ocupados para reproducción y caza, en migraciones locales altitudinales, y en el efecto cuando existe una transformación del paisaje.

El número de registros de cada especie permitió generar para la mayoría de especies modelos consistentes y robustos a pesar de limitantes de los tipos de error inherentes al

método usado para modelar y de las características de los registros y variables empleadas. En general, las diferencias entre las áreas de registros y las áreas proyectadas muestran que las especies con un alto número de registros y amplias áreas de distribución potencial, pertenecen a aquellas que presentan una alta detectabilidad, son comunes y se encuentran en una amplia gama de tipos de vegetación. Las especies con pocos registros, se ubican principalmente en localidades cercanas, y en alguna provincia particular, para estos, los modelos desplegaron predicciones en zonas continuas entre los puntos, donde las características climáticas presentan relativa similitud, principalmente en la región Costa y Depresión del Balsas. Sin embargo, los modelos tienden a sobreajustar las áreas predichas hacia los puntos de registro, por lo que las estimaciones podrían presentar algún grado de subestimación de áreas (Phillips *et al.* 2004; 2006, Peterson y Soberón 2012).

En cuanto a la decisión de utilizar un polígono de cotas políticas de las entidades federativas como extensión del área de entrenamiento del modelo como marco, en general no recomendable, se contemplo a razón de incluir registros de especies de otros estados aledaños a Michoacán, para los que se contaba con un número bajo en la entidad. También, para que la extensión del área de modelado fuera amplia o mayor al área total de Michoacán, ya que el programa Maxent presenta mejor desempeño con áreas de referencia bastante grandes que las que se espera correspondan al área de distribución real (Peterson y Soberón 2012), ya que sobreajusta el modelo si las áreas son de menor extensión (Phillips *et al.* 2006). Si bien, a pesar de que no es recomendable modelar regiones políticas, a cambio de regiones biológicamente y ecológicamente naturales, las decisiones fundamentales y estratégicas, en cuanto a los temas de conservación, se depositan en los planes gubernamentales estatales con marcados límites de operación y administración, así como asignación de presupuestos, objetivos y metas.

En cuanto al proceso de validación de los modelos, para determinar estadísticamente su poder predictivo en función de cómo discrimina una presencia en el gradiente de probabilidades, las especies que mostraron valores cercanos al umbral “1” en la prueba ROC parcial, a pesar de ser valores aceptables, estos se pueden relacionar a las características de los tipos de errores (omisión y comisión) inherentes al sistema Maxent, y al muy bajo (<10) o alto

(>200) número de registros empleados, a su acumulación y cercanía en áreas pequeñas respecto a la área de referencia, la poca variación que los registros ofrezcan en relación a las variables usadas, aunado la resolución de la información de las variables, y la cercanía entre puntos (Phillips *et al.* 2006, Peterson y Soberón 2012). Sin embargo, las especies *Falco columbarius*, *Falco mexicanus*, *Buteogallus urubitinga*, *Micrastur ruficollis*, *Chondrohierax uncinatus* se modelaron con diez o menos registros, y señalamos que, de las anteriores, solo las especies *Falco columbarius* y *Falco mexicanus* presentaron valores de la prueba de ROC parcial cercanos a 1, con 1.3 y 1.5 respectivamente, y las otras once especies con valores menores a 1.5 de la prueba ROC presentan mayor número de registros. Establecemos que posiblemente los valores cercanos a 1 en la prueba ROC no se relacionan con el número de registros de estas especies, pero si quizá con alguno de los otros factores mencionados.

Sugerimos optar por métodos de selección, basados en software con herramientas espaciales (i.e. Xtools, www.xtools.pro), para elegir los insumos, tanto para definir las características de los registros a usar, las variables y su calidad y nivel de detalle. También, identificar características óptimas *a priori* en función de los objetivos del experimento, para que los insumos a utilizar en las distintas etapas de la construcción de cada modelo, tengan un efecto en la disminución de los errores inherentes al sistema, tomando en cuenta que el algoritmo de Maxent tiene un comportamiento determinístico, es decir, ya que las salidas del modelo serán siempre las mismas para una entrada dada (Phillips y Dudík 2008) .

El conocimiento biológico y ecológico de las especies brinda una mejor interpretación y apreciación del poder predictivo del modelo para generar inferencias, por lo que los modelos generados nos brindan un primer panorama sobre la distribución y los hábitats que ocupan las especies en el estado.

A pesar de la heterogeneidad del territorio michoacano, la distribución respecto a los rangos de temperatura y precipitación, se encontró similitudes en un número importante de especies, 22 (69%) que presentan perfiles climáticos similares, ya que hay afinidades a sitios con valores bajos de precipitación respecto al máximo encontrado, y respectivamente, 24 (75%) especies, con valores promedio cerca de los máximos de temperatura (Apéndice I). Las

especies de amplia distribución ocupan diversos hábitats y su tolerancia a los ambientes transformados nos permite comprender su plasticidad. Por otro lado, especies que se encuentran en regiones particulares desconocemos que tanto son afectadas por los cambios y cuales son las áreas de sus territorios y capacidad de desplazamiento entre hábitats.

Las áreas de mayor riqueza de especies propuestas en este estudio coinciden con las de análisis de patrones de riqueza y con las áreas propuestas como prioritarias en análisis de vacíos y omisiones hechos para el territorio mexicano, donde la Sierra Madre del Sur y el Eje neovolcánico comprenden regiones de alta riqueza de especies de aves (Navarro-Sigüenza, *et al.* 2014). Estas regiones en el estado albergan una importante diversidad de especies de vertebrados (Conabio 2005). Los bosques de coníferas y la selva baja son tipos de vegetación donde existe un alto número de especies rapaces tanto del componente neártico y del neotropical, especies residentes que encuentran los hábitats para la reproducción dentro de dichos tipos de vegetación, y las migratorias invernales, que ocupan principalmente la región Costa y Depresión del Balsas, debido a que utilizan la ruta migratoria del Pacífico. A pesar de la limitada información acerca de las especies con poblaciones migratorias, las especies que toleran y se encuentran principalmente en áreas destinadas a la agricultura (*A. cooperii*, *B. lineatus*, *C. cyaneus*, *F. sparverius*) confirman que las zonas agrícolas son sitios de caza.

Las especies residentes de amplia distribución en el estado como *B. jamaicensis* y *F. sparverius* se distribuyen en todas las regiones del estado, a su vez, se ha establecido que los individuos migratorios de estas especies se concentran o visitan áreas al sur del estado en mayor medida, corroboramos este patrón de ocupación tomando en cuenta la frecuencia de registros de los meses invernantes y el análisis de las áreas de hábitat potencial. Sin embargo, un estudio de patrones temporales y espaciales de estacionalidad se requeriría para determinar con mayor precisión variaciones de abundancias y densidad en áreas particulares.

Las proyecciones geográficas de distribución potencial y los mapas de riqueza nos permiten identificar áreas importantes para las futuras estrategias de conservación. Esta información permitirá identificar posibles sitios de reproducción y ocupación de migratorias invernales como punto de partida para elegir los sitios de búsqueda. También, la identificación

de pérdida de hábitat o hábitat crítico para especies que requieren de cavidades de arboles para anidar, siendo las mayormente amenazadas por las destrucción y fragmentación de los hábitats.

7. Literatura citada.

- Álvarez, J.M. 2010. Ecología y distribución potencial de la Familia *Psittacidae* en una zona de transición templado-tropical en el Bajo Balsas, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, Mich. México. 63 pp.
- Barry, S. y J. Elith, 2006. Error and uncertainty in habitat models. *Journal of Applied Ecology*, 43: 413–423.
- Baldwin, R. A. 2009. Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. *Entropy*, 11(4), 854–866.
- Beyer, H. L. 2004. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS. <http://www.spatial ecology.com/htools/tool desc.php>. Descargado el 5 de mayo del 2013.
- Bojórquez-Tapia L.A. Balvanera P. y Cuarón A.D.1994. Biological inventories and computer data bases: Their role in environmental assessment. *Environmental Management* 18:775-785.
- Cancino-Murillo. R., T. C. Monterrubio-Rico, A. Morales Salazar-Zamudio y J. F. Villaseñor-Gómez. 2016. Registros notables de fidelidad de área del aguililla pecho-rojo (*Buteo lineatus*) y primeros registros de su distribución en Michoacán, centro-occidente de México. *Huitzil* 17 (2): 220-224.
- Cody, M.L.,ED.1985. *Habitat Selection in Birds*. Ademic Press, New York.
- Conabio, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2005. *La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado*. Gobierno del Estado. Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Escalante, P., A.G. Navarro-Sigüenza y A.T. Peterson. 1993. A geographic, historical and ecological analysis of land bird diversity in Mexico, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J.F. (eds.),

Biological diversity of Mexico: Origins and distribution. Oxford University Press, Nueva York, pp. 281-307.

Escalante, P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. In *Diversidad biológica de México*, T. P. Ramamorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). UNAM, México, D. F. p. 279-304.

ESRI (Environmental Scientific Research Institute). 2008. ArcMap (Version 9.3). Redlands, California, USA: Environmental Scientific Research Institute.

Fuller, M.R. y J.A. Mosher. 1987. Raptor survey techniques. Pages 37–65. En. B. A. Giron Pendleton, B. A. Millsap, K. W. Cline, and D. M. Bird [EDS.], *Raptor management techniques manual*. National Wildlife Federation, Washington, DC U.S.A.

Ferguson-Less J. y D. A. Christine 2004. *Rapaces del Mundo*. Ediciones Omega. Barcelona. 1080 pp.

Global Biodiversity Information Facility. 2013. GBIF Backbone Taxonomy. <http://www.gbif.org/species/2480529> (consultado 20 de enero de 2015).

Griscom, L. 1950. Distribution and origin of the birds of Mexico. *Bulletin Museum of Comparative Zoology* 103:341-382.

Guisan, A. y N.E. Zimmermann, 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Mod.* 135: 147-186.

Guisan, A. y W. Thuiller,. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.* 8: 993 1009.

Hanley J. y B. Mcneil. 1982. The meaning and use of the area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. *Radiology* 143:29-36. (En) *Modelos predictivos de distribución*

para cuatro especies de mamíferos (cingulata, artiodactyla y rodentia) típicas del chaco en argentina. *Mastozoología Neotropical*, 17(2):335-352, Mendoza, 2010.

Howell, S.N.G., y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York.

Marín-Togo, M. C., R. T. C. Monterrubio-Rico, K. Renton, Y. Rubio-Rocha, C. Macías-Caballero, J. M. Ortega-Rodríguez y R. Cancino-Murillo. 2012. Reduced current distribution of Psittacidae on the Mexican Pacific coast: potential impacts of habitat loss and capture for trade. *Biodiversity Conservation* 21:451-473.

Monterrubio-Rico, T. C., M. A. de Labra-Hernández, J. M. Ortega-Rodríguez, R. Cancino-Murillo y J. F. Villaseñor-Gómez. 2011. Distribución actual y potencial de la guacamaya verde en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1311-1319.

Morales Salazar-Zamudio. A. 2013. *Aplicación de modelos de nicho ecológico para identificar áreas con aptitud para el ecoturismo de observación de aves en el Bajo Balsas Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Narayani, B. 2008. *Tool for Partial-ROC ver 1.0*. Biodiversity Institute, Lawrence, KS.

Navarro-Sigüenza, A. G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2003. Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. (En) *Why museums matter: avian archives in an age of extinction*, N. Collar, C. Fisher y C. Feare (eds.). *Bulletin British Ornithologists' Club Supplement* 123A:207-225.

Navarro-Sigüenza, A. G. y A. T. Peterson. 2007. *Mapas de las aves de México basados en WWW*. Informe final SNIBConabio proyecto No. CE015. México D. F.

- Navarro-Sigüenza, A. G. y A. T. Peterson. 2007 *Buteo lineatus* (aguililla pecho-rojo) invierno. Distribución potencial. Extraído del proyecto CE015: 'Mapas de las aves de México basados en WWW'.
- Navarro-Sigüenza, A.G., Ma. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. T.Peterson, H. Berlanga-García, y L.A. Sánchez-González. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85(Supl.ene), S476-S495. <https://dx.doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Naveda R. A. 2015. Conservation Status of Diurnal Raptors in Venezuela. *Journal of Raptor Research*. 49(4):441-449.
- Peterson, A.T., M. Papes y J. Soberón. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche. *Ecological Modelling* 213:63–72.
- Peterson, A. T., J. Soberón, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura y M. B. Araújo. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Princeton University Press. 328 pp.
- Peterson, A. T., y J. Soberón, 2012. Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, 10(2), 102-107.
- Phillips, S.J., M. Dudík, y R.E. Schapire, 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling.
- Phillips, J. S., P. R. Anderson, y R. E Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, Vol 190/3-4 pp 231-259.
- Phillips, S. J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161–175.

- Raxworthy, C. J., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R. A. Nussbaum, G. E. Schneider, M. A. Ortega-Huerta, A. T. Peterson. 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426: 837-841.
- Rodríguez-Estrella, R., J. A. Donazar y F. Hiraldo 1998. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat of Baja California Sur, México. *Conservation Biology* 12:921–925.
- Rodríguez-Estrella R. y Sánchez-Colón. 2004. Predictive models of raptors habitats in Baja California Sur, Mexico: A comparison of logistic and classification-tree models. 179pp. En: *Spatial analysis in raptor ecology and conservation*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Rodríguez-Estrella R. y T. L. A. Bojórquez. 2004. *Spatial analysis in raptor ecology and conservation*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Rodríguez-Estrella R. y Sánchez-Colón. 2004. Predictive models of raptors habitats in Baja California Sur, Mexico: A comparison of logistic and classification-tree models. 179pp. En: *Spatial analysis in raptor ecology and conservation*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 212 p.
- Sánchez-Zapata J. A. y F. J. Calvo. 2004. Patch Occupancy Patterns of Forest Raptors in Southeastern Spain. (En) *Spatial analysis in raptor ecology and conservation*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 58-74 p.
- Urbina, T. F. 1996. *Aves Rapaces de México*. Centro de Investigaciones Biológicas UAEM. Cuernavaca Morelos. México. P.136.

Vieglais, D., E.O. Wiley, C.R. Robins y A.T. Peterson, 2000: Harnessing museum resources for the Census of Marine Life: The FishNet project. *Oceanography*, 13(3), 10–13.

Villaseñor- Gómez L. E. y T.M.A. Torres 2001. Modelación de patrones de distribución espacial de las aves canoras, de ornato y de valor cinegético aplicando un enfoque de paisaje y Sistemas de Información Geográfica (SIG). En: Memorias del V Congreso sobre el estudio y conservación de las aves en México. Morelia, Michoacán.

Villaseñor-Gómez, L. E. 2005. Aves. En La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado. L. E. Villaseñor (ed.). Conabio, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. p. 101-103.

Villaseñor-Gómez. L. E. y F. J. Villaseñor-Gómez, 2005. Inventarios y colecciones de flora y fauna. En: La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor-Gómez L. E (Ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Villaseñor-Gómez, L. E. 2005. Aves. Pp. 101-103. En: La Biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor-Gómez L. E (Ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Wiens J. A. 1989. Spatial Scaling in Ecology. *Functional Ecology*, Vol. 3, No. 4., pp. 385-397.

Zamarrón, R. E. M. y T. A. Lafón. 2006. Spacial analysis of landscape diversity for the aplomado falcon (*Falco femoralis septentrionalis*) in northern Mexico. (En) Current Raptor Studies in

México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 1-32 pp.

Apéndice I.

Cuadro 1. Medias y desviaciones estándar por variable (temperatura) para cada conjunto de registros por especie (BIO1 temperatura media Anual, BIO2 promedio del rango diario (promedio mensual (t máx - t min), BIO3 isothermalidad, BIO4 estacionalidad de la temperatura, BIO5 temperatura máxima de mes más caluroso, BIO6 temperatura mínima de mes más frío, BIO7 rango anual de temperatura, BIO8 temperatura media de trimestre más húmedo, BIO9 temperatura media de trimestre más seco, BIO10 temperatura media de trimestre más caluroso, BIO11 temperatura media de trimestre más frío.

