



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS  
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**

---

**MAESTRÍA INSTITUCIONAL EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE  
CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y LECHUZAS) EN EL  
ESTADO DE MICHOACÁN.**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**QUE PRESENTA:**

**BIÓLOGO MARCO POLO CALDERÓN RUIZ.**

**Asesor:**

**Doctor en Ciencias Biológicas Javier Salgado Ortiz**

**Coasesor:**

**Doctor en Ciencias Biológicas Juan Manuel Ortega Rodríguez**

**Morelia, Michoacán, México, Agosto de 2014**





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
*Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas*

---

DR. HÉCTOR GUILLÉN ANDRADE  
COORDINADOR GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
P R E S E N T E.

Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: "Distribución, riqueza, uso de hábitat y estado de conservación de *Strigiformes* (búhos y lechuzas) en el estado de Michoacán" presentado por el Biol. Marco Polo Calderón Ruiz, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Morelia, Michoacán, a 7 de julio de 2014

MIEMBROS DE LA COMISIÓN REVISORA

Dr. Javier Salgado Ortiz  
Director de Tesis

Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez  
Co Director

Dr. José Fernando Villaseñor Gómez

Dr. Leonardo Chapa Vargas

J. Arnulfo Blanco G.  
Dr. José Arnulfo Blanco García

# *Dedicatoria*

A mis padres por el cariño y apoyo que siempre me han brindado, ya que en los momentos más difíciles de mi vida siempre han estado a mi lado, por todo el esfuerzo y sacrificios que han realizado para brindarme una buena educación, pero quiero agradecerles principalmente porque en mi vida han sido y serán un gran ejemplo a seguir.

## **Agradecimientos**

A mis sinodales Arnulfo Blanco García, José Fernando Villaseñor Gómez, Leonardo Chapa Vargas, Juan Manuel Ortega Rodríguez y Javier Salgado Ortiz, por el apoyo brindado durante la realización de mi tesis, ya que todos sus comentarios ayudaron a enriquecer mi trabajo. En especial quiero agradecer a Juan Manuel por el apoyo y paciencia en la realización de los modelos potenciales y los análisis de SIG; y a Javier, por darme la oportunidad de emprender este nuevo reto y por aceptar ser mi asesor, dándome todo su apoyo y amistad

A mis compañeros y amigos del laboratorio de Ornitología por resivirme con los brazos abiertos y en especial a Elvis, Adrián, Luis, Monse, Trini, Panchito, al Prof. Javier por su apoyo en campo.

A Gaby por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante, además de que literalmente llueva trueno y relampaguee siempre me apoyo en campo.

A Elvis y al Prof. Javier por las fotos de tecolotes que me compartieron las cuales me fueron muy utiles para darle una mejor presentación a mi trabajo y presentaciones.

A las cecretarias de posgrado de la Facultad de Biología Lili y Ana, por el apoyo y amistad brindada durante mis estudios de la maestria.

A mi familia, por su apoyo y cariño que me han brindado no solo en esta etapa de mi vida sino siempre.

Finalmente agradezco a CONACYT por el apoyo económico otorgado a través de su programa de becas para posgrado.

# ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
LISTADO DE CUADROS .....	vi
LISTADO DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN GENERAL .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	3
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
REGIONES FISIOGRÁFICAS.....	9
HIDROGRAFÍA.....	10
CLIMA.....	11
SUELO.....	12
VEGETACIÓN (DE ACUERDO A RZEDOWSKI 2003) .....	12
CAPITULO I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE STRIGIFORMES (LECHUZAS Y TECOLOTES) DE MICHOACÁN .....	14
RESUMEN.....	15
ABSTRACT .....	16
I. INTRODUCCIÓN .....	17
II. OBJETIVOS .....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19

III. MÉTODOS .....	20
3.1. ANÁLISIS DOCUMENTAL.....	20
3.2. DISTRIBUCIÓN DE STRIGIFORMES EN EL ESTADO DE MICHOCÁN.....	20
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN .....	31
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. LITERATURA CITADA.....	38
CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE VACIOS Y OMISIONES EN LA CONSERVACIÓN DE TECOLOTES (STRIGIDAE) CON RESPECTO A LAS AREAS NATURALEA PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE MICHOCÁN, MÉXICO .....	44
RESUMEN .....	45
ABSTRACT .....	46
I. INTRODUCCIÓN .....	47
II. OBJETIVOS .....	50
2.1. OBJETIVO GENERAL: .....	50
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	50
III. MÉTODOS .....	51
IV. RESULTADOS.....	59
4.1. REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES DENTRO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	63

4.2. LAS AICAS COMO ESTRATEGIA EN LA CONSERVACIÓN DE LOS TECOLOTES DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN.....	66
4.3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN (SACEM).....	67
4.4. PROTECCIÓN DE LOS SITIOS CON MAYOR RIQUEZA EN EL ESCENARIO DE LA ADICIÓN DE LAS AICAS A LAS ANPS DE MICHOACÁN.....	68
4.5. PROTECCIÓN DEL GRADIENTE DE RIQUEZA POR LAS ANPS Y SACEM EN MICHOACÁN.....	69
4.6. VACÍOS EN LA CONSERVACIÓN CON RESPECTO AL MAPA DE GRADIENTE DE RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES EN MICHOACÁN.....	70
V. DISCUSIÓN.....	72
VI. CONCLUSIONES.....	76
VII. LITERATURA CITADA.....	77
CAPITULO III. DETERMINACIÓN DE LA RIQUEZA Y PATRONES DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT DE TECOLOTES (STRIGIDAE) EN TRES TIPOS DE BOSQUE TEMPLADOS DEL SISTEMA NEO-VOLCÁNICO TRANSVERSAL EN MICHOACÁN, MÉXICO.....	85
RESUMEN.....	86
ABSTRACT.....	87
I. INTRODUCCIÓN.....	88
II. OBJETIVOS.....	91
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	91

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	91
3.1. SITIO DE ESTUDIO: EL EJE NEOVOLCÁNICO.....	92
3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LOCALIDADES DE MUESTREO.....	93
3.2. CENSOS POBLACIONALES.....	97
3.3. ABUNDANCIA RELATIVA.....	101
3.4. OCUPACIÓN DE HÁBITAT.....	101
3.5. INFLUENCIA DE LAS VARIABLES EN LA EXPLICACIÓN DE LA OCUPACIÓN DE LOS SITIOS.....	103
IV. RESULTADOS.....	104
4.1. ABUNDANCIA RELATIVA.....	104
4.2. PROBABILIDAD DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT.....	105
4.3. INFLUENCIA DE LAS COVARIABLES DE SITIO EN LA OCUPACIÓN DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES REGISTRADAS.....	107
4.4. INFLUENCIA DEL MEJOR MODELO QUE EXPLICA LA OCUPACIÓN DE CADA ESPECIE.....	110
V. DISCUSIÓN.....	114
5.1. OCUPACIÓN Y ABUNDANCIA:.....	116
VI. CONCLUSIONES.....	123
VII. LITERATURA CITADA.....	124
DISCUSIÓN GENERAL.....	131
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTAREA.....	133
ANEXOS.....	137



ANEXO I. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS .....	138
ANEXO II. MAPA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP'S) FEDERALES Y ESTATALES DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN MÉXICO.....	140
ANEXO III. MAPA DE LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS) DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN MÉXICO.....	141
ANEXO IV. GRADIENTE DE RIQUEZA DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES EN EL ESTADO DE MICHOACAN. ....	142
ANEXO V: MAPAS DE DISTRIBUCION POTENCIAL .....	143

## LISTADO DE CUADROS

### CAPITULO I

CUADRO 1: FRECUENCIA DE ESTUDIOS DE STRIGIFORMES EN MÉXICO (1825-2013) CON RESPECTO A DIFERENTES TEMAS DE HISTORIA DE VIDA DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN TEMÁTICA DE RODRÍGUEZ-YÁÑEZ <i>ET AL.</i> 1994.....	22
CUADRO 2. ESPECIES DE STRIGIFORMES PRESENTES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, ESTACIONALIDAD, ESTADO DE RIESGO Y REFERENCIAS DE LOS REGISTROS DERIVADAS A PARTIR DE LA CONSULTA DE LITERATURA Y BASES DE DATOS NACIONALES E INTERNACIONALES. ....	24
CUADRO 3. ESPECIES PRESENTES EN LAS CINCO ECOREGIONES RECONOCIDAS DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN CON BASE A LOS REGISTROS ENCONTRADOS DE LA REVISIÓN DE LITERATURA Y BASES DE DATOS. LAS ECORREGIONES SON: ALTIPLANICIE MERIDIONAL (AM), SISTEMA NEOVOLCÁNICO TRANSVERSAL (SN), DEPRESIÓN DEL BALSAS (DB), SIERRA MADRE DEL SUR (SM), PLANICIE COSTERA (PC).....	27
CUADRO 4. NÚMERO Y PORCENTAJE (%) DE REGISTROS DE STRIGIFORMES ENCONTRADOS POR ESPECIE PARA CADA ECORREGIÓN EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.....	30

### CAPITULO II

CUADRO 1.- ESPECIES DE TECOLOTES, NÚMERO DE REGISTROS POR ESPECIE QUE CUENTAN CON DATOS DE LOCALIDADES GEOREFERENCIADAS REPORTADAS PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN. ....	59
CUADRO 2.- RESULTADO DEL ANÁLISIS DE ROC PARCIAL DE LOS MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL GENERADOS MEDIANTE LOS DOS MODELOS (MAXENT Y DISTANCIAS EUCLIDIANAS). ....	63
CUADRO 3.- ÁREA DE DISTRIBUCIÓN TOTAL Y PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD DENTRO DE LAS ANPs DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE LAS ESPECIES INCLUIDAS DENTRO DE ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NOM-059-SEMARNAT- 2010.....	66

### CAPITULO III

CUADRO 1.- NÚMERO Y PORCENTAJE DE REGISTROS DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES REGISTRADOS EN LOS TRES SITIOS DE ESTUDIO MUESTREADOS DENTRO DEL EJE NEOVOLCÁNICO ALEDAÑOS A LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN.....	104
CUADRO 2.- NÚMERO Y PORCENTAJE DE REGISTROS DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES EN LOS TRES DIFERENTES TIPOS DE BOSQUE MUESTREADOS DENTRO DEL EJE NEOVOLCÁNICO. ....	105
CUADRO 3.- PROBABILIDAD DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT (PSI), ERROR ESTÁNDAR (EE) E INTERVALOS DE CONFIANZA (IC) PARA LAS SEIS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO COMBINADOS.. ....	106
CUADRO 4.- PROBABILIDAD DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT (PSI), ERROR ESTÁNDAR (EE) E INTERVALOS DE CONFIANZA (IC) PARA LAS SEIS ESPECIES REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO.....	107
CUADRO 5.- MODELOS QUE EXPLICAN LA OCUPACIÓN DE LOS SITIOS PARA LAS ESPECIES DE TECOLOTES REGISTRADAS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO. MODELOS: 1) PSI (COBERTURA ARBÓREA), 2) PSI (VEGETACIÓN), 3) PSI (CONSERVACIÓN), 4) PSI (COBERTURA ARBÓREA- VEGETACIÓN), 5) PSI (COBERTURA ARBÓREA-CONSERVACIÓN), 6) PSI (VEGETACIÓN-CONSERVACIÓN) Y 7) PSI (COBERTURA ARBÓREA- VEGETACIÓN -CONSERVACIÓN). (PSI = PROBABILIDAD DE OCUPACIÓN). ....	108
CUADRO 6.- INFLUENCIA DEL MEJOR MODELO QUE EXPLICA LA OCUPACIÓN DE LOS SITIOS DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES SIN DISTINCIÓN DE LOCALIDAD. ....	112

## LISTADO DE FIGURAS

### INTRODUCCION

FIGURA 1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO.....	8
FIGURA 2.- REGIONES FISIAGRÁFICAS O ECORREGIONES NIVEL II DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN. ....	9

### CAPITULO I

FIGURA 1. NÚMERO DE REGISTROS POR ESPECIE PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN.....	25
FIGURA 2. PORCENTAJE DE LA DISTRIBUCIÓN DE REGISTROS DE ESPECIES DE STRIGIFORMES PARA EL ESTADO DE MICHOACÁN EN PERIODOS DE DÉCADAS DESDE 1933 A 2012.....	26
FIGURA 3.- DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE REGISTRO (COLECTA O AVISTAMIENTO) DE STRIGIFORMES EN EL ESTADO DE MICHOACÁN. ....	28
FIGURA 4.- NÚMERO DE REGISTROS HISTÓRICOS DE STRIGIFORMES POR ECORREGIÓN EN EL ESTADO DE MICHOACÁN. DONDE AM = ALTIPLANO MEIDIONAL, SN = SISTEMA NEOVOLCANICO TRANSVERSAL, DB = DEPRESION DEL BALSAS, SM = SIERRA MADRE DEL SUR Y PC = PLANICIE COSTERA. ....	29

### CAPITULO II

FIGURA 1.- GRADIENTE DE RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES EN EL ESTADO Y SU RELACIÓN CON RESPECTO A LOS POLÍGONOS DE LAS ANPs DE MICHOACÁN (ÁREAS CUADRICULADAS). LOS TONOS MÁS INTENSOS (ROJO Y NARANJA) INDICAN LAS ZONAS DONDE SE ENCUENTRA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES EN EL ESTADO).....	60
FIGURA 2.- ÁREA DE DISTRIBUCIÓN EN KM <sup>2</sup> DE ESPECIES DE TECOLOTES DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE ACUERDO A LO ESTIMADO CON BASE A LA PROYECCIÓN DEL MODELAJE DE SU DISTRIBUCIÓN POTENCIAL. ....	62
FIGURA 3.- COBERTURA DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL (KM <sup>2</sup> ) DENTRO DE LAS ANPs FEDERALES Y ESTATALES PARA 15 ESPECIES DE TECOLOTES PRESENTES DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN.....	64

FIGURA 4.- PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES DENTRO DEL SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN CON RESPECTO A UNA META FIJADA DE 18%.	65
FIGURA 5.- PORCENTAJE DE REPRESENTATIVIDAD DE LAS ESPECIES DE TECOLOTES ANTE EL ESCENARIO DE PROTECCIÓN QUE SE GENERARÍA SI ADEMÁS DE LAS ANPS SE ADICIONARAN LAS ÁREAS IDENTIFICADAS COMO AICAs EN MICHOACÁN.	67
FIGURA 6.- PORCENTAJE DE LA REPRESENTATIVIDAD DE ESPECIES DE TECOLOTES DENTRO DEL ESCENARIO DE PROTECCIÓN DE LA COMBINACIÓN DE LAS ANPS Y LAS ÁREAS DE CONSERVACIÓN PARTICIPATIVA PROPUESTAS PARA MICHOACÁN (SACEM) (VELÁZQUEZ-MONTES <i>ET AL.</i> 2005).	68
FIGURA 7.- MAPA DE GRADIENTE DE RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES (LOS TONOS MÁS CÁLIDOS INDICAN DONDE SE ENCUENTRA LA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN Y SU RELACIÓN CON LA RED DE ANPS FEDERALES (POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR ROSA) Y ESTATALES (POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR MORADO) EN COMBINACIÓN CON LAS AICAs (POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR NEGRO).	69
FIGURA 8.- MAPA DE GRADIENTE DE RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES (LOS TONOS MÁS CÁLIDOS INDICAN DONDE SE ENCUENTRA LA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN Y SU RELACIÓN CON LA RED DE ANPS FEDERALES Y ESTATALES EN COMBINACIÓN CON LAS ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD; PROPUESTA DEL SACEM (POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR CAFÉ).	70
FIGURA 9.- MAPA DE GRADIENTE DE RIQUEZA DE TECOLOTES Y SU RELACIÓN CON TRES PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MICHOACÁN (ANPS, AICAs Y SACEM). (LOS TONOS MÁS CÁLIDOS INDICAN DONDE SE ENCUENTRA LA MAYOR RIQUEZA DE ESPECIES DE TECOLOTES, LOS POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR ROSA CORRESPONDEN A LAS ANPS FEDERALES DECRETADAS EN EL ESTADO Y LOS POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR MORADO CORRESPONDEN A LAS ANPS ESTATALES DECRETADAS EN MICHOACÁN, LOS POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR NEGRO	

CORRESPONDEN A LAS AICAS PROPUESTAS EN EL ESTADO Y LOS POLÍGONOS CUADRICULADOS DE COLOR CAFÉ CORRESPONDEN A LA PROPUESTA DEL SACEM).....71

### **CAPITULO III**

FIGURA 1. - SITIOS DE MUESTREO SELECCIONADOS A LO LARGO DE LA CORDILLERA DEL EJE NEOVOLCÁNICO DENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN. .... 93

FIGURA 2.- UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO Y LOS PUNTOS FIJOS DE MUESTREO DE TECOLOTES EN EL “CERRO DEL ÁGUILA”. BOSQUE DE ENCINO. .... 95

FIGURA 3.- UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO Y LOS PUNTOS FIJOS DE MUESTREO DE TECOLOTES EN “ICHAQUEO” (CAMPAMENTO TORRECILLAS). BOSQUE DE PINO ..... 96

FIGURA 4.- UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO Y LOS PUNTOS FIJOS DE MUESTREO DE TECOLOTES DENTRO DEL ÁREA “LAS PERAS” (CAMPAMENTO ECOTURÍSTICO CARINDAPAZ). BOSQUE DE PINO-ENCINO..... 97

## RESUMEN GENERAL

Los Strigiformes (Búhos, Tecolotes y Lechuzas), por sus atributos de historia de vida, son un grupo de aves que se sugiere están siendo fuertemente afectados por la alteración de hábitat. Por lo que muchas de las especies se consideran amenazadas. En el presente trabajo se desarrolló un análisis bibliográfico sobre el conocimiento generado en México y particularmente dentro del estado de Michoacán sobre los Strigiformes. Dentro del cual los resultados indican en general, un pobre conocimiento del grupo en México, lo cual coincide con el conocimiento en Michoacán. La temática se ha enfocado en estudios sobre taxonomía, distribución geográfica y dieta, con muy bajo porcentaje sobre demografía. Adicionalmente se realizó un análisis de vacíos y omisiones en conservación, se encontró que las ANPs no cumplen con la meta de representación (18%) para ninguna de las especies de manera individual. Nuevas iniciativas de conservación adicionales tales como el SACEM y AICAS tendría un efecto positivo en la conservación. Por último se realizó un análisis de la riqueza, abundancia y ocupación de hábitat de Strigiformes en bosques templados dentro del Eje Neovolcánico en Michoacán, se registraron seis especies, siendo todas residentes permanentes. El bosque de Pino-Encino fue el de mayor riqueza, comparado con bosque de Pino y de Encino. La especie de mayor abundancia y probabilidad de ocupación de hábitat fue *Megascops trichopsis*. Mientras que *Ciccaba virgata* fue por el contrario la especie con la menor abundancia y probabilidad de ocupación, estando ausente en el hábitat de Bosque de encino. Con base en este estudio, se concluye que el estado de conservación de las especies de Strigiformes en Michoacán es preocupante, y resulta necesario realizar estudios más amplios de la situación poblacional de las especies de este grupo.

**Palabras clave:** Conservación, Strigiformes, vacíos y omisiones.

## ABSTRACT

For their life history attributes, the owls are a bird group that suggests being strongly affected by habitat alteration. So many of species are considered threatened. In this study, it was developed a literature review about the knowledge generated in Mexico, particularly in the state of Michoacán about Strigiformes. The results indicate in general, a poor knowledge of the group in Mexico, that coincides with the knowledge in Michoacán. The thematic was focused on studies of taxonomy, geographical distribution and diet, with a very low percentage of demographie. Additionally, it was made a gap analysis in conservation and were found to PNAs not complied with the goal of representation (18%) for any individual species. New additional conservation initiatives such as SACEM and AICAs have had a positive effect on conservation. Finally an analysis of richness, abundance and habitat occupancy of Strigiformes in temperate forests was conducted within Neovolcanic Axis in Michoacan, six species were recorded, being all permanent residents. The Pine-Oak forest was the richest compared to pine forest and Oak. The most abundant specie and more habitat occupancy probability was Whiskered screech owl, While Mottled Owl was instead the species with lower abundance and probability of occupation, being absent in the Oak forest habitat. Based on this study, we concluded that the conservation status of the specie Strigiformes in Michoacan is worrying and it is necessary to conduct larger studies of the status population of the specie in this group.

Keywords: Conservation, Strigiformes, Gap analysis.



## INTRODUCCIÓN GENERAL

El conocimiento sobre las aves rapaces nocturnas en México es muy limitado, debido por un lado a sus hábitos nocturnos y por otro lado a la carencia de personal especializado, lo que ha resultando a su vez en la realización de pocos estudios y como tal la información de los atributos de historia de vida y estado de conservación es escasa o inexistente para la mayoría de las especies de tecolotes del País.

Desde el punto de vista de la conservación, la mayoría de las especies son consideradas vulnerables debido principalmente a su dependencia a sitios con hábitat en buen estado de conservación y por otro lado al requerimiento de cavidades para anidar. Por su papel ecológico como depredadores, presentan en general una baja abundancia y aunque pueden tener amplia distribución geográfica, por sus hábitos territoriales requieren de grandes espacios para satisfacer sus necesidades biológicas (Johnsgard 1988). Se consideran además buenos indicadores de calidad de hábitat ya que por su función como depredadores tope, regulan de manera significativa la demografía de las poblaciones animales que integran sus presas, por lo que su presencia es un indicador del estado de conservación de los sitios que habitan (Donovan *et al.* 2002). Estos atributos hacen que los tecolotes sean considerados como especies sensibles a la pérdida de hábitat como resultado de fragmentación y conversión por actividades humanas (Márquez *et al.* 2005).

De las aproximadamente 9,000 especies de aves (Burnie 2003), descritas a nivel mundial, las rapaces nocturnas (Strigiformes) constituyen el 1.9% (172 especies; Valencia-Herverth 2012). Las especies de este orden se integran en dos familias; la *Tytonidae* dentro de la cual se encuentran las aves conocidas como lechuzas y la *Strigidae* que agrupa a los conocidos como búhos y/o tecolotes. Se encuentran en casi todos los continentes con excepción de la Antártida, estando presentes en diversos hábitats, incluyendo bosques templados de coníferas, bosques tropicales, diversos tipos de praderas y sabanas y hasta en las partes más frías de la tundra de América y Europa (Burns 2004).

En México se reportan 33 especies, de las cuales solo hay un representante de la familia de las lechuzas (*Tytonidae*) y 32 de tecolotes (*Strigidae*) (Navarro y Gordillo 2006). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), 17 especies (51%) y cinco subespecies de tecolotes se encuentran en alguna categoría de riesgo; *Micrathene whitneyi graysoni* dentro de la categoría de probablemente extinta en el medio silvestre (E). Las especies *Aegolius ridgwayi*, *Glaucidium sanchezi*, *Megascops barbarus* y *Strix fulvescens* dentro de la categoría de en peligro de extinción (P). *Asio stygius*, *Athene cunicularia rostrata*, *Bubo virginianus mayensis*, *Ciccaba nigrolineata*, *Glaucidium gnoma hoskinsii*, *Glaucidium griseiceps*, *Glaucidium palmarum*, *Lophostrix cristata*, *Megascops seductus*, *Pseudoscops clamator*, *Pulsatrix perspicillata* y *Strix occidentalis* dentro de la categoría de amenazadas (A). *Asio flammeus*, *Athene cunicularia hypugaea*, *Megascops asio*, *Megascops cooperi* y *Strix varia* dentro de la categoría de sujetas a protección especial (Pr).

México siendo considera como país megadiverso, se incluye desafortunadamente dentro de los países con mayor tasa de deforestación a nivel mundial, con una tasa de pérdida estimada de 155,000ha por año (INEGI 2013). El incremento en la deforestación, fragmentación y deterioro de los hábitats continúa creciendo y debido a la falta de estudios no se sabe con certeza cuál es el estado de las poblaciones de Strigiformes en nuestro país. Si bien la respuesta ante las perturbaciones de hábitat puede variar entre especies, para el caso de aquellas que son dependientes de bosque bien conservado y que requieren de cavidades para anidar es factible predecir efectos negativos poblacionales (citas). La pérdida de por ejemplo, la eliminación de arboles viejos (generadores de cavidades), y la disminución o perdida de aves excavadoras primarias como los pájaros carpinteros (Picidae), podrían afectar el estado de las poblaciones al reducir la disponibilidad de sitios óptimos de anidación (Cockle *et al.* 2011). La formación y la persistencia de cavidades en arboles es un proceso ecológico clave que influye en la abundancia, la diversidad, y la conservación de los tecolotes que requieren de estas por su importancia para la reproducción y como refugio (Cockle *et al.* 2011); por ser los tecolotes excavadores y usuarios secundarios de cavidades, su abundancia se encuentra limitada en gran

parte por la escasez de las mismas (Cockle *et al.* 2011). Evidencia de estudios indica que el número de parejas reproductoras en diferentes áreas se correlaciona con la disponibilidad de cavidades para anidar (Newton 1994). En México no hay estudios que evidencien este patrón, sin embargo es factible predecir que la perturbación de hábitat está provocando la disminución de sitios de anidación, lo que a su vez también debe limitar el número total de los individuos reproductores y no reproductores.

En las especies de tecolotes que no requieren de cavidades como parte de su ciclo de vida o de aquellas que prefieren sitios abiertos, tales como pastizales, la modificación del hábitat causada por actividades agropecuarias o por otros tipos de cambio de uso de suelo como urbanización, están teniendo también impactos negativos en las poblaciones, como en el caso del Tecolotito llanero (*Speotyto cunicularia*), cuyas poblaciones en su rango de distribución en el norte de México, se encuentran amenazadas por la actividad ganadera (cita). Para otras especies, tal como los tecolotitos del género *Glaucidium*, la modificación moderada de hábitat podría en contraste tener un impacto positivo en sus poblaciones, incluso provocando en ciertas condiciones incrementar sus abundancias, ya que por ejemplo el efecto de borde originado por el cambio de uso forestal a agrícola, favorece la disponibilidad de recursos incrementando la cantidad de presas que se asocian a las áreas agrícolas (mamíferos pequeños e insectos) (Gerhardt *et al.* 1994 y Newton 1994), Rivera–Rivera *et al.* (2012) mencionan dentro de su estudio “Ocupación y abundancia de aves rapaces nocturnas (Strigidae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México” que la especie *Ciccaba virgata* fue la que presentó mayor variación de abundancias entre sitios, siendo más abundante en el sitio que presentaban un mayor efecto de borde asociado con la fragmentación del bosque.

La competencia es un factor adicional que influye en la presencia y abundancia de especies. Al ser los recursos limitados (ej. cavidades, alimento, etc.), se puede predecir un incremento en la competencia inter e intraespecífica debido a que varias especies de tecolotes pueden utilizar el mismo espacio como parte de su territorio para cubrir sus necesidades; como tal, la competencia por los mejores lugares o

territorios se incrementa, y el número de especies dominantes pueden afectar la cantidad y distribución de las otras. Incluso una especie puede estar totalmente ausente de un sitio ocupado por una especie dominante (Newton 1994). En las especies que dependen de cavidades se cree que además de la disponibilidad, la competencia por estas es el principal factor que determina la presencia de especies y sus densidades, por lo que cuando la cantidad de cavidades es suficiente para abastecer las necesidades de los tecolotes, los factores que entran en juego y limitan sus abundancias serían otros como la disponibilidad y abundancia de alimento, competencia por parejas e interacciones con depredadores (Suhonen *et al.* 2007).

Con la intención de mitigar el efecto negativo que las actividades antropogénicas tienen sobre la naturaleza, la declaración de áreas naturales protegidas (ANPs) es una de las estrategias que se han implementado para lograr preservar sitios que permitan mantener especies y preservar sus hábitats. Si bien no son la solución ideal, han permitido frenar el deterioro del medio ambiente debido al excesivo crecimiento humano y a la sobrexplotación de los recursos, por lo que hasta ahora son consideradas como una herramienta muy valiosa en la conservación de la biodiversidad. Por otro lado, su eficiencia en la conservación de especies ha sido cuestionada ya que para algunos grupos taxonómicos y especies de especial interés para conservación no parecen estar funcionando de manera efectiva (Ceballos *et al.* 2005), por un lado porque las especies no se encuentran bien representadas dentro del sistema de ANPs o por otro, por que los sitios de mayor importancia no se encuentran bajo protección (Balmford 2002). Otro aspecto adicional es que desgraciadamente a pesar de que los esfuerzos de conservación son significativos, los resultados parecieran no reflejar una tendencia positiva ya que el número de especies consideradas en riesgo sigue en incremento por lo que es importante aplicar nuevas estrategias de conservación de hábitat fuera de las ANPs y contar con evaluaciones que permitan detectar cuales sitios son prioritarios para la conservación de especies (CONABIO 2012). Un ejemplo de nuevas propuestas de conservación son las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), las cuales, aunque no cuentan con un decreto oficial de protección, permiten evaluar y comparar con respecto a las ANPs, su contribución en la conservación de especies.

Existen muchas dudas y mucho trabajo que hacer para lograr un panorama sobre cuál es la situación actual de las rapaces nocturnas en nuestro país, aunque recientemente ha surgido mayor interés de investigación acerca de estas especies. En una revisión reciente, Valencia-Herverth (2012), reporta que en los últimos años la mayoría de los trabajos e investigaciones sobre tecolotes en México se han enfocado en pocas especies y en temas específicos como densidad poblacional (*Megascops seductus* y *Strix occidentalis*), dieta (*Megascops barbarus*, *Bubo virginianus*, *Athene cunicularia* y *Strix occidentalis*), distribución (*Athene cunicularia*, *Strix fulvescens*, *Asio flammeus* y *Asio stygius*) e historia natural (*M. barbarus* y *A. cunicularia*). Otro de los estudios más recientes sobre esta familia es el de Navarro y Peterson (2007) quienes realizaron un modelado de la distribución potencial de las especies de Strigiformes en el país, los cuales fueron publicados por la CONABIO (2009) (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) dentro del proyecto CE015: "Mapas de las aves de México". Las proyecciones de estos mapas se basan en pocos registros históricos de escasas localidades geográficas y registros puntuales de las especies. Aunque si bien es cierto que los modelos de distribución potencial proyectan la extensión geográfica donde pueden encontrarse las especies, por otro lado son limitados en cuanto a precisión ya que no incorporan información sobre el estado de hábitat y condición de las poblaciones. La escasa información derivada de un bajo número de ejemplares en colecciones científicas y la proyección de distribución a grandes escalas territoriales, ha sido sin duda un paso importante para corroborar y actualizar la distribución geográfica de las especies, no obstante es insuficiente para lograr un conocimiento adecuado de la distribución local y regional de los taxones y su estado poblacional.

En este estudio, los objetivos han sido determinar 1) cual es el conocimiento actual que se tiene del Orden Strigiformes en el estado de Michoacán, 2) analizar vacíos y omisiones de conservación de las especies presentes en el estado con respecto a la efectividad de las áreas naturales protegidas y 3) determinar el estado actual de riqueza y abundancia de especies en bosques templados dentro del Sistema Volcánico Transversal en Michoacán. Cada uno de los objetivos anteriores, se presenta por separado en tres capítulos que integran esta tesis.

---

## ÁREA DE ESTUDIO.

Michoacán es uno de los estados de la república mexicana que se destaca por su gran importancia biológica; su ubicación geográfica y lo accidentado de su territorio, son factores que han propiciado una gran variedad de hábitats favoreciendo a su vez la alta diversidad de especies dentro del estado.

El estado de Michoacán se encuentra situado en el centro oeste de la República Mexicana. Se localiza entre las coordenadas 20°23'37" y 17°53'50" N, y 100°03'32" y 103°44'49" O, y cuenta con una superficie aproximada de 58,599 km<sup>2</sup> (CONANP 2013). Colinda con los estados de Jalisco y Guanajuato al norte, al noroeste con el estado de Querétaro, al noreste con el estado de Guerrero, al este con el Estado de México, al oeste con los estados de Jalisco y Colima y al sur con el Océano Pacífico (Fig. 1).



**Figura 1.-** Ubicación geográfica del estado de Michoacán, México.

## REGIONES FISIGRÁFICAS.

Dentro del estado se pueden reconocer cinco regiones fisiográficas (Antaramian y Correa 2003) (Fig. 2) las cuales corresponden también a las Eco-regiones nivel II (CONABIO 2012). Estas regiones se denominan: 1) Planicie costera, 2) la Sierra Madre del Sur, 3) Depresión del Balsas, 4) Sistema Volcánico Transversal y 5) Altiplano Mexicano.

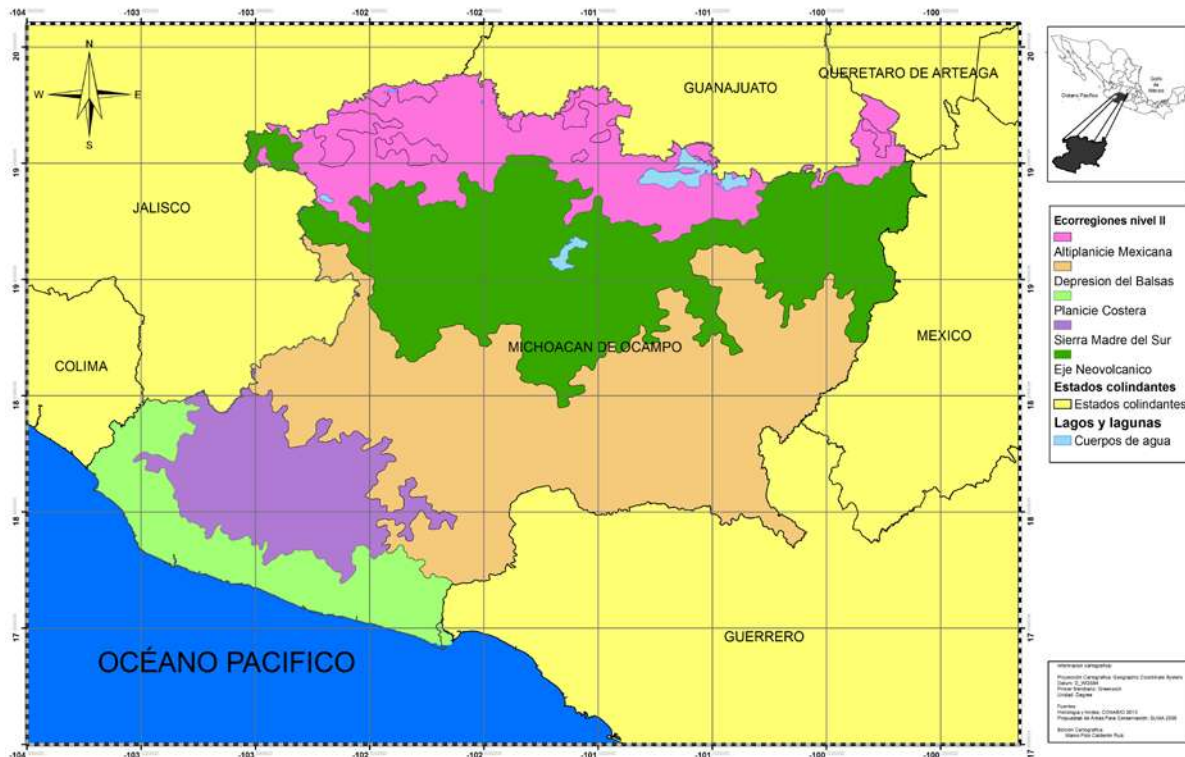


Figura 2.- regiones fisiográficas o Ecorregiones nivel II dentro del estado de Michoacán.

- **LA PLANICIE COSTERA DEL PACIFICO**, es una angosta franja delimitada por el océano pacifico y la sierra madre del sur, ubicada en la parte sur del estado. La cual ha sufrido un proceso de hundimiento y esto ha ocasionado que las fallas penetren en la parte continental, distribuyendo la amplitud de las planicies y permitiendo que la Sierra Madre del Sur llegue hasta la misma costa en varios lugares, por tanto se ha formado un litoral en el que se suceden bahías, caletas, playas, acantilados, peñascos, terrazas, etc., y se han formado las planicies donde la Sierra Madre del Sur no penetra en el mar,

estas vienen a ser pequeñas llanuras aluviales costeras, con escasa extensión.

- **LA SIERRA MADRE DEL SUR**, cadena montañosa que se extiende a lo largo del estado con una dirección de noroeste a sureste, extendiéndose a lo largo y cercanamente a la costa del Océano Pacífico. Esta región presenta una gran cantidad de grietas y fallas, por lo que es una zona de gran actividad tectónica.
- **LA DEPRESIÓN DEL BALSAS**, es una amplia región de tierras bajas situadas entre el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, la erosión, tanto de la parte norte como sur de la depresión, han originado una región con relieve ondulado y montañoso, que solo en sus partes bajas presenta depósitos sedimentarios. Los últimos movimientos orogénicos que afectaron a la sierra madre del sur originaron los fracturamientos por donde el río Balsas se abrió camino nuevamente hacia el océano pacífico, labrando sus angostos cañones en fosas tectónicas preexistentes.
- **EL SISTEMA VOLCÁNICO TRANSVERSAL**, o Eje Neovolcánico se localiza al sur de la altiplanicie Mexicana y se distribuye latitudinalmente de oeste a este atravesando el estado. formado por una gran actividad volcánica, sus cimas presentan las mayores alturas dentro del estado.
- **ALTIPLANO MEXICANO**, se encuentra al norte del estado, conformado por valles situados a diferentes altitudes, la mayoría de estos valles alojaron lagos o formaron parte de una enorme cuenca lacustre en tiempos pasados.

## HIDROGRAFÍA

Dentro del territorio estatal podemos encontrar diversos cuerpos de agua directamente asociados con los dos ríos principales y sus afluentes. El río Lerma y el río Balsas que corresponden a dos de las cuencas hidrológicas más importantes del país. El río Lerma nace en la sierra Madre Oriental y desemboca en el lago de Chapala. En Michoacán se encuentra una parte de la cuenca del río Lerma y una pequeña extensión del lago de Chapala en el extremo nororiente del estado, siendo sus principales afluentes en el estado los ríos Tlalpujahuá, Cachivi, Angulo,



Tanhuato, Duero, Santiago y la Pasión. Por otro lado el río Balsas nace en el estado de Puebla y atraviesa parte de Guerrero y Michoacán, la cuenca del río Balsas en Michoacán es la que ocupa mayor extensión, sus principales afluentes procedentes del estado son los ríos Cutzamala, Tacámbaro o Carácuaro y Tepalcatepec (Israde-Alcántara 2005).

Además de las dos principales cuencas en el estado existen una gran cantidad de ríos que por la naturaleza volcánica de su sustrato mantienen sitios de represamiento naturales y artificiales. Los lagos del estado se pueden dividir en dos categorías: 1) lagos tectónicos, dentro de los que se encuentran el lago de Cuitzeo, la Ciénaga de Zacapu y el lago de Chapala; todos ellos forman parte de la cuenca del río Balsas y en el último desemboca el río Lerma. 2) Lagos vulcano-tectónicos, de los cuales los más importantes son el lago de Pátzcuaro y el lago de Zirahuén. 3) Lagos Cratéricos, siendo los más importantes la alberca de los Espinos, la alberca de Teremendo y la alberca de Tacámbaro (Israde-Alcántara 2005).

## **CLIMA**

La ubicación geográfica del estado, así como su accidentada topografía provocan que exista una amplia diversidad de climas, encontrándose desde los climas más cálidos y secos del país, en la depresión del Balsas, así como clima tropical lluvioso con lluvias predominantes en verano en el suroeste, templado con lluvias en verano en el norte del estado y finalmente templado con lluvias todo el año en las partes más altas del Sistema Volcánico Transversal. La temperatura media anual varía considerablemente entre 15 y 22 grados centígrados (CONAGUA 2014) debido a los fuertes desniveles de la altitud, mientras que la precipitación media anual es de 961 milímetros (Antaramián-Harutunián 2005).

