



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

## CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSTGRADO EN  
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

**ECOLOGÍA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix  
occidentalis lucida*) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE  
OCCIDENTAL, MÉXICO.**

**JAVIER RAFAEL VALDEZ**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México  
Junio, 2018

---



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

## CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el (la) que suscribe: **Javier Rafael Valdez**, alumno de esta institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del (la) Profesor: **Luis Antonio Tarango Arámbula**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis: **“ECOLOGÍA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO”** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre las negociaciones entre la Institución, El (la) Consejero (a) o Director (a) de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta institución.

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, a 18 de junio de 2018.

---

JAVIER RAFAEL VALDEZ  
Firma

---

DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA  
Vo. Bo. Director de Tesis

La presente tesis, titulada: **ECOLOGÍA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO**, realizada por el alumno **Javier Rafael Valdez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

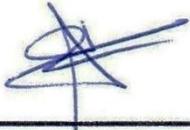
**MAESTRO EN CIENCIAS  
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

CONSEJO PARTICULAR

**CONSEJERO:  
(Director de Tesis)**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Armando Equihua Martínez

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Octavio César Rosas Rosas

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juan Felipe Martínez Montoya

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí  
Junio, 2018

**ECOLOGÍA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*)  
EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO**

**Javier Rafael Valdez, M. C.**

**Colegio de Postgraduados, 2018**

**RESUMEN GENERAL**

El tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) está amenazado por la pérdida de hábitat. Además, en México ha sido poco estudiada. Se monitoreó la emisión de cantos para determinar el tamaño de los territorios de descanso (TDD) e identificó y describió las cuevas seleccionadas para perchar; asimismo, se determinó la composición de la dieta y su variación en el tiempo en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. Durante octubre 2016 a octubre 2017 se dio seguimiento a nueve parejas de tecolote moteado mexicano (TMM) en tres regiones de la Sierra Madre Occidental. El tamaño de los TDD se determinó con la herramienta Kernel Density con el Software ArcGis 10.5. Se determinó la diversidad trófica, la amplitud del nicho trófico y se realizaron Frecuencias Relativas de Observación (FRO), análisis de Varianza, Kruskal-Wallis, Correspondencias Canónicas (ACC) y de Conglomerados. El TMM cantó y utilizó cuevas para descansar durante las cuatro estaciones del año y por ende durante la época reproductiva y no reproductiva. El tamaño promedio de su territorio de descanso diurno fue de  $0.81 \pm 0.77$  ha. Se recolectaron 316 egagrópilas con una longitud, diámetro y peso promedio de  $4.0 \pm 1.1$  cm,  $2.2 \pm 0.5$  cm y  $2.5 \pm 1.2$  g, respectivamente. La dieta del TMM se basó principalmente en mamíferos pequeños (85.2 %), insectos (12.8 %) y aves (2.0 %). Los mamíferos pequeños consumidos ( $n = 560$  individuos) corresponden a 16 especies. Las especies más consumidas fueron *Peromyscus melanotis* (49.8 %), *Reithrodontomys megalotis* (8.4 %), *Neotoma mexicana* (5.9 %) y *Sorex vagrans* (4.7 %). No existieron diferencias en la biomasa total consumida por región ( $p$ -value = 0.344), pero si por estación del año ( $p$ -value = 0.003). La información sobre los cantos, territorios de descanso y dieta, es de utilidad para diseñar planes de manejo y conservación de las poblaciones y el hábitat de *Strix occidentalis lucida* en México.

**Palabras clave:** Ave, cantos, cuevas, dieta, territorios de descanso.

# ECOLOGY OF THE MEXICAN SPOTTED OWL (*Strix occidentalis lucida*) IN THE CENTER-NORTH OF THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO.

Javier Rafael Valdez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2018

## ABSTRACT

The Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*) is threatened by habitat loss. In addition, in Mexico it has been little studied. The emission of songs was monitored to determine the size of the resting territories (RT) and identified and described the caves selected for perch; the composition of the diet and its variation over time were also determined in the north-central part of the Sierra Madre Occidental, Mexico. During October 2016 to October 2017, nine pairs of Mexican spotted owl (MSO) were tracked in three regions of the Sierra Madre Occidental. The size of the RT was determined with the Kernel Density tool with the ArcGis 10.5 Software. The trophic diversity, the amplitude of the trophic niche were determined and Relative Observation Frequencies (FRO), Analysis of Variance, Kruskal-Wallis, Canonical Correspondences (ACC) and Conglomerates were performed. The MSO sang and used caves to roost during the four seasons of the year and therefore during the reproductive and non-reproductive season. The average size of its daytime roosting territory was  $0.81 \pm 0.77$  ha. Were collected 316 pellets with a length, diameter and average weight of  $4.0 \pm 1.1$  cm, 2.2 cm and  $2.5 \pm 0.5 \pm 1.2$  g, respectively. The diet of the MSO is based on small mammals (85.2%), insects (12.8%) and birds (2.0%). The most consumed species were *Peromyscus melanotis* (49.8%), *Reithrodontomys megalotis* (8.4%), *Neotoma mexicana* (5.9%) and *Sorex vagrans* (4.7%). There were no differences in the total biomass consumed per region ( $p$ -value = 0.344), but by season of the year ( $p$ -value = 0.003). The information on the songs, rest territories and diet, are useful to understand the behavior and to design management and conservation plans of the populations and the habitat of *Strix occidentalis lucida* in Mexico.

**Keywords:** Bird, songs, caves, diet, rest territories.

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, por darme la fortaleza para no rendirme en ningún momento.

A **mis papás (José Javier y Lucia)** pilares fundamentales en mi vida y a **mi hermano (Andrés)**, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera, quienes con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos, para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complica.

A **mi abuelita Estela** por darme su gran cariño y consejo cuando lo necesito. Que toda mi niñez me cuidaste, fuiste la protectora, la alcahueta y la siempre consoladora, hoy me doy cuenta que sin ese instinto de protección que tuviste por mí, no tendría hoy la capacidad de quererte como te quiero abuelita hermosa.

Al **Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula** por despertar y fomentar mi interés en la Fauna Silvestre, por brindarme su apoyo, orientación y experiencia día a día para culminar esta investigación, gracias por enseñarme, aconsejarme e instruirme en el camino del buen estudiante, así como siempre estar dispuesto a apoyarme en los momentos más difíciles sin pedir nada a cambio.

A una persona muy especial que ha llegado a mi vida, quien me ha llenado de alegría y felicidad (y enojos jaja), quien me presionó y alentó para finalizar este trabajo. Pese a todo seguimos juntos, disfrutando de lo bueno y de lo malo de nuestras vidas  
**¡LO LOGRAMOS Valeria A. Martínez Sías!**

**¡LOS QUIERO MUCHO, GRACIAS!**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al **Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí**, por darme la oportunidad y brindarme el apoyo necesario para realizar esta investigación.*

*Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**, por haber otorgado la beca para estudiar este postgrado.*

*Al **Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula**, por fungir como mi Director de tesis y haber depositado su confianza en un servidor para colaborar en sus proyectos como el presente, para un crecimiento profesional y curricular. Sin duda alguna, él ha sido como un padre académico en el ámbito del estudio de la Fauna Silvestre, su apoyo e impulso me han permitido llegar a este y seguramente a un nivel mayor. **¡LO LOGRAMOS DOCTOR!***

*Al **Dr. Juan Felipe Martínez Montoya**, por su colaboración, gran apoyo durante la elaboración de este trabajo; muchísimas gracias por sus consejos, amistad y alegría transmitida en todos los momentos.*

*Al **Dr. Cesar Octavio Rosas Rosas** y al **Dr. Armando Equihua Martínez**, por sus sugerencias y correcciones al presente trabajo.*

*Al **Dr. Víctor Manuel Ruiz Vera**, a la **Dra. Brenda I. Trejo Téllez** y al **Lic. Miguel Angel Espinoza Pérez**, por el apoyo y facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación.*

*Al **Dr. Saúl Ugalde Lezama**, por su colaboración, gran apoyo durante la elaboración de este trabajo; muchísimas gracias por sus consejos, amistad y alegría transmitida en todos los momentos.*

*Al **Dr. José Antonio Martínez García**, por su apoyo en la identificación de mamíferos pequeños y aves del segundo capítulo de esta tesis.*

*A **mi hermano (Andrés)**. Quiero aprovechar esta oportunidad para dar las gracias por cada momento de felicidad que me brindas, por ser en verdad un apoyo para mí, por dejar que te lleve en el corazón.*

A mis papás (**José Javier y Lucía**) por brindarme siempre su apoyo incondicional, me siento orgulloso de ser su hijo, ambos me demuestran cada día cuanto me quieren y eso es algo que me hace muy feliz, queridos padres, ustedes son lo mejor que tengo en la vida.

A ti, **Valeria** que llegaste en el momento menos esperado y por alentarme a seguir adelante con el corazón te doy las **GRACIAS**.

A mis secuaces (**Mingo y Pineda, LOS CHICOS MALOS** *jaja*) con los que pasamos muchos días juntos, con excelentes anécdotas y por brindarme tan grata compañía durante estos dos años de la maestría.

A **Diana I. Hernández Bustos**, por todo el apoyo brindado durante los dos años de la maestría, además de ayudarme a soportar los regaños del Dr. Luis jajaja.

Al **Sr. Alberto Guerrero Pérez y Sres. Julio Díaz Torre Macías y Jaime G. Díaz Torre Llamas**, propietarios de los Ranchos el Gauro y Antrialgo, respectivamente de la Sierra Fría, Aguascalientes por brindarme su hospitalidad y acceso para la realización de la presente investigación.

Al **Ing. Rodolfo Pineda Pérez**, Director de la Reserva de La Biósfera La Michilía y al Técnico **Pedro Roldan Morales** por su apoyo en campo.

Al **Dr. Genaro Olmos Oropeza y familia** quienes me brindaron su hogar en Tlachichila, Zacatecas en apoyo a este trabajo.

Finalmente, pero no menos importante al personal de la **Dirección del Campus y Subdirección de Educación** del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, especialmente a **Leticia Morales Palacios, Norma Angélica Morales Palacios y Alejandra Garza Vázquez**.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1 . CANTOS Y TERRITORIOS DE DESCANSO DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (<i>Strix occidentalis lucida</i>) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO.</b> .....	<b>6</b>
1.1. RESUMEN.....	6
1.2. ABSTRACT.....	7
1.3. INTRODUCCIÓN .....	8
1.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
1.4.1. Área de estudio.....	9
1.4.2. Localización de tecolotes .....	12
1.4.3. Estimación de territorios de descanso y caracterización de cuevas .....	13
1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
1.5.1. Vocalizaciones del tecolote moteado mexicano .....	14
1.5.2. Territorios de descanso y uso de cuevas .....	16
1.6. CONCLUSIONES .....	27
1.7. LITERATURA CITADA.....	28
<b>CAPÍTULO 2 . DIETA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (<i>Strix occidentalis lucida</i>) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO</b> .....	<b>35</b>
2.1. RESUMEN.....	35
2.2. ABSTRACT.....	36
2.3. INTRODUCCIÓN .....	37
2.4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39

2.4.1. Área de estudio.....	39
2.4.2. Recolecta de egagrópilas.....	40
2.4.3. Identificación de los componentes de la dieta .....	40
2.4.4. Análisis de datos.....	42
2.4.4.1. Componentes de la dieta del tecolote moteado mexicano .....	42
2.4.4.2. Análisis de diversidad trófica .....	43
2.4.4.3. Análisis de Kruskall-Wallis.....	43
2.4.4.4. Análisis de Correspondencias Canónicas .....	43
2.4.4.5. Análisis de similitud (análisis de conglomerados) .....	44
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
2.6. CONCLUSIONES .....	59
2.7. LITERATURA CITADA.....	60
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>67</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Características del área de estudio (Anónimo, 2010a b; CONANP, 2015). .....	10
Cuadro 1.2. Localización y respuesta a las vocalizaciones por el tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. ..	14
Cuadro 1.3. Superficie de los territorios de descanso del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. ....	16
Cuadro 1.4. Tipo de Perchas del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) por territorio de descanso en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. ....	21
Cuadro 2.1. Clasificación del tamaño y peso de las egagrópilas de <i>S. o. lucida</i> en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. ....	44
Cuadro 2.2. Número de egagrópilas de <i>S. o. lucida</i> recolectadas por región y estación de muestreo. ....	45
Cuadro 2.3. Composición de la dieta de <i>S. o. lucida</i> en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017). ....	46
Cuadro 2.4. Frecuencia relativa de observación (FRO) y biomasa (B) de presas presentes en la dieta de <i>S. o. lucida</i> en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016- 2017). ....	47
Cuadro 2.5. Frecuencia relativa de observación (FRO) y biomasa (B) de presas presentes en la dieta de <i>S. o. lucida</i> por estación de muestreo en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016 2017). ....	49
Cuadro 2.6. Resultados de los análisis de Varianza y Kruskall-Wallis del tamaño (longitud y diámetro) y peso de las egagrópilas y biomasa consumida por <i>S. o. lucida</i> . .....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución del tecolote moteado mexicano ( <i>Strix occidentalis lucida</i> ) (USFWS, 2012).....	8
Figura 1.2. Área de estudio y territorios de descanso del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. ....	11
Figura 1.3. Búsqueda de los tecolotes en los territorios de descanso con el apoyo de un perro entrenado (hembra; Gaia).....	13
Figura 1.4. Territorios de descanso del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en Sierra Fría, Aguascalientes, México (A: Barranca Laguna Seca; B: Cueva Prieta; C: Rancho Antrialgo). ....	18
Figura 1.5. Territorio de descanso del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en la Reserva de la Biósfera La Michilia y áreas adyacentes, Durango, México (A: El Purgatorio; B: El Toribio; C: Los Rebajes).....	19
Figura 1.6. Territorios de descanso del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en Tlachichila, Zacatecas, México (A: Barranca Angosta; B: Peña Parda; C: Rincón Verde).....	20
Figura 1.7. Localización de las cuevas utilizadas por <i>S. o. lucida</i> para descansar en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.....	22
Figura 1.8. Cueva utilizada por <i>S. o. lucida</i> para descansar en Sierra Fría, Aguascalientes.....	23
Figura 2.1. Egagrópila (regurgitación) de <i>S. o. lucida</i> , Tlachichila, Zacatecas.....	38
Figura 2.2. Sitios de recolecta de egagrópilas del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.....	39
Figura 2.3. Recolecta (A), lavado (B) y secado (C) de egagrópilas del Tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ).....	40
Figura 2.4. Comparación de molares de roedor con características reportadas por la Revista Mammalian Species ( <a href="https://academic.oup.com/mspecies">https://academic.oup.com/mspecies</a> ).....	41

Figura 2.5. Medición (longitud y diámetro; A y B) y pesado (C) de egagrópilas del tecolote moteado mexicano ( <i>S. o. lucida</i> ).....	42
Figura 2.6. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para longitud de las egagrópilas de <i>S. o. lucida</i> y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017). ....	52
Figura 2.7. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para diámetro de las egagrópilas de <i>S. o. lucida</i> y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).....	53
Figura 2.8. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para peso de las egagrópilas de <i>S. o. lucida</i> y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017). ....	54
Figura 2.9. Agrupación de componentes de la dieta de <i>S. o. lucida</i> de acuerdo a las frecuencias absolutas de cada Taxón. ....	55

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Los recursos naturales son parte fundamental del desarrollo económico de una nación, los cuales, manejados sustentablemente, constituyen un potencial de progreso. México es un país megadiverso, albergando el 10 % del total de las especies (Ceballos *et al.*, 2002). Sin embargo, debido al acelerado crecimiento demográfico se han fragmentado y perdido sus hábitats, causando el deterioro de los recursos y su potencial de aprovechamiento (Martínez, 1992). La fauna silvestre se considera como un recurso natural renovable; desde la antigüedad esta ha sido de importancia para la humanidad, asignándole valores económicos, ecológicos y culturales (Ortega *et al.*, 2014).

El tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies que se distribuyen en América del Norte (EUA) y en México (AOU, 2017). En EUA se le encuentra en Arizona, Colorado, Nuevo México, Texas y Utah. En México se distribuye en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal abarcando porciones de los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (USFWS, 2012).

*Strix occidentalis lucida* es una subespecie de gran importancia al ser considerada como un bioindicador de la salud del ecosistema forestal y su biodiversidad (Chien y Larson, 2009; Sklodowski y Gryz, 2012), los bosques juegan un papel importante para ésta brindándole refugio. En EUA y México *Strix occidentalis lucida* es una subespecie amenazada (USDI Federal Register, 1993; NOM-059 SEMARNAT, 2010) debido a la pérdida de sus hábitats por la explotación maderera e incendios forestales no controlados. Sus territorios de anidación, descanso y percha los establece principalmente en ambientes rocosos, los cuales presentan microclimas y estructuras vegetales propicias para esta subespecie (Ganey, 2004; Willey y Van Riper, 2007). El TMM es de hábitos nocturnos por lo que es más común escucharlo que observarlo (Ganey *et al.*, 2013), cuenta con 12 vocalizaciones (Forsman *et al.*, 1983).

Los estudios sobre dieta en el manejo de la fauna silvestre y sus hábitats son fundamentales (Skłodowski y Gryz, 2012). La dieta en Strigidos, se basa en el análisis de sus regurgitaciones separando los componentes de las especies que conforman la dieta, y a través de comparaciones con colecciones biológicas y referencias bibliográficas, se determinan los grupos taxonómicos de las especies que la conforman (Young *et al.*, 1997; Márquez, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005). La dieta del *Strix occidentalis lucida* la constituyen principalmente vertebrados (75 %), siendo los ratones de campo (44 %), ratas cambalacheras (17.7 %) e insectos del orden Coleóptera los más comunes, también consume algunas especies de aves (Young *et al.*, 1997; Márquez, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005).

En México se han realizado nueve estudios sobre *Strix occidentalis lucida*, referentes a su dieta y caracterización del hábitat y sus sitios de descanso (Tarango *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1998; Tarango *et al.*, 2001; Márquez, 2002; Márquez *et al.*, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005; Palma-Cancino *et al.*, 2014; Silva-Piña *et al.*, 2018). Si bien, estos estudios han aportado conocimientos básicos sobre su hábitat y dieta; debido al cambio climático, de uso de la tierra y la fragmentación del hábitat; los ciclos biológicos y la disponibilidad de presas se han alterado. Por ello los objetivos de esta investigación fueron: a) monitorear la emisión de cantos, b) determinar el tamaño de sus territorios de descanso, c) identificar y describir las cuevas seleccionadas como sitios de percha, d) determinar la composición y variación de la dieta de *Strix occidentalis lucida* por región y estación del año y, e) relacionar el tamaño y peso con los componentes de la dieta determinada, a través del análisis de egagrópilas recolectadas en tres regiones del centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. Los resultados de esta investigación complementan la información y contribuyen a entender mejor los requerimientos de hábitat y alimenticios del TMM; asimismo, establecen las bases para estudios futuros y para determinar el ámbito hogareño de esta subespecie. La información sobre la ecología de esta subespecie es de utilidad para diseñar planes de manejo y conservación de *Strix occidentalis lucida* y de su hábitat en México. Este documento está organizado en dos capítulos.

## LITERATURA CITADA

- AOU (American Ornithologists Union). 2017. Check-list of North American birds. 7ma edition. Washington, D.C. URL <http://checklist.aou.org/taxa/>. (Consulta: enero 2018).
- Bravo-Vinaja, M. G., L. A. Tarango-Arámula, F. Clemente-Sánchez, y G. D. Mendoza-Martínez. 2005. Composición y variación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Valparaíso, Zacatecas, México. *Agrociencia* 39: 509-515.
- Ceballos, G., J. Arroyo- Cabrales, and R. A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution and conservation status. *Occasional Papers, Texas Tech University* 218: 1-28.
- Chien, Y., and D. M. Larson. 2009. Valuing old growth forests and northern spotted owls: a supply-side option price approach. *Handbook on Enviromental Quality, Environmental Research Advances* 265-284.
- Forsman, E. D. 1983. Methods and materials, for locating and studying Spotted Owls. Gen. Tech. Rep. PNW-162. Portland, OR: *US. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station*.
- Ganey, J. L. 2004. Thermal regimes of Mexican spotted owl nest stands. *The Southwestern Naturalist* 49: 478-486. doi.org/10.1894/0038-4909(2004)049<0478:TROMSO>2.0.CO;2.
- Ganey, J. L., D. L. Apprill, T. A. Rawlinson, S. C. Kyle, R. S. Jonnes, and J. P. Ward. 2013. Nesting habitat of Mexican spotted owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *Journal of Wildlife Management*, 77: 1426-1435. doi.org/10.1002/jwmg.599.
- Márquez-Olivas, M. 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Anales del instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 73: 205:211.