Género	Especie	BIO1	BIO2	BIO3	BIO4	BIO5	BIO6	BIO7	BIO8	BIO9	BIO10	BIO11
<i>Pandion</i>	<i>haliaetus</i>	26.7	13.5	6.9	159.2	35.6	16.2	19.4	27.7	25.6	28.5	24.4
		2.9	1.5	0.4	25.9	3.6	3.2	3.2	2.7	3.1	2.9	3.0
<i>Chondrohierax</i>	<i>uncinatus</i>	24.2	13.1	7.0	160.6	32.8	14.0	18.7	25.3	23.0	26.0	22.0
		4.4	1.5	0.3	13.5	3.6	4.8	2.9	4.7	4.0	4.3	4.5
<i>Elanus</i>	<i>leucurus</i>	18.9	15.3	6.5	204.3	30.3	7.0	23.3	19.9	17.9	21.3	16.0
		3.8	1.0	0.2	28.5	3.4	4.2	2.1	3.7	4.1	3.7	4.0
<i>Rostrhamus</i>	<i>sociabilis</i>	26.2	12.6	7.1	170.4	33.7	16.1	17.6	28.0	24.0	28.0	23.9
		0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<i>Circus</i>	<i>cyaneus</i>	18.6	15.3	6.6	199.0	29.9	6.8	23.0	19.7	17.7	21.0	15.8
		4.2	1.2	0.3	35.3	3.2	4.9	2.6	4.1	4.1	3.9	4.5
<i>Accipiter</i>	<i>striatus</i>	18.7	14.6	6.6	186.4	29.6	7.5	22.1	19.7	17.9	21.0	16.1
		4.3	1.2	0.3	28.8	3.8	4.6	2.5	4.4	4.2	4.2	4.5
<i>Accipiter</i>	<i>cooperii</i>	17.5	14.8	6.6	186.5	28.6	6.2	22.3	18.4	16.7	19.8	14.9
		3.8	1.0	0.3	30.9	3.8	3.9	2.0	3.9	3.8	3.8	3.9
<i>Geranospiza</i>	<i>caerulescens</i>	25.5	12.9	7.1	152.7	33.3	15.3	17.9	27.0	23.7	27.1	23.4
		0.9	0.3	0.0	19.9	0.5	0.9	0.4	1.2	0.4	1.1	0.6
<i>Buteo</i>	<i>plagiatus</i>	26.3	12.6	7.1	147.8	33.9	16.3	17.5	27.6	24.7	27.9	24.2
		1.2	1.1	0.2	12.6	1.8	1.4	1.9	1.3	1.3	1.3	1.2
<i>Buteogallus</i>	<i>anthracinus</i>	25.9	13.0	7.1	149.2	34.1	15.7	18.4	27.0	24.6	27.5	23.7
		2.3	1.3	0.3	20.8	2.5	2.6	2.6	2.4	2.3	2.3	2.4
<i>Buteogallus</i>	<i>urubitinga</i>	25.9	13.7	7.0	142.8	35.0	15.5	19.4	26.8	25.0	27.6	23.9
		2.9	1.4	0.2	18.9	3.1	3.2	2.5	2.9	2.9	2.9	3.0
<i>Parabuteo</i>	<i>unicinctus</i>	26.1	14.9	6.6	169.7	37.2	14.9	22.3	26.6	25.8	28.3	23.7
		4.5	0.4	0.2	18.0	4.5	4.3	1.0	4.3	4.7	4.5	4.5
<i>Rupornis</i>	<i>magnirostris</i>	26.2	12.2	7.2	150.0	33.3	16.4	16.9	27.7	24.4	27.8	24.1
		1.3	0.6	0.1	10.0	0.9	1.6	1.1	1.4	1.2	1.2	1.4
<i>Buteo</i>	<i>lineatus</i>	17.8	15.0	6.4	212.0	29.3	6.0	23.3	18.7	14.8	20.4	14.8
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Buteo</i>	<i>platypterus</i>	19.5	15.0	6.8	158.5	30.1	8.2	21.9	20.3	19.1	21.3	17.2
		2.0	0.7	0.2	13.1	1.1	2.5	1.4	2.1	1.7	1.8	2.2

<i>Buteo</i>	<i>brachyurus</i>	25.0	12.7	7.1	145.2	32.9	15.1	17.8	26.2	23.6	26.6	22.9
		3.9	1.1	0.3	21.6	2.9	4.4	2.3	4.2	3.6	3.7	4.1
<i>Buteo</i>	<i>swainsoni</i>	25.4	13.4	7.0	165.1	34.2	14.9	19.3	26.8	24.1	27.3	23.1
		3.3	1.5	0.4	35.8	2.8	4.2	3.3	3.1	3.4	3.0	3.8
<i>Geranoaetus</i>	<i>albicaudatus</i>	20.1	14.7	6.6	188.8	31.1	8.8	22.3	20.8	18.6	22.4	17.4
		4.6	1.0	0.3	28.3	4.0	4.9	2.2	4.6	5.1	4.4	4.9
<i>Buteo</i>	<i>albonotatus</i>	25.6	13.3	7.1	143.3	34.0	15.3	18.7	26.7	24.3	27.1	23.5
		2.2	1.2	0.2	18.6	2.2	2.5	2.2	2.3	2.1	2.2	2.2
<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	19.2	14.6	6.6	181.1	30.1	8.1	21.9	20.0	18.5	21.4	16.7
		5.1	1.2	0.3	29.1	4.7	5.4	2.4	5.1	5.1	5.0	5.3
<i>Micrastur</i>	<i>ruficollis</i>	22.3	13.3	6.4	141.3	32.9	12.3	20.6	22.5	22.3	24.2	20.3
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Micrastur</i>	<i>semitorquatus</i>	26.1	12.4	7.1	147.9	33.5	16.2	17.3	27.5	24.5	27.7	24.0
		1.0	0.8	0.2	11.8	1.5	1.1	1.5	1.1	1.1	1.2	0.9
<i>Caracara</i>	<i>cheriway</i>	25.6	14.1	6.9	160.2	35.4	14.8	20.5	26.4	24.9	27.5	23.4
		4.1	1.5	0.3	29.2	4.1	4.6	3.1	4.0	4.2	4.1	4.4
<i>Herpetotheres</i>	<i>cachinnans</i>	25.2	13.6	7.1	141.9	34.0	14.9	19.1	26.3	24.2	26.8	23.2
		2.3	1.1	0.2	18.2	2.5	2.4	2.2	2.3	2.2	2.4	2.2
<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	23.0	13.7	6.9	168.0	32.3	12.4	19.9	24.1	21.9	24.9	20.6
		5.1	1.6	0.4	30.0	4.1	5.8	3.3	5.2	4.9	4.9	5.4
<i>Falco</i>	<i>columbarius</i>	20.6	14.5	6.7	189.5	31.1	9.3	21.8	21.7	19.4	22.8	17.9
		4.5	1.6	0.4	41.5	3.3	5.3	3.4	4.7	4.4	4.2	4.8

<i>Falco</i>	<i>ruficularis</i>	25.8	12.7	7.1	158.1	33.5	15.7	17.8	27.2	24.0	27.5	23.5
		1.3	0.7	0.2	5.7	0.0	1.5	1.5	1.9	0.6	1.2	1.2
<i>Falco</i>	<i>peregrinus</i>	21.0	14.1	6.8	176.4	30.8	10.1	20.7	22.1	19.8	23.0	18.5
		5.0	1.6	0.4	40.1	3.0	6.1	3.5	5.2	4.9	4.5	5.5
<i>Falco</i>	<i>mexicanus</i>	16.1	14.9	6.7	181.0	27.4	5.2	22.2	16.8	15.6	18.3	13.5
		0.8	0.3	0.1	12.4	1.0	0.4	0.7	0.8	0.4	1.0	0.7

Cuadro 2. Medias y desviaciones estándar por variable (precipitación) para cada conjunto de registros por especie (BIO12 precipitación anual, BIO13 precipitación de mes más húmedo, BIO14 precipitación de mes más seco, BIO14 precipitación de mes más seco, BIO15 estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación), BIO16 precipitación de trimestre más húmedo, BIO17 precipitación de trimestre más seco, BIO18 precipitación de trimestre más caluroso, BIO19 precipitación de trimestre más frío).

Género	Especie	BIO12	BIO13	BIO14	BIO15	BIO16	BIO17	BIO18	BIO19
<i>Pandion</i>	<i>haliaetus</i>	879.6	221.5	1.8	107.9	586.0	9.4	384.5	28.0
		175.6	54.4	1.2	4.3	134.2	4.4	205.9	4.9
<i>Chondrohierax</i>	<i>uncinatus</i>	968.3	233.4	3.0	107.5	631.6	15.5	410.1	33.8
		158.2	24.8	2.7	6.3	74.0	8.7	118.7	17.0
<i>Elanus</i>	<i>leucurus</i>	886.7	205.5	5.4	102.6	561.9	23.5	246.6	32.3
		130.8	33.2	2.0	5.1	88.1	8.3	120.1	7.6
<i>Rostrhamus</i>	<i>sociabilis</i>	1004.4	282.8	2.0	112.0	675.2	8.0	535.0	22.4
		19.1	6.4	0.0	0.0	15.7	0.0	9.8	0.5
<i>Circus</i>	<i>cyaneus</i>	897.4	209.7	5.4	102.5	566.4	23.7	252.6	35.9
		132.9	35.8	2.3	4.0	85.2	7.6	122.5	10.1
<i>Accipiter</i>	<i>striatus</i>	978.1	227.0	5.2	102.4	621.6	23.6	298.7	37.0
		204.3	48.1	2.8	5.8	134.9	12.1	142.8	11.4
<i>Accipiter</i>	<i>cooperii</i>	956.1	216.4	6.6	99.9	593.8	29.0	260.5	39.8
		176.3	42.4	2.6	6.8	113.9	13.7	96.5	14.7

<i>Geranoospiza</i>	<i>caerulescens</i>	1040.4	287.6	2.0	110.8	699.2	7.6	479.4	26.8
		25.0	0.5	0.0	1.5	13.7	0.5	77.9	5.9
<i>Buteo</i>	<i>plagiatus</i>	936.6	241.6	1.6	110.1	633.8	9.8	475.9	27.4
		87.0	27.1	0.8	2.4	62.1	2.6	122.8	4.9
<i>Buteogallus</i>	<i>anthracinus</i>	966.4	246.5	1.9	109.2	648.3	9.4	444.4	29.4
		138.1	37.8	1.3	3.6	96.5	4.1	155.0	7.9
<i>Buteogallus</i>	<i>urubitinga</i>	970.3	241.6	2.0	108.9	643.0	10.1	363.1	26.5
		98.6	34.5	1.7	4.8	72.2	7.1	161.0	6.6
<i>Parabuteo</i>	<i>unicinctus</i>	747.5	170.2	3.4	104.7	477.3	12.7	178.9	31.3
		139.9	30.8	1.7	5.0	86.0	8.6	63.5	9.1
<i>Rupornis</i>	<i>magnirostris</i>	934.3	243.5	1.7	110.6	636.0	10.5	514.4	26.2
		61.8	19.3	0.8	1.8	43.7	2.6	67.4	2.9
<i>Buteo</i>	<i>lineatus</i>	739.0	162.0	6.0	100.0	459.0	24.0	185.0	24.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Buteo</i>	<i>platypterus</i>	1459.6	330.1	4.3	105.6	936.9	21.6	319.1	49.1
		170.8	19.5	1.3	1.9	98.2	7.1	28.2	9.7
<i>Buteo</i>	<i>brachyurus</i>	1004.6	251.8	2.3	108.4	668.1	13.0	490.0	30.2
		100.1	28.4	2.4	5.9	72.2	11.3	136.8	10.5
<i>Buteo</i>	<i>swainsoni</i>	865.4	219.6	2.1	108.7	573.2	11.8	394.3	28.3
		111.3	35.6	1.3	3.0	88.3	3.9	165.3	3.9
<i>Geranoaetus</i>	<i>albicaudatus</i>	862.3	197.2	5.2	101.9	543.5	21.7	238.7	32.0
		169.9	43.7	2.3	4.5	109.8	9.1	102.3	8.1

<i>Buteo</i>	<i>albonotatus</i>	969.9	245.7	2.2	108.4	645.6	9.6	420.0	30.8
		117.8	36.5	1.1	3.2	85.5	3.5	137.2	6.1
<i>Buteo</i>	<i>jamaicensis</i>	976.6	222.9	5.2	101.9	615.1	23.2	284.1	38.1
		199.8	44.9	2.6	5.5	127.7	11.1	135.1	10.8
<i>Micrastur</i>	<i>ruficollis</i>	1112.0	279.0	3.0	109.0	722.0	11.0	222.0	25.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Micrastur</i>	<i>semitorquatus</i>	957.5	249.5	1.9	110.3	649.7	9.5	487.2	28.8
		83.5	28.1	0.6	1.8	58.8	2.0	88.2	5.7
<i>Caracara</i>	<i>cheriway</i>	877.9	214.5	2.5	106.9	576.3	11.3	324.2	30.0
		171.8	50.1	1.9	3.9	124.0	6.4	193.8	6.7
<i>Herpetotheres</i>	<i>cachinnans</i>	982.5	246.7	2.5	107.5	648.2	10.2	399.3	32.9
		145.4	40.7	1.0	2.9	98.3	3.7	135.6	7.5
<i>Falco</i>	<i>sparverius</i>	941.2	229.3	3.4	106.0	615.2	16.5	375.4	31.8
		162.2	41.5	2.7	6.1	109.4	11.0	172.7	10.2
<i>Falco</i>	<i>columbarius</i>	867.0	205.2	4.8	102.8	553.0	21.4	293.8	33.5
		130.6	41.0	2.7	6.4	95.6	11.6	154.2	11.5
<i>Falco</i>	<i>ruficularis</i>	1086.6	304.3	1.9	113.6	743.1	7.6	528.4	20.9
		11.2	5.6	0.3	1.4	7.7	1.0	128.8	0.3
<i>Falco</i>	<i>peregrinus</i>	967.3	230.4	4.6	104.4	620.5	20.4	358.2	33.4
		161.9	45.5	2.6	4.8	110.9	8.3	186.9	9.5
<i>Falco</i>	<i>mexicanus</i>	1120.3	236.3	7.8	98.0	673.8	32.0	270.8	45.5
		152.4	29.1	0.4	1.0	89.8	0.7	33.4	6.2

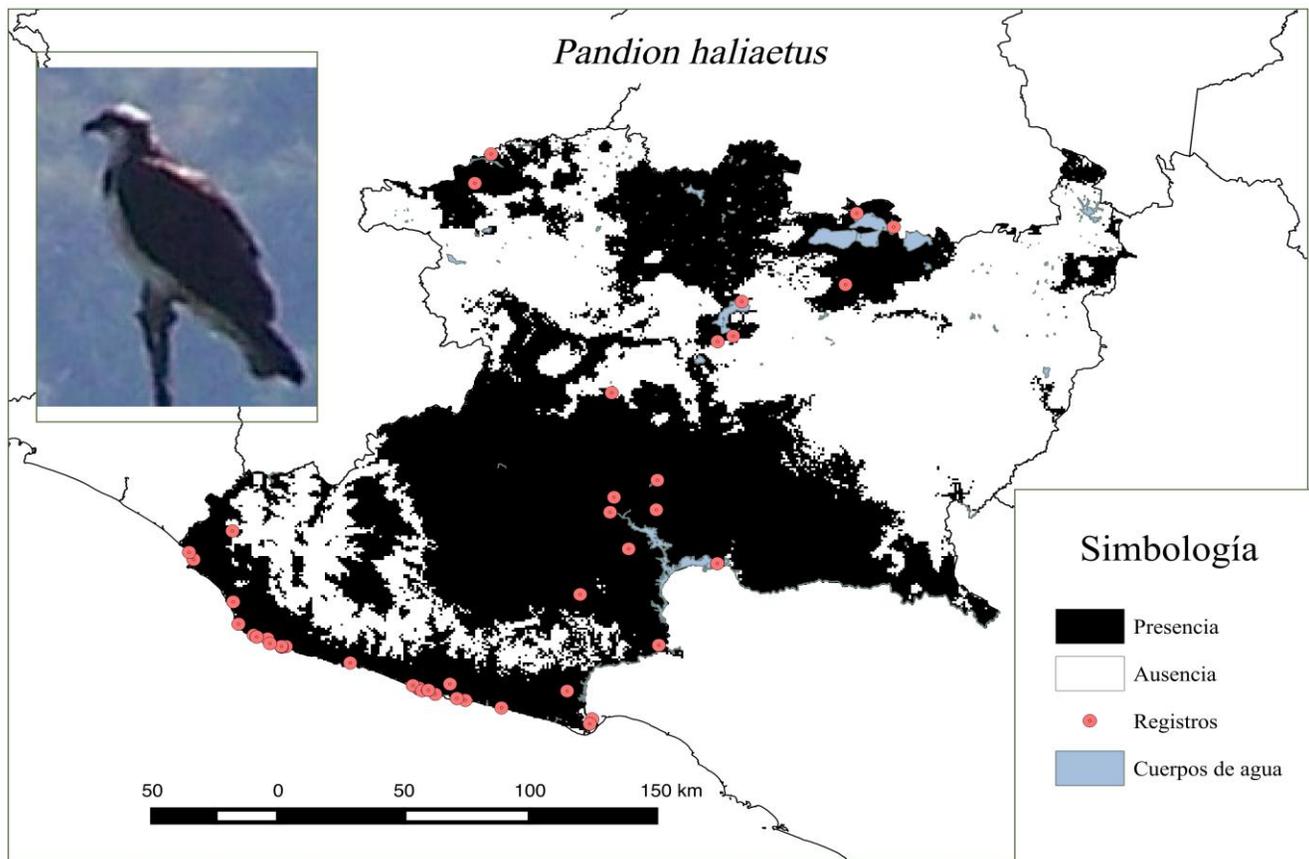


Figura 12. Distribución potencial del gavilán pescador.

