



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ABUNDANCIA, OCUPACIÓN Y DIETA DE LOS BÚHOS EN EL
ÁREA NATURAL PROTEGIDA DEL BICENTENARIO PIEDRA
CANTEADA EN SAN FELIPE HIDALGO, TLAXCALA, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

P R E S E N T A

ELADIO CÉSAR FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

DIRECTORA: DRA. PAULA LIDIA ENRÍQUEZ ROCHA

ASESOR INTERNO: DR. ANTONIO ALFREDO BUENO
HERNÁNDEZ



NOVIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“Ave que cantas de noche,
por ti muchos sienten reproche.
Y aunque nadie te oye al volar,
muchos temen tu canto escuchar.
De ti hablan mitos y falsedad,
Pero el servicio que vienes a brindar,
nuestra vida ayuda a mejorar”*

Eladio César Fernández Martínez

Este trabajo está dedicado a mi familia, por su inmenso apoyo y por creer en mí, y a mi Padre celestial por ser lo más maravilloso que tengo en esta vida.

Agradecimientos

Doy principalmente gracias a Dios por su amor y misericordia y ser siempre mi sustento en todos los momentos de mi vida.

Agradezco por el apoyo para la realización de esta tesis especialmente a...

Mis padres Eladio Fernández Saldívar y Rita Martínez Victoria por su constante apoyo, su amor y por su fe en mi para la realización de esta tesis.

Mi hermana María del Rayo Fernández Martínez por su apoyo y ayuda incondicional y sobre todo por su inmenso amor y comprensión.

Mis mentores y amigos la Dra. Paula Lidia Enríquez Rocha y el Dr. José Luis Rangel Salazar, por su hospitalidad y por su constante apoyo en la realización de esta tesis, por sus enseñanzas teóricas y prácticas y por sus comentarios y consejos que ayudaron a la culminación de este trabajo.

Mi mentor y amigo el Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández, por su apoyo y guía en la realización de esta tesis.

Mi amigo el Biol. Alejandro Gordillo Martínez, por sus consejos y ayuda para la realización de este trabajo.

Mi amigo el M. en C. José Raúl Vázquez Pérez, por su apoyo con la elaboración de los mapas y verificación de los datos, y por sus enseñanzas y consejos para el trabajo en campo.

Mi amigo el Dr. Roberto Sosa López quien me ayudó a conocer la importancia de un trabajo en campo bien hecho y la seriedad para lograrlo.

Mi familia y a la Dra. Paula Lidia Enríquez Rocha por el apoyo económico para la realización de esta tesis. Así como de IDEAWILD por el material donado para este proyecto.

Agradezco por la revisión de esta tesis a...

Mis sinodales la Dra. Paula Lidia Enríquez Rocha, el Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández, la M. en C. Nicté Ramírez Priego, el Biol. Cristobal Galindo Galindo y la M. en C. Marisela Valdés Riuz por sus comentarios y observaciones que permitieron incrementar la calidad y enriquecer el contenido de esta tesis.

Agradezco por el apoyo en la determinación taxonómica del material encontrado en las egagrópilas a...

El Dr. Joaquín Arroyo Cabrales por la determinación de los restos óseos de los mamíferos.

La M. en C. Nicté Ramírez Priego por la determinación de los pelos de guardia.

El Dr. Manuel Feria Ortiz por la determinación de las escamas de reptiles.

La Biol. María Magdalena Ordóñez Reséndiz por la determinación de los coleópteros.

Agradezco por el apoyo en el trabajo de campo a...

Mi padre Eladio Fernández Saldívar, a mi hermana María del Rayo Fernández Martínez y a mis amigos Alejandro García Ledesma, Pamela Lilian Mancilla, Eduardo Hernández Guadarrama, Jesús Bernardo Cruz Higareda, Monserrat Jacinto Montiel por apoyarme y no desfallecer en el trabajo de campo, que se no fue nada sencillo, y a mis amigos Don Santiago García Guzmán y su familia por el gran apoyo que nos dieron durante los recorridos nocturnos.

Agradezco por el permiso para trabajar dentro de Piedra Canteada y por el apoyo a...

Don Martín Morales, Isidro y Salvador Morales por su amabilidad y hospitalidad en el día que nos reunimos para platicar sobre este trabajo de tesis y a todos los socios de la Sociedad Social Solidaria Piedra Canteada por aprobar y proporcionar el apoyo para la realización de este trabajo.

Agradezco por la hospitalidad, la atención y el servicio brindado en los días que nos encontramos trabajando en Piedra Canteada a...

Los encargados en sus respectivos momentos Marlen Landeros y Gilberto Brindis Juárez por su apoyo y constante interés en nuestro bienestar dentro de Piedra Canteada.

Las socias Patricia Díaz Contreras, Mayte Juárez García, Paula Pérez Morales por su apoyo, hospitalidad y consideración en los días que se estuvo trabajando en Piedra Canteada.

Agradezco por su apoyo moral y por sus consejos a...

La Biol. Ma. De los Ángeles Galván Villanueva, por su apoyo, su ayuda y sus consejos.

La M. en IBSH. Angélica Flores Ramírez, por su apoyo desde que estoy en la carrera.

La M. en C. Erika Lourdes Ortiz Martínez por su apoyo desde que comencé la carrera.

Todos los biólogos, M. en C y doctores que fueron mis maestros a lo largo de la carrera.

Los integrantes del Museo de Zoología por su apoyo y enseñanzas.

A mis amigos Lalo, Obdulia, Alejandro, Pamela, Lirio, Jorge, Ángeles, Ana Laura, Vero, Lupe, Goreti, Emilia, Antonio (Toño), Ángelo, Bernardo, Carolina, Monserrat, Sinaí, Yaneli, Jaime y Gloria, les agradezco mucho su apoyo y su amistad.

Agradezco también a los búhos de Piedra Canteada, ya que sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

A todos ustedes ¡¡¡muchas gracias!!!

Índice de Figuras

	Páginas
Figura 1. Polígono del Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada (ANPBPC) en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista al suroeste del estado de Tlaxcala, México. Trayectos establecidos en este estudio.	18
Figura 2. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de <i>Tyto alba</i> durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos.	27
Figura 3. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de <i>Otus flammeolus</i> durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas la abundancia de las provocaciones auditivas.	27
Figura 4. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de <i>Megascops kennicottii</i> durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos.	28
Figura 5. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de <i>Bubo virginianus</i> durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas las provocaciones auditivas.	28
Figura 6. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de <i>Aegolius acadicus</i> durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas las provocaciones auditivas.	29
Figura 7. Constricciones presentes en el pelo de guardia de una musaraña (<i>Sorex sp.</i>). Cada flecha señala una constricción.	36
Figura 8. Patrón de bandas de color claro (C) y oscuro (O) en el pelo de guardia de una musaraña (<i>Sorex sp.</i>). El punto representa el extremo de la punta, las llaves indican las bandas oscuras. El patrón a partir de la punta es O-C-O-C-O-C-O-C-O-C.	37
Figura 9. Médula uniescalonada de un pelo de guardia de una musaraña (<i>Sorex sp.</i>).	37
Figura 10. Escamas de forma pétalo romboidal del pelo de guardia de una musaraña (<i>Sorex sp.</i>).	38

Índice de Tablas

	Páginas
Tabla 1. Índice de abundancia relativa de cinco especies de búhos por dos métodos de muestreo en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	26
Tabla 2. Medias mensuales de la abundancia relativa de cinco especies de búhos por dos métodos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	29
Tabla 3. Medias temporales de la abundancia relativa de cinco especies de búhos estimadas con dos métodos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).	30
Tabla 4. Proporción de las respuestas a provocaciones intra e interespecíficas de los búhos del Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	32
Tabla 5. Medias temporales de las respuestas a provocaciones auditivas intra-específicas (ITR) e inter-específicas (ITE) de tres especies de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).	32
Tabla 6. Índices de ocupación (Ψ) y probabilidades de detección (ρ) estimados para cinco especies de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	33
Tabla 7. Coeficientes de correlación de las variables de la vegetación que afectaron los índices de ocupación de <i>Bubo virginianus</i> en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	34
Tabla 8. Datos de las egagrópilas colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).	35
Tabla 9. Proporción y biomasa de las presas presentes en dos egagrópilas de <i>Otus flammeolus</i> colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.	39
Tabla 10. Proporción y biomasa de las presas presentes en una egagrópila de <i>Megascops kennicottii</i> colectada en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.	40
Tabla 11. Proporción y biomasa de las presas presentes en restos de dos egagrópila de <i>Bubo virginianus</i> colectados en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.	41

Tabla 12. Proporción y biomasa de las presas presentes en cinco egagrópilas de <i>Aegolius acadicus</i> colectados en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.	42
Tabla 13. Diversidad y medias de la diversidad de presas encontradas en las egagrópilas colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	43
Tabla 14. Frecuencia y biomasa temporal aportada por las presas encontradas en cinco egagrópilas de <i>Aegolius acadicus</i> en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (secas: enero-abril, lluvias: junio-septiembre, 2012).	44
Tabla 15. Medias temporales de la diversidad, frecuencia y biomasa de las presas encontradas en cinco egagrópilas de <i>Aegolius acadicus</i> en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (secas: enero-abril, lluvias: junio-septiembre, 2012).	45