Los cuerpos de agua presentes en el estado así como el océano pacífico ejercen una gran influencia en la humedad debido a la presencia de ciclones tropicales, huracanes y nortes, además de que se localiza en la zona de vientos alisios, los cuales recogen humedad del golfo de México.

## SUELO

En el estado se reportan presentes 14 de las 18 tipos de suelos reportadas para la república Mexicana, siendo los más importantes por la superficie que ocupan en el estado, los leptosol, regosol, luvisol, acrisol, andosol, vertisol y feozem. Y en menor cantidad, cambisol, fluvisol, planosol, greysol, solonchack, castañozem e histosol.

## VEGETACIÓN (de acuerdo a Rzedowski 2003)

Los tipos de vegetación más importantes en el estado son:

- **Bosque de coníferas**, se desarrollan en las zonas altas y templadas del estado, encontrándose dentro de las dos regiones montañosas del estado, los principales bosques son los de pino, oyamel y cedro blanco.
- **Bosque de encino**, son bosques dominados por especies del género *Quercus*, los cuales alcanzan alturas de entre 5 y 30m dependiendo del lugar en el que se desarrollen, por lo general son bosques caducifolios y se presentan desde los 300msnm hasta los 3000msnm, generalmente constituyen sitios de transición entre las zonas templadas y tropicales.
- **Bosque Mesófilo de montaña o de niebla**, este tipo de bosque presenta la mayor riqueza florística del estado, pero el de menos superficie, se caracteriza por presentar dos o más especies codominantes en cada sitio, además de la presencia de plantas epifitas y trepadoras. Se presenta en sitios con una humedad elevada por lo que son bosques siempre verdes, se ubican en barrancas en pequeños manchones entre los 1500 y 2600 msnm.
- **Bosque tropical caducifolio**, formado por árboles de entre 5 a 12 metros de altura siendo las especies en su mayoría caducifolias en la época de sequía, se presentan dentro de zonas con climas de tipo cálido subhúmedo, seco semicálido, seco cálido y seco muy cálido, con precipitaciones entre 500 y 1000mm, se presentan en altitudes desde el nivel del mar hasta los 2000msnm.
- **Matorral subtropical**, son bosques con árboles con una altura entre 5 y 10m, son de hoja caduca durante la época seca, son considerados como una zona de sucesión estable del bosque tropical caducifolio, se presenta en sitios con

una precipitación de entre los 500 y 950mm y a altitudes que van de los 1700 y 2300msnm, se distribuyen en la parte centro norte del estado generalmente hacia un relieve menos accidentado.

- **Bosque espinoso**, en apariencia muy similar al bosque tropical caducifolio, sólo que conformado por arboles de menor altura que van de 4 a 7m, se presentan en lugares con un clima más seco y con una precipitación alrededor de los 500mm, se presentan en las partes bajas de la zona caliente en la depresión del Balsas, a una altitud alrededor de los 400msnm, abundan las especies con espinas de ahí su nombre.
- **Bosque tropical subcaducifolio**, son bosques densos con árboles de entre 15 y 30 metros de altitud, se presentan por lo general en lugares con clima cálido subhúmedo, con precipitaciones de entre los 950 y 1300mm, se presentan desde altitudes casi al nivel del mar hasta altitudes superiores a los 1300msnm.
- **Vegetación acuática y subacuática**, se presentan ligadas a cuerpos de agua, presentándose en muchas regiones del estado, desde las zonas más bajas hasta las partes altas donde se presenten algún tipo de cuerpos de agua, siendo los tipos más representativos el Tular y Carrizal, Bosque de Galería y el manglar.

Existen otros tipos de vegetación dentro del estado que forman parte de su paisaje pero que se encuentran muy escasamente representados, como es el caso del palmar, el pastizal y la vegetación de dunas costeras.

## **CAPITULO I**

### **ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE STRIGIFORMES (LECHUZAS Y TECOLOTES) DE MICHOACÁN**

## RESUMEN.

El conocimiento que se tiene sobre las rapaces nocturnas de México es muy escaso. Los aspectos de su historia de vida tales como reproducción, territorialidad, migración, dieta, e inclusive, sobre abundancia, riqueza y distribución, han sido en general poco estudiados. En este trabajo reportamos los resultados de la revisión documental de estudios publicados y de literatura gris sobre el conocimiento de la biología de Strigiformes en México y particularmente para el Estado de Michoacán. De la revisión de más de 4300 citas de literatura científica sobre estudios de aves en México, comprendiendo un periodo de entre 1825 a 2013, se encontró que sólo 2.7% hacen referencia a Strigiformes, siendo la taxonomía el tema más frecuente con 43% de 116 publicaciones sobre este grupo, seguido por estudios de distribución geográfica 20% y de alimentación con 13%. Para el caso particular de Michoacán solo se encontraron dos citas de publicaciones científicas, pero con base a información de tesis, bases de datos, artículos de divulgación, guías especializadas de aves e informes técnicos, el análisis arrojó un total de 257 registros de 20 especies reportadas para el estado. Siete especies (35%), se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059. El tecolotito bajeño (*Glaucidium brasilianum*) fue la que acumuló el mayor número de registros (19.5%), mientras que especies como el Tecolote Vermiculado (*Megascops guatemalae*), Tecolote Colimense (*Glaucidium palmarum*), Búho Manchado (*Strix occidentalis*), Búho Listado (*S. varia*), Tecolote Enano (*Micrathene whitneyi*) y Tecolote de Cooper (*Megascops cooperi*) tuvieron de uno a tres registros. Con base a un análisis por ecoregiones, se encontró que el Sistema Neovolcánico Transversal es donde se acumula el mayor porcentaje de registros y donde se presenta la mayor riqueza, con 17 especies, mientras que la Planicie Costera, fue la región de menor riqueza con 5 especies, sin embargo la Sierra Madre del Sur tuvo el menor porcentaje de registros. Aunque las localidades de registros se distribuyeron en todo el estado, hay áreas geográficas con carencias de información considerables, principalmente en la Depresión del Balsas, la Sierra Madre del Sur y la mayor parte del Altiplano.

## ABSTRACT

### **BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS OF THE KNOWLEDGE OF STRIGIFORMES (OWLS) FROM MEXICO AND THE STATE OF MICHOACÁN.**

The knowledge about owl species of Mexico is very scarce. The various aspects of their life history, such as reproduction, territoriality, migration, diet, and even abundance, species richness and distribution, have been little studied, thus information is limited or lacking for most species. We conducted a literature review of studies published using international database and gray literature to determine the state of knowledge on the biology of Strigiformes in Mexico and particularly from the state of Michoacan. The review of more than 4,300 scientific citations about birds in Mexico, from a period between 1825 to 2013 included only 116 publications (2.7%) referring to Strigiformes. The most common topics included were taxonomy, with 43% of the publications, followed by studies on geographic distribution 20% and diet 13%. For the state of Michoacán, only two scientific notes were found, however, based on thesis, databases, divulgation articles, bird guides and technical reports, we found a total of 257 records for 20 species, seven of which are considered at risk within the Mexican species act (NOM-059). The Ferruginous pygmy owl (*Glaucidium brasilianum*) was the species with the highest number of records (19.5%), while other species such as Guatemalan Screech Owl (*Megascops guatemalae*) Colima Pygmy Owl (*Glaucidium palmarum*), Spotted Owl (*Strix occidentalis*), Barred Owl (*S. varia*), Elf Owl (*Micrathene whitneyi*) and Pacific Screech Owl (*Megascops cooperi*) had only one or three records. Based on an ecoregion analysis, the highest percent of records are found at the Transverse Volcanic System, having also the highest species richness (17 species), while the Coastal plain had the lowest with five species. Although the owl records are widespread all over the state, there are large geographic areas with no information available, mainly in the Balsas Depression, the Sierra Madre del Sur and the region corresponding to the Mexican planes.

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la república mexicana, Michoacán destaca entre los estados de mayor riqueza avifaunística, ocupando la cuarta posición a nivel nacional con 547 especies pertenecientes a 72 familias de aves (Villaseñor 2005). Para el caso específico de lechuzas y tecolotes (Strigiformes), en nuestro país se reporta la presencia de 32 especies de tecolotes y una de Lechuza, para el caso particular de Michoacán, se reporta la presencia de 19 o 20 especies de Strigiformes lo que equivale a 61% de las especies presentes en el país (Howell y Webb 1995, Villaseñor 2005, Navarro y Peterson 2007);

La gran diversidad de especies de aves presentes en Michoacán se debe a su ubicación geográfica entre las regiones Neártica y Neotropical y a su compleja topografía, resultando en una rica variedad de climas y tipos de vegetación. Dentro del estado se reconocen cinco regiones fisiográficas (Antaramián y Correa 2003) las cuales corresponden a la clasificación de ecoregiones nivel II de la CONANP 2013, siendo estas: La Altiplanicie Meridional (AM), Sistema Neovolcánico Transversal (SN), Depresión del Balsas (DB), Sierra Madre del Sur (SM), Planicie Costera (PC); (INEGI, CONABIO e INE 2008).

Si bien el estado destaca por su gran riqueza biológica desgraciadamente también es uno de los estados con mayor tasa de deforestación ya que se reporta que cada año se pierden por lo menos 25 mil hectáreas de bosque, colocando al estado en la cuarta posición a nivel nacional por pérdida de áreas boscosas (SUMA 2012). El cambio de uso de suelo para fines agropecuarios, junto con el incremento en la explotación forestal, con frecuencia con prácticas inadecuadas se considera la principal causa de pérdida de hábitat y de diversidad biológica en el Estado (CONAFOR 2012).

El conocimiento sobre la distribución geográfica de las especies de tecolotes en México es en general relativamente bueno gracias a registros obtenidos a partir de

colecta científica de ejemplares, principalmente por expediciones que se iniciaron desde etapas precortesianas (Navarro y Benítez 1993), no obstante, la información sobre otros aspectos de historia de vida es en gran parte anecdótica (Linkhart y Reynolds 1994). En el caso del tecolote flameado (*Psiloscoops flammeolus*) por ejemplo, se sabe que incluye poblaciones residentes y migratorias en México, pero el conocimiento de su situación migratoria y ecología de invierno, son en gran parte aspectos desconocidos. Para la mayoría de las especies de Strigiformes se desconoce su abundancia poblacional, atributos de la biología reproductiva, uso de hábitat y su estado de conservación actual (Mccallum 1994, Linkhart y Reynolds 1994).

Para el caso particular del estado de Michoacán la situación sobre el conocimiento de las especies es similar, ya que en general, los estudios realizados han permitido conocer relativamente bien la distribución de las especies dentro del estado, existe sin embargo incertidumbre sobre el rango geográfico y de hábitats que ocupan la mayoría de las especies en Michoacán y para prácticamente ninguna especie se cuenta con información precisa sobre su estado poblacional actual, incluyendo abundancia, ocurrencia estacional, uso de hábitat y estado de conservación dentro del territorio estatal; la carencia de información se debe por un lado, a la falta de interés y de especialistas, y por otro lado como resultado de sus hábitos nocturnos que limitan y dificultan los estudios poblacionales.

La carencia de información sobre los diferentes aspectos de historia de vida de las rapaces nocturnas es un vacío que limita no solo el entendimiento de la ecología de estas especies, sino que también dificulta la toma de decisiones sobre acciones de planeación y conservación de las especies y sus hábitats cuando así lo requieren. En este trabajo se presenta una síntesis del conocimiento hasta ahora acumulado sobre diferentes aspectos de la biología de Strigiformes en México y particularmente para el Estado de Michoacán, con base a un análisis de literatura y revisión de bases de datos nacionales e internacionales. Además de determinar las tendencias temáticas de estudio sobre este grupo en México, se analiza el alcance geográfico que han tenido los estudios en el estado como base para planear futuras investigaciones con este grupo de aves.



## II. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL:

Sintetizar el conocimiento generado sobre las rapaces nocturnas (Strigiformes) en México y particularmente el Estado de Michoacán.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar un análisis documental para determinar cuál es el conocimiento sobre el grupo en México y particularmente el estado de Michoacán.
- Realizar un análisis relativo al alcance geográfico que han tenido los estudios que reportan registros de Strigiformes en Michoacán.
- Analizar patrones de riqueza de especies a nivel de ecoregiones dentro del estado de Michoacán.

### III. MÉTODOS

#### 3.1. Análisis documental

Se realizó la búsqueda y revisión documental de literatura científica, gris y bases de datos en las bibliotecas virtuales de la UMSNH, UNAM, UAEM, la base de datos del laboratorio de Ornitología de la UMSNH, la base de datos del departamento de zoología de la UNAM, la fuente de información digital Avesmx, Averaves, Bioone, Redalyc, Sora, la revista Biocyt, la revista Huitzil, Revista Mexicana de Biodiversidad, Revista Biología tropical y las tesis depositadas en el laboratorio de Ornitología de la UMSNH.

Dentro de literatura científica se revisó la publicación “Bibliografía de las aves de México (1825-1992)” en la cual se hace una recopilación de las referencias bibliográficas sobre las aves de México en periodo arriba señalado (Rodríguez-Yáñez *et al.* 1994).

#### 3.2. Distribución de Strigiformes en el estado de Michoacán.

Además de la revisión de literatura, se obtuvieron datos de los registros de localidades de colecta científica y observaciones de especies con base a la consulta de bases de datos como la de la colección de aves del Laboratorio de Ornitología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la base de datos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, la base de datos AVESMX.net (Berlanga *et al.* 2008) donde se enlistan las especies reportadas en las AICAS y ANPs presentes en el estado de Michoacán, la base de datos de la Colección Nacional de Aves (UNIVIO 2010) de la facultad de Biología de la UNAM, la base de datos internacional de Averaves (<http://ebird.org>).

Con la información de los registros se elaboró una base de datos en Microsoft Excel (2007) que incluyó las coordenadas geográficas de cada registro, nombre de la especie, localidad de colecta o avistamiento, fecha, altitud, tipo de vegetación y fuente consultada. Esta base de datos fue exportada a un formato “Shape” compatible con un sistema de información geográfica en el programa arcGis 9.3

(ESRI 2008) en el cual los datos fueron proyectados espacialmente para su análisis dentro de los límites geográficos de Michoacán y en las ecorregiones del estado.

Una vez proyectados los puntos, se validó su correcta ubicación dentro del territorio estatal verificando que su ubicación correspondiera con la localidad de referencia; se incorporó la capa de las ecorregiones a nivel III propuestas por la CONABIO (2012) que corresponden las regiones fisiográficas descritas en el estudio de la biodiversidad de Michoacán (Villaseñor 2005).

Para determinar cuáles son las especies que se reportan como presentes en Michoacán se tomó como referencia la publicación de las aves de Michoacán (Villaseñor 2005), las especies reportadas por Howell y Webb (1995) con base a la distribución geográfica propuesta por estos autores y lo reportado para el estado con base a los registros de la colecta científica y reportes de localidades georeferenciadas para el estado.

La riqueza de especies se determinó tanto para el estado como para cada una de las ecoregiones nivel II reconocidas. Se determinó además de la riqueza, la proporción de registros acumulados por especie en cada ecoregión y la distribución geográfica de estos en el estado para conocer el alcance geográfico de los estudios realizados en la entidad.

Una vez compilado el listado de especies, se determinó cuáles de las especies se encuentran dentro de alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El orden taxonómico y nomenclatura de los nombres científicos de las especies que se muestran en este trabajo están en base a la American Ornithologists' Union (AOU) (1998).

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. ANÁLISIS DOCUMENTAL

De la búsqueda de información referente a estudios realizados en México sobre el orden de los Strigiformes, con base a las fuentes digitales consultadas se encontraron 837 citas sobre aves de México, de estas, sólo 19 (2.3%) hacen referencia al orden de los Strigiformes dentro de un periodo que comprende de 1993-2013. En la consulta de la publicación “Bibliografía de las aves de México (1825-1992), (Rodríguez-Yáñez *et al.* 1994), en la que se incluye una recopilación de 3534 publicaciones, sólo el 2.7% (98 publicaciones) se enfocan a estudios relacionados o mencionan a especies de Strigiformes.

Al conjugar la información encontrada de las diferentes fuentes digitales e impresas, arriba señaladas, se obtuvo un total de 116 citas correspondientes a 2.7% del total de las citas de aves de México sobre el orden Strigiformes, comprendiendo un periodo desde 1825 a 2013. El total de los trabajos publicados se incluyen dentro de trece temas de estudio (Cuadro 1), siendo la mayoría (43%), estudios sobre taxonomía, seguidos de estudios sobre distribución geográfica y dieta (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Frecuencia de estudios de Strigiformes en México (1825-2013) con respecto a diferentes temas de historia de vida de acuerdo a la clasificación temática de Rodríguez-Yáñez *et al.* 1994.

Categoría temática	No. de publicaciones	Porcentaje por categoría
Alimentación	15	12.9
Anatomía	1	0.8
Biología de especies	6	5.2
Censos	4	3.4
Distribución	23	19.8
Ecología	5	4.3
Listas	1	0.8
Migración	2	1.7
Parásitos	5	4.3

Plumajes y muda	1	0.8
Reproducción	2	1.7
Taxonomía	50	43.1
Técnicas	1	0.8

---

Del total de las citas de literatura revisadas, solo dos estudios hacen referencia al estado de Michoacán, uno realizado por Baker y Alcorn en 1953 “Shrews from Michoacán, México, found in Barn owl pellets” el cual se agrupa dentro de la categoría de alimentación, y el segundo, realizado por Ely y Crossin en 1972 “A northerly wintering record of the Elf owl (*Micrathene whitneyi*)” el cual se integra en la categoría de distribución.

#### **4.2. Registros de presencia de las especies de Strigiformes dentro de Michoacán.**

En la búsqueda de registros de colecta o avistamiento de Strigiformes se consultaron los estudios realizados por parte del Laboratorio de Investigación en Ornitología de la UMSNH, se encontraron y consultaron 20 trabajos de tesis (Anexo I), así como un artículo de Chávez-León (2005) (Anexo I) que en su totalidad se enfocan a inventarios biológicos, dentro de cuyos listados de especies presentan registros de Strigiformes para el estado.

Además de las fuentes arriba mencionadas, a partir de la consulta sobre registros de Strigiformes en las bases de datos de la colección del laboratorio de Ornitología de la UMSNH, la del departamento de zoología de la UNAM, la base de datos Avesmx y la base de datos Averaves. Se obtuvieron 257 registros derivados de colectas y reportes de avistamientos que en conjunto con lo reportado en la literatura arrojaron una lista de 20 especies para Michoacán (Cuadro 2). La compilación de los registros comprendió un periodo de entre 1933 a 2012.

Del total de especies reportadas, 15 (75%) se consideran residentes en el estado, tres (15%) son visitantes de invierno y dos (10%) tienen poblaciones residentes y migratorias (Cuadro 2). De acuerdo a la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010,

siete (35%) de las especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Especies de Strigiformes presentes en el estado de Michoacán, estacionalidad, estado de riesgo y referencias de los registros derivadas a partir de la consulta de literatura y bases de datos nacionales e internacionales.

<b>Especies</b>	<b>Estacionalidad<sup>2</sup></b>	<b>Estado de riesgo<sup>3</sup></b>	<b>Referencia<sup>1</sup></b>
<i>Tyto alba</i>	R		1,4,8,12,13,15,16,19,21,23
<i>Psilosops flammeolus</i>	R/VI	A	1,10,12,14,20,23
<i>Megascops kennicottii</i>	R		1,3,23
<i>Megascops asio</i>	R	Pr	1,10,18,19,21
<i>Megascops seductus</i>	R	A	1,15,16,19,23,24
<i>Megascops cooperi</i>	R	Pr	1,23
<i>Megascops trichopsis</i>	R		1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,17,19,20,22,23
<i>Megascops guatemalae</i>	R		1,23
<i>Bubo virginianus</i>	R		1,3,6,8,11,16,17,19,20,21,22,23
<i>Glaucidium gnoma</i>	R		1,2,3,8,9,12,14,17,19,20,25
<i>Glaucidium palmarum</i>	R	A	1,8
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R		1,4,5,7,8,10,11,12,15,16,18,19,21,22,24
<i>Micrathene whitneyi</i>	R,VI		1,8,16
<i>Athene cunicularia</i>	VI		1,10,12,21
<i>Ciccaba virgata</i>	R		1,2,5,7,8,9,12,15,18,19
<i>Strix occidentalis</i>	R	Pr	1
<i>Strix varia</i>	R		1
<i>Asio otus</i>	VI		1,3,12,19,21
<i>Asio flammeus</i>	VI	Pr	1,5,12
<i>Aegolius acadicus</i>	R		1,3,12,17,19

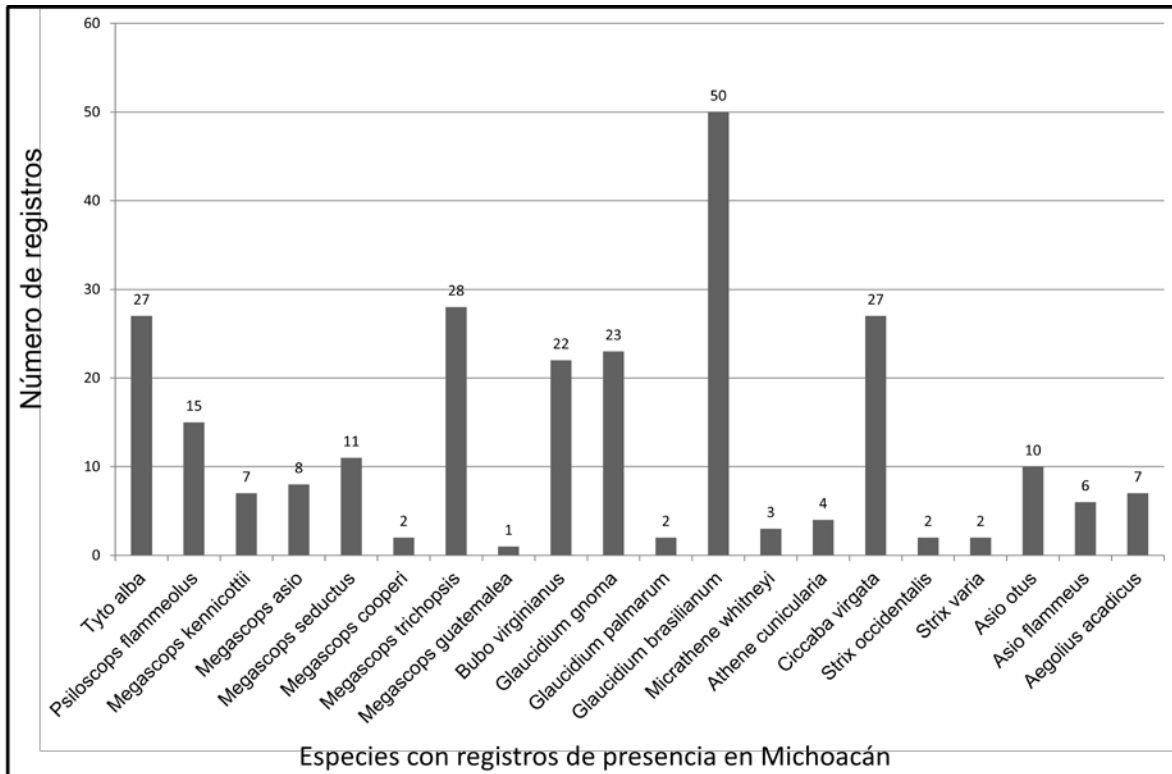
<sup>1</sup>Referencias de los registros: (Ver Anexo I)

<sup>2</sup>La estacionalidad se tomó de acuerdo a Howell y Webb (1995) y Navarro y Peterson (2007): Residente (R), Visitante de invierno (VI) y Migrante transitorio (T).

<sup>3</sup>Para determinar el estatus de conservación se siguieron los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr).

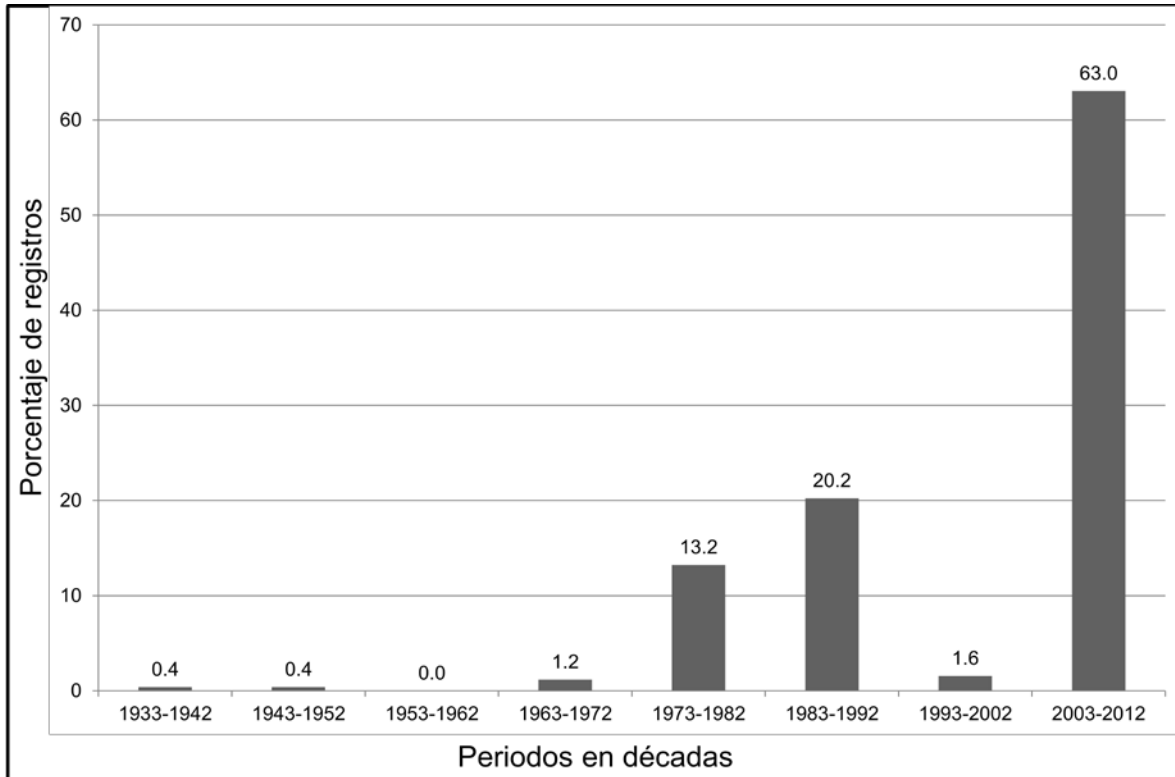
\*Nota: El arreglo taxonómico es de acuerdo a la clasificación del Comité de la Unión Americana de ornitología (AOU) de Clasificación y nomenclatura de las aves de Norteamérica ("Comité de Clasificación de Norteamérica", NACC)

El rango del número de registros por especie varió desde 1 a 50 (Fig. 1). La especie con mayor proporción de registros para el estado fue *Glaucidium brasilianum* con 19.5% del total (n=257), seguido por *Megascops trichopsis* con 10.9% y *Ciccaba virgata* y *Tyto alba* con 10.5%; las especies con menor proporción de registros fueron *Glaucidium palmarum*, *Strix occidentalis*, *Megascops seductus*, *Megascops cooperi* con 0.8% respectivamente y *Megascops guatemalae* con solo 0.4%.



**Figura 1.** Número de registros por especie para el estado de Michoacán.

Los registros de colecta o avistamiento comprenden un periodo desde 1933 hasta el 2012, sin embargo, el 63% del total de los registros se han acumulado en la última década, entre los años 2003 a 2012 y provienen en su mayoría de estudios de inventarios de aves terrestres (Fig. 2).



**Figura 2.** Porcentaje de la distribución de registros de especies de Strigiformes para el Estado de Michoacán en periodos de décadas desde 1933 a 2012.

Al analizar la riqueza por ecorregión con base a los registros de distribución de especies de Strigiformes se observa una variación de 5 a 17 especies entre las diferentes ecoregiones reconocidas en el estado (Cuadro 4).

La ecorregión con mayor riqueza de especies es la del Sistema Neovolcánico Transversal con 17 especies (85%), seguida de la Depresión del Balsas con 14 (70%), con la ecorregión con menor riqueza siendo la denominada Planicie Costera con 5 especies (25%) (Cuadro 4).

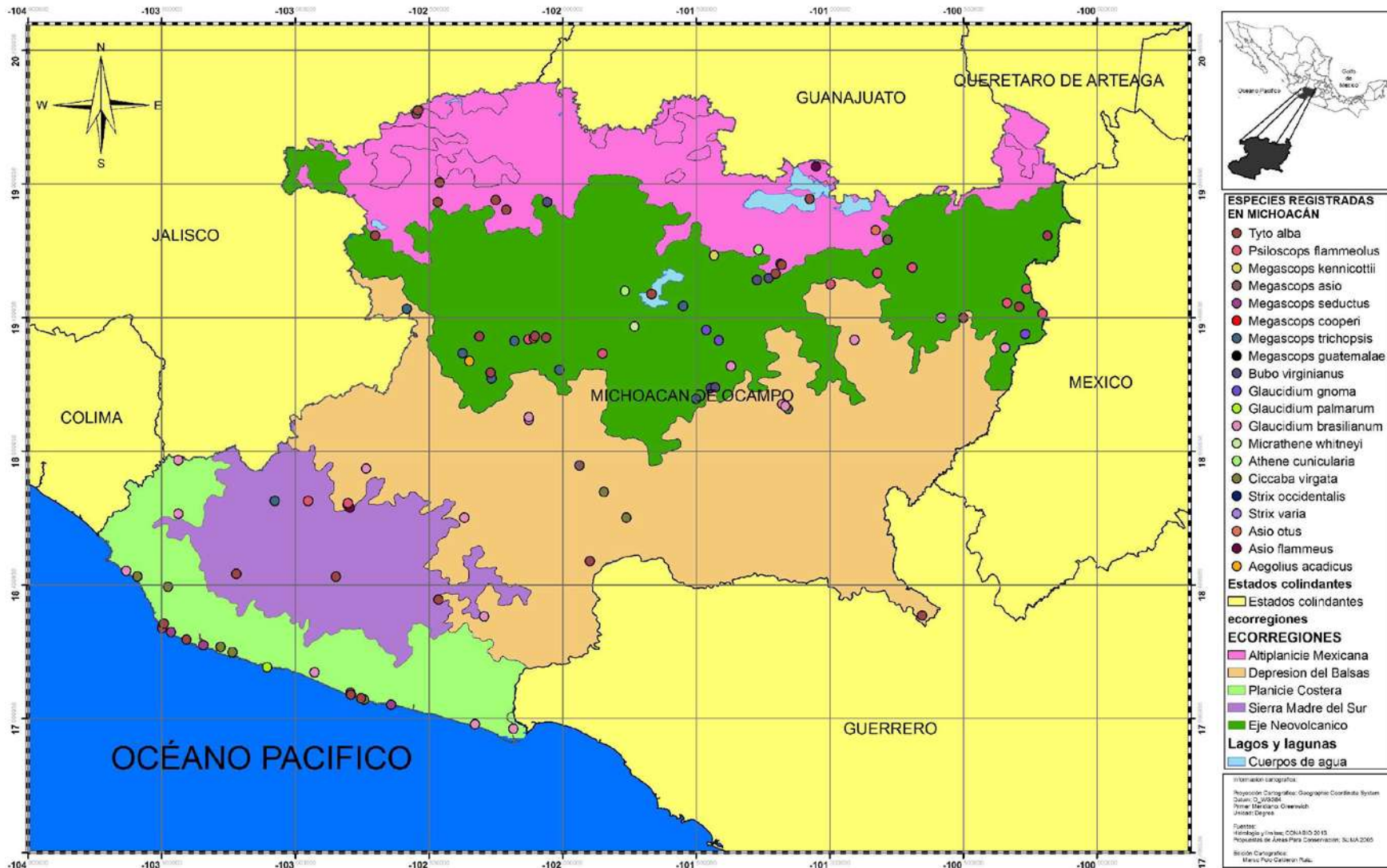


**Cuadro 3.** Especies presentes en las cinco ecoregiones reconocidas dentro del estado de Michoacán con base a los registros encontrados de la revisión de literatura y bases de datos. Las ecorregiones son: Altiplanicie Meridional (AM), Sistema Neovolcánico Transversal (SN), Depresión del Balsas (DB), Sierra Madre del Sur (SM), Planicie Costera (PC).

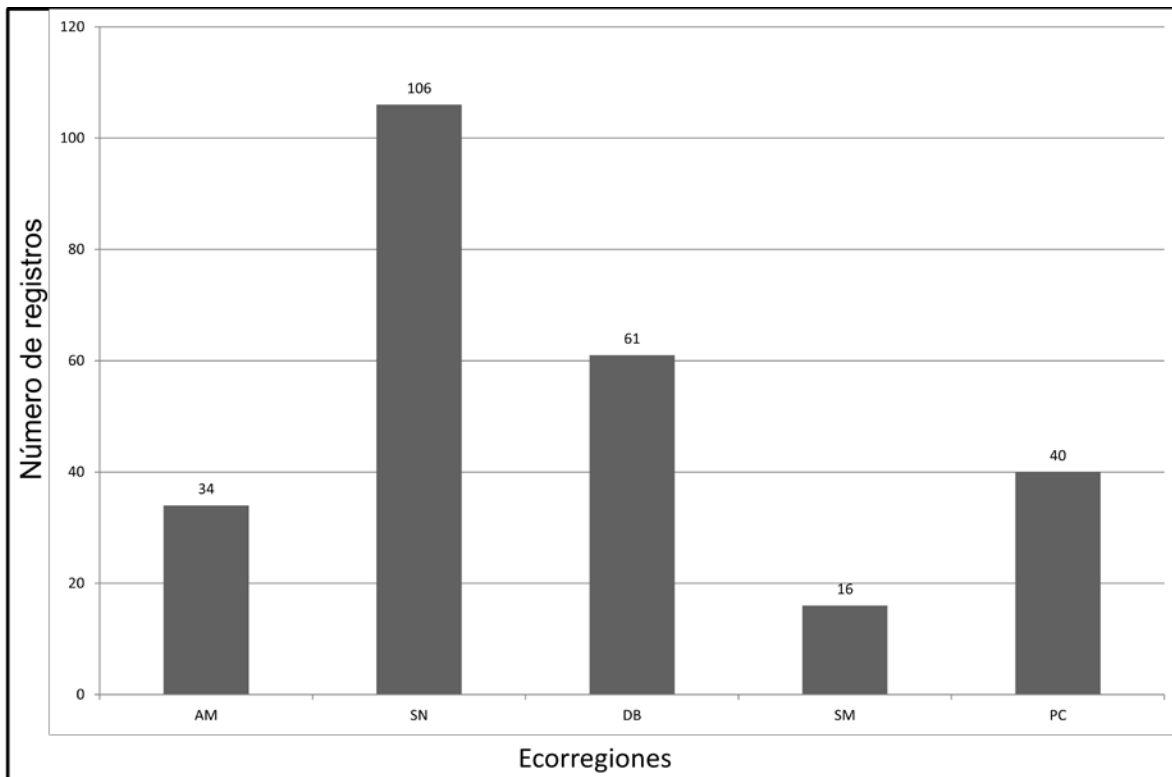
Especies	Ecorregiones de Michoacán				
	AM	SN	DB	SM	PC
<i>Tyto alba</i>	x	x	x	x	x
<i>Psiloscoops flammeolus</i>	x	x	x	x	
<i>Megascops kennicottii</i>	x	x	x		
<i>Megascops asio</i>	x	x	x		
<i>Megascops seductus</i>		x	x		x
<i>Megascops cooperi</i>		x			
<i>Megascops trichopsis</i>	x	x	x	x	
<i>Megascops guatemalae</i>				x	
<i>Bubo virginianus</i>	x	x	x	x	
<i>Glaucidium gnoma</i>	x	x	x	x	
<i>Glaucidium palmarum</i>				x	x
<i>Glaucidium brasilianum</i>	x	x	x	x	x
<i>Micrathene whitneyi</i>		x	x		
<i>Athene cunicularia</i>	x	x	x		
<i>Ciccaba virgata</i>		x	x	x	x
<i>Strix occidentalis</i>		x			
<i>Strix varia</i>		x			
<i>Asio otus</i>	x	x	x	x	
<i>Asio flammeus</i>	x		x		
<i>Aegolius acadicus</i>	x	x			
Riqueza	12	17	14	10	5
(%) Riqueza	60.0%	85.0%	70.0%	50.0%	25.0%

Con base a los registros de localidades georeferenciadas, se observa una distribución de los puntos de registro en todo el estado habiendo, sin embargo hay áreas extensas donde no hay presencia de registros (Fig. 3).

**Figura 3.-** Distribución de los puntos de registro (colecta o avistamiento) de Strigiformes en el estado de Michoacán.



El número de registros por ecorregión varió de 16 a 106 (Fig. 4), siendo el Sistema Neovolcánico Transversal la ecorregión donde más registros se han reportado (41.2%), con la Sierra Madre del Sur la que presenta el menor número de registros (6.2%).



**Figura 4.-** Número de registros históricos de Strigiformes por ecorregión en el estado de Michoacán. Donde AM = Altiplano meridional, SN = Sistema Neovolcánico Transversal, DB = Depresión del Balsas, SM = Sierra Madre del Sur y PC = Planicie Costera.

El número de registros por especie varió dentro de cada ecorregión (Cuadro 5). De acuerdo a lo obtenido, en la ecorregión denominada Altiplanicie Meridional la especie más frecuentemente reportada fue *Tyto alba*, en el Sistema Neovolcánico transversal es *Megascops trichopsis*, en la Depresión del Balsas es *Glaucidium brasilianum*, en la Sierra Madre del Sur es *Megascops trichopsis* y en la Planicie Costera *Glaucidium brasilianum*.

**Cuadro 4.** Número y porcentaje (%) de registros de strigiformes encontrados por especie para cada ecorregión en el estado de Michoacán.

Especie	Ecorregiones en Michoacán				
	AM	SN	DB	SM	PC
<i>Tyto alba</i>	<b>9 (26.5%)</b>	7(6.6%)	4(6.6%)	2(12.5%)	5(12.5%)
<i>Psilosops flammeolus</i>	1(2.9%)	10(9.4%)	2(3.3%)	2(12.5%)	
<i>Megascops kennicottii</i>	1(2.9%)	5(4.7%)	1(1.6%)		
<i>Megascops asio</i>	3(8.8%)	2(1.9%)	3(4.9%)		
<i>Megascops seductus</i>		2(1.9%)	2(3.3%)		7(17.5%)
<i>Megascops cooperi</i>		2(1.9%)			
<i>Megascops trichopsis</i>	2(5.9%)	<b>17(16%)</b>	6(9.8%)	<b>3(18.8%)</b>	
<i>Megascops guatemalae</i>				1(6.3%)	
<i>Bubo virginianus</i>	2(5.9%)	16(15.1%)	3(4.9%)	1(6.3%)	
<i>Glaucidium gnoma</i>	2(5.9%)	15(14.2%)	4(6.6%)	2(12.5%)	
<i>Glaucidium palmarum</i>				1(6.3%)	1(2.5%)
<i>Glaucidium brasilianum</i>	5(14.7%)	8(7.5%)	<b>21(34.4%)</b>	2(12.5%)	<b>14(35%)</b>
<i>Micrathene whitneyi</i>		1(1%)	2(3.3%)		
<i>Athene cunicularia</i>	2(5.9%)	1(1%)	1(1.6%)		
<i>Ciccaba virgata</i>		7(6.6%)	6(9.8%)	1(6.3%)	13(32.5%)
<i>Strix occidentalis</i>		2(1.9%)			
<i>Strix varia</i>		2(1.9%)			
<i>Asio otus</i>	3(8.8%)	4(3.8%)	2(3.3%)	1(6.3%)	
<i>Asio flammeus</i>	2(5.9%)		4(6.6%)		
<i>Aegolius acadicus</i>	2(5.9%)	5(4.7%)			

## V. DISCUSIÓN

El análisis documental realizado en este trabajo corrobora la situación del pobre conocimiento que existe sobre Strigiformes en México con menos del 3% del total de estudios reportados sobre las aves de México. La situación anterior fue también evidenciada en un análisis realizado por Valencia-Herverth (2012) quien destaca la existencia de una pobre documentación de los atributos de historia de vida de la mayoría de las especies de tecolotes de México, indicando además que los estudios abarcan apenas unas cuantas especies.