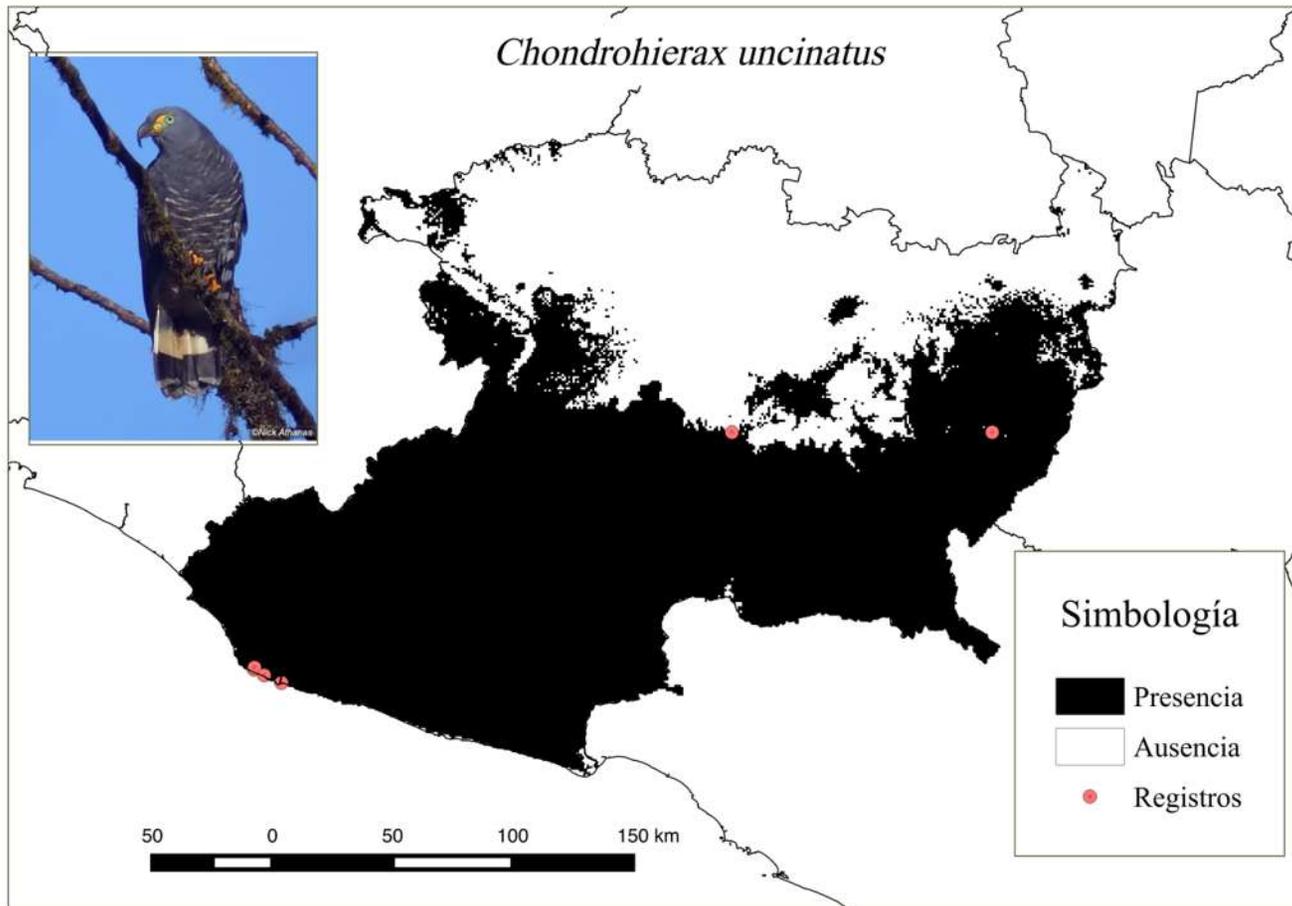


Figura 13. Distribución potencial del gavilán pico gancho.

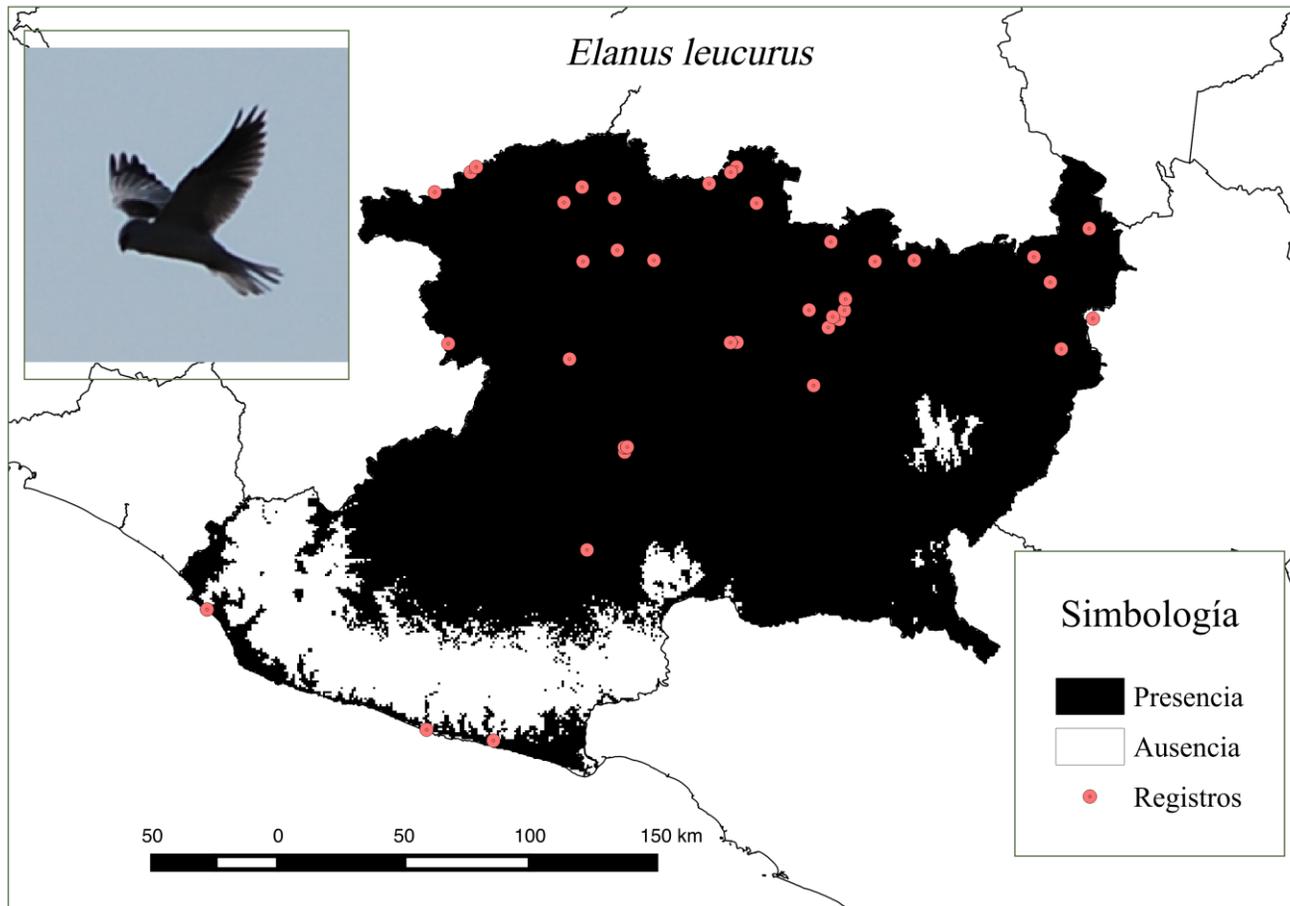


Figura 14. Distribución potencial del milano cola blanca.

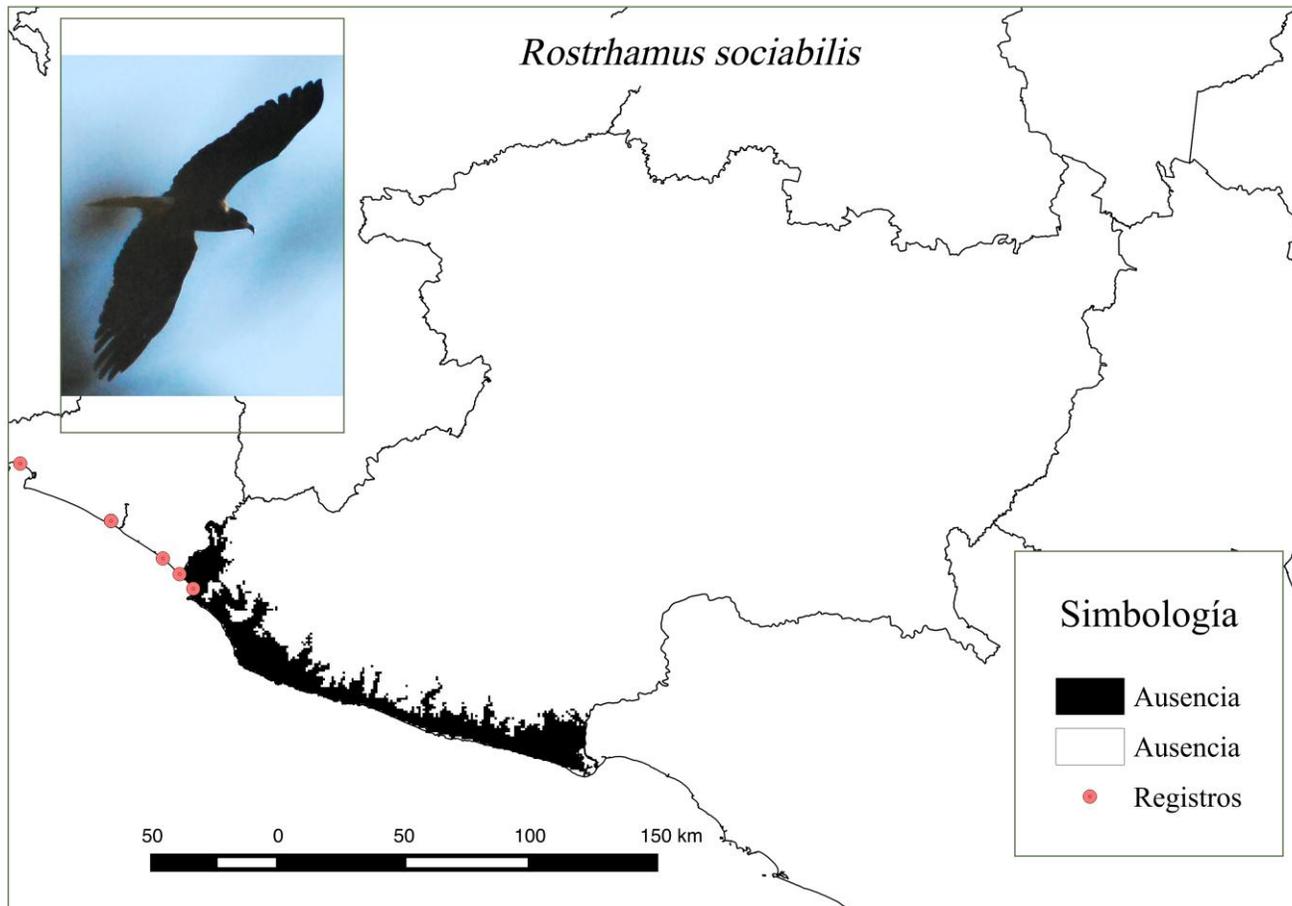


Figura 15. Distribución potencial del gavilán caracolero.

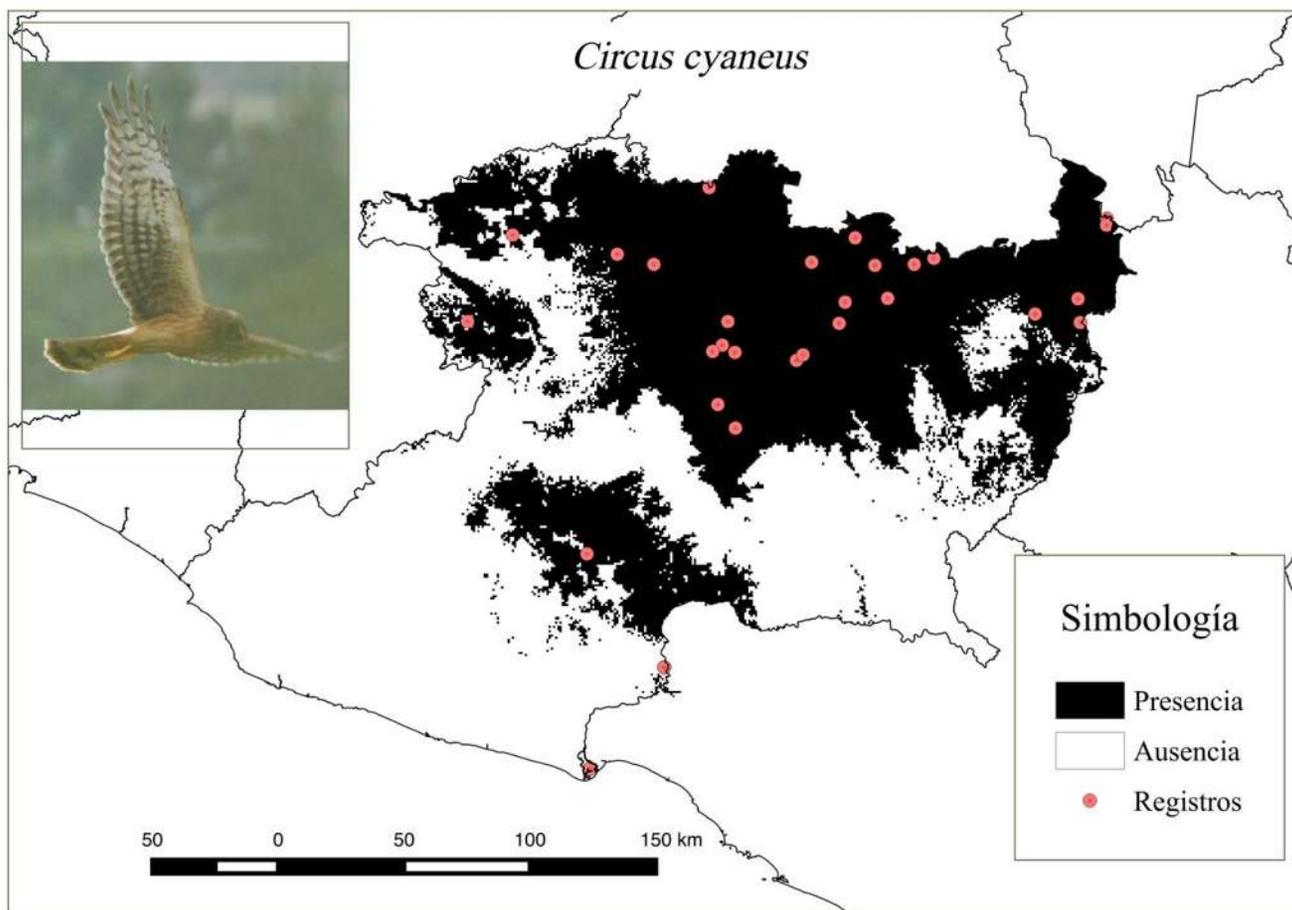


Figura 16. Distribución potencial del gavilán rastrero.

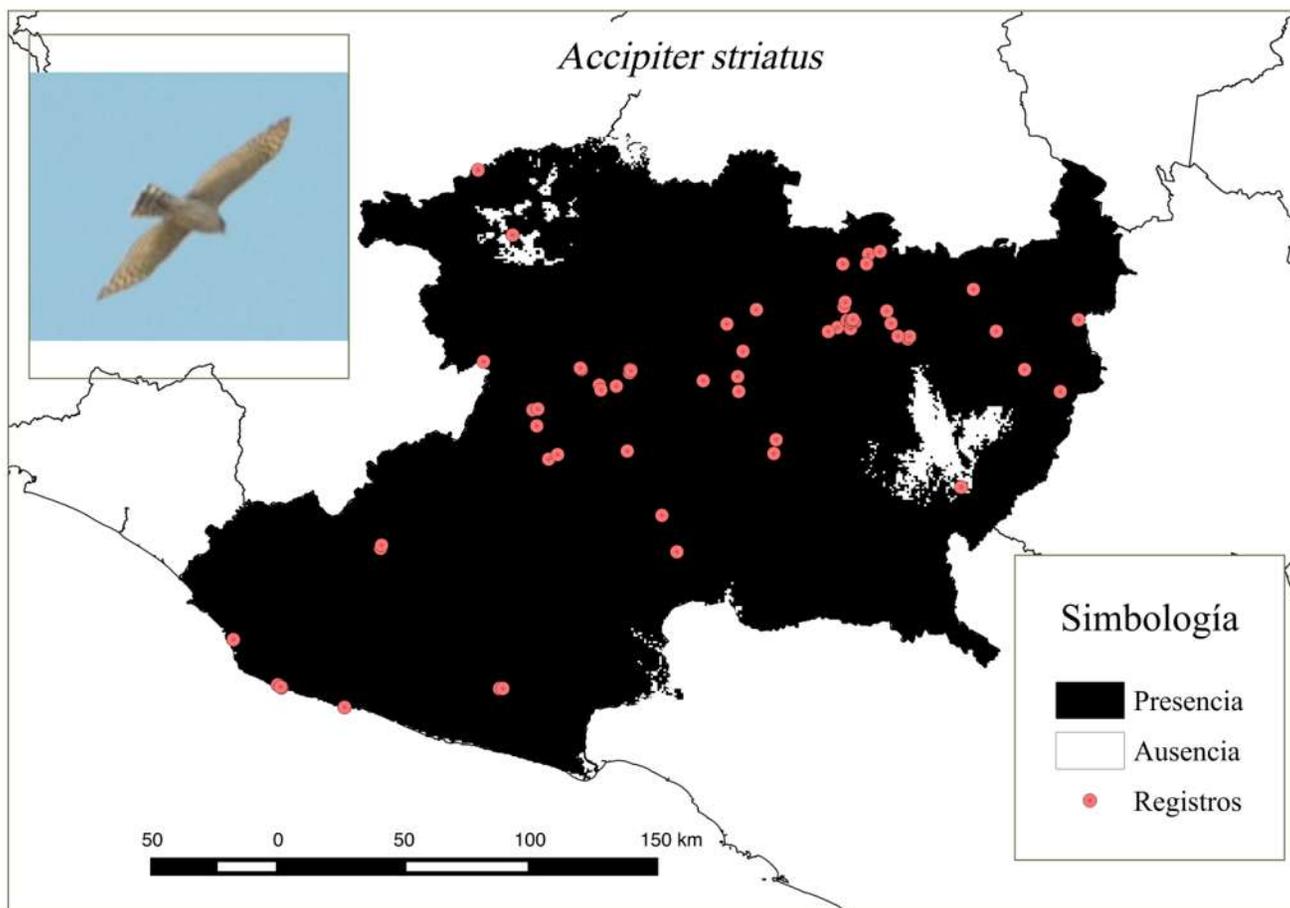


Figura 17. Distribución potencial del gavilán pecho rufo.