Índice

	Páginas
Índice de Figuras	7
Índice de Tablas	8
Resumen	12
1. Introducción	13
1.1 Abundancia	13
1.2 Medición de la abundancia	13
1.3 Ocupación	14
1.4 La degradación de los bosques templados	14
1.5 Los búhos	15
1.6 La dieta de los búhos	15
1.7 Tlaxcala	16
2. Hipótesis	17
3. Objetivos	17
4. Métodos	18
4.1. Área de estudio	18
4.2. Abundancia relativa	20
4.2.1 Llamado espontaneo y provocación auditiva	20
4.3 Ocupación y probabilidad de detección	22
4.3.1 Características estructurales de la vegetación	22
4.4 Dieta	23
4.4.1 Trabajo de laboratorio (disgregación de las egagrópilas)	24
4.4.2 Trabajo de laboratorio (aclaración de pelos)	24
4.4.3 Cálculo de la biomasa y de la diversidad de las presas	25
4.5 Listado de fauna silvestre (presas potenciales de los búhos)	26
5. Resultados	27
5.1 Abundancia relativa	27
5.1.1 Abundancia relativa total	27
5.1.2 Abundancia relativa mensual	27
5.1.3 Abundancia relativa temporal (secas y lluvias)	31
5.1.4 Comparación entre métodos	32
5.1.5 Respuestas a provocaciones	32
5.1.6 Respuestas intraespecíficas e interespecíficas por temporada (secas y lluvias)	33
5.2 Ocupación y probabilidad de detección	34
5.2.1 Índices de ocupación y probabilidad de detección	34
5.2.2 Relación de la ocupación con las variables de la vegetación	34
5.3 Dieta de los búhos	35
5.3.1 Egagrópilas	35
5.3.2 Determinación de las presas encontradas	36
5.3.3 Aclaración de pelos	36

5.3.4 Biomasa y proporción de las presas	39
5.3.4.1 <i>Otus flammeolus</i>	39
5.3.4.2 <i>Megascops kennicottii</i>	40
5.3.4.3 <i>Bubo virginianus</i>	41
5.3.4.4 <i>Aegolius acadicus</i>	42
5.3.5 Diversidad de las presas en las egagrópilas de los búhos	44
5.3.5.1 Diversidad de Margalef	44
5.3.5.2 Diversidad temporal (secas y lluvias)	44
5.3.6 Lista de fauna silvestre (presas potenciales)	46
6. Discusión	47
6.1 Abundancia	47
6.1.2 Abundancia temporal	50
6.1.3 Comparación de métodos	51
6.1.4 Respuestas a provocaciones inter-específicas	52
6.1.5 Respuestas intra-específicas e inter-específicas por temporada (secas y lluvias)	52
6.2 Ocupación y probabilidad de detección	53
6.2.1 Relación de la ocupación con las variables de la vegetación	54
6.3 Dieta	55
6.3.1 Diversidad	58
6.3.2 Lista de fauna silvestre (presas potenciales)	58
7. Conclusiones	60
8. Recomendaciones	61
9. Literatura citada	62
Anexo 1 Características de las especies de búhos registradas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada.	72
Anexo 2 Lista de la fauna silvestre (presas potenciales de los búhos) registrada en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).	85
Anexo 3 Especies, géneros o familias de presas reportadas como parte de la dieta de las especies de búhos estudiadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.	87

Resumen

Los estudios con búhos en México se han incrementado recientemente, sin embargo el conocimiento sobre la ecología de este grupo en nuestro país sigue siendo limitado. En este estudio se evaluó la abundancia relativa, la ocupación de cinco especies de búhos (*Tyto alba*, *Otus flammeolus*, *Megascops kennicottii*, *Bubo virginianus* y *Aegolius acadicus*) y su relación con once variables de la vegetación en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala. Adicionalmente se estudió la dieta de cuatro especies de búhos. El muestreo se realizó durante ocho meses, de enero-abril (temporada de secas) y junio-septiembre (lluvias) de 2012 por medio de dos métodos: llamados espontáneos (LE) y provocaciones auditivas (PA) en tres transectos de 2km cada uno en un bosque de pino-oyamel. Para estimar la ocupación se consideraron los registros de presencia y ausencia de cada especie en 30 estaciones (10 por transecto), y para la medición de las variables de la vegetación se usaron parcelas cuadradas en cada estación de muestreo. La dieta se determinó con base en el análisis de las egagrópilas colectadas. Las especies poco comunes fueron *A. acadicus* (LE: 0.33 ind/km, PA: 0.16ind/km), *B. virginianus* (LE: 0.14 ind/km, PA: 0.07 ind/km) y *O. flammeolus* (LE: 0.13 ind/km, PA: 0.06 ind/km), y las raras fueron *T. alba* (LE: 0.02 ind/km, PA: 0.0 ind/km) y *M. kennicottii* (LE: 0.01 ind/km, PA: 0.0 ind/km). La media de la abundancia de las especies entre meses y temporadas varió significativamente en *A. acadicus*, y solo varió entre temporadas en *O. flammeolus*. El mayor valor de ocupación fue para *A. acadicus* (0.53) y el menor valor fue para *M. kennicottii* (0.03). Al relacionar los valores de ocupación de *B. virginianus* con las variables de la vegetación, se encontró una relación positiva con la distancia a la fuente de agua más cercana y negativa con el número de troncos caídos por parcela. Los análisis de las egagrópilas mostraron que *O. flammeolus* se alimentó de artrópodos; *M. kennicottii* de aves e insectos, y *B. virginianus* y *A. acadicus* de mamíferos, reptiles y artrópodos. Estos resultados proporcionan un primer acercamiento a los patrones de abundancia, ocupación, y variables de la vegetación asociadas a esta, así como la dieta de las especies de búhos distribuidas en el noroeste de Tlaxcala.

Palabras clave: Búhos, bosque de pino-encino, abundancia, ocupación y dieta.

1. Introducción

1.1 Abundancia

Las poblaciones se definen como un grupo de organismos de la misma especie que ocupan un lugar determinado (Odum 1985, Sutton y Harmon 2006). Un atributo importante en las poblaciones es la abundancia, la cual permite conocer el número de individuos en un sitio determinado, y su variación puede estar determinada por las condiciones ambientales. Estas condiciones pueden ser la estructura del hábitat, condiciones climáticas, disponibilidad y abundancia de recursos (e.g. alimento y sitios de anidación) y la competencia intra e inter-específica por estos recursos (Newton 1998).

Otros factores que influyen en la variación en la abundancia de las poblaciones son la temporada reproductiva y las migraciones latitudinales (Newton 1998, 2002). Por ejemplo algunas especies se reproducen durante la temporada de secas y otras durante lluvias, lo que incrementa la abundancia de organismos juveniles (Newton 2002). Por otro lado, las especies migratorias que se desplazan a climas tropicales para finales de año, incrementan la riqueza y abundancia de individuos en zonas tropicales durante esta temporada (Newton 1998, COSEWIC 2010). Sin embargo, la respuesta de las especies ante las condiciones ambientales variará dependiendo de la historia de vida de cada especie (Newton 1998, Ramírez 2006).

1.2 Medición de la abundancia

Los cambios poblacionales pueden observarse en términos de abundancia (el número de individuos en una población aumenta o disminuye) y se pueden medir con índices de abundancia relativa (Ramírez 2006, Krebs 2013). Los índices son relativos en tiempo o distancia y hacen referencia a una población local (Odum 1972, Colinvaux 1980). El uso de estos índices proporciona información que permite determinar cambios en las poblaciones, principalmente en regiones perturbadas (Ramírez 2006, Odat *et al.* 2009).

1.3 Ocupación

Además de la abundancia, recientemente se ha evaluado la ocupación la cual se define como la proporción de lugares ocupados por una especie (Mackenzie y Nichols 2004). La ocupación se estima con índices que pueden mostrar relaciones entre la distribución de las especies y características específicas en un hábitat (Mackenzie 2005, Hunt *et al.* 2012). En estudios recientes se ha demostrado que existen relaciones entre los patrones de ocupación de ciertas especies y la estructura de la vegetación (e.g. Rivera-Rivera 2012). Determinar los requerimientos de hábitat de las especies es importante para entender los procesos ecológicos dentro de las poblaciones y comunidades, y establecer programas para su conservación (Gibson *et al.* 2004). Sin embargo, la abundancia y ocupación de las especies está influenciada por la extensión y el estado de conservación de su hábitat (Lynch y Whigham 1984).

1.4 La degradación de los bosques templados

En México los bosques templados abarcan el 22.2% (32 millones de hectáreas) de la cubierta forestal (Semarnat 2013). Además estos bosques representan el mayor potencial de producción maderable en la región norte del país por lo que se encuentran amenazados (La Provincia de las Serranías Meridionales es el límite de la región norte de México, Vargas 2003). La degradación de los bosques ocasiona la pérdida de biodiversidad y disminución de servicios ambientales (Meneses 2009, Semarnat 2013). Entre los principales factores de mayor degradación de los bosques se encuentran los incendios naturales o inducidos, la deforestación por tala inmoderada, el pastoreo, incremento de áreas agrícolas y urbanas (Flores y Gerez 1994, Encina-Domínguez 2008, Semarnat 2013). Estos cambios en los bosques son la causa de que muchas especies se encuentren en peligro de extinción o amenazadas (Desonie 2008). Sin embargo, cada especie responde de forma específica ante la degradación de los bosques, porque los cambios podrían beneficiarlas o perjudicarlas (Ugalde-Lezama *et al.* 2009).

La degradación en los bosques produce cambios en la estructura de la vegetación lo que puede ocasionar cambios de abundancia, riqueza y ocupación en las poblaciones de especies animales como las aves. Ugalde-Lezama *et al.* (2012) mencionan que la estructura del hábitat es uno de los factores más importantes en la conformación de las poblaciones de aves, determinando su abundancia y distribución. Los factores como la riqueza de especies, la abundancia y la distribución están estrechamente relacionados con lo heterogéneo de la vegetación (Nocedal 1984, Gabbe *et al.* 2002). Además, los patrones de ocupación de las especies de aves dependerán de los requerimientos de hábitat de cada especie (Rivera-Rivera 2010). La manera en que la estructura vegetal de los bosques del Eje Neo volcánico Transversal afecta la abundancia y ocupación de las aves es poco conocida (Ugalde-Lezama *et al.* 2012).