- Márquez-Olivas, M., L. A. Tarango-Arámula, y G. D. Mendoza-Martínez. 2002. Caracterización de hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida* (X) Nelson, 1903) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Agrociencia* 36: 541-546.
- Martínez C., E. 1992. Recursos naturales, biodiversidad, conservación y uso sustentable. *Multequina* 1: 18-11.
- Ortega S., J. A., J. G. Villareal G., S. Mandujano, S. Gallina, M. Weber, F. Clemente S. y R. Valdez. 2014. Retos y estrategias de conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre en México. *In*: R. Valdez R. y J. A. Ortega S. (ed). *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. Jalisco, México. pp: 537-556.
- Palma-Cancino, D. Y., L. A. Tarango-Arámula, S. Ugalde-Lezama, J. L. Alcántara-Carbajal, G. Ángeles-Pérez, G. Ramírez-Valverde, y J. F. Martínez-Montoya. 2014. Hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad* 7: 3-9.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana-059). 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. Poder ejecutivo Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre de 2010.
- Silva-Piña, M. J., L. A. Tarango-Arámula, F. Clemente-Sánchez, C. Cortez-Romero, A. Velázquez-Martínez, J. Rafael-Valdez, y S. Ugalde-Lezama. 2018. Características del hábitat de sitios de descanso del búho manchado (*Strix occidentalis lucida*) en la Sierra Madre Occidental, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología* 19: 141-156.
- Skłodowski, J., and Gryz J. 2012. Insects in the diet of the tawny owl (*Strix aluco*) in forest areas of central and north-eastern Poland. *Sylvan* 156: 36-46.

- Tarango, L. A., R. Valdez, F. Clemente, and G. Mendoza. 2001. Roost-site characteristics of Mexican spotted owls in Sierra Fria, Aguascalientes, Mexico. *Journal of Raptor Research* 35: 165-168.
- Tarango, L. A., R. Valdez, P. J. Zwank, and M. Cárdenas. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. *Southwestern Naturalist* 42: 132-136.
- U. S. Fish and Wildlife Service. 2012. Final Recovery Plan of the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U. S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico. USA. 413 p.
- USDI, Fish and Wildlife Service. 1993. Final rule to list the Mexican spotted owl as a threatened species. *Federal Register* 58: 14248-14271.
- Willey, D.W., and C. Van Riper. 2007. Home range characteristics of Mexican spotted owls in the canyonlands of Utah. *Journal of Raptor Research* 41: 10-15.
- Young, K. E., R. Valdez, P.J. Zwank, and W. R. Gould. 1998. Density and roost site characteristics of Spotted Owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. *Condor* 100: 732-736. doi.org/10.2307/1369756.
- Young, K. E., P. J. Zwank, R. Valdez, J. L. Dye, and L. A. Tarango. 1997. Diet of Mexican Spotted Owls in Chihuahua and Aguascalientes, Mexico. *Journal of Raptor Research* 31: 376-380.

# CAPÍTULO 1 . CANTOS Y TERRITORIOS DE DESCANSO DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO.

## 1.1. RESUMEN

El tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies de tecolotes moteados que se distribuyen en Estados Unidos de América (EUA) y México. Es una subespecie amenazada debido a la pérdida de sus hábitats. En México los estudios sobre esta subespecie se refieren sólo a la caracterización de su hábitat y composición de su dieta. Por ello, los objetivos de esta investigación fueron monitorear la emisión de cantos, determinar el tamaño de los territorios de descanso e identificar y describir las cuevas seleccionadas por *Strix occidentalis lucida* para perchar. Los muestreos se condujeron estacionalmente de octubre de 2016 a octubre de 2017 y consistieron en dar seguimiento a nueve parejas de tecolotes moteados en tres regiones de la Sierra Madre Occidental. El tecolote moteado cantó y utilizó cuevas para descansar durante las cuatro estaciones del año y por ende durante la época reproductiva y no reproductiva. El tamaño promedio de su territorio de descanso diurno fue de  $0.81 \pm 0.77$  ha. Los resultados de este estudio son de utilidad para diseñar planes de manejo y conservación de su hábitat en México.

**Palabras clave:** Ave, hábitat, conservación, bosque.

# CHAPTER 1. VOCALIZATIONS AND ROSTING TERRITORIES OF THE MEXICAN SPOTTED OWL (*Strix occidentalis lucida*) IN CENTRAL-NORTH OF THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO.

## 1.2. ABSTRACT

The Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida* Nelson 1903) is one of the three subspecies of spotted owls that occur in the United States of America (USA) and Mexico. It is a threatened subspecies due to the loss of its habitats. In Mexico, studies on this subspecies refer mainly to the characterization of their habitat and composition of their diet. Therefore, the objectives of this research were to monitor the emission of songs, determine the size of the roosting territories and to identify and describe the caves selected by *Strix occidentalis lucida* to perch. The samplings were conducted seasonally from October 2016 to October 2017 and consisted of tracking nine pairs of Mexican spotted owls in three regions of the Sierra Madre Occidental. The TMM sang and used caves to roost during the four seasons of the year and therefore during the reproductive and non-reproductive season. The average size of its daytime roosting territory was  $0.81 \pm 0.77$  ha. The results of this study are useful to understand the behavior and to design management and conservation plans for the spotted owl habitat in Mexico.

**Keywords:** Bird, habitat, conservation, forest.

### 1.3. INTRODUCCIÓN

El tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies que se distribuyen en América del Norte (EUA) y en México (AOU, 2017). En EUA se le encuentra en Arizona, Colorado, Nuevo México, Texas y Utah. En México se distribuye en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal abarcando porciones de los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (USFWS, 2012; Figura 1.1). A pesar de su amplia distribución, el tecolote moteado mexicano (TMM) es una subespecie amenazada debido a la pérdida de hábitat, por la explotación forestal e incendios forestales no controlados (USDI Federal Register, 1993; NOM-059 SEMARNAT, 2010). Sus territorios de anidación, descanso y percha los establece principalmente en ambientes rocosos, los cuales presentan microclimas y estructuras vegetales propicias para esta subespecie (Ganey, 2004; Willey y Van Riper, 2007).

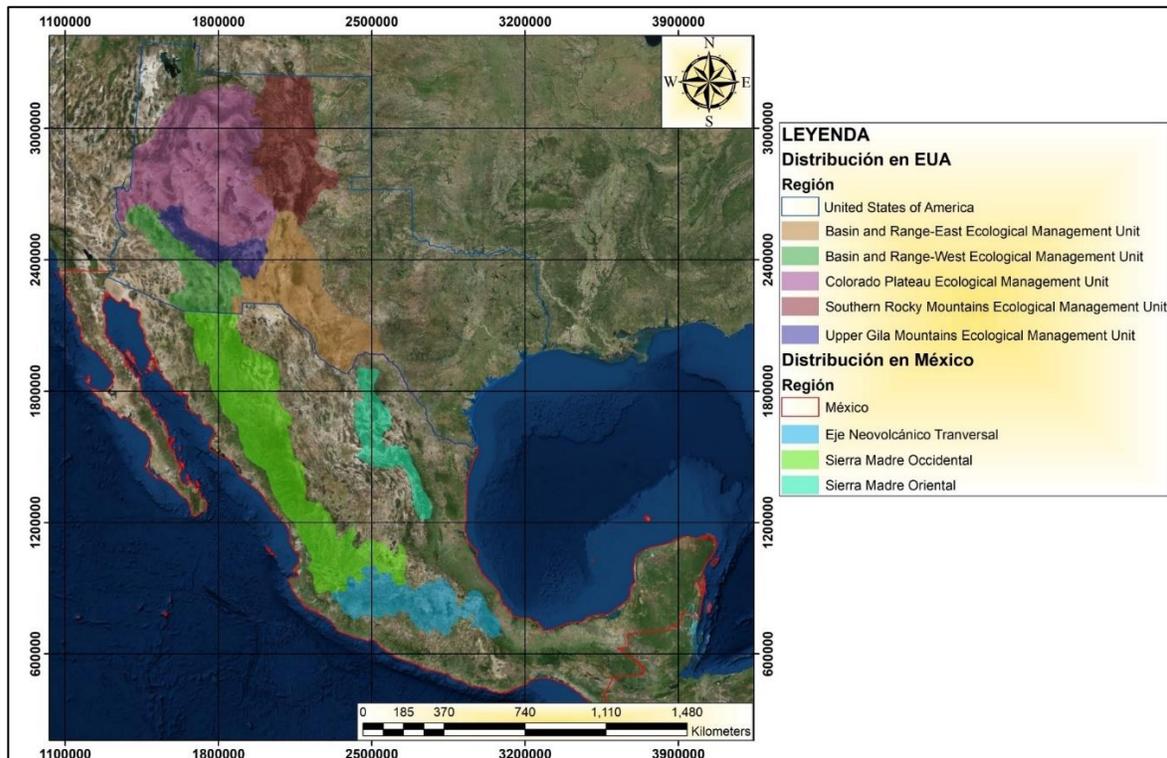


Figura 1.1. Distribución del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) (USFWS, 2012).

En EUA anida y percha en bosques densos de coníferas mixtos (*Abies lasiocarpa*, *Pinus ponderosa*, *Acer* spp., *Abies concolor*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus flexilis* o *Picea pungens*), pino piñonero-encino (*Pinus cembroides-Quercus* spp.), pino piñonero-enebro (*Pinus cembroides-Juniperus* spp.) los cuales presentan un dosel cerrado y una densidad alta de árboles muertos (May y Gutiérrez, 2002; May *et al.*, 2004; Willey y Van Riper, 2007; Bowden, 2008; Bagdon *et al.*, 2016). En México esta subespecie se asocia con pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), madroño (*Arbutus unedo*), ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*) y bosques de ribera (*Alnus* spp.) (Tarango *et al.*, 2001; USFWS, 2012; Palma-Cancino *et al.*, 2014).

Esta subespecie es de hábitos nocturnos por lo que es más común escucharla que observarla (Ganey *et al.*, 2013), cuenta con 12 vocalizaciones (Forsman *et al.*, 1983). En EUA *S. o. lucida* ha sido muy estudiada (USFWS, 2012); mientras que en México hay pocos estudios y éstos se refieren solo a la caracterización de sus sitios de descanso y composición de dieta (Tarango *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1998; Tarango *et al.*, 2001; Márquez *et al.*, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005; Palma-Cancino *et al.*, 2014; Silva-Piña *et al.*, 2018). Por ello, los objetivos de esta investigación fueron: a) monitorear la emisión de cantos, b) determinar el tamaño de sus territorios de descanso y c) identificar y describir las cuevas seleccionadas por *Strix occidentalis lucida* como sitios de percha en tres regiones del centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

## 1.4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.4.1. Área de estudio

Esta investigación se realizó en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. El área de estudio incluyó a: 1) El Área Natural Protegida (ANP) Sierra Fría, Aguascalientes, 2) La Reserva de la Biósfera La Michilia y áreas adyacentes (Municipio de SÚchil) en el estado de Durango y, 3) Tlachichila, Zacatecas (Cuadro 1.1, Figura 1.2). El ANP Sierra Fría se ubica entre las coordenadas Latitud Norte: 21° 52' 45" a 23° 31' 17" y Longitud Oeste: 102° 22' 44" a 102° 50' 53" e incluye los municipios de San José de Gracia, Rincón de Romos, Pabellón de Arteaga, Jesús

María y Calvillo (CONANP, 2015). La Reserva de la Biósfera La Michilía y áreas adyacentes se localizan entre los paralelos 23° 07' y 23° 43' de latitud norte; los meridianos 103° 47' y 104° 22' de longitud oeste; (Anónimo, 2010a; INEGI, 2010). Tlachichila, Zacatecas se localiza al norte del municipio de Nochistlán de Mejía, en las coordenadas Latitud Norte: 21° 32' 31" a 21° 40' 03" y Longitud Oeste: 102° 43' 02" a 102° 52' 29" (Anónimo, 2010b; INEGI, 2010). El área de estudio tiene un clima templado (Cw; García 2004) y los principales ecosistemas presentes y uso de la tierra son bosque de pino, bosque de pino-encino, matorral y agricultura de temporal (Cuadro 1.1, Anónimo, 2010a b; CONANP, 2015).

Cuadro 1.1. Características del área de estudio (Anónimo, 2010a b; CONANP, 2015).

<b>Características</b>	<b>ANP Sierra Fría</b>	<b>Reserva de la Biosfera La Michilía y áreas adyacentes (municipio de Súchil, Durango)</b>	<b>Tlachichila, Zacatecas</b>
<b>Clima</b>	Templado subhúmedo (C(wo), Semiárido templado (BS1hw) y Semiárido semicálido (BS1kw) Temperatura: 12 – 18 °C	Templado subhúmedo (C(wo), Semiárido semicálido (BS1kw) y Árido semicálido (BSohw) Temperatura: 12 - 22 °C	Templado subhúmedo (C(w1) Temperatura: 12 - 18 °C
<b>Edafología</b>	Los suelos existentes son: Cambisol, Castañozem, Feozem, Litosol, Luvisol, Planosol, Regosol y Xerosol	Los suelos existentes son: Cambisol, Castañozem, Feozem, Litosol, Regosol y Xerosol	Los suelos existentes son: Feozem y Litosol
<b>Fisiografía</b>	Provincia: Sierra Madre Occidental (100 %). Subprovincia: Sierras y Valles Zacatecanos (100 %).	Provincia: Sierra Madre Occidental (100 %). Subprovincia: Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (83.5 %), Sierras y Llanuras de Durango (16.4 %) y Mesetas y Cañadas del Sur (0.1 %).	Provincia: Sierra Madre Occidental (48.5 %). Subprovincia: Sierras y Valles Zacatecanos (48.5 %).
<b>Geología</b>	El tipo de rocas existentes son: Ígneas extrusivas,	El tipo de rocas existentes son: Ígneas extrusivas y Sedimentarias	El tipo de rocas existentes son: Ígneas extrusivas

	Sedimentarias y Metamórficas		
<b>Hidrografía</b>	Región: Lerma-Santiago (100 %) Cuenca: Río Verde Grande (83.5 %) y Río Juchipila (16.5 %)	Región: Presidio-San Pedro (61.0 %) y Lerma-Santiago (39.0%) Cuenca: Río San Pedro (61.0%) y Río Huaynamota (39 %)	Región: Lerma – Santiago (100%) Cuenca: Río Verde Grande (76.1%) y Río Juchipila (23.9%)
<b>Principales ecosistemas y uso de la tierra</b>	Agricultura de riego y de temporal, bosque de encino, bosque de pino-encino, matorral crasicaule y pastizales naturales e inducidos	Agricultura de riego y de temporal, asentamientos humanos, bosque de encino, bosque de pino-encino, matorral crasicaule y pastizales naturales e inducidos	Agricultura de temporal, bosque de encino, pastizales inducidos y zonas urbanas.

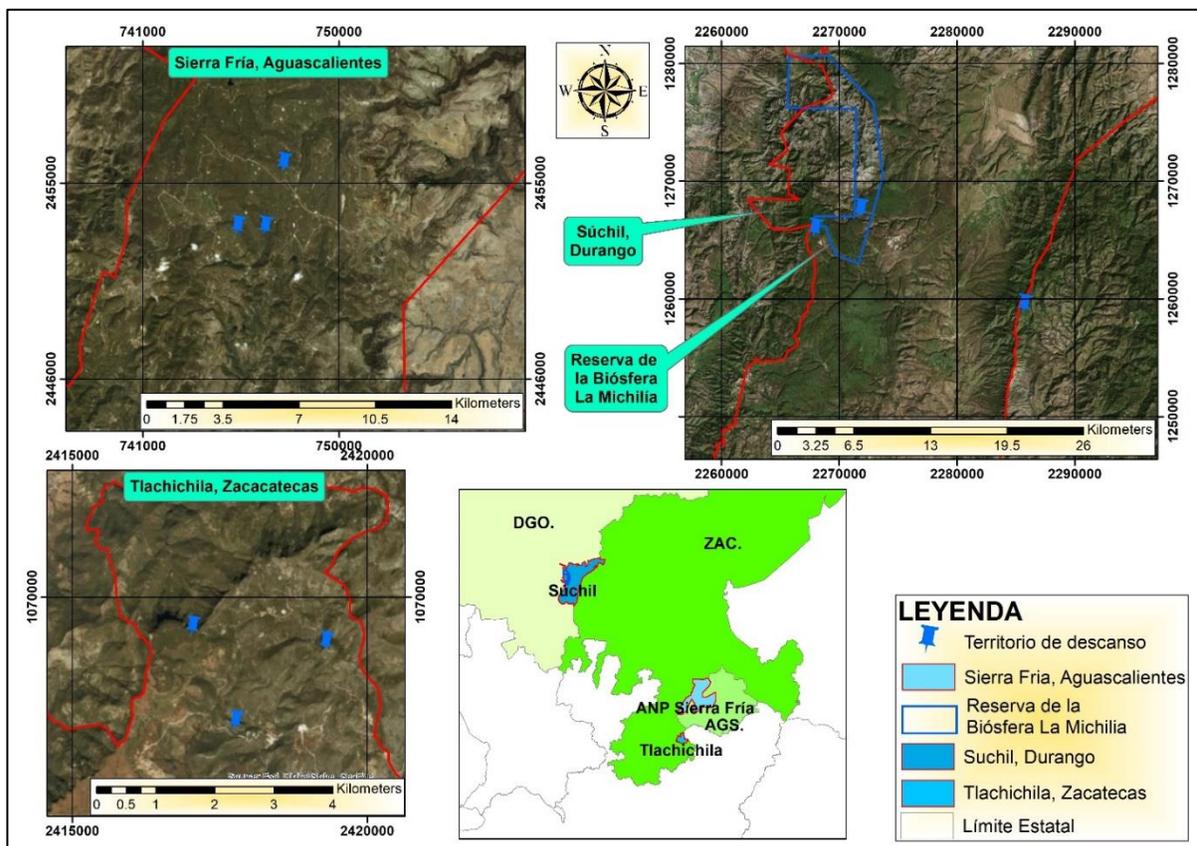


Figura 1.2. Área de estudio y territorios de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

#### 1.4.2. Localización de tecolotes

El trabajo de campo se realizó de octubre de 2016 a octubre de 2017 considerando las estaciones del año y consistió en dar seguimiento a nueve parejas de *S. o. lucida* (Figura 1). Tres de ellas se localizaron en el ANP Sierra Fría, Aguascalientes (Tarango *et al.*, 2001), tres en la reserva de la Biósfera La Michilía y áreas adyacentes, Durango (Garza-Herrera, 1999) y tres en Tlachichila, Zacatecas (Palma-Cancino *et al.*, 2014), los cuales sirvieron también de base para el trabajo sobre uso de hábitat y relación filogenética del tecolote moteado mexicano realizado por Silva-Piña (2017).

Para monitorear las emisiones de cantos y verificar la ubicación de los tecolotes moteados se realizaron 72 recorridos diurnos (a la mitad y al final de cada estación del año) (07:00 a 19:00 h) imitando sus cantos ([www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org)) con un dispositivo musical (Forsman *et al.*, 1983), estos se orientaron hacia los cuatro puntos cardinales durante diez minutos, después de las vocalizaciones se asignaron cinco minutos para escuchar y registrar la respuesta del tecolote moteado (cantos en el caso de adultos y silbidos para polluelos; USFWS, 2012). Cuando se obtuvo respuesta del tecolote se registró la fecha, la hora, el estado del tiempo y con la ayuda de un perro entrenado se inspeccionaron las áreas de donde provenían los cantos (Figura 1.3), se registró el sitio de percha, se contaron los tecolotes, se obtuvieron las coordenadas (Garmin 60CSx GPS: UTM) y los cantos se clasificaron por estación del año (otoño, invierno, primavera y verano) y por época reproductiva (marzo-septiembre) y no reproductiva (octubre-febrero) del TMM.



Figura 1.3. Búsqueda de los tecolotes en los territorios de descanso con el apoyo de un perro entrenado (hembra; Gaia).

#### **1.4.3. Estimación de territorios de descanso y caracterización de cuevas**

El tamaño del territorio de descanso del TMM se determinó con las coordenadas de los sitios de percha, las cuales se clasificaron por estación y de acuerdo al muestreo (por ejemplo, cuando el muestreo se realizó a la mitad de la estación de otoño se clasificó como otoño 1 y cuando éste se realizó a finales de dicha estación se clasificó como otoño 2 y así sucesivamente) mediante la herramienta Kernel Density (Silverman, 1986; Worton, 1989; Ganey *et al.*, 2005, Willey y Van Riper, 2007) con el software ArcGis 10.5 (ESRI, 2016) utilizando el 95 % de confiabilidad. El estimador de Kernel se utiliza para estimar de la distribución no paramétrica de utilización (territorios de descanso) a partir de una muestra aleatoria de observaciones. Se basa en una función de densidad de probabilidad reducida, el núcleo, se coloca sobre cada punto de datos y el estimador se construye agregando los  $n$  componentes; por lo tanto (cuando hay una concentración de puntos, la estimación del grano tiene una densidad más alta que donde hay pocos puntos) (Silverman, 1986; Worton, 1989). Asimismo,

en cada sitio se determinó: a) el tipo de percha (árbol o cueva) del tecolote moteado, b) especie de árbol de percha, c) orientación, d) largo (alto), e) ancho y f) profundidad de la cueva; g) altura a la entrada de la cueva, h) espesor del macizo rocoso sobre la cueva e i) altura total del macizo rocoso.