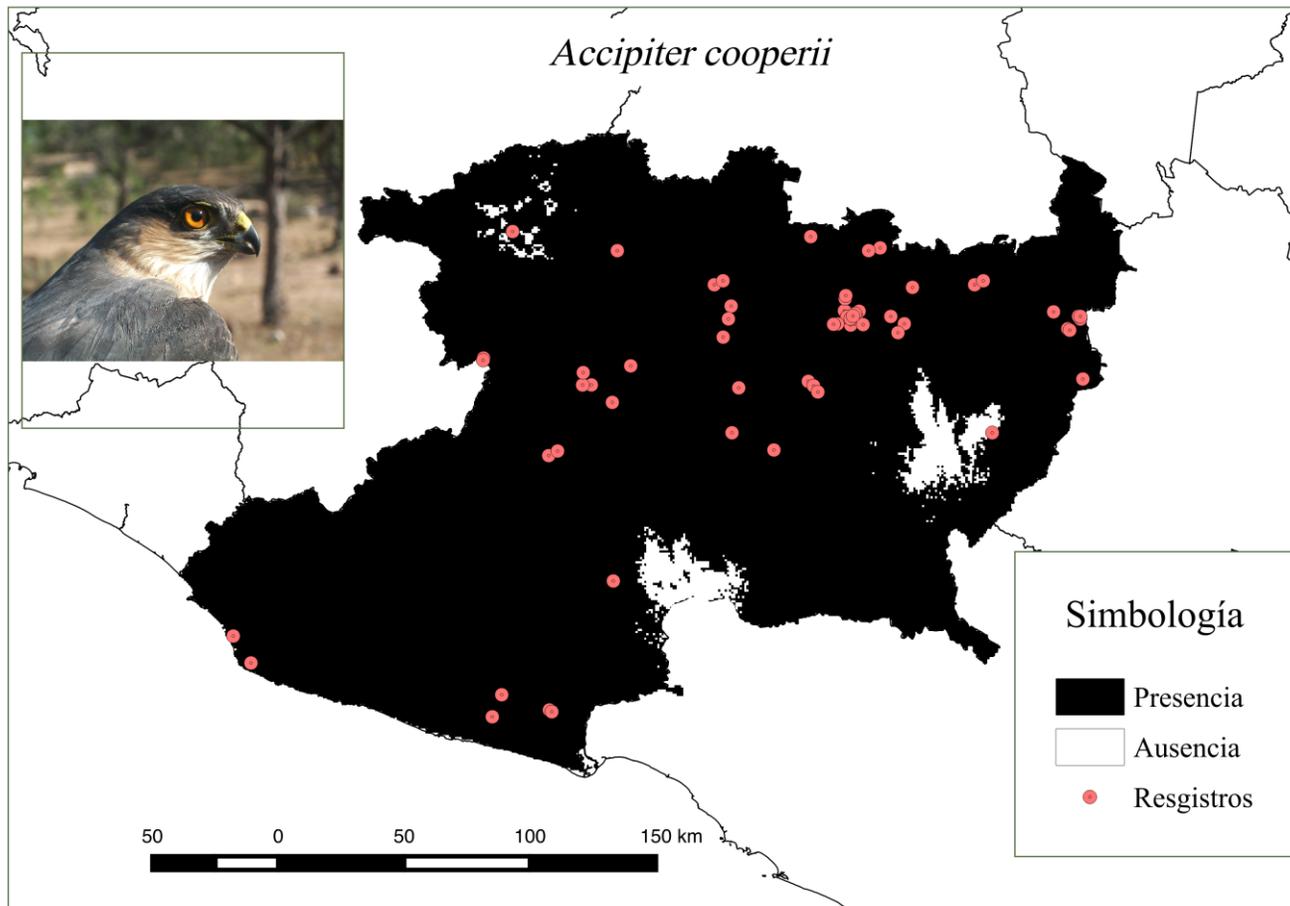


Figura 18. Distribución potencial del gavián de Cooper.

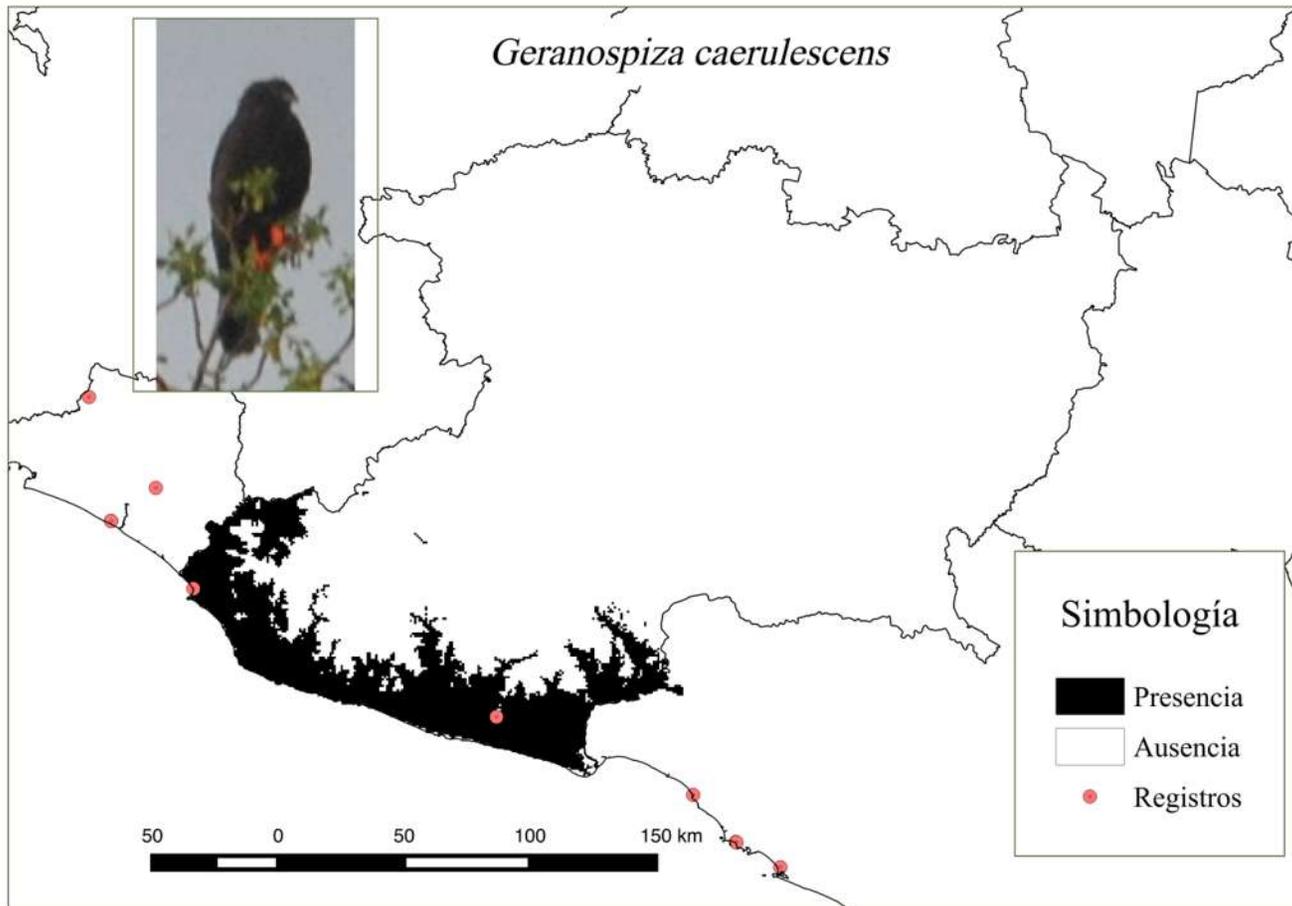


Figura 19. Distribución potencial del gavián zancón.

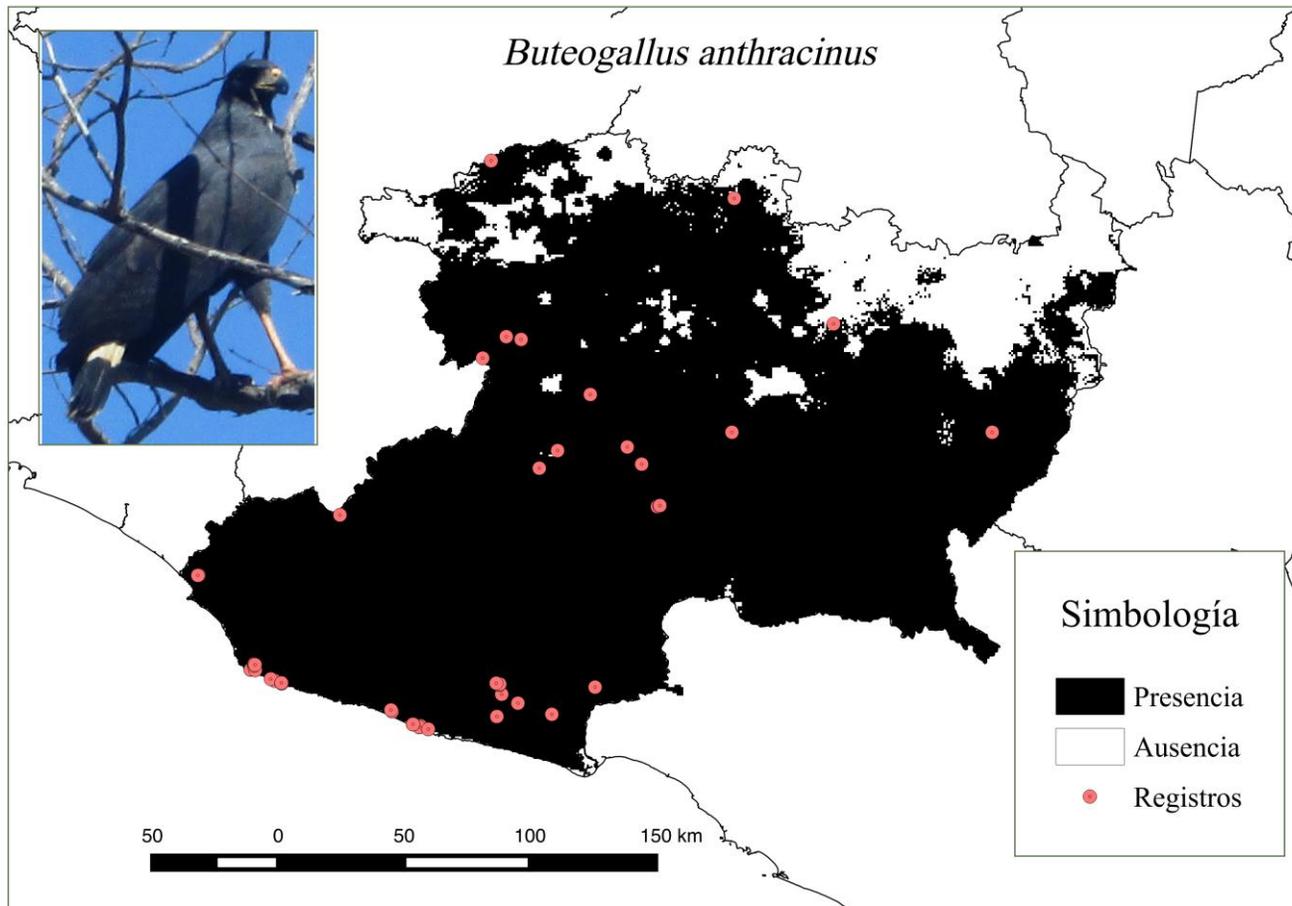


Figura 20. Distribución potencial del aguililla-negra menor.

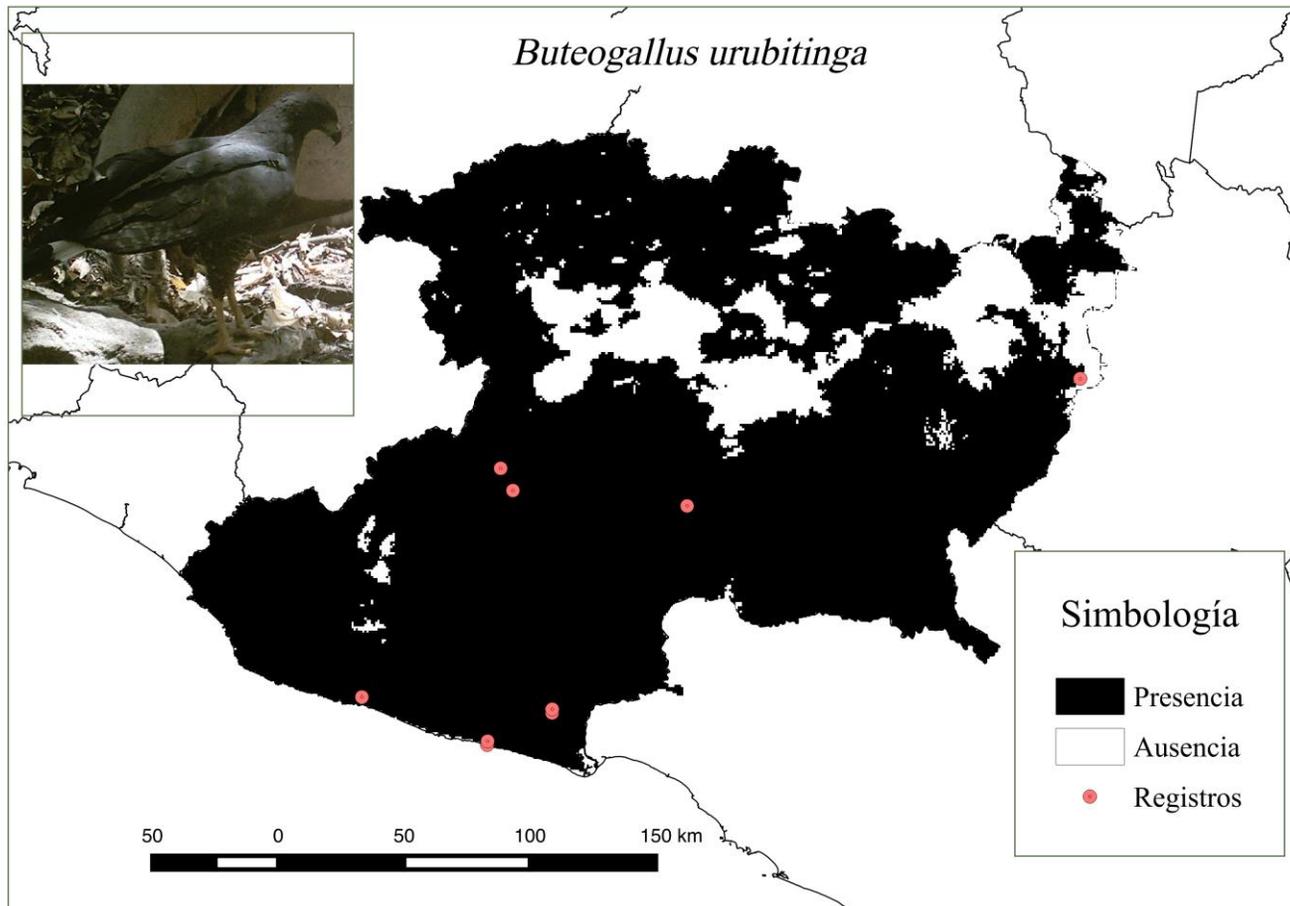


Figura 21. Distribución potencial del aguililla-negra mayor.

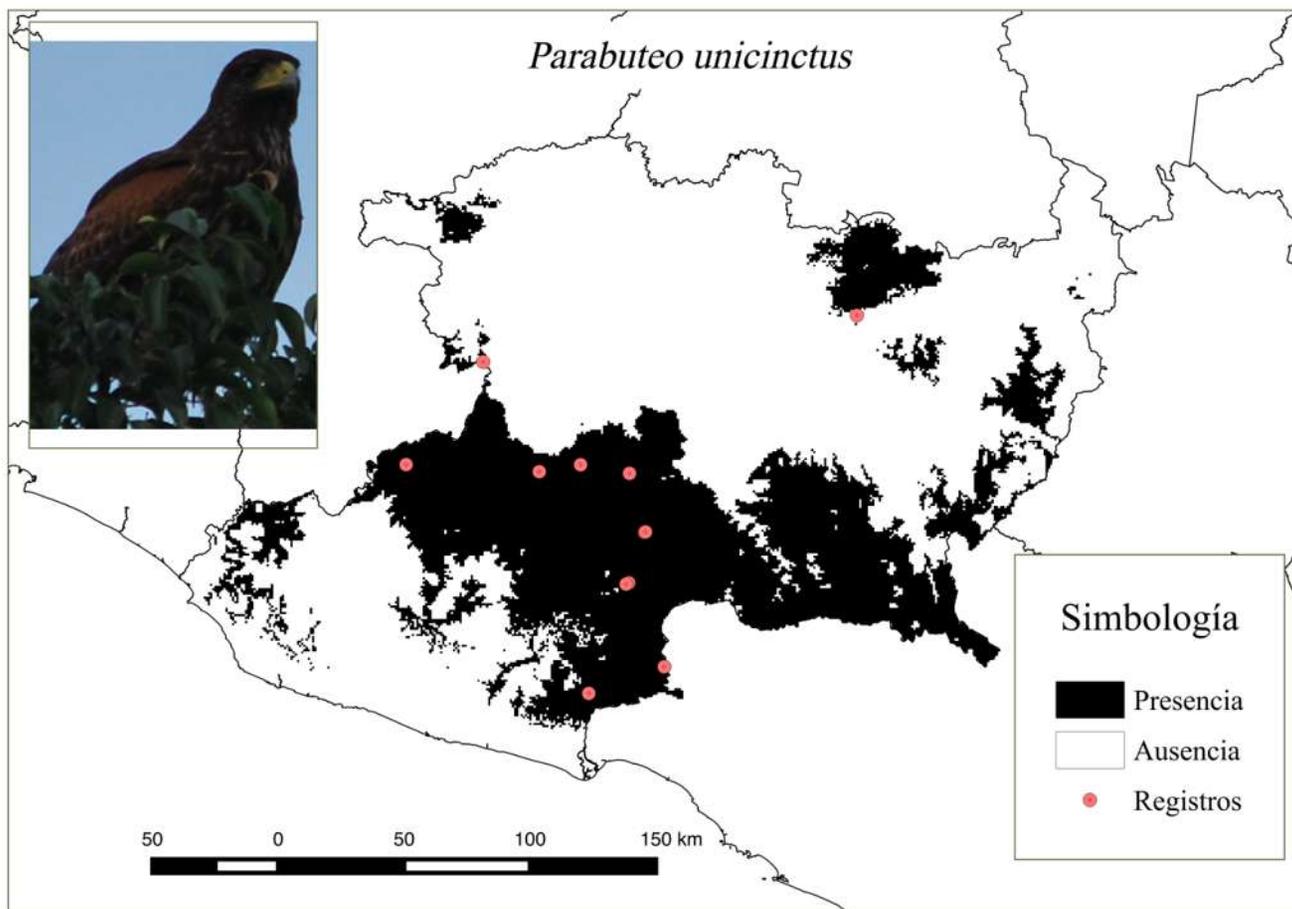


Figura 22. Distribución potencial del aguililla rojinegra.