1.5 Los búhos

Los búhos son un grupo de aves pertenecientes al orden Strigiformes y son importantes en los ecosistemas, ya que actúan como reguladores de poblaciones de otros organismos (Newton 1998). Esto evita que las poblaciones de sus presas lleguen a superar el límite donde el ambiente ya no pueda sustentarlas (la capacidad de carga; Turk *et al.* 1984, Newton 1998). En México se han registrado 32 especies de búhos (Rodríguez-Estrella *et al.* 2006), de las cuales el 68% (22) se encuentra en alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). Este grupo de aves ha sido poco estudiado en ambientes tropicales, aunque recientemente se han incrementado estudios con búhos en México y donde abordan la abundancia y la ocupación en comunidades (e. g. Martínez-Ortega 2010, Rivera-Rivera *et al.* 2012). Sin embargo, nuestro conocimiento sobre la ecología de estas aves sigue siendo limitado (Valencia-Herverth *et al.* 2012).

1.6 La dieta de los búhos

El estudio de la dieta en general nos permite entender más sobre la biología y ecología de las especies (Newton 2002), además de conocer las relaciones tróficas con sus presas y la competencia intra-específica por el alimento (Ganey y Block 2005). Los búhos consumen

una gran diversidad de presas (e.g. artrópodos, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos pequeños y medianos), aunque algunas son generalistas y otras especialistas. Por ejemplo, las especies de búhos generalistas se alimentan de una gran variedad de presas, y por lo general son territoriales (aunque en ocasiones se mueven a otras regiones; Newton 1998, 2002, Kavanagh 2002). Por otra parte las especies de búhos especialistas se alimentan de presas específicas, por lo que en momentos de escases las poblaciones pueden migrar o moverse a otras regiones en búsqueda de alimento (Newton 1998, 2002, Kavanagh 2002, Bowman, *et al.* 2010). Por ejemplo, la dieta de los búhos puede variar entre temporadas si la abundancia y disponibilidad de sus presas cambia. En Australia *Ninox novaeseelandiae* se alimenta principalmente de insectos, pero en invierno se alimenta principalmente de mamíferos pequeños (Nabb 2002).

1.7 Estado de Tlaxcala

El estado de Tlaxcala presenta una cobertura vegetal de 75 831 ha, lo que equivale al 19% del área del estado. Sin embargo, Tlaxcala cuenta con 21 Áreas Naturales Protegidas, un Parque Nacional y 51 Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (Semarnat 2012).

2. Hipótesis

La abundancia de las especies de búhos puede variar de acuerdo a las condiciones temporales (secas y lluvias).

Los índices de ocupación de las especies de búhos pueden estar relacionados con algunas variables de la vegetación.

Los búhos generalistas se alimentan de una gran variedad de presas, por lo tanto presentarán mayor diversidad de organismos en sus egagrópilas.

3. Objetivos

- 1) Determinar la abundancia relativa y su variación estacional de las especies de búhos en El Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala.
- 2) Estimar los índices de ocupación y probabilidad de detección de las especies de búhos en el área de estudio.
- 3) Relacionar los índices de ocupación de cada especie de búho con las variables de la vegetación.
- 4) Describir los componentes de la dieta de las especies de búhos en el área de estudio.

4. Métodos

4.1. Área de estudio

El Área Natural Protegida del Bicentenario “El Innominado” Sociedad de Solidaridad Social (SSS) “Piedra Canteada” (en adelante ANPBPC) se encuentra en la colonia de San Felipe Hidalgo en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, Tlaxcala (19° 26' 53.9", 19° 27' 57.6 LN y 98° 34' 48.32", 98° 37' 45.8" LO; Figura 1). Anteriormente esta área era una Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre, pero en noviembre de 2011 fue decretada como Área Natural Protegida del Bicentenario (Semarnat 2012).

El ANPBPC tiene 632 has con una elevación que varía entre los 2753 y 3322 metros sobre el nivel del mar. El ANPBPC presenta un clima templado subhúmedo [C (w'') (w') b (1) g], con una temperatura media anual entre 12 y 18° C, y la precipitación media anual fluctúa entre 700 y 1000mm (INEGI 2011). La época de lluvias es durante el verano siendo de junio a agosto los meses más lluviosos (INEGI 2011). La vegetación dominante se compone por bosques de pino y oyamel. Las especies dominantes en los bosques de pino son *Pinus montezumae*, *P. pseudostrobus*, y *P. teocote*, que suelen estar asociados con encinos como *Quercus crassipes*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*. En los bosques de oyamel la especie dominante es *Abies religiosa*, que a su vez contienen en su masa forestal *Alnus jorullensis*, *Salix paradoxa* y *Arbutus xalapensis*. Presenta además un bosque de juniperus (INFDM 2008, Ayuntamiento de Nanacamilpa 2011).

Diez especies de búhos se han registrado para el estado de Tlaxcala, siete residentes (*Tyto alba*, *Otus flammeolus*, *Megascops kennicottii*, *M. trichopsis*, *Bubo virginianus*, *Glaucidium gnoma* y *Aegolius acadicus*) y tres migratorias neotropicales (*Asio flammeolus*, *A. otus* y *Athene cunicularia*). Esta riqueza representa el 31.2% de las especies de búhos en México, sin embargo no existen estudios previos sobre búhos para el estado (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

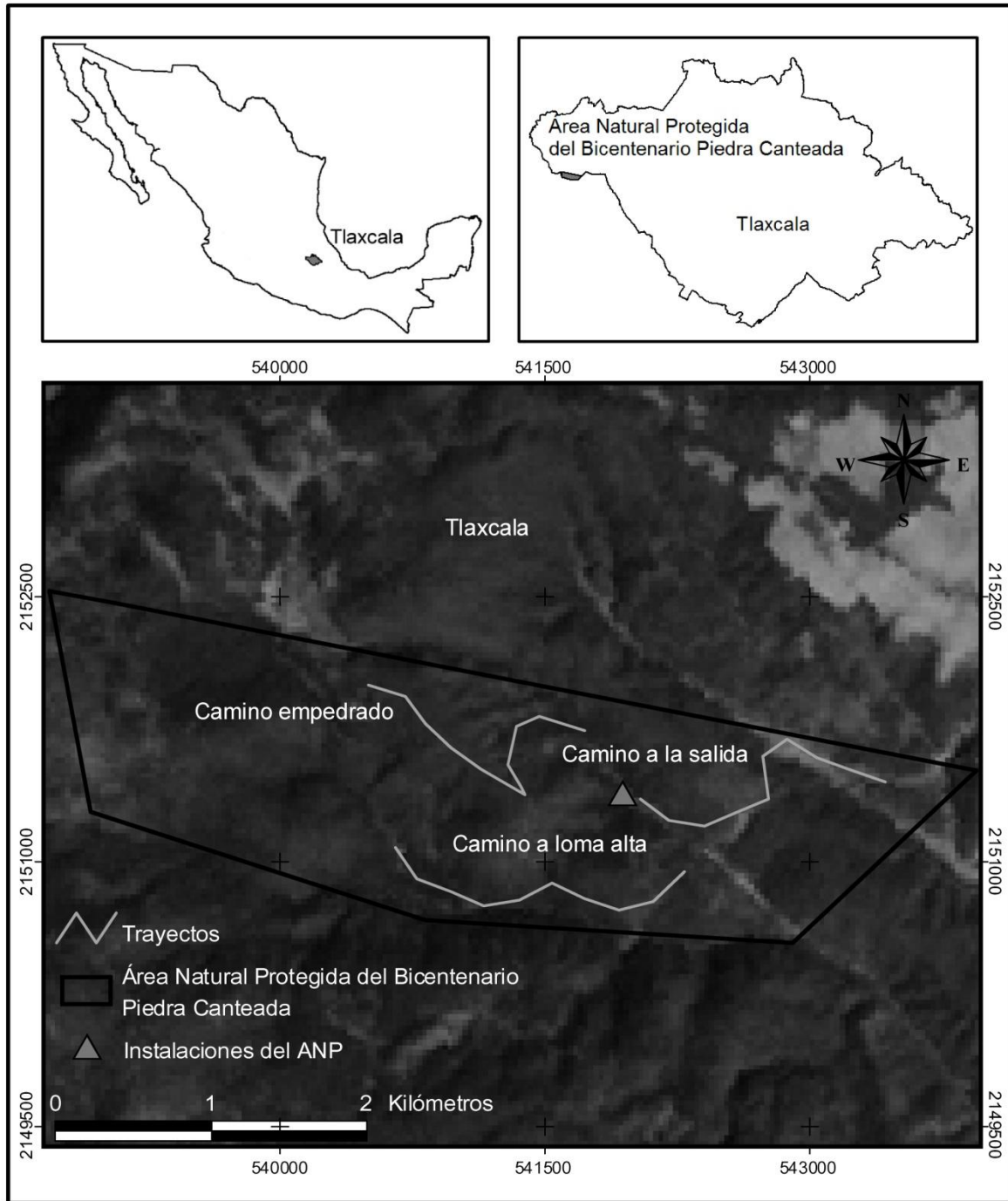


Figura 1. Polígono del Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada (ANPBPC) en el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista al suroeste del estado de Tlaxcala, México. Trayectos establecidos en este estudio.

4.2. Abundancia relativa

Para estimar la abundancia relativa de los búhos, se recorrieron tres transectos lineales de 2 kilómetros cada uno (i.e. El Camino Empedrado (CEP), el Camino a la Salida (CSA) y el Camino a Loma Alta (CLA; Figura 1) donde se utilizaron dos métodos de muestreo, las provocaciones auditivas y los llamados espontáneos (Forsman 1983, Fuller y Mosher 1987, Frith *et al.* 1997, Mazur *et al.* 1998, Enríquez y Rangel-Salazar 2001). Cada transecto se dividió en diez estaciones o puntos de conteo cada 200m, y se recorrieron dos veces mensuales durante ocho meses (enero-abril, junio-septiembre de 2012) cubriendo la temporadas de secas y lluvias. Todos los transectos se recorrieron caminando.