Dentro de los trece temas identificados y propuestos por Rodríguez-Yañez et al. (1994) destacan en número los estudios dedicados a taxonomía, seguidos por los de distribución geográfica, temas que por la propia historia de desarrollo del conocimiento de la avifauna de México no es de sorprender que fueron los más abordados, pues eran los temas de interés de los naturalistas que se incluyen durante las expediciones de colecta científica a finales del siglo XIX y principios del XX en México (poner citas).

La escases o inexistencia de estudios en los temas restantes presentados en el cuadro 1 no es privativo del grupo de strigiformes, pues el grueso del desarrollo de la ornitología mexicana tiene apenas unas tres décadas, donde a partir de la incorporación de ornitólogos mexicanos principalmente a partir de la década de los 80s, en instituciones de investigación, se hace manifiesto un repunte en las investigaciones en el país (Rodríguez-Yañez et al 1994, Valencia-Herveth 2002).

Para el caso de los strigiformes, lo anterior se hace evidente al observar que el patrón de acumulación de registros de colecta y avistamientos en Michoacán tiene dos momentos importantes, el primero entre las décadas de 70s hasta los 90s, coincidiendo con los inicios de la entonces escuela de Biología de la UMSNH en la que profesores pioneros junto con estudiantes, iniciaron la colección científica de aves en un importante esfuerzo, realizando inventarios y listados tanto locales como

regionales de la avifauna en Michoacán. Entre los primeros estudios de inventarios destacan los de Villaseñor-Gómez (1985) sobre la avifauna de la región de Zicuiran y el de Villaseñor-Gómez (1988) sobre la avifauna costera, ambos trabajos siendo pioneros, desarrollados apenas en la década de los 80s. El segundo momento de acumulación de registros se encuentra hasta esta última década entre el 2000 a 2013 cuando se tienen más del 60% de los registros totales reportados en las diferentes fuentes de información. Esto obedece a un periodo de realización de nuevos estudios y rescate de información (Villaseñor-Gómez y Villaseñor-Gómez 2005) que derivó en la generación de bases de datos actualizadas con la información adicional generada de nuevos estudios emprendidos a finales de los 90s y a partir del 2000 a la fecha como se ve en el cuadro 2.

La ausencia de publicaciones en revistas científicas especializadas en el caso particular de Michoacán era de esperarse, pues como se mencionó anteriormente, no fue sino a partir de los 80s que se empieza a generar información, como se muestra en las 20 tesis de licenciatura producto de los estudios realizados en el Laboratorio de Investigación en Ornitología de la Facultad de Biología de la UMSNH, y trabajos adicionales reportados arriba principalmente a manera de inventarios avifaunísticos. El análisis deja en claro que aunque se ha generado conocimiento sobre la distribución de especies en el estado, se carece aún de información demográfica y de atributos de historia de vida por lo que no es posible tener un panorama preciso de la situación poblacional actual de los tecolotes y lechuzas en México y Michoacán, como tal es urgente estudios de este tipo para conocer el estado de conservación de las especies.

El análisis documental arrojó una riqueza de 20 especies de Strigiformes en Michoacán, coincidiendo con la riqueza reportada por Villaseñor (2005) en la publicación de la biodiversidad de Michoacán, estudio de estado y difiriendo por otro lado con lo que se obtuvo a partir de los mapas de distribución en la guía de Howell y Webb (1995) de la que se generó una lista de 18 especies, al igual que de lo reportado por Navarro y Peterson (2007). Lo cual se debe a cambios en la taxonomía

de las especies ya que actualmente se considera que la distribución de *Megascops asio* en México se encuentra en la parte noreste del país en la vertiente del golfo (Howell y webb 1995, Navarro y Peterson 2007). En el mismo caso *Megascops cooperi* presenta una distribución en el sureste de la república Mexicana en la vertiente del pacífico en los estados de Oaxaca y Chiapas (Howell y webb 1995, Navarro y Peterson 2007), por lo que la presencia de estas dos especies dentro del estado sería omitida lo cual nos deja una riqueza de 18 especies de strigiformes en el territorio estatal.

A un nivel de ecorregiones, se encontró la riqueza más alta de especies en el Sistema Neovolcánico Transversal (SN), coincidiendo con los patrones de alta riqueza de especies y alto nivel de endemismos reportados para aves (Moore 1945, Villaseñor 2005) y plantas (Rendowski 1981), autores que coinciden en que la alta diversidad biológica en esta región montañosa seguramente se debe a la mayor heterogeneidad ambiental y de hábitats, incluyendo los hábitats transicionales o ecotonos que colindan entre ecoregiones.

El análisis por ecoregiones puso en evidencia también, que es necesario realizar estudios para corroborar la presencia de especies en algunas regiones. Por ejemplo, en la ecorregión denominada Altiplanicie Meridional (AM), de acuerdo a la distribución de especies en Howell y Webb (1995) deberían estar presentes *Micrathene whitneyi*, *Strix occidentalis* y *Strix varia*, sin embargo no se encontraron reportes de colecta o avistamiento de estas especies en las fuentes consultadas que cotejen su distribución en esta ecorregión. Las últimas dos especies son más bien afines a bosques templados propios del Sistema Volcánico y Sierra Madre del Sur, por lo que su presencia en el Altiplano se sospecha como dudosa, al menos que se pudieran encontrar en las partes altas de los cerros donde aún queda bosque de coníferas y encinares. La distribución de *Micrathene whitneyi* por otra parte coincide con los hábitats áridos y semiáridos propios del Altiplano, pero es necesario realizar muestreos sistemáticos para corroborar su presencia, ya que esta especie mientras es residente permanente hacia el norte de México, en Michoacán se considera como visitante invernal en la zona. En contraste, se encontraron registros para *Glaucidium*

*brasilianum* y *Megascops asio* que de acuerdo a Howell y Webb (1995) no están presentes en esta ecorregión. Los registros de estas dos especies requieren sin embargo ser cotejados, ya que el primero podría ser confundido con *Glaucidium gnoma* y el segundo como ya se a mencionado podría ser descartado ya que de acuerdo a los cambios en la taxonomía (AOU 1998) *Megascops asio* queda distribuido hacia el noreste de México en la vertiente del Golfo (Howell y Webb 1995, National Geographic 2011 y Navarro y Peterson 2007).

Para el Sistema Neovolcánico Transversal (SN) no se encontraron registros de presencia de *Asio flammeus* pero si para *Megascops seductus*, *M. asio* y *M. Cooperi*, especies que de acuerdo a Howell y Webb no se presentan en esta ecoregión. Aquí igualmente los registros requieren de actualizarse conforme a los últimos cambios taxonómicos, pues como se mencionó anteriormente, *M. asio* se distribuye hacia el noreste de México, mientras que *M. seductus* se propone como nueva especie en la región de la Depresión del Balsas, derivada del complejo de *M. kennicottii* (Howell y Webb 1995, AOU 1998), al igual que *M. cooperi*, que se distribuye en la vertiente del Pacífico, a partir de Oaxaca hacia Centroamérica (Howell y Webb 1995, Navarro y Peterson 2007).

Para el caso de la Depresión del Balsas no se obtuvieron registros de presencia para *Glaucidium palmarum* pero si para *Psilosops flammeolus*, *Megascops kennicottii*, *M. asio*, y *Glaucidium gnoma*. La ausencia de *Glaucidium palmarum* en la DB puede deberse de igual manera, más bien a los cambios taxonómicos (Howell y Webb 1995, AOU 1998.) ya que actualmente se reconocen más especies dentro de lo que anteriormente sólo se consideraba solamente a *G. brasilianum*, (AOU 1998) dejando la distribución de *G. palmarum* más bien restringida hacia la Planicie costera. En el caso de las otras cuatro especies que se asocian más bien con hábitats templados de montaña, los registros encontrados se ubican hacia las zonas transicionales entre la DB y SN donde se encuentran los bosques mixtos de encino-pino y encino-selva baja, tal es el caso para *Psilosops flammeolus* y *Megascops kennicottii*.

Para la parte de la Sierra Madre del Sur (SM) Howell y Webb (1995) incluyen la presencia de *Megascops seductus*, *Micrathene whitneyi*, *Athene cunicularia*, *Strix*



*occidentalis* y *Aegolius acadicus*, sin embargo debido a la escala gruesa de sus mapas de distribución los registros de colecta u observaciones obtenidos en la revisión no confirman la presencia de estas especies en esta ecoregión. En las tierras altas donde se ubican los bosques de coníferas y encinares, cabe la posibilidad de encontrar a *S. occidentalis* y *S. varia*, dos especies raras para las cuales la información de presencia es más bien anecdótica por lo que se requiere de confirmar su presencia en el estado. Se encontraron por otra parte registros para *Megascops guatemalae*, especie que se asocia más bien hacia la Planicie Costera.

Finalmente, en la Planicie Costera (PC) de lo reportado por Howell y Webb (1995) no se encontraron registros de la presencia de, *Megascops guatemalae*, *Bubo virginianus* y *Athene cunicularia*, pero si para *Megascops seductus*.

Es claro que existe que la información de registros de colecta y avistamientos reportados es insuficiente por lo que hay necesidad de realizar estudios intensivos adicionales sobre el grupo en todas las ecoregiones del Estado para aclarar su distribución geográfica y obtener información sobre la situación actual de sus poblaciones puesto que hay un gran vacío de información para todas las especies.

Se hizo evidente que la mayor parte de los registros se concentraron en el Sistema Neovolcánico Transversal (41.2%), situación que seguramente puede explicarse posiblemente, por un lado a razones logísticas, ya que las localidades de estudio revisadas de las tesis se ubican en buen número relativamente cercanas a la Ciudad de Morelia, sede del Laboratorio de Ornitología y en segundo lugar posiblemente a la dificultad de acceso en otras regiones por cuestiones de seguridad.

Este análisis documental, confirma que la información de la biología de las especies de Strigiformes es escasa en general y aunque se cuenta con información sobre la distribución geográfica, hay aún imprecisiones al menos en lo que refiere a su distribución geográfica general y a nivel de las ecoregiones. La información sobre la que hoy en día se confía más con respecto a la distribución, reside en las guías de campo como las de Howell y Webb (1995), no obstante, debido a la escala de sus mapas, hay incongruencias con respecto al análisis realizado para este trabajo por lo

que es necesario realizar estudios en las diferentes ecorregiones y hábitats para determinar con mayor precisión la distribución, la preferencia de hábitat y estado actual de las poblaciones. La generación de conocimiento del grupo es necesaria y urgente para algunas especies como las que se incluyen en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para generar las herramientas necesarias que ayuden a planificar adecuadamente los programas de protección y conservación de las diversas especies de rapaces nocturnas presentes en Michoacán.

## VI. CONCLUSIONES

- Se encontraron 116 publicaciones científicas (1825-2013) que hacen referencia a estudios específicos sobre el orden de los Strigiformes en México.
- El 43% de las publicaciones encontradas para el país se engloba dentro de la categoría de Taxonomía.
- De las 116 publicaciones, dos hacen mención a estudios realizados en Michoacán.
- Se encontró un total de 257 registros de colecta o avistamiento dentro del estado de Michoacán comprendiendo un periodo de entre 1933 a 2012.
- La especie que presentó el mayor número de registros (19.5%) dentro del estado fue *Glaucidium brasilianum*.
- El Eje Neovolcánico fue el que presentó la mayor riqueza de especies (17) y mayor número de registros (41%) dentro del estado.
- La Planicie Costera presentó la menor riqueza de especies (5).
- La ecorregión que presentó el menor número de registros (16) fue la Sierra Madre del Sur.
- Entre 2003-2012 se han generado la mayor cantidad de registros de rapaces nocturnas (63%) en Michoacán.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Balboa P.A. 1995. Avifauna de la Ciénega de Chapala en el estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Alvarado-Aragón E. 2003. Aves de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- American Ornithologists' Union (AOU) 1998. Check-list of North American Birds, 7th edition and its supplements 44-54. Revisada en: <http://www.aou.org/checklist/north/print.php> (consultada en junio 2014).
- Antaramián H., E. y G. Correa P. 2003. Fisiografía. Pp 42-46. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaria de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda edición. Editora EDDISA, México. 308pp.
- Averaves 2012. averaves version 2. CONABIO, NABCI, The Cornell Lab of Ornithology y Audubon. México. <http://averaves.org> (consultado 20 de agosto de 2012).
- Avesmx 2012. Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. [www.avesmx.net](http://www.avesmx.net) (consultado en noviembre 2012)
- Barajas-López F.C. 1994. Lista comentada de la avifauna de la región del temazcal, Michoacán, México: una zona de transición. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

- Carrillo-Acevedo I. 2007. Riqueza avifaunística del área natural protegida los chorros del varal municipio de los Reyes Michoacán. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Chávez -León G. 2005. Riqueza de aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57523202> > ISSN 0065-1737 (consultada el 1 de Noviembre de 2012).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012. México, DF. <http://www.conabio.gob.mx/> (Consultada el 1 de Julio de 2012)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) 2012. <http://www.conafor.gob.mx/web/> (consultada el 24 de enero 2013).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2012. <http://www.conanp.gob.mx/> (consultado el 05 de abril de 2013).
- Environmental Systems Research Inc. ( ESRI). 2008. ArcView GIS Ver. 9.3. ESRI. New York, EUA.
- Flores-González B. 2005. Avifauna reproductiva del matorral subtropical en el bajío de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Gamiño-Molina K.Y. 2010. Diversidad y abundancia de especies de aves en el predio la alberca, municipio de Uruapan, Michoacán. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- García-Peña I.N. 2012. Aves residentes de la microcuenca del rio chiquito, municipio de Morelia: riqueza, estacionalidad, distribución y conservación. Tesis de

- licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Hernández-Maya M.C. 2010. Diversidad avifaunística en agroecosistemas dedicados al cultivo de aguacate en la región de Uruapan, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Herrera-Rodríguez E. 2010. Diversidad avifaunística en agroecosistemas de la cuenca baja de Cuitzeo, Michoacán. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Howell S. N. G. y Webb S. 1995. A Guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE) 2008. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. Metadatos [www.conabio.gob.mx/informacion/gis/](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/) (consultado 20 de noviembre de 2012).
- Linkhart B.D. y R.T. Reynolds. 1994. *Peromyscus* carcass in the nest of a Flammulated Owl. *J. Raptor Res* 28:43–44.
- McCallum A. 1994. Flammulated Owl (*Otus flammeolus*). In *The Birds of North America*, no. 93 (A. Poole and F. Gill, Eds.). Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and American Ornithologists' Union, Washington, D.C.
- Mandujano-Chávez G. 1997. Las especies de aves terrestres que se reproducen en el estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

- Mejía M. 1992 Avifauna de la Región Sureste de la Depresión del Balsas, en el Estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Méndez-Robles M. 1997. Contribución al conocimiento de las aves de la región de Tacámbaro, centro del estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Moore, R.T. 1945. The Transverse Volcanic Biotic Province of central México and its relationship to adjacent provinces. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.
- National Geographic 2011. Field Guide to the birds of north America. Sexta edición.
- Navarro, A. G., & H. Benítez. 1993. Patrones de distribución y riqueza de las aves de México. Pp. 45-53 en Flórez V., O., y A. Navarro S. (eds.). Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, No. Especial 7, UNAM, México D.F., México.
- Navarro, A.G. y A.T. Peterson. 2007. Mapas de las aves de México basados en WWW. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CE015. México, DF. <[www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15)>(consultado 20 de octubre de 2011).
- Pérez-Magaña J.C. 2012. Monitoreo de las poblaciones de aves de la reserva de la biosfera mariposa monarca, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Rodríguez-Yáñez, C.A., R.M. Villalón C. y A.G. Navarro S. 1994. Bibliografía de las Aves de México (1825-1992). Publicaciones especiales del Museo de Zoología, No. 8. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF.
- Rzedowski, J. 1981 Vegetación de México. Ed. Limusa, México D.F.

Salas P. 1986 Las aves de la sierra Purépecha del Estado de Michoacán. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

SEMARNAT (Secretaria 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. México, DF (30 de diciembre de 2012).

Sosa-Gutiérrez N. 1996. Caracterización de la avifauna en parches de vegetación en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Sosa-Gutiérrez N. 2002. Efectos de la tala selectiva en las comunidades de aves en la sierra de Coalcomán. Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Soto-Rojas O. 2003. Avifauna de la presa la Mintzita, municipio de Morelia, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

SUMA 2010, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente.

UNIVIO 2010 Unidad de Información para la Biodiversidad del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Biología, Circuito exterior S/N Ciudad Universitaria C.P. 04510. [www.unibio.unam.mx](http://www.unibio.unam.mx) (consultado en 21 de noviembre 2012).

Villalón-Calderón R.M. 1990. ANÁLISIS ALTITUDINAL DE LA AVIFAUNA DEL TRANSECTO TANCÍTARO-PARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO. Tesis de



licenciatura, Lab. Ornitología UMSNH, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Villaseñor-Gómez J. F. 1988. Aves costeras de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Villaseñor-Gómez J.F. 2005, La Biodiversidad en Michoacán: estudio de estado, Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2005. 266p

Villaseñor-Gómez L.E. 1985. Avifauna de la presa Zicuirán, depresión del balsas inferior, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Lab. Ornitología UMSNH, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

## **CAPÍTULO II.**

### **ANÁLISIS DE VACIOS Y OMISIONES EN LA CONSERVACIÓN DE TECOLOTES (STRIGIDAE) CON RESPECTO A LAS AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO.**

## RESUMEN

Los tecolotes (Strigidae) son un grupo de aves poco estudiado en nuestro país. La mayoría de las especies se consideran sensibles a la pérdida de hábitat por el cambio de uso de suelo. En el presente estudio, se realizó un análisis de vacíos y omisiones de conservación de las especies de tecolotes que se reportan en el estado de Michoacán. Se generaron modelos de la distribución potencial de especies con apoyo de MAXENT y análisis de distancias euclidianas que fueron utilizados para identificar tanto los vacíos como omisiones en la conservación tanto a nivel de riqueza como a nivel de especies individuales. Para determinar omisiones de conservación, se utilizó un criterio de 18% de representatividad de la distribución de las especies dentro de las áreas naturales protegidas (ANPs) para considerar a una especie como bien cubierta. Además de las ANPs, se utilizaron otras propuestas de conservación adicionales (AICAs y propuesta del sistema de áreas de conservación de Michoacán) para evaluar su contribución en la conservación de especies. De 14 especies de tecolotes analizadas, ninguna alcanzó el 18% de representatividad dentro de las ANP del estado. Las especies consideradas en riesgo se encuentran entre las de menor representatividad dentro de las ANPs. Los polígonos de las ANP no coinciden en general con las áreas de mayor riqueza de especies de tecolotes, las cuales se ubican hacia el Eje Neovolcánico y región del Bajío. Los resultados indican una necesidad urgente de incluir mayor superficie bajo protección en el estado; las AICAs y área de conservación identificadas en el estado cubrirían de manera satisfactoria las necesidades de conservación de especies por lo que es urgente promover estas iniciativas a un nivel de reconocimiento oficial para asegurar la conservación de tecolotes en el estado de Michoacán.

## ABSTRACT

### **CONSERVATION GAPS AND OMISSIONS IN THE CONSERVATION OF OWLS (STRIGIDAE) WITH RESPECT TO THE EFFICIENCY OF NATURAL PROTECTED AREAS IN THE STATE OF MICHOACÁN, MEXICO.**

Within birds, owls (Strigidae) are a group that has remain largely understudied in Mexico. Most species are considered sensitive to habitat loss as a result of land use change. In the present study, we performed a gap and conservation omission analysis to determine the efficiency of the natural protected areas network (NPA's) in the protection of species within the state of Michoacan. Based on georeferenced records, we generated models of the potential distribution of 14 species with the support of MAXENT software and analysis of Euclidean distances. To determine conservation omissions we used a criteria of 18% representation of the distribution of any given species within NPA to consider them well represented. Additionally we used other conservation proposals such as the important bird areas to assess their contribution to species conservation for both individual species and overall species richness. We found that none of the 14 species analyzed reached the 18% representation within the NPA network. The species considered at risk were among those with lowest representation. Regions with highest owl species richness are poorly represented within the NPA. High species richness areas are located mostly at the Neovolcanic mountain system and the Mexican plateau, mainly along transitional areas. The results of this analysis highlights the need of promoting conservation of larger forest surface under a protection regime to ensure the conservation of owl species in Michoacán.

## I. INTRODUCCIÓN

La pérdida de la diversidad biológica es un factor que actualmente se ha incrementado drásticamente, debido principalmente al deterioro y la sobreexplotación de los recursos, ya sea de forma legal o ilegal. Ante esta situación tanto los gobiernos como diversas organizaciones han tratado de contener el deterioro ambiental proponiendo diversas acciones con las que se pretende lograr conservar la biodiversidad (Challenger 1998).

Una de las estrategias más extendidas a nivel mundial, es el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP); estas, se considera juegan un papel primordial no sólo para la protección de la biodiversidad, sino también para asegurar el mantenimiento de procesos ecológicos y evolutivos. Como consecuencia del crecimiento demográfico y el incremento del deterioro ambiental, las ANP se consideran sin duda como vitales en los esfuerzos de conservación (Rodrigues *et al* 2003).

En México, las primeras áreas protegidas que se decretaron fueron no con la intención de conservación de la biodiversidad, sino más bien para fines recreativos, por su belleza escénica o por oportunidad, por lo que entonces no cumplían necesariamente con los criterios hoy reconocidos para preservar la biodiversidad. Algunas de estas áreas se encuentran hoy en día prácticamente en el abandono, sin planes de manejo, con altos niveles de deterioro y sin realizarse acciones para su protección. Para algunas áreas, los decretos han sido derogados y sus polígonos actualizados con la finalidad de lograr un mejor funcionamiento. Actualmente, el sistema de áreas naturales protegidas ha crecido significativamente en México (12.9% del territorio nacional), sin embargo, la pérdida de la diversidad biológica continúa (CONABIO 2012).

Michoacán ocupa el lugar número 16 a nivel nacional con respecto a su extensión con una superficie de 58,599 km<sup>2</sup>, es sin embargo uno de los estados con menor superficie bajo el esquema de áreas naturales protegidas (SUMA 2010). Dentro de su territorio se cuenta actualmente con 10 ANPs de carácter federal (CONANP 2013)

y 36 de carácter estatal (SUMA 2013), las cuales ocupan 3,955 km<sup>2</sup> equivalentes al 6.7% de la superficie del estado. Dentro de las ANPs más importantes del estado por la extensión que ocupan, resaltan dos de carácter federal, siendo la Reserva de la Biosfera de Zicuirán-infiernillo la más importante con una extensión de 2,651.2 km<sup>2</sup>; dentro de esta reserva se preserva uno de los ecosistemas más frágiles y de mayor riesgo, como son las selvas secas (Selva baja caducifolia y subcaducifolia) las cuales ocupan el 75% del territorio de la reserva, dentro de esta reserva también se pueden observar otras asociaciones vegetales como el bosque espinoso, bosque de encino, palmar y el bosque de galería (CONANP 2012). La segunda ANP más importante del estado es la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca con una extensión de 560 km<sup>2</sup>, la función principal de esta reserva es proteger el hábitat de invernación de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), preservando una gran cantidad de bosques (Bosque de Pino, Encino, Cupressus, Abies-Pinus, Abies-Cupressus, Pinus-Abies y Quercus-Pinus.) dentro de su extensión (CONANP 2012). El área que ocupan estas dos ANPs constituyen el 81% (3,211.2 km<sup>2</sup>) del total de territorio del estado bajo protección. Las 44 ANPs federales y estatales restantes que se encuentran dentro del estado tienen una extensión muy pequeña y en conjunto ocupan solo el 19% (743.8 km<sup>2</sup>) del territorio estatal bajo protección y en su mayoría son zonas sujetas a preservación ecológica y parques urbanos, por lo que el impacto que tienen en la conservación es muy limitado.

Los tecolotes (Strigidae) son un grupo de aves poco estudiados en México. Su situación actual de conservación es incierta ya que no se cuenta con estudios demográficos y la información sobre sus atributos de historia de vida es escasa (ver capítulo 1). En general se considera sin embargo que la mayoría de las especies son dependientes de hábitats en buen estado de conservación, por lo que son sensibles a la fragmentación, deterioro y pérdida de hábitat. Por su condición como depredadores, por sus bajas densidades poblacionales y por los hábitos de la mayoría de especies de anidar en cavidades, se considera son afectadas negativamente por la pérdida de hábitat (Donovan *et al* 2002). Dada su sensibilidad a la perturbación de hábitat, es necesario evaluar la situación de conservación en la que se encuentra este grupo. Una aproximación es evaluar si las ANPs están

cumpliendo la función de proteger las especies dese el punto de vista de incluir dentro de las áreas las especies de particular interés de conservación de tal manera que se encuentren adecuadamente representadas dentro de los polígonos que integran las ANPs, y a nivel de comunidad que cubran las áreas de mayor diversidad de especies.

Una forma de evaluar la efectividad de conservación de las áreas naturales protegidas, es mediante un análisis de vacíos y omisiones en la conservación, el cual es una herramienta de planeación que permite por una parte identificar las especies que representan vacíos en la conservación, es decir aquellas que no están presentes o protegidas por el sistema de ANPs, y por otra parte también permite identificar omisiones en la conservación, que se refiere a cuando una especie de interés se encuentra dentro de la red de ANPs pero pobremente representada, por debajo de la meta de representación de extensión de superficie establecida dentro de la red de ANPs (Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007).

Este tipo de análisis permite además identificar áreas de importancia prioritarias para la conservación tanto a nivel de la comunidad (áreas de mayor riqueza) como a nivel de especies de interés (endémicas, raras, amenazadas) hasta paisajes con características especiales (Rodrigues *et al* 2003).

El presente estudio se enfoca a determinar si la red de Áreas Naturales Protegidas en Michoacán es efectiva para la conservación de las especies de tecolotes presentes en el estado, determinando por un lado si las ANP cubren las áreas geográficas de mayor riqueza de especies y por otro lado si a nivel de especie, estas se encuentran bien representadas dentro de las ANP en el contexto de su distribución geográfica en la entidad.

Teniendo como antecedente que el porcentaje de superficie estatal bajo protección es muy bajo, se predice que la red de ANPs tendrá un pobre desempeño en la protección de especies de tecolotes en Michoacán, tanto a nivel de especies como a nivel de la comunidad.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Determinar los vacíos y omisiones de conservación de tecolotes (Strigidae) con respecto a la eficiencia de la red de Áreas Naturales Protegidas presentes en el Estado de Michoacán.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Modelar la distribución de las especies de tecolotes presentes en el estado mediante modelos de distribución potencial.
- Determinar la eficiencia de las ANPs de Michoacán, en la conservación de tecolotes (Strigidae) mediante un análisis de vacíos y omisiones en la conservación.
- Evaluar la contribución de otras propuestas de conservación en Michoacán, particularmente las áreas de importancia para conservación de aves (AICAs) y Sistema de áreas de conservación de Michoacán (SACEM) en la conservación de tecolotes en el estado.
- Identificar áreas prioritarias para la conservación de la diversidad de tecolotes dentro del estado de Michoacán.



### III. MÉTODOS

#### 3.1. Modelos de distribución potencial.

Se elaboraron modelos de distribución potencial de especies presentes en el estado de Michoacán. Para fines de este trabajo se consideraron solamente las especies de tecolotes para las cuales se contó con registros puntuales (georeferenciados) de presencia en el estado de Michoacán derivados de colecta científica u observaciones dentro del estado. Para esto, se realizó primero una búsqueda de registros de distribución histórica de las diferentes especies.

Se consultaron las bases de datos de la colección de aves del Laboratorio de Investigación en Ornitología de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, la de la colección nacional de aves (UNIVIO 2010) de la facultad de Biología de la UNAM, bases de datos internacionales como la de Aves (http://ebird.org), avesmx (http://avesmx.conabio.gob.mx/), y Avibase (http://avibase.bsc-eoc.org/). Se consultó además fuentes digitales incluyendo Bioone, Redalyc, Sora, la revista Biocyt, la revista Huitzil, Revista Mexicana de Biodiversidad, Revista Biología tropical y se revisaron también listados avifaunísticos reportados para varias localidades del estado, principalmente los descritos como parte de tesis realizadas en el estado (Villaseñor-Gómez 1985), (Salas-Páez 1986), (Villaseñor-Gómez 1988), (Villalón-Calderón 1990), (Mejía-Zavala 1992), (Barajas-López 1994), (Aguilar-Balboa 1995), (Sosa-Gutiérrez 1996), (Mandujano-Chávez 1997), (Méndez-Robles 1997), (Sosa-Gutiérrez 2002), (Alvarado-Aragón 2003), (Soto-Rojas 2005), (Flores-González 2005), (Chávez-León 2005), (Carrillo-Acevedo 2007), (Herrera-Rodríguez 2010), (Gamiño-Molina 2010), (Hernández-Maya 2010), (Pérez-Magaña 2012) y (García-Peña 2012), todas producto de las investigaciones del laboratorio de ornitología de la Facultad de Biología de la UMSNH.

Con la información obtenida de los registros y su ubicación, se elaboró una base de datos que incluyó la siguiente información: especie, fecha de registro, localidad de

colecta o avistamiento, municipio, coordenadas geográficas, altitud, tipo de vegetación y fuente del registro. Los datos obtenidos fueron depurados eliminando los datos más antiguos (antes de 1950) por considerarse como registros que ya en la actualidad no estarían vigentes, se verificó que su ubicación correspondiera a la localidad de referencia reportada, una vez finalizada la revisión de los registros estos fueron utilizados para poder generar los modelos de distribución potencial.

Los datos de localidades geográficas seleccionados, fueron primero exportados a un formato "Shape" (.shp) compatible con un sistema de información geográfica que para este caso fue el programa ArcGis 9.3 (ESRI 2008) en el cual se proyectaron en un mapa del estado de Michoacán para observar la distribución de los registros en el estado y para cada especie.

Para modelar la distribución potencial de las especies, se utilizaron dos métodos (MAXENT y Distancias Euclidianas), aplicados en función del número de registros de localidades georeferenciadas disponibles para la modelación.

El primer método, (MAXENT-modelos de máxima entropía; Phillips *et al* 2006), se utilizó para aquellas especies para las que se contó con hasta un mínimo de cinco registros y más de localidades georeferenciadas. Para el análisis, el algoritmo separa inicialmente los registros en dos grupos al azar, dejando el 75% de los datos como puntos de entrenamiento y el 25% restante como puntos de prueba para validar la exactitud del modelo. El programa MAXENT se reconoce como uno de los mejores modeladores para hacer predicciones de la distribución potencial (Elith *et al.* 2006) inclusive con pocos datos (Hernández *et al.* 2006). Este modelo se basa en el principio de que la distribución estimada de una especie debe coincidir con la distribución conocida a partir de las condiciones ambientales donde ha sido observada, evitando hacer cualquier suposición que no sea soportada por los datos. El algoritmo utilizado por MAXENT se enfoca en encontrar la distribución de probabilidad de máxima entropía, que es la más cercana a la distribución uniforme, condicionada por las restricciones impuestas por la información disponible sobre la distribución observada de la especie y las condiciones ambientales del área de estudio. El producto del análisis con MAXENT es un pronóstico continuo que varía de

0 a 100 y se interpreta como un grado relativo de adecuación para la especie. (Phillips *et al* 2006).

El umbral seleccionado para generar los modelos binarios (presencia – ausencia) y determinar el área de distribución potencial fue con base a la selección del valor del décimo percentil, esto con el fin de eliminar sobrepredicciones que pudieran afectar los patrones de distribución, lo cual implica un 10% de omisión de los datos con los que fue generado el modelo. El uso de este umbral es recomendado cuando se trabaja con datos históricos o propensos a tener algunos errores (Pearson *et al.* 2007).

Además de los datos de localidades georeferenciadas, el modelo requiere asociarse a las condiciones climáticas propias de los sitios de origen del registro. Para esto, se utilizaron 19 variables climáticas a una resolución de 200x200m para poder realizar un análisis a escala más fina, para esto, fue necesario calcular los valores por pixel a partir de los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas disponibles en Word clim (Hijmans *et al.* 2005). Se utilizó la versión 4.3 del software ANUSPLIN (Hutchinson y Gessler 1994, Hutchinson 2004) para re-muestrear y calcular los valores de cada pixel. Esta metodología es hasta ahora la más utilizada para elegir y valorar las variables climáticas y para clasificar los dominios climáticos (Hutchinson 2000). ANUSPLIN ha sido utilizado con éxito en los ejercicios de interpolación (New *et al.* 1999 y 2002) y se ha demostrado que tiene un buen rendimiento en las pruebas comparativas de múltiples técnicas de interpolación (Hartkamp *et al.*, 1999, Jarvis y Stuart 2001, Hijmans *et al.*, 2005).

Las variables climáticas fueron sometidas a un análisis de correlación para evitar la redundancia, ya que utilizar variables con alto grado de correlación puede distorsionar los resultados obtenidos, por lo que sólo se seleccionaron las variables con una correlación menor a “ $r < 0.05$ ”, quedando seleccionadas 9 del total incluyendo:

BIO2 = Rango promedio diario de temperatura (media del mes (max temp - min temp)).

BIO3 = Isothermality (BIO2/BIO7) (\* 100).

BIO4 = Estacionalidad temperatura (desviación estándar \* 100).

BIO7 = Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6).

BIO12 = Precipitación anual.

BIO13 = La precipitación del mes más lluvioso.

BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo.

BIO18 = Precipitación del cuarto más cálido.

BIO19 = Precipitación del trimestre más frío.

Además de las variables climáticas, se utilizaron tres capas topográficas como variables, las cuales fueron obtenidas a partir de un modelo digital de elevación (DEM), estas variables fueron también proyectadas a una resolución espacial de 200m x 200m e incluyeron:.

DEM = Modelo digital de elevación

Asp = Aspecto

Slope = Pendiente

Para especies en las cuales se contó con menos de cinco registros de localidades georeferenciadas, se utilizó el método de “Distancias Euclidianas” propuesto por Siqueira *et al.* (2009). El método consiste en calcular distancias ambientales (medidas de similitud) entre el punto de registro de la especie y el área de estudio, los resultados de este análisis permiten conocer de acuerdo a las variables utilizadas (climáticas y topográficas) que tan similares son los sitios dentro de un área de estudio particular con respecto al sitio de origen del punto de registro. Las medidas de similitud en el espacio ambiental se obtuvieron mediante la selección de las 9 variables climáticas seleccionadas con el mismo criterio del caso de MAXENT, además de las tres capas de datos derivadas del modelo digital de elevación (elevación, pendiente y aspecto). Tanto las variables climáticas como las topográficas fueron proyectadas a la misma resolución espacial de 200m<sup>x</sup>200m. Para

el caso de las especies que presentaban un solo registro de presencia, los valores de las variables de este punto fueron utilizados para calcular la medida de similitud, y en el caso de las especies que contaban con entre 2 a 4 registros, se utilizó el promedio de los valores de las variables para calcular las medidas de similitud.

El análisis resume las características medioambientales en la región de estudio; las capas ambientales son entonces importadas al programa "Idrisi selva 17.0" donde mediante la función "estándar" se hace la conversión de variables a una variable normal estándar (media 0, desviación estándar 1) restando la media y dividiendo entre la desviación estándar de cada observación. Esta transformación evita influencias diferenciales de dimensiones ambientales con diferente variabilidad. Luego se mide la semejanza ambiental de cada píxel en el paisaje como una simple distancia euclidiana (ED) con respecto a las características del punto de registro conocido bajo la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + \dots}$$

Donde  $X_1$  representa el valor para el píxel de la variable 1 de nuestro punto de registro y  $X_2$  indica el valor de la variable ambiental. Esta operación se realiza mediante la función "image calculator" de Idrisi en la cual al introducir la fórmula anterior genera un archivo el cual proyecta gráficamente los resultados de las distancias euclidianas, después se reclasifica el archivo para poder observar con mayor claridad y categorizar los valores obtenidos con base a la similitud con el sitio de registro conocido de las especies, donde se consideran sitios con una distancia igual a 0 como idénticos o muy similares y conforme este valor se incrementa decrece la similitud ambiental, por lo que para el caso de este estudio, sólo se consideraron los valores entre el rango de 0.0 y hasta un máximo de 2.5 desviaciones estándar para proyectar la distribución potencial de las especies.

### 3.2. Validación de modelos de distribución potencial

Una vez generados los mapas, estos fueron validados mediante la prueba de "ROC parcial", la cual nos permite evaluar de una forma más efectiva la precisión y la

capacidad predictiva de los modelos de distribución potencial (Peterson *et al.* 2008) este método evita por completo los datos de ausencia y calcula el área bajo la curva basado en la porción de superficie total predicha como presencia en lugar de utilizar el error de comisión sobre la base de datos que resume las ausencias.

Se utilizaron los puntos de prueba que se seleccionaron al azar para evaluar el desempeño en la predicción de los mapas de distribución potencial. Se utilizó el programa “Partial ROC” desarrollado por Narayani Barve (2008), el cual nos permite generar curvas roc parciales con las cuales podemos evaluar la eficiencia predictiva de cada modelo de distribución potencial.

Para ingresar los datos al programa “Partial ROC” fue necesario generar dos archivos en formato (.csv) el primero en el cual se colocaron las áreas de predicción calculadas en el modelo de distribución y el valor asignado a estas y un segundo archivo el cual contiene un identificador para cada punto de prueba y el valor que se le asigna por su ubicación dentro del mapa de distribución potencial.

Los resultados de esta prueba se interpretan de la siguiente manera. Un modelo con un alto poder predictivo tendrá un valor de área bajo la curva (ABC) de uno o cercano a uno, un modelo sin poder predictivo tendrá un valor de ABC de 0.5, un valor inferior a 0.5 indica un modelo sistemáticamente erróneo. El ABC fue calculado para porciones específicas de la ROC (ROC parciales). Se calculó el ABC parcial con un umbral de omisión mayor que 0.95, es decir para las bajas probabilidades de acuerdo a las recomendaciones de Peterson *et al.* (2008).

### **3.3. Riqueza de especies.**

Con base a la combinación de los modelos de distribución potencial de cada una de las especies consideradas, se elaboró además un mapa de la riqueza potencial de especies en las diferentes regiones de Michoacán con la finalidad de identificar las áreas de mayor riqueza de especies y determinar si estas están adecuadamente cubiertas dentro de la red de ANPs en el estado. Con base en este mapa, se identificó además áreas que deberían ser prioritarias para la conservación de tecolotes en el Estado. Para este estudio se consideró como áreas prioritarias a

aquellas que presentan una alta riqueza de especies de tecolotes, e incluyen especies en riesgo, estén o no estas áreas bajo protección dentro del esquema de ANPs tanto estatal como federal.

### **3.4. Análisis de vacíos y omisiones**

El resultado de un análisis de vacíos y omisiones depende directamente de los criterios utilizados para evaluar o considerar a una especie como adecuadamente representada o no (Rodrigues *et al.* 2004). Por lo que se debe de considerar en la primer etapa de este análisis qué porcentaje de la distribución de una especie debe estar dentro de un área protegida para considerarla como bien representada o no, en una segunda etapa se debe de seleccionar qué factores, como la riqueza de especies, la presencia de especies endémicas o raras, paisajes únicos, entre otros, se consideraran para determinar y proponer los sitios prioritarios para la conservación (Margules *et al.* 2002). En este estudio se estableció como “meta de representación” el 18%, que corresponde al porcentaje mínimo de la distribución de una especie dada que debe estar dentro de las áreas naturales protegidas de acuerdo al porcentaje propuesto en el 2004 por la Convención de diversidad biológica.

Debido a que las aves son un grupo que presenta una gran movilidad y una amplia distribución y debido a que el estado de Michoacán como área de estudio es solo una parte de la distribución de las especies de interés, se consideró que el criterio de 18% es una meta de representatividad mínima adecuada para considerar a una especie como satisfactoriamente protegida dentro de la red de áreas naturales protegidas del estado.