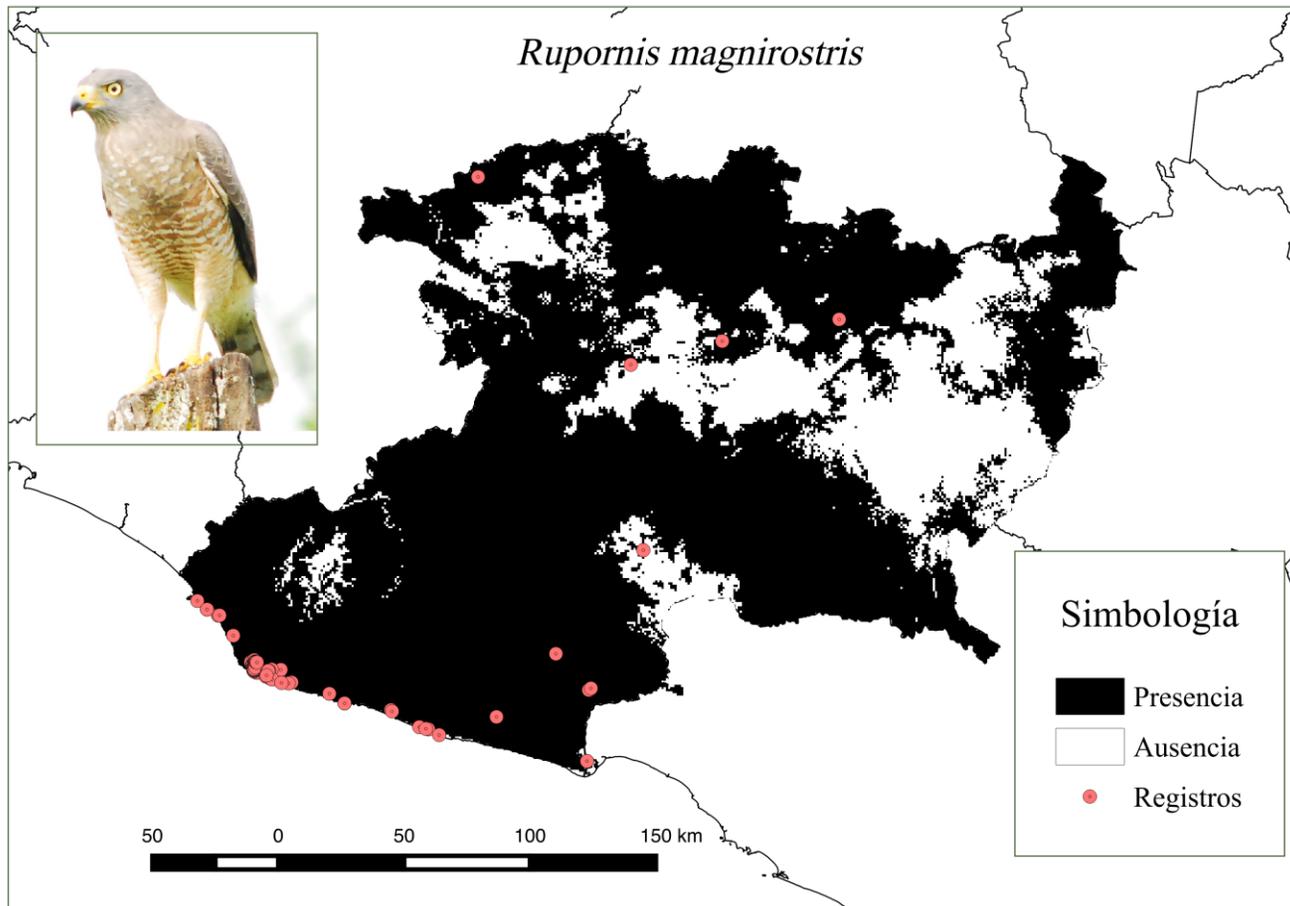


Figura 23. Distribución potencial del aguililla caminera.

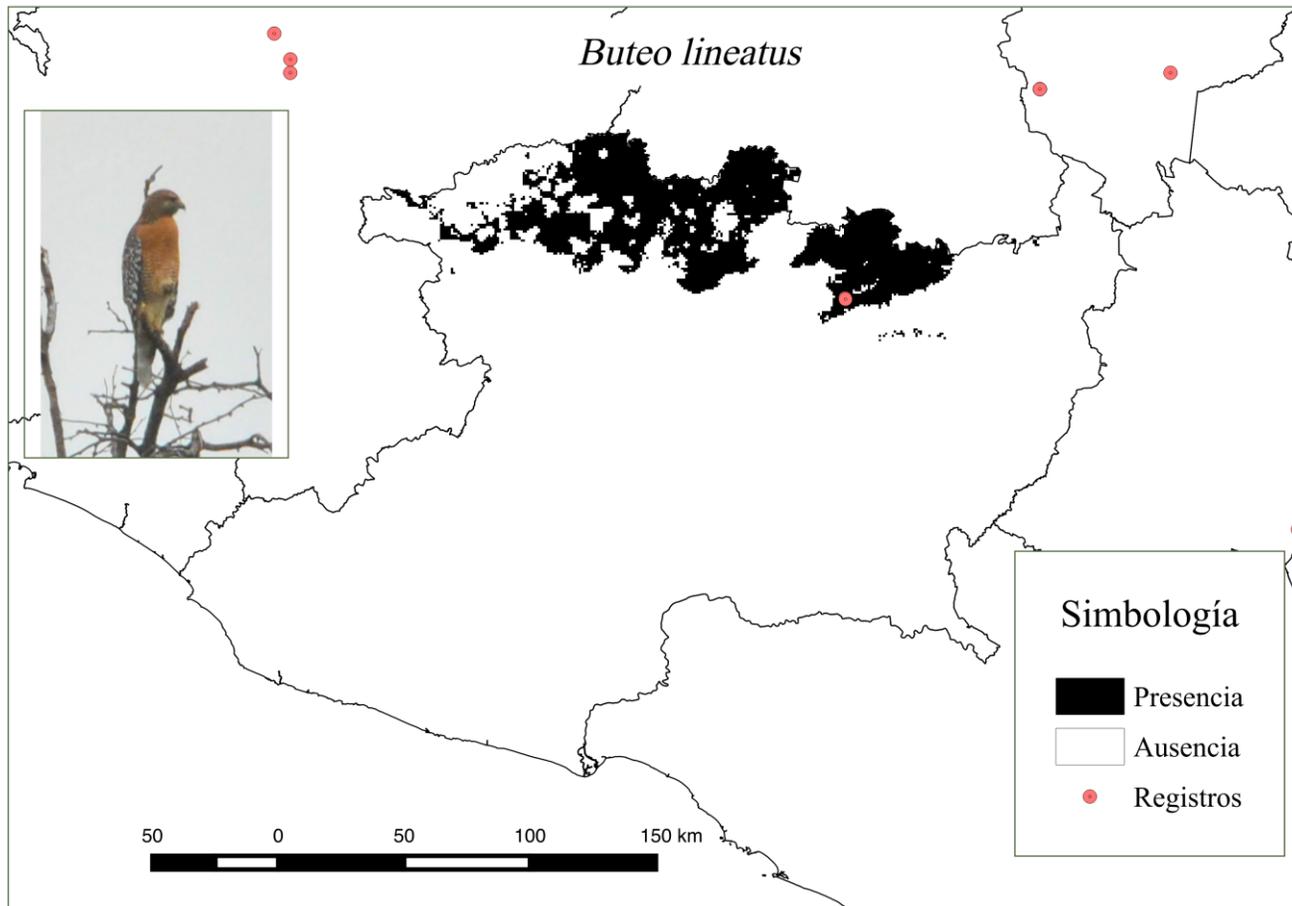


Figura 24. Distribución potencial del aguililla pecho rojo.

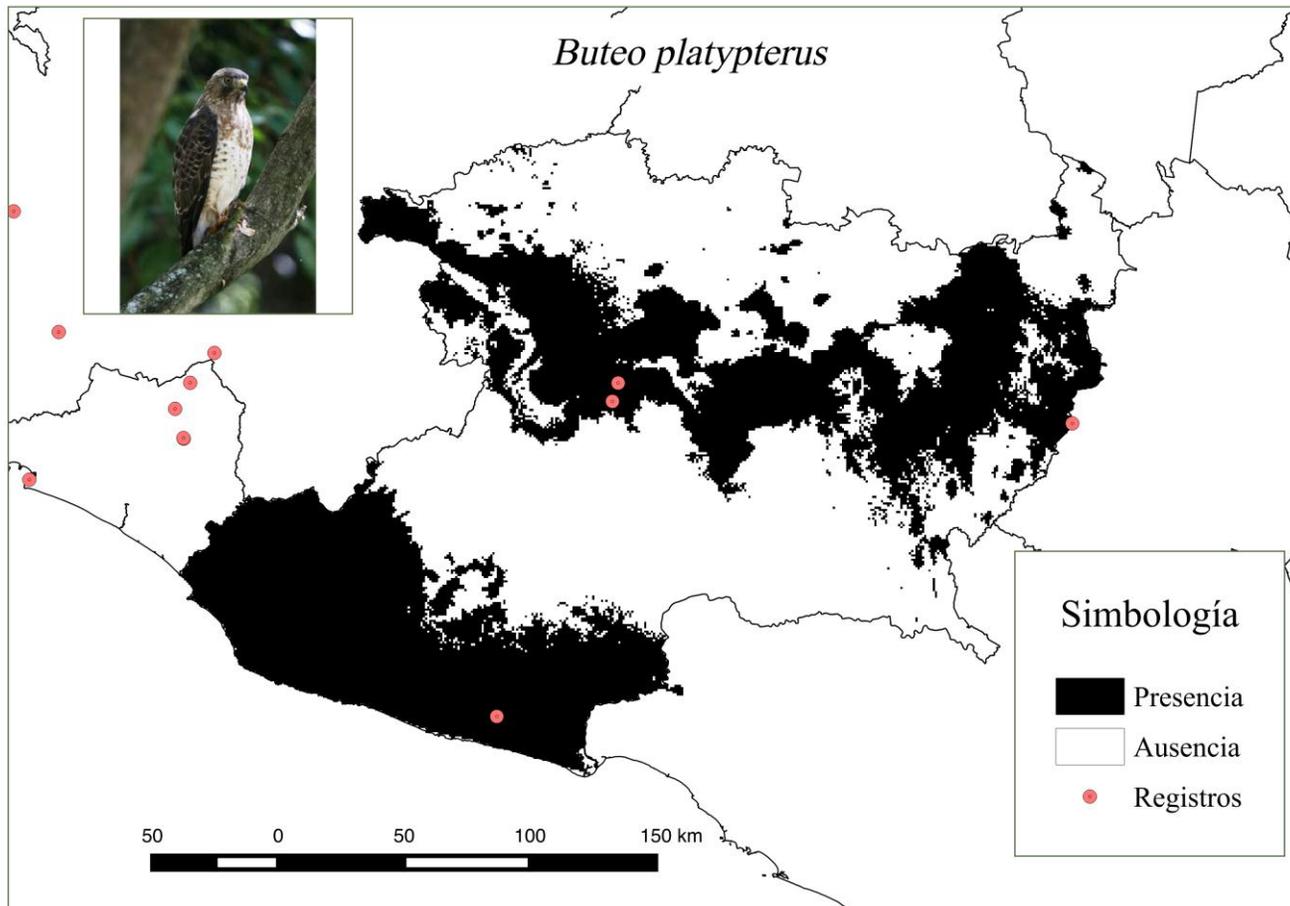


Figura 25. Distribución potencial del aguililla cola ancha.

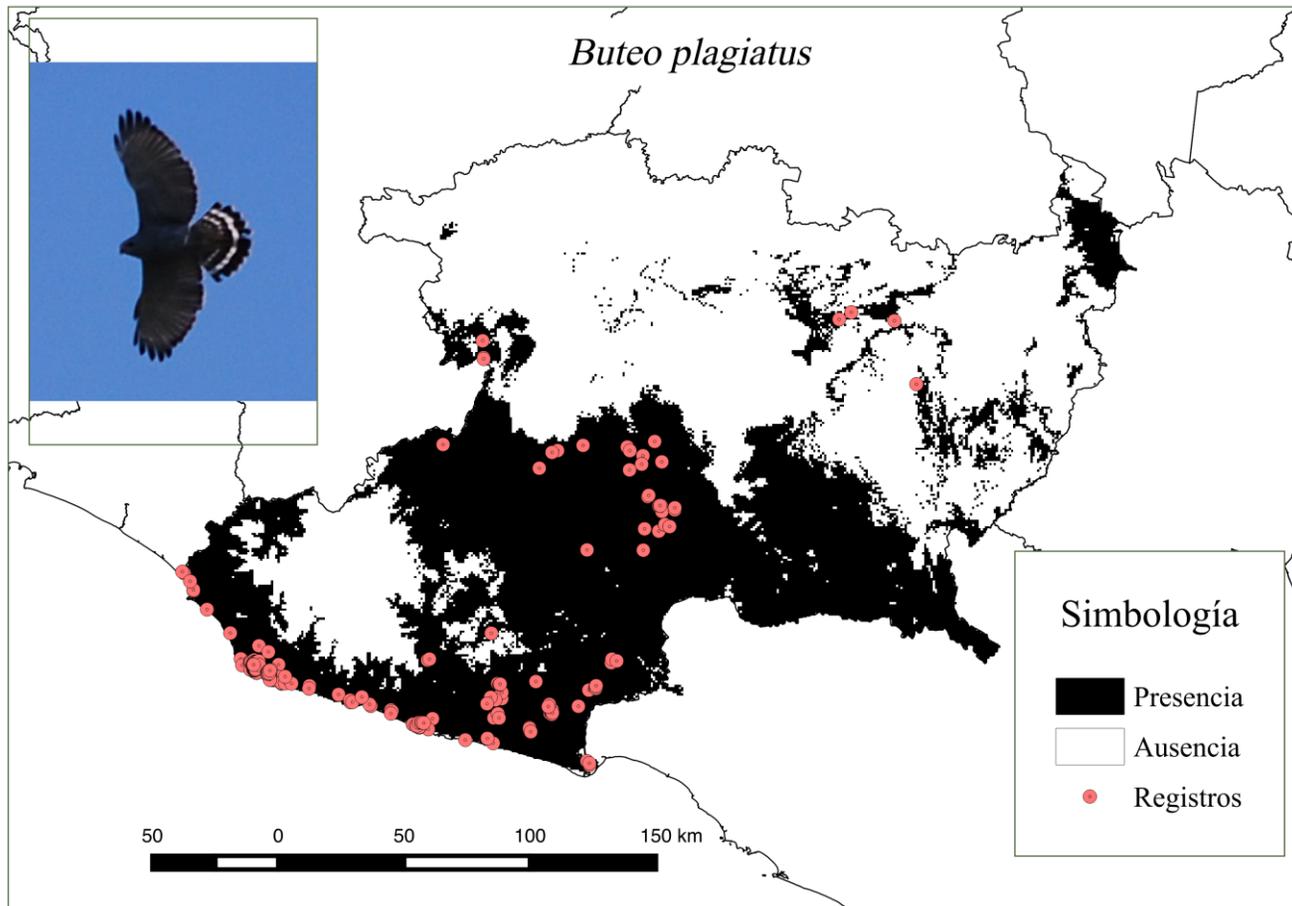


Figura 26. Distribución potencial del aguililla gris.