4.2.1 Llamado espontáneo y provocación auditiva

Los índices de abundancia relativa se estimaron por dos métodos de muestreo. El llamado espontáneo que consiste en permanecer 10 minutos por estación para registrar los individuos y especies que emitan sus vocalizaciones (Fuller y Mosher 1987, Enríquez y Rangel-Salazar 2001). Y la provocación auditiva que consiste en utilizar llamados pregrabados durante tres minutos y registrar todos los organismos y especies que respondan a la provocación (Forsman 1983, Fuller y Mosher 1987, Frith *et al.* 1997, Mazur *et al.* 1998, Enríquez y Rangel-Salazar 2001). Se ha sugerido que este método incrementa el número de individuos que uno puede registrar por recorrido (Enríquez y Rangel-Salazar 2001, Martínez Ortega 2010).

Todos los muestreos iniciaron al anochecer (20:30 hrs en horario de invierno) y duraron aproximadamente 3 horas. Para las provocaciones auditivas se seleccionaron cinco especies de búhos que podrían ser habitantes potenciales en el área. Las especies fueron *Tyto alba*, *Megascops kennicottii*, *Bubo virginianus*, *Glaucidium gnoma* y *Aegolius acadicus* (Anexo 1). En cada estación de la primera mitad del transecto (estaciones 1 a 5) se emitió una provocación de una especie seleccionada al azar, este mismo orden se repitió en la segunda mitad del transecto (6 a 10). Las provocaciones para cada especie consistieron en una edición de tres minutos y se emitieron con una grabadora estero Sony ICD-UX71 y

un altavoz AUVIO 4000037. Cada periodo de muestreo consistió en diez minutos por estación, con 2 minutos iniciales para escuchar alguna vocalización, 3 minutos de provocación y 5 minutos para escuchar alguna respuesta a la provocación. En los periodos para escuchar, se contaron los individuos y especies detectados. Las vocalizaciones registradas en los primeros 2 minutos se consideraron llamados espontáneos, y las vocalizaciones de las especies detectadas en los 5 minutos posteriores a la provocación fueron respuestas a provocaciones auditivas. Cada vez que en una estación se registró un llamado espontáneo, la provocación no fue emitida y se permaneció 10 minutos para registrar cualquier otro llamado espontáneo. Para evitar contar a un individuo más de una vez, se determinó su ubicación aproximada por triangulación (Enríquez y Rangel-Salazar 2001, Alba-Zúñiga *et al.* 2009, Valencia-Herverth *et al.* 2012). La triangulación se realizó con dos brújulas en dos puntos separados por 50m.

Las vocalizaciones de *T. alba*, *M. kennicottii*, *G. gnoma* y *A. acadicus* se obtuvieron de Hardy *et al.* (1990) y la de *B. virginianus* de Xeno-Canto (2011a). La especie *O. flammeolus* no se había considerado en el protocolo original, pero se registró su vocalización de forma espontánea y respondió a provocaciones interespecíficas (provocaciones de otras especies de búhos) por lo que se incluyó en los resultados (se realizaron provocaciones intraespecíficas de esta especie (provocaciones de la misma especie) en el último mes de muestreo, septiembre, Xeno-Canto 2011b).

La abundancia relativa se consideró como el número de individuos de búhos detectados de cada especie por kilómetro recorrido (Ind/Km) (Enríquez 1995, Rivera-Rivera *et al.* 2012). Las especies fueron comunes cuando su abundancia fue ≥ 0.86 Ind/Km, poco comunes cuando su abundancia fue < 0.85 Ind/km y ≥ 0.1 Ind/km, y raras cuando la abundancia fue ≤ 0.09 Ind/km (Enríquez 1995, Enríquez y Rangel-Salazar 2001).

Para determinar diferencias en los promedios mensuales de la abundancia de cada especie se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA). Para comparar los promedios temporales de las abundancias obtenidos por los dos métodos de muestreo (llamados espontáneos y provocación auditiva), y los promedios temporales del número de

respuestas a provocaciones auditivas intra-específicas e inter-específicas, se usó una prueba de t-Student. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa OpenStat (2008).

4.3 Ocupación y probabilidad de detección

Para determinar los índices de ocupación (Ψ) de cada especie, se usaron los registros de presencia (1) y ausencia (0) en todas las estaciones establecidas en el ANPBPC (N=30, Mackenzie y Nichols 2004, Mackenzie 2005). La ocupación se calculó como la historia de encuentros por especie por punto de muestreo (Rivera-Rivera *et al.* 2012). También se calculó el índice de probabilidad de detección (ρ) de cada especie que corresponde a la probabilidad de que un organismo (estando presente) se detecte en un punto de muestreo (Mackenzie 2005). La historia de encuentros por especies para estimar los índices de ocupación y probabilidad de detección se analizó con el programa PRESENCE (Hines 2006). Para la estimación de la ocupación el modelo asume los siguientes supuestos: 1) las poblaciones en los sitios de muestreo son cerradas, y 2) no existen cambios demográficos ni dispersión a otras áreas.

4.3.1 Características estructurales de la vegetación

En cada estación de muestreo (N=30) se establecieron parcelas de 22x22m (Ramírez 2006) y se midieron siete variables estructurales de la vegetación y cuatro variables fisiográficas (Rivera-Rivera *et al.* 2012). Solo los árboles con un diámetro a la altura del pecho igual o mayor a 20cm se consideraron para la medición de las variables estructurales de la vegetación. Las variables estructurales de la vegetación fueron a) abundancia de árboles por parcela (individuos/parcela), b) promedio de la altura de los árboles (m), c) promedio del diámetro a la altura del pecho (DAP, cm) d) promedio del área basal de los árboles (cm²), e) promedio del porcentaje de la cobertura del dosel de cinco medidas f) número de troncos caídos dentro de la parcela y g) altura máxima del dosel (m). El porcentaje de la cobertura del dosel se midió con un densiómetro esférico casero. El DAP se calculó midiendo la circunferencia del tallo principal a la altura del pecho y dividiéndola por el

valor de π (3.1416, Rivera-Rivera *et al.* 2012). El área basal se calculó como DAP al cuadrado multiplicado por π y dividido por 4 (Ramírez 2006).

Las variables fisiográficas consideradas fueron a) tipo de disturbio en la cobertura vegetal y uso de suelo (el tipo de disturbio se midió de una manera semicuantitativa, 0: No hay disturbio aparente, 1: evidencia de incendios, 2: evidencia de extracción de leña, 3: cultivos o presencia de parcelas de cultivos y 4: evidencia de pastoreo, Rivera-Rivera *et al.* 2012), b) distancia a la fuente de agua más cercana (m), c) distancia al área abierta más cercana (m) y d) distancia al asentamiento humano más cercano (m).

La relación de los índices de ocupación y las características estructurales de la vegetación (variables estructurales y fisiográficas) se determinó con un modelo lineal generalizado. Cada una de las variables medidas se analizó por separado con el modelo de regresión múltiple *Forward Stepwise Multiple Regression* para remover interacciones no significativas. Solo se consideró significativas a la relaciones con probabilidad ($P \leq 0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa OpenStat (2008).

4.4 Dieta

Durante los ocho meses de muestreo se buscaron intensivamente (20hr/mes) los posaderos y las egagrópilas de los búhos en el ANPBPC. Los puntos de búsqueda se establecieron en los lugares donde se detectó al menos un búho (generalmente los individuos que vocalizaron la noche anterior). Al encontrar una egagrópila se obtuvieron datos de colecta: especie a la que pertenece, fecha, lugar donde fue colectada, si se encontraba bajo un árbol o no, si estaba sobre el camino o entre la vegetación, si era fresca o vieja. Posteriormente cada egagrópila se midió a lo largo y ancho. Las egagrópilas encontradas se secaron al sol en charolas de papel aluminio para eliminar la humedad y evitar su descomposición.

4.4.1 Trabajo de laboratorio (disgregación de las egagrópilas)

Cada egagrópila se pesó con una balanza analítica y posteriormente se colocó en una caja de Petri con agua por varios minutos para facilitar la separación de sus componentes con agujas de disección. Con un microscopio estereoscópico Velab VE-S1 se identificaron y clasificaron los restos encontrados de acuerdo al tipo de presa (artrópodos, reptiles, aves y mamíferos; Hernández-Muñoz y Mancina 2011).

Para determinar los artrópodos, los restos encontrados se compararon con artrópodos colectados en el ANPBPC y con ejemplares de la colección Coleopterológica del Museo de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM (FES Zaragoza). El número de artrópodos en cada egagrópila se estimó al contar las cápsulas de cabezas y el número de élitros presentes. Los reptiles se determinaron por la comparación de las escamas encontradas con ejemplares de la colección Herpetológica del Museo de Zoología de la FES Zaragoza. Los individuos se contaron por el número de uñas encontradas o por lo menos la presencia de escamas en la egagrópila. Para determinar las aves, las plumas encontradas se compararon con las plumas de los organismos capturados (y posteriormente liberados) en el ANPBPC. El número de aves se estimó por la presencia de plumas de diferentes especies, siempre que la diferencia fuera notable. Por otro lado los restos óseos de mamíferos como cráneos, mandíbulas y fémures se determinaron por medio de la comparación con ejemplares del Laboratorio de Paleozoología del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Los mamíferos se contaron con el número de cráneos o fémures o por lo menos la presencia de pelo en la egagrópila. Cuando fue posible los restos se determinaron hasta género y especie.

4.4.2 Trabajo de laboratorio (aclaración de pelos)

Cada vez que una egagrópila no contenía suficiente material óseo para poder identificar a la presa y estaba conformada por pelos, se utilizó el método de aclaramiento de pelos de guardia para determinar el taxón (Arita 1985). Los pelos de guardia se identificaron por presentar coloración muy marcada y ser los pelos más largos. Los pelos fueron separados

con agujas de disección bajo un microscopio estereoscópico Velab VE-S1 y colocados en tetracloruro de carbono por 20 min para limpiarlos. Una vez limpios los pelos se colocaron en un frasco con xilól por 24 horas para poder aclararlos. Después de este periodo se colocó un pelo en un portaobjetos limpio y antes de que el xilól se evaporara se fijó con grenetina glicerizada y un cubreobjetos, posteriormente se dejó secar por varias horas (Arita 1985). Cuando la placa estuvo seca, se limpiaron los residuos de grenetina con un algodón humedecido y se observó en un microscopio óptico Carl-Zeiss Primo Star (con oculares 10x) con los objetivos 40x y 100x. Las características de los pelos que se consideraron para la determinación taxonómica fueron la forma del pelo, el patrón de las bandas, el tipo de médula, la presencia o no de constricciones y la forma de las escamas (Arita 1985).