Para el análisis, se utilizaron las capas de los polígonos de las áreas naturales protegidas tanto federales como estatales presentes en el estado de Michoacán. Los polígonos fueron proyectados a partir de archivos vectoriales obtenidos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA), del estado de Michoacán (Anexo II).

Además de analizar la efectividad de las ANPs en la protección de los tecolotes, se realizaron análisis adicionales incorporando otras dos propuestas de conservación de la biodiversidad; la primera conocida como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves de México (AICAS; Cipamex-Conabio 1999) (Anexo III), y la segunda, la propuesta de conformación del Sistema de Áreas de Conservación del estado de Michoacán (SACEM; Velázquez-Montes *et al.* 2005). La propuesta de AICAs identifica y propone áreas geográficas dentro de cada estado del país consideradas como prioritarias para asegurar la conservación de la diversidad de aves en México; la propuesta del SACEM identifica las áreas más representativas y de mayor biodiversidad que deberían estar bajo protección en Michoacán.

Se evaluó la contribución de cada propuesta de conservación, sumada con la actual red de ANPs. Para ambas propuestas de conservación, se proyectaron los polígonos (ANPs y AICAS y después la combinación de ANPs y áreas de conservación prioritarias de Michoacán) en una capa del estado de Michoacán, con base a los cuales se recalculó de manera independiente el porcentaje de representatividad de cada una de las especies de tecolotes dentro de estas áreas con respecto al criterio de 18% de distribución establecido. Tanto los polígonos de las AICAS como los del SACEM se utilizaron en formato Shape. Los polígonos de las AICAS fueron descargados del portal de geo-información de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) y los del SACEM fueron generados a partir de los mapas disponibles en el documento de la propuesta (Velázquez-Montes *et al.* 2005).

El orden taxonómico y nomenclatura de los nombres científicos de las especies que se muestran en este trabajo están en base a la American Ornithologists' Union (AOU) (1998).



#### IV. RESULTADOS

Con base a la búsqueda realizada en las bases de datos nacionales e internacionales, así como registros de colecciones, después de la depuración de datos se obtuvieron 131 registros puntuales para 14 especies de tecolotes en Michoacán (Cuadro 1) esta revisión incluyó un periodo de entre 1950 a 2012.

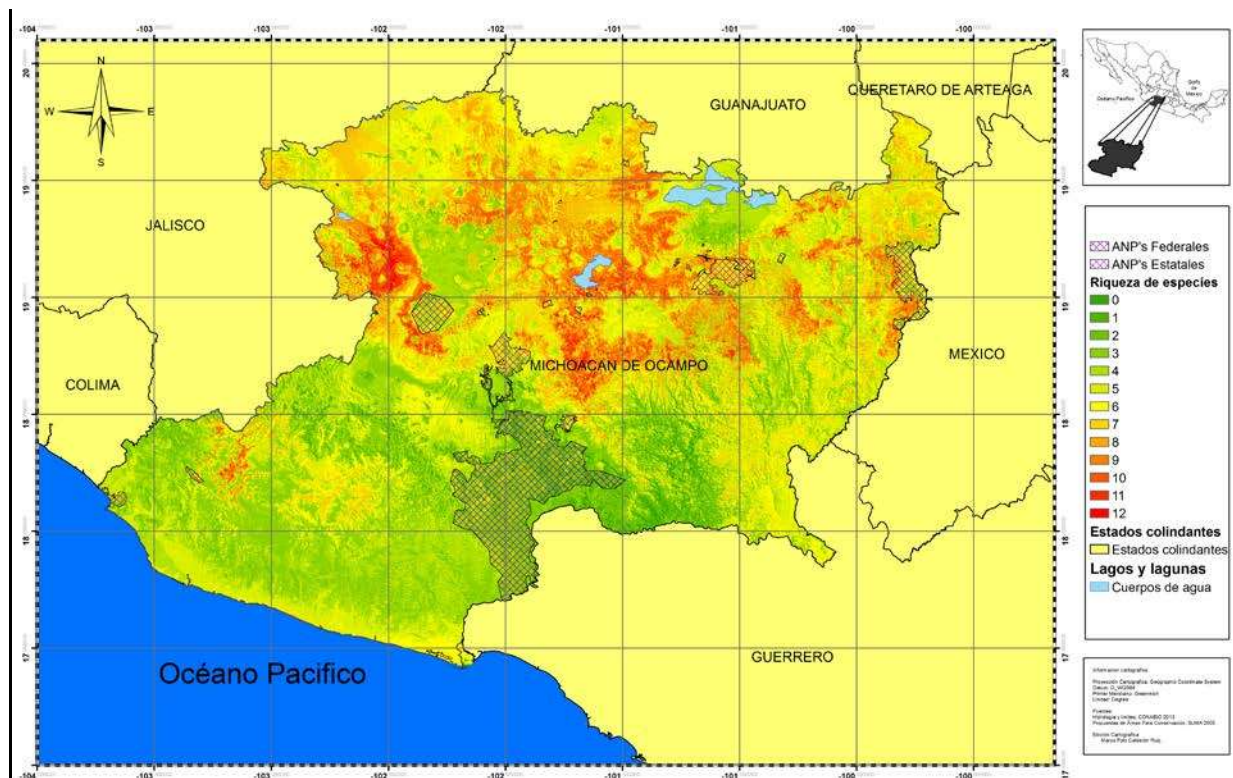
De estas especies, tres se encuentran en categorías de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluyendo *Glaucidium palmarum* y *Megascops seductus* dentro de la categoría de amenazadas (A), y *Asio flammeus* como sujetas a protección especial (Pr).

**Cuadro 1.-** Especies de tecolotes, número de registros por especie que cuentan con datos de localidades georeferenciadas reportadas para el estado de Michoacán y fuentes de la información.

Especies	Número de registros	Referencia <sup>1</sup>
<i>Psiloscoops flammeolus</i>	6	9,11,13
<i>Megascops kennicottii</i>	1	2
<i>Megascops seductus</i>	8	14,15
<i>Megascops trichopsis</i>	16	1,2,3,4,7,8,9,10,11,16
<i>Bubo virginianus</i>	9	2,5,7,10,15,16
<i>Glaucidium gnoma</i>	12	1,2,7,8,11,13,16
<i>Glaucidium palmarum</i>	1	7
<i>Glaucidium brasilianum</i>	42	3,4,6,7,9,10,11,14,15
<i>Micrathene whitneyi</i>	2	7,15
<i>Athene cunicularia</i>	2	9,11
<i>Ciccaba virgata</i>	21	1,4,6,7,8,11,14
<i>Asio otus</i>	3	2,11
<i>Asio flammeus</i>	5	4,11
<i>Aegolius acadicus</i>	3	2,11,16
<i>total</i>	<b>131</b>	

<sup>1</sup>Referencias de los registros: 1) Gamiño K. (2010). 2) Alvarado E. (2003). 3) García I. (2012). 4) Carrillo I. (2007). 5) Soto O. (2003). 6) Herrera E. (2012). 7) Base de datos internacional de Aves (http://ebird.org). 8) Chávez G. (2005). 9) base de datos de la colección nacional de aves (UNIVIO 2010). 10) Neira-Sosa (2003). 11) Base de datos de la colección de aves del Laboratorio de Ornitología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 12) Flores B. (2005) 13) Hernández M. (2010) 14) Villaseñor F. (1988) 15) Mejía M. (1992) 16) Salas M. (1986).

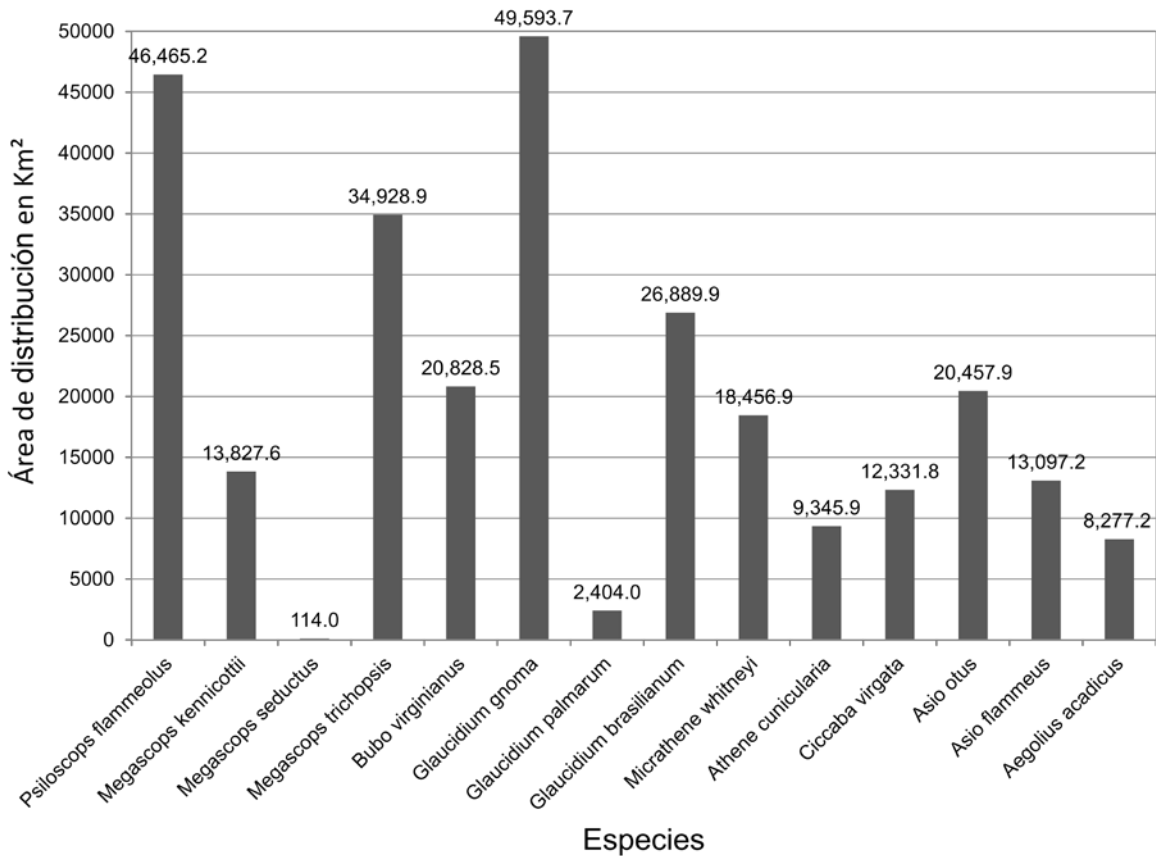
Con base al traslape de la distribución de las 14 diferentes especies de tecolotes considerados (Anexo V), se generó un mapa en el cual se muestra el gradiente de riqueza de especies en el estado (Fig. 1) (Anexo IV), siendo las ecorregiones del Eje Neovolcánico y del Altiplano Mexicano las que presentan una mayor riqueza, mientras que la depresión del Balsas y la Planicie Costera se exhiben con menor riqueza.



**Figura 1.-** Gradiente de riqueza de especies de tecolotes en el estado y su relación con respecto a los polígonos de las ANPs de Michoacán (áreas cuadrículadas). Los tonos más intensos (rojo y naranja) indican las zonas donde se encuentra mayor riqueza de especies de tecolotes en el estado).

Al sobreponer los polígonos de las ANPs federales y estatales sobre el gradiente de la distribución de la riqueza de especies de tecolotes (Fig. 1), se observa que estas cubren pobremente las áreas con mayor riqueza de tecolotes dentro del estado de Michoacán. La reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo, que cubre la mayor superficie de área bajo protección en el estado, se relaciona sin embargo a un área con riqueza baja de tecolotes. La reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en contraste, coincide con un área de alta riqueza de especies, no obstante el polígono no cubre el área aledaña de mayor concentración de riqueza de especies. El resto de las ANPs apenas son perceptibles y no cubren de manera adecuada las regiones de mayor riqueza.

Los mapas de distribución potencial de cada una de las 14 especies se presentan dentro del anexo V. En la figura 2, se muestra el área de distribución potencial que ocupan dentro de Michoacán cada una de las especies de tecolotes que se incluyen en el análisis. Las especies con más amplia distribución dentro del estado fueron *Glaucidium gnoma* y *Psilosops flammeolus*, mientras que *Megascops seductus* y *Glaucidium palmarum* presentaron una distribución muy restringida (fig. 2), su área de distribución dentro del territorio estatal ocupa solo el 0.2% y 4.1% respectivamente y se concentra dentro de la región denominada Planicie Costera del estado.



**Figura 2.-** Área de distribución en km<sup>2</sup> de especies de tecolotes dentro del estado de Michoacán de acuerdo a lo estimado con base a la proyección del modelaje de su distribución potencial.

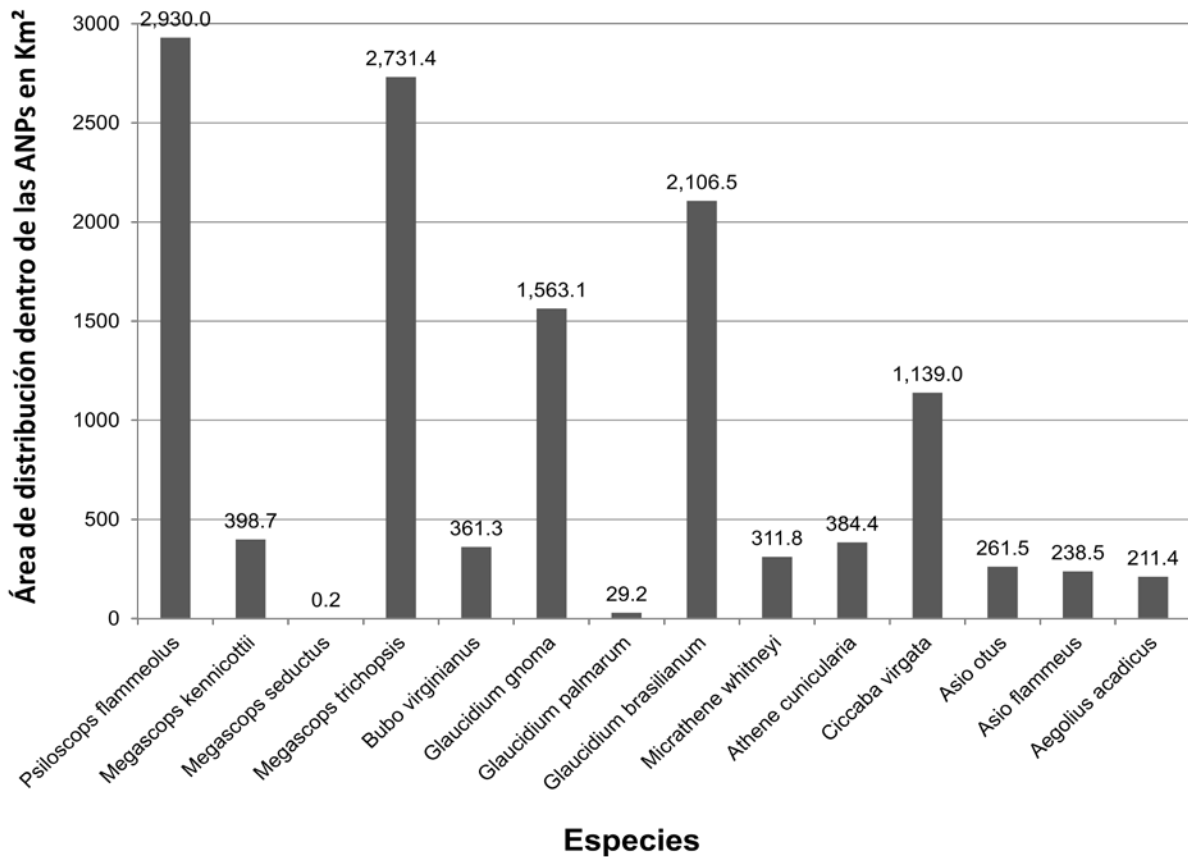
Los mapas de distribución potencial para el estado generados para las especies de Strigides (Anexo V) probaron mediante el análisis con la prueba “ROC parcial” tener un alto poder predictivo (Media (ABC) > 1) (Cuadro 2), por lo que son considerados como una buena aproximación de la distribución potencial de las especies.

**Cuadro 2.-** Resultado del análisis de ROC parcial de los mapas de distribución potencial generados mediante los dos modelos (Maxent y Distancias euclidianas).

	<b>Especie</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media (ABC)</b>	<b>Desviación estándar</b>
Maxent	<i>Psiloscoops flammeolus</i>	1.61	1.61	1.61	0.00
	<i>Megascops seductus</i>	1.00	2.00	1.43	0.50
	<i>Megascops trichopsis</i>	0.99	1.56	1.13	0.24
	<i>Bubo virginianus</i>	1.00	1.70	1.10	0.26
	<i>Glaucidium gnoma</i>	1.67	1.67	1.67	0.00
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	1.00	1.96	1.04	0.12
	<i>Ciccaba virgata</i>	1.00	1.97	1.28	0.45
	<i>Asio flammeus</i>	1.72	1.72	1.72	0.00
Distancia Euclidiana.	<i>Megascops kennicottii</i>	1.85	1.85	1.85	0.00
	<i>Glaucidium palmarum</i>	1.85	1.85	1.85	0.00
	<i>Micrathene whitneyi</i>	1.38	1.38	1.38	0.00
	<i>Athene cunicularia</i>	1.85	1.85	1.85	0.00
	<i>Asio otus</i>	1.34	1.86	1.65	0.25
	<i>Aegolius acadicus</i>	1.85	1.85	1.85	0.00

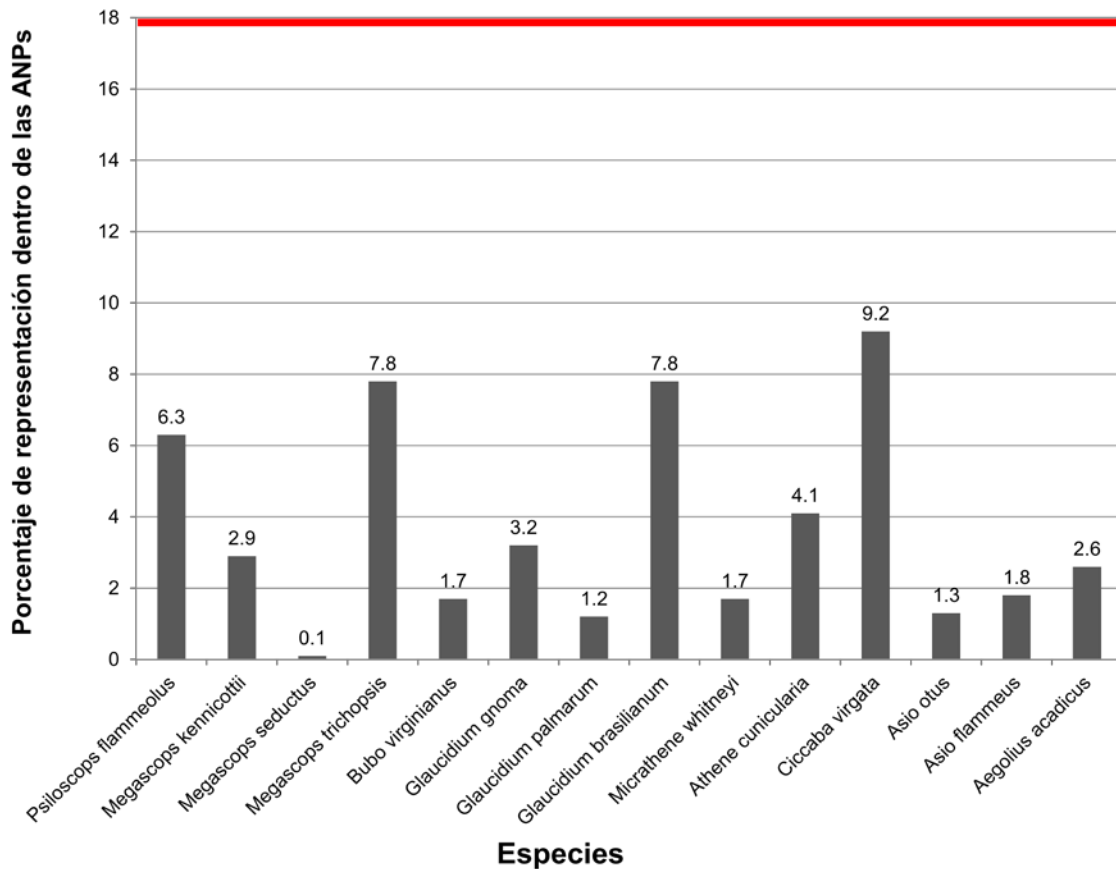
#### 4.1. Representatividad de especies dentro de las áreas naturales protegidas

Las especies que presentaron una mayor distribución dentro de las áreas naturales protegidas del estado fueron *Psiloscoops flammeolus*, *Megascops trichopsis* y *Glaucidium brasilianum* (Fig. 3), mientras que las especies que presentaron la menor distribución dentro de las ANPs fueron *Megascops seductus* y *Glaucidium palmarum* (Fig. 3).



**Figura 3.-** Cobertura de la distribución potencial (km<sup>2</sup>) dentro de las ANPs Federales y Estatales para 15 especies de tecolotes presentes dentro del estado de Michoacán.

De acuerdo al análisis de representatividad de cobertura, ninguna de las 14 especies de tecolotes alcanzó la meta de 18% de representatividad fijada dentro del sistema de áreas naturales protegidas. No existen vacíos en la conservación pero los porcentajes de representación variaron de 0.1% a 9.2% con un promedio de 3.7% (Fig. 4), por lo que existen grandes omisiones en la conservación para todas las especies. La especie con menor representación fue *Megascops seductus*, mientras que la mejor representada fue *Ciccaba virgata*, seguida de *Glaucidium brasilianum* y *Megascops trichopsis* con 7.8% respectivamente (Fig. 4).



**Figura 4.-** Porcentaje de representatividad de las especies de tecolotes dentro del sistema de Áreas Naturales Protegidas en el estado de Michoacán con respecto a una meta fijada de 18%.

Las tres especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de alguna categoría de riesgo estuvieron dentro de las especies más pobremente representadas, con una variación de entre 0.1 a 1.8% de representatividad dentro de las ANPs (Cuadro 3).

**Cuadro 3.-** Área de distribución total y porcentaje de representatividad dentro de las ANPs del estado de Michoacán de las especies incluidas dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<b>Especie</b>	<b>Área de ocupación (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Representatividad (%) dentro de ANPs</b>	<b>Categoría de riesgo<sup>3</sup></b>
<i>Megascops seductus</i>	114.03	0.1	A
<i>Glaucidium palmarum</i>	2403.97	1.2	A
<i>Asio flammeus</i>	13097.19	1.8	Pr

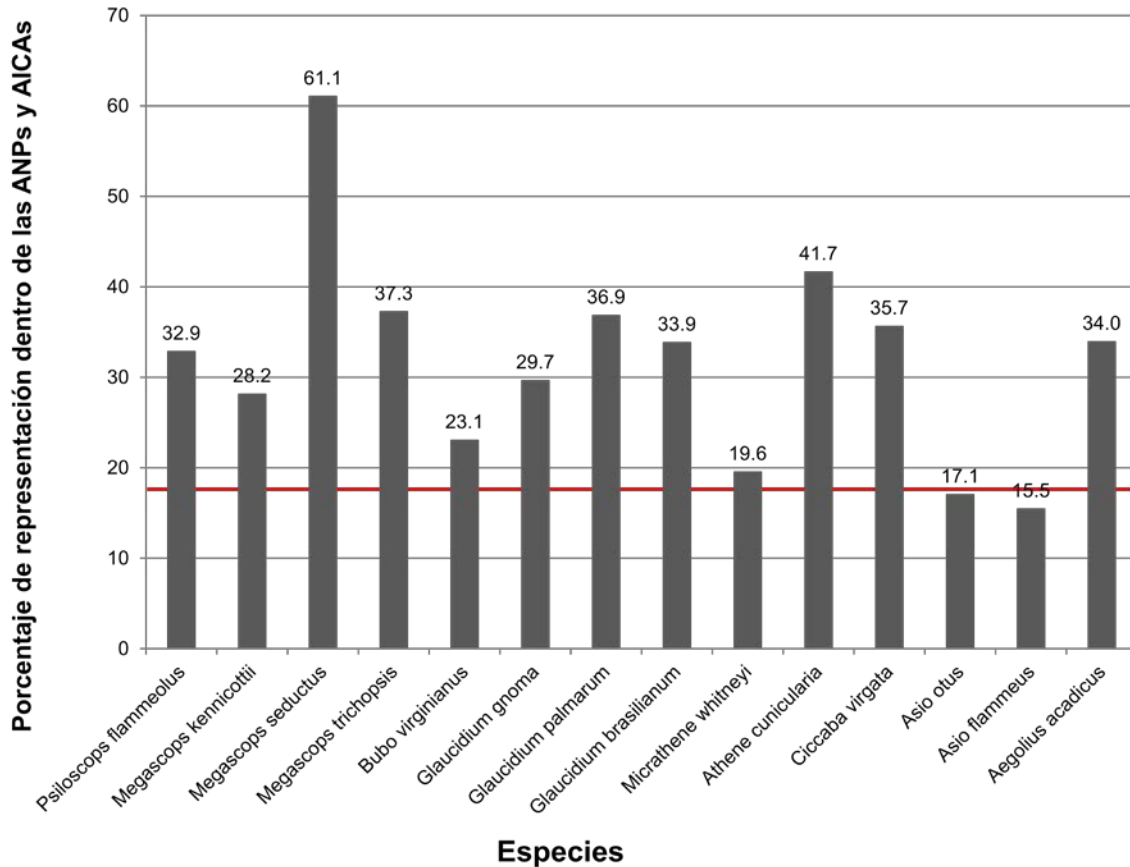
<sup>3</sup>Para determinar el estatus de conservación se siguieron los criterios de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr).

#### **4.2. Las AICAS como estrategia en la conservación de los tecolotes dentro del estado de Michoacán.**

EL análisis de sobreposición de los polígonos de las AICAS en el estado indicó que estas ocupan 27.2% de la superficie estatal, equivalente a 15,958 km<sup>2</sup>.

El escenario de protección que se tendría para tecolotes en el estado si se adicionaran los polígonos de las AICAS indica que casi todas las especies evaluadas superan la meta de representatividad del 18% (Fig. 5), con excepción de *Asio flammeus* y *Asio otus* cuyo porcentaje de representación está por debajo de la meta (15.5% y 17.1% respectivamente) pero muy superior a la situación de las ANPs solas. Ambas especies se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especies sujetas a protección especial (Pr).





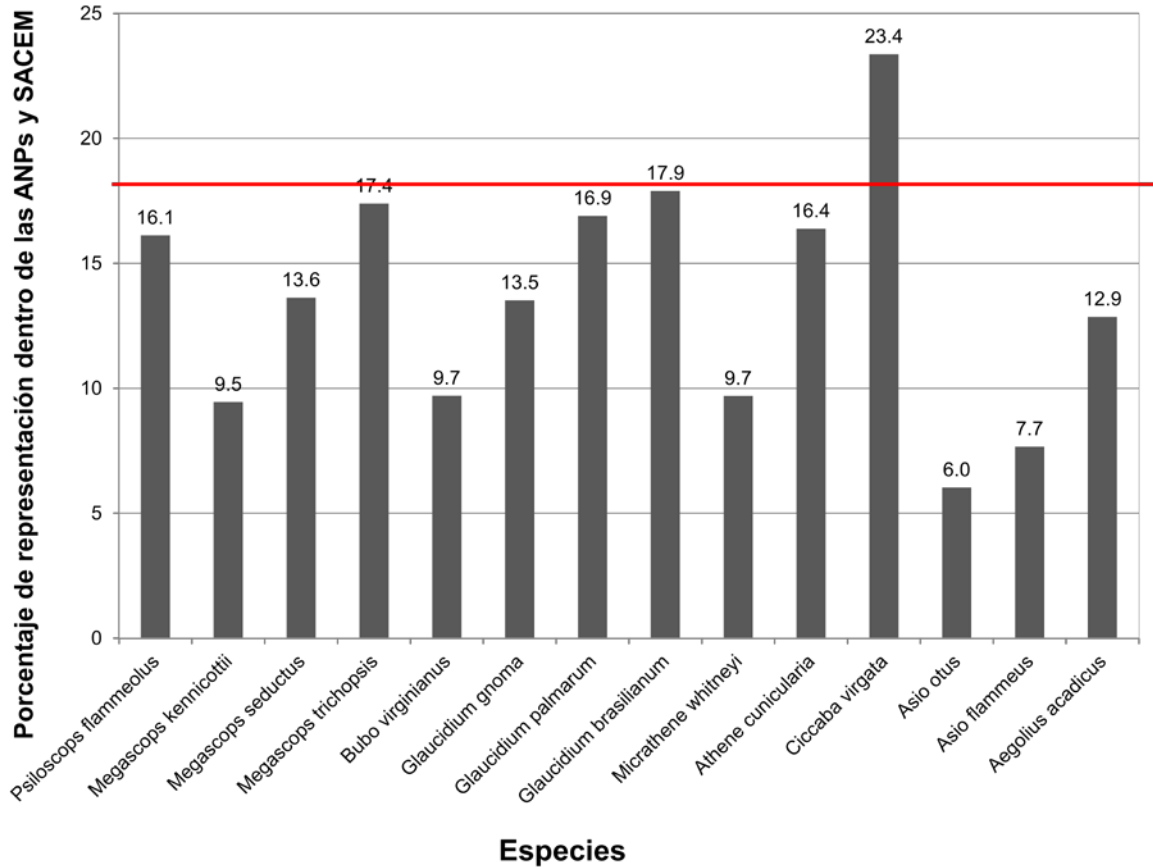
**Figura 5.-** Porcentaje de representatividad de las especies de tecolotes ante el escenario de protección que se generaría si además de las ANPs se adicionaran las áreas identificadas como AICAs en Michoacán.

#### 4.3. Propuesta del Sistema de Áreas de Conservación del Estado de Michoacán (SACEM).

En lo que respecta a la propuesta de áreas prioritarias de conservación para el estado de Michoacán (SACEM), la suma de estas en conjunto integran una superficie de 7310km<sup>2</sup>.

El análisis de representatividad que tendría en la conservación de los tecolotes si las áreas propuestas dentro del SACEM se sumaran a las ANPs, indica que para la mayoría de las especies de tecolotes no se alcanza la meta de representatividad del 18% (Fig. 6). Solo una especie (*Ciccaba virgata*) estaría bien representada dentro de este escenario, mientras que las especies restantes estarían por debajo de la meta

fijada (Fig. 6). Las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentaron un porcentaje de representatividad medio, donde dentro de este panorama de protección alcanzan entre 7.7% y 16.9%.

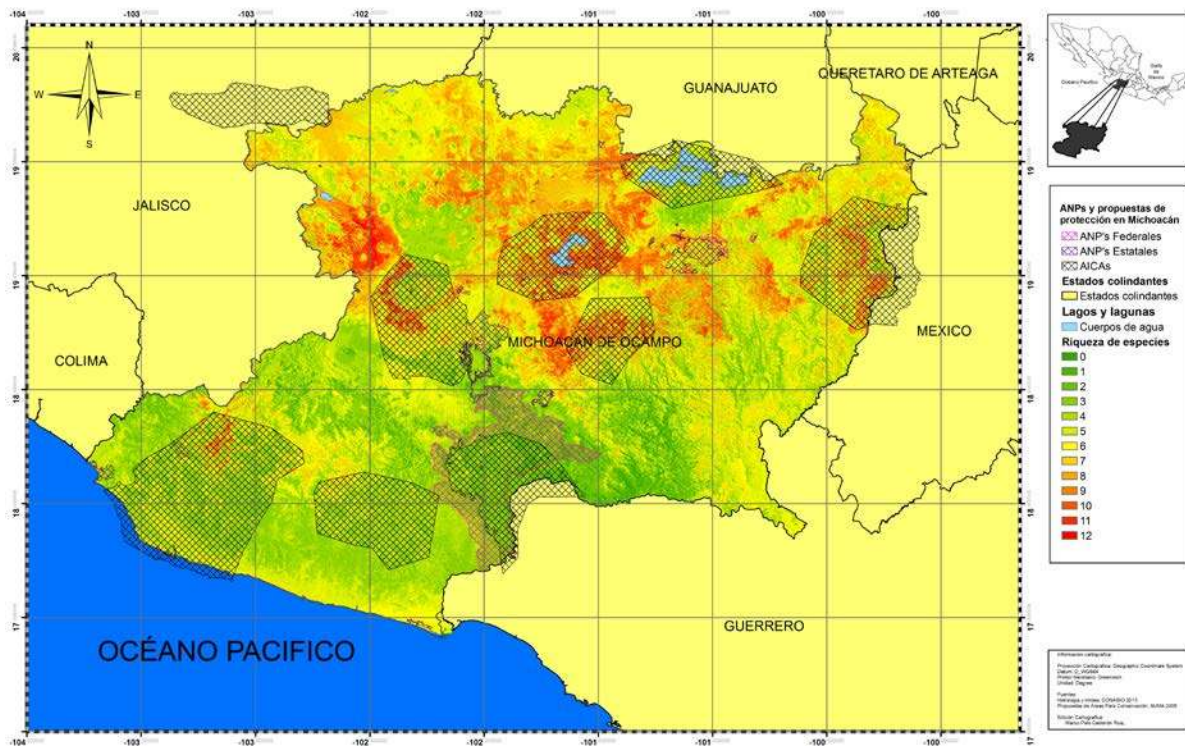


**Figura 6.-** Porcentaje de la representatividad de especies de tecolotes dentro del escenario de protección de la combinación de las ANPs y las Áreas de Conservación Participativa propuestas para Michoacán (SACEM ) (Velázquez-Montes *et al.* 2005).

#### 4.4. Protección de los sitios con mayor riqueza en el escenario de la adición de las AICAs a las ANPs de Michoacán.

Al sobreponer los polígonos de las AICAs y las ANPs se observó que la combinación de ambas propuestas cubren relativamente bien las áreas que presentan mayor riqueza de especies y por otro lado incorporan áreas de las diferentes ecorregiones presentes en el estado (Fig. 7), se observa sin embargo que aún quedan áreas con

una alta riqueza que no se encuentran cubiertas dentro de esta propuesta sobre todo en la parte Noroeste del estado.



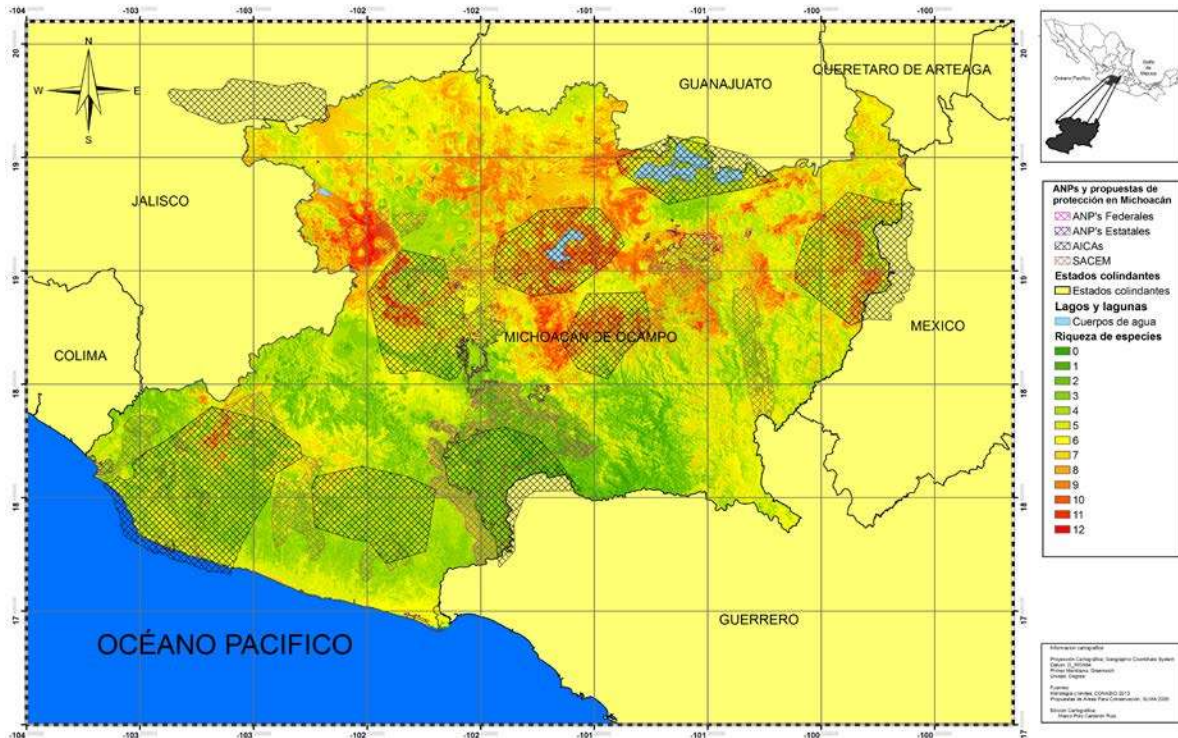
**Figura 7.-** Mapa de gradiente de riqueza de especies de tecolotes (Los tonos más cálidos indican donde se encuentra la mayor riqueza de especies) en el estado de Michoacán y su relación con la red de ANPs federales (polígonos cuadriculados de color rosa) y estatales (polígonos cuadriculados de color morado) en combinación con las AICAs (polígonos cuadriculados de color negro).

#### 4.5. Protección del gradiente de riqueza por las ANPs y SACEM en Michoacán

En contraste, al sobreponer los polígonos de la propuesta del SACEM en combinación con las ANPs se observa que si bien las áreas propuestas se ubican en las diferentes ecorregiones del estado, no cubren sin embargo de manera adecuada las áreas de mayor riqueza de especies, principalmente en el Eje Neovolcánico y Región del Bajío (Fig. 8), evidenciando el porqué la menor representatividad para las especies bajo esta propuesta.



DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y LECHUZAS) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.



**Figura 9.-** Mapa de gradiente de riqueza de tecolotes y su relación con tres propuestas de conservación de la biodiversidad en Michoacán (ANPs, AICAs y SACEM). (Los tonos más cálidos indican donde se encuentra la mayor riqueza de especies de tecolotes, los polígonos cuadriculados de color rosa corresponden a las ANPs Federales decretadas en el estado y los polígonos cuadriculados de color morado corresponden a las ANPs estatales decretadas en Michoacán, los polígonos cuadriculados de color negro corresponden a las AICAs propuestas en el estado y los polígonos cuadriculados de color café corresponden a la propuesta del SACEM).

## V. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos de este análisis, evidenciaron que con la actual red de áreas naturales protegidas de Michoacán, las especies de tecolotes tanto de manera individual como a nivel de la comunidad se encuentran pobremente protegidas. El nivel de representatividad del 18% fijado, fue muy inferior para todas las especies, a tal grado que inclusive las especies de mayor cobertura geográfica en el estado no estuvieron bien representadas dentro de las ANPs.

La baja representatividad de las especies de tecolotes dentro de las ANPs se debe principalmente al bajo porcentaje de superficie bajo protección en el estado con apenas 6.7%; cifra muy por debajo de lo alcanzado en otros estados a nivel nacional, como es el caso del estado de Baja California Sur en el cual más del 40% de su territorio esta decretado dentro de ANP bajo protección federal (Gobierno del Estado de Baja California Sur y SAGARPA. 2011), así como el estado de Campeche donde el 40 % de su territorio son ANPs bajo algún esquema de protección (SMAAS s. f.) y el Estado de México donde las ANPs ocupan el 42% de su territorio por mencionar algunos.(CEPANAF s. f.).

Por otra parte, la baja representatividad se debe a que la mayoría de las ANPs del estado son de superficie muy pequeña, particularmente aquellas bajo administración estatal entre las que se incluyen un porcentaje alto de áreas consideradas como parques urbanos, áreas recreativas o para proteger componentes de belleza escénica, situación que por lo general se relaciona a una pobre representación de los tipos de vegetación principales identificados en el estado.