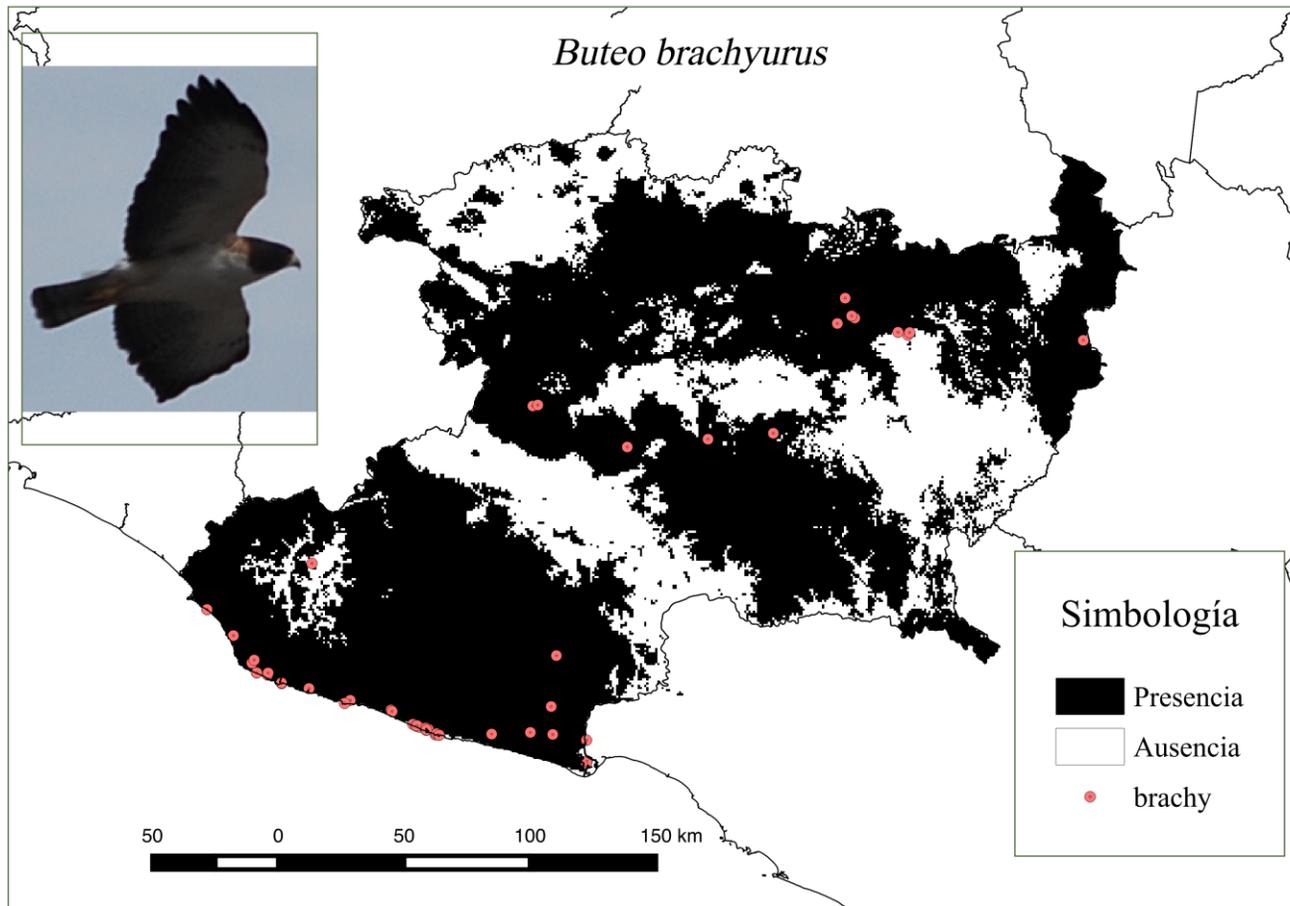


Figura 27. Distribución potencial del aguililla cola corta.

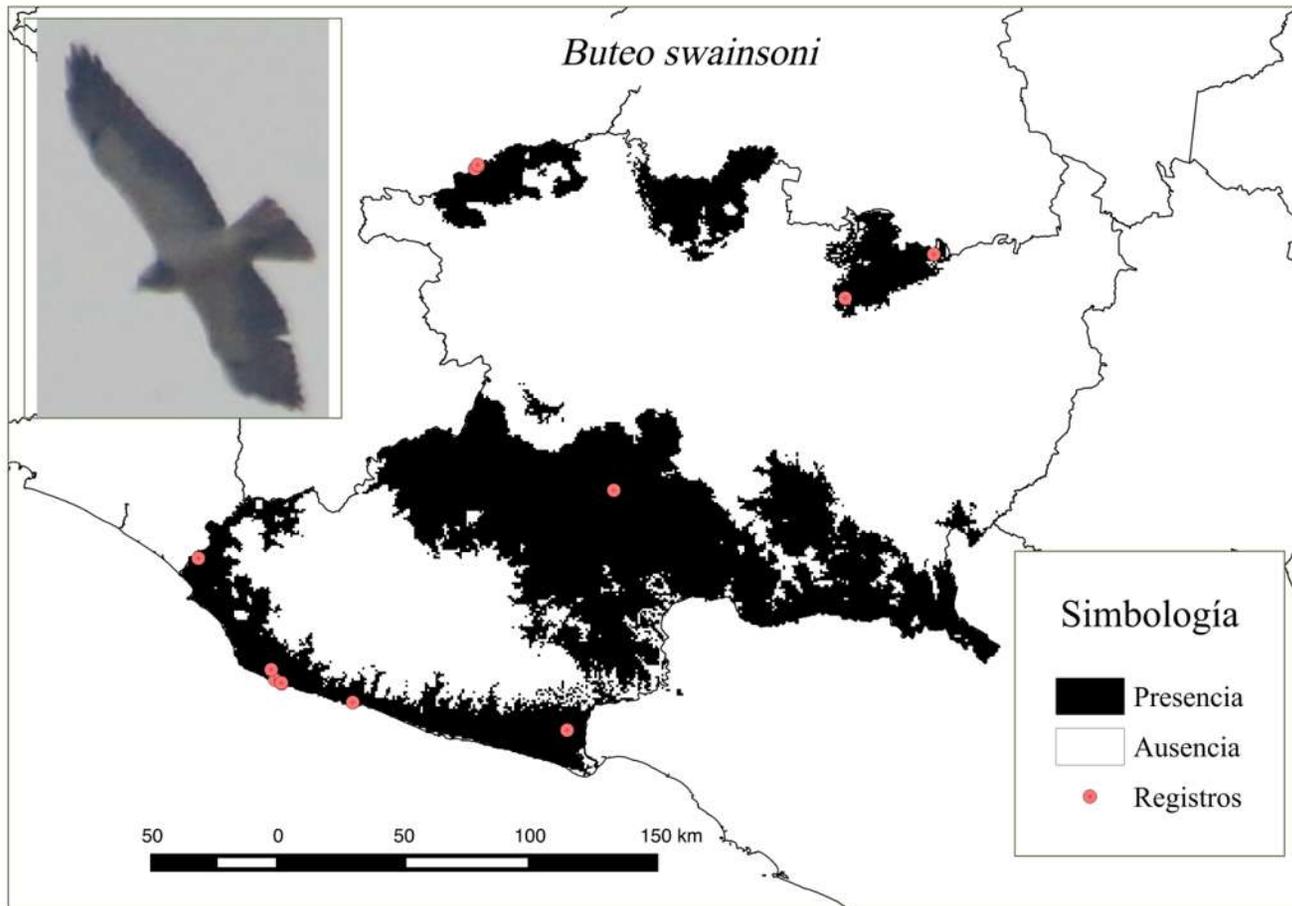


Figura 28. Distribución potencial del aguililla de Swanson.

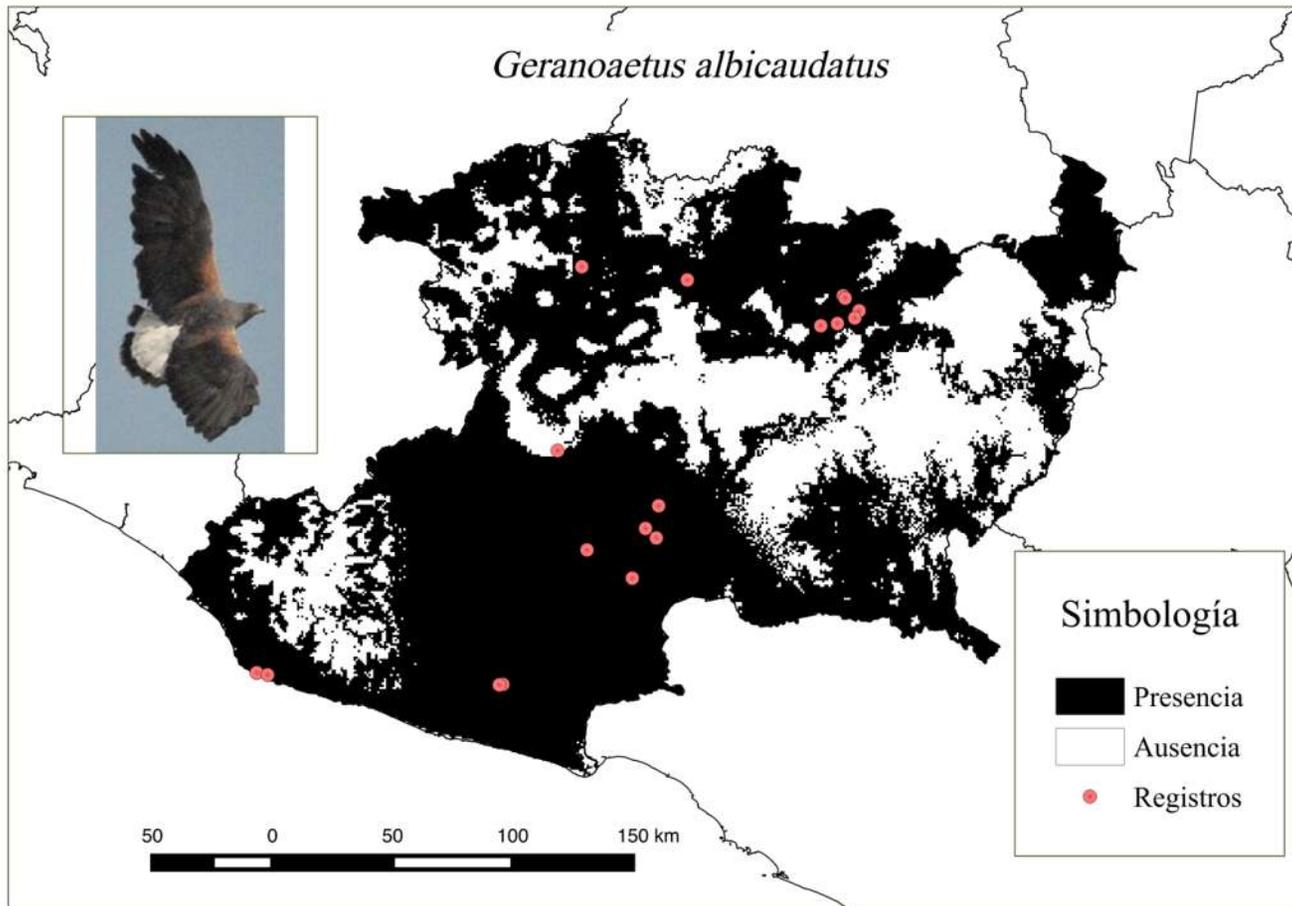


Figura 29. Distribución potencial del aguililla cola blanca.

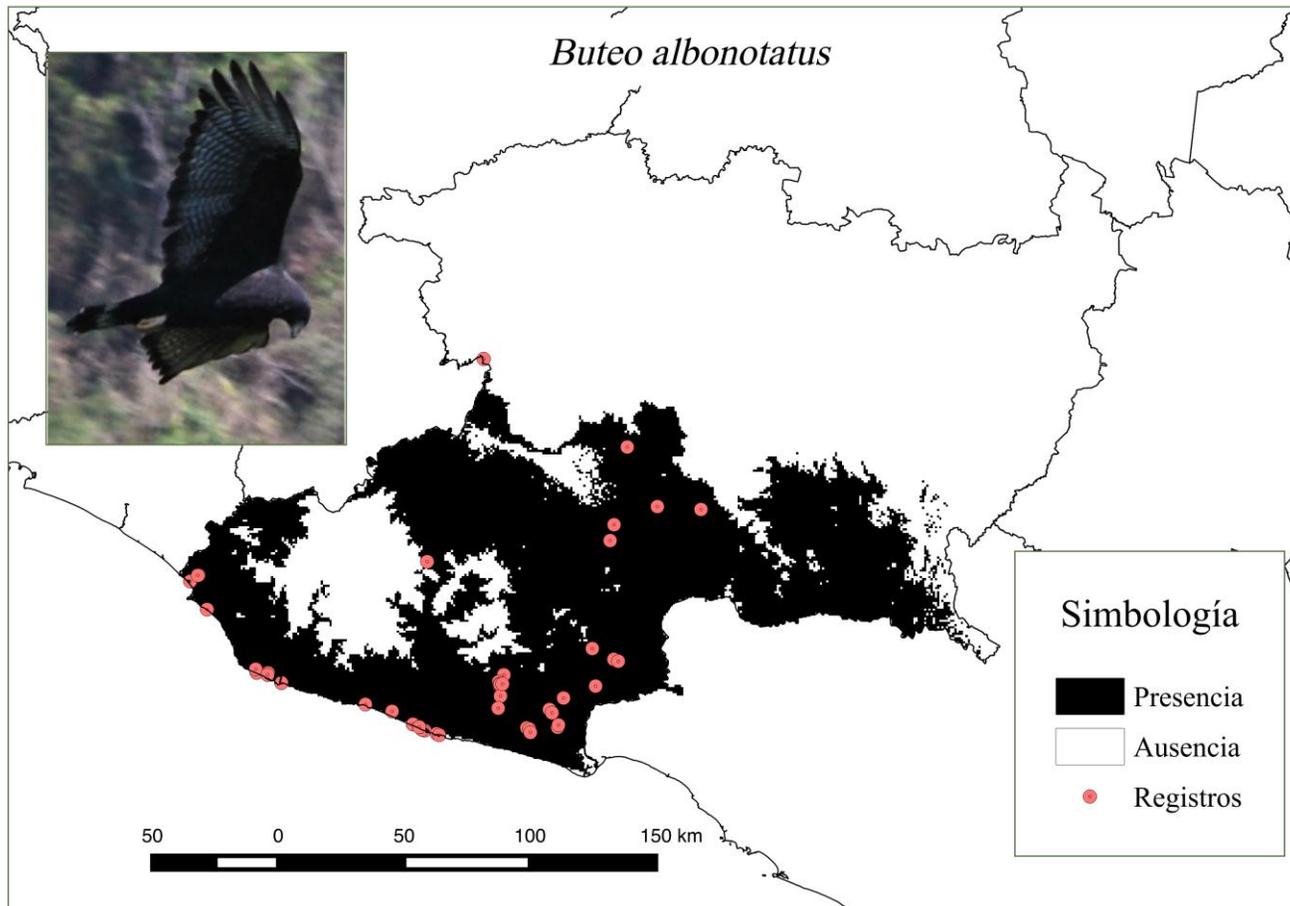


Figura 30. Distribución potencial del aguililla aura.

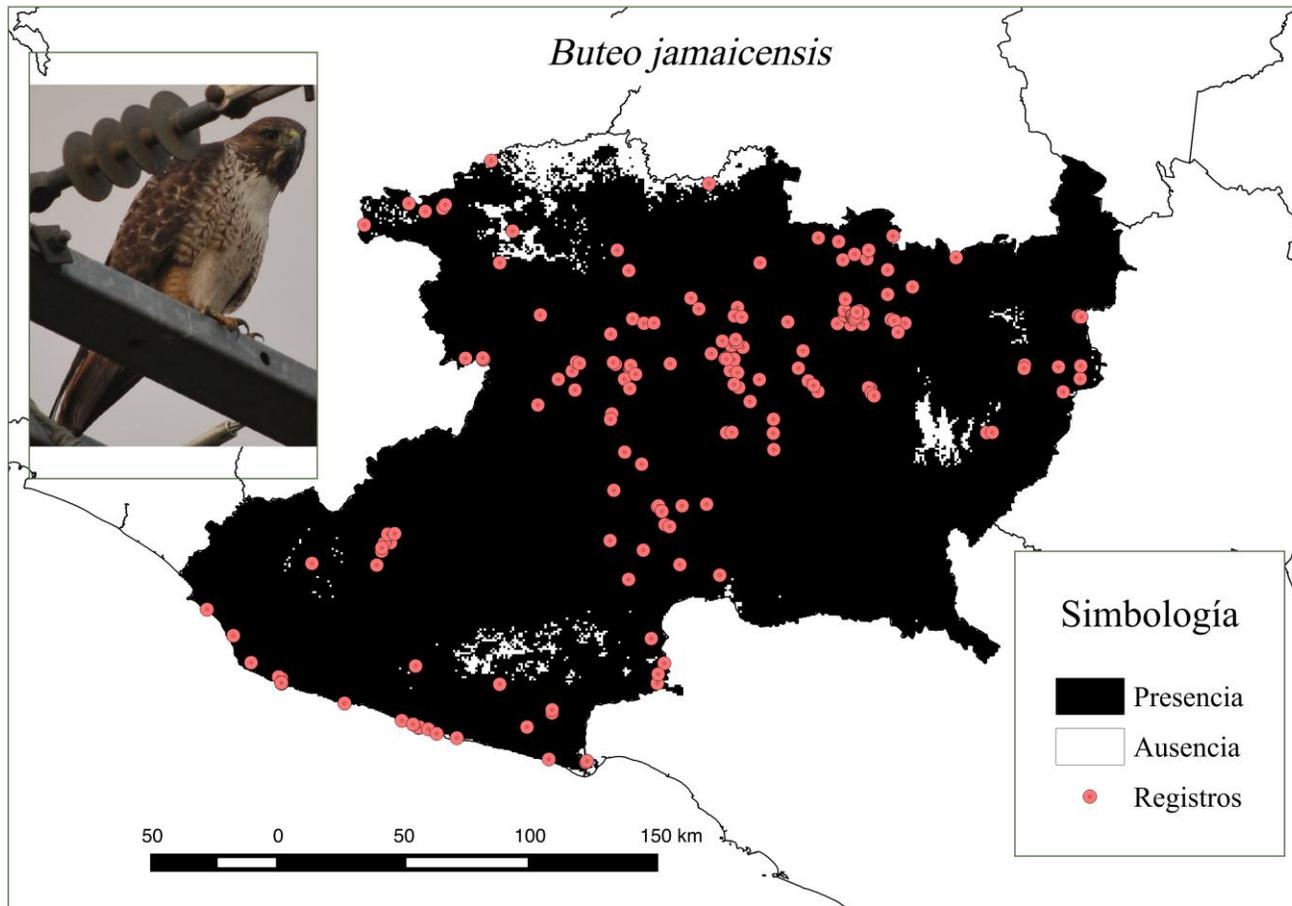


Figura 31. Distribución potencial del aguililla cola roja.