4.4.3 Cálculo de la biomasa y de la diversidad de las presas

La biomasa aportada por las presas para cada especie de búho se estimó multiplicando el peso promedio de las presas con su frecuencia de aparición en las egagrópilas (Rains 1997, Enríquez y Cheng 2008). La biomasa aportada de cada grupo de presas se expresó en porcentaje con respecto al valor de la biomasa total (biomasa aportada por todas las presas, Rains 1997). El peso de las presas se obtuvo de literatura y páginas web especializadas y directamente de algunos ejemplares pesados en laboratorio (artrópodos, Smith *et al.* 1999, Ceballos y Oliva 2005, Ramírez-Pulido *et al.* 2005, Arizmendi *et al.* 2010, Meiri 2010). Las presas con un peso < 0.01g no se consideraron para el cálculo de la biomasa. La frecuencia de aparición de todas las presas se expresó en porcentaje con respecto al total de organismos encontrados.

La diversidad de las presas en la dieta de los búhos se calculó con el índice de diversidad de Margalef. Los promedios temporales de la diversidad de la dieta se compararon con una prueba t-Student para las especies que contaron con material (egagrópilas) de ambas temporadas. La comparación de los promedios de la diversidad de la dieta entre especies se realizó con un análisis de varianza (ANDEVA). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa OpenStat (2008)

4.5 Listado de fauna silvestre (presas potenciales de los búhos)

Para obtener un listado de las posibles presas potenciales de los búhos, durante el periodo de muestreo se capturaron y observaron artrópodos, reptiles, aves y mamíferos. Los artrópodos (coleópteros) se capturaron en las noches a lo largo de los transectos y se determinaron en el laboratorio de coleopterología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM. Para el registro de aves, se utilizó una red de niebla de 3x12m con un esfuerzo de muestreo de 45 horas/red al mes. Las aves capturadas se identificaron con la guía de campo de Peterson y Chalif (2008). Todas las aves se liberaron en el mismo sitio de captura. Asimismo se registraron todas las aves observadas con binoculares. Los reptiles, principalmente lagartijas fueron capturadas en recorridos diurnos y liberadas en el sitio de captura después de fotografiarlas. Para el registro de mamíferos, se utilizaron cuatro trampas Sherman con cebo (mantequilla de cacahuate, avena y vainilla) que se colocaron durante la noche con un esfuerzo de muestreo de 180 horas/trampa por mes. Los roedores capturados se pesaron y midieron (longitud de la pata trasera, longitud de la oreja, longitud de la cola y longitud total) para identificarlos utilizando el libro “Los mamíferos silvestres de México” (Ceballos y Oliva 2005). Todos los individuos capturados fueron liberados en el sitio de captura. Otro método utilizado para registrar mamíferos fueron los rastros (i.e. excretas de conejo) encontrados a lo largo de los transectos. Cada rastro encontrado fue medido y fotografiado para su posterior identificación utilizando una guía de rastros y huellas (Aranda 2012). También se utilizaron redes de niebla (3x12m) en lugares cercanos a cuerpos de agua para capturar murciélagos con un esfuerzo de muestreo de 4.5 horas/ red al mes. Los individuos capturados se identificaron con una clave de campo para murciélagos (Medellín *et al.* 2008). Todos los murciélagos capturados fueron liberados en el sitio de captura.

5. Resultados

5.1 Abundancia relativa

5.1.1 Abundancia relativa total

Durante ocho meses de trabajo de campo (enero-septiembre) se registraron cinco especies de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada. Las especies fueron *Tyto alba*, *Otus flammeolus*, *Megascops kennicottii*, *Bubo virginianus* y *Aegolius acadicus*. La especie que presentó mayores índices de abundancia fue *A. acadicus* con 0.33 ind/km y la especie menos abundante fue *M. kennicottii* con 0.01 ind/km (Tabla 1). En el ANPBPC, *O. flammeolus*, *B. virginianus* y *A. acadicus* fueron consideradas especies poco comunes, mientras *T. alba* y *M. kennicottii* se consideraron especies raras.

Tabla 1. Índice de abundancia relativa de cinco especies de búhos por dos métodos de muestreo en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Especie	Método		t	P
	LE	PA		
	Ind/Km	Ind/Km		
<i>Tyto alba</i>	0.02	0.00	1.51	0.15
<i>Otus flammeolus</i>	0.13	0.06	0.97	0.35
<i>Megascops kennicottii</i>	0.01	0.00	1.00	0.33
<i>Bubo virginianus</i>	0.14	0.07	1.19	0.25
<i>Aegolius acadicus</i>	0.33	0.16	1.34	0.20

LE: Llamados espontáneos; PA: Provocaciones auditivas; t: Prueba t-Student; P: Probabilidad.

5.1.2 Abundancia relativa mensual

Las estimaciones de abundancia de las especies de búhos variaron en los meses de estudio, algunas especies no se registraron durante todo el muestreo. Por ejemplo, *T. alba* se registró solamente en dos meses y mostró la mayor abundancia relativa en agosto con el método de llamados espontáneos (Figura 2). Por otra parte *Otus flammeolus* se registró

en la mayoría de los meses y presentó los valores más altos de abundancia relativa durante enero (Figura 3).

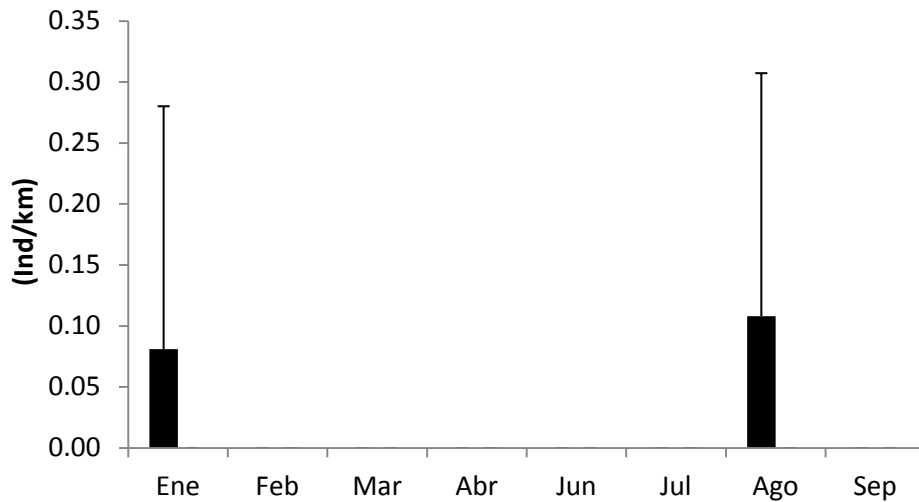


Figura 2. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de *Tyto alba* durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos.

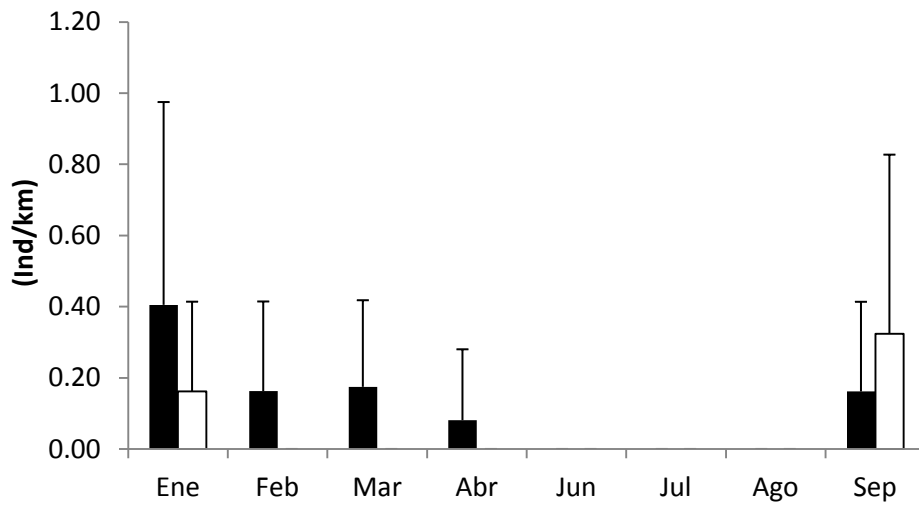


Figura 3. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de *Otus flammeolus* durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas la abundancia de las provocaciones auditivas.

Por otro lado, la especie *M. kennicottii* solamente se registró durante febrero, no teniendo ningún otro registro posterior (Figura 4). Pero *B. virginianus* prácticamente se registró durante todo el estudio, y mostró sus mayores registros en febrero, aunque estuvo ausente en julio (Figura 5). *Aegolius acadicus* también se registró prácticamente en todos los meses (excepto febrero), y obtuvo sus mayores abundancias en agosto (Figura 6).