## 1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.5.1. Vocalizaciones del tecolote moteado mexicano

De octubre de 2016 a octubre de 2017 se dio seguimiento a 18 tecolotes adultos (nueve parejas) en nueve territorios de descanso, en vegetación de pino-encino (*Pinus* spp. – *Quercus* spp.) (n = 14), encino (*Quercus* spp.) (n = 2) y zona ribereña (*Alnus* spp.) (n = 2). Los tecolotes moteados emitieron vocalizaciones durante las cuatro estaciones del año; sin embargo, en la época reproductiva (primavera y verano) respondieron en un 94.4 % y en la no reproductiva un 55.6 % en otoño y un 66.7 % en invierno. Cabe señalar que de las 72 visitas (18 por estación) a los territorios de descanso en el 77.8 % (n = 56) de las ocasiones los TMM respondieron en condiciones de tiempo lluvioso, nublado, parcialmente nublado y soleado (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Localización y respuesta a las vocalizaciones por el tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

Región	TDM	Otoño					Invierno				
		Fecha (d-m-a)	Hora	Cantó	EDT	NT	Fecha (d-m-a)	Hora	Cantó	EDT	NT
Sierra	BLS-M1	07/10/16	14:40	No	LI	0	12/02/17	12:33	Si	SI	1
Fría, Ags.	CP-M1	07/10/16	17:20	No	SI	1	12/02/17	09:41	Si	SI	2
	RA-M1	SD	SD	SD	SI	SD	12/02/17	16:41	Si	SI	1
	BLS-M2	26/11/16	09:30	Si	Nb	1	11/03/17	12:15	No	LI	1
	CP-M2	25/11/16	13:33	Si	SI	1	11/03/17	16:15	Si	Nb	2
	RA-M2	26/11/16	13:24	No	Pn	0	12/03/17	14:30	Si	SI	1
La Michilía	EP-M1	21/10/16	12:53	No	SI	0	21/01/17	12:55	No	SI	0
	Dgo.	ET-M1	21/10/16	17:33	Si	SI	1	21/01/17	18:23	No	SI
	LR-M1	22/10/16	13:36	No	SI	0	22/01/17	12:55	Si	SI	2
	EP-M2	19/11/16	15:15	Si	Pn	2	25/02/17	13:05	No	SI	0
	ET-M2	20/11/16	09:33	No	Pn	0	25/02/17	17:57	Si	SI	1
	LR-M2	20/11/16	14:23	Si	Pn	2	26/02/17	12:45	Si	SI	2
Tlachichila	BA-M1	09/10/16	16:23	Si	SI	1	14/01/17	14:49	Si	Nb	2
Zac.	PP-M1	09/10/16	11:26	No	SI	2	15/01/17	12:37	No	Nb	0
	RV-M1	09/10/16	11:46	Si	SI	1	14/01/17	10:57	Si	Nb	1

	BA-M2	03/12/16	15:26	Si	LI	2	04/03/17	16:45	Si	Nb	2
	PP-M2	04/12/16	12:35	Si	Nb	2	04/03/17	13:45	No	Nb	0
	RV-M2	03/12/16	11:56	Si	SI	1	04/03/17	11:05	Si	Nb	1
					<b>Primavera</b>				<b>Verano</b>		
Sierra Fría	BLS-M1	SD	SD	SD	SI	SD	29/07/17	10:22	Si	SI	1
Ags.	CP-M1	29/04/17	10:30	Si	SI	2	29/07/17	12:43	Si	SI	2
	RA-M1	29/04/17	14:35	Si	SI	1	29/07/17	14:55	Si	SI	2
	BLS-M2	10/06/17	08:15	Si	LI	2	13/09/17	11:11	Si	SI	1
	CP-M2	10/06/17	11:57	Si	LI	2	13/09/17	13:56	Si	SI	2
	RA-M2	10/06/17	14:57	Si	LI	1	14/09/17	15:36	Si	SI	1
La Michilía	EP-M1	13/05/17	13:23	Si	Nb	1	05/08/17	13:13	Si	Nb	2
Dgo.	ET-M1	13/05/17	17:47	Si	Nb	1	05/08/17	18:03	No	Nb	0
	LR-M1	14/05/17	13:07	Si	SI	2	06/08/17	13:27	Si	SI	1
	EP-M2	17/06/17	12:33	Si	SI	2	21/09/17	13:42	Si	Nb	1
	ET-M2	17/06/17	18:10	Si	SI	1	21/09/17	10:17	Si	SI	1
	LR-M2	18/06/17	13:17	Si	SI	2	22/09/17	14:20	Si	SI	1
Tlachichila	BA-M1	22/04/17	16:50	Si	SI	2	22/07/17	17:30	Si	Nb	1
Zac.	PP-M1	23/04/17	12:17	Si	SI	2	23/07/17	12:09	Si	SI	1
	RV-M1	22/04/17	11:45	Si	SI	2	22/07/17	15:45	Si	Nb	1
	BA-M2	03/06/17	15:23	Si	SI	1	16/09/17	13:41	Si	SI	1
	PP-M2	04/06/17	13:30	Si	SI	1	16/09/17	16:39	Si	SI	2
	RV-M2	04/06/17	10:20	Si	SI	2	15/09/17	18:07	Si	SI	1

**TDM:** Territorio de muestreo; **BLS:** Barranca Laguna Seca; **CP:** Cueva Prieta; **RA:** Rancho Antrialgo; **EP:** El Purgatorio; **ET:** El Toribio; **LR:** Los Rebajes; **BA:** Barranca Angosta; **PP:** Peña Parda; **RV:** Rincón Verde; **M1:** Primer muestreo; **M2:** segundo muestreo; **EDT:** Estado del tiempo; **LI:** Lluvioso; **Nb:** Nublado; **SI:** soleado; **Pn:** Parcialmente nublado; **NT:** Número de tecolotes; **SD:** Sin datos (no muestreado por falta de acceso al área por la época de caza de venado cola blanca y guajolote silvestre).

Típicamente el tecolote moteado emite sus vocalizaciones entre marzo y noviembre, las cuales se incrementan durante la temporada reproductiva (marzo-mayo) para delimitar sus territorios y disminuyen durante junio-noviembre; esta subespecie vocaliza más durante las noches con cielo despejado, sin viento y sin precipitación (Forsman, *et al.*, 1984; Ganey, 1990). En Chihuahua, México Tarango (1994) reportó vocalizaciones durante junio a septiembre de 1992 y se detuvieron de noviembre-1992 a febrero-1993 y continuaron el 17 de marzo de 1993. Es conveniente mencionar que la localización de los tecolotes en sus sitios de percha comúnmente se realiza escuchando sus cantos durante el día o a través de la búsqueda de sus egagrópilas (regurgitaciones de los tecolotes de los componentes de su dieta que no son digeridos). Por ello, conocer el patrón temporal de sus vocalizaciones y las condiciones

de tiempo bajo las cuales las realiza son fundamentales. Para la realización de este estudio, en virtud de que sólo existe un reporte para México sobre la emisión de vocalizaciones del tecolote y considerando que éstos durante el otoño e invierno disminuyen sus vocalizaciones (Forsman *et al.*, 1984; Ganey, 1990) o no las realizan (Tarango, 1994). Se entrenó un perro (*Canis lupus familiaris*) para la búsqueda de egagrópilas; sin embargo, los tecolotes manchados monitoreados en este estudio vocalizaron durante las cuatro estaciones del año en todos sus territorios, y contrario a lo reportado, ellos vocalizaron bajo condiciones de lluvia, y en días nublados, soleados y parcialmente nublados, es muy probable que por la ubicación geográfica del área de estudio, las condiciones climatológicas y la estructura de la población (proporción hembras-machos) el comportamiento de vocalización del tecolote moteado mexicano difiera con el de los Estados Unidos y con el del norte de México.

### 1.5.2. Territorios de descanso y uso de cuevas

El territorio de descanso del tecolote moteado mexicano varió de 0.03 a 1.85 ha ( $0.81 \pm 0.77$  ha) (Cuadro 1.3; Figuras 1.4, 1.5 y 1.6). En el estado de Aguascalientes el territorio promedio fue de  $1.09 \pm 0.84$  ha, en Durango de  $0.49 \pm 0.81$  ha y en Zacatecas de  $0.84 \pm 0.88$  ha.

Cuadro 1.3. Superficie de los territorios de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

Región	Territorio de descanso	Área (ha)
Sierra Fría, Aguascalientes	Barranca Laguna Seca*	1.46
	Cueva Prieta*	0.13
	Rancho Antrialgo*	1.69
La Michilía, Durango	El Purgatorio	1.43
	El Toribio*	0.03
	Los Rebajes*	0.03
Tlachichila, Zacatecas	La Barranca Angosta	0.40
	Peña Parda	0.28
	Rincón Verde	1.85

\*Territorios de descanso localizados dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP's) sujetos a un plan de manejo y conservación.

El TMM es una subespecie muy territorial (más durante la temporada de anidación) y presenta una fidelidad a su territorio, en el cual permanece año tras año (Gutiérrez *et*

*al.*, 1995), no se le considera una especie migratoria; sin embargo, en septiembre y octubre los padres desplazan a los juveniles (1-92 km) (Ganey *et al.*, 1998) en busca de territorios disponibles (Gutiérrez *et al.*, 1995; USFWS, 2012). Hamer *et al.* (2007) a través del uso de la técnica de telemetría, determinaron que el espacio óptimo requerido por esta subespecie para llevar a cabo sus actividades vitales varía con la estación; por ejemplo, durante el verano e invierno requirió  $1,505 \pm 288$  y  $2,920 \pm 868$  ha, respectivamente. En el presente estudio sólo se determinó el tamaño de su territorio de descanso con base a las coordenadas de sus sitios de percha, el cual varió entre 0.03 y 1.85 ha ( $0.81 \pm 0.77$  ha); cabe señalar que cinco territorios de descanso (tres en Aguascalientes y dos en Durango) se encuentran dentro de dos áreas sujetas a un plan de manejo y conservación (ANP Sierra, Fría y Reserva de la Biósfera La Michilía), mientras que los otros cuatro no. La variación del tamaño de los territorios de descanso tal vez se deba a las condiciones de los ecosistemas derivadas de los cambios frecuentes en el uso de la tierra, la explotación maderera e incendios forestales no controlados los cuales provocan la fragmentación de sus hábitats y afectan la disponibilidad de sus presas; asimismo, la estimación de los territorios de descanso de esta investigación pudiera estar sesgada por que el tamaño de muestra es pequeño, además el seguimiento que se le dio a las parejas de tecolotes fue corto y puntual.

El plan de recuperación para *Strix occidentalis lucida* creado en EUA (USDI Federal Register, 1993) recomienda la asignación de áreas protegidas con un tamaño mínimo de 243 ha para conservar las zonas núcleo utilizadas por esta subespecie, estas le brindarían territorios de anidación, descanso y forrajeo. Al respecto Ganey *et al.* (2014) reportan que, en las montañas de Sacramento el tecolote moteado mexicano concentró sus actividades de anidación y de descanso dentro de estas áreas y que algunas que no estaban habitadas fueron recolonizadas.

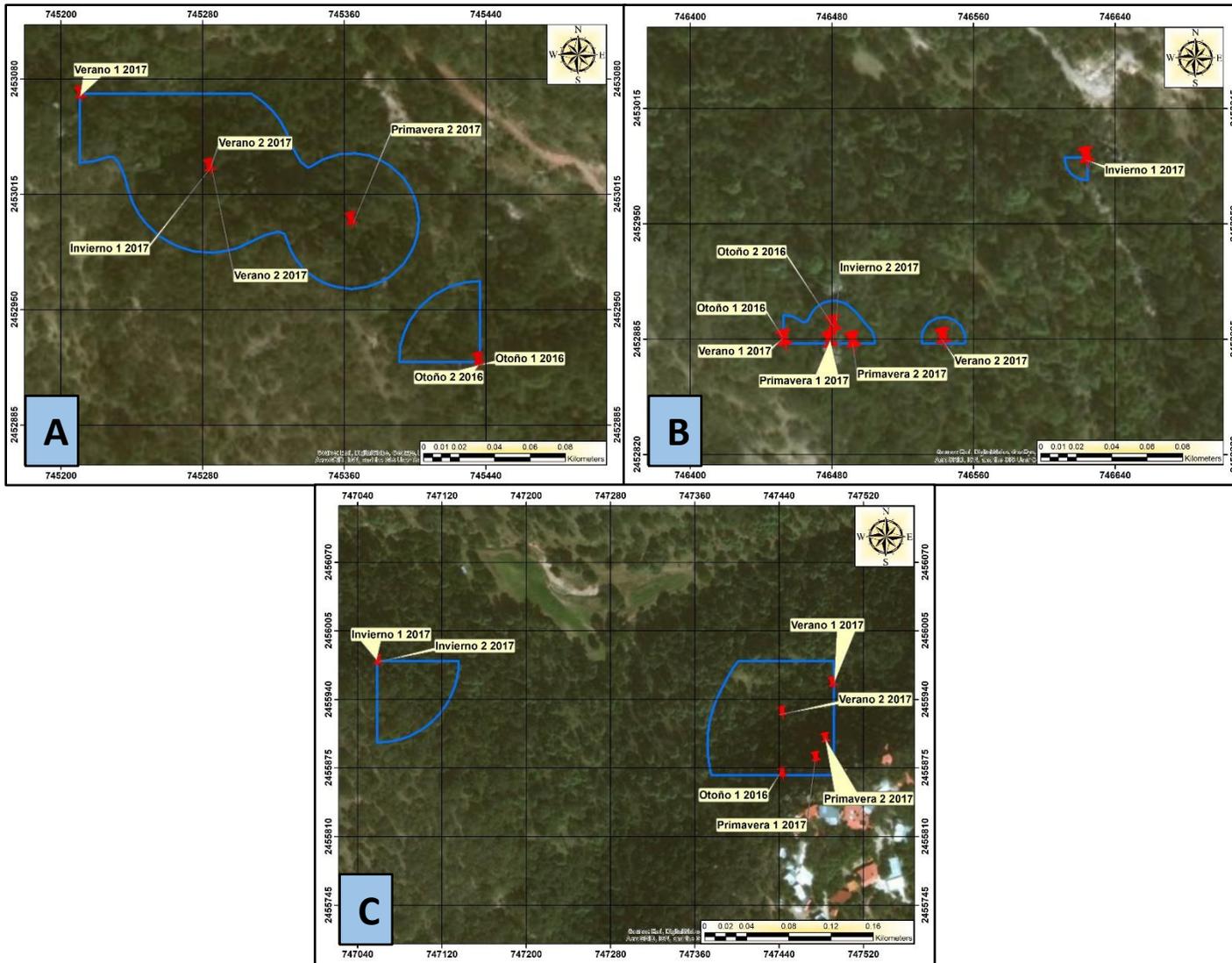


Figura 1.4. Territorios de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes, México (A: Barranca Laguna Seca; B: Cueva Prieta; C: Rancho Antrialgo).

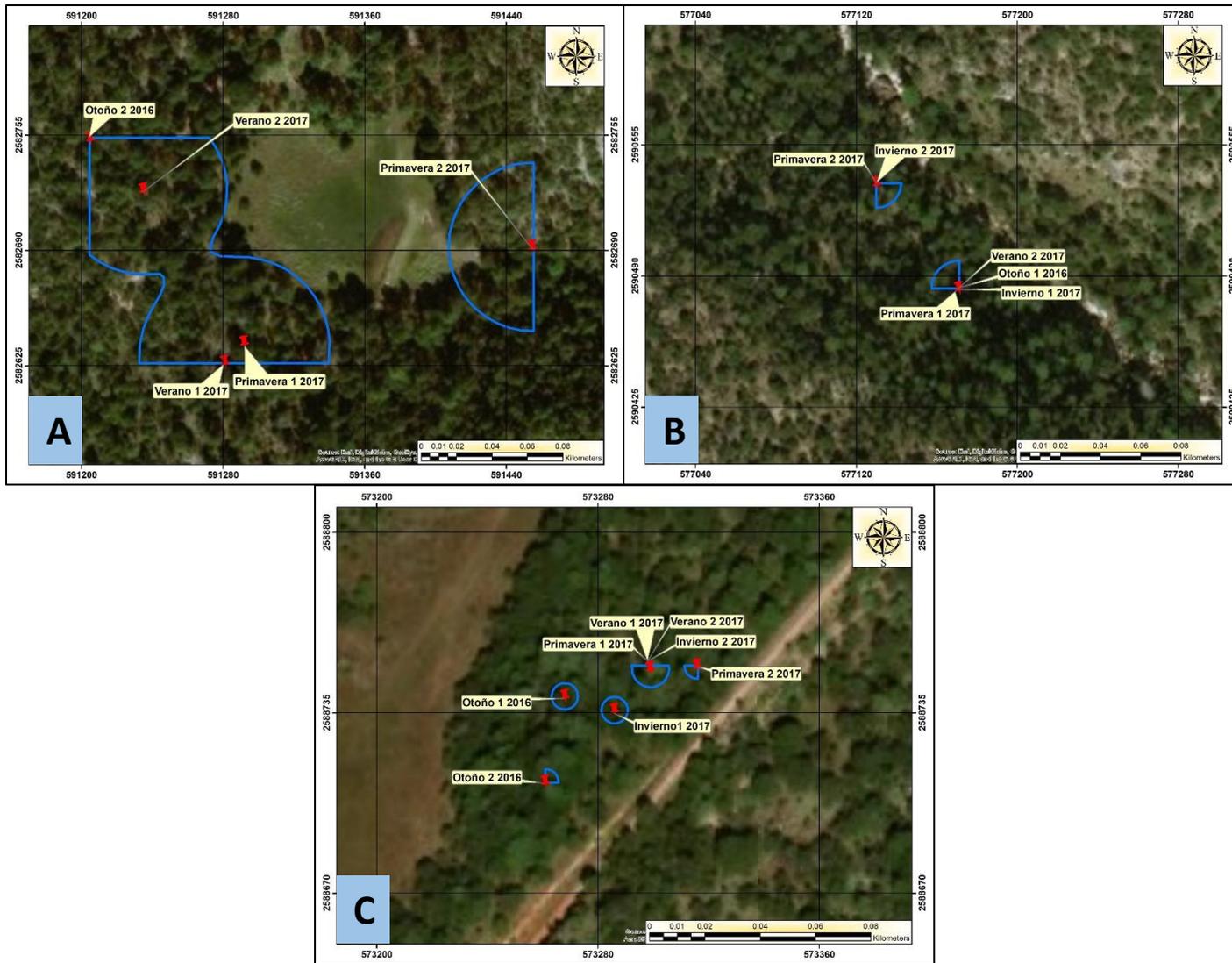


Figura 1.5. Territorio de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en la Reserva de la Biósfera La Michilia y áreas adyacentes, Durango, México (A: El Purgatorio; B: El Toribio; C: Los Rebajes).

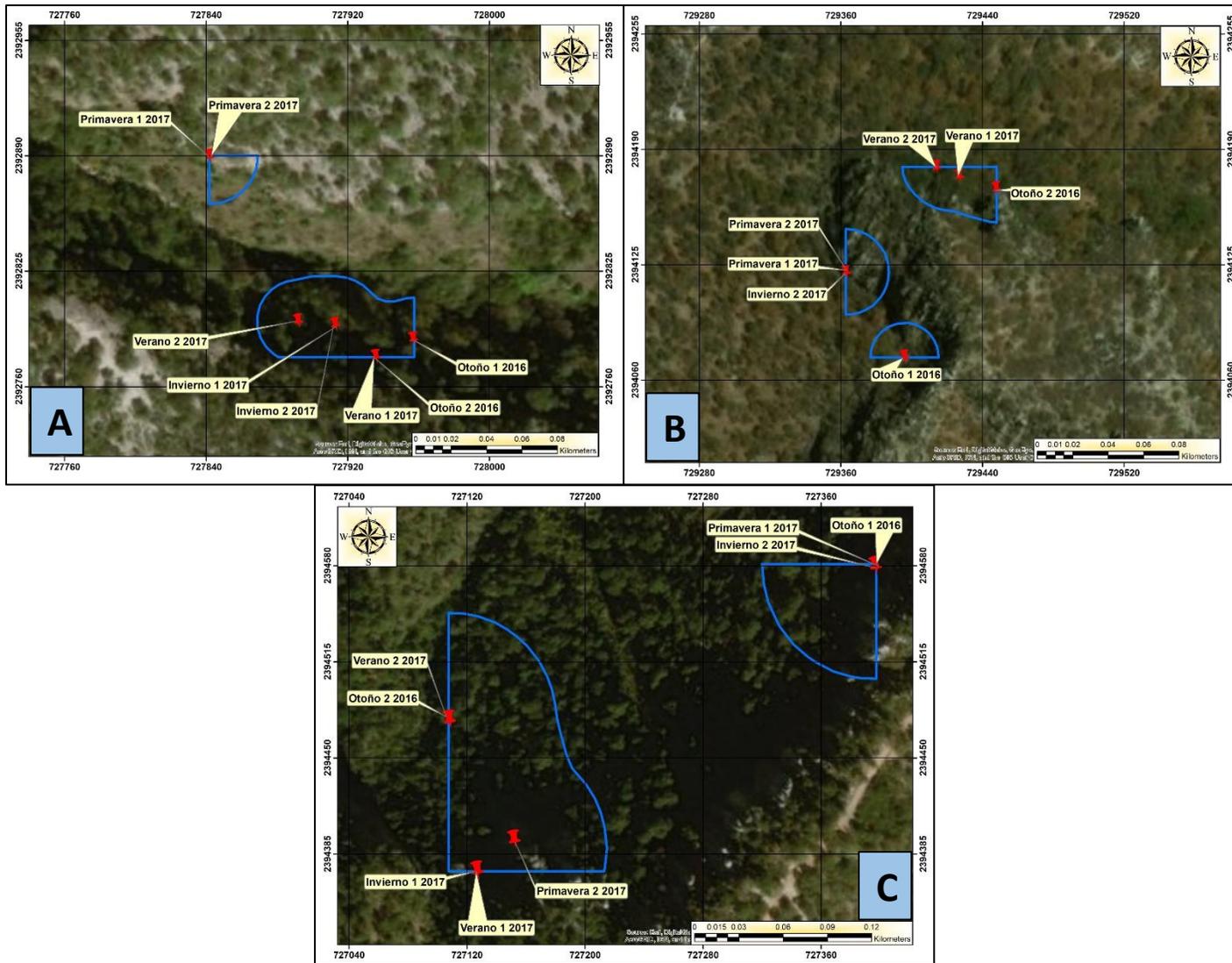


Figura 1.6. Territorios de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en Tlachichila, Zacatecas, México (A: Barranca Angosta; B: Peña Parda; C: Rincón Verde).