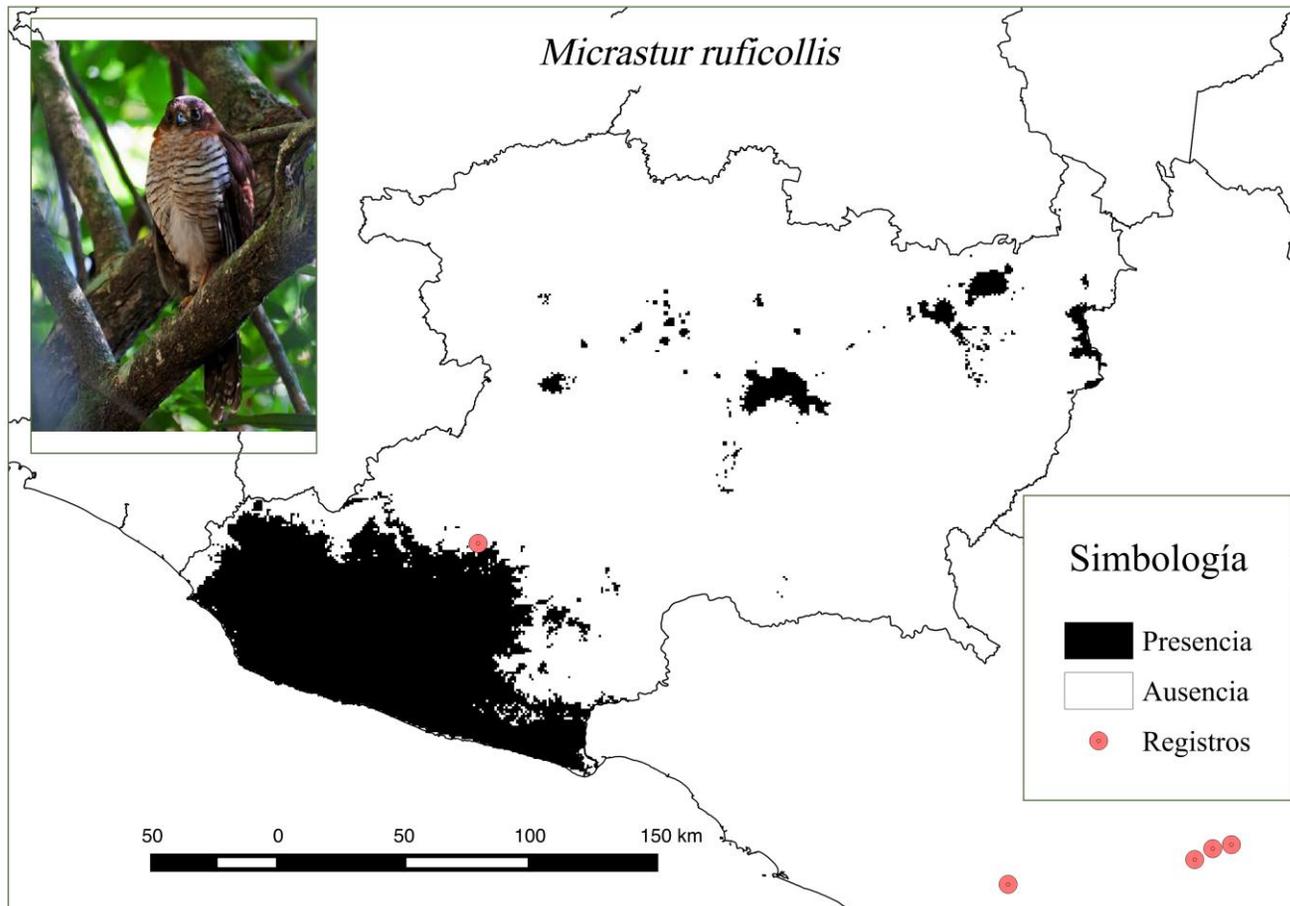


Figura 32. Distribución potencial del halcón-selvático barrado.

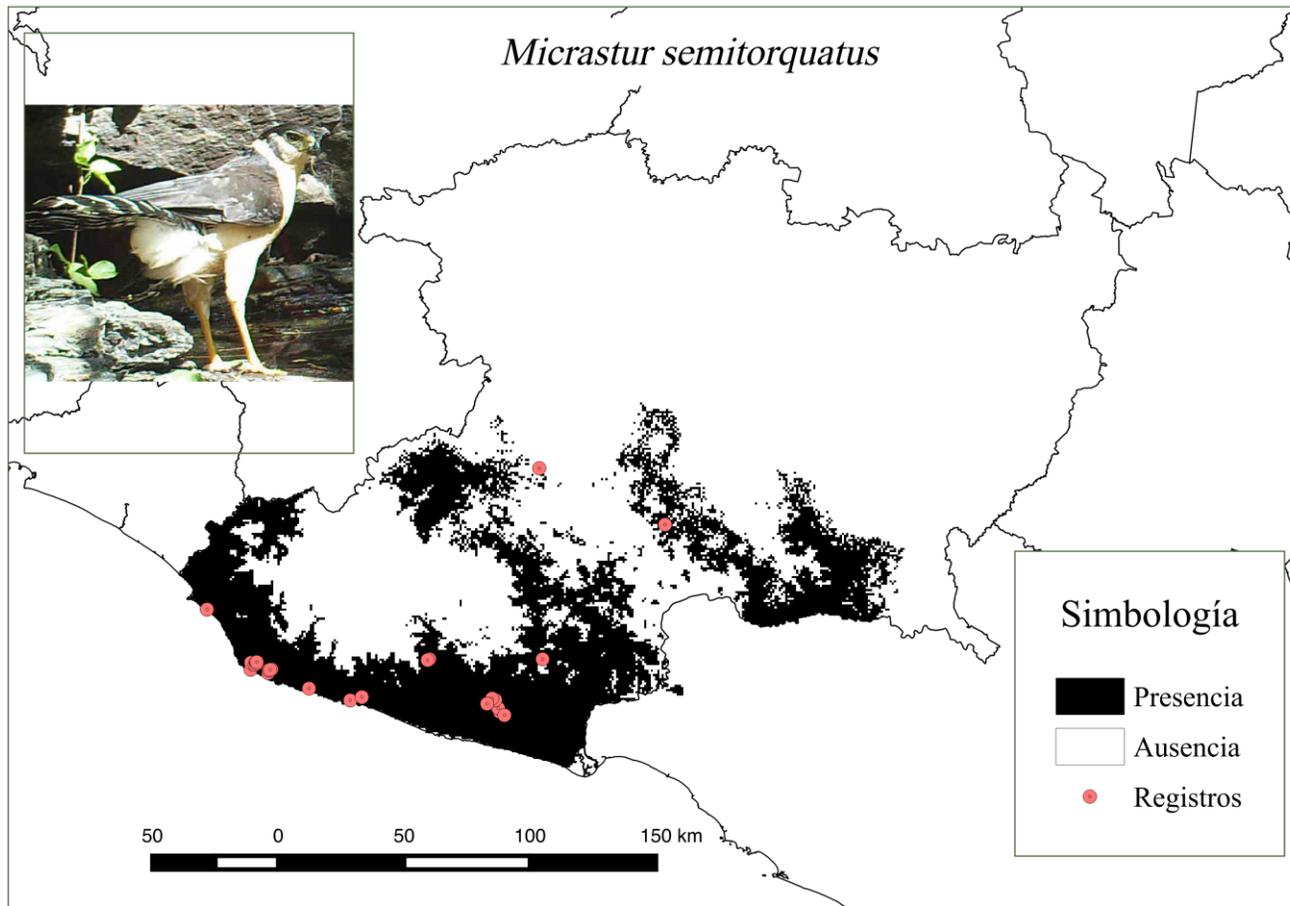


Figura 33. Distribución potencial del halcón-selvático de collar.

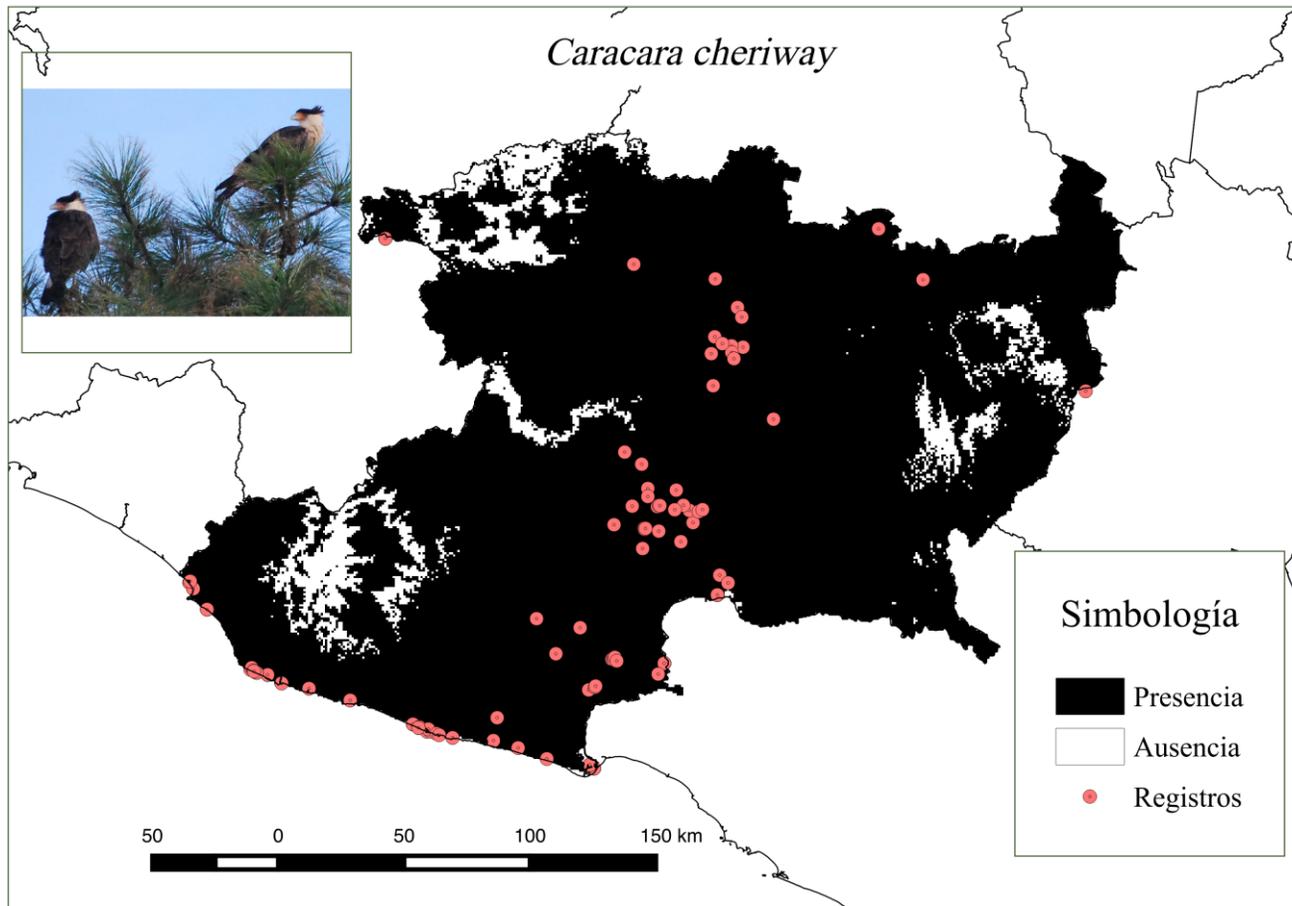


Figura 34. Distribución potencial del caracara quebrantahuesos

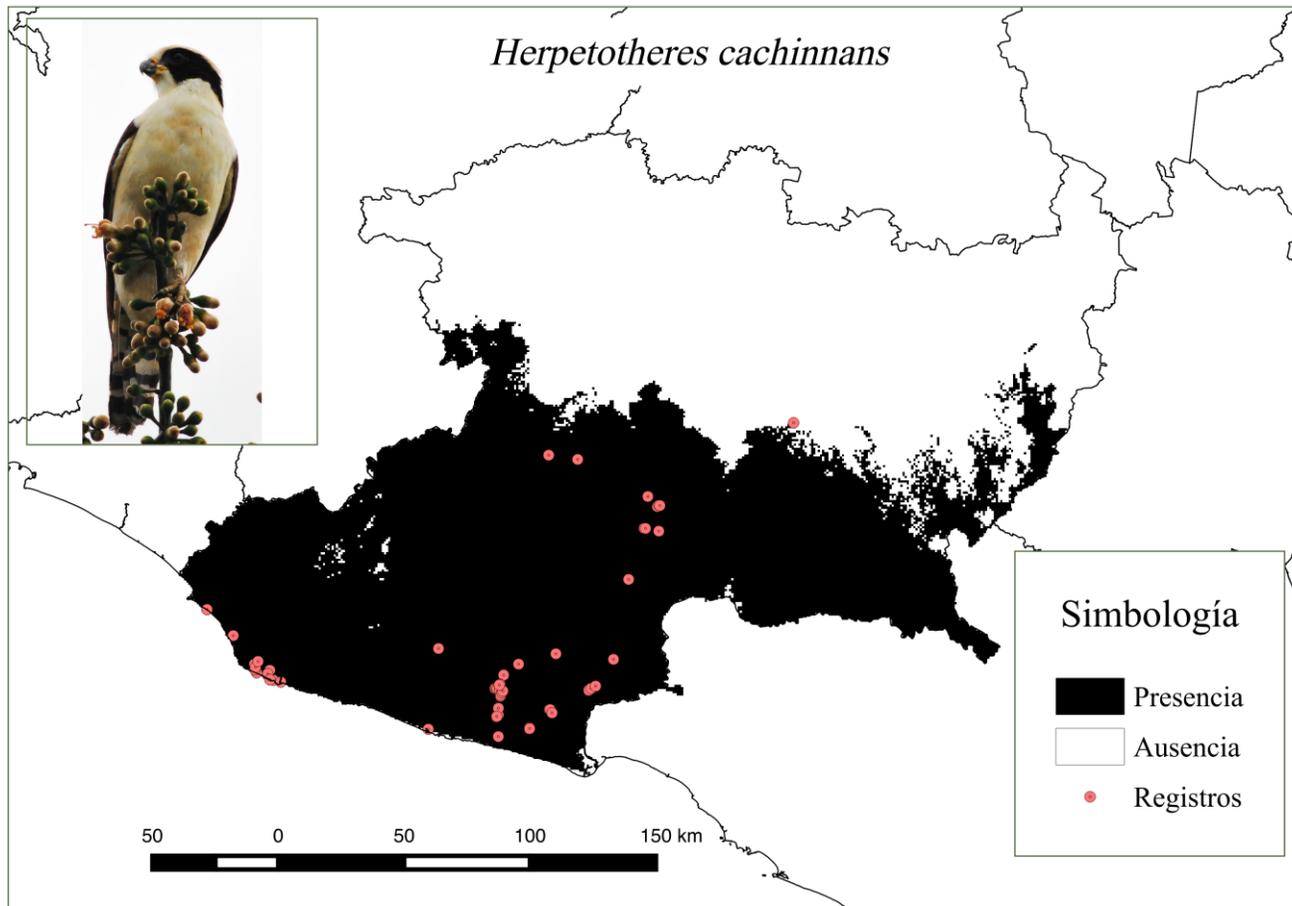


Figura 35. Distribución potencial del halcón guaco.