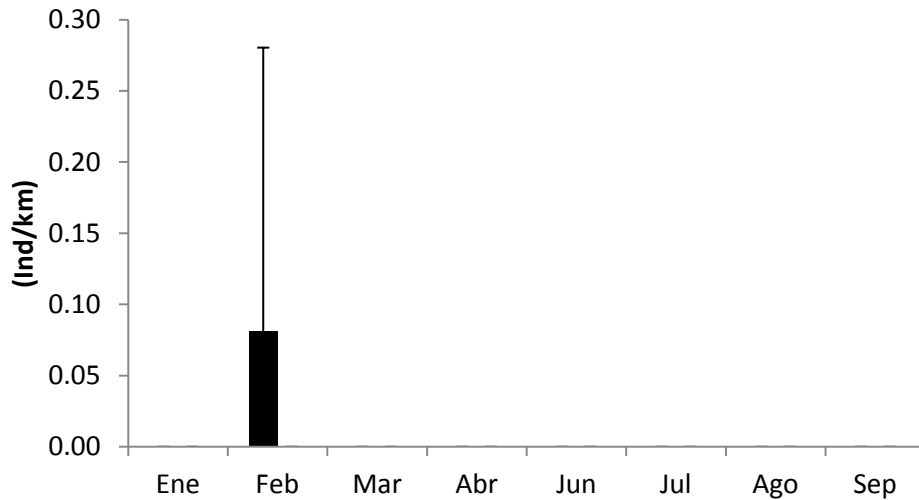


Figura 4. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de *Megascops kennicottii* durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos.

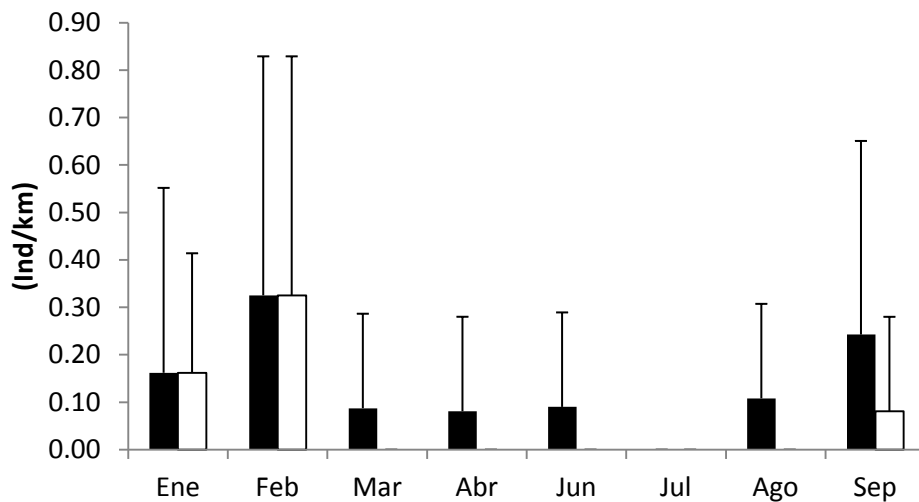


Figura 5. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de *Bubo virginianus* durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas las provocaciones auditivas.

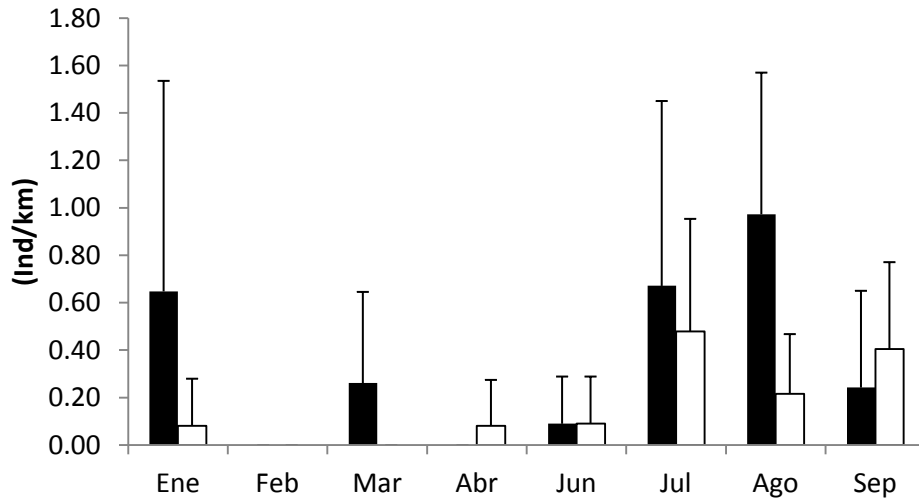


Figura 6. Abundancia relativa mensual (Ind/Km) de *Aegolius acadicus* durante 2012. Las barras negras representan la abundancia relativa de llamados espontáneos y las blancas las provocaciones auditivas.

Aunque todas las especies presentaron picos de abundancia, solo los promedios mensuales en los índices de abundancia relativa fueron diferentes para *A. acadicus* (llamados espontáneos $F_{7, 39} = 2.36$; $P < 0.05$ y provocaciones auditivas $F_{7, 39} = 2.37$; $P < 0.05$; Tabla 2). Y marginales con la provocación auditiva para *O. flammeolus* ($F_{7, 39} = 2.15$; $P = 0.06$ Tabla 2).

Tabla 2. Medias mensuales de la abundancia relativa de cinco especies de búhos por dos métodos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Especie	Método	Media mensual (\pm DS)	F	P
<i>Tyto alba</i>	LE	0.02 \pm 0.10	0.96	0.47
	PA	-	-	-
	LE	0.12 \pm 0.28	1.56	0.18
<i>Otus flammeolus</i>	PA	0.06\pm0.22	2.15	0.06
	LE	0.01 \pm 0.07	0.97	0.46
<i>Megascops kennicottii</i>	PA	-	-	-
	LE	0.13 \pm 0.30	0.70	0.67
<i>Bubo virginianus</i>	PA	0.07 \pm 0.23	1.83	0.11
	LE	0.32\pm0.55	2.36	0.04
<i>Aegolius acadicus</i>	PA	0.15\pm0.29	2.37	0.04

LE: Llamados espontáneos; PA: Provocaciones auditivas; DS: Desviación estándar.

5.1.3 Abundancia relativa temporal (secas y lluvias)

En las dos temporadas estudiadas, se registraron cuatro especies (*T. alba*, *O. flammeolus*, *B. virginianus* y *A. acadicus*). Aunque *T. alba* presentó un solo registro en cada temporada (Figura 2). Para el caso de *M. kennicottii* hubo solo un registro en la temporada de secas (Figura 4). Por otra parte *A. acadicus* presentó los mayores valores de abundancia durante la temporada de lluvias (Figura 6) mientras que *O. flammeolus* y *B. virginianus* tuvieron los mayores valores de abundancia durante la temporada de secas (Figura 3 y 6). Al comparar las medias de los índices de abundancia relativa por temporadas fue significativamente diferente para *O. flammeolus* con valores mayores en secas con el método de llamados espontáneos ($t= 2.04$; $P< 0.05$), y para *A. acadicus* con valores mayores en lluvias pero con el método de provocaciones auditivas ($t= -3.02$; $P< 0.005$; Tabla 3).

Tabla 3. Medias temporales de la abundancia relativa de cinco especies de búhos estimadas con dos métodos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).

Especie	Método	Media temporal (\pm DS)		t	P
		Secas	Lluvias		
<i>Tyto alba</i>	LE	0.02 \pm 0.10	0.02 \pm 0.10	-0.03	0.97
	PA	-	-	-	-
<i>Otus flammeolus</i>	LE	0.20\pm0.35	0.04\pm0.14	2.04	0.04
	PA	0.04 \pm 0.14	0.08 \pm 0.28	-0.69	0.49
<i>Megascops kennicottii</i>	LE	0.02 \pm 0.10	0.00 \pm 0.00	0.98	0.33
	PA	-	-	-	-
<i>Bubo virginianus</i>	LE	0.16 \pm 0.34	0.11 \pm 0.25	0.64	0.52
	PA	0.12 \pm 0.30	0.02 \pm 0.10	1.54	0.13
<i>Aegolius acadicus</i>	LE	0.22 \pm 0.52	0.42 \pm 0.57	-1.28	0.20
	PA	0.04\pm0.14	0.27\pm0.35	-3.02	0.004

LE: Llamados espontáneos; PA: Provocaciones auditivas; DS: Desviación estándar

5.1.4 Comparación entre métodos

En este estudio se estimaron índices de abundancia con el uso de dos métodos de muestreo, donde con el método de llamados espontáneos se registraron cinco especies de búhos (*T. alba*, *O. flammeolus*, *M. kennicottii*, *B. virginianus* y *A. acadicus*) y solamente tres especies de búhos (*O. flammeolus*, *B. virginianus* y *A. acadicus*) con las provocaciones auditivas. *Tyto alba* y *M. kennicottii* no respondieron a provocaciones inter e intra-específicas. Sin embargo, las otras tres especies si presentaron respuestas. Los registros de vocalizaciones de las cinco especies estudiadas fueron mayores con el método de llamados espontáneos, aunque las medias de los índices de abundancia relativa no variaron entre métodos ($P \geq 0.1$; Tabla 1).

5.1.5 Respuestas a provocaciones

Las tres especies que se registraron con el método de provocaciones auditivas, presentaron al menos una respuesta inter-específica. *Aegolius acadicus* respondió principalmente a provocaciones de su propia especie, y después a las provocaciones de *T. alba*, seguido de *B. virginianus* y *G. gnoma* a pesar de que esta última especie no se registró en el ANPBPC (Tabla 4). *Bubo virginianus* mostró respuestas a provocaciones de su propia especie y de *G. gnoma* (Tabla 4) y *O. flammeolus* respondió principalmente a provocaciones de *B. virginianus* y en menor proporción a provocaciones de *M. kennicottii* (Tabla 4).