En Chihuahua, México, la Unidad Forestal Número Cinco de San Juanito-Creel estableció parcelas de una superficie de 30 ha alrededor de los sitios de descanso del tecolote moteado (Tarango, 1994) en donde se prohibía el aprovechamiento forestal; sin embargo, esta superficie no es suficiente para asegurar la sobrevivencia de la especie. Por ello, en términos de manejo y conservación de los hábitats del tecolote moteado en México, se recomienda que los territorios registrados en este estudio sean considerados como el núcleo de una reserva de al menos 243 has, superficie que recomienda el USDI Federal Register (1993). Sin embargo, para poder establecer estas áreas de conservación y conectividad entre los parches de hábitat, es necesario tomar en cuenta a los propietarios de las áreas en donde se ubican los territorios y una coordinación entre el personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y de la Comisión Nacional Forestal.

El tecolote moteado mexicano utilizó cuevas como sitios de descanso durante las cuatro estaciones del año (Cuadro 1.4). En el 25 % de las 72 visitas a sus territorios se le encontró en cuevas; sin embargo, el TMM prefirió el uso de éstas en invierno (38.9 %) y primavera (33.3 %).

Cuadro 1.4. Tipo de Perchas del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) por territorio de descanso en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

Región	TDD	Tipo de percha			
		Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Sierra Fría, Ags.	BLS-M1	No localizado	<b>Cueva</b>	SD	<i>Quercus</i> spp.
	CP-M1	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b> y <i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	RA-M1	SD	<b>Cueva</b>	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	BLS-M2	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b>	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	CP-M2	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	RA-M2	No localizado	<b>Cueva</b>	<i>Arbutus unedo</i>	<i>Quercus</i> spp.
	EP-M1	No localizado	No localizado	<i>Pinus</i> spp.	<i>Pinus</i> spp.
La Michilía, Dgo.	ET-M1	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b>	No localizado
	LR-M1	No localizado	<i>Pinus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	EP-M2	<i>Quercus</i> spp.	No localizado	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	ET-M2	No localizado	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b>	<b>Cueva</b>
Tlachichila, Zac.	LR-M2	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Pinus</i> spp. y <i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
	LBA-M1	<i>Alnus</i> spp	<i>Alnus</i> spp	<b>Cueva</b>	<i>Alnus</i> spp
	PP-M1	<i>Quercus</i> spp.	No localizado	<b>Cueva</b>	<i>Quercus</i> spp.

RV-M1	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<b>Cueva</b>	<i>Quercus</i> spp.
LBA-M2	<i>Alnus</i> spp.	<i>Alnus</i> spp.	<b>Cueva</b>	<i>Quercus</i> spp.
PP-M2	<i>Quercus</i> spp.	No localizado	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.
RV-M2	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<i>Quercus</i> spp.	<b>Cueva</b>

**TDD:** Territorio de descanso; **BLS:** Barranca Laguna Seca; **CP:** Cueva Prieta; **RA:** Rancho Antrialgo; **EP:** El Purgatorio; **ET:** El Toribio; **LR:** Los Rebajes; **BA:** Barranca Angosta; **PP:** Peña Parda; **RV:** Rincón Verde; **M1:** Primer muestreo; **M2:** segundo muestreo; **SD:** Sin datos (no muestreado por falta de acceso al parca por la época de caza de venado cola blanca y guajolote silvestre).

Específicamente en tres territorios de Aguascalientes, uno de Durango y dos de Zacatecas (Figuras 1.7 y 1.8), los TMM utilizaron diez cuevas (seis en Aguascalientes, una en Durango y tres en Zacatecas) para descansar. Las cuevas presentaron las siguientes características: a) orientación = norte (n = tres), noreste (n = cuatro), este (n = una), suroeste (n = una) y noroeste (n = una); b) largo (alto) =  $3.9 \pm 1.8$  m, c) ancho =  $1.3 \pm 1.0$  m, d) profundidad =  $3.1 \pm 1.5$  m, e) altura a la entrada de la cueva =  $8.2 \pm 3.9$  m, f) espesor del macizo rocoso sobre la cueva =  $3.6 \pm 2.1$  m, y g) altura total del macizo rocoso =  $15.0 \pm 4.5$  m.

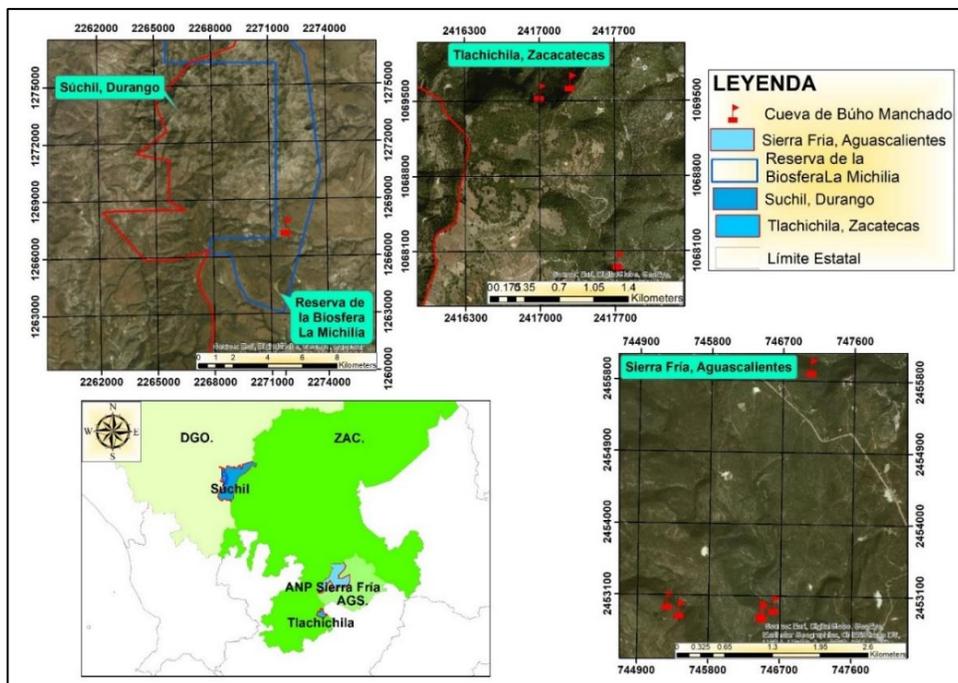


Figura 1.7. Localización de las cuevas utilizadas por *S. o. lucida* para descansar en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.



Figura 1.8. Cueva utilizada por *S. o. lucida* para descansar en Sierra Fría, Aguascalientes.

De acuerdo a su metabolismo, el tecolote moteado mexicano presenta una baja capacidad para disipar su calor corporal; durante los periodos de altas temperaturas, selecciona microhábitats fríos (bosques cerrados o cañones sombreados) (Barrows, 1981; Ganey *et al.*, 1993). En climas cálidos ( $\geq 27$  °C) para disminuir su temperatura corporal expone sus piernas y almohadillas de las patas, levanta las plumas del contorno, dobla las alas y realiza un aleteo gular (Forsman, 1976; Barrows y Barrows, 1978). Sin embargo, algunos realizan migraciones altitudinales durante el invierno a áreas con una estructura y composición de hábitat diferente a la de la época reproductiva (Ganey y Block, 2005).

El TMM se distribuye en áreas forestales extensas y con hábitats diversos (Willey y Van Riper, 2007). En México se asocia con pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), madroño (*Arbutus unedo*), ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*), bosques de ribera (*Alnus* spp.) y cañones rocosos, los cuales utiliza para anidar y descansar; asimismo, le brindan protección contra depredadores y el clima adverso (Tarango *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1998; Tarango *et al.*, 2001; Márquez *et al.*, 2002; Palma-Cancino *et al.*, 2014). En la presente investigación siete de los territorios de descanso se encontraron en bosque mixto de pino-encino (*Pinus* spp. - *Quercus* spp.); en este sentido,

Forsman *et al.* (1984) resaltan la importancia de los encinos (*Quercus* spp.) para brindar las condiciones microclimáticas favorables para esta subespecie. Ganey *et al.* (2013) reportan que el encino es un predictor de la selección del hábitat por esta subespecie; asimismo, Seamans y Gutiérrez (1995) reportan que sus nidos se localizan comúnmente en bosques mixtos de coníferas donde el encino es dominante o codominante del sotobosque. Esto resalta la importancia de los encinos como componentes del hábitat del TMM, debido a que el encino puede prosperar en climas más cálidos (Ganey *et al.*, 2000).

Esta subespecie no construye nidos, utiliza estructuras naturales y prefabricadas por otras especies (Gutiérrez *et al.*, 1995), anida en cuevas, en nidos construidos por otras aves, en las copas (plataformas de escombros) y cavidades de árboles. En la presente investigación el tecolote moteado no utilizó las cuevas para anidar, solo para obtener condiciones microclimáticas favorables para su sobrevivencia; utilizó las cuevas durante las cuatro estaciones del año; sin embargo, las prefirieron durante el invierno posiblemente por las bajas temperaturas y en primavera por una ineficiente cobertura aérea de la vegetación de pino-encino (*Pinus* spp. - *Quercus* spp.) y de encino (*Quercus* spp.) ya que no le brindaron la cobertura forestal para crear ambientes óptimos para regular su temperatura corporal (Barrows, 1981; Ganey *et al.*, 1993). Ganey *et al.* (1988) reportan que las temperaturas diurnas en los territorios de descanso durante verano son menores a 25 °C (1 - 6 °C más frío que el de las áreas más abiertas). Ganey *et al.* (1999, 2003 y 2013) reportan que el tecolote moteado mexicano durante la temporada de reproducción utiliza áreas con una cobertura de dosel  $\geq 60$  % para forrajear y descansar, mientras que en la época no reproductiva llega a utilizar áreas con una cobertura de dosel de 20 – 30 %. Específicamente para estas tres subáreas de estudio Silva-Piña *et al.* (2018) reportan una cobertura de dosel del  $41.2 \pm 24.7$  %.

Las cuevas seleccionadas por el tecolote moteado mexicano presentaron orientación hacia el norte, noreste, este, suroeste y noroeste; resultados similares reportaron Tarango *et al.* (1997) en Chihuahua, Tarango *et al.* (2001) en Aguascalientes y Palma-Cancino *et al.* (2014) en Zacatecas, quienes indican que el tecolote moteado prefiere

laderas con exposición norte, noroeste y noreste, las cuales le proveen microambientes más fríos. Los tecolotes del Parque Nacional del Gran Cañón anidan exclusivamente en acantilados y utilizan las rocas o cuevas como territorios de descanso (Bowden *et al.*, 2015); aunque también llegan a ocupar hábitats fríos como bosques de coníferas y caducifolios con dosel cerrado y orientadas hacia el norte (Barrows, 1981; Ganey y Balda, 1989); por el contrario, en Arizona y Nuevo México tienden a perchar en pendientes moderadas, orientadas al oeste, y en las partes medias y altas de las laderas (Ganey *et al.*, 2000). Esta subespecie selecciona hábitats con características que en conjunto le aseguren un microclima fresco (May *et al.*, 2004). Ganey *et al.* (2000) mencionan que el bosque de coníferas mixto brinda las condiciones más estables y favorables para el tecolote moteado durante todo el año, mientras que los que habitan en los bosques de pino y encino se ven obligados a hacer ajustes estacionales en el uso de territorios de descanso. Ésta es una subespecie de larga vida que habita en ambientes muy variables; estos cambios pueden influir negativamente en su sobrevivencia y aumentar la probabilidad de que sus poblaciones lleguen a desaparecer (Seamans *et al.*, 2002; Peery *et al.*, 2011; Ganey *et al.*, 2014).

*Strix occidentalis lucida* es una de las aves más vulnerables al cambio climático, ello debido a que están asociadas a ecosistemas forestales, los cuales son más vulnerables al cambio climático (Villers y Trejo, 2004) y con ello sus especies asociadas. Los cambios frecuentes en el uso de la tierra, la explotación maderera e incendios forestales no controlados, han provocado la pérdida de sus hábitats. Mantener su hábitat es primordial para que esta subespecie sobreviva; para ello, la toma de decisiones debe considerar los patrones de desarrollo y ubicaciones topográficas de las comunidades vegetales en las que esta subespecie habita; asimismo, se deben tomar en cuenta los patrones de sus movimientos estacionales en la selección del hábitat.

Si bien, el tecolote moteado mexicano no es una especie cinegética, puede proporcionar un beneficio económico a las poblaciones humanas aledañas a los hábitats de esta subespecie, mediante la implementación de actividades recreativas como el turismo rural (fotografía, senderismo (avistamiento de fauna silvestre), etc.).

El TMM, como toda especie, requiere un hábitat de tamaño adecuado; este debe proporcionar las facilidades para el intercambio genético y demográfico, asegurando la permanencia de su población y minimizando el riesgo de extinción a través del tiempo, por ello, es necesario plantear una estrategia de conservación en la cual se protejan los hábitats potenciales de anidación y alimentación de las parejas reproductivas, se requiere formular un paquete tecnológico en el cual se incluya un aprovechamiento forestal selectivo. Sin embargo, acciones como éstas se han visto obstaculizadas por el tipo de tenencia de la tierra y la falta de un mapa digital preciso en el cual se muestre la distribución de las comunidades vegetales (bosque de pino, encino, encino-pino, y zonas ribereñas) utilizadas por el tecolote moteado mexicano.

Estudios futuros en México sobre esta subespecie deben de analizar el tipo, el alcance y la variación del uso del hábitat e identificar las características relevantes de los bosques que utiliza el tecolote. Asimismo, es necesario estudiar el uso de hábitats sujetos a incendios forestales y analizar como las características estructurales de estas áreas difieren con las que no presentan esta alteración. No obstante, es responsabilidad de las instituciones de investigación, de los gobiernos municipales, estatales y federales, continuar con acciones tendientes a preservar los hábitats y las poblaciones de esta subespecie y hacer un manejo integral en donde se lleve a cabo un manejo bajo sistemas de pastoreo y una capacitación permanente sobre los recursos faunísticos y sus usos en el área estudiada.

## 1.6. CONCLUSIONES

En este estudio el tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) cantó (77.8 %) durante las cuatro estaciones del año en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México; siendo mayor el porcentaje de cantos en la época reproductiva. Se registraron vocalizaciones bajo condiciones meteorológicas de lluvia, nublado, soleado y parcialmente nublado.

El territorio de descanso por *Strix occidentalis lucida* fue de  $0.81 \pm 0.77$  ha y utilizó las cuevas como percha con exposición norte y noreste, con un uso más frecuente en invierno (38.9 %) y en primavera (33.3 %).

Kernel Density puede ser una herramienta adecuada para modelar los territorios de descanso del tecolote moteado mexicano, pero para obtener una estimación real del tamaño de sus territorios, es necesario complementar los registros de esta subespecie y realizar estudios de campo intensivos abarcando un número mayor de estados.

## 1.7. LITERATURA CITADA

- Anónimo. 2010a. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Súchil, Durango. En línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/10/10033.pdf>. (Consulta: noviembre 2017).
- Anónimo. 2010b. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Nochistlán de Mejía, Zacatecas. En línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/32/32034.pdf>.(Consulta: noviembre 2017).
- AOU (American Ornithologists Union). 2017. Check-list of North American birds. 7ma edition. Washington, D.C. URL <http://checklist.aou.org/taxa/>. (Consulta: enero 2018).
- Bagdon, B. A., C. Huang, and S. Dewhurst. 2016. Managing for ecosystem services in northern Arizona ponderosa pine forests using a novel simulation-to-optimization methodology. *Ecological Modelling* 324: 11–27.
- Barrows, C. W. 1981. Roost selection by spotted owls: an adaptation to heat stress. *The Condor* 83: 302-309.
- Barrows, C., and K. Barrows. 1978. Roost characteristics and behavioral thermoregulation in the spotted owl. *Western birds* 9: 1-8.
- Bowden, T. S. 2008. Mexican spotted owl reproduction, home range, and habitat associations in Grand Canyon National Park. Thesis. Montana State University, Bozeman, USA. 98 p.
- Bowden, T. S., J. M. Ferguson, R. V. Ward, M. L. Taper, and D. W. Willey. 2015. Breeding Season Home Range and Habitat Use of Mexican Spotted Owls (*Strix occidentalis lucida*) Below the South Rim of Grand Canyon National Park. *The Wilson Journal of Ornithology* 127: 678-689. doi.org/10.1676/15-004.1.
- Bravo-Vinaja, M. G., L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, y G. D. Mendoza-Martínez. 2005. Composición y variación de la dieta del tecolote moteado

- mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Valparaíso, Zacatecas, México. *Agrociencia* 39: 509-515.
- CONANP (Comisión de Áreas Naturales Protegidas). 2015. Áreas Naturales Protegidas del estado de Aguascalientes. En línea: <http://conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/aguascalientes>. (Consulta: noviembre 2017).
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2016. ArcGIS Desktop: Release 10.5 Redlands.
- Forsman, E. D. 1976. A preliminary investigation of the Spotted Owl in Oregon. Master of Science. Thesis, Oregon State University, Corvallis. 145 p.
- Forsman, E. D. 1983. Methods and materials, for locating and studying Spotted Owls. Gen. Tech. Rep. PNW-162. Portland, OR: *US. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station*.
- Forsman, E. D., E. C. Meslow, and H. M. Wight. 1984. Distribution and biology of the spotted owl in Oregon. *Wildlife Monographs* 87: 3-64.
- Ganey, J. L. 1990. Calling behavior of spotted owls in northern Arizona. *The Condor* 92: 485-490.
- Ganey, J. L. 2004. Thermal regimes of Mexican spotted owl nest stands. *The Southwestern Naturalist* 49: 478-486. doi.org/10.1894/0038-4909(2004)049<0478:TROMSO>2.0.CO;2.
- Ganey, J. L., D. L. Apprill, T. A. Rawlinson, S. C. Kyle, R. S. Jonnes, and J. P. Ward. 2013. Nesting habitat of Mexican spotted owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *Journal of Wildlife Management*, 77: 1426-1435. doi.org/10.1002/jwmg.599.
- Ganey, J. L., J. A. Johnson, R. P. Balda, and R. W. Skaggs. 1988. Mexican spotted owl. In: R. L. Glinski, B. G. Pendleton, M. B. Moss, M. N. Le Franc Jr., B. A. Millsap, and S. W. Hoffman (ed). *Proc. Southwest Raptor Management*

Symposium and Workshop Naturalist Wildlife Federal. Washington, D.C. pp: 145-150.

Ganey, J. L., J. P. Ward, W. M. Block, S. Hedwall, R. S. Jonnes, D. L. Apprill, T.A. Rawlinson, S. C. Kyle, and S. L. Spangle. 2014. Use of protected activity centers by Mexican spotted owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *Journal Raptor Research* 48: 210-218.

Ganey, J. L., and R. P. Balda, 1989. Distribution and habitat use of Mexican spotted owls in Arizona. *The Condor* 91: 355-361.

Ganey, J. L., R. P. Balda, and R. M. King. 1993. Metabolic rate and evaporative water loss of Mexican spotted and great horned owls. *Wilson Bulletin* 105: 645-656.

Ganey, J. L., and W. M. Block. 2005. Dietary overlap between sympatric Mexican spotted and great horned owls in Arizona. Research Paper RMRS-RP-57. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 9 p.