Con base a los mapas de distribución potencial, se observó que aún las especies de amplia cobertura geográfica no estuvieron adecuadamente representadas en las ANPs. Si bien las especies en esta situación podrían ser de preocupación menor en cuanto a la conservación, la situación es preocupante para las especies de distribución restringida y para aquellas consideradas en riesgo de acuerdo a la NOM-

059-SEMARNAT-2010; en las que su rango de distribución fue de los menores con respecto a las ANPs del estado.

Para el caso particular de *Megascops seductus*, el mapa de distribución generado a partir de los pocos registros disponibles en el estado ubica la distribución potencial de la especie en la región de la planicie costera, pero de acuerdo a la literatura su distribución se restringe a la región de la depresión del Balsas (Howell y Webb 1995, Navarro y Peterson 2007). Sin embargo dentro del estado de Michoacán existen registros (Villaseñor-gomes 1988) que indican la presencia de esta especie en la zona de la vertiente del Pacífico, también existen algunos registros dentro de la depresión del Balsas aunque son mínimos (Hernández-Maya 2010). Debido a la escasa información de registros con los que se cuenta. Es necesario cotejar y validar la presencia de la especie en la zona costera así como realizar estudios dentro de la Depresión del Balsas los cuales nos permitan tener un mejor panorama de la presencia de la especie en nuestro estado. Posiblemente la falta de registros dentro de la región de la Depresión del Balsas se debe a los pocos estudios que se han realizado en esta zona.

La creación de nuevas áreas de conservación o de nuevas estrategias de conservación es necesaria (Velásquez-Montes 2005), de acuerdo a los resultados del análisis de vacíos y omisiones de la conservación terrestre de México que realizó la CONANP en el 2007 (Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007), se concluyó que a nivel nacional es necesario incrementar el área de protección a un 20% del territorio nacional para lograr proteger la diversidad de aves en México. En ese análisis indican además que los sitios con mayor prioridad para la conservación de las aves se concentraron en las regiones montañosas del país entre las que se encuentran la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico (Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007), situación que coincide con este estudio para el grupo de tecolotes de manera independiente.

Si bien anteriormente ya se han realizado algunos ejercicios que evidencian la necesidad de nuevas áreas para proteger la diversidad biológica dentro de nuestro país (AICAs), así como dentro del estado de Michoacán (SACEM). Las Áreas de

Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), son una herramienta sugerida por BirdLife International (Fishpool *et al.* 1998) para la planeación de la conservación de aves a una escala de sitio. Si bien dentro del territorio Michoacano se identifican nueve AICAs, las cuales ocupan una superficie considerable dentro del estado, desafortunadamente no se encuentran bajo ningún esquema actual de protección, sin embargo coinciden con una gran cantidad de sitios identificados como de alta riqueza de especies en el mapa de gradiente de riqueza generado. Por otro lado la propuesta de áreas del SACEM (Velásquez-Montes *et al.* 2005) es una propuesta de conservación con un enfoque diferente en la cual se propone la conformación del Sistema de Áreas de Conservación de la biodiversidad del Estado de Michoacán, con base en criterios ambientales, sociales y económicos, la importancia de analizar esta propuesta radica en que la actual creación de ANPs dentro del estado se ha basado en esta propuesta, como ha sido el caso del decreto del área natural protegida Zicuirán infernillo, la laguna de Zacapu, la playa tortuguera de Mexiquillo, entre otras.

Cuando se sobrepusieron los polígonos tanto de las AICAS como las del SACEM, se evidenció una mejora drástica con respecto a las ANPs, siendo satisfactoria principalmente con las AICAS donde a excepción de dos especies, el resto sobrepasó el 18% de representatividad como criterio de conservación. Se observó que las AICAS a diferencia de las áreas propuestas por el SACEM, cubren no solamente las diferentes ecorregiones del estado, sino que incorporan de mejor manera las regiones donde se concentra mayor riqueza de especies.

Por otra parte se observó que existen áreas que no han sido contempladas o incluidas en ninguna de las propuestas que se evaluaron, pero que de acuerdo al mapa de gradiente de riqueza, podrían ser sitios de suma importancia, este es el caso de la parte noroeste del estado donde resalta una zona con una gran riqueza entre la cual se incluyen la presencia de *Asio flammeus*, especie que se incluyen dentro de la NOM-059 , por lo que la incorporación de estos sitios podría disminuir las omisiones en la conservación de tecolotes en el estado. Para las otras dos especies que se incluyen dentro de la NOM-059 su distribución se encuentra



restringida dentro del estado a la región denominada Planicie costera, donde solo se encuentran algunas cuantas ANPs y de extensión muy pequeña por lo que resultan insuficientes para tener una buena representación de la distribución de estas especies dentro de las ANPs.

Si bien Michoacán es uno de los estados más diversos en cuanto a su riqueza natural, también es uno de los estados que presenta una alarmante tendencia en la pérdida de hábitat por diversos factores, ya sea por la sobreexplotación de los recursos, la modificación de los hábitats o el cambio de uso de suelo (CONAFOR 2012). Debido a que la red de ANPs con las que se cuenta actualmente es insuficiente para poder mantener la diversidad biológica que caracteriza al estado, en el caso de las rapaces nocturnas es urgente promover nuevas áreas protegidas que permitirían incrementar el nivel de representatividad. Las AICAs han demostrado ser áreas que darían una cobertura satisfactoria a la conservación de la riqueza de especies en este grupo, por lo que es altamente recomendable que estas áreas pasaran a formar parte del sistema de áreas con decreto oficial de conservación. Por otro lado sin embargo es claro que existen muchas limitantes debido a la complejidad propia de la tenencia de la tierra que complica la creación de nuevas áreas protegidas. Como tal es de suma importancia integrar nuevas aproximaciones de conservación en colaboración con las comunidades y ejidos mediante por ejemplo la incorporación de las áreas de conservación comunitaria y otras prácticas de manejo forestal que beneficien el mantenimiento de extensiones considerables de bosque.

Es necesario además generar conocimiento de los atributos de historia de vida de las especies, para así tener bases más sólidas para una buena planeación de la conservación de este grupo de aves.

## VI. CONCLUSIONES.

- Ninguna de las especies cumple con el criterio de representatividad del 18%, por lo que las omisiones en la conservación de los tecolotes son significativas en el Estado.
- Las especies mejor representadas dentro de las ANPs fueron: *Ciccaba virgata*, *Glaucidium brasilianum* y *Megascops trichopsis*.
- Las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010 no alcanzaron ni el 4% de representatividad dentro de las ANPs.
- Los sitios con la mayor riqueza de especies de tecolotes en el Estado se encuentran pobremente representadas en el sistema de ANPs.
- Se requiere la integración de nuevas área bajo protección, principalmente en el Eje Neovolcánico, el Altiplano y la Sierra Madre del Sur.
- las AICAs podrían ser una buena estrategia que sumada a las ANPs permita proteger la diversidad de tecolotes en el estado si la protección en estas fuera la adecuada.
- Se reconocen áreas de gran importancia por su alta riqueza de especies en la región del Eje Neovolcánico y en la parte del Altiplano, que no c contemplan dentro de ninguna propuesta de conservación.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Balboa P.A. 1995. Avifauna de la Ciénega de Chapala en el estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Alvarado-Aragón E. 2003. Aves de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- American Ornithologists' Union (AOU) 1998. Check-list of North American Birds, 7th edition and its supplements 44-54. Revisada en: <http://www.aou.org/checklist/north/print.php> (consultada en junio 2014).
- Averaves. 2012. averaves version 2. CONABIO, NABCI, The Cornell Lab of Ornithology y Audubon. México. <[averaves.org/](http://averaves.org/)> (consultado 20 de agosto de 2012).
- Avesmx 2012 Berlanga, H., Rodríguez-Contreras, V., Oliveras de Ita, A., Escobar, M., Rodríguez, L., Vieyra, J., Vargas, V. 2008. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. [www.avesmx.net](http://www.avesmx.net) (consultado en noviembre 2012).
- Barajas-López F.C. 1994. Lista comentada de la avifauna de la región del temazcal, Michoacán, México: una zona de transición. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Barve N. 2008. Tool for Partial-ROC (Biodiversity Institute, Lawrence, KS). Version 1.0.
- Carrillo-Acevedo I. 2007. Riqueza avifaunística del área natural protegida los chorros del varal municipio de los reyes Michoacán. Tesis de licenciatura,

Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra, México.

Chávez -León G. 2005. Riqueza de aves del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) [en línea] 2007, 23 (Sin mes): [Fecha de consulta: 1 de Noviembre de 2012] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57523202>> ISSN 0065-1737

Cipames-Conabio 1999. Áreas de importancia para la conservación de las aves. Escala 1:250,000. Consejo internacional para la preservación de las Aves- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF, México.

Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) *Áreas naturales protegidas en el estado de México. Consultado en línea en [http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas\\_naturales\\_protegidas/categorias\\_areas\\_protegidas/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm) (consultado el 10 de junio 2014).*

CONABIO 2012 (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2012. CONABIO. México, DF.

Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa MA:C, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

CONANP 2013 (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), revisado en <http://www.conanp.gob.mx/> (consultado el 05/04/2013).

Conafor 2012. (Comisión Nacional Forestal) consultada en línea en <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/tramites-y-servicios/apoyos-compensacion-ambiental/resultados> (consultada en enero 2014)

Donovan, T. M., C. J. Beardmore, D. N. Bonter, J. D. Brawn, R. J. Cooper, J. A. Fitzgerald, R. Ford, S. A. Gauthreaux, T. L. George, W. C. Hunter, T. E. Martin, J. Price, K. V. Rosenberg, P. D. Vickery, and T. B. Wigley. 2002. Priority research needs for the conservation of Neotropical migrant landbirds. *Journal of Field Ornithology* 73:329-339.

Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. J. Hijmans, F. Huettmann, J. R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. G. Lohmann, B. A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. M. Overton, A. T. Peterson, S. J. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R. E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M. S. Wisz, y N. E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*

ESRI (Environmental Systems Research Inc.). 2008. ArcView GIS Ver. 9.3. ESRI. New York, EUA.

Fishpool L.D.C., Heath M.F., Waliczy, Z., Wege, D.C., Crosby, M.J. 1998. Important Bird Areas—Criteria for selecting sites of global conservation significance. En: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds), *Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress, Durban*. BirdLife South Africa. Johannesburg.

Flores 2005 AVIFAUNA REPRODUCTIVA DEL MATORRAL SUBTROPICAL EN EL BAJIO DE MICHOACAN, MEXICO Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Gamiño-Molina K.Y. 2010. Diversidad y abundancia de especies de aves en el predio la alberca, municipio de Uruapan, Michoacán. Tesis de licenciatura,

Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

García-Peña I.N. 2012. Aves residentes de la microcuenca del río chiquito, municipio de Morelia: riqueza, estacionalidad, distribución y conservación. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Gobierno del Estado de Baja California Sur y SAGARPA. (2011). *Diagnóstico sectorial del Estado de Baja California Sur*. La Paz, B. C. S. 235pp. Consultado en línea en <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacalifornia/Documents/EVALUACIONES%20EXTERNAS/Diagnostico%20Sectorial%20%20Baja%20California%202009.pdf> (consultado el 10 de junio de 2014).

Hartkamp A.D., White J.W. y Hoogenboom G. 1999. En terfacing Geographic Information Systems with Agronomic Modeling: A Review. *Agron J.* 91, 761-772.

Hernandez-Maya M.C. 2010. Diversidad avifaunística en agroecosistemas dedicados al cultivo de aguacate en la región de Uruapan, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Hernández, P. A., C. H. Graham, L. L. Master, y D. L. Albert. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*.

Herrera-Rodríguez E. 2010. Diversidad avifaunística en agroecosistemas de la cuenca baja de Cuitzeo, Michoacán. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- Hutchinson 2000. ANUSPLIN VERSION 4.3.7 USER GUIDE, Centre for Resource and Environmental Studies Australian National University Canberra.
- Hutchinson M.F. 2004. *Anusplin Version 4.3.7 Centre for Resource and Environmental Studies*. The Australian National University:Canberra, Australia.
- Hutchinson M. F., and GESSLER, P. E., 1994, Splines-more than just a smooth interpolator. *Geoderma*, 62,4547.
- Jarvis CH, Stuart N. 2001. A comparison among strategies for interpolating maximum and minimum daily air temperatures. Part II: the interaction between the number of guiding variables and the type of interpolation method. *Journal of Applied Meteorology* 40: 1075–1084.
- Mandujano-Chávez G. 1997. Las especies de aves terrestres que se reproducen en el estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Margules, C.R., R.L. Pressey y P.H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Bioscience* 27:309-326.
- Mejía-Zavala M. 1992 Avifauna de la Región Sureste de la Depresión del Balsas, en el Estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Méndez-Robles M. 1997. Contribución al conocimiento de las aves de la región de Tacámbaro, centro del estado de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

- National Geographic 2011. Field Guide to the birds of north America. Sexta edición.
- Navarro, A.G. y A.T. Peterson. 2007. Mapas de las aves de México basados en WWW. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CE015. México, DF. <[www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15)>(consultado 20 de octubre de 2011).
- New M, Hulme M, Jones P. 1999. Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate* 12: 829–856
- New M, Lister D, Hulme M, Makin I. 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research* 21: 1–25.
- Pearson R., C. Raxworthy, M. Nakamura y A. Townsend Peterson 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar en *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) (2007) 34, 102–117.
- Pérez-Magaña J.C. 2012. Monitoreo de las poblaciones de aves de la reserva de la biosfera mariposa monarca, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.
- Peterson, A.T., Papeş, M. and Soberón, J. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling* 213:63–72.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., Da Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffman M., Long, J., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L, Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J. & Yan, X. 2003.



Global Gap Analysis: towards a representative network of protected areas. Advances in Applied Biodiversity Science No. 5. Conservation International. Washington D.C.

Rodrigues, A.S.L., Akcakaya, H.R., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Chanson, J.S., Fishpool, L.D.C., Da Fonseca, G.A.B, Gaston, K.J., Hoffmann, M., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J. & Yan, X. 2004. Global Gap Analysis: Priority Regions for Expanding the Global Protected Area Network. *Bioscience* 54(12):1092-1100.

Salas-Páez 1986 Las aves de la sierra Purépecha del Estado de Michoacán. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Secretaria de medio ambiente y aprovechamiento sustentable (SMAAS) fichas de las áreas naturales protegidas del estado, gobierno del estado de Campeche, consultada en línea en <http://www.smaas.campeche.gob.mx/anp/fichas-de-las-areas-naturales-protegidas-del-estado/> (consultada el 10 de junio de 2014).

Siqueira, M. F., et al. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. *Journal for Nature Conservation*, (2009), doi:10.1016/j.jnc.2008.11.001

Sosa-Gutiérrez N. 1996. Caracterización de la avifauna en parches de vegetación en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Sosa-Gutiérrez N. 2002. Efectos de la tala selectiva en las comunidades de aves en la sierra de Coalcomán. Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Soto-Rojas O. 2003. Avifauna de la presa la Mintzita, municipio de Morelia, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

SUMA 2010, Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente.

UNIVIO 2010 Unidad de Información para la Biodiversidad del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Biología, Circuito exterior S/N Ciudad Universitaria C.P. 04510. [www.unibio.unam.mx](http://www.unibio.unam.mx) (consultado en 21 de noviembre 2012).

Velázquez-Montes A., Sosa-Gutiérrez N., Navarrete-Pacheco J.A. y Torres-García A. 2005. Programa de conservación para el Estado de Michoacán 2003-2008, Bases para la conformación del sistema de áreas de conservación del estado de Michoacán. Secretaria de urbanismo y medio ambiente (SUMA), Morelia, Michoacán, México.

Villalón-Calderón R.M. 1990. Análisis altitudinal de la avifauna del transecto tancítaro-parácuaro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Villaseñor-Gómez, J. F. 1988. Aves costeras de Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Villaseñor-Gómez L.E. 1985. Avifauna de la presa Zicuirán, depresión del balsas inferior, Michoacán, México. Tesis de licenciatura, Laboratorio de Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

### **CAPITULO III.**

## **DETERMINACIÓN DE LA RIQUEZA Y PATRONES DE OCUPACIÓN DE HÁBITAT DE TECOLOTES (STRIGIDAE) EN TRES TIPOS DE BOSQUE TEMPLADOS DEL SISTEMA NEO-VOLCÁNICO TRANSVERSAL EN MICHOACÁN, MÉXICO.**

## RESUMEN

El conocimiento de la distribución espacial y abundancia de poblaciones de tecolotes en México es muy pobre para la mayoría de las especies. En el presente estudio se evaluaron patrones de ocupación de hábitat y abundancia relativa de especies de tecolotes en tres localidades con diferentes tipos de vegetación (Pino-Encino, Pino y Encino) y niveles de perturbación dentro del sistema Neovolcánico transversal en Michoacán. Se realizaron censos mediante una combinación de puntos de conteo fijos y uso de grabaciones para generar historias de encuentro, con las cuales se estimó la probabilidad de ocupación de hábitat y la abundancia relativa de las especies. Se registraron seis especies de tecolotes en los tres sitios de muestreo incluyendo; *Bubo virginianus*, *Megascops trichopsis*, *Megascops kennicottii*, *Aegolius acadicus*, *Glaucidium gnoma* y *Ciccaba virgata*. Durante el muestreo no se registraron especies migratorias en las localidades de estudio. El sitio mejor conservado de Pino-Encino fue el que presentó la mayor diversidad con seis especies. La especie con la mayor probabilidad de ocupación y abundancia en los tres sitios fue el tecolote rítmico (*M. trichopsis*), sin embargo dentro del sitio de encino el tecolote occidental (*M. kennicottii*) presentó una abundancia considerable y un porcentaje de ocupación similar al de *M. trichopsis*. El Búho café (*C. virgata*) fue la especie que presentó la menor abundancia así como la menor ocupación de sitios y estuvo ausente en el sitio de Bosque de encino. En las especies restantes, la probabilidad de ocupación y abundancia varió dependiendo de la localidad (tipo de hábitat). El efecto de variables, incluyendo cobertura arbórea, tipo de vegetación y estado de conservación del hábitat influyó de manera diferente en la ocupación de hábitat dependiendo de la especie. Se requieren estudios en otras localidades geográficas para confirmar la presencia de especies que se reportan para los bosques templados que no fueron registradas en este estudio.

## ABSTRACT

### **DETERMINATION OF SPECIES RICHNESS AND PATTERNS OF HABITAT OCCUPANCY OF OWLS (STRIGIDAE) IN THREE TYPES OF TEMPERATE FOREST WITHIN THE NEO-VOLCANIC SYSTEM IN MICHOACÁN, MEXICO.**

Knowledge of the spatial distribution and abundance of populations of owls in Mexico is very poor for most species. In the present study we determined species richness, patterns of habitat occupancy and relative abundance of owls in three types of temperate forest (pine-oak, pine and oak) located within the central portion of the neovolcanic system in the state of Michoacán. We surveyed owls using a combination of fixed points and playbacks to elicitate responses. We generated encounter histories for each species recorded at each location and these were used to estimate the probability of habitat occupancy using the software PRESENCE. In addition, species richness and relative abundance were described at each habitat type. At all three sites combined, we recorded total of six species of owls including; *Bubo virginianus*, *Megascops trichopsis*, *Megascops kennicottii*, *Aegolius acadicus*, *Glaucidium gnoma* y *Ciccaba virgata*. None of two potential migratory species were recorded. The best preserved site (pine-oak forest) had the highest diversity with all six species present. The species with highest probability of habitat occupancy and abundance at all three sites was the Whiskered Screech Owl (*M. trichopsis*), followed by the Western Screech Owl (*M. kennicotti*), which was however more abundant in the oak forest site. The Mottled Owl (*C. virgata*) was the species with the lowest estimation of habitat occupancy and the less abundant, being absent within the Oak forest site. For the remaining three species, the probability of habitat occupancy and abundance varied depending on the habitat type. Forest cover percentage was the variable that better explains the abundance of owls indicating that loss of forest is having negative effects on populations regarding of the type of forest.

## I. INTRODUCCIÓN

Las rapaces nocturnas son un grupo muy poco estudiado en México (Rodríguez-Yáñez et al. 1994, Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006, Calderón-Ruiz 2014 en prep.). Para el caso del estado de Michoacán el conocimiento que se tiene es aún más escaso y limitado principalmente a registros de especies derivados de inventarios que ocasionalmente incluyen registros de colecta y observaciones casuales (Calderón-Ruiz 2014 en prep.). Como consecuencia de la falta de estudios tanto de aspectos de la historia de vida y estado poblacional, actualmente se desconoce en general la situación en la que se encuentran las poblaciones residentes y migratorias dentro del estado y como tal no hay bases que permitan definir hasta qué grado las especies requieren de la aplicación de acciones de conservación.

El estado de Michoacán posee una superficie de 58,599 km<sup>2</sup>, que representan el 3.0% de la superficie del país, ocupando el lugar número 16 a nivel nacional; se ubica en el centro-oeste del territorio mexicano (INEGI 2011). Es uno de los estados de la República Mexicana que presentan mayor diversidad biológica, ubicándose en el quinto lugar a nivel nacional (Villaseñor-Gomez 2005). Dentro del estado se identifican cinco Ecorregiones (nivel II) (INEGI, CONABIO e INE 2008 (ver capítulo 1), cuya complejidad topográfica y variedad de climas dan origen a la gran riqueza de comunidades animales y vegetales hoy conocidas (Rzendowsky 1981, Escalante et al. 1993, García-Trejo y Navarro 2004).

Dentro del afán de conservar la gran riqueza natural que destaca en el estado, los esfuerzos se han enfocado principalmente al decreto de áreas naturales protegidas (ANPs) las cuales han sido reconocidas como el instrumento de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad (Dorfman 2005). No obstante, las ANPs son insuficientes para proteger de manera eficaz la diversidad de especies de tecolotes en el estado (Calderón-Ruiz 2014 en prep.), por lo que se requiere de estrategias adicionales para asegurar la conservación de hábitat y por ende de las especies. Desafortunadamente, Michoacán es también considerado dentro de los estados con

mayor tasa de deforestación a nivel nacional (CONAFOR 2012), lo que predeciblemente puede estar impactando negativamente a las especies de tecolotes, particularmente a aquellas dependientes de hábitat en buen estado de conservación. Aún donde hubiera planes de extracción forestal aceptables, no se sabe a ciencia cierta hasta que nivel, estas prácticas afectan o benefician la riqueza de especies, la abundancia poblacional y otros atributos de historia de vida de las mismas.

Es un aspecto bien conocido que el cambio en la composición del paisaje y estructura de hábitat se ve reflejado en variación en la estructura de las comunidades, incluyendo además variación en la ocupación de hábitat, abundancia y distribución de las especies (Mackenzie y Royle 2005). Los efectos de los diferentes factores que afectan la ocupación, abundancia y distribución de hábitat de cada especie depende también de la historia de vida de estas, siendo favorecidas en mayor medida las especies generalistas, en contraste a las especialistas que por lo general son afectadas negativamente (Thiollay 1989).

En el contexto de riqueza biológica, el Sistema Neovolcánico Transversal o Eje Neovolcánico resalta como una de las regiones de mayor endemismo y riqueza biológica de México. En Michoacán, aunque se considera como una barrera natural que divide a la Altiplanicie meridional al norte y la Depresión del balsas al sur, las zonas transicionales entre estas integran una heterogeneidad paisajística compleja que por sus características promueven una alta riqueza biológica en esta región (García-Trejo y Navarro 2004). Por otro lado, en esta región se encuentra también una alta densidad de población humana (Mercado-Vargas y Palmerín Cerna 2012) resultando en un deterioro ambiental significativo derivado de las diversas actividades humanas, en particular las que causan elevadas tasas de cambio de uso de suelo, la modificación de los ecosistemas, la extracción ilícita y mal planeada de los recursos naturales, debido a esto la basta riqueza forestal que posee la región se encuentra seriamente amenazada (Challenger 1998, Ehrlich y Ceballos 1997 y Rodrigues *et al.* 2003) y con ello las amenazas se extienden a todas aquellas especies, incluyendo rapaces nocturnas dependientes de sitios boscosos en buen estado de conservación.

En el caso particular de Michoacán, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) reporta que se deforestan alrededor de treinta mil hectáreas de bosques y selvas al año en la entidad (CONAFOR 2013). Los esfuerzos que se han realizado para mitigar la tendencia de deforestación han sido muchos, aunque en general se han enfocado en mantener el contexto económico que representan los bosques mediante el apoyo a proyectos de manejo forestal que tratan de hacer que el uso y aprovechamiento de los recursos forestales sea más eficiente. Destacan por ejemplo el impulso a la producción de plantas en viveros, reforestación, pagos por servicios ambientales y más recientemente uso eficiente de biocombustibles maderables. Si bien estos proyectos tienen intención de promover una cultura de explotación sustentable de los recursos boscosos y con ello ayudar a disminuir el impacto antropogénico, la escala de su aplicación es aún muy baja para garantizar extensiones significativas de bosque en el estado (CONAFOR 2013).

El avance de la pérdida de bosques y la falta de buenas prácticas de manejo forestal puede considerarse sin duda un factor que está afectando a las rapaces nocturnas, en particular a aquellas especies que anidan en cavidades creadas por excavadores primarios (Cockle *et al.* 2011), por lo general tienen bajas abundancias, son territoriales, y son depredadores tope dentro de la comunidad (Zuberogoitia 2002), atributos todos que las incluyen dentro de las especies más vulnerables a la extinción (Primack *et al.* 2001). No obstante, para este grupo de aves, no hay estudios sistemáticos de la situación actual de las poblaciones tanto en México como en Michoacán, inclusive sobre aspectos básicos como la distribución, abundancia y uso de hábitat (Calderón-Ruiz 2014 en prep.) por lo que no se tiene certeza del estado de conservación que guardan actualmente.

En este estudio, se realizó un muestreo en tres tipos de bosque templado dentro del Sistema neovolcánico transversal en el estado de Michoacán, para determinar la riqueza, abundancia y probabilidad de ocupación de hábitat.



## II. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la riqueza, abundancia y ocupación de hábitat de tecolotes (Strigidae) en bosques templados del sistema neo-volcánico transversal en Michoacán, México.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la riqueza y abundancia de especies de tecolotes en tres localidades con diferente tipo de Bosque (Pino, Pino-Encino y Encino) dentro del Eje Neovolcánico.
- Determinar la probabilidad de ocupación de hábitat con base a datos de presencia-ausencia en los tres tipos de bosque considerados.
- Determinar el efecto de la cobertura forestal y condición de perturbación sobre la probabilidad de ocupación de hábitat de las especies.

### III. MÉTODOS

#### 3.1. SITIO DE ESTUDIO: El Eje Neovolcánico

El Eje Neovolcánico, también conocido como sistema Neovolcánico transversal es una cordillera de origen geológico reciente caracterizada por una sucesión de volcanes que atraviesan la parte central del país a lo largo del paralelo de 19 grados norte, delimitada al sur por la altiplanicie Mexicana. Su orientación general va de oriente a occidente, siendo una estructura compleja que integra gran cantidad de elementos estructurales como cuencas y valles entre los grandes volcanes. En esta se encuentran las cimas de mayor altitud del país. Su compleja topografía permite que dentro de esta región se generen diversos tipos de climas que van desde muy cálidos en la partes bajas, hasta los semifríos en las porciones más elevadas (Reyna 1971).

De acuerdo a Rzedowski (1978) la vegetación característica es la de bosques templados, principalmente dominados por coníferas. En altitudes superiores a los 1850msnm, los principales géneros que se presentan son: *Cupresus*, *Pinus* y *Taxodium*, siendo más abundantes las especies de *Pinus*. Los bosques de pinos se presentan En altitudes superiores a los 1850 msnm y hasta 3000msnm, los bosque de pino se intercalan con los de encino formando bosques mixtos en la parte más baja de su distribución, los bosques de encino se encuentran a menores altitudes (900 a 2000msnm) (Rzedowski 1978). También se presenta en esta región el Bosque Mesofilo de Montaña el cual se encuentra en cañadas protegidas en elevaciones superiores a los 2500msnm.

Para este estudio se muestrearon tres localidades dentro del sistema Neovolcánico en el estado de Michoacán. Las localidades todas aledañas a la ciudad de Morelia, se ubican dentro de un rango de entre 10 a 30km (Fig. 1), siendo denominadas como: 1) Cerro del Águila, 2) Ichaqueo (campamento torrecillas) municipio de Morelia y 3) Comunidad Las Peras (Área privada de conservación "Campamento Ecoturístico Carindapaz" (Fig. 1).



**Figura 1.** - Sitios de muestreo seleccionados a lo largo de la cordillera del Eje Neovolcánico dentro del estado de Michoacán.

### 3.1.1. Descripción de localidades de muestreo

#### 3.1.1.1. Localidad “Cerro del águila”

Se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Morelia (Fig.2), entre los  $19^{\circ}32'30''$  -  $19^{\circ}40'30''$  latitud N y los  $101^{\circ}16'39''$  -  $101^{\circ}26'16''$  longitud O, entre los municipios de Morelia y Lagunillas; la falda de este se cerró se encuentra a una altitud de 1,900 msnm y su cúspide a 3,080 msnm (INEGI 2007). Presenta un relieve muy

heterogéneo compuesto por planicies, piedemonte bajo, medio y superior, y laderas con pendientes suaves, inclinadas y escarpadas (Bocco y Mendoza 1999). Predomina el clima templado sub-húmedo con lluvias en verano C (w1) (w) b (i') g, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (2004), con un régimen de precipitación promedio de 791.6mm anuales. La temperatura media anual es de 17.6 °C (INEGI 2007).

Dentro de los principales tipos de vegetación que presenta este cerro se encuentran, el bosque de pino-encino entre los 2,500 a 3,080 msnm. En los que las especies dominantes son *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Pinus pseudostrobus* y *Clethra mexicana*. El bosque de encino el cual es el de mayor extensión, se ubica entre los 2,200 a 2,800msnm, donde las especies dominantes son *Quercus desertícola*, *Q. castanea*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. El bosque de encino varía en su composición y fisonomía ya que se presentan en estado arbóreo de entre 4-7m y en estado arbustivo. El bosque tropical caducifolio es el menos dominante y con mayor grado de alteración, se presenta entre los 2,000 y 2,300 msnm, actualmente es una comunidad vegetal muy fragmentada por actividades agropecuarias y urbanización. Pastizales; se encuentran a altitudes de entre 2,550 a 2800msnm, en claros o bordes intercalados entre el bosque de encinos y pino-encino (Cornejo-Tenorio *et al.* 2013). Dentro de la zona de estudio las principales actividades antropogénicas que se realizan son la agricultura, ganadería y la extracción de leña.



**Figura 2.-** Ubicación del sitio de estudio y los puntos fijos de muestreo de tecolotes en el “Cerro del Águila”. Bosque de Encino.

### **3.1.1.2. Localidad “Ichaqueo” (Campamento torrecillas)**

El área de estudio se encuentra aledaña al poblado de Ichaqueo, municipio de Morelia; se ubica al sur de la capital a aproximadamente 17km de esta (Fig. 3) entre las coordenadas 19°35'41” N y 101°08'53” O. Dentro de esta localidad los puntos fijos de muestreo se encuentran dentro del campamento ecoturístico “Torrecillas” entre los 2350 a 2600msnm. Dentro de las características del relieve del área destacan paisajes boscosos de coníferas y bosque mixto con presencia de ríos y cascadas. El clima del área es templado subhúmedo (C (W2) (W) (Fernández-Nava *et al.* 1998), con precipitaciones menores a los 1,000 mm al año y una temperatura anual que varía entre los 18 a 30° C. Como resultado de las características climáticas y de relieve, se presentan diversos tipos de vegetación con dominancia de Bosques de Pino, seguidos por Pino-encino, Encino-pino en las partes más bajas y parches de Bosque Mesofilo de montaña en las cañadas más húmedas (Rzedowski 1981). Dentro de la zona de estudio se realiza extracción de madera, actividades ecoturísticas, con algunas zonas dedicadas a uso agrícola.



**Figura 3.-** Ubicación del sitio de estudio y los puntos fijos de muestreo de tecolotes en “Ichaqueo” (Campamento Torrecillas). Bosque de Pino

### 3.1.1.3. Localidad “Las Peras” (Campamento Ecoturístico Carindapaz)

El campamento Ecológico Carindapaz se encuentra dentro de la localidad de Las Peras, Municipio de Indaparapeo, a aproximadamente 30km al este de la ciudad de Morelia (Fig. 4), a un costado de la carretera federal Morelia-Mil cumbres entre los 19°40′58.80” N y 100°54′22.11” O. El área integra una reserva privada de más de 200ha con bajo manejo forestal. Las principales actividades que se realizan son de carácter ecoturístico. En esta área, el clima es templado sub-húmedo con lluvias en verano, con una precipitación promedio de 1,160mm anuales y con temperatura promedio anual de 19°C (INEGI 2007). La vegetación dominante es el bosque de pino-encino y las principales especies presentes son *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *Quercus laurina*, *Q. classifolia* y *Q. rugosa* (Rzedowski 1981).



**Figura 4.-** Ubicación del sitio de estudio y los puntos fijos de muestreo de tecolotes dentro del área “Las Peras” (Campamento Ecoturístico Carindapaz). Bosque de Pino-Encino.

### 3.2. Censos poblacionales

En cada localidad de estudio se realizaron censos poblacionales mediante una combinación de puntos fijos de conteo y reproducción de cantos (Whitacle *et al.* 1992, Ralph *et al.* 1996 y Zuberogoitia 2002). Los puntos se ubicaron a lo largo de caminos y senderos (Figs. 2, 3 y 4), con una distancia mínima de 500m entre punto y punto para reducir el conteo repetido de individuos. En la primer localidad Ichaqueo (Bosque de Pino) los puntos de muestreo se encuentran ubicados dentro del campamento torrecillas el cual presenta una vegetación dominante de bosque de pino (Fig. 3), en la segunda localidad los puntos de muestreo se ubicaron dentro de los terrenos del campamento Carindapaz en donde la vegetación dominante es el Bosque de Pino-Encino (Fig. 4) y los puntos de muestreo dentro de la tercer localidad, Cerro del Águila (Bosque de Encino) se encuentran ubicados en la parte al este del cerro, dentro de una zona dominada por encinares en estado arbóreo y arbustivo (Fig. 2). Los conteos por puntos (Ralph *et al.* 1996) son el principal método

de monitoreo de aves terrestres ya que permite determinar además de la riqueza y abundancia de especies, la asociación con el hábitat y los cambios espaciales y temporales de las poblaciones de aves (Burnham *et al.* 1988, Whitacre *et al.* 1992).

El método consiste en que el observador permanece en un punto fijo donde registra las aves vistas y escuchadas en un área con distancia limitada o ilimitada dentro del hábitat de interés y en un periodo determinado. Aunque el método de conteo por puntos fue originalmente creado para aves pequeñas (ver Ralph *et al.* 1996), la modificación a mayor distancia entre puntos ha resultado de utilidad para censar especies más grandes como los tecolotes (Zuberogoitia 2002). Para el caso de rapaces nocturnas, el método de censado se complementa mediante la reproducción de cantos de la especie de interés para motivar la respuesta de estas aves que son territoriales e incrementar la probabilidad de detección (Marshall 1988), los resultados de este método han sido evaluados por diversos autores y confirmaron que sin duda es un buen método para censar rapaces nocturnas (Redpath 1994, Viada 1994, Proudfoot y Beason 1996 y Zuberogoitia 2002).

Previo al muestreo de campo, se generó una lista de las especies potenciales para los sitios de estudio, basada en los registros de especies reportados para el Eje Neovolcánico por varias fuentes (ver capítulo 1). La lista integró un total de 10 especies, incluyendo: *Glaucidium gnoma*, *G. brasilianum*, *Aegolius acadicus*, *Psiloscops flammeolus*, *Megascops trichopsis*, *Megascops kennicottii*, *Bubo virginianus*, *Strix virgata*, *Strix occidentalis* y *Asio otus*. Para cada especie, se obtuvieron cantos de bases de datos digitales disponibles en línea “Xeno-canto.com, Owlpages.com y Sibley Birds.app, así como también de grabaciones obtenidas durante los muestreos en campo.

En cada localidad, se establecieron de 9 a 10 puntos fijos (ver Figs. 2,3 y 4) donde los censos se llevaron a cabo al menos una hora posterior a la puesta del sol entre las 20:00 a 24:00 horas. En cada punto de conteo, se inicio primero con un periodo de silencio de dos minutos, seguido del cual se reprodujeron los cantos de las diferentes especies también por periodos de dos minutos al cuál siguió otro periodo



adicional de silencio también de dos minutos para registrar individuos escuchados por respuesta a las grabaciones (ver Zuberogoitia 2002).

En cada punto de conteo se reprodujeron sólo cuatro cantos de especies del total de la lista generada de especies potenciales (ver arriba). Las grabaciones fueron organizadas al azar, empezando por la especie de menor tamaño a especies más grandes ya que se ha sugerido que este arreglo es necesario para evitar la inhibición de respuestas vocales relacionadas a posibles comportamientos antipredatorios y de competencia entre especies (Zuberogoitia 2002). En cada punto la aplicación de las grabaciones fue de tal manera que el segmento de cuatro cantos expuestos en el primer punto no se repitiera en el siguiente para reducir la probabilidad de conteos repetidos y así sucesivamente pero cuidando de aplicar los cantos de todas las especies potencialmente presentes en el área. Para cada punto, la respuesta vocal o registro visual de las especies, se registro como presencia (1) o ausencia (0) cuando no hubo respuesta de las especies.

Además de la historia de encuentro de las especies para cada sitio, se registraron covariables asociadas a cada sitio, las cuales brindan información sobre factores que pueden afectar la aparición de una especie de interés, estas covariables pueden ser continuas o categóricas. Para este caso, se consideraron tres variables que podrían estar asociados con la probabilidad de ocupación (psi) de hábitat:( Porcentaje de cobertura forestal, tipo de vegetación y estado de conservación del hábitat a nivel del punto de muestreo).

La variable de cobertura arbórea se obtuvo a una escala a nivel del paisaje (1km<sup>2</sup>), a partir de una capa de información geográfica de un índice de vegetación, esta variable describe el porcentaje de la cobertura forestal dentro de un cuadrante de 1km<sup>2</sup> (variable continua) donde el punto de muestreo se consideró como el centro del cuadrante.

Las otras dos variables (tipo de vegetación y estado de conservación), se tomaron a una escala espacial más pequeña a nivel del punto, estas se estimaron mediante prospecciones visuales en los puntos de muestreo en un radio de 50m del

observador. Estas dos variables fueron tomadas en forma categórica, donde para el caso de la variable de vegetación se considero la vegetación dominante en la localidad, siendo: Bosque de pino, Pino-Encino y Encino. Para el caso de la variable de estado de conservación se utilizaron tres categorías: bajo, moderado y alto estimados para todos los puntos de muestreo. Además de las prospecciones en terreno, se utilizaron imágenes satelitales obtenidas del programa Google earth para determinar su situación en el contexto del paisaje aledaño, por ejemplo la cercanía a zonas abiertas o agrícolas, o inmeresas en la extensión forestal.

Para categorizar las variables de conservación se considero a un sitio dentro de la Categoría de **baja conservación** si presentaba indicios de tala (extracción de madera) en el punto, si se encontraba cercano a zonas abiertas o de cultivo ( $\leq 50\text{m}$ ), si presentaba poca abundancia de arboles y si se encontraba cercano a asentamientos humanos ( $< 50\text{m}$ ).

**Moderada conservación**, se consideraron dentro de esta categoría a los sitios que no presentaban impacto por tala, podrían presentar arboles caídos de forma natural, se encontraban más alejados de sitios abiertos o zonas de cultivo ( $> 50\text{m}$ ), presentaban una densidad moderada de arboles y no se encontraban cerca de asentamientos humanos ( $> 50\text{m}$ )

**Alta conservación**, se consideraron dentro de esta categoría a los sitios que no presentaron manejo o extracción forestal, lejos de asentamientos humanos, que no se encontraban cerca de zonas abiertas o de cultivo y que presentaban una abundancia de arboles alta.