Tabla 4. Proporción de las respuestas a provocaciones intra e interespecíficas de los búhos del Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Especie	Número de respuestas		Respuestas a provocaciones auditivas (%)					
	ITR	ITE	TA	OF	MK	BV	GG*	AA
<i>Tyto alba</i> (TA)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Otus flammeolus</i> (OF)	2	6	0	28.6	14.3	57.1	0	0
<i>Megascops kennicottii</i> (MK)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bubo virginianus</i> (BV)	6	1	0	0	0	85.7	14.3	0
<i>Aegolius acadicus</i> (AA)	7	8	26.7	0	0	20	6.7	46.7

ITR: Intraespecíficas, ITE: Interespecíficas, *: *Glaucidium gnoma*

5.1.6 Respuestas intraespecíficas e interespecíficas por temporada (secas y lluvias)

De las tres especies que presentaron respuestas inter e intra-específicas, *O. flammeolus* fue la única especie que presentó respuestas inter-específicas durante la temporada de secas, mientras que *B. virginianus* y *A. acadicus* presentaron en esta temporada respuestas intra-específicas. Por otro lado, *B. virginianus* presentó respuestas inter-específicas durante la temporada de lluvias, mientras que *O. flammeolus* y *A. acadicus* presentaron respuestas intra e inter-específicas. Sin embargo, solamente la media temporal del número de respuestas interespecíficas varió en *A. acadicus* ($t = -2.36$, $P < 0.05$; Tabla 5).

Tabla 5. Medias temporales de las respuestas a provocaciones auditivas intra-específicas (ITR) e inter-específicas (ITE) de tres especies de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).

Especie	Tipo de respuesta	Media temporal (\pm DS)		T	P
		Secas	Lluvias		
<i>Otus flammeolus</i>	ITR	0.0 \pm 0.0	0.5 \pm 1.0	-1	0.39
	ITE	0.25 \pm 0.5	0.75 \pm 1.5	-0.63	0.55
<i>Bubo virginianus</i>	ITR	1.5 \pm 1.91	0.0 \pm 0.0	1.56	0.21
	ITE	0.0 \pm 0.0	0.25 \pm 0.5	-1	0.39
<i>Aegolius acadicus</i>	ITR	0.5 \pm 0.58	1.0 \pm 0.82	-1	0.35
	ITE	0.0\pm0.0	1.0\pm1.42	-2.63	0.04

DS: Desviación estándar.

5.2 Ocupación y probabilidad de detección

5.2.1 Índices de ocupación y probabilidad de detección

De las cinco especies de búhos estudiadas, *Aegolius acadicus* fue la que presentó el mayor índice de ocupación (Ψ) con 0.76 y con una probabilidad de detección (ρ) de 0.14 (Tabla 6). Por otro lado, la especie con menor valor fue *M. kennicottii* con 0.03 (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de ocupación (Ψ) y probabilidades de detección (ρ) estimados para cinco especies de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Especie	Ψ	$\rho \pm DS$
<i>Tyto alba</i>	0.1	0.006 \pm 0.003
<i>Otus flammeolus</i>	0.3	0.04 \pm 0.02
<i>Megascops kennicottii</i>	0.03	0.002 \pm 0.002
<i>Bubo virginianus</i>	0.26	0.09 \pm 0.03
<i>Aegolius acadicus</i>	0.53	0.09 \pm 0.02

DS: Desviación estándar.

5.2.2 Relación de la ocupación con las variables de la vegetación

Al relacionar los valores de ocupación de las especies de búhos con las variables estructurales de la vegetación y fisiográficas, solamente *B. virginianus* mostró correlación. Los índices de ocupación de *B. virginianus* se correlacionaron negativa con el número de troncos caídos ($t = -1.89$, $P = 0.06$, $R^2 = 0.11$), y positivamente con la distancia a la fuente de agua más cercana ($t = 2.31$, $P < 0.05$, $R^2 = 0.16$; Tabla 7).

Tabla 7. Coeficientes de correlación de las variables de la vegetación que afectaron los índices de ocupación de *Bubo virginianus* en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Variables estructurales	<i>Bubo virginianus</i>	
	T	R2
Abundancia de árboles	1.56	0.08
Promedio de ALA	0.05	0.0
Promedio del DAP	0.58	0.01
Promedio del AB	-1.25	0.05
Cobertura del dosel	0.03	0.0
Número de TC	-1.89	0.11**
Altura máxima del dosel	0.47	0.008
Variables fisiográficas		
Tipo de disturbio en COVUS	1.1	0.04
Distancia a FAM	2.31	0.16*
Distancia a AAM	1.49	0.07
Distancia a AHM	0.31	0.3

DAP: Diámetro a la altura del pecho, AB: Área basal, ALA: Altura de los árboles, TC: Troncos caídos, COVUS: Cobertura vegetal y uso de suelo, FAM: Fuente de agua más cercana, AAM: Área abierta más cercana, AHM: Asentamiento humano más cercano. *:P≤ 0.05, **:P=0.06.

5.3 Dieta de los búhos

5.3.1 Egagrópilas

Durante los ocho meses de muestreo se colectaron 10 egagrópilas de cuatro especies de búhos. Dos de *O. flammeolus*, una de *M. kennicottii*, dos de *B. virginianus* y cinco de *A. acadicus*. Las egagrópilas se colectaron en el área donde los búhos presentaron actividad la noche anterior a su colecta o por lo menos presentaron actividad constante en otras fechas en esa región, esto nos permitió identificar a que especie de búho pertenecían. La mayoría de las egagrópilas se colectaron completas y relativamente frescas (Tabla 8). Todas las egagrópilas se colectaron debajo de un árbol (oyamel o pino) y se encontraban sobre el mantillo o el sendero (Tabla 8).

Tabla 8. Datos de las egagrópilas colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril: secas, junio-septiembre: lluvias, 2012).

Egagrópilas	Fecha de colecta	Ancho (cm)	Largo (cm)	Peso (g)	Estado	Lugar de colecta	
						Bajo un árbol	Superficie
<i>Otus flammeolus</i>							
EGOF-1	22/04/2012	0.95	2.35	0.2	Fresca	Oyamel	Sendero
EGOF-2	22/04/2012	1	1.78	0.19	Fresca	Oyamel	Sendero
Medias		0.98	2.07	0.20			
<i>Megascops kennicottii</i>							
EGMK-1	12/03/2012	1.17	2.80	-	Fresca	Oyamel	Mantillo
<i>Bubo virginianus</i>							
EGBV-1	27/09/2012	-	-	0.29 *	Fresca	Pino	Mantillo
EGBV-2	27/09/2012	-	-	0.1 *	Fresca	Pino	Mantillo
Medias				0.20			
<i>Aegolius acadicus</i>							
EGAA-1	26/04/2012	1.10	1.95	0.40	Vieja	Pino	Mantillo
EGAA-2	26/04/2012	1.12	2.06	0.30	Vieja	Pino	Mantillo
EGAA-3	17/07/2012	1.40	1.55	0.20	Fresca **	Pino	Mantillo
EGAA-4	17/07/2012	1.52	2.98	0.40	Fresca **	Pino	Mantillo
EGAA-5	03/08/2012	1.19	1.92	-	Fresca	Pino	Mantillo
Medias		1.27	2.09	0.33			

*: Peso de los restos de una egagrópila, **: Egagrópila mojada por la lluvia

5.3.2 Determinación de las presas encontradas

En las diez egagrópilas colectadas, se registraron 83 presas. El 97.5% de las presas se lograron identificar a distintos niveles taxonómicos en el Museo de Zoología de la FES Zaragoza y en el Laboratorio de Paleozoología del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Por otro lado el 2.5% de las presas se determinaron hasta género con el método de aclaración de pelos de guardia.

5.3.3. Aclaración de pelos

En dos egagrópilas (una de *B. virginianus* y una de *A. acadicus*) se encontraron pelos de guardia completos. Con estos pelos, se elaboraron 5 placas de pelos aclarados (tres placas de *B. virginianus*, y dos placas de *A. acadicus*). Los cinco pelos presentaron las mismas

características: forma con constricciones (Figura 7), tienen cinco bandas de color bien definidas (Figura 8), la médula es uniescalonada (Figura 9) y las escamas son de forma pétalo romboidal (Figura 10). Todos los pelos correspondieron a musarañas del género *Sorex*.

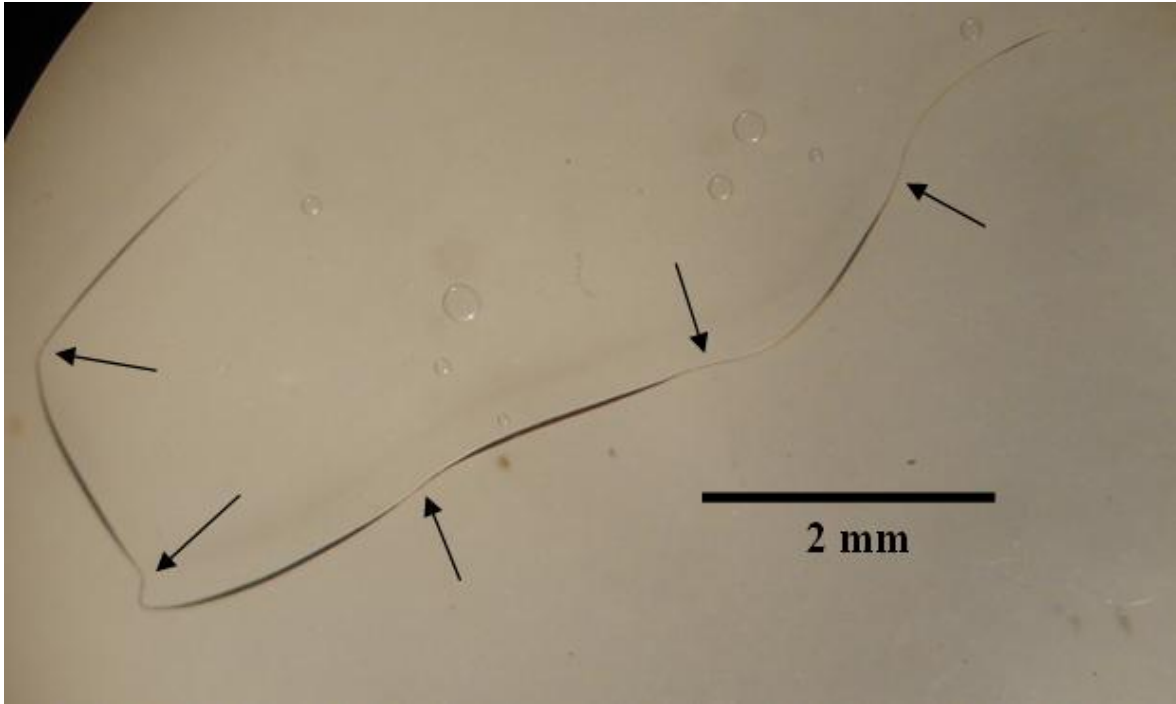


Figura 7. Constricciones presentes en el pelo de guardia de una musaraña (*Sorex sp.*). Cada flecha señala una constricción.