Ganey, J. L., W. M. Block, J. K. Dwyer, B. E. Strohmeier, and J. S. Jenness. 1998. Dispersal movements and survival rates of juvenile Mexican spotted owls in northern Arizona. *Wilson Bulletin* 110: 206-217.

Ganey, J. L., W. M. Block, J. P. Ward Jr., and B. E. Strohmeier. 2005. Home range, habitat use, survival, and fecundity of Mexican spotted owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50: 323-333. doi.org/10.1894/0038-4909(2005)050[0323:HRHUSA]2.0.CO;2.

Ganey, J. L., W. M. Block, J. S. Jenness, and R. A. Wilson, 1999. Mexican spotted owl home range and habitat use in pine-oak forest: implications for forest management. *Forest Science* 45: 127-135.

Ganey, J. L., W. M. Block, and R. M. King. 2000. Roost sites of radio-marked Mexican spotted owls in Arizona and New Mexico: sources of variability and descriptive characteristics. *Journal Raptor Research* 34: 270-278.

- Ganey, J. L., W. M. Block, and S. H. Ackers. 2003. Structural characteristics of forest stands within home ranges of Mexican spotted owls in Arizona and New Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18: 189-198.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional autónoma de México. Serie Libro N° 6. México, D. F. 90 p.
- Garza-Herrera, A. 1999. Situación actual del búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) y de los Strigiformes de la Reserva de la Biósfera La Michilía. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H305. México D.F.
- Gutiérrez, R. J., A. B. Franklin, and W. S. Lahaye. 1995. Spotted owl (*Strix occidentalis*). *In: Birds of North America*, No. 179. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, PA, and The American Ornithologists' Union, Washington, D.C. pp: 1-26.
- Hamer, H. T., D. E. Forsman, and M. E. Glenn. 2007. Home Range attributes and habitat selection of barred owls and spotted owls in an area of sympatry. *The Condor* 109: 750-768. doi.org/10.1650/0010-5422(2007)109[750:HRAAHS] 2.0.CO;2.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Información nacional, por entidad federativa y municipios. Población, hogares y vivienda. En línea: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>. (Consulta: noviembre 2017).
- Márquez-Olivas, M., L. A. Tarango A., y G. D. Mendoza M. 2002. Caracterización de hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida* (X) Nelson, 1903) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Agrociencia* 36: 541-546.
- May, C. A., and R. J. Gutiérrez. 2002. Habitat associations of Mexican spotted owl nest and roost sites in central Arizona. *Wilson Bulletin* 114: 457-466.

- May, C. A., M. L. Petersburg, and R. J. Gutiérrez. 2004. Mexican spotted owl nest- and roost-site habitat in northern Arizona. *Journal Wildlife Management* 68: 1054-1064.
- Milne, L. y Milne M. 1996. National Audubon Society field guide to North American insects and spiders. Alfred A. Knopf, New York. 989 p.
- Palma-Cancino, D. Y., L. A. Tarango-Arámbula, S. Ugalde-Lezama, J. L. Alcántara-Carbajal, G. Ángeles-Pérez, G. Ramírez-Valverde, y J. F. Martínez-Montoya. 2014. Hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad* 7: 3-9.
- Peery, M. Z., R. J. Gutiérrez, R. Kirby, O. E. Ledee, and W. Lahaye. 2011. Climate change and spotted owls: potentially contrasting responses in the Southwestern United States. *Global Change Biology* 18: 865-880.
- Seamans, M. E., and R. J. Gutiérrez. 1995. Breeding Habitat of the Mexican spotted owl in the Tularosa Mountains, New Mexico. *The Condor* 97: 944-952.
- Seamans, M. E., R. J. Gutiérrez, and C. A. May. 2002. Mexican spotted owl (*Strix occidentalis*) population dynamics: influence of climatic variation on survival and reproduction. *The Auk* 119: 321-334. doi.org/10.1642/0004-8038(2002)119[0321:MSOSOP]2.0.CO;2.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana-059). 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. Poder ejecutivo Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre de 2010.
- Silva-Piña, M. J. 2017. Hábitat y relación filogenética del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en la sierra madre occidental, México. Tesis de Maestría. San Luis Potosí, México, 109 pp.

- Silva-Piña, M. J., L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, C. Cortez-Romero, A. Velázquez-Martínez, J. Rafael-Valdez, y S. Ugalde-Lezama. 2018. Características del hábitat de sitios de descanso del búho manchado (*Strix occidentalis lucida*) en la Sierra Madre Occidental, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología 19: 141-156.
- Silverman, B. W. 1986. Density estimation for statistics and data analysis. New York: Chapman and Hall, 176 p.
- Tarango, L. A. 1994. Mexican spotted owl distribution and habitat characteristics in southwestern Chihuahua, México. Thesis Master of Science. New Mexico State University. Las Cruces, New Mexico. 85 p.
- Tarango, L. A., R. Valdez, F. Clemente, and G. Mendoza. 2001. Roost-site characteristics of Mexican spotted owls in Sierra Fria, Aguascalientes, Mexico. Journal of Raptor Research 35: 165-168.
- Tarango, L. A., R. Valdez, P. J. Zwank, and M. Cárdenas. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. Southwestern Naturalist 42: 132-136.
- U. S. Fish and Wildlife Service. 2012. Final Recovery Plan of the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U. S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico. USA. pp: 413.
- USDI, Fish and Wildlife Service. 1993. Final rule to list the Mexican spotted owl as a threatened species. Federal Register 58: 14248-14271.
- Villers, L., y Trejo, I. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales. In: Martínez, J. Fernández, A. (ed). Cambio climático: una visión desde México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. pp: 239-254.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology 70: 164-168.

Willey, D. W. and C. Van Riper. 2007. Home range characteristics of Mexican spotted owls in the canyonlands of Utah. *Journal of Raptor Research* 41: 10-15. Young, K. E., R. Valdez, P.J. Zwank, and W. R. Gould. 1998. Density and roost site characteristics of Spotted Owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. *Condor* 100: 732-736. doi.org/10.2307/1369756.

## **CAPÍTULO 2 . DIETA DEL TECOLOTE MOTEADO MEXICANO (*Strix occidentalis lucida*) EN EL CENTRO-NORTE DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MÉXICO.**

### **2.1. RESUMEN**

El tecolote moteado mexicano (TMM; *Strix occidentalis lucida*) se distribuye en Estados Unidos de América y en México, es considerado amenazado por la pérdida de su hábitat, utiliza bosques manejados y no manejados para alimentarse. Estudios sobre esta subespecie no han analizado la variación estacional de la composición de su dieta; por ello: a) se determinó la composición y variación de la dieta de *Strix occidentalis lucida* por región y estación del año y b) se relacionó el tamaño y peso de las egagrópilas con los componentes de la dieta determinada para el TMM en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. Se analizaron egagrópilas recolectadas de octubre del 2016 a octubre del 2017 en nueve territorios de descanso. Se determinó la diversidad trófica y la amplitud del nicho trófico. Se realizaron Frecuencias Relativas de Observación (FRO), análisis de Varianza, Kruskal-Wallis, Correspondencias Canónicas (ACC) y de Conglomerados. Se recolectaron 316 egagrópilas con una longitud, diámetro y peso promedio de  $4.0 \pm 1.1$  cm,  $2.2 \pm 0.5$  cm y  $2.5 \pm 1.2$  g, respectivamente. La dieta del TMM se basa en mamíferos pequeños (85.2 %), insectos (12.8 %) y aves (2.0 %). Los mamíferos pequeños consumidos (n = 560 individuos) corresponden a 16 especies. Las especies más consumidas fueron *Peromyscus melanotis* (49.8 %), *Reithrodontomys megalotis* (8.4 %), *Neotoma mexicana* (5.9 %) y *Sorex vagrans* (4.7 %). Una diversidad de presas baja se registró, la amplitud de nicho trófico señaló un consumo especialista (mamíferos pequeños e insectos) y oportunista (aves). No existieron diferencias en la biomasa total consumida por región ( $p$ -value = 0.344), pero si por estación del año ( $p$ -value = 0.003). Los resultados de esta investigación son de utilidad para entender los hábitos alimenticios del TMM; asimismo, la identificación y comprensión de la ecología de sus presas son importantes para diseñar planes de manejo y conservación de su hábitat en México.

**Palabras clave:** Estación del año, insecto, mamíferos pequeños, presas.

## CHAPTER 2. DIET OF MEXICAN SPOTTED OWL (*Strix occidentalis lucida*) IN CENTRAL-NORTH OF THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO.

### 2.2. ABSTRACT

The Mexican spotted owl (MSO; *Strix occidentalis lucida*) is distributed in the United States of America and in Mexico, it is considered threatened by the loss of its habitat, it uses managed and not managed forests to feed itself. Studies on this subspecies have not analyzed the seasonal variation of the composition of their diet; therefore: a) the composition and variation of the diet of *Strix occidentalis lucida* was determined by region and season of the year and b) we related the size and weight of the pellets with the components of the diet determined for the TMM in the center-north of the Sierra Madre Occidental, Mexico. We analyzed pellets collected from October 2016 to October 2017 in nine rest territories. The trophic diversity and the amplitude of the trophic niche were determined. Relative Observation Frequencies (FRO), Analysis of Variance, Kruskal-Wallis, Canonical Correspondences (ACC) and Conglomerates were performed. Were collected 316 pellets with a length, diameter and average weight of  $4.0 \pm 1.1$  cm, 2.2 cm and  $2.5 \pm 0.5 \pm 1.2$  g, respectively. The diet of the TMM is based on small mammals (85.2%), insects (12.8%) and birds (2.0%). The small mammals consumed ( $n = 560$  individuals) correspond to 16 species. The most consumed species were *Peromyscus melanotis* (49.8%), *Reithrodontomys megalotis* (8.4%), *Neotoma mexicana* (5.9%) and *Sorex vagrans* (4.7%). A diversity of low prey was recorded, the amplitude of trophic niche indicated a specialist consumption (small mammals and insects) and opportunistic (birds). There were no differences in the total biomass consumed per region ( $p$ -value = 0.344), but by season of the year ( $p$ -value = 0.003). The results of this research are useful to understand the eating habits of TMM; also, the identification and understanding of the ecology of its prey are important to design management plans and conservation of its habitat in Mexico.

**Keywords:** Season of the year, insect, small mammals, prey.

### 2.3. INTRODUCCIÓN

El tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) es una de las tres subespecies de tecolotes moteados (AOU, 2017), se distribuye en los estados de Colorado, Utah, Arizona, Nuevo México y Texas en los Estados Unidos de América (EUA; Dawson *et al.*, 1987); en México, en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal (USFWS, 2012). Es considerada una subespecie amenazada (USDI Federal Register, 1993; NOM-059 SEMARNAT, 2010) debido a cambios ambientales, actividades antropogénicas, invasiones biológicas, contaminación, incendios forestales no controlados y al cambio climático que han llevado a la pérdida de su hábitat (Wan *et al.*, 2017).

*Strix occidentalis lucida* establece sus territorios de anidación, descanso y percha principalmente en ambientes rocosos, los cuales presentan microclimas y estructuras vegetales propicias (Ganey, 2004; Willey y Van Riper, 2007); asimismo, para alimentarse, utiliza hábitats como bosques manejados y no manejados bosques mixtos de coníferas, así como, acantilados, terrazas entre acantilados y zonas de ribera (Ganey *et al.*, 2003, Willey y Van Riper, 2007); sin embargo, los polluelos dependen de sus padres para alimentarse hasta que se inicia su dispersión (mediados de septiembre a principios de octubre; Ganey *et al.*, 1998).

Los estudios sobre dieta son fundamentales en el manejo de la fauna silvestre y sus hábitats (Skłodowski y Gryz, 2012). El estudio de los hábitos alimenticios en Strigidos, se basa en el análisis del contenido de sus egagrópilas (regurgitaciones; restos no digeridos; Figura 2.1). Éste análisis es útil debido a la facilidad que representa recolectar egagrópilas en los territorios de descanso y ayuda a describir la estructura de las comunidades de mamíferos pequeños, la disponibilidad de presas de acuerdo a la estación del año y obtener estimaciones de abundancia relativa de las poblaciones de presas en un área y tiempo determinado (Andrade *et al.*, 2016).



Figura 2.1. Egagrópila (regurgitación) de *S. o. lucida*, Tlachichila, Zacatecas.

En México se han realizado pocas investigaciones sobre *Strix occidentalis lucida*, los cuales han determinado su dieta (Young *et al.*, 1997; Márquez-Olivas, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005) y caracterizado su hábitat y sitios de descanso (Tarango *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1998; Tarango *et al.*, 2001; Márquez *et al.*, 2002; Palma *et al.*, 2014; Silva-Piña *et al.*, 2018). Si bien, estos estudios han aportado conocimientos básicos sobre su dieta; debido al cambio climático, al cambio de uso de la tierra y la fragmentación de su hábitat, se asume que los ciclos biológicos y la disponibilidad de presas se han alterado, por lo que es pertinente realizar estudios nuevos sobre la dieta de esta subespecie, incluyendo otras áreas, más sitios de muestreo y las estaciones del año. Los objetivos de esta investigación fueron; a) determinar la composición y variación de la dieta de *Strix occidentalis lucida* por región y estación del año y b) relacionar el tamaño y peso con los componentes de la dieta determinada, a través del análisis de egagrópilas del TMM recolectadas en tres regiones del centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

## 2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.4.1. Área de estudio

El trabajo de campo se realizó de octubre de 2016 a octubre de 2017 en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. El área de estudio incluyó a: 1) El Área Natural Protegida (ANP) Sierra Fría, Aguascalientes, 2) La Reserva de la Biósfera La Michilia y áreas adyacentes (Municipio de Súchil) en el estado de Durango y, 3) Tlachichila, Zacatecas.

Para determinar la composición de la dieta se recolectaron egagrópilas en nueve territorios de descanso del TMM (18 individuos; nueve parejas adultas), durante las estaciones del año (a mediados y a final de cada estación) (Figura 2.2). Tres de ellos se localizaron en el ANP Sierra Fría, Aguascalientes, tres en la reserva de la Biósfera La Michilia y áreas adyacentes, Durango y tres en Tlachichila, Zacatecas (Garza-Herrera, 1999; Tarango *et al.*, 2001; Palma-Cancino *et al.*, 2014; Silva-Piña *et al.*, 2018).

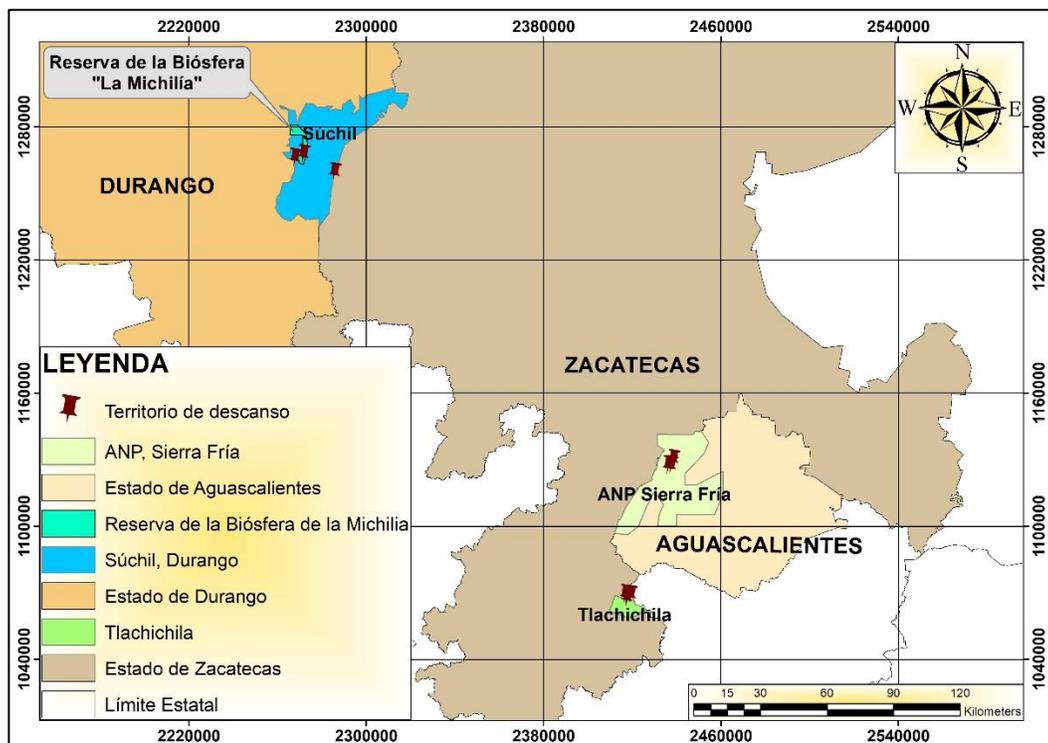


Figura 2.2. Sitios de recolección de egagrópilas del teocolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

### 2.4.2. Recolección de egagrópilas

Las egagrópilas se recolectaron del suelo o roca, se colocaron en bolsas de papel (Figura 2.3), se etiquetaron y transportaron al laboratorio de suelo, planta y agua del Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí. En el laboratorio, las muestras se secaron a temperatura ambiente. Posteriormente, se lavaron con agua para remover el material soluble y se secaron en una estufa de laboratorio (Felisa@ HORNO) a temperatura constante de 60 °C; los restos de los contenidos de cada egagrópila se depositaron en bolsas de plástico.

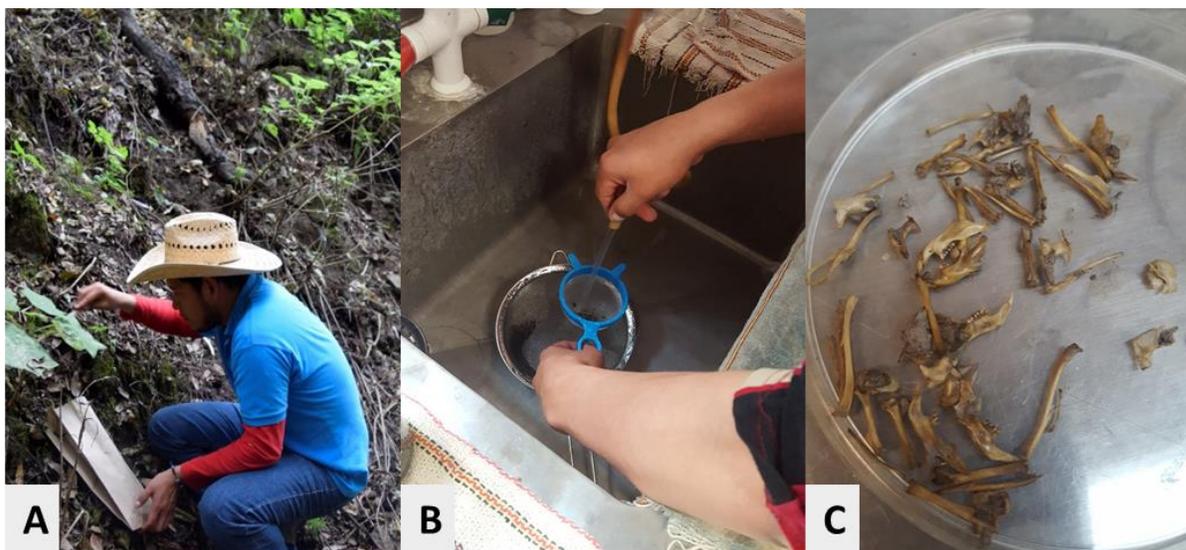


Figura 2.3. Recolección (A), lavado (B) y secado (C) de egagrópilas del Tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*).

### 2.4.3. Identificación de los componentes de la dieta

En el laboratorio de Ensayos Metabólicos de la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Xochimilco, los componentes de la dieta del tecolote moteado se identificaron hasta el nivel taxonómico máximo posible. Para ello, los fragmentos de huesos (mandíbulas, cráneos, dientes y picos principalmente), pelo, plumas y material quitinoso (fragmentos de insectos) se compararon e identificaron con ejemplares del área de estudio reportados en la literatura (Figura 2.4) con el apoyo de un microscopio estereoscópico (Leica KL 200 LED).

Los mamíferos pequeños se identificaron utilizando las claves de Sydney (1972) y Álvarez-Castañeda y López-Vidal (1994); una vez identificada la especie, se corroboró si esta correspondía con la descripción reportada por la *Revista Mammalian Species* (<https://academic.oup.com/mspecies>). Las aves se identificaron de acuerdo con la forma y tamaño de restos de picos, garras y color de plumas, utilizando las guías de identificación de campo de Peterson y Chaliff (1989), Howell y Webb (1995) y National Geographic (1999). Los insectos se identificaron observando al microscopio, color, forma y tamaño de cabezas, pronotos, restos de élitros, de extremidades y de otros componentes, los cuales se cotejaron con la guía de insectos de Milne y Milne (1996). Estos fueron identificados en el Laboratorio de Recursos Naturales del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México.