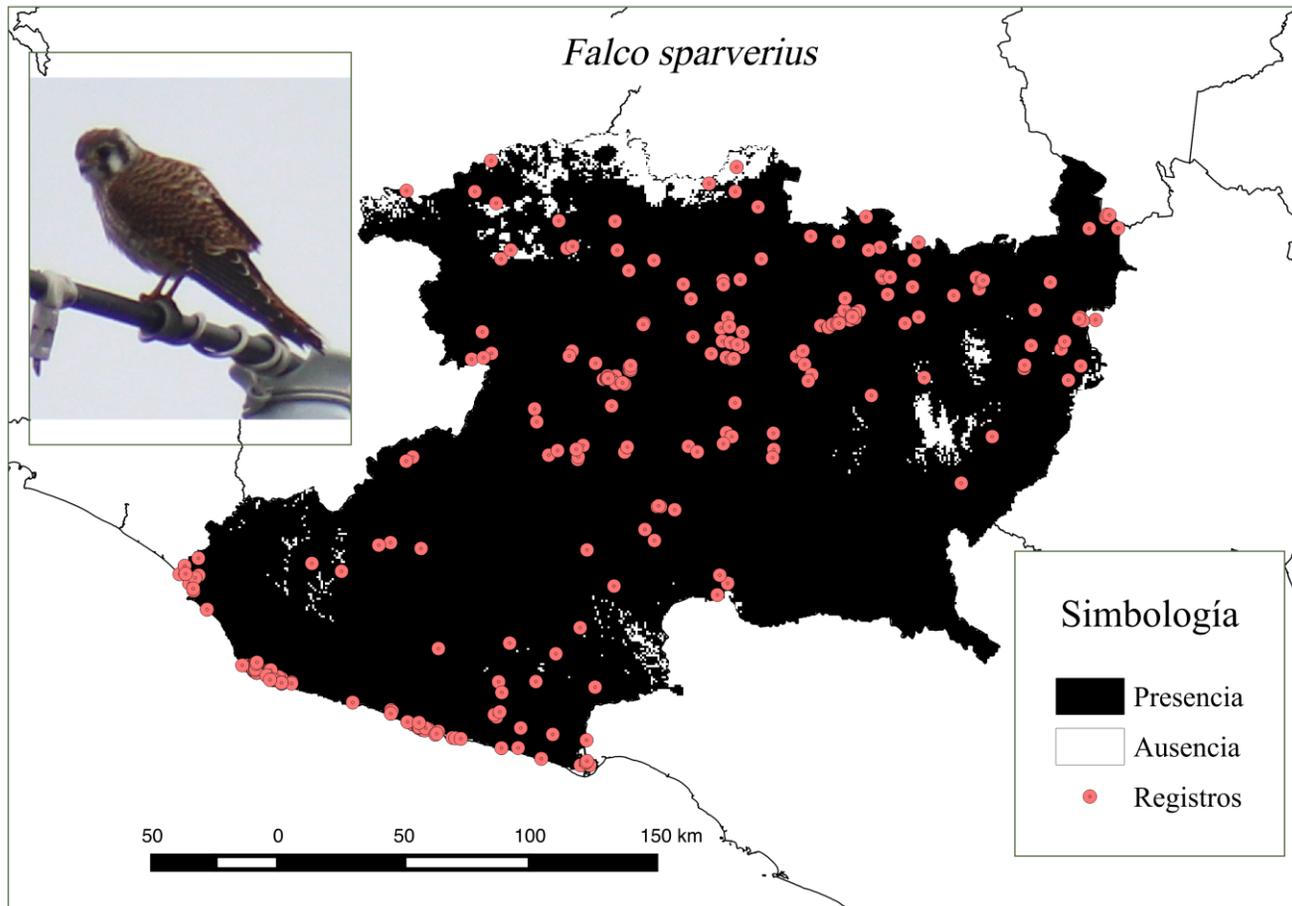


Figura 36. Distribución potencial del cernícalo americano.

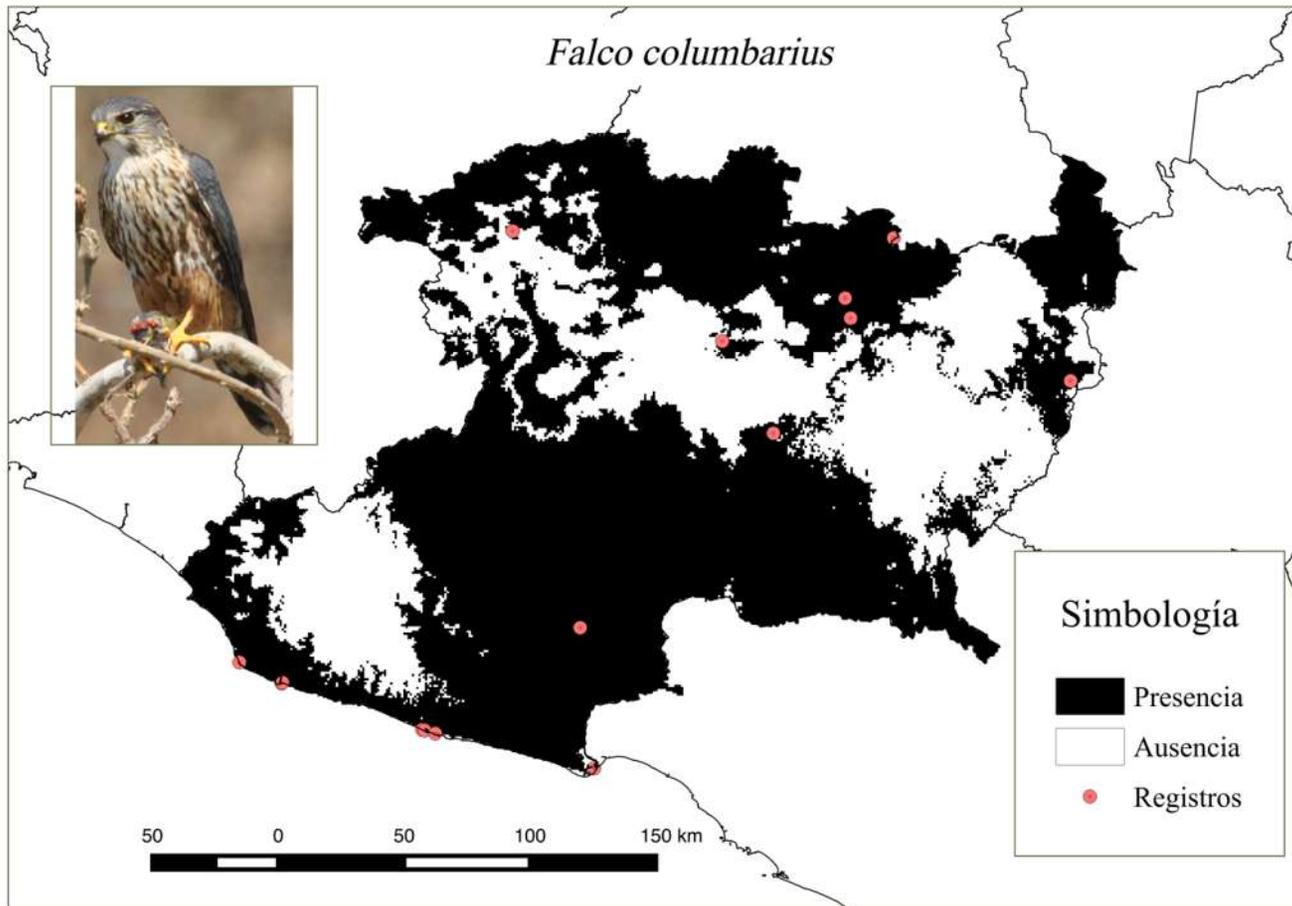


Figura 37. Distribución potencial del halcón esmerejón.

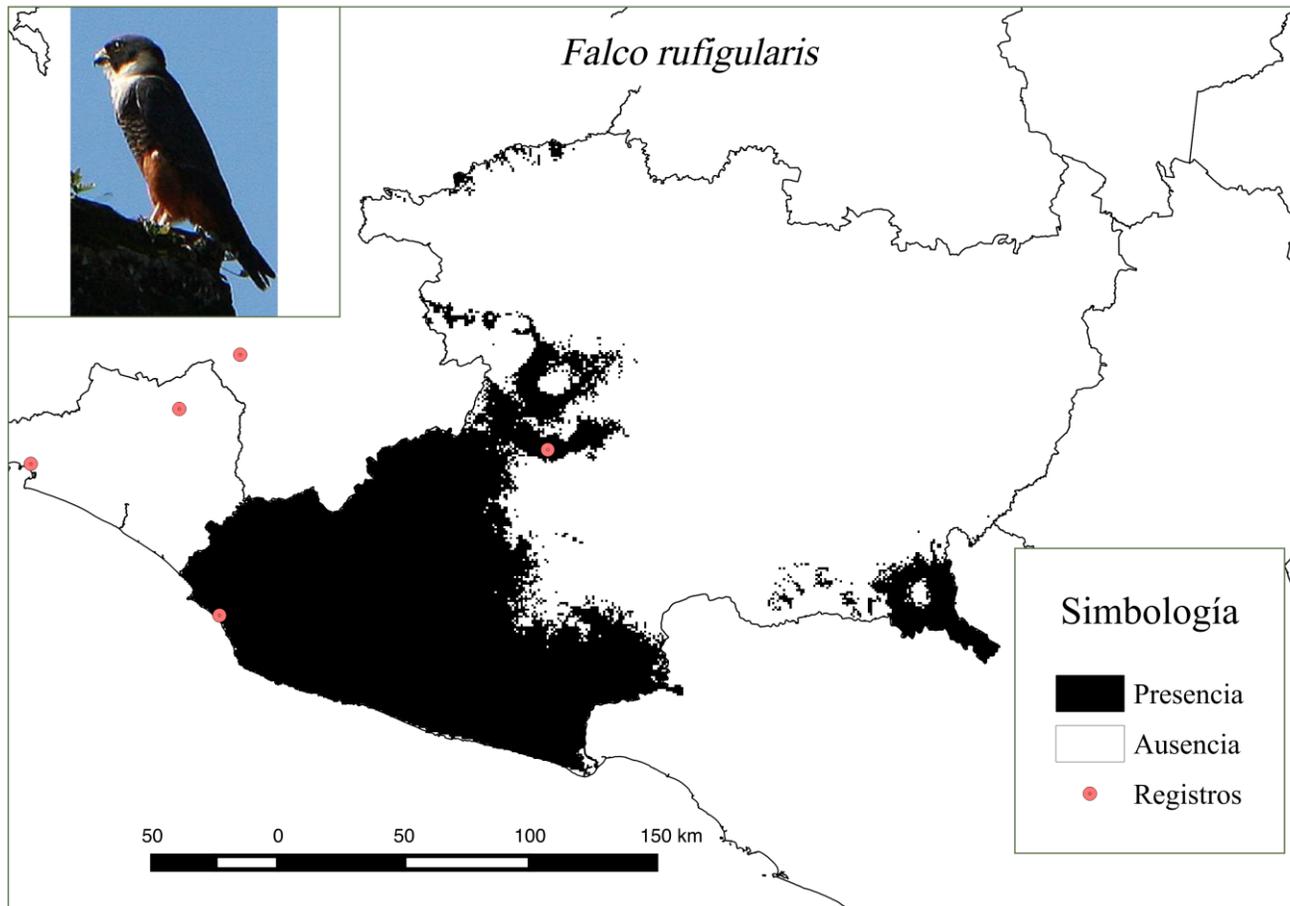


Figura 38. Distribución potencial del halcón enano.

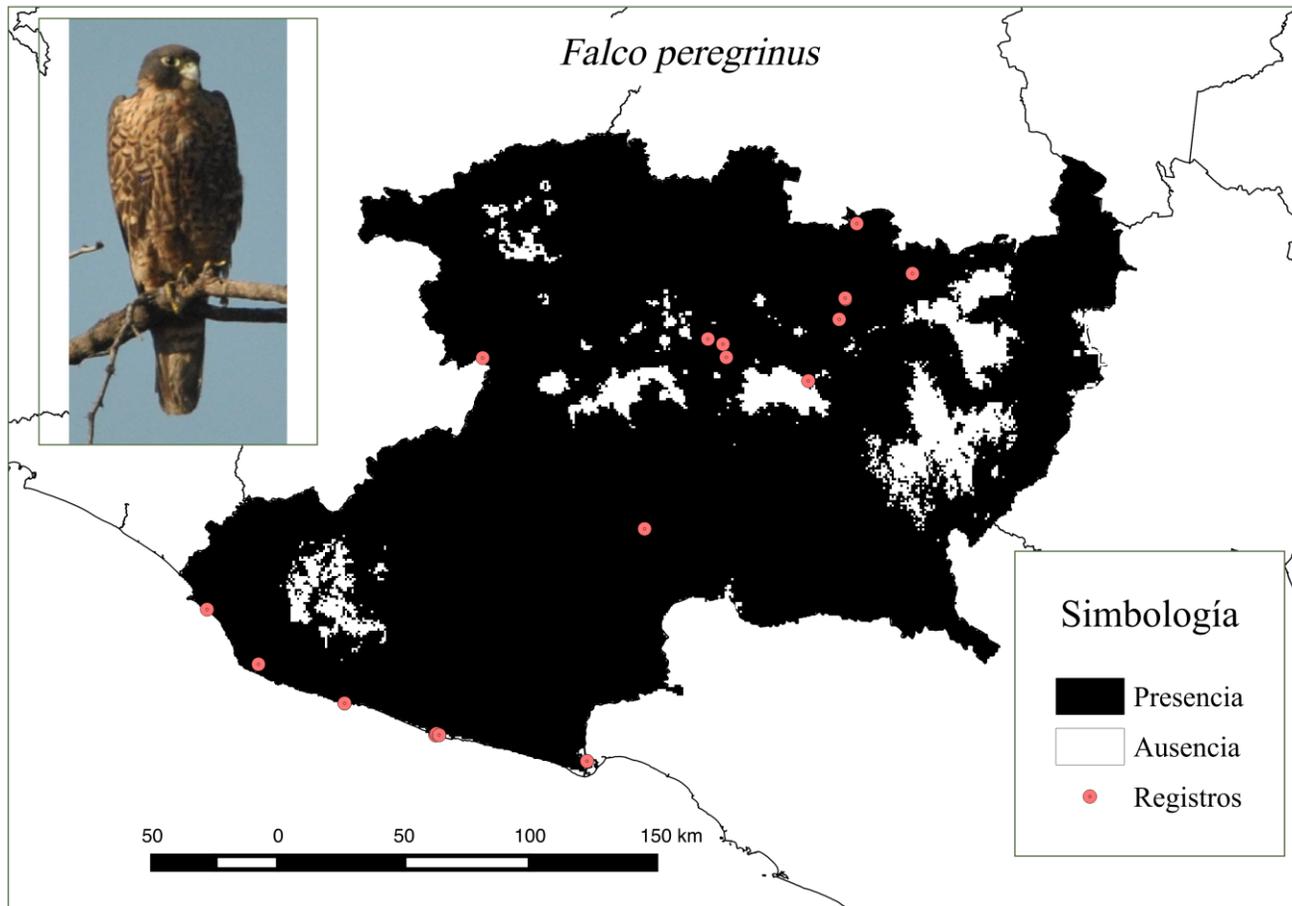


Figura 39. Distribución potencial del halcón peregrino.

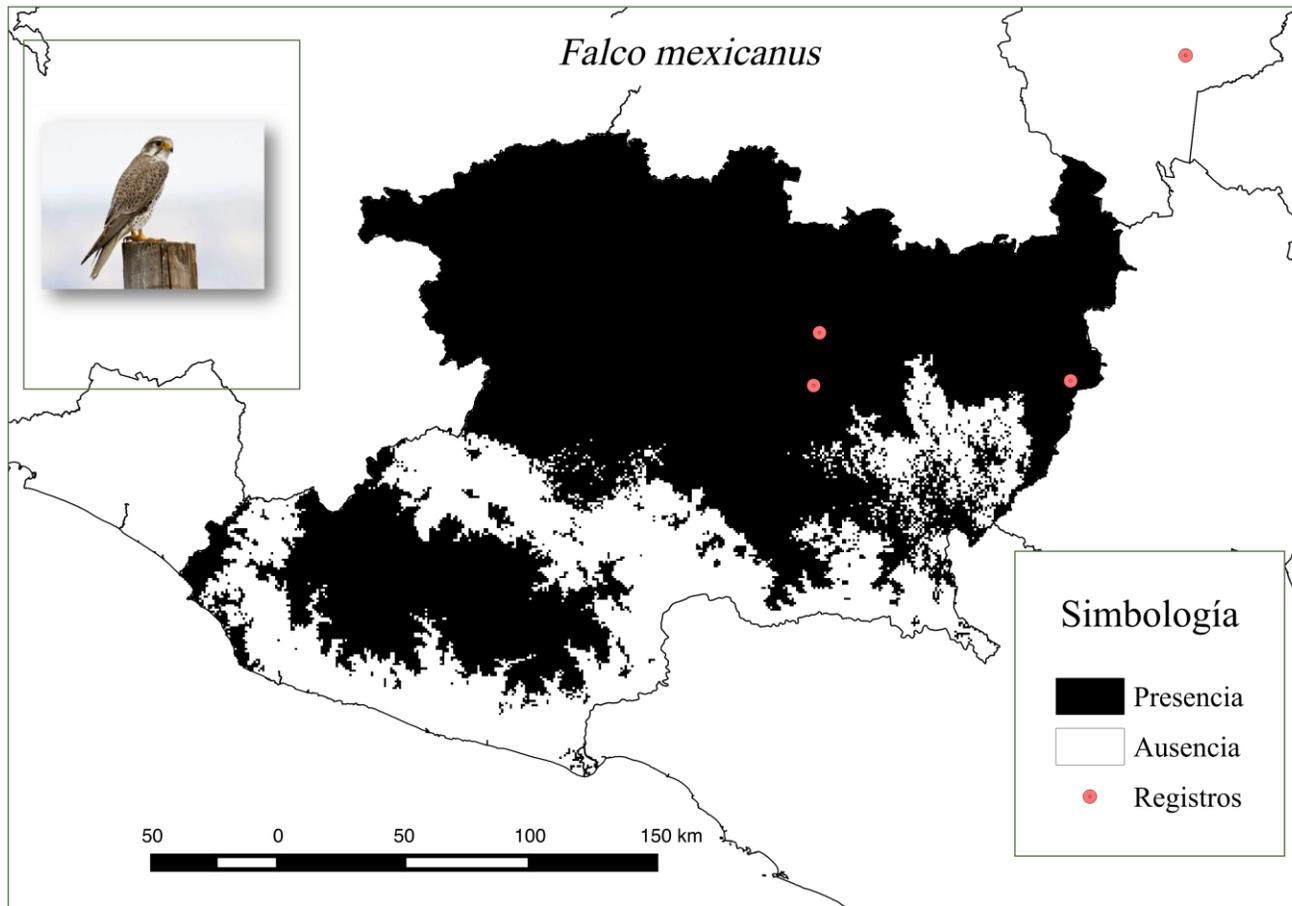


Figura 40. Distribución potencial del halcón mexicano.