Las tres covariables de los sitios seleccionadas se utilizaron dentro del programa PRESENCE para estimar si la ocupación de las especies de interés puede explicarse con relación al efecto de estas variables, se siguieron los métodos propuestos por Donovan y Hines (2007) para incorporar variables continuas o categóricas a los análisis con PRESENCE.

En el caso de la co-variable cobertura forestal, la cual es una variable continua, esta se estandarizo aplicando la estandarización "Z" del programa (valor de la variable,

menos el promedio entre la desviación estándar), lo cual permite comparar las variables y observar el grado de influencia de la variable de interés en la probabilidad de presencia de las especies.

Las covariables categóricas de vegetación y conservación se expresan de forma binomial en dos columnas (ver Donovan y Hines 2007), siendo para el caso de la variable de vegetación 1 - 0 = Bosque de pino. 0 – 1 = Pino-encino y 0 – 0 = Encino, y en el caso del nivel de conservación fue 1 - 0= baja, 0 – 0 = moderada y 0 – 1 = alta.

### 3.3. Abundancia relativa

La abundancia relativa de las especies, se calculó con base al número de registros acumulados por especie en el total de veces que se muestrearon los puntos. El total de registros fue entonces dividido entre el total de censos realizados en cada punto para todas las localidades combinadas y para cada localidad de manera individual. De tal forma, el cálculo fue de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia relativa} = \left[ \frac{\text{No. total de registros de la especie}}{\text{No. total de puntos de muestreo acumulados}} \right] \times 100$$

La abundancia relativa se expresa entonces como el porcentaje de registros de cada especie sin distinción de localidad y para cada una de manera individual.

### 3.4. Ocupación de hábitat

Para determinar la ocupación de hábitat, cada sitio fue visitado al menos cinco veces a lo largo del ciclo anual donde cada punto fijo fue censado repetidamente durante periodos consecutivos de 2 a 3 días por visita. Esta metodología es la recomendada para generar las historias de encuentro (datos de presencia-ausencia). Los datos se analizaron utilizando el programa “Presence 4.2.”(Mackenzie 2005), el cual es un programa desarrollado para la evaluación de modelos de ocupación de hábitat basado en la probabilidad de presencia / ausencia con respecto a las historias de encuentro. El muestreo básico previsto para los modelos es que, dentro de una

localidad se establezcan los puntos de muestreo donde se realizarán los censos y generar datos de presencia / ausencia de las especies de interés, partiendo del supuesto de que la detección en cada censo es imperfecta, es necesario generar una historia de encuentros con base a visitas consecutivas a los sitios de muestreo. Las historias de encuentro proporcionan la información necesaria para separar las ausencias falsas y verdaderas, permitiendo así determinar la ocupación de hábitat, definida como la probabilidad de que un sitio está ocupado por las especies de interés en función de su detectabilidad (ver Donovan y Hines. 2007). El programa Presence permite mediante el módulo de análisis de una sola temporada generar dos modelos de ocupación predeterminados, uno en el que se contempla que la probabilidad de detección de la especie es constante y un segundo en el que se contempla que la probabilidad de detección varía entre visitas (Donovan y Hines 2007), para el caso de nuestros resultados seleccionamos el segundo modelo en el que se contempla que la probabilidad de detección varía entre visitas, ya que existen muchos factores que podrían estar modificando o afectando la detectabilidad de los tecolotes por ejemplo: debido a que nos basamos en un muestreo mediante la técnica de combinación de puntos de conteo y provocación auditiva, se sabe que para muchas especies la territorialidad o defensa de territorio varía a lo largo del ciclo anual (Zuberogoitia 2002) por lo que la detección mediante este método puede variar dependiendo de qué tan territoriales sean las especies dentro de los sitios de muestreo y la temporada en la que se realicen los censos (Zuberogoitia 2002).

El número de visitas a los sitios así como el número de puntos para la obtención de datos se determinó con base en las recomendaciones de Mackenzie y Royle (2005) quienes recomiendan realizar un mínimo de tres visitas por sitio debido a que las especies no siempre serán detectadas en una primera visita de muestreo; para el caso de especies raras recomienda una mayor cantidad de sitios con menos puntos.

Para el caso particular de este estudio, los censos de tecolotes se llevaron a cabo a intervalos de dos meses entre visitas para cada localidad, iniciando en febrero de 2013 y hasta noviembre del 2013.

### **3.5. Influencia de las variables en la explicación de la ocupación de los sitios.**

Mediante el programa Presence se evaluó además la influencia de las variables de hábitat indicadas arriba sobre la probabilidad de ocupación de hábitat para cada especie registrada. Para esto, se se generaron siete modelos, con las variables individuales y la combinación de estas. El modelo con mayor peso en la explicación de la ocupación de los sitios es aquel que presente el menor valor del criterio de información de Akaike (AIC por sus siglas en ingles).

Valores de delta AIC  $< 2$  sugieren evidencia sustancial para considerarlos como modelos robustos, mientras que los valores entre 3 y 7 indican modelos con poco soporte, mientras que una delta AIC  $> 10$  indica que el modelo es muy poco probable (Burnham y Anderson 2002 ).

Si bien el mejor modelo nos indica cual o cuales de nuestras variables influyen en la ocupación de los sitios por las especies, La influencia de los modelos en la explicación de la ocupación de las especies se observa en el valor de los estimados de las Beta's (Donovan y Hines 2007).

La interpretación de los valores de las Beta's está en función del tipo de variable, en el caso de las variables continuas, un valor de "0" o cercano a este nos indica que la especie prefiere sitios con características iguales a los valores de la media, mientras que valores negativos nos indican que la ocupación está en función de los sitios con un menor valor que el de la media y valores positivos nos indican que la ocupación de los sitios está en función de aquellos sitios que están por encima de la media. Para el caso de las variables categóricas es muy similar solo que el resultado solo nos indica si hay influencia o no de cada categoría. Valores positivos indican que la categoría influye en la ocupación de los sitios mientras que valores negativos nos indican que no existe influencia en la ocupación de sitios (ver Donovan y Hines 2007).

El orden taxonómico y nomenclatura de los nombres científicos de las especies que se muestran en este trabajo están en base a la American Ornithologists' Union (AOU) (1998).

## IV. RESULTADOS

Se generaron 10 historias de encuentro para el sitio de Ichaqueo (campamento Torrecillas; bosque de pino) al igual que para el Cerro del Águila (bosque de encino) y 8 para el sitio de las Peras (Campamento Ecoturístico Carindapaz; bosque de pino-encino).

De las 10 especies de tecolotes potencialmente presentes en las zonas de muestreo solo se registraron seis: *Aegolius acadicus*, *Glaucidium gnoma*, *Megascops kennicottii*, *Megascops trichopsis*, *Ciccaba virgata* y *Bubo virginianus*. Todas las especies registradas son residentes permanentes dentro de los sitios de muestreo. No se registraron las especies; *Psiloscoptes flammeolus*, *Glaucidium brasilianum*, *Strix occidentalis* y *Asio otus*.

### 4.1. Abundancia relativa

Se acumularon un total de 270 conteos en las tres localidades y puntos de muestreo combinados. De las seis especies registradas, *Megascops Trichopsis* fue la de mayor frecuencia, mientras que *Ciccaba virgata* en contraste fue la menos frecuente (Cuadro 1).

**Cuadro 1.-** Número y porcentaje de registros de las especies de tecolotes registados en los tres sitios de estudio muestreados dentro del Eje Neovolcánico aledaños a la Ciudad de Morelia, Michoacán.

Especies registradas	Numero de registros	Porcentaje de registros
<i>Megascops kennicottii</i>	29	10.7
<i>Megascops trichopsis</i>	107	39.6
<i>Bubo virginianus</i>	10	3.7
<i>Glaucidium gnoma</i>	4	1.5
<i>Ciccaba virgata</i>	2	0.7
<i>Aegolius acadicus</i>	22	8.1
<i>Total</i>	174	100

En los sitios de bosque de pino (localidad de “Ichaqueo”, Campamento Torrecillas) y de bosque de encino “Cerro del Águila” se registraron cinco especies (ver cuadro 2), mientras que el bosque de Pino-Encino, “Las Peras” (Campamento Ecoturístico Carindapaz) fue el único donde se registraron el total de las seis especies registradas (ver cuadro 2).

Dentro del bosque de pino, la especie más frecuente fue *Megascops trichopsis*, siendo la menos frecuente *Megascops kennicottii* y *Ciccaba virgata*. En el bosque mixto de Pino-Encino la especie con mayor frecuencia fue también *Megascops trichopsis*, mientras que *Ciccaba virgata* fue la que presentó menor frecuencia. En el bosque de Encino la especie más frecuente fue de igual manera *Megascops trichopsis* mientras que *Glaucidium gnoma* fue la de menor frecuencia (Cuadro 2).

**Cuadro 2.-** Número y porcentaje de registros de las especies de tecolotes en los tres diferentes tipos de bosque muestreados dentro del eje Neovolcánico.

Especies registradas	Bosque de		
	Bosque de Pino (Ichaqueo)	Pino-Encino (Carindapaz)	Bosque de Encino (Cerro del Águila)
<i>Megascops kennicottii</i>	1(1.0%)	3(3.8%)	25(27.8%)
<i>Megascops trichopsis</i>	50(50.0%)	17(21.3%)	40(44.4%)
<i>Bubo virginianus</i>	2(2.0%)	5(6.3%)	3(3.3%)
<i>Glaucidium gnoma</i>		3(3.8%)	1(1.1%)
<i>Ciccaba virgata</i>	1(1.0%)	1(1.3%)	
<i>Aegolius acadicus</i>	8(8.0%)	5(6.3%)	9(10.0%)

#### 4.2. Probabilidad de ocupación de hábitat.

Con base al análisis de las historias de encuentro sin distinción de sitios, se encontró que *Megascops trichopsis* (Cuadro 3) presentó el mayor porcentaje de ocupación de sitio, Con *Ciccaba virgata* presentando el menor porcentaje (Cuadro 3).

**Cuadro 3.-** Probabilidad de ocupación de hábitat (Psi), error estándar (EE) e intervalos de confianza (IC) para las seis especies registradas en los sitios de muestreo combinados..

Especie	Psi (%)	EE	IC
<i>Megascops Kennicottii</i>	40.5	0.1	0.2 - 0.6
<i>Megascops trichopsis</i>	90.5	0.1	0.7 - 0.9
<i>Bubo virginianus</i>	26.9	0.1	0.1 - 0.5
<i>Glaucidium gnoma</i>	14.5	0.1	0.0 - 0.4
<i>Ciccaba virgata</i>	7.8	0.1	0.0 - 0.2
<i>Aegolius acadicus</i>	58.9	0.1	0.3 - 0.8

Al analizar las historias de encuentro dentro de cada uno de los sitios muestreados, se observa que dentro de Bosque de pino (localidad de Ichaqueo), *Megascops trichopsis* fue la especie con el valor de ocupación más alto, mientras que *Bubo virginianus* y *Ciccaba virgata* fueron las que presentaron la menor probabilidad de ocupación (Cuadro 4). Dentro del sitio de Bosque de Pino – Encino (Carindapaz), *Megascops trichopsis* fue también la especie que presentó el mayor porcentaje de ocupación, mientras que *Ciccaba virgata* de igual manera fue la de menor probabilidad (Cuadro 4). En el Bosque de encino (Cerro del Águila), *Megascops kennicottii* fue la especie con mayor probabilidad de ocupación, seguida por *M. trichopsis*, mientras que *Glaucidium gnoma* fue la de menor probabilidad (Cuadro 4).



**Cuadro 4.-** Probabilidad de ocupación de hábitat (Psi), error estándar (EE) e intervalos de confianza (IC) para las seis especies registradas en los sitios de muestreo.

Especie	Bosque de								
	Bosque de Pino (Ichaqueo)			Pino-Encino (Carindapaz)			Bosque de Encino (Cerro del Águila)		
	Psi (%)	EE	IC	Psi (%)	EE	IC	Psi (%)	EE	IC
<i>Megascops Kennicottii</i>	12.5	0.1	0 - 0.5	26.9	0.2	0 - 0.8	90.5	0.11	0.44 - 0.99
<i>Megascops trichopsis</i>	100	0	0 - 1	85.4	0.1	0.4 - 0.9	89	0.1	0.49 - 0.98
<i>Bubo virginianus</i>	10	0.1	0 - 0.4	43	0.2	0.1 - 0.8	29.1	0.22	0.05 - 0.76
<i>Glaucidium gnoma</i>				26.2	0.2	0 - 0.7	11.1	0.1	0.01 - 0.49
<i>Ciccaba virgata</i>	10	0.1	0.0 - 0.4	12.5	0.1	0 - 0.5			
<i>Aegolius acadicus</i>	73	0.3	0.1 - 0.9	71	0.5	0 - 0.9	47	0.18	0.17 - 0.78

#### 4.3. Influencia de las covariables de sitio en la Ocupación de las especies de tecolotes registradas.

Para cada especie se evaluaron 7 modelos (Cuadro 5), los resultados del mejor modelo variaron entre especies de tecolotes. Para el caso de *Megascops kennicottii* el mejor modelo que explica la ocupación de en los sitios de muestreo fue el modelo que combina el tipo de vegetación y el grado de conservación (Cuadro 5). Para *Aegolius acadicus* el mejor modelo el que incluyó la cobertura arbórea solamente (Cuadro 5). Para *Ciccaba virgata* el mejor modelo fue la combinación de cobertura arbórea y el grado de conservación (Cuadro 5). Para *Megascops trichopsis* fue el grado de la conservación del sitio (Cuadro 5). Para *Glaucidium gnoma* el mejor modelo incluyó la combinación de las tres variables (cobertura arbórea, tipo de vegetación y grado de conservación). Por último, el mejor modelo para , *Bubo virginianus* fué la combinación del tipo de vegetación y grado de conservación del sitio.

**Cuadro 5.-** Modelos que explican la ocupación de los sitios para las especies de tecolotes registradas en los tres sitios de muestreo. Modelos: 1) psi (cobertura arbórea), 2) psi (vegetación), 3) psi (conservación), 4) psi (cobertura arbórea-vegetación), 5) psi (cobertura arbórea-conservación), 6) psi (vegetación-conservación) y 7) psi (cobertura arbórea-vegetación -conservación). (psi = probabilidad de ocupación).

Especie	Modelo	AIC <sup>1</sup>	deltaAIC <sup>2</sup>	AIC	Modelo	No.Par.	2*LogLike
				wgt	Likelihood		
<i>Megascops kennicottii</i>	6	146.81	0	0.6734	1	6	134.81
	7	148.76	1.95	0.254	0.3772	7	134.76
	2	152	5.19	0.0503	0.0746	4	144
	4	153.81	7	0.0203	0.0302	5	143.81
	1	159.85	13.04	0.001	0.0015	3	153.85
	5	160.54	13.73	0.0007	0.001	5	150.54
	3	162.64	15.83	0.0002	0.0004	4	154.64
<i>Megascops trichopsis</i>	3	339.75	0	0.3032	1	4	331.75
	1	339.94	0.19	0.2757	0.9094	3	333.94
	5	341.5	1.75	0.1264	0.4169	5	331.5
	2	341.63	1.88	0.1184	0.3906	4	333.63
	7	342.43	2.68	0.0794	0.2618	7	328.43
	6	343.23	3.48	0.0532	0.1755	6	331.23
	4	343.62	3.87	0.0438	0.1444	5	333.62
<i>Bubo virginianus</i>	6	82.27	0	0.3393	1	6	70.27

DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y LECHUZAS) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

	7	83.95	1.68	0.1465	0.4317	7	69.95
	2	84.01	1.74	0.1422	0.419	4	76.01
	1	84.05	1.78	0.1394	0.4107	3	78.05
	3	84.56	2.29	0.108	0.3182	4	76.56
	5	85.51	3.24	0.0672	0.1979	5	75.51
	4	85.82	3.55	0.0575	0.1695	5	75.82
<i>Glaucidium gnoma</i>	7	37.67	0	0.5805	1	7	23.67
	5	39.93	2.26	0.1875	0.323	5	29.93
	4	40.43	2.76	0.146	0.2516	5	30.43
	1	43.32	5.65	0.0344	0.0593	3	37.32
	3	43.98	6.31	0.0248	0.0426	4	35.98
	2	44.75	7.08	0.0168	0.029	4	36.75
	6	45.81	8.14	0.0099	0.0171	6	33.81
<i>Ciccaba virgata</i>	5	27.33	0	0.3036	1	5	17.33
	4	28.28	0.95	0.1888	0.6219	5	18.28
	6	29.03	1.7	0.1297	0.4274	6	17.03
	1	29.39	2.06	0.1084	0.357	3	23.39
	3	29.4	2.07	0.1078	0.3552	4	21.4
	2	29.79	2.46	0.0887	0.2923	4	21.79
	7	30.18	2.85	0.073	0.2405	7	16.18
<i>Aegolius acadicus</i>	1	151.57	0	0.3747	1	3	145.57

DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y LECHUZAS) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

3	152.44	0.87	0.2425	0.6473	4	144.44
2	153.18	1.61	0.1675	0.4471	4	145.18
5	154.43	2.86	0.0897	0.2393	5	144.43
4	154.76	3.19	0.076	0.2029	5	144.76
6	156.25	4.68	0.0361	0.0963	6	144.25
7	158.23	6.66	0.0134	0.0358	7	144.23

1.- el modelo que presento un mayor peso en la explicación de la ocupación de los sitios fue aquel que obtuvo el menor valor del criterio de información de Akaike ( AIC por sus siglas en ingles) (Cuadro 5).

2.- El mejor modelo es el que presenta un valor de delta de AIC = 0 sin embargo los valores de delta AIC <2 sugieren que existe evidencia sustancial para considerar a un modelo como robustos (Burnham y Anderson 2002).

#### 4.4. Influencia del mejor modelo que explica la ocupación de cada especie.

En el cuadro 6 se muestran los valores de betas, que indican la influencia de las covariables en la explicación de la ocupación de los sitios.

Para el caso de *Megascops kennicottii* los valores de las Beta's indican que la ocupación está en función del bosque de encino y niveles moderados de conservación. Para *Aegolius acadicus* las Beta's n indican que la ocupación de los sitios se ve influenciada por la cobertura arbórea cercana a la media de los puntos (54% de cobertura arbórea). En el caso de *Ciccaba virgata* las beta's indican que la ocupación se ve influenciada por la cobertura arbórea alta y un nivel bajo de conservación. *Megascops trichopsis* los valores de las beta's indican que la ocupación se ve influenciada por la conservación baja en los sitios, sin embargo el error estándar es muy grande para este modelo. Sin embargo el segundo modelo que mejor explica la presencia es el modelo 1, el cual sugiere que la ocupación está en función de la cobertura arbórea y el valor de las beta's n indica que la ocupación es en función de sitios con una cobertura arbórea promedio en las zonas de estudio (54% de cobertura arbórea). En el caso de *Glaucidium gnoma* el modelo que mejor explica la variable es aquel que incluye todas las covariables, sin embargo las betas

nos indican que la ocupación está en función de sitios con una cobertura arbórea alta con una vegetación de bosque de encino y un grado de conservación bajo.

La ocupación de *Bubo virginianus* está en función del modelo 6 donde las betas indican que prefiere sitios con una vegetación dominante de Pino-Encino y con un grado de conservación bajo.

**Cuadro 6.-** Influencia del mejor modelo que explica la ocupación de los sitios de las especies de tecolotes sin distinción de localidad.

Especie		Modelo	Estimado (Beta's)	E.E.	Intervalos de confianza		
<i>Megascops kennicottii</i>	6	psi	106.9	1.7	183.6	-	177
		psi.Pino	-108.2	1.8	-188.1	-	-195.1
		psi.Pino-Encino	-105.7	2.4	-250.9	-	-260.4
		psi.bajo	-106.8	2	-213.5	-	-221.5
		psi.alto	-57.8	10	-558.1	-	-597.3
<i>Megascops trichopsis</i>	3	psi	3	1.5	7.5	-	1.5
		psi.bajo	22.1	123300.5	2965724	-	2482386
		psi.alto	-1.6	1.7	0.7	-	-6
	1	psi	2.3	0.7	2.8	-	0.2
		psi.cvtree	-0.1	0.7	1.3	-	-1.4
<i>Bubo virginianus</i>	6	psi	-1.7	2.1	0.6	-	-7.5
		psi.Pino	-0.3	2	3.3	-	-4.5
		psi.Pino-Encino	26.1	7.2	201.7	-	173.6
		psi.bajo	2	1.7	6.8	-	0
		psi.alto	-25.3	7.2	-167.9	-	-196.1
<i>Glaucidium gnoma</i>	7	psi	81.1	2.5	210.4	-	200.4
		psi.cvftree	450.7	3.7	1678.4	-	1663.9
		psi.Pino	-580	-1	578	-	582

DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y LECHUZAS) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

		psi.Pino-Encino	-1049.8	10	-10478.2	-	-10517.4
		psi.bajo	238.9	2.7	655.9	-	645.2
		psi.alto	-430	10	-4280.4	-	-4319.6
<i>Ciccaba virgata</i>	5	psi	-597.6	70731.6	-4.2E+07	-	-4.2E+07
		psi.cvftree	470	74048.9	34947474	-	34657203
		psi.bajo	2290	10	22919.2	-	22880
		psi.alto	-588	10	-5860.5	-	-5899.7
<i>Aegolius acadicus</i>	1	psi	0.5	0.7	1.6	-	-1
		psi.cvftree	-0.3	0.5	0.9	-	-1.2

## V. DISCUSIÓN

El eje Neovolcánico es la región del estado donde se presenta la mayor riqueza de especies de tecolotes (17especies) (Calderón-Ruiz 2014, en prep.) también es desafortunadamente una de las más afectadas por el impacto humano (cita). La falta de estudios específicos sobre esta familia de aves, es una limitante para el estado de conservación que guardan las poblaciones residentes y migratorias en el estado (Calderón-Ruiz 2014, en prep.). Para este estudio, se consideró un lista potencial de diez especies de tecolotes, considerando solamente a aquellas que de acuerdo a la literatura (ej. Howell y Webb 1995) son afines a bosques, no obstante, el resultado del muestreo realizado en este estudio en los tres tipos de vegetación muestreados, arrojó una lista de sólo seis especies, a pesar que se considera que la estimulación auditiva mediante la utilización de cantos territoriales, puede estimular adicionalmente la respuesta territorial de otras especies distintas a la del canto utilizado (cita).

Las otras cuatro especies potenciales que no fueron registradas durante el muestreo dentro de los sitios de estudio podrían estar presentes debido a que la distribución geográfica reportada de las especies así lo sugiere (Navarro y Peterson 2007, Howell y Webb 1995 y Calderón-Ruiz 2014, en prep.), sin embargo, es posible que su ausencia en los sitios sea por un lado a que la intensidad del muestreo no fue suficiente, o que por otro lado, las especies no se encuentren localmente en los sitios seleccionados. Es necesario entonces incrementar la intensidad del muestreo e incorporar más localidades corroborar la presencia las especies no registradas durante este estudio.

En el caso particular de *Strix occidentalis*, encontrar sitios y determinar datos sobre la situación de sus poblaciones es de suma importancia ya que esta especie se encuentra dentro de la categoría de amenazada dentro de la nom-059-SEMARNAT-2010, además de que diversos estudios indican que está siendo muy afectada por la fragmentación y destrucción de su hábitat (bosques densos, Bosques maduros o



sobremaduros;Cooper 2006), los cuales cada vez son más escasos, debido a incendios forestales y la tala inmoderada. En estudios realizados en Estados Unidos se ha demostrado que las poblaciones esta en declive con un 7% de disminución poblacional anualmente debido a que la fragmentación y pérdida de hábitat ha limitado la capacidad reproductiva y de dispersión, de esta especie, a tal grado que sus poblaciones se encuentran seriamente amenazadas a lo largo de su distribución a lo largo del límite norte de su distribución en Norteamérica. .

Debido a la carencia de estudios en nuestro país poco se sabe de la situación de las poblaciones de esta especie, inclusive confirmar si aún queda alguna población presente en el estado donde su distribución se limita más hacia la porción occidental.

Para el caso de *Psiloscops flammeolus* existe incertidumbre sobre su distribución en México (cita). Se conoce que existen poblaciones tanto migratorias como residentes en nuestro país pero no se sabe si existe traslape geográfico entre estas, además de que es una especie que requiere de sitios conservados por la necesidad de cavidades para anidar (Linkhart y Reynolds 1994), siendo por lo tanto sensibles a la pérdida de hábitat y a la perturbación. En Michoacán, el conocimiento de la especie es muy limitado, habiendo registros solamente para el área de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, con un registro adicional para la Sierra Madre del Sur, en bosques de Pino-Encino. Durante este estudio, se obtuvo un registro para el área conocida como Puerto Garnica, ubicado a unos 15km del sitio de las Peras con bosque de Pino-Encino. Enel sitio donde se registró, la vegetación fue de pino-Encino con una mezcla de Oyamel, sin embargo en visita posterior no se obtuvieron nuevos registros, por lo que se sospecha que la especie es rara en el área de muestreo. Durante un muestreo realizado en Febrero del 2009, Salgado-Ortiz (Com. Pers.) reporta que la especie es relativamente frecuente y posiblemente residente anual en el bosque de Encino-Pino en las faldas orientales de la porción montañosa de la reserva de la mariposa monarca, sin embargo no se conocen más sitios para determinar la situación poblacional de esta especie en el estado. La especie no se considera en ninguna categoría de riesgo en México, sin embargo, si es una especie de preocupación en Norteamérica (cita).

Por otra parte *Asio otus* es una especie migratoria que debido al número limitado de registros, no se conoce a detalle su distribución, sin embargo los pocos registros sugieren que podría encontrarse en los bosques de coníferas en mayor frecuencia.

La ausencia de *Glaucidium brasilianum* en los sitios de muestreo, podría ser explicada a que es una especie que prefiere en mayor medida los bosques tropicales y semiáridos, propios de las tierras bajas de la Depresión del Balsas, y la Planicie costera, y aunque aparece como potencial en el Sistema Neovolcánico, su ausencia podría también deberse a los efectos de competencia con otras especies similares y evitar interacciones con especies de mayor talla (citas).

Debido a la falta de estudios sobre los Strigiformes en nuestro país, en el caso de las especies de tecolotes que se distribuyen en el territorio y que no tienen definida su situación legal dentro de la NOM- 059, posiblemente se deba al escaso conocimiento que se tiene sobre las mismas (Garza-Herrera 1999).

### **5.1. Ocupación y abundancia:**

La detectabilidad de las especies a lo largo del muestreo no fue constante principalmente como resultado de una variedad de factores que pueden interferir en cuanto a la detección en los diferentes tipos de hábitat; El tamaño de territorio, la estructura del hábitat, el clima, las variaciones estacionales, la disponibilidad de alimento, la densidad poblacional y la conducta de reproducción, todas ellas pueden influir en el comportamiento, afectando las probabilidades de detección en un sitio y periodo determinado (Tye 1992, Galeotti y Pavan 1993, Redpath 1994, Proudfoot y Beasom 1996) independientemente de que se utilice el método de provocación auditiva.

En cuanto a la ocupación de los sitios y la abundancia estas variaron dependiendo de la especie y la localidad. En el caso de *Megascops trichopsis*, fue la especie más común dentro de los tres tipos de hábitat, presentando el mayor porcentaje de ocupación, prefiriendo sitios con una cobertura arbórea moderada. Sin embargo en el hábitat que en el que presentó los valores más altos de abundancia y ocupación de sitios fue en el Bosque de Pino donde la probabilidad de ocupación fue del 100% De

acuerdo a la información de literatura, las características de este tipo de hábitat con una cobertura forestal no muy densa, al igual que el bosque de pino-encino se consideran los principales hábitats de distribución de la especie (Johnsgard 1998). En todos los sitios, esta especie presentó una respuesta mayor y rápida a la provocación auditiva (Garza-Herrera 1999), debido a su alta detectabilidad, esta especie podría facilitar el desarrollo de estudios de largo plazo como modelo de demografía poblacional, lo cual beneficiaría en la generación de conocimiento sobre la situación de los tecolotes en nuestro país (Enríquez-Rocha et al. 1993). En el caso del bosque de encino (localidad del Cerro del Águila), *M. trichopsis* fue también la especie más abundante (44%) seguida de *Megascops kennicottii* (28%), pero las dos presentaron un porcentaje de ocupación de sitios similar (89.4 – 90.5 respectivamente). El resultado anterior indica que *M. trichopsis* es la especie más frecuente y exitosa en los bosques templados en Michoacán, mientras que *Megascops kennicottii* aunque en segundo lugar en cuanto a abundancia y nivel de ocupación de hábitat, en los muestreos se observó que esta fue detectada con mayor frecuencia en sitios en los cuales la vegetación dominante se integraba de encinos arbustivos; principalmente en el Cerro del Águila donde se presentan dos tipos de vegetación muy marcadas de encinos, en las partes más bajas de las laderas del cerro, encinares arbustivos y en la parte más alta bosque arbóreo de encino. En este sitio, *Megascops trichopsis* fue detectado en ambos tipos de bosque de encinos, sin embargo los registros fueron más frecuentes hacia el bosque arbóreo, lo que sugiere una posible exclusión de hábitat por efectos de competencia. Se ha reportado que *Megascops trichopsis* se encuentra generalmente en sitios a un rango altitudinal mayor que *Megascops kennicottii* (Johnsgard 1988, CONABIO 2014), por lo que existe una aparente segregación altitudinal entre estas dos especies; en el caso del Cerro del Águila, esta observación representa una oportunidad para estudiar los procesos de segregación por competencia ya que se desconoce en gran medida las dinámicas de interacción entre estas.

*Megascops kennicottii* fue menos abundante en los otros dos tipos de hábitat (Bosque de pino y de Pino-encino), la ocupación de sitios de esta especie de acuerdo al modelo de ocupación, se vio influenciada en mayor medida por la

preferencia de Bosque de encino y niveles moderados de conservación. De acuerdo a lo que se conoce sobre la historia de vida de la especie esta influencia podría deberse a que prefiere evitar bosques muy densos así como los bosques de alta elevación, prefiriendo bosques dominados por árboles caducifolios y abiertos, donde aparentemente se encuentra una mayor abundancia de sus presas, además de que los sitios tengan un buen nivel de conservación donde existan cavidades, ya que son necesarias para anidar o como sitios de descanso, ya sean estas cavidades naturales o excavadas por pájaros carpinteros (Johnsgard 1988).

*Bubo virginianus*, fue registrada dentro de los tres tipos de vegetación, esta especie se considera como generalista de hábitat ya que no presenta una afinidad marcada a un hábitat específico (Enríquez-Rocha 2005). Dentro de nuestros sitios de muestreo la especie por lo regular se registro en los bordes del bosque con colindancia a zonas abiertas de cultivo o claros de bosque, por lo que el modelo de ocupación de hábitat se ajusta de manera adecuada a un paisaje donde el bajo nivel de conservación no parece ser limitante para la presencia de la especie. En la literatura, se reporta que el búho cornudo puede adaptarse a áreas modificadas por el hombre ya que se encuentra en mayor frecuencia en paisajes fragmentados, puesto que no anida en cavidades, sólo requiere árboles para anidar y para descanso, por eso por lo regular no es raro que sea encontrada en bordes de bosques y zonas abiertas (Johnsgard 1988). Sus territorios son de gran extensión; Petersen (1979) estimó a partir de datos de telemetría que el territorio promedio de *Bubo virginianus* es de aproximadamente 329 hectáreas aproximadamente, aunque este varia. Lo extenso de su territorio puede explicar el porque los valores de ocupación y abundancia fueron bajos, además de que para esta especie, los sitios muestreados de bosque podrían no ser el hábitat de más abundancia, dada su preferencia por sitios con mayor heterogeneidad paisajística, donde además de bosque se encuentre suficiente área de terrenos abiertos para obtener su alimento.

*Aegolius acadicus*, también se registró en las tres localidades, con una abundancia más alta que la de *Bubo virginianus*, pero muy por debajo de la *Megascops trichopsis*. Por lo que se sabe de la historia de vida de la especie se reporta que

prefiere bosques de coníferas y de hoja caduca, con matorrales de crecimiento secundario o arbustos, aunque se presentan principalmente en los bosques con árboles de hoja caduca, donde los pájaros carpinteros crean cavidades que la especie usa como sitios de anidación (Johnsgard 1988). Dentro de los tres hábitats, la mayor abundancia se presentó dentro del bosque de encino, en contraste en este tipo de bosque fue en el que presentó la menor probabilidad de ocupación de sitios, sin embargo dentro de los otros dos tipos de hábitat el porcentaje de ocupación es muy similar ocupando un poco más del 70% de los sitios en cada hábitat. Para esta especie, el modelo de ocupación de hábitat indica que la ocupación se explica en mejor forma con relación a una cobertura arbórea moderada (54%). Si bien esta especie presentó una menor ocupación de sitios dentro de la localidad del cerro del águila su abundancia fue moderada y podría deberse a que aún se encuentran condiciones adecuadas para la anidación y buena disponibilidad de presas (Rasmussen *et al.* 2008), pero se requieren estudios adicionales para corroborar esto.

*Glaucidium gnoma*, no fue detectada dentro del bosque de pino, mientras que en los otros dos hábitats su abundancia y ocupación de sitios fue baja por lo que podría ser considerada como una especie rara dentro de los sitios. No obstante, la baja frecuencia de registros de esta especie en particular podría estar sesgada e inadecuadamente estimada, ya que por lo general se considera que esta especie es más activa durante el día, pues en gran parte su dieta está integrada por insectos y pequeñas presas como lagartijas y aves que están disponibles en el día (Howell y Webb 1995), de tal forma el muestreo nocturno no necesariamente fue el adecuado para esta especie. En la literatura se reporta adicionalmente que esta especie está presente en una gran cantidad de hábitats forestales, aunque prefiere bosques de pino-encino y pino, dentro de los cuales se localiza principalmente en partes con una moderada a baja cobertura del dosel a nivel intermedio y por lo general se encuentran en las proximidades de prados u otras aberturas de tamaño considerable en los bosques (Johnsgard 1988). Se cree que probablemente esta especie no se

encuentra en los bosques densos y Maduros (Johnsgard 1988). Dentro de los hábitats en los que se registro la especie (Bosque de encino y Pino-encino) la ocupación de los sitios fue muy baja sin embargo, su presencia se asoció a sitios de borde de bosque y áreas abiertas. Se considera que puede tolerar, tala moderada y que puede presentarse en plantaciones y otras áreas con presencia de disturbios humanos (Marcot 1995). Si bien no se han estudiado adecuadamente las poblaciones de este tecolote, por algunos estudios se sabe que al parecer sus densidades están declinando en sus áreas de distribución (Marcot 1995) por lo que es necesario estudios poblacionales para determinar su estado de conservación.

*Ciccaba virgata* es una especie considerada de común a poco común en México (Howell y Webb 1995, Enriquez-Rocha 2006). En este estudio no fue registrada en el bosque de encino, y en los otros dos sitios presentó una abundancia y ocupación de hábitat muy baja, por lo que se puede considerar como una especie rara en estos hábitats, no obstante, su nivel de rareza puede deberse a que dentro de su distribución geográfica prefiere hábitats tropicales y tierras de elevación baja a media sobre el nivel del mar. Si bien se reporta que la especie se distribuye también dentro de zonas boscosas a altitudes elevadas como se corroboró en este estudio dentro del eje Neovolcánico, los registros se obtuvieron más bien en zonas que se insertan parcialmente dentro de las fases transicionales de ecosistemas del bosque templado (Pino-Encino) con tendencia hacia la selva baja tropical donde se reporta como una especie de mayor frecuencia de ocurrencia (Howell y Webb 1995), coincidiendo con la proyección que se presenta en el mapa de distribución potencial (ver apéndice V). Los sitios en los que la especie fue encontrada en este estudio, bosque transicional de pino-encino y cercanos a cuerpos de agua son congruentes con lo que se reporta en la literatura donde además se reporta que esta especie se puede encontrar en bordes de bosque con sitios agropecuarios y se ha registrado descansando en el interior del bosque en árboles a alturas medias con follaje denso, en ocasiones a lo largo de arroyos (Ridgely y Gwynne 1989). Los resultados de este estudio evidencian que sólo dos de las seis registradas (*Otus trichopsis* y *O. kennicottii*) se podrían considerar relativamente en buen estado de conservación basados en su distribución y abundancia en los tres sitios de estudio. Para las otras cuatro especies restantes,

la situación de su estado de conservación aún es parcialmente incierta al menos en lo que respecta a *Aegolius acadicus* y *Glaucidium gnoma* cuya presencia en los sitios fue confirmada, mas sus bajas abundancias deben ser tomadas con precaución, particularmente para la segunda por las posibilidades de que el método no es el adecuado para el muestreo de esta especie. Para *A. acadicus*, es necesario muestreos en otras localidades geográficas para dterminar con más claridad el estado que guardan las poblaciones. Para el caso de *Ciccaba virgata* y *Bubo virginianus*, como se mencionó anteriormente, la primera ocurre en mayor frecuencia en hábitats diferentes a los muestreados, mientras que la segunda es muy tolerante a la perturbación, encontrándose inclusive en zonas urnabanas con presencia de arbolado. Como tal, el estado de sus poblaciones en los sitios estudiados al considerase raras en estos, no indica una situación negativa sino más bien el efecto de la distribución natural de las especies fuera de lo que se considera como más óptimo para estas especies. Un aspecto de particular preocupación, que debe ser motivo de estudios adicionales, es determinar la presencia y condición de las poblaciones de especies, particularmente de *Asio otus*, *Psiloscops flammeoulus*, *Strix occidentalis* y *S. varia*, todas con distribución dentro del Sistema Volcánico en Michoacán (Howell y Webb 1995, Navarro y Peterson 2007), pero que no fueron registradas en ninguno de los sitios estudiados. Las dos primeras especies son migratorias, aunque *Psiloscops flammeoulus* también presenta poblaciones residentes en México y Michoacán (Salgado Ortiz, Com. Pers.). Para las especies *S. occidentalis* y *S. varia*, no hay registros actuales que confirmen su presencia; la primera es una especie cuyas poblaciones han sufrido disminuciones drásticas en el norte de su distribución en Canadá y Estados Unidos donde se considera como especie amenazada (Cooper 2006). La segunda, es una endémica según Howell y Webb (1995), pero no existen registros confiables que confirmen su presencia en Michoacán. Ambas especies se consideran muy sensibles a la alteración y pérdida de hábitat, por lo que en correspondencia con las condiciones de pérdida forestal acelerada que se reporta en el estado (CONAFOR 2013), es posible que las poblaciones estén siendo muy afectadas o inclusive ya se hayan extinto localmente, aunque no es posible fundamentar lo último de manera sólida debido a la carencia de

registros históricos. Una situación similar se presenta para *Asio otus*, la cual no se registró en los sitios de estudio, sin embargo los registros históricos disponibles son escasos, por lo que no se tiene idea clara de su distribución durante el invierno en México y Michoacán, de tal forma que queda incierta su situación poblacional. El registro más reciente de esta especie se obtuvo por parte de un estudiante del Laboratorio de Ornitología de la Facultad de Biología de la UMSNH de la región boscosa de la reserva de biosfera Mariposa Monarca en bosque de Oyamel en Noviembre del 2013, por lo que esa área podría ser zona de invernación, pero se requieren muestreos adicionales para determinar su estado.



## VI. CONCLUSIONES

- Se registraron seis especies de tecolotes dentro de los sitios de estudio.
- El sitio que presento la mayor riqueza de especies es el Bosque de pino-encino (Campamento Ecoturístico Carindapaz) con seis especies de tecolotes registradas.
- Dentro de los diferentes tipos de hábitat *Megascops trichopsis* fue la especie con mayor abundancia y ocupación de sitios.
- *Megascops kennicottii*, fue muy abundante y presento un alto porcentaje de ocupación de sitios en el Bosque de Encino (localidad del Cerro del Águila).
- Especies como *Bubo virginianus*, *Ciccaba virgata* y *Glaucidium gnoma*, fueron muy poco comunes, presentando una ocupación de sitios muy baja al igual que su abundancia.