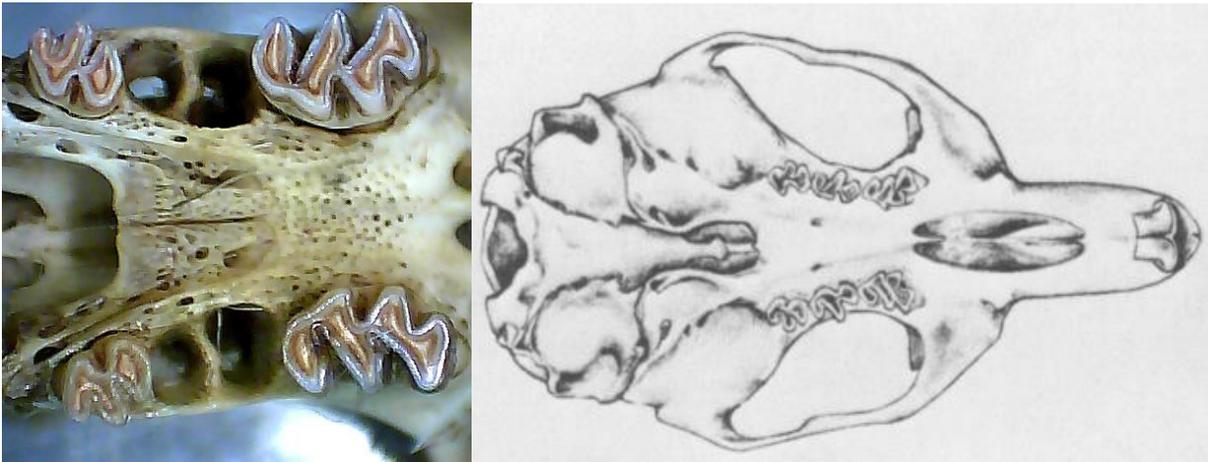


Figura 2.4. Comparación de molares de roedor con características reportadas por la *Revista Mammalian Species* (<https://academic.oup.com/mspecies>).

Para relacionar el tamaño (longitud y diámetro) y el peso con los componentes de las egagrópilas, a cada una de ellas se le midió su longitud y diámetro con un vernier (Scherr-Tumico stainless hardened®) y se pesaron en una báscula digital (Explrer®Pro, EP214D 1/0.1 mg) (Figura 2.5). Éstas variables se relacionaron con la frecuencia de las presas presentes en cada egagrópila.

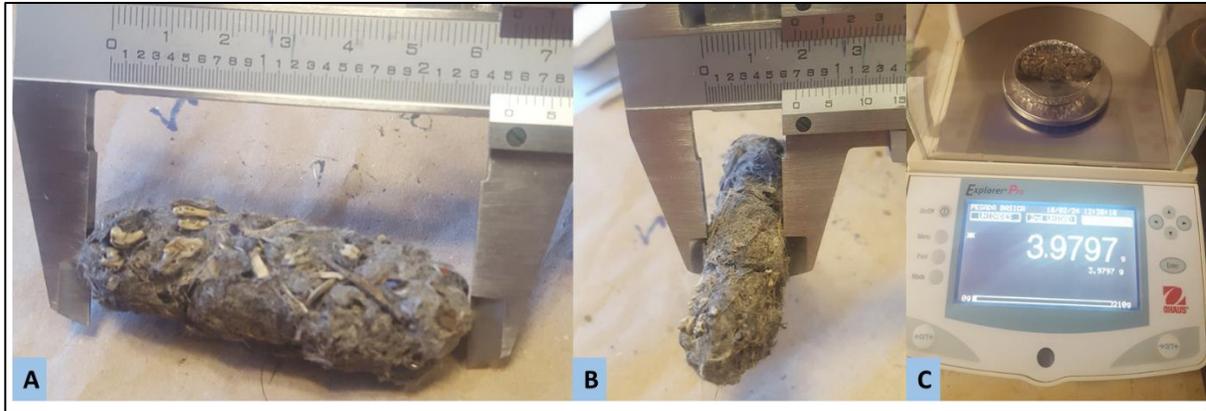


Figura 2.5. Medición (longitud y diámetro; A y B) y pesado (C) de egagrópilas del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*).

#### 2.4.4. Análisis de datos

##### 2.4.4.1. Componentes de la dieta del tecolote moteado mexicano

La frecuencia de los componentes de la dieta de *S. o. lucida* se determinó mediante un análisis de Frecuencia Relativa de Observación (FRO; Curts, 1993, modificado para el presente estudio), estimando las frecuencias porcentuales de cada componente con la siguiente ecuación:

$$FRO = \left( \frac{\text{No. total de presas de cada especie}}{\text{No. total de presas encontradas}} \right) \times 100$$

Dicho análisis se realizó en el Software Microsoft Excel® (Microsoft Excel, 2016).

El porcentaje de biomasa por especie se calculó multiplicando el número de individuos de cada especie presente en las egagrópilas por su peso vivo promedio, dividido entre el peso total de las presas. El número de individuos de cada especie por egagrópila se calculó considerando las mandíbulas, cráneos, colmillos y picos presentes en ella. El peso promedio de cada especie en las egagrópilas se estimó con la información referida por Anderson (1972), Young (1996) y la reportada por la revista *Mammalian*

*Species* (<https://academic.oup.com/mspecies>). Dicho análisis se realizó en el Software Microsoft Excel® (Microsoft Excel , 2016).

El número de especies se caracterizó de acuerdo a su Frecuencia absoluta (Fa), estableciendo los siguientes criterios: a) Raro (individuos de una misma especie que fueron consumidos menos de cinco veces); b) Ocasional (de cinco a nueve individuos consumidos); c) Frecuente (de 10 a 29 individuos consumidos); d) Abundante (de 30 a 99 individuos consumidos) y e) Dominante ( $\geq 100$  individuos consumidos).

#### **2.4.4.2. Análisis de diversidad trófica**

La diversidad trófica de la dieta se determinó a partir de los índices de riqueza de Margalef, dominancia de Simpson, y equidad de Shannon-Wiener y Pielou (Moreno, 2001). Para determinar si el tecolote moteado mexicano es una subespecie oportunista o especialista, a la composición de su dieta se le determinó su amplitud del nicho trófico con el índice de Levins (Marti, 1987), y para controlar el efecto del cambio estacional de la dieta se calculó el índice de Levins estandarizado (Colwell y Futuyama, 1971). Dichos análisis se realizaron en el Software Microsoft Excel® (Microsoft Excel, 2016).

#### **2.4.4.3. Análisis de Kruskal-Wallis**

Las diferencias ( $\alpha = 0.05$ ) del diámetro, longitud, peso de las egagrópilas y la biomasa que aportaron las presas para *S. o. lucida* por región y estación de muestreo se identificaron mediante análisis de varianza y análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Para ello, la información de la región de muestreo se clasificó en tres categorías: “A” (Aguascalientes), “B” (Durango) y “C” (Zacatecas), y la información de la estación del año se organizó en cuatro: “D” (otoño), “E” (invierno), “F” (primavera) y “G” (verano). El análisis se realizó con el software R-versión 3.2.0. (R core team, 2013).

#### **2.4.4.4. Análisis de Correspondencias Canónicas**

La relación de la longitud, diámetro y peso de las egagrópilas con las presas de *S. o. lucida*, se analizó gráficamente con análisis de Correspondencias Canónicas (ACC;

Ter Braak, 1986), en donde el tamaño y peso de las egagrópilas se clasificaron en tres categorías (Cuadro 2.1); dicho análisis se realizó en XLSTAT v 19.5 (XLSTAT, 2018).

Cuadro 2.1. Clasificación del tamaño y peso de las egagrópilas de *S. o. lucida* en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México.

Variable	Categoría	Clasificación
Longitud (cm)	$Lc1 = 1.75 - 3.72$	1
	$Lc2 = 3.73 - 5.66$	2
	$Lc3 = 5.67 - 7.65$	3
Diámetro (cm)	$Dc1 = 0.98 - 1.86$	1
	$Dc2 = 1.87 - 2.75$	2
	$Dc3 = 2.76 - 3.61$	3
Peso(g)	$Pb = 0.5181 - 2.6681$	1
	$Pm = 2.6682 - 4.8181$	2
	$Pg = 4.8182 - 6.9526$	3

**Lc1:** Longitud categoría uno; **Lc2:** Longitud Categoría dos; **Lc3:** Longitud Categoría tres; **Dc1:** Diámetro categoría uno; **Dc2:** Diámetro categoría dos; **Dc3:** Diámetro categoría tres; **Pb:** Peso bajo; **Pm:** Peso medio; **Pg:** Peso grande.

#### 2.4.4.5. Análisis de similitud (análisis de conglomerados)

El nivel de similitud o disimilitud entre los componentes de la dieta determinada en esta investigación y la obtenida por Young *et al.* (1997), Márquez-Olivas (2002) y Bravo-Vinaja *et al.* (2005), considerando la frecuencia de cada taxón identificado se analizó mediante un análisis multivariado (análisis de conglomerados) basado en la varianza mínima (Ward). Dicho análisis se realizó en el software InfoStat v 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018).

## 2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante octubre de 2016 a octubre del 2017, en nueve territorios de descanso del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) se recolectaron 316 egagrópilas (Cuadro 2.2). La longitud, diámetro y peso promedio de las egagrópilas fue de  $4.0 \pm 1.1$  cm,  $2.2 \pm 0.5$  cm y  $2.5 \pm 1.2$  g, respectivamente.

Cuadro 2.2. Número de egagrópilas de *S. o. lucida* recolectadas por región y estación de muestreo.

Estado/Estación	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	TER
Sierra Fría, Aguascalientes	16	54	36	15	121
La Michilía, Durango	16	12	42	12	82
Tlachichila, Zacatecas	32	59	4	18	113
<b>TEE</b>	<b>64</b>	<b>125</b>	<b>82</b>	<b>45</b>	

**TERM:** Total de egagrópilas recolectadas por región; **TEE:** Total de egagrópilas recolectadas por estación.

El tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México consumió 16 especies de mamíferos pequeños, tres de aves y, cuatro subfamilias de insectos; asimismo, mostró una dieta basada principalmente en mamíferos pequeños (85.2 %), insectos (12.8 %) y aves (2.0 %). Los mamíferos pequeños consumidos por el TMM (n = 560 individuos) corresponden a 16 especies. Las especies más consumidas fueron *Peromyscus melanotis* (49.8 %), *Reithrodontomys megalotis* (8.4 %), *Neotoma mexicana* (5.9 %) y *Sorex vagrans* (4.7 %). Las especies que consumió menos fueron *Chaetodipus nelsoni*, *Lasiurus borealis* y *Myotis velifer* con 0.3 % (Cuadro 2.3). Sólo tres especies de aves (n = 13 individuos) se identificaron en la dieta y su consumo fue ocasional y raro. Los insectos (n = 84 individuos) consumidos pertenecen a cuatro subfamilias de coleópteros de la familia *Scarabaeidae*; sus consumos fueron abundantes, frecuentes y raros. Las especies que aportaron más a la biomasa total de la dieta del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) fueron *Peromyscus melanotis*, *Neotoma mexicana*, *Sigmodon hispidus*, *Sylvilagus floridanus* y *Thomomys umbrinus*.

Cuadro 2.3. Composición de la dieta de *S. o. lucida* en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).

<b>Taxón de las presas</b>	<b>Fa</b>	<b>FRO (%)</b>	<b>Pv (g)</b>	<b>Pt (g)</b>	<b>B (%)</b>	<b>CFa</b>
<b>Mamíferos pequeños</b>						
<i>Sylvilagus floridanus</i>	14	2.13	211	2954	8.85	Frecuente
<i>Eptesicus fuscus</i>	13	1.98	16	208	0.62	Frecuente
<i>Lasiurus borealis</i>	2	0.30	16	32	0.10	Raro
<i>Lasiurus cinereus</i>	6	0.91	35	210	0.63	Ocasional
<i>Myotis velifer</i>	2	0.30	12	24	0.07	Raro
<i>Tadarida brasiliensis</i>	15	2.28	15	225	0.67	Frecuente
<i>Sorex vagrans</i>	31	4.72	6	186	0.56	Abundante
<i>Chaetodipus nelsoni</i>	2	0.30	18	36	0.11	Raro
<i>Neotoma mexicana</i>	39	5.94	253	9867	29.57	Abundante
<i>Onychomys torridus</i>	6	0.91	40	240	0.72	Ocasional
<i>Peromyscus melanotis</i>	327	49.77	31.5	10300.5	30.87	Dominante
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	3	0.46	15.5	46.5	0.14	Raro
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	55	8.37	15	825	2.47	Abundante
<i>Sigmodon fulviventor</i>	9	1.37	214	1926	5.77	Ocasional
<i>Sigmodon hispidus</i>	14	2.13	212.5	2975	8.92	Frecuente
<i>Thomomys umbrinus</i>	22	3.35	100	2200	6.59	Frecuente
<b>Aves</b>						
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	5	0.76	120	600	1.80	Ocasional
<i>Tyrannus verticalis</i>	4	0.61	80	320	0.96	Raro
<i>Psaltriparus minimus</i>	4	0.61	5.3	21.2	0.06	Raro
<b>Insectos</b>						
<i>Dynastinae</i>	43	6.54	2	86	0.26	Abundante
<i>Rutelinae</i>	23	3.50	2	46	0.14	Frecuente
<i>Melolonthinae</i>	17	2.59	2	34	0.10	Frecuente
<i>Eumolpinae</i>	1	0.15	2	2	0.01	Raro
<b>Total</b>	<b>657</b>	<b>100</b>	<b>-----</b>	<b>33364.2</b>	<b>100</b>	<b>-----</b>

**Fa:** Frecuencia absoluta; **FRO:** Frecuencia relativa de observación; **Pv:** Peso vivo; **B (%):** Porcentaje de Biomasa; **CFa:** Categoría respecto a la Frecuencia absoluta.

Las presas que aparecieron en la dieta del TMM en Aguascalientes, Durango y Zacatecas corresponden a siete especies de pequeños mamíferos (*Peromyscus melanotis*, *Reithrodontomys megalotis*, *Neotoma mexicana*, *Thomomys umbrinus*, *Sigmodon hispidus*, *Eptesicus fuscus* y *Sigmodon fulviventor*), una especie de ave (*Aphelocoma ultramarina*) y a dos subfamilias de insectos (*Dynastinae* y *Rutelinae*)

(Cuadro 2.4). Las especies que el tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) consumió más en las tres regiones fueron *Peromyscus hispidus*, *Reithrodontomys megalotis*, *Thomomys umbrinus* y *Sorex vagrans*, y las que más biomasa aportaron fueron *Peromyscus hispidus*, *Neotoma mexicana* y *Thomomys umbrinus*.

Cuadro 2.4. Frecuencia relativa de observación (FRO) y biomasa (B) de presas presentes en la dieta de *S. o. lucida* en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016- 2017).

Taxón	Área Natural Protegida de Sierra Fría		Reserva de la Biósfera "La Michilía"		Tlachichila Zacatecas	
	FRO (%) (n = 251)	B (%)	FRO (%) (n = 178)	B (%)	FRO (%) (n = 228)	B (%)
<b>Pequeños mamíferos</b>						
<i>S. floridanus</i>	2.79	16.15	3.93	12.59	0.00	0.00
<i>E. fuscus</i>	3.19	1.40	1.69	0.41	0.88	0.26
<i>L. borealis</i>	0.40	0.17	0.56	0.14	0.00	0.00
<i>L. cinereus</i>	1.59	1.53	1.12	0.60	0.00	0.00
<i>M. velifer</i>	0.80	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>T. brasiliensis</i>	1.99	0.82	0.00	0.00	4.39	1.20
<i>S. vagrans</i>	3.98	0.66	0.00	0.00	9.21	1.01
<i>C. nelsoni</i>	0.00	0.00	0.56	0.15	0.44	0.14
<i>N. mexicana</i>	2.39	16.59	8.99	34.50	7.46	34.46
<i>O. torridus</i>	0.00	0.00	2.81	1.70	0.44	0.32
<i>P. melanotis</i>	54.58	47.18	29.78	14.23	60.09	34.57
<i>R. fulvescens</i>	0.40	0.17	0.00	0.00	0.88	0.25
<i>R. megalotis</i>	11.16	4.59	5.62	1.28	7.46	2.04
<i>S. fulviventor</i>	0.40	2.34	0.56	1.82	3.07	12.00
<i>S. hispidus</i>	0.40	2.32	3.37	10.87	3.07	11.92
<i>T. umbrinus</i>	0.40	1.09	11.24	17.04	0.44	0.80
<b>Aves</b>						
<i>A. ultramarina</i>	1.20	3.94	0.56	1.02	0.44	0.96
<i>T. verticalis</i>	0.00	0.00	2.25	2.73	0.00	0.00
<i>P. minimus</i>	0.00	0.00	2.25	0.18	0.00	0.00
<b>Insectos</b>						
<i>Dynastinae</i>	7.57	0.42	12.36	0.37	0.88	0.03
<i>Rutelinae</i>	3.59	0.20	6.74	0.20	0.88	0.03
<i>Melolonthinae</i>	3.19	0.17	5.06	0.15	0.00	0.00
<i>Eumolpinae</i>	0.00	0.00	0.56	0.02	0.00	0.00
		BT = 9147.5		BT = 11734.7		BT = 12482.0

**BT:** Biomasa total por región de muestreo (g); **FRO:** Frecuencia relativa de observación; **B (%)**: Porcentaje de biomasa.

Asimismo, las presas que el TMM consumió durante las cuatro estaciones fueron seis especies de mamíferos pequeños (*Peromiscus melanotis*, *Reithrodontomys megalotis*, *Neotoma mexicana*, *Sorex vagrans*, *Tadarida brasiliensis* y *Lasiurus cinereus*) y dos subfamilias de insectos (*Dynastinae* y *Rutelinae* (Cuadro 2.5). Las especies que *S. o. lucida* consumió más durante otoño fue *P. melanotis* y *Neotoma mexicana*, en invierno *P. melanotis* y *R. megalotis*, en primavera *P. hispidus* e insectos de la subfamilia *Dynastinae* y en verano *P. hispidus* y *Sylvilagus floridanus*. Durante el otoño, invierno y primavera las especies que aportaron más biomasa fueron *P. hispidus* y *Neotoma mexicana*, y en verano *S. floridanus* y *P. hispidus*.

Cuadro 2.5. Frecuencia relativa de observación (FRO) y biomasa (B) de presas presentes en la dieta de *S. o. lucida* por estación de muestreo en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).

Taxón	OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO	
	FRO (%) (n = 147)	B (%)	FRO (%) (n = 242)	B (%)	FRO (%) (n = 170)	B (%)	FRO (%) (n = 98)	B (%)
<b>Pequeños mamíferos</b>								
<i>S. floridanus</i>	2.04	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	11.22	43.62
<i>E. fuscus</i>	0.00	0.00	1.24	0.41	4.12	1.76	3.06	0.90
<i>L. borealis</i>	1.36	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>L. cinereus</i>	1.36	0.70	0.83	0.60	0.59	0.55	1.02	0.66
<i>M. velifer</i>	0.00	0.00	0.83	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>T. brasiliensis</i>	4.08	0.90	2.89	0.90	0.59	0.24	1.02	0.28
<i>S. vagrans</i>	0.68	0.06	8.26	1.02	2.35	0.38	6.12	0.68
<i>C. nelsoni</i>	0.00	0.00	0.41	0.15	0.59	0.28	0.00	0.00
<i>N. mexicana</i>	10.20	38.02	5.37	28.08	4.12	27.89	4.08	19.02
<i>O. torridus</i>	2.72	1.60	0.41	0.34	0.00	0.00	1.02	0.75
<i>P. melanotis</i>	62.59	29.04	52.48	34.15	41.18	34.73	38.78	22.50
<i>R. fulvescens</i>	0.68	0.16	0.00	0.00	0.59	0.24	1.02	0.29
<i>R. megalotis</i>	0.68	0.15	17.36	5.38	2.94	1.18	7.14	1.97
<i>S. fulviventris</i>	1.36	4.29	2.89	12.79	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>S. hispidus</i>	5.44	17.03	2.07	9.07	0.00	0.00	1.02	3.99
<i>T. umbrinus</i>	0.00	0.00	3.31	6.83	8.24	22.05	0.00	0.00
<b>Aves</b>								
<i>A. ultramarina</i>	0.68	1.20	0.00	0.00	1.18	3.78	2.04	4.51
<i>T. verticalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	5.04	0.00	0.00
<i>P. minimus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35	0.33	0.00	0.00
<b>Insectos</b>								
<i>Dynastinae</i>	5.44	0.16	0.41	0.02	16.47	0.88	6.12	0.23
<i>Rutelinae</i>	0.68	0.02	0.41	0.02	2.94	0.16	16.33	0.60
<i>Melolonthinae</i>	0.00	0.00	0.83	0.03	8.82	0.47	0.00	0.00
<i>Eumolpinae</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.03	0.00	0.00
	BT = 9989.5		BT = 11713.0		BT = 6349.7		BT = 5321.0	

BT: Biomasa total por estación del año (g) ; FRO: Frecuencia relativa de observación; B (%): Porcentaje de biomasa.