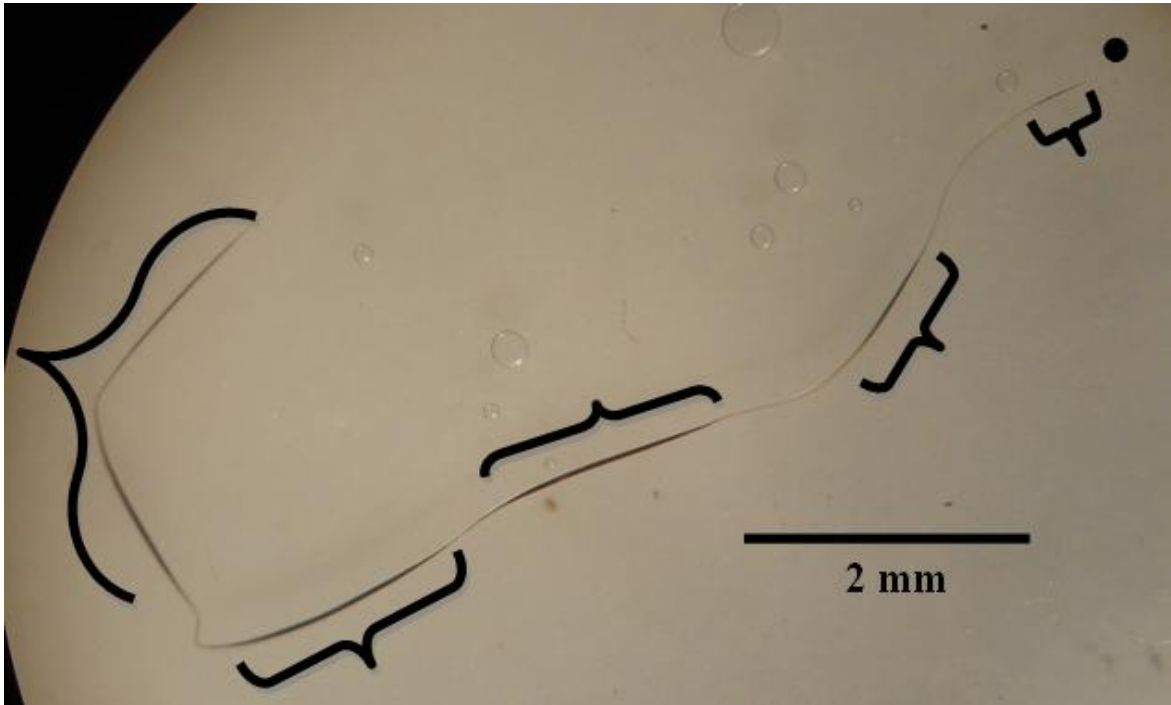


Figura 8. Patrón de bandas de color claro (C) y oscuro (O) en el pelo de guardia de una musaraña (*Sorex sp.*). El punto representa el extremo de la punta, las llaves indican las bandas oscuras. El patrón a partir de la punta es O-C-O-C-O-C-O-C-O-C.

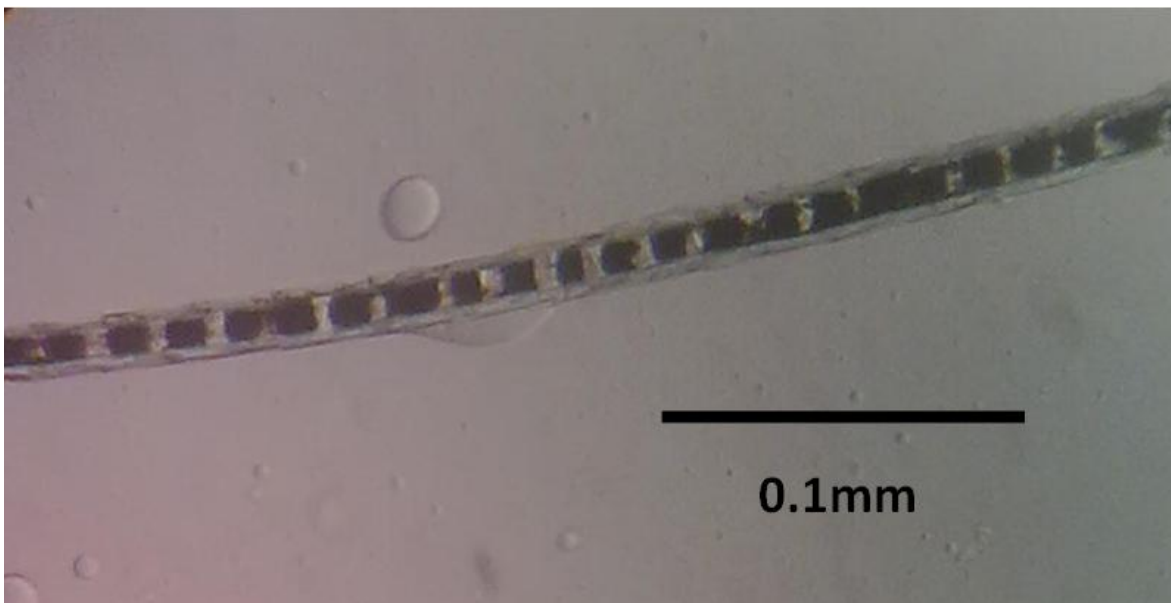


Figura 9. Médula uniescalonada de un pelo de guardia de una musaraña (*Sorex sp.*).



Figura 10. Escamas de forma pétalo romboidal del pelo de guardia de una musaraña (*Sorex sp.*).

5.3.4 Biomasa y proporción de las presas

5.3.4.1 *Otus flammeolus*

Las dos egagrópilas encontradas de *O. flammeolus* presentaron solamente invertebrados (coleópteros, ortópteros, arácnidos y quilópodos). Los coleópteros de la Familia Scarabaeidae (28.5%) fueron los más frecuentes y los menos frecuentes fueron los arácnidos (7.1%; Tabla 9). Toda la biomasa estimada correspondió a los insectos (Coleópteros 59.4% y Ortópteros 40.6%), la biomasa de los demás grupos no pudo calcularse por presentar pesos menores a 0.01g (Tabla 9).

Tabla 9. Proporción y biomasa de las presas presentes en dos egagrópilas de *Otus flammeolus* colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.

Taxa	Peso (g)	Frecuencia de las presas % (N)	Biomasa %
Artrópodos			
Artrópodos ID	°	7.1 (1)	*
Hexapoda			
Orthoptera			
Stenopelmatidae			
<i>Stenopelmatus sp.</i>	2	14.3 (2)	40.6
Coleoptera			
Scarabaeidae			
<i>Xyloryctes thestalus</i>	1.36	21.4 (3)	41.4
<i>Plusiotis orizabae</i>	1.77	7.1 (1)	18.0
Arachnida			
Aracnido ID	°	7.1 (1)	*
Chilopoda			
Quilópodo ID	°	14.3 (2)	*
Larvas ID	°	28.6 (4)	*
Total		100 (13)	100

ID: Indeterminados, °: Peso menor a 0.01g, *: Biomasa no calculada.

5.3.4.2 *Megascops kennicottii*

La única egagrópila colectada de *M. kennicottii* presentó tanto invertebrados como aves. Los insectos fueron las presas más frecuentes (86.7%), y las aves fueron las presas menos frecuentes con el 13.4%, donde *Hylocharis leucotis* representó el 6.7% al igual que la otra ave no identificada (Tabla 10). Por otro lado, la biomasa de los insectos no fue calculada por presentar valores de peso menores a 0.01g. Sin embargo, el peso del ave no identificada (usado para la estimación de la biomasa) correspondió al promedio del peso de las especies (presas potenciales) que presentaron plumas similares a las encontradas en la egagrópila. El ave no determinada aportó el 79.3% de la biomasa e *H. leucotis* el 20.7% (Tabla 10).

Tabla 10. Proporción y biomasa de las presas presentes en una egagrópila de *Megascops kennicottii* colectada en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.

Taxa	Peso (g)	Frecuencia de las presas % (N)	Biomasa %
Hexápodo			
Hexápodos ID	°	20 (3)	*
Diptera	°	66.7 (10)	*
Aves			
Aves ID	13.8 ^a	6.7 (1)	79.3
Trochilidae			
<i>Hylocharis leucotis</i>	3.6	6.7 (1)	20.7
Total		100 (15)	100

ID: Indeterminados, °: Peso menor a 0.01g, *: Biomasa no calculada, a: Peso estimado con base en el promedio del peso de aves (registradas en el ANPBPC) con plumaje similar al encontrado en la egagrópila.

5.3.4.3 *Bubo virginianus*

Los restos de las dos egagrópilas de *B. virginianus* presentaron insectos, reptiles y mamíferos. Los insectos fueron los más frecuentes donde *Xyloryctes thestalus* representó el 33.3% y los coleópteros no determinados el 22.2% (Tabla 11). Por otra parte los mamíferos (*Sorex sp.*) y los reptiles (*Barisia imbricata*) fueron los menos frecuentes representando cada uno el 22.2% (Tabla 11). Las lagartijas *B. imbricata* aportaron la mayor cantidad de biomasa (82%), mientras que los coleópteros no determinados aportaron la menor cantidad (0.03%; Tabla 11).

Tabla 11. Proporción y biomasa de las presas presentes