## VII. LITERATURA CITADA

- American Ornithologists' Union (AOU) 1998. Check-list of North American Birds, 7th edition and its supplements 44-54. Revisada en: <http://www.aou.org/checklist/north/print.php> (consultada en junio 2014).
- Bocco V.G. y C.M.E. Mendoza 1999. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. En: Garduño-Monroy V.H., Corona\_Chávez P., Israde-Alcántara I., Mennella L., Arreygue E., Bigioggero B. y Chiesa S. Eds. Carta Geologica de Michoacán Escala 1:250,000, p. 74-90, Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, Secretaria de difucion cultural y extensión Universitaria, Instituto de Investigaciones Metalurgicas, Departamento de Geología y Minerología, Morelia.
- Burnham W.A., J.P. Jenny y C.W. Turley, Eds. (1988) Progress Report I, Maya Project: use of raptors as environmental indicators for design and management of protected areas and for building local capacity for conservation in Latin America. The Peregrine Fund., Inc. Boise, Idaho, EE.UU.
- Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 2002. Model Selection and Multimodel Inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edition. Springer-Verlag, New York.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra, México.
- Cockle, KL, K Martin, y Wesolowski. 2011. "Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide". *Frontiers in Ecology and the Environment*. doi: 10.1890/110013. [www.frontiersinecology.org](http://www.frontiersinecology.org)
- Comision Nacional Forestal (CONAFOR) 2013

- Comision Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2014. Proyecto Naturalista (<http://conabio.inaturalist.org/>).
- Cooper J. 2006. In trouble in Canada – The Northern spotted Owl, revisada en linea en: [http://cooperbeauchesne.com/upload/images/publications\\_1312796247.pdf](http://cooperbeauchesne.com/upload/images/publications_1312796247.pdf) (consultada el 16 de junio de 2014).
- Cornejo-Tenorio Guadalupe, Sanchez-Garcia Eather, Flores-Tolentino Mayra, Santana-Michael Francisco J. y Barra-Manriquez Guillermo 2013. Flora y vegetación del Cerro El Águila, Michoacán, México. Botanical Sciences 91 (2): 155-180,2013.
- Donovan, T. M. and J. Hines. 2007. Exercises in occupancy modeling and estimation. <<http://www.uvm.edu/envnr/vtcfwru/spreadsheets/occupancy.htm>
- Dorfman, D. 2005. Reino Marino. En: N. Dudley y J. Parrish (eds.). Cubriendo los vacíos, la creación de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos. The Nature Conservancy (TNC), Mérida.
- Eaton, S.W. 1998. Great Horned Owl *Bubo virginianus*. En Andre, R. F., y J.R. Carroll(eds.). The atlas of breeding birds in New York State. Ithaca, New York.
- Ehrlich, P. y G. Ceballos. 1997. Población y medio ambiente: ¿que nos espera? Revista Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México 48:19-30.
- Enríquez, P. L. y J. L. Rangel–Salazar. 2007. The intensity of habitat use by an owl assemblage in a neotropical rainforest. In Neotropical raptors, K. L. Bildstein, D. R. Barber y A. Zimmerman (eds.). Hawk Mountain Sanctuary, Orwigsburg, Pennsylvania. p. 88–98.
- Enríquez-Rocha, P. 2005. Ficha técnica de *Bubo virginianus*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.

- Enríquez-Rocha, P. 2006. Ficha técnica de *Ciccaba virgata*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.
- Escalante-Pliego, P., A. G. Navarro-Sigüenza y A. Townsend-Peterson. 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico. Pp. 281-299 In T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*, Oxford University Press, New York.
- Fernández-Nava R., C. Rodríguez-Jiménez, M.L. Arreguín-Sánchez y A. Rodríguez-Jiménez, 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas. México. *Polibotánica*, 9:1-151.
- Galeotti, P. y Pavan, G. 1993. Differential responses of territorial Tawny Owls (*Strix aluco*) to the hooting of neighbours and strangers. *Ibis*, 135: 300-304.
- García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlos a las Condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- García-Trejo, E. A. y A. G. Navarro S. 2004. Patrones Biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20:167-185.
- Garza-Herrera A. 1999. Situación actual del Búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) y de los Strigiformes de la Reserva de la Biosfera La Michilía. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H305. México D.F.

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

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2007. Carta Fisiográfica del estado de Michoacán. Escala 1:1000000. Aguascalientes, Aguascalientes.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2011. Panorama Sociodemográfico de México, consultado en <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/default.aspx?tema=me&e=16>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE) 2008. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. Metadatos [www.conabio.gob.mx/informacion/gis/](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/) (consultado 20 de noviembre de 2012).

Johnsgard P.A. 1988. North American Owls Biology and Natural History. Smithsonian Institution Press. pp. 295.

Laidig, K. J. y D. S. Dobkin. 1995. Spatial overlap and habitat associations of barred owls and great horned owls in southern New Jersey. *Journal of Raptor Research* 29:151-157.

Linkhart, B. D. y R. T. Reynolds. 1994. *Peromyscus* carcass in the nest of a Flammulated Owl. *J. Raptor Res* 28:43–44.

Mackenzie, D. I. y J. A. Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* 42:1105–1114.

Marcot B.G. 1995. Owls of Old Forests of the World. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-343-

Marshall, J. T., Jr. 1988. Birds lost from a giant sequoia forest during fifty years. *Condor* 90:359-372.

- Mercado-Vargas H. y M. Palmerín-Cerna 2012. El estado de Michoacán y sus regiones turísticas. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2012b/1230/index.htm> (consultada el 17 septiembre de 2013).
- Navarro, A.G. y A.T. Peterson. 2007. Mapas de las aves de México basados en WWW. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CE015. México, DF. <[www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15)>(consultado 20 de octubre de 2011).
- OwlPages 2012. Creado por Deane P. Lewis. [www.owlpages.com](http://www.owlpages.com) (Consultado en noviembre 2012).
- Petersen, L. 1979. Ecology of great horned owls and red-tailed hawks insoutheastern Wisconsin. *Wisc. Dept. Nat. Resour. Tech. Bull.* No. III: 1-63.
- Primack R., Massardo F., Rozzi R. y Dirzo R. 2001. "Vulnerabilidad a la extinción" en Primack R., Rozzi R., Feinsinger P., Dirzo R. y Massardo F. 2001 "Fundamentos de conservación biológica". En línea <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/pasan/uy24-14625.pdf> (consultado el 7 de noviembre de 2013).
- Proudfoot, G.A. y Beanson, S.L. 1996. Responsiveness of cactus ferrugineus pygmy-owls to broadcasted conspecific calls. *Wildlife Society Bulletin*, 24 (2): 294-297.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; De Sante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Rasmussen, Justin Lee, Spencer G. Sealy and Richard J. Cannings. 2008. Northern Saw-whet Owl (*Aegolius acadicus*), The Birds of North America Online (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/042> doi:10.2173/bna.42

- Readpath, S.M. 1994. Censusing Tawny Owls *Strix aluco* by the use of imitation calls. *Bird Study*, 41: 192-198.
- Reyna, T. 1971. El clima de la Sierra Tarasca (según el sistema original de Köppen y el modificado por García). *Bol. Inst. Geogr., UNAM* 4:37-48.
- Ridgely R.S. y J.A. Gwynne 1989. A guide to the birds of Panamá with Costa Rica, Nicaragua and Honduras. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., Da Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffman M., Long, J., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L, Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J. & Yan, X. (2003) Global Gap Analysis: towards a representative network of protected areas. *Advances in Applied Biodiversity Science* No. 5. Conservation International. Washington D.C.
- Rodríguez-Estrella R. y L.B. Rivera-Rodríguez 2006 . Raptor studies in México: an overview. In *Current raptor studies in México*, R. Rodríguez-Estrella editor. Cent Biológicas del Noreste y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 1-32.
- Rzedowski, J. 1981 *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México D.F.
- Thiollay, J. M. 1989. Area requirements for the conservation of rainforest raptors and game birds in French Guiana. *Conservation Biology* 31:128–137.
- Tye, A. 1992. Assessment of territory quality and its effects on breeding success in a migrant passerine, the wheatear *Oenanthe oenanthe*. *Ibis*, 134: 273-285.
- Viada C. 1994. Recatalogación y estatus del Búho Chico (*Asio otus*) en Mallorca. *Ardeola*, 41 (1): 59-62.
- Whitacre, D., L. Jones y J. Sutter. 1992. Censos de aves rapaces y de otras aves en el bosque tropical: mejoras hechas a la metodología. En *reporte de avance V. Proyecto maya: uso de aves rapaces y otra fauna como indicadores del medio*

ambiente, para el diseño y manejo de áreas protegidas y para fortalecer la capacidad local para la conservación en América Latina. D. Whitacre y R. Thorstrom (eds.). The Peregrine Fund, Boise. Idaho. P.43-56.

Xeno-canto 2011. Sharing bird songs from around the World. <[www.xeno-canto.org/](http://www.xeno-canto.org/)> (consultado 26 de abril de 2011).

Zuberogitia I. 2002. *Ecoetología de las Rapaces Nocturnas de Bizkaia*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco. Leioa. 106 pp.



## DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos en este estudio confirman las tendencias de que en nuestro estado como en el país la cantidad de estudios específicos sobre el orden de los Strigiformes es muy escaso, enfocándose principalmente en aspectos taxonómicos y de distribución, debido a esta falta de información se desconoce el estado de conservación de las poblaciones, inclusive dentro de las áreas naturales protegidas. El panorama actual al que se enfrenta las poblaciones de estas especies tanto en el país como en el estado es muy desalentador, debido principalmente a que sus hábitats han sido muy impactados por las actividades humanas, por lo que resulta de suma importancia realizar más estudios que permitan conocer la situación en la que se encuentran las especies pertenecientes a este grupo de aves dentro del territorio estatal y nacional. Si bien las áreas naturales protegidas han sido consideradas como una herramienta que permite preservar la biodiversidad, el porcentaje de territorio que se encuentra en protección por estas parece ser insuficiente para preservar la gran biodiversidad con la que se caracteriza México. Para el caso particular del estado de Michoacán, actualmente las áreas naturales protegidas con las que se cuenta son insuficientes para poder garantizar la protección de las especies de Strigides dentro del estado, lo cual se vio evidenciado dentro del análisis de vacíos y omisiones en la conservación de los tecolotes con respecto a las ANPs dentro del estado de Michoacán, ya que ninguna de las especies logró estar bien representada dentro de la red de ANPs del estado, además las especies que se encuentran consideradas dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentaron los porcentajes más bajos de representatividad dentro de las ANPs. Una de las principales causas de que las ANPs resulten deficientes en la conservación del estado es principalmente por la poca extensión que ocupan en el estado, ya que el porcentaje está muy por debajo de lo que se ha alcanzado dentro de otros estados como el de Baja California Sur y Campeche. Si bien otras propuestas como la incorporación de las AICAs podrían incrementar el área bajo protección y disminuir casi en su totalidad las omisiones de conservación detectadas, lo cual beneficiaría no solo a las especies de tecolotes sino a la

conservación de la riqueza biológica del estado. Si bien también es necesario implementar nuevas estrategias de conservación que involucren a las comunidades y que permitan minimizar el impacto a los ecosistemas e incrementar la conectividad entre las ANPs, como es el caso de las áreas de conservación comunitarias y las UMAs. Una de las áreas del estado que resalta por su gran importancia biológica es la del Eje Neovolcánico, sin embargo esta región también ha sido muy impactada por las actividades humanas, dentro de esta región se encuentra una gran riqueza forestal, la cual han sido explotada intensamente ya sea de una forma lícita o no, deteriorando cada vez más estos hábitats boscosos, los cuales forman parte importante de la diversidad del territorio debido a la gran variedad de especies que albergan. Como ya se ha mencionado anteriormente la falta de estudios poblacionales de Strigides es una de las barreras que limita las acciones de conservación, si bien por registros ocasionales se conoce que dentro de la región del Eje Neovolcánico es la que presenta la mayor riqueza de especie de Strigiformes en el estado, la presencia o ausencia de estas especies dentro de los bosques, puede ser un indicador del estado de conservación de los bosques. Si bien la información sobre la distribución de especies de Strigides sugiere que potencialmente dentro de las localidades podrían estar presentes diez especies de tecolotes, el confirmar la ausencia o presencia de las especies, nos permitiría tener un mejor conocimiento sobre la distribución y diversos factores de su historia de vida, como la selección de hábitat, entre otros. Lo cual es de suma importancia para la conservación de especies como *Strix occidentalis*, ya que sus poblaciones en el norte están disminuyendo drásticamente por la pérdida de hábitat, este panorama podría estar sucediendo en México pero debido a la falta de estudios su situación se desconoce. Dentro del muestreo se registraron seis especies en las tres localidades muestreadas con diferentes tipos de vegetación boscosa, siendo la localidad con mayor diversidad la que presentaba una vegetación de Bosque de Pino-Encino con un grado de conservación alto. Dentro de los sitios de muestreo *Megascops trichopsis* fue la especie más común presentando la mayor ocupación y abundancia dentro del Bosque de Pino, esta especie debido a su gran respuesta (detectabilidad) podría servir como referencia para realizar estudios posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

- American Ornithologists' Union (AOU) 1998. Check-list of North American Birds, 7th edition and its supplements 44-54. Revisada en: <http://www.aou.org/checklist/north/print.php> (consultada en junio 2014).
- Antaramian-Harutunián E. 2005. Clima En: la biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor G., L. E. (editora). 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Antaramián H.E. y G. Correa P. 2003. Fisiografía. Pp 42-46. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaria de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda edición. Editora EDDISA, México. 308pp.
- Balmford, A. 2002. Selecting sites for conservation. En: K. Norris y D.J. Pain (eds.). Conserving bird biodiversity. General principles and their application. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 74-104.
- Burnie, D. 2003. Animal. Dorling Kindersley, Londres. 624 pp.
- Burns J. 2004 North American Owls: Journey Through a Shadowed World, Andrea Donner Editor, Published by willow Creek Press, P.O. Box 147, Minocqua.
- Ceballos, G., P.R. Ehrlich, J. Soberón, I. Salazar y J.P. Fay. 2005. Global mammal conservation: What must we manage, Science 309:603-607.
- Cockle, K.L., K. Martin, y Wesolowski 2011. "Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide". Frontiers in Ecology and the Environment.. [www.frontiersinecology.org](http://www.frontiersinecology.org) (consultada el 10 de mayo de 2012).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2012. <http://www.conanp.gob.mx/> (consultado el 05 de abril de 2013).

Comisión Nacional del Agua Servicio Meteorológico Nacional(CONAGUA) 2014. Temperatura media a nivel nacional y por entidad federativa 2014 consultado en línea en <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/TempsyPrecip/Mensuales/2014Tmed.pdf> (consultada en 10 de junio 2014).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012. México, DF. <http://www.conabio.gob.mx/> (Consultada el 1 de Julio de 2012)

Donovan T. M., C. J. Beardmore, D. N. Bonter, J. D. Brawn, R. J. Cooper, J. A. Fitzgerald, R. Ford, S. A. Gauthreaux, T. L. George, W. C. Hunter, T. E. Martin, J. Price, K. V. Rosenberg, P. D. Vickery, y T. B. Wigley. 2002. Priority research needs for the conservation of Neotropical migrant landbirds. *Journal of Field Ornithology* No 73 :329-339pp.

Gerhardt, R. P., D. M. Gerhardt, C. J. Flaten y N. Bonilla. 1994. Breeding biology and home range of two *Ciccaba* owls. *Wilson Bulletin* 106:629–639.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2013. “ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL FORESTAL”, <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2013/forestal0.pdf> (consultado el 10 de enero 2013)

Israde-Alcántara I. 2005. Los cuerpos de agua, En: la biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. Villaseñor G., L. E. (editora). 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Johnsgard P.A. 1988. *North American Owls Biology and Natural History*. Smithsonian Institution Press. pp. 295.

Márquez, C., M. Bechard, F. Gast y V.H. Vanegas. 2005. *Aves rapaces diurnas de Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Bióticos “Alexander von Humboldt”. Bogotá, DC, Colombia.

- Navarro, A.G. y A.T. Peterson. 2007. Mapas de las aves de México basados en WWW. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CE015. México, DF. <[www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=CE&Numero=15)>(consultado 20 de octubre de 2011).
- Navarro, S.A. y A. Gordillo. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las aves (Chordata) de México. Facultad de Ciencias, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto CS010. México.
- Newton I. 1994 "The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: A review" Institute of Terrestrial Ecology, Monks Wood, Abbots Ripton, Huntingdon, UK, PE17 2LS. Biological Conservation Volume 70, Issue 3, 1994, Pages 265–276.
- Rivera-Rivera E., Enríquez P.L., Flamenco-Sandoval A. y Rangel-Salazar J.L. 2012. Ocupación y abundancia de aves rapaces nocturnas (Strigidae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. en Revista mexicana de biodiversidad, vol. 83 No. 3 consultada en línea en febrero 2013.([http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532012000300013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532012000300013&script=sci_arttext)).
- Rzedowski, J. 2003. Flora y vegetación silvestres. Pp. 63-66. En: SEP-UMSNH 2003. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Atlas Geográfico de Michoacán. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. 308 pp.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 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. México, DF (30 de diciembre de 2012).
- Suhonen J., M. Halonen, T. Mappes and E. Korpimäki 2007 "Interspecific competition limits ladders of pygmy owls *Glaucidium passerinum*" University of Jyväskylä,

Finland. Present address of J. Suhonen: Section of Ecology, Dept. of Biology, University of Turku

Valencia-Herverth j., R. Ortiz-Pulido y L. Enríquez 2012, Riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas en Hidalgo, México. Laboratorio de Ecología de Poblaciones, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. AP 69, Pachuca, Hidalgo, 42001, México.

## ANEXOS

**Anexo I. Fuentes de información consultadas (Tesis y bases de datos)**

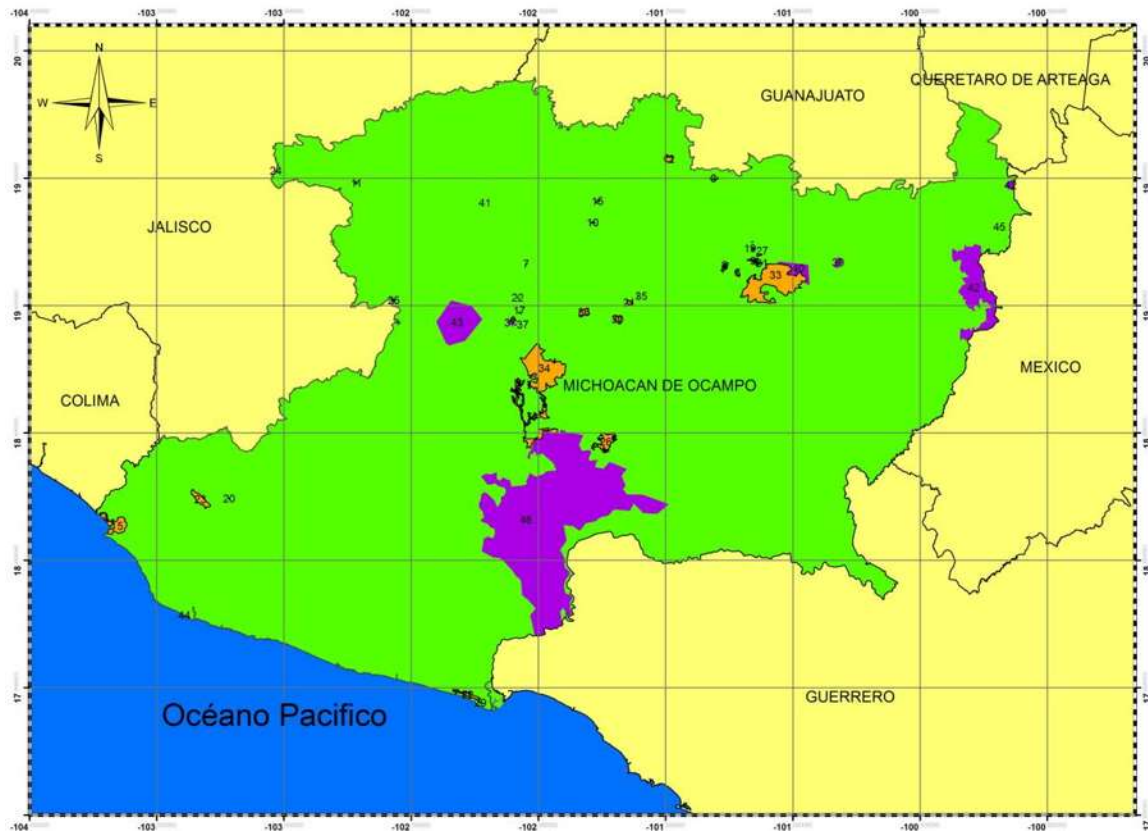
AÑO	AUTOR	TITULO	No de referencia
1985	LAURA EUGENIA VILLASEÑOR GÓMEZ	AVIFAUNA DE LA PRESA ZICUIRÁN, DEPRESIÓN DEL BALSAS INFERIOR, MICHOACÁN, MÉXICO.	18
1986	MIGUEL ANGEL SALAS PAEZ	AVES DE LA SIERRA PUREPECHA, ESTADO DE MICHOACAN	17
1988	J. FERNANDO VILLASEÑOR GOMEZ*	AVES COSTERAS DE MICHOACAN MEXICO	15
1990	ROCÍO MAGDALENA VILLALÓN CALDERÓN*	ANÁLISIS ALTITUDINAL DE LA AVIFAUNA DEL TRANSECTO TANCÍTARO-PARÁCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO	19
1992	MARTIN MEJIA ZAVALA*	AVIFAUNA DE LA REGION SURESTE DE LA DEPRESION DEL BALSAS, EN EL ESTADO DE MICHOACAN, MEXICO	16
1994	FLOR CECILIA BARAJAS LÓPEZ*	LISTA COMENTADA DE LA AVIFAUNA DE LA REGIÓN DE EL TEMAZCAL, MICHOACÁN, MÉXICO: UNA ZONA DE TRANSICIÓN	20
1995	PABLO ANTONIO AGUILAR BALBOA*	AVIFAUNA DE LA CIÉNEGA DE CHAPALA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO	21
1996	Neyra Sosa Gutiérrez*	Caracterización de la avifauna en parches de vegetación en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México.	22
1997	GRACIELA MANDUJANO CHÁVEZ*	LAS ESPECIES DE AVES TERRESTRES QUE SE REPRODUCEN EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO	23
1997	MARÍA ENRIQUETA MÉNDEZ ROBLES*	CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LAS AVES DE LA REGIÓN DE TACÁMBARO, CENTRO DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO	24
2002	NEYRA SOSA GUTIÉRREZ*	EFFECTOS DE LA TALA SELECTIVA EN LAS COMUNIDADES DE AVES EN LA SIERRA DE COALCOMÁN. MICHOACÁN, MÉXICO.	11
2003	EDUARDO ALVARADO ARAGÓN*	AVES DE LA CUENCA DEL LAGO DE PAZCUARO	3
2003	OCTAVIO SOTO ROJAS*	AVIFAUNA DE LA PRESA LA MINTZITA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACAN, MEXICO	6
2005	BERENICE FLORES GONZALEZ*	AVIFAUNA REPRODUCTIVA DEL MATORRAL SUBTROPICAL EN EL BAJIO DE MICHOACAN, MEXICO	13
2005	GILBERTO CHÁVEZ LEÓN**	RIQUEZA DE AVES DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DEL CUPATITZIO, MICHOACÁN, MÉXICO	9
2007	ISMAEL CARRILLO ACEVEDO*	RIQUEZA AVIFAUNISTICA DEL AREA NATURAL PROTEGIDA LOS CHORROS DEL VARAL MUNICIPIO DE LOS REYES MICHOACAN	5
2010	KARINA YANITZI GAMIÑO MOLINA*	DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE AVES EN EL PREDIO LA ALBERCA, MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACAN	2
2010	MIRIAM CAROLINA HERNANDEZ MAYA*	DIVERSIDAD AVIFAUNISTICA EN AGROECOSISTEMAS DEDICADOS AL CULTIVO DE AGUACATE EL LA REGION DE URUAPAN, MICHOACAN, MEXICO	14
2010	ELVIS HERRERA RODRÍGUEZ*	DIVERSIDAD AVIFAUNISTICA EN AGROECOSISTEMAS DE LA CUENCA BAJA DE CUITZEO, MICHOACAN	7



DISTRIBUCIÓN, RIQUEZA, USO DE HÁBITAT Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE STRIGIFORMES (BÚHOS Y  
LECHUZAS) EN EL ESTADO DE MICHOACÁN.

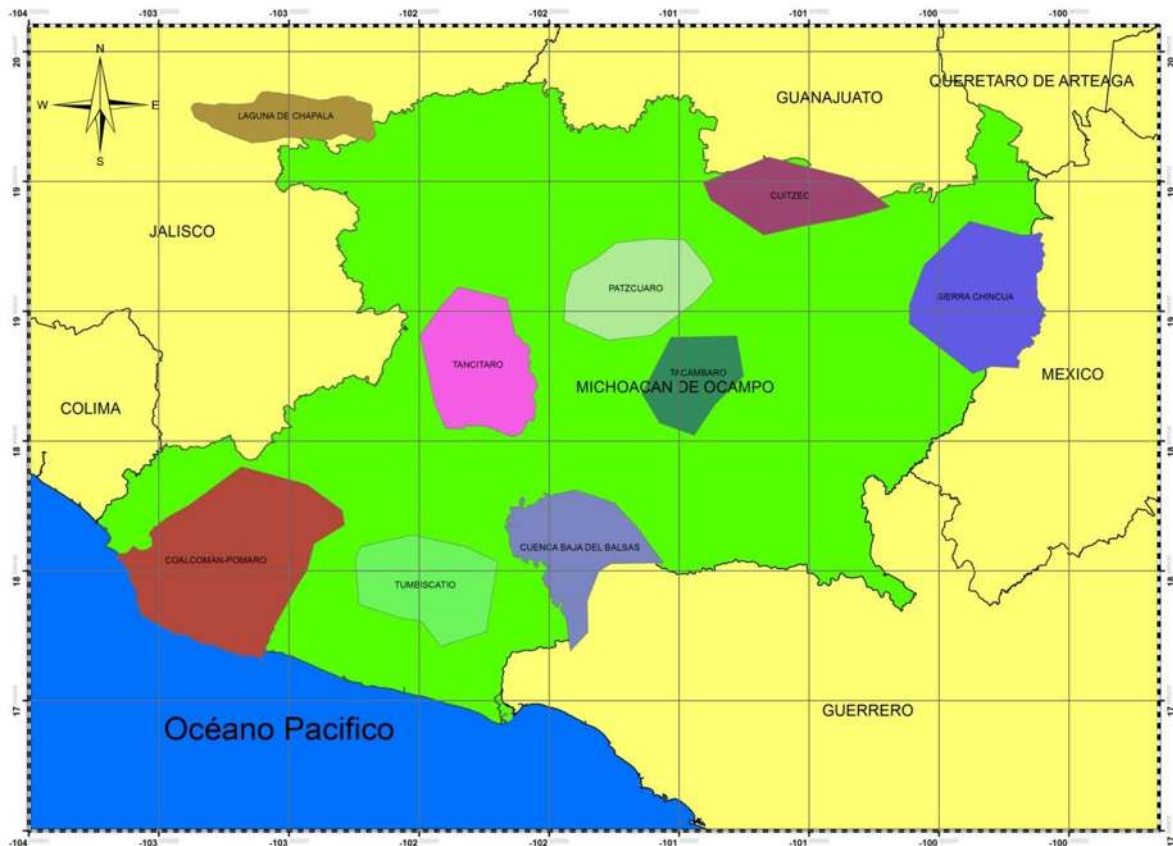
2012	ITZIA NALLELY GARCÍA PEÑA*	AVES RESIDENTES DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHIQUITO, MUNICIPIO DE MORELIA:RIQUEZA, ESTACIONALIDAD, DISTRIBUCION Y CONSERVACIÓN	4
2012	JUAN CARLOS PÉREZ MAGAÑA*	MONITOREO DE LAS POBLACIONES DE AVES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA, MÉXICO	25
	Avesmx.net	BASE DE DATOS DONDE SE ENLISTAN LAS ESPECIES REPORTADAS EN LAS AICAS Y ANPS.	1
	ebird.org	BASE DE DATOS INTERNACIONAL DE AVERAVES.	8
	UNIVIO 2010	BASE DE DATOS DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE AVES.	10
	LABORATORIO DE ORNITOLOGÍA UMICH.	BASE DE DATOS DE LA COLECCIÓN DE AVES DEL LABORATORIO DE ORNITOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO.	12

**ANEXO II. Mapa de las áreas naturales protegidas (ANP's) federales y estatales dentro del estado de Michoacán México. En este mapa se muestran los polígonos de las ANP's, que se han declarado bajo protección para el estado de Michoacán. En color morado se encuentran las ANP's que son de jurisdicción federal y en color naranja las ANP's estatales.**

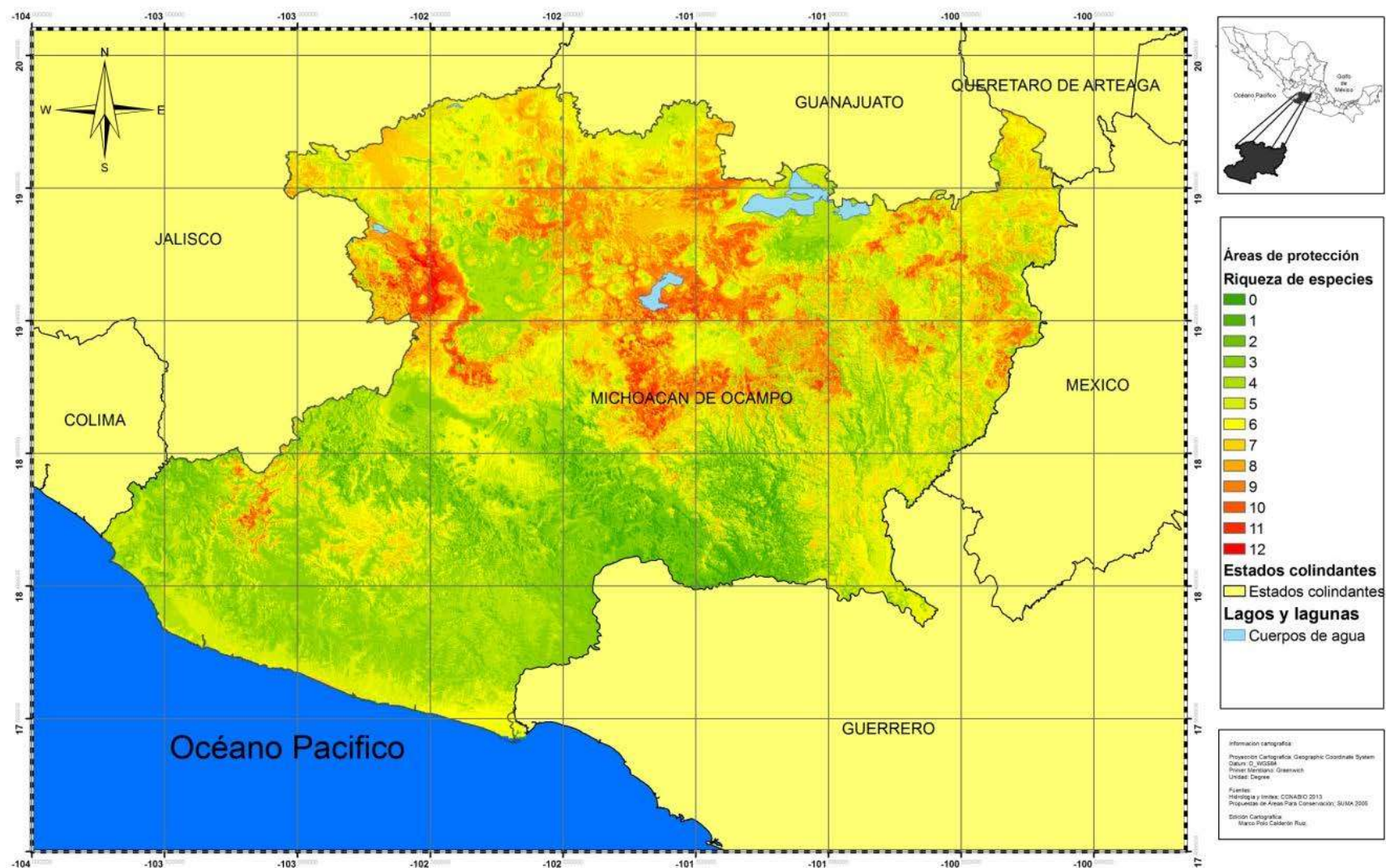


Nombre de la ANP	# Identificación	Nombre de la ANP	# Identificación	Nombre de la ANP	# Identificación
FRANCISCO ZARCO	1	SALVADOR BERNAL	17	PICO AZUL LA ESCALERA	33
EL ZAPIEN	2	BOSQUE CUAUHEMOC	18	CAÑONES DE LOS RIOS MARQUES Y CAJONES	34
TINAJAS DE HUANDACAREO	3	CIMO	19	ESTRIBO CHICO	35
LAGUNAS COSTERAS II	4	LA CHICHIHUA	20	CERRO COMBURINDA	36
LAGUNAS COSTERAS	5	ESTRIBO GRANDE	21	BARRANCA DEL CUPATITZIO	37
PIEDRA DEL INDIJO	6	CAPACUARO	22	BOSENCHVE	38
CERRITO PELON DE PARACHO	7	BARRANCON DE LAS GUACAMAYAS	23	CERRO DE GARNICA	39
MANANTIAL LA MINTZITA	8	AGUA CALIENTE	24	INSURG. JOSE MARIA MORELOS	40
LOMA DE SANTA MARIA	9	CHORROS DEL VARAL	25	LAGO DE CAMECUARO	41
LAGUNA DE ZACAPU	10	EL JORULLO	26	MARIPOSA MONARCA	42
PARQUE JUAREZ	11	CERRO PUNHUATO	27	PICO DE TANCITARO	43
AGUA TIBIA JEROCHE	12	EL MANGLITO II	28	PLAYA DE MARUATA Y COLOLA	44
ITA 7	13	EL MANGLITO	29	RAYON	45
LA EUCALERA	14	CERRO SAN MIGUEL	30	ZICUIRAN-INFIERNILLO	46
ALBERCA DE LOS ESPINOS	15	CAÑADAS DEL RIO CHIQUITO	31		
SALVADOR BERNAL	16	LAGUNA COSTERA EL CAIMAN	32		

**ANEXO III. Mapa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) dentro del estado de Michoacán México. En este mapa se muestran los polígonos de las AICAs que se encuentran parcial o totalmente dentro del estado de Michoacán.**



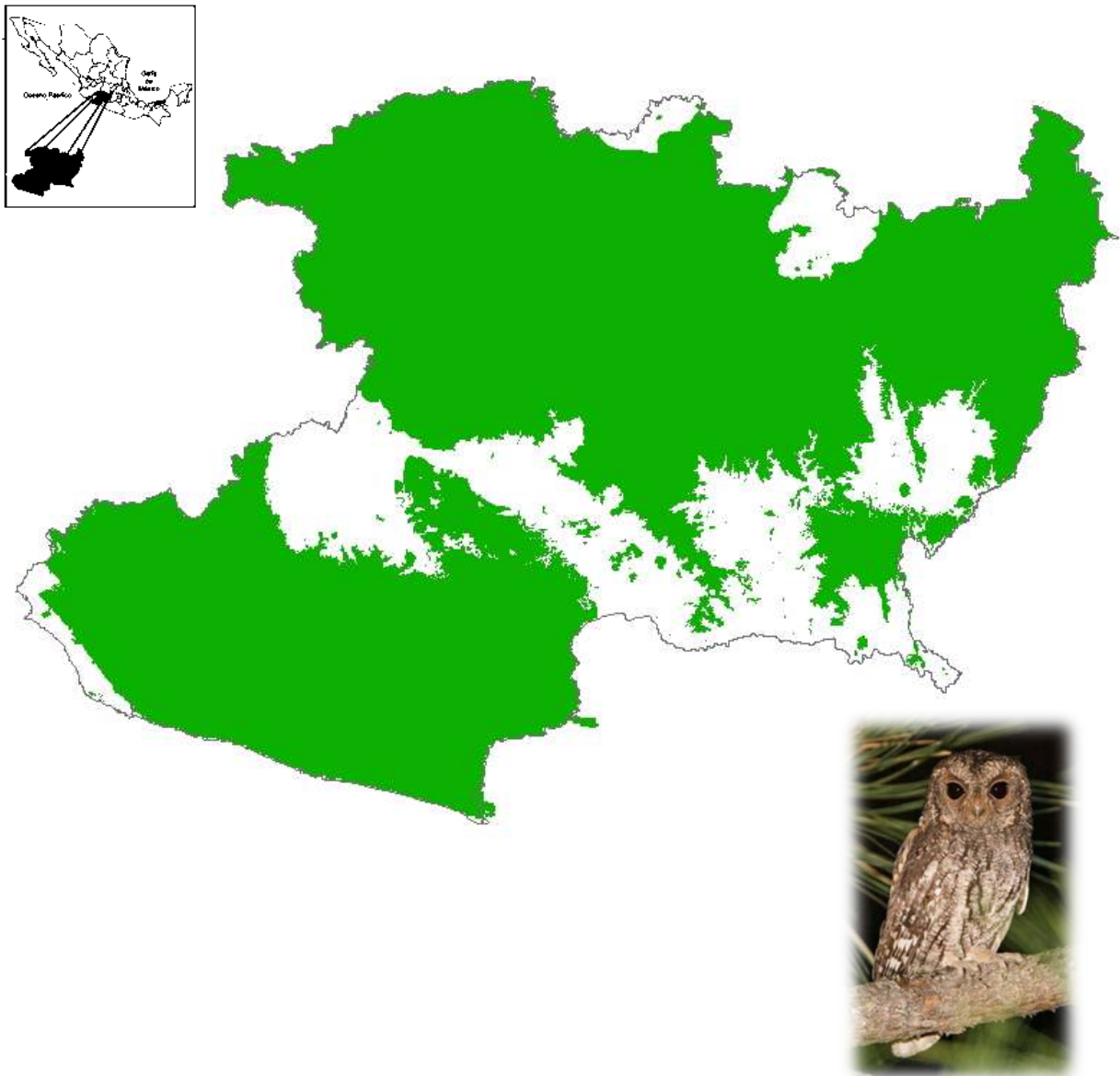
**ANEXO IV. Gradiente de riqueza de las especies de tecolotes en el estado de Michoacán. (Los tonos rojos y naranjas indican donde se encuentra la mayor riqueza de especies de tecolotes dentro del estado de Michoacán, México)**



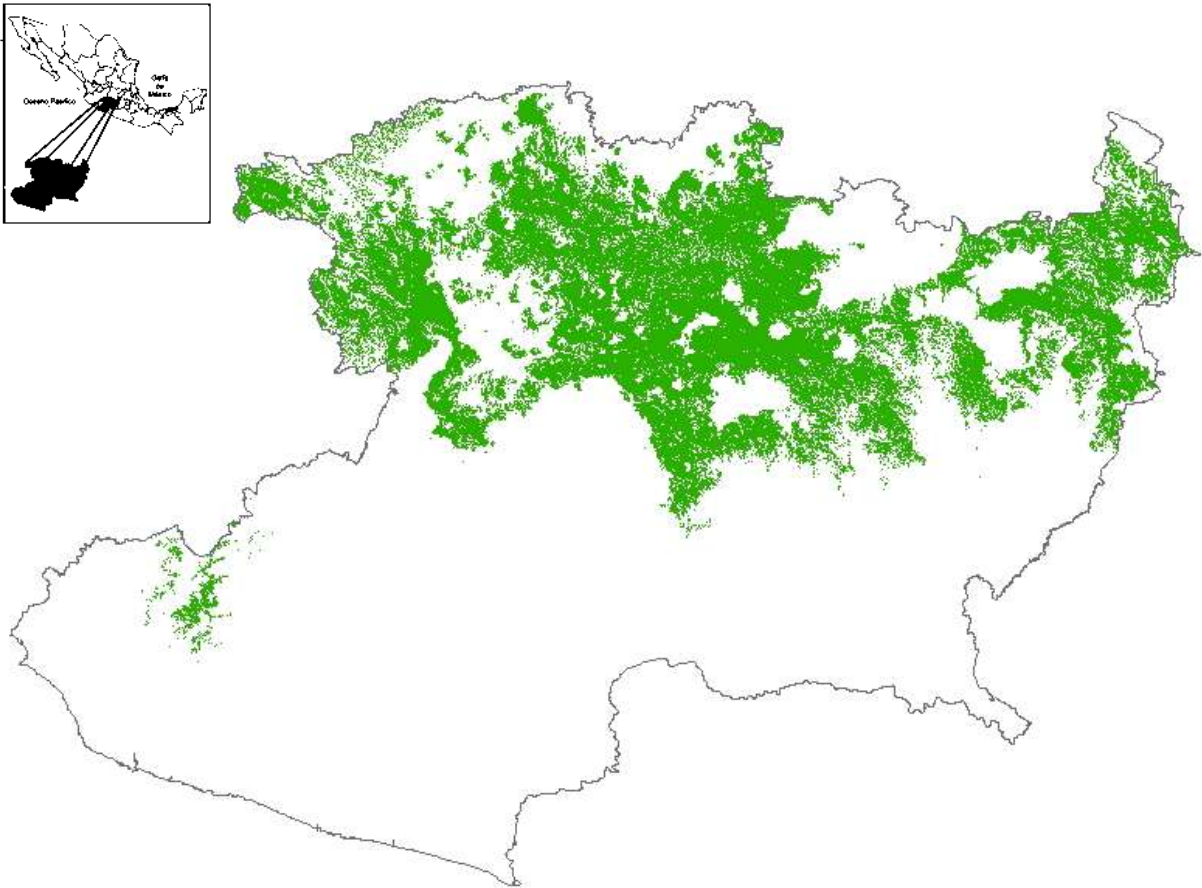
## ANEXO V: MAPAS DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

Los mapas de distribución se presentan conforme al arreglo taxonómico de la “American Ornithologists’ Union” (AOU).