La dieta del tecolote moteado mexicano (*S. o. lucida*) en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México se constituyó principalmente de mamíferos pequeños (85.24 %). Estos resultados son similares a lo reportado en Estado Unidos de América (EUA; Forsman *et al.*, 1984; Ganey, 1992; Seamans y Gutiérrez, 1999; Block *et al.*, 2005; Ganey y Block, 2005; Willey, 2013; Ganey *et al.*, 2014) y en México (Young *et al.*, 1997; Márquez-Olivas, 2002; Bravo-Vinaja *et al.*, 2005). Estos estudios han reportado que la dieta del TMM se compone entre 62 y 92 % de mamíferos pequeños y con una biomasa de entre 91.9 y 99.3 %.

Se ha reportado que los TMM que habitan cañones rocosos se alimentan principalmente de ratas (*Neotoma* spp.), ratones (*Peromyscus* spp.) y conejos (*Sylvilagus* spp.) (Rinkevich, 1991; Ganey, 1992; Ward y Block 1995; Willey, 1998), mientras que en la vegetación de pino-encino consumen *Peromyscus maniculatus*, *P. boylii*, *Neotoma mexicana*, *Microtus mexicanus*, *Thomomys bottae* (Block *et al.*, 2005). En esta investigación, en la asociación pino-encino (*Pinus* spp. -*Quercus* spp.) los tecolotes se alimentaron principalmente de *Peromyscus melanotis* (30.87 %) y *Neotoma mexicana* (29.57 %). Similarmente, en Arizona el tecolote cornudo (*Bubo virginianus*) se alimenta de mamíferos pequeños, aunque ocasionalmente consume lagartijas; si bien, ambas especies de tecolotes consumen en su mayoría presas similares, su consumo se realiza en proporciones diferentes (Ganey y Block, 2005). En este estudio, en una asociación de pino-encino, la biomasa promedio de presas fue de 57.9 g (se calculó excluyendo a los insectos; Block *et al.*, 2005), este valor es menor al citado por Ganey (1992) de 70 g, pero mayor a 40 g (Block *et al.*, 2005) en los bosques de Arizona. Asimismo, para esta subespecie, Willey, (2013) reporta una biomasa promedio de 63 g en cañones de Arizona y Utah. En contraste, para *S. o. occidentalis* en bosques de California se reporta un valor promedio de biomasa de 100 g (Barrows, 1980), mientras que, en Oregón, para *S. o. caurina* un rango de 54-150 g (Forsman *et al.*, 1984; Forsman *et al.*, 2004).

La riqueza de mamíferos pequeños en la dieta del TMM fue de  $D_{mg} = 2.37$ , la de aves  $D_{mg} = 0.78$  e insectos  $D_{mg} = 0.68$ . La dominancia de aves fue menor ( $\lambda = 0.34$ ) que la de mamíferos pequeños ( $\lambda = 0.36$ ) e insectos ( $\lambda = 0.38$ ). La diversidad de mamíferos

pequeños, aves e insectos fue de  $H' = 1.64$ ,  $H' = 0.99$  y  $H' = 0.77$ , respectivamente. El índice de Pielou para mamíferos pequeños, aves e insectos superó el valor de equidad medio ( $J' = 0.59$ ,  $J' = 0.99$  y  $J' = 0.77$ , respectivamente). El índice de amplitud del nicho trófico de Levins para mamíferos pequeños y aves fue de  $B = 2.75$  y  $B = 2.96$ , respectivamente; mientras que, para los insectos fue de  $B = 2.64$ . Los valores estandarizados del índice de Levins estimaron una amplitud trófica de  $B_{st} = 0.12$  para mamíferos pequeños,  $B_{st} = 0.98$  en aves y  $B_{st} = 0.55$  en insectos.

La diversidad de la dieta del tecolote moteado mexicano fue baja y presentó una riqueza de presas media para mamíferos pequeños, y una baja para aves e insectos, esto tal vez se deba a la disponibilidad de presas, sobre todo en sus límites distribucionales. La amplitud del nicho trófico indicó que *S. o. lucida* tiene un comportamiento especialista de consumo seleccionando mamíferos pequeños e insectos, y un oportunista en el consumo de aves: es muy probable que estos comportamientos exhibidos por el TMM se deban a la abundancia de presas a través del año. En contraste, el tecolote cornudo (*Bubo virginianus*) presentó una amplitud del nicho trófico de 5.32 a 21.55 ( $B_{st} = 0.07 - 0.46$ ) (Ganey y Blook, 2005), esto posiblemente se deba a que la disponibilidad de presas varía con las características geográficas.

Se evidenciaron diferencias significativas de la longitud, diámetro y peso de las egagrópilas por región y estación de muestreo; no se detectaron diferencias en la biomasa por región, pero si por estación (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Resultados de los análisis de Varianza y Kruskal-Wallis del tamaño (longitud y diámetro) y peso de las egagrópilas y biomasa consumida por *S. o. lucida*.

Variable	Región	Estación
Longitud	$^{kw}gl = 2$ ; $p\text{-value} = 0.014$	$^{kw}gl = 3$ ; $p\text{-value} = 0.021$
Diámetro	$^{kw}gl = 2$ ; $p\text{-value} = 0.013$	$^{kw}gl = 3$ ; $p\text{-value} = 0.007$
Peso	$^v_{gl} = 2$ ; $p\text{-value} = 0.001$	$^v_{gl} = 3$ ; $p\text{-value} = 0.008$
Biomasa	$^v_{gl} = 2$ ; $p\text{-value} = 0.344$	$^{kw}gl = 3$ ; $p\text{-value} = 0.003$

$^v$ : Análisis de varianza;  $^{kw}$ : Análisis de Kruskal-Wallis.

Los Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) mostraron una relación entre la longitud ( $p = 0.004$ ), el diámetro ( $p < 0.0001$ ) y peso ( $p = 0.001$ ) de las egagrópilas con las presas presentes en ellas, los dos ejes de los mapas bidimensionales explicaron el 100 % de la inercia (Figura 2.6, 2.7 y 2.8).

Las egagrópilas clasificadas como **Lc1** (de 1.75 - 3.72 cm) se relacionaron con la presencia de *Reithrodontomys megalotis*, las egagrópilas **Lc2** (de 3.73 - 5.66 cm) con especies de murciélagos (*Lasiurus cinereus*, *L. borealis*, *Eptesicus fuscus*) y roedores (*Sigmodon hispidus* y *Neotoma mexicana*). Asimismo, las egagrópilas **Lc3** (de 5.67 – 7.65 cm) se relacionaron con insectos de la subfamilia *Eumolpinae* y aves (*Tyranus verticalis* y *Psaltriparus minimus*) (Figura 2.6).

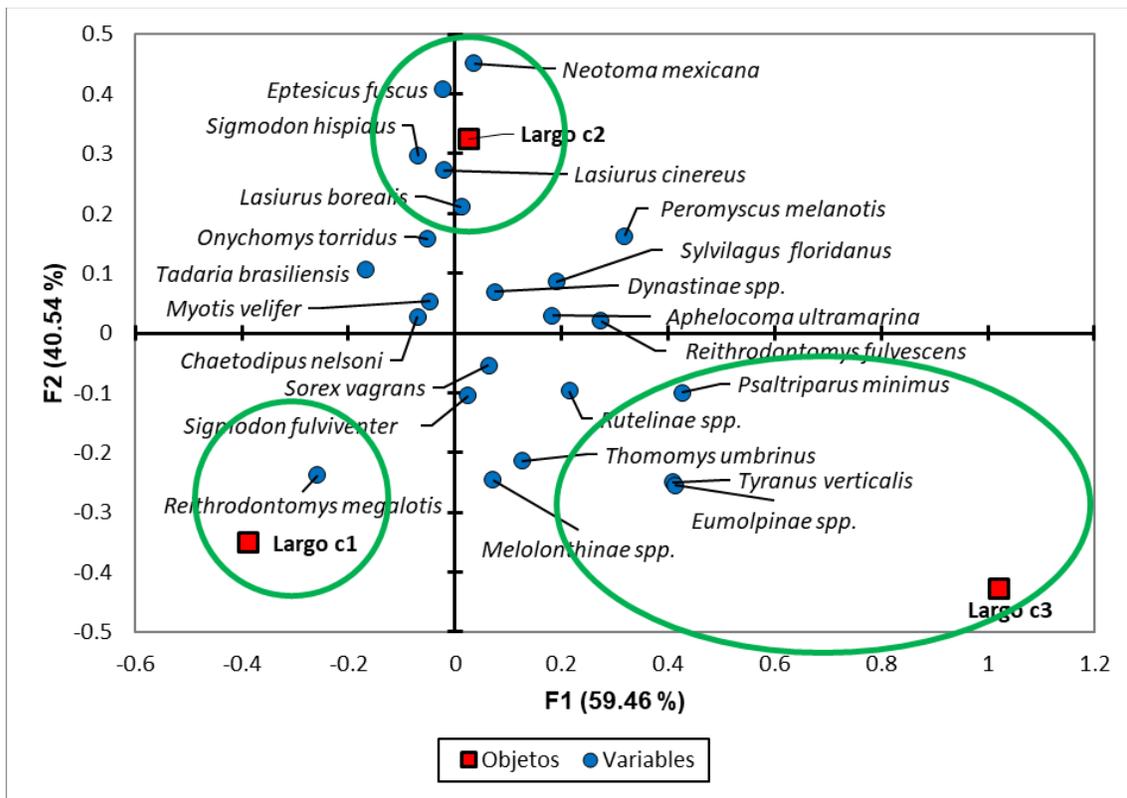


Figura 2.6. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para longitud de las egagrópilas de *S. o. lucida* y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).

Las egagrópilas clasificadas como **Dc1** (de 0.98 – 1.86 cm) se relacionaron con la presencia de musarañas (*Sorex vagrans*), las **Dc2** (de 1.87 – 2.75 cm) con la de murciélagos (*Lasiurus borealis*, *Eptesicus fuscus* y *Tadarida brasiliensis*) y roedores (*Onychomys torridus* y *Neotoma mexicana*), y las egagrópilas **Dc3** (de 2.76 – 3.61 cm) con insectos de la subfamilia *Eumolpinae*, *Myotis velifer*, *Tyrannus verticalis* y *Sylvilagus floridanus* (Figura 2.7).

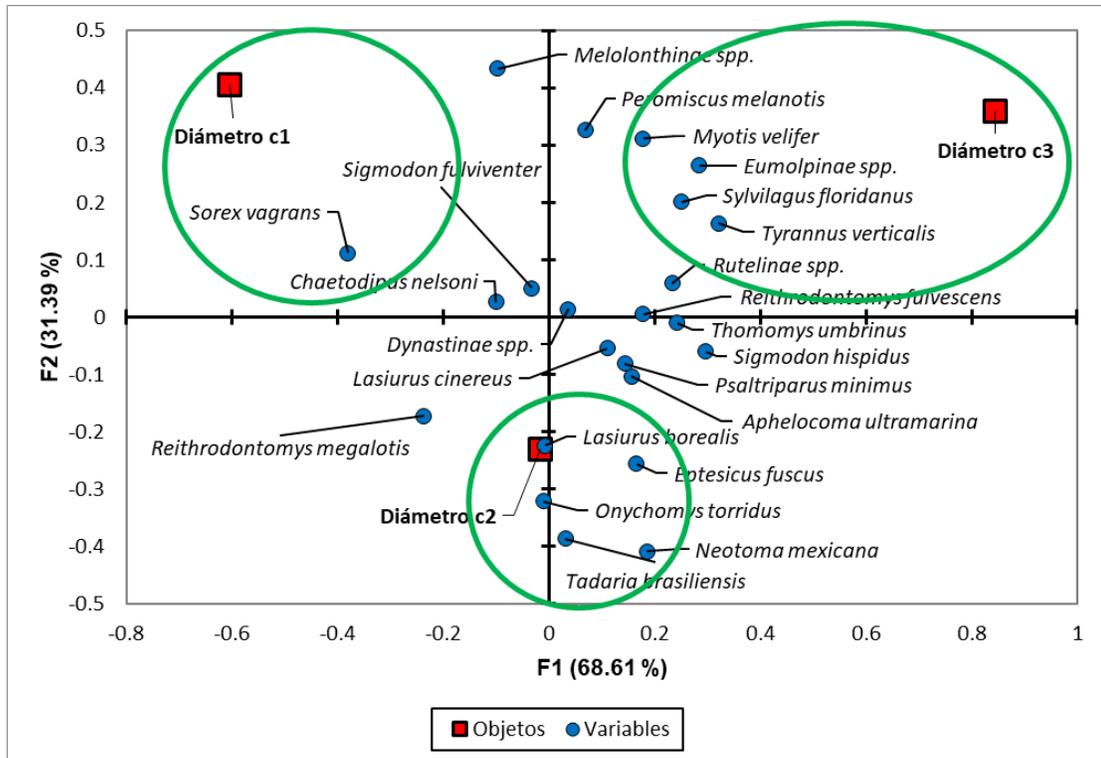


Figura 2.7. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para diámetro de las egagrópilas de *S. o. lucida* y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).

Las egagrópilas clasificadas como **Pb** (0.5181 - 2.6681 g) se relacionaron con *Onychomys torridus*, *Tadarida brasiliensis*, *Aphelocoma ultramarina*, *Eptesicus fuscus*, *Tyrannus verticalis*, *Sorex vagrans* y a insectos de la subfamilia *Melolonthinae*. Las **Pm** (2.6682 - 4.8181 g) a *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon hispidus*, *Thomomys umbrinus*, *Neotoma mexicana*, *Reithrodontomys megalotis*, *Lasiurus cinereus* y a

insectos de la subfamilia *Eumolpinae*; y las egagrópilas **Pg** (4.8182 - 6.9526 g) a *Sylvilagus floridanus* y a *Psaltriparus minimus* (Figura 2.8).

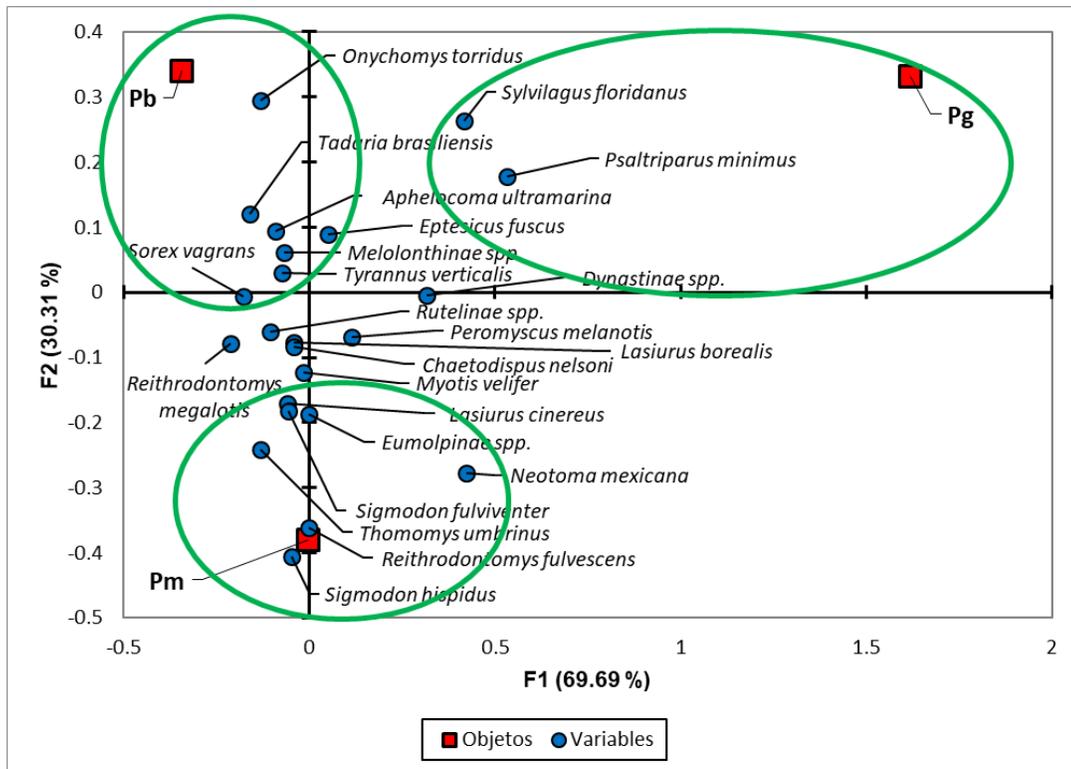


Figura 2.8. Representación del Análisis de Correspondencias Canónicas para peso de las egagrópilas de *S. o. lucida* y las presas presentes en ellas en el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México (2016-2017).

En este estudio no se encontraron diferencias en la composición de la dieta por región de muestreo ( $p\text{-value} = 0.3438$ ), indicando que el hábitat y la distribución de presas es muy similar, aunque si existieron diferencias por estación ( $p\text{-value} = 0.0034$ ), lo que hace suponer que la disponibilidad de presas difiere a través del año (Bravo-Vinaja *et al.*, 2005; Willey, 2013; Ganey *et al.*, 2014); asimismo, las diferencias en el diámetro, longitud y peso de las egagrópilas por región y estación dependen de la presa consumida.

Las hembras de *S. o. lucida* durante la temporada reproductiva se dedican exclusivamente a encubar y a cuidar de los polluelos (hasta que los polluelos alcancen dos semanas de edad), en este periodo los machos proporcionan el alimento requerido

(Forsman *et al.*, 1984). En este contexto Ganey *et al.* (1998) reportan que los polluelos de *S. o. lucida* para alimentarse dependen de sus padres hasta que inicia su dispersión en septiembre u octubre, como ocurre con *S. o. occidentalis* (Bond *et al.*, 2013).

La disponibilidad de presas del TMM varía con la estación y su actividad forrajera inicia y finaliza entre la puesta del sol y antes del amanecer, respectivamente (Forsman *et al.*, 1984; Block *et al.*, 2005). En las áreas circundantes a los territorios de descanso, la cantidad de presas disminuye (Ganey *et al.*, 2014); por ello, el TMM realiza movimientos invernales a zonas con elevaciones más bajas (35 - 920 m) a sitios con mayor cantidad de alimento en bosques de pino-enebro (Ganey, 1992; Ganey *et al.*, 1999; Ganey y Block 2005; Ganey *et al.*, 2014). Se ha documentado que *S. o. occidentalis* durante el invierno utiliza áreas tratadas con fuego (Bond *et al.*, 2010) y que, *S. o. caurina* forrajea en áreas sujetas a aprovechamiento forestal (Carey y Peeler, 1995; Irwin *et al.*, 2013).

El análisis de conglomerados identificó dos grupos (Clúster), con una distancia Euclidiana de 1.76 (Figura 2.9), se observa que los resultados obtenidos en esta investigación se asemejan más a los reportados por Young *et al.* (1997).

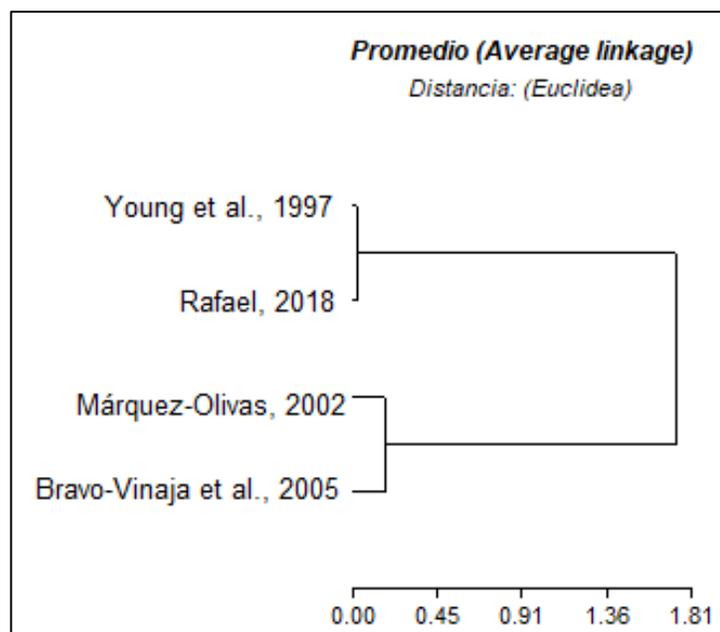


Figura 2.9. Agrupación de componentes de la dieta de *S. o. lucida* de acuerdo a las frecuencias absolutas de cada Taxón.

En esta investigación, la diferencia entre la composición de la dieta de *S. o. lucida* y la reportada por Márquez-Olivas, (2002) y Bravo-Vinaja *et al.* (2005) puede deberse al número de egagrópidas analizadas, a los tecolotes estudiados, temporadas y tiempos de muestreo, así como a la abundancia de especies presa.

La población de *S. o. lucida* ha ido disminuyendo por la pérdida y degradación de su hábitat, debido a actividades antropogénicas, al cambio climático, a la contaminación, a incendios forestales no controlados e invasiones biológicas (introducción de especies exóticas). Por ello, continuar con la identificación de territorios del TMM, su hábitat, y la cuantificación de sus presas, es fundamental para su conservación (Wan *et al.*, 2017). En cuanto a su hábitat, se ha determinado que para que un bosque proporcione condiciones ideales de alimentación para el TMM debe ser de aproximadamente 25 años de edad (Forsman *et al.*, 1984) y que los cambios de uso de la tierra, la extracción de leña e incendios forestales no controlados modifican la estructura y composición de los hábitats del tecolote moteado mexicano (Ganey *et al.*, 2017), aunque esta subespecie persiste en estos ambientes alterados durante lapsos de tiempo corto (Jenness *et al.*, 2004; Ganey *et al.*, 2014). Por ejemplo, *S. o. occidentalis* forrajea en áreas tratadas con fuego en donde la riqueza de especies de mamíferos pequeños es mayor (Bond *et al.*, 2013; Ganey *et al.*, 2014); sin embargo, el efecto de incendios forestales cíclicos en tecolotes moteados se ha evaluado poco (Ganey *et al.*, 2017). México, donde los incendios forestales son frecuentes, ofrece una oportunidad para investigar más sobre como el TMM responde a estas alteraciones.

La ocurrencia de incendios forestales, la recolección leña y el pastoreo por ganado doméstico en los hábitats del TMM han alterado sus componentes y ocasionado una reducción significativa del material leñoso presente en el piso forestal, así como de arbustos y herbáceas, componentes esenciales para el TMM (Ward y Block 1995; Young *et al.*, 1997; Block *et al.*, 2005; Seamans y Gutiérrez 2007; Ganey *et al.*, 2017). Los estudios sobre el TMM han determinado que la abundancia de presas depende de la densidad de tocones, árboles caídos (de 10-30 cm de diámetro), de la cantidad de hojarasca, densidad de arbustos de encino y pino, su altura, la cubierta rocosa,

suelo expuesto y de la pendiente (Ward y Block 1995; Block *et al.*, 2005). En *S. o. caurina* en Oregón el consumo de mamíferos pequeños disminuye cuando el ganado reduce la cubierta vegetal, especialmente en áreas ribereñas (Johnston y Anthony, 2008). Para reducir el riesgo y la pérdida de los hábitats de esta subespecie, los tratamientos, la restauración forestal o el aprovechamiento forestal se deben realizar fuera de los territorios de descanso o de anidación del TMM (USFWS, 2012; Ganey *et al.*, 2017; Ziegler *et al.*, 2017).

Es importante señalar que comúnmente la identificación de la dieta de *S. o. lucida* se basa en el análisis del contenido de las egagrópilas; hay que tener cuidado pues éste análisis puede sobreestimar o subestimar el consumo de algunas presas. Por ejemplo, algunos componentes que ingiere, como los insectos, pueden descomponerse rápidamente y algunas presas no las consume enteras por lo que resulta difícil su identificación (Ganey y Block, 2005). La dieta del TMM identificada en este estudio se determinó con las egagrópilas recolectadas en los sitios de descanso a los que se tuvo acceso; pues algunos individuos, durante el invierno y primavera utilizaron cuevas como territorios de descanso y sus egagrópilas no se recolectaron por el difícil acceso y otras se desintegraron por las lluvias en primavera, verano y otoño.

La distancia entre territorios de descanso del tecolote moteado mexicano en el centro norte de la Sierra Madre Occidental, México varió de 1.2 a 19.0 km ( $5.9 \pm 6.7$  km). En el estado de Aguascalientes la distancia promedio fue de  $2.6 \pm 1.3$  km, en Durango de  $13.1 \pm 7.8$  km y en Zacatecas de  $2.0 \pm 0.3$  km. La distancia promedio entre territorios de descanso en las Montañas de Sacramento, Nuevo México es de aproximadamente de 1.5 km y durante la estación reproductiva esta distancia disminuye (0.94 km; 277 ha) (Wan *et al.*, 2017). Por ello, se ha propuesto que para conservar al TMM se debe evitar cualquier actividad productiva en al menos  $228 \pm 37$  ha (Ganey y Block, 2005) y 243 ha (USFWS, 2012) alrededor de sus territorios de descanso.

Los resultados de este estudio indicaron una fluctuación de presas y biomasa en la dieta del TMM por estación del año. Sin embargo, no se sabe si existe una selección específica por algunos de sus componentes; por ello, los estudios que determinen la abundancia de presas en el hábitat del TMM y su relación con los componentes del

hábitat en particular con los de la cobertura del suelo son importantes. Sin duda estas investigaciones orientarán en la toma de decisiones para implementar planes dirigidos a mantener o aumentar la disponibilidad de presas que el TMM prefiere.

Los estudios sobre disponibilidad de presas se deben complementar con la investigación sobre el uso de hábitat por el TMM y sus requerimientos de espacio con la técnica de telemetría y específicamente identificar los hábitats que el TMM utiliza para alimentarse (Ganey *et al.*, 2003). Sin duda, la implementación de prácticas de manejo como la eliminación de árboles de porte pequeña, el uso de fuego prescrito y un buen manejo del sistema de pastoreo ayudarán a mantener y aumentar la vegetación arbustiva, componente esencial para las presas del TMM.

Esta subespecie utiliza diversos hábitats forestales para descansar y alimentarse (Willey and Van Riper, 2007); por ello, mantener estos ambientes en condiciones adecuadas, e incluso mejorarlas, ayudará en la conservación de la especie mediante la mitigación de amenazas del cambio climático. En esta investigación cinco territorios de descanso (tres en Aguascalientes y dos en Durango) se encuentran dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP “Sierra, Fría” y Reserva de la Biósfera “La Michilía”), las cuales desarrollan sus actividades basadas en planes de manejo y conservación; por ello, para conservar los territorios (de descanso y alimentación) del TMM es necesario involucrar a sus habitantes y establecer una coordinación con el Departamento de Especies Prioritarias de la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) y la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) para planificar aprovechamientos forestales selectivos y fuera de los territorios del TMM, asegurando hábitats adecuados y su permanencia poblacional en todas sus áreas de distribución.

## 2.6. CONCLUSIONES

Se determinó la composición y variación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en nueve territorios de descanso del centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México. Los territorios se ubicaron en vegetación natural de pino-encino. Se analizaron 316 egagrópilas con una longitud, diámetro y peso promedio de  $4.0 \pm 1.1$  cm,  $2.2 \pm 0.5$  cm y  $2.5 \pm 1.2$  g, respectivamente. El tamaño (longitud y diámetro) y peso de las egagrópilas del tecolote moteado mexicano ayudan a inferir el tipo de presas que consume.

Se identificaron 657 presas consumidas por *S. o. lucida* y con base a ello se infiere que el TMM prefiere para alimentarse *Peromyscus melanotis* (49.8 %), *Reithrodontomys megalotis* (8.4 %), *Neotoma mexicana* (5.9 %) y *Sorex vagrans* (4.7 %). Asimismo, se evidenció un comportamiento de consumo especialista para mamíferos pequeños e insectos, este comportamiento alimenticio es similar en los estudios realizados en su área de distribución más norteña.

*Strix occidentalis lucida* con un comportamiento de consumo especialista para mamíferos pequeños e insectos, por ser una subespecie amenazada y por su asociación marcada a bosques de pino-encino, la convierten en una subespecie prioritaria para su conservación.

## 2.7. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Castañeda, S. T. y J. C. López-Vidal. 1994. Claves para Murciélagos Mexicanos. CIBNOR, S.C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. 2ª edición. México, D.F. 53 p.
- Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua, taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 148:149-410.
- Andrade, A., J. F. M. Saraiva, and A. Monjeau. 2016. Are owl pellets good estimators of prey abundance? Journal of King Saud University 28: 239-244.
- AOU (American Ornithologists Union). 2017. Check-list of North American birds. 7ma edition. Washington, D.C. URL <http://checklist.aou.org/taxa/>. (Consulta: enero 2018).
- Barrows, C. W. 1980. Feeding ecology of the Spotted Owl in California. Journal of Raptor Research 14:73-78.
- Bravo-Vinaja, M. G., L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, y G. D. Mendoza-Martínez. 2005. Composición y variación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Valparaíso, Zacatecas, México. Agrociencia 39: 509-515.
- Block, W. M., J. L. Ganey, P. E. Scott, and R. King. 2005. Prey ecology of Mexican spotted owls in pine-oak forest of northern Arizona. Journal of Wildlife Management 69: 618-629. doi.org/10.2193/0022-541X(2005)069[0618:PEOMSO]2.0.CO;2.
- Bond, M.L., D. E. Lee., R.B. Siegel, and M. W. Tingley. 2013. Diet and home-range size of california spotted owls in a burned forest. Western Birds 44: 114-126.
- Carey, A.B., and K. C. Peeler. 1995. Spotted owls: resource and space use in mosaic landscapes. Journal of Raptor Research 29: 223-239.
- Colwell, R. K., and D. J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. Ecology 52: 567-576.

- Curts, J. 1993. Análisis exploratorio de datos. En P. M. A. Salas y C. O. Trejo. Las aves de la Sierra Purépecha del Estado de Michoacán. SARH División Forestal, Coyoacán. México, Distrito Federal. 14 p. (Boletín Informativo #79).
- Dawson, W. R., J. D. Ligon, J. R. Murphy, J. P. Myers, D. Simberloff and J. Verner 1987. Report of the scientific advisory panel on the spotted owl. *Condor* 89: 205-229.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada, y C.W. Robledo. 2018. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Forsman, E. D., E. C. Meslow, and H. M. Wight. 1984. Distribution and biology of the Spotted Owl in Oregon. *Wildlife Monographs* 87:3-64.
- Forsman, E. D., R. G. Anthony, E. C. Meslow, and C. J. Zabel. 2004. Diets and foraging behavior of Northern Spotted Owls in Oregon. *Journal of Raptor Research* 38:214-230.
- Ganey, J. L. 1992. Food habits of Mexican Spotted Owls in Arizona. *The Wilson Bulletin* 104: 321-326. <http://www.jstor.org/stable/4163155>.
- Ganey, J. L. 2004. Thermal regimes of Mexican spotted owl nest stands. *The Southwestern Naturalist* 49: 478-486. [doi.org/10.1894/0038-4909\(2004\)049<0478:TROMSO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1894/0038-4909(2004)049<0478:TROMSO>2.0.CO;2).
- Ganey, J. L., H. Y. Wan, S. A. Cushman, and C. D. Vojta. 2017. Conflicting perspectives on spotted owls, wildfire, and forest restoration. *Fire Ecology* 13: 146-165. doi: 10.4996/fireecology.130318020
- Ganey, J. L., S. C. Kyle, T. A. Rawlinson, D. L. Apprill, and J. P. Ward Jr. 2014. Relative abundance of small mammals in nest core areas and burned wintering areas of Mexican Spotted Owls in the Sacramento Mountains, New Mexico. *The Wilson Journal of Ornithology* 126: 47-52. [doi.org/10.1676/13-117.1](https://doi.org/10.1676/13-117.1).
- Ganey, J. L. and W. M. Block. 2005. Dietary overlap between sympatric Mexican spotted and great horned owls in Arizona. Research Paper RMRS-RP-57WWW.

- Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 9 p.
- Ganey, J. L., W. M. Block, J. K. Dwyer, B. E. Strohmeyer, and J. S. Jenness. 1998. Dispersal movements and survival rates of juvenile Mexican spotted owls in northern Arizona. *Wilson Bulletin* 110: 206-217.
- Ganey, J. L., W. M. Block, J. S. Jenness, and R. A. Wilson. 1999. Mexican spotted owl home range and habitat use in pine–oak forest: implications for forest management. *Forest Science* 45:127–135.
- Ganey, J. L., W. M. Block, and S. H. Ackers. 2003. Structural characteristics of forest stands within home ranges of Mexican spotted owls in Arizona and New Mexico. *Western Journal of Applied Forestry* 18: 189-198.
- Garza-Herrera, A. 1999. Situación actual del búho manchado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) y de los Strigiformes de la Reserva de la Biósfera La Michilía. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H305. México D.F.
- Howell, S. N. G., and S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 p.
- Irwin, L. L., D. F. Rock, and S. C. Rock. 2013. Do Northern Spotted Owls use harvested areas? *Forest Ecology and Management* 310:1029–1305.
- Jenness, J. J., P. Beier, and J. L. Ganey. 2004. Associations between forest fire and Mexican Spotted Owls. *Forest Science*. 50: 765-772.
- Johnston, A. N., and R. G. Anthony. 2008. Small mammal microhabitat associations and response to grazing in Oregon. *Journal of Wildlife Management* 72: 1736-1746.
- Márquez-Olivas, M. 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Anales del instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 73: 205:211.

- Márquez-Olivas, M., L. A. Tarango-Arámula, y G. D. Mendoza-Martínez. 2002. Caracterización de hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida* (X) Nelson, 1903) en Sierra Fría, Aguascalientes. *Agrociencia* 36: 541-546.
- Marti, C. D. 1987. Predator-prey interactions: a selective review of North American research results. *Revista Chilena de Historia Natural* 60: 203-219.
- Microsoft Office. 2016. Microsoft Excel software. Microsoft Excel for windows release 2016.
- Milne, L. and M. Milne. 1996. National Audubon Society field guide to North American insects and spiders. Alfred A. Knopf, New York. 989 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, Volumen 1, Zaragoza, España. 86 p.
- National Geographic. 1999. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. Washington, D.C., USA. 480 p.
- Palma-Cancino, D. Y., L. A. Tarango-Arámula, S. Ugalde-Lezama, J. L. Alcántara-Carbajal, G. Ángeles-Pérez, G. Ramírez-Valverde, y J. F. Martínez-Montoya. 2014. Hábitat del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad* 7: 3-9.
- Peterson, E. T., y Chalif E. L. 1989. Aves de México. Editorial Diana, México, 473 p.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.Rproject.org/> (Consulta: mayo 2018).
- Rinkevich, S. E. 1991. Distribution and habitat characteristics of Mexican Spotted Owls in Zion National Park, Utah. Thesis, Humboldt State University, Arcata, California, USA. 62 p.
- Seamans, M. E., and R. J. Gutiérrez. 1999. Diet composition and reproductive success of Mexican spotted owls. *Journal Raptor Research* 33: 143-148.

- Seamans, M.E., and R. J. Gutiérrez. 2007. Habitat selection in a changing environment: the relationship between habitat alteration and spotted owl territory occupancy and breeding dispersal. *Condor* 109: 566-576. doi: 10.1650/8352.1
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana-059). 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. Poder ejecutivo Federal. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 30 diciembre de 2010.
- Silva-Piña, M. J., L. A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, C. Cortez-Romero, A. Velázquez-Martínez, J. Rafael-Valdez, y S. Ugalde-Lezama. 2018. Características del hábitat de sitios de descanso del búho manchado (*Strix occidentalis lucida*) en la Sierra Madre Occidental, México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología* 19: 141-156.
- Sklodowski, J., and Gryz J. 2012. Insects in the diet of the tawny owl (*Strix aluco*) in forest areas of central and north-eastern Poland. *Sylvan* 156: 36-46.
- Sydney, A. 1972. Mammals of Chihuahua taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Volume 148:2. New York. 410 p.
- Tarango, L. A., R. Valdez, F. Clemente, and G. Mendoza. 2001. Roost-site characteristics of Mexican spotted owls in Sierra Fria, Aguascalientes, Mexico. *Journal of Raptor Research* 35: 165-168.
- Tarango, L. A., R. Valdez, P. J. Zwank, and M. Cárdenas. 1997. Mexican spotted owl habitat characteristics in southwestern Chihuahua, Mexico. *Southwestern Naturalist* 42: 132-136.
- Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical Correspondence analysis: A new technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167-1179.

- U. S. Fish and Wildlife Service. 2012. Final Recovery Plan of the Mexican spotted owl (*Strix occidentalis lucida*), First Revision. U. S. Fish and Wildlife Service. Albuquerque, New Mexico. USA. pp: 413.
- USDI, Fish and Wildlife Service. 1993. Final rule to list the Mexican spotted owl as a threatened species. Federal Register 58: 14248-14271.
- Willey, D. W. and C. Van Riper. 2007. Home range characteristics of Mexican spotted owls in the canyonlands of Utah. Journal of Raptor Research 41: 10-15.
- XLSTAT. 2018. XLSTAT software. XLSTAT for Windows Release 19.5. Copyright Addinsoft 1995-2018. En línea: <https://www.xlstat.com/es/>. (Consulta: mayo 2018).
- Young, K. E. 1996. Diet Composition of Mexican Spotted Owls in southwestern Chihuahua and Aguascalientes, Mexico. Technical Report, New Mexico State University. Department of Fishery and Wildlife Science. Las Cruces, New Mexico. Pp: 18.
- Young, K. E., R. Valdez, P.J. Zwank, and W. R. Gould. 1998. Density and roost site characteristics of Spotted Owls in the Sierra Madre Occidental, Chihuahua, Mexico. The Condor 100: 732-736. doi.org/10.2307/1369756.
- Young, K. E., P. J. Zwank, R. Valdez, J. L. Dye, and L. A. Tarango. 1997. Diet of Mexican Spotted Owls in Chihuahua and Aguascalientes, Mexico. Journal Raptor Research 31: 376-380
- Wan, H. Y., K. McGarigal, J. L. Ganey, V. Laurent, B. C. Timm, and S. A. Cushman, 2017. Meta-replication reveals nonstationarity in multi-scale habitat selection of Mexican Spotted Owl. The Condor 119: 641-658. doi.org/10.1650/CONDOR-17-32.1.
- Ward, J. P., and W. M. Block. 1995. Mexican Spotted Owl prey ecology. Pages 1–48 in USDI Fish and Wildlife Service, recovery plan for the Mexican Spotted Owl, Volume II, Chapter 1. Albuquerque, New Mexico, USA.

- Willey, D. W. 2013. Diet of Mexican Spotted owls in Utah and Arizona. *The Wilson Journal of Ornithology* 125:775-781. doi.org/10.1676/13-026.1.
- Willey, D. W. 1998. Movements and habitat utilization by Mexican Spotted Owls in the Canyonlands of Utah. Dissertation, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA. 86 p.
- Zar J., H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. PrenticeHall, Inc. New Jersey. pp: 32-45.
- Ziegler, J.P., C. Hoffman, M. Battaglia, and W. Mell. 2017. Spatially explicit measurements of forest structure and fire behavior following restoration treatments in dry forests. *Forest Ecology and Management* 386: 112. doi:10.1016/j.foreco.2016.12.002.

## CONCLUSIONES GENERALES

En el centro-norte de la Sierra Madre Occidental, México, de octubre de 2016 a octubre de 2017 se dio seguimiento a nueve parejas adultas de *S. o. lucida*.

- Esta subespecie cantó (77.8 %) durante las cuatro estaciones del año; con un porcentaje mayor de cantos en la época reproductiva. Asimismo, se registraron vocalizaciones bajo condiciones meteorológicas de lluvia, nublado, soleado y parcialmente nublado.
- El territorio de descanso fue de  $0.81 \pm 0.77$  ha y utilizó las cuevas como percha con exposición norte y noreste, con un uso más frecuente en invierno (38.9 %) y en primavera (33.3 %).
- Si bien, Kernel Density es una herramienta adecuada, que ayuda a modelar los territorios de descanso del tecolote moteado mexicano, para tener una estimación real del tamaño de sus territorios, es necesario complementar los registros de esta subespecie y realizar estudios de campo intensivos abarcando un número mayor de estados.
- Se analizaron 316 egagrópilas con una longitud, diámetro y peso promedio de  $4.0 \pm 1.1$  cm,  $2.2 \pm 0.5$  cm y  $2.5 \pm 1.2$  g, respectivamente. El tamaño (longitud y diámetro) y peso de las egagrópilas del tecolote moteado mexicano ayudan a inferir el tipo de presas que consume.
- Se identificaron 657 presas consumidas por *S. o. lucida*, y con base en los resultados obtenidos se infiere que la dieta de esta subespecie se constituye principalmente de mamíferos pequeños, insectos y aves; la especie que consumió más fue *Peromyscus melanotis* (49.8 %), *Reithrodontomys megalotis* (8.4 %), *Neotoma mexicana* (5.9 %) y *Sorex vagrans* (4.7 %). El TMM presentó un consumo alimenticio especialista para mamíferos pequeños e insectos. Este comportamiento ha sido demostrado en las poblaciones de esta subespecie con distribución más norteña.
- *Strix occidentalis lucida* con un comportamiento de consumo especialista para mamíferos pequeños e insectos, por ser una subespecie amenazada y por su

asociación marcada a bosques de pino-encino, la convierten en una subespecie prioritaria para su conservación.

Los resultados de esta investigación complementan los resultados previos para entender la ecología de esta subespecie y establecen las bases para determinar los hábitats que *S. o. lucida* utiliza para forrajear. Asimismo, la información sobre los cantos, perchas, territorios de descanso y dieta del tecolote moteado mexicano son de utilidad para localizar a los TMM y establecer estrategias de manejo y conservación en sus áreas de distribución.