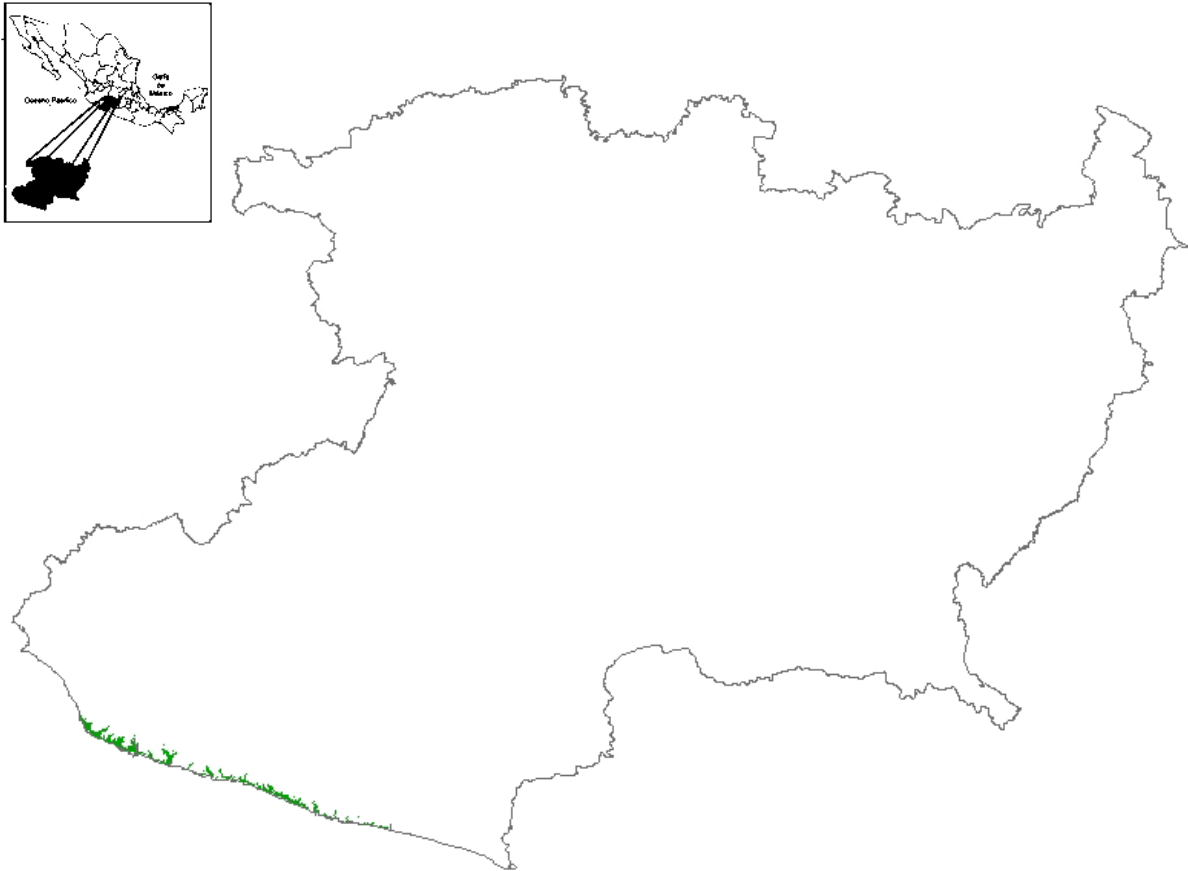
***Psiloscops flammeolus*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Psiloscops flammeolus*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.



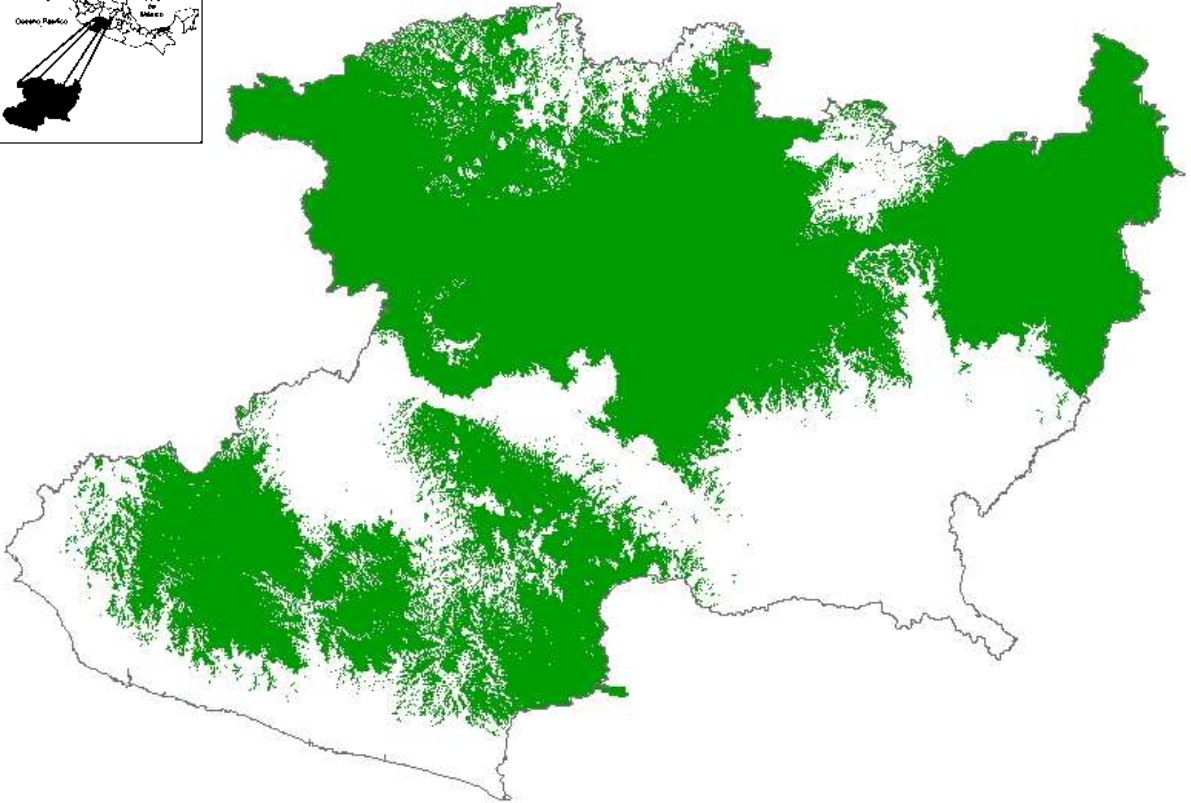
***Megascops kennicottii*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Megascops kennicottii*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental (2 desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.



***Megascops seductus*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Megascops seductus*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.

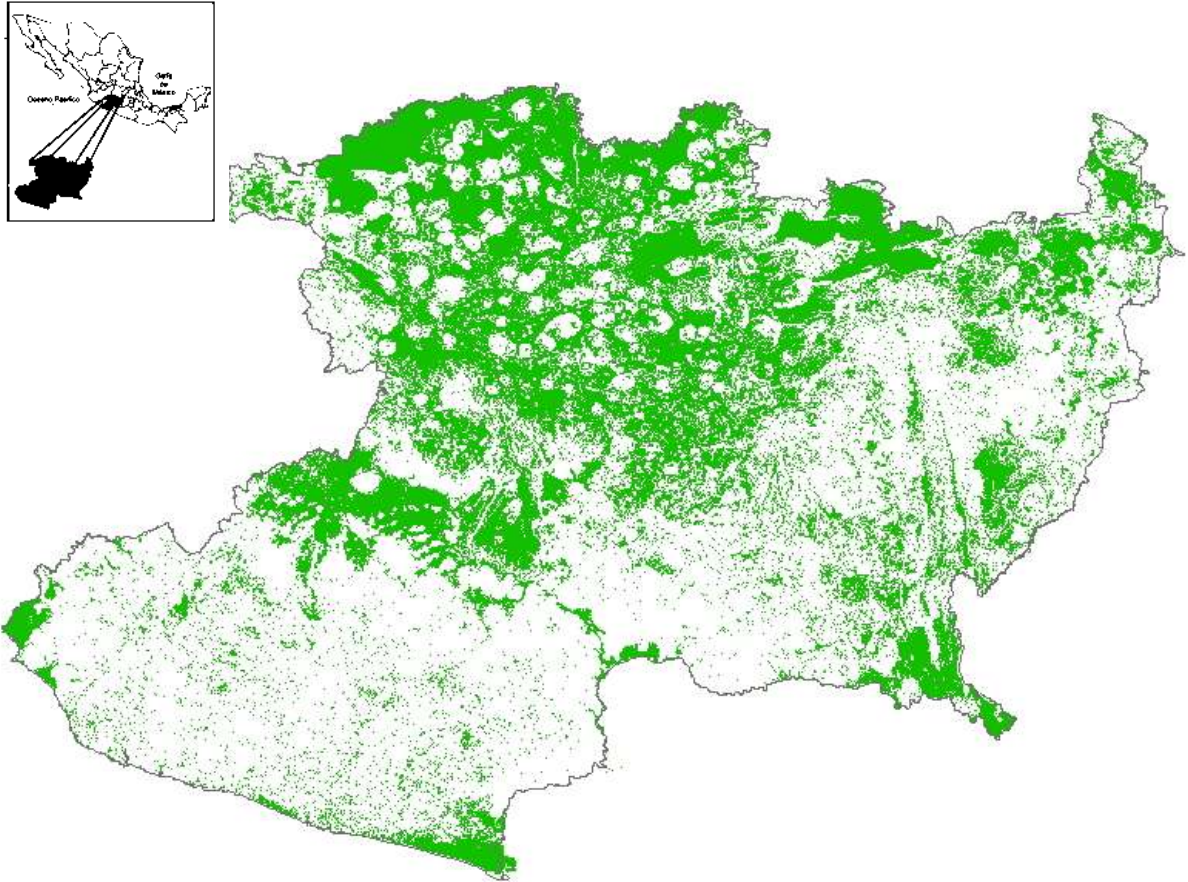


***Megascops trichopsis*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Megascops trichopsis*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.

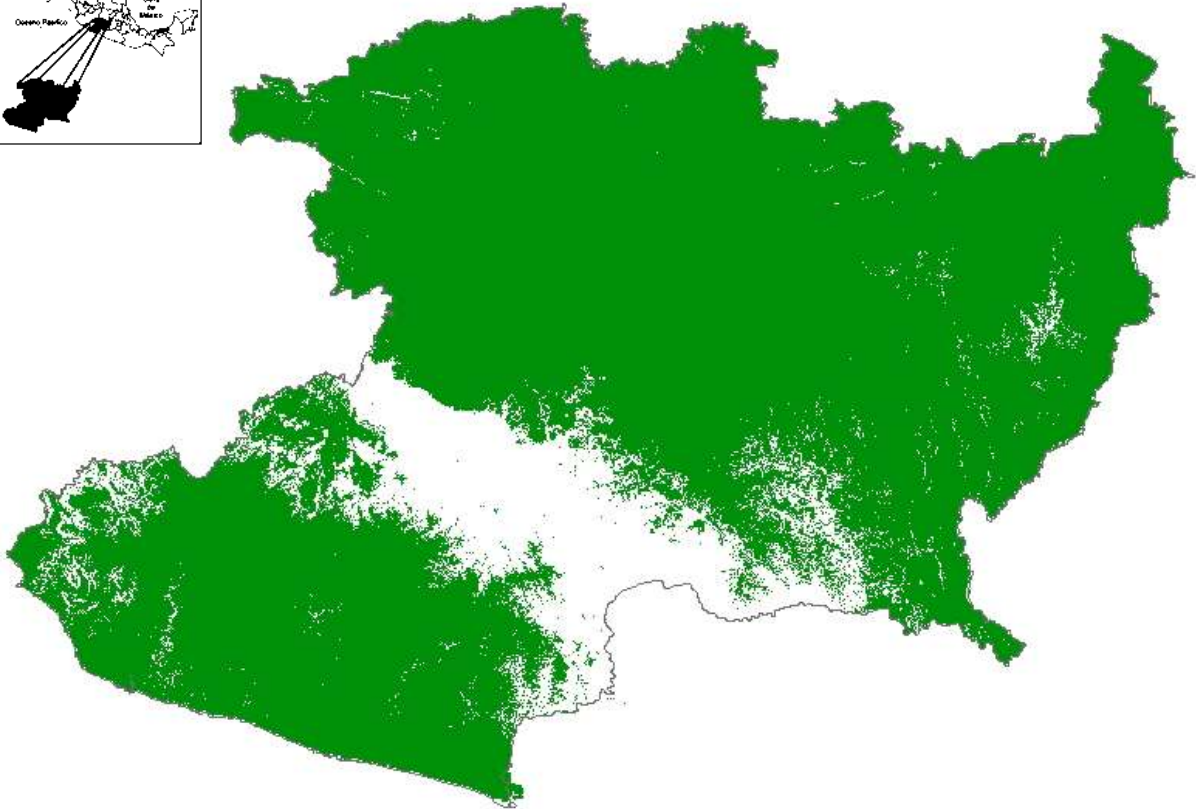




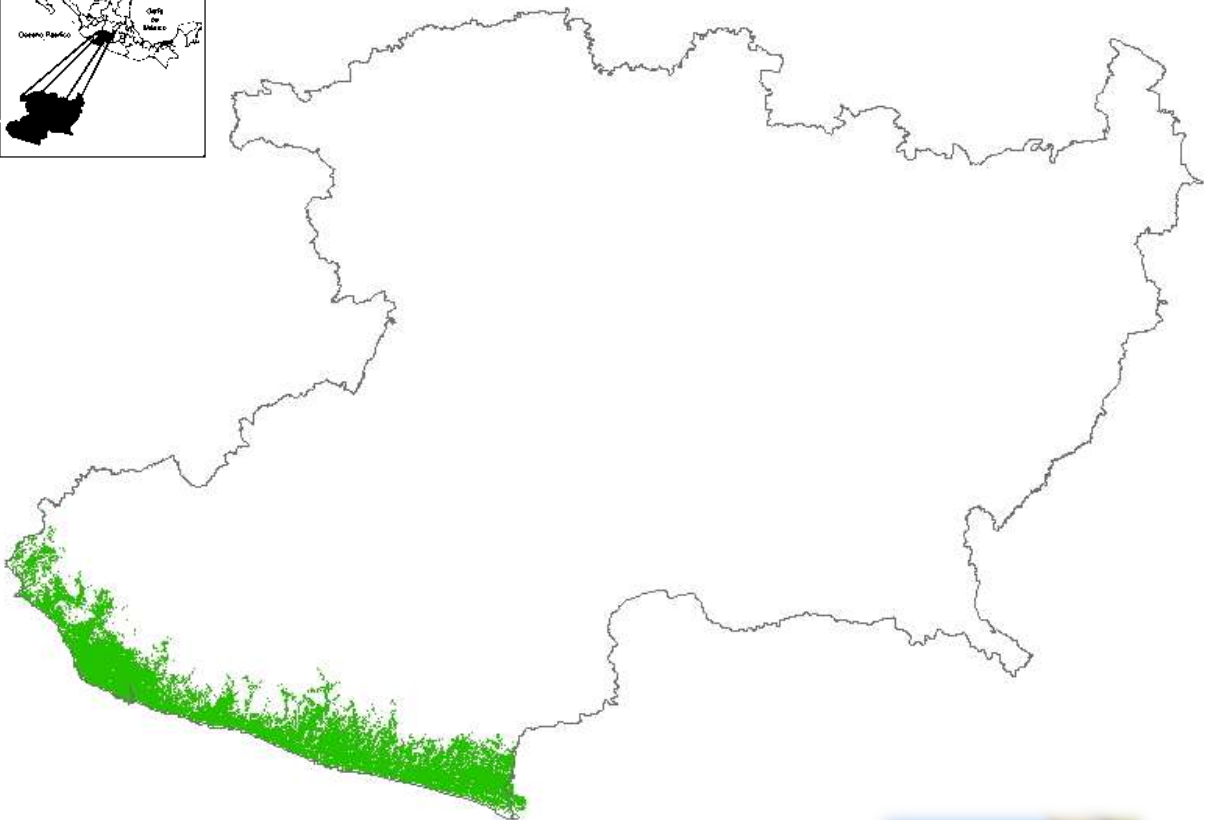
***Bubo virginianus*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Bubo virginianus*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.



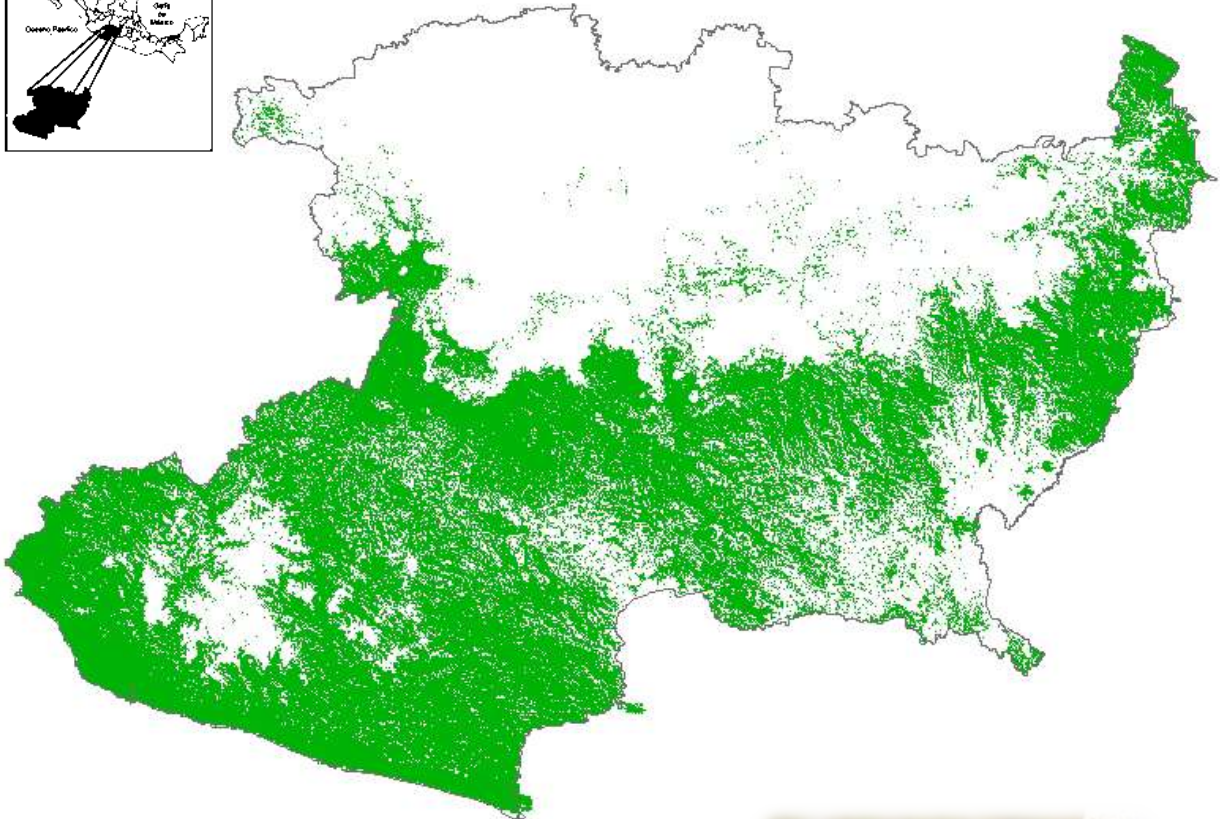
***Glaucidium gnoma*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Glaucidium gnoma*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.



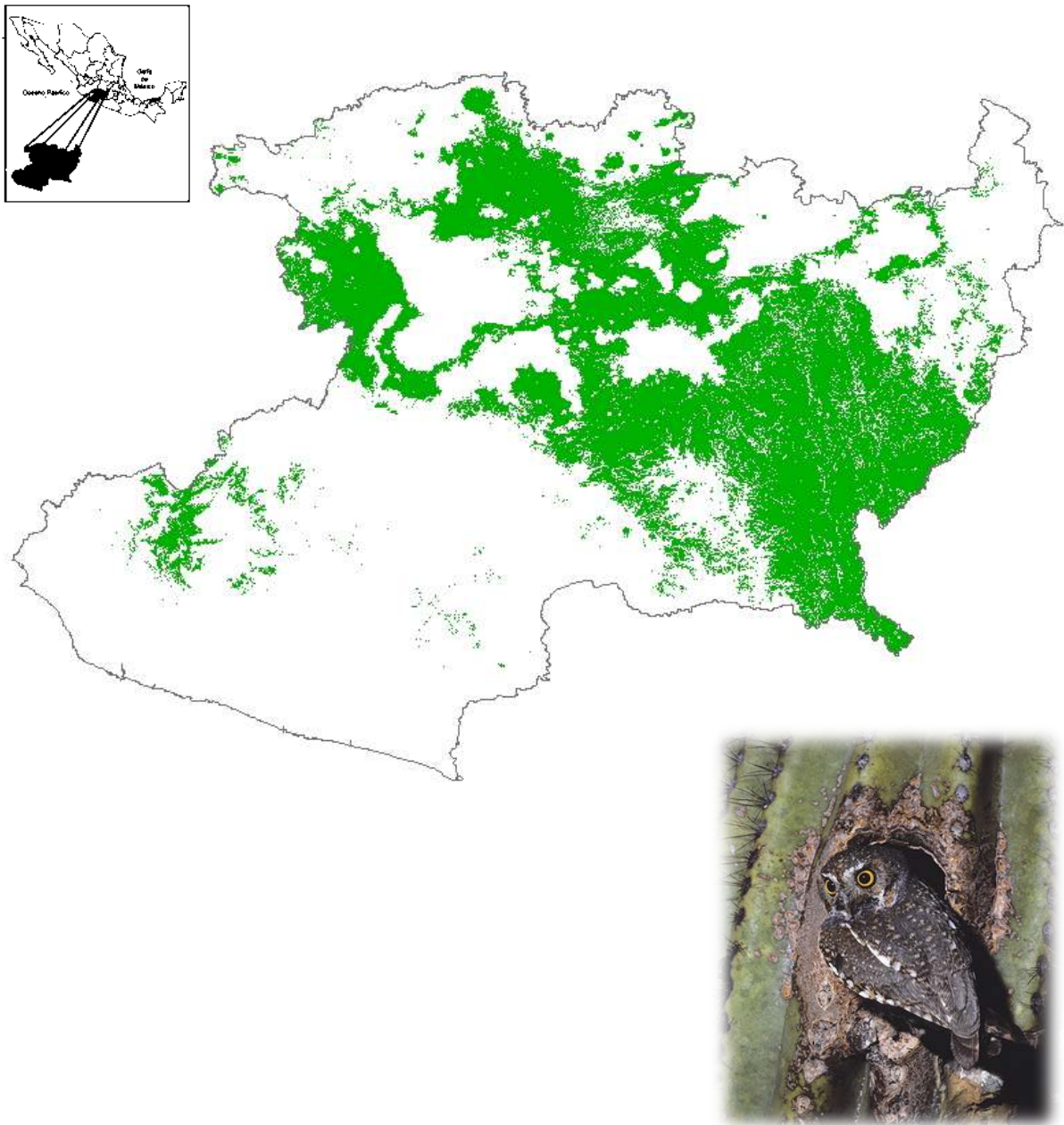
***Glaucidium palmarum*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Glaucidium palmarum*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental (2 desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.



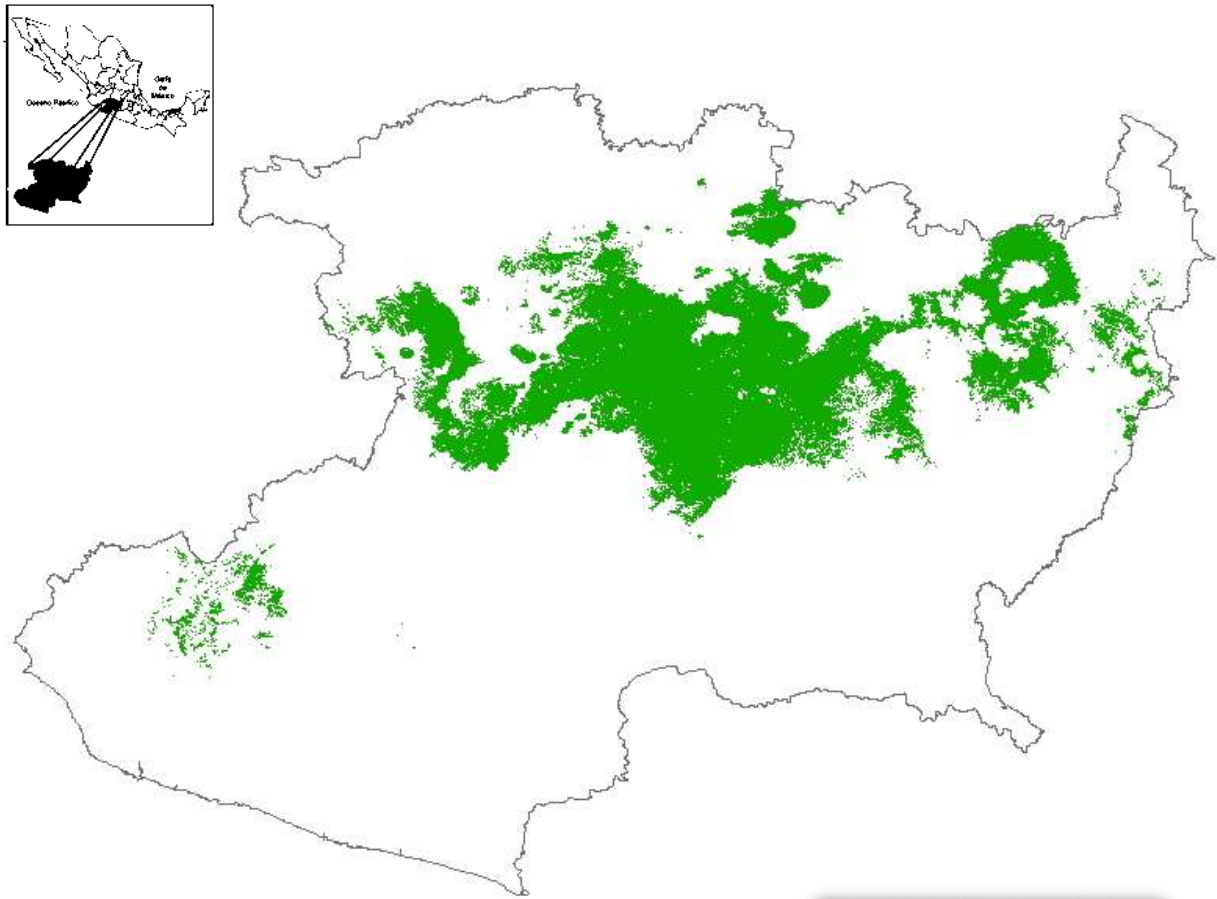
***Glaucidium brasilianum*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Glaucidium brasilianum*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.



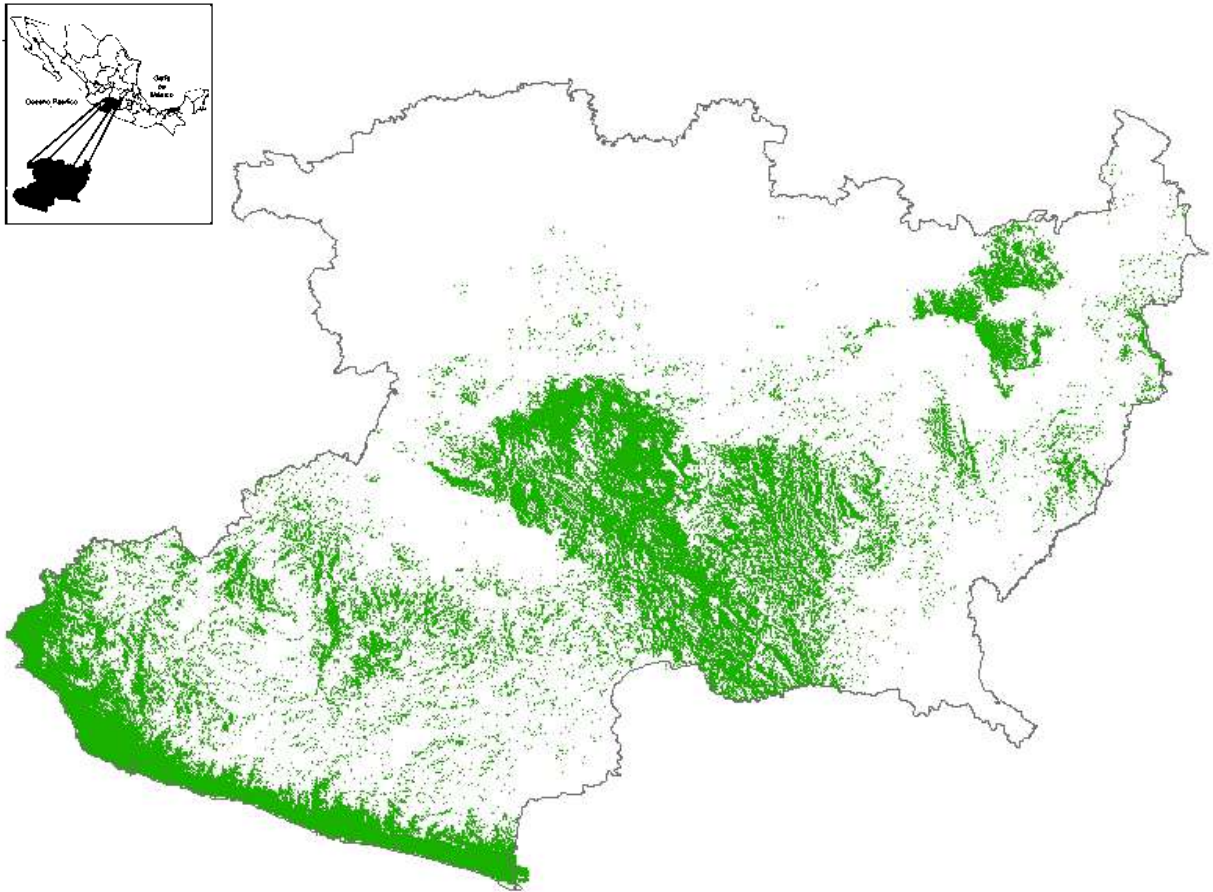
***Micrathene whitneyi*** distribución potencial (migratorio) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Micrathene whitneyi*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental ( $2\frac{1}{2}$  desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.



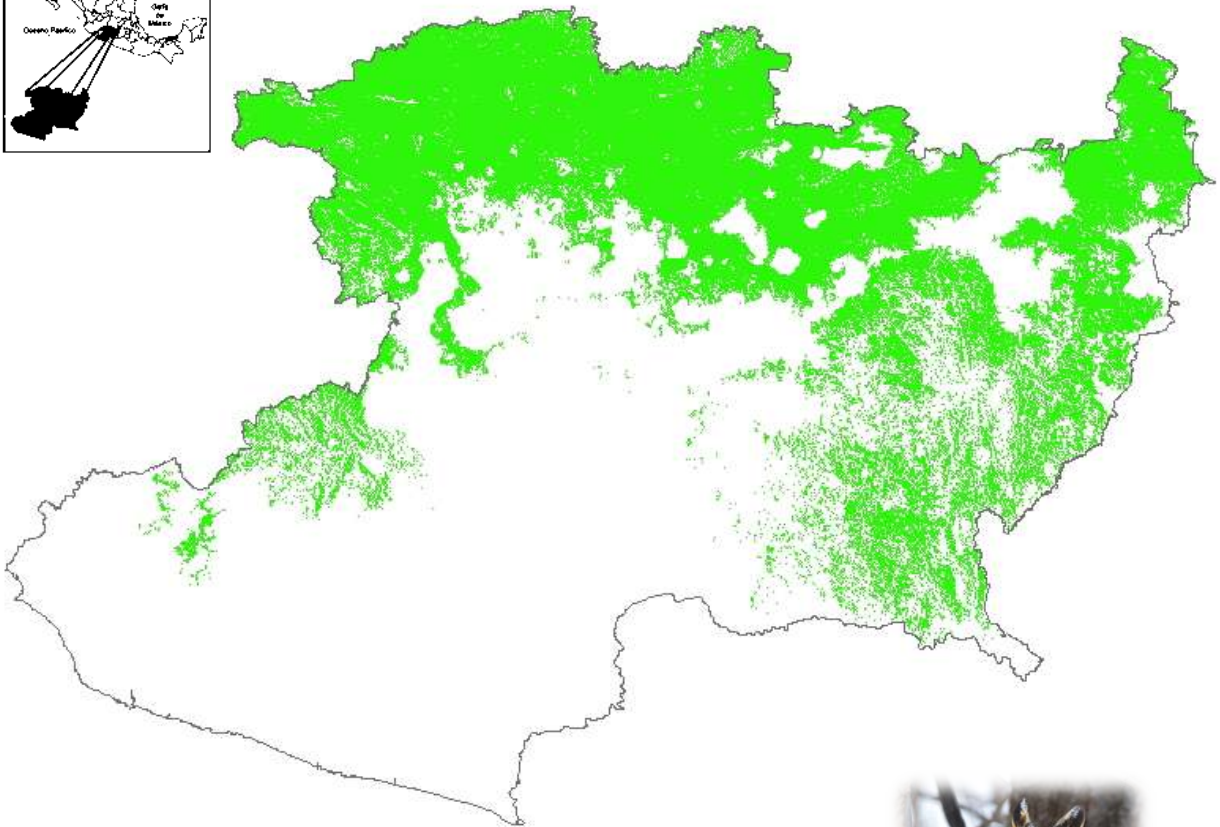
***Athene cunicularia*** distribución potencial (migratorio) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Athene cunicularia*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental (2 desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.



***Ciccaba virgata*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Ciccaba virgata*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.

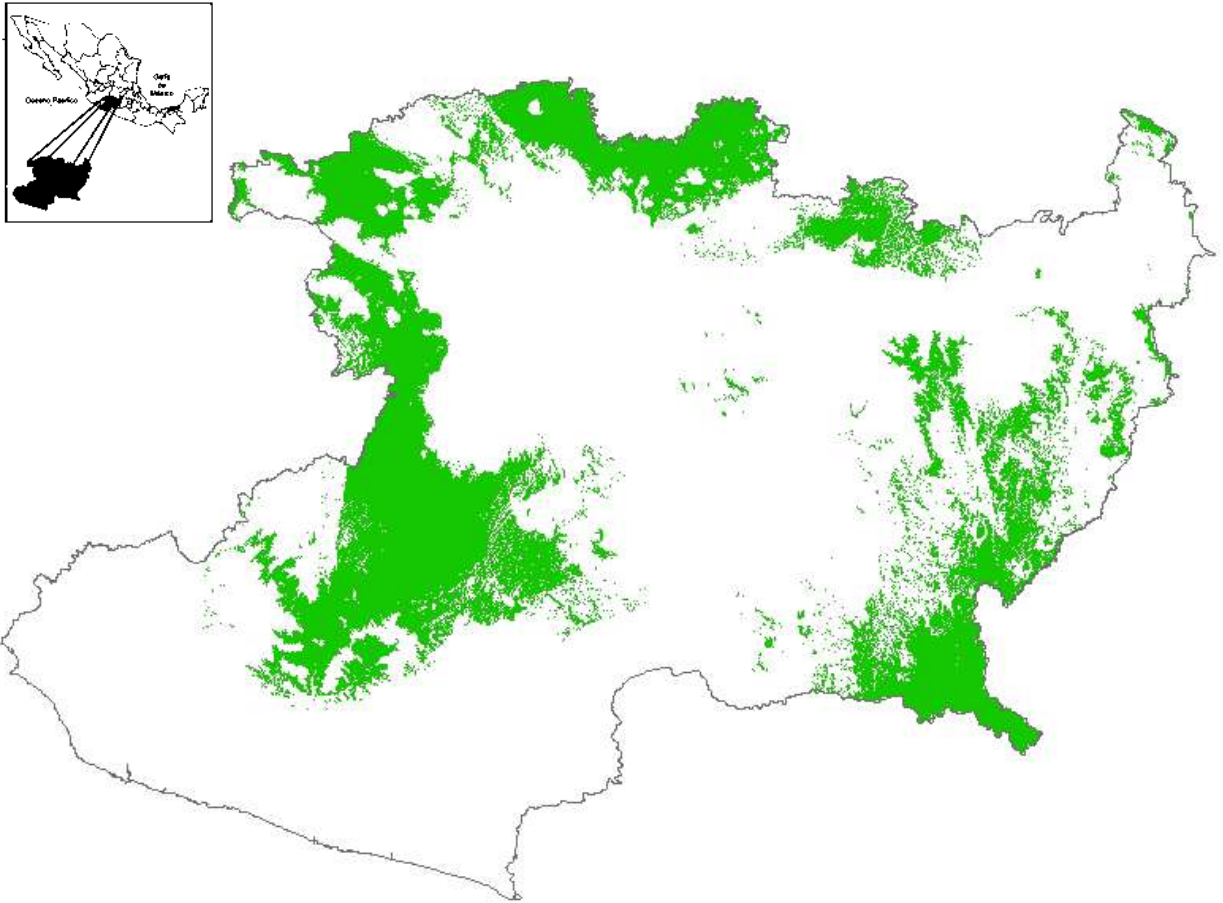


***Asio otus*** distribución potencial (migratorio) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Asio otus*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental (2 desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.





***Asio flammeus*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación del modelo de MAXENT para *Asio flammeus*. Donde el área de color muestran las zonas de distribución potencial en el estado de Michoacán, México.



***Aegolius acadicus*** distribución potencial (residente permanente) dentro del estado de Michoacán, México. Esta es una representación grafica de los resultados obtenidos del análisis de distancias ambientales para la especie *Aegolius acadicus*. Donde el área de color muestra las zonas que presentan una mayor similitud ambiental (2 desviaciones estándar) con los puntos de registro de la especie en el estado de Michoacán, México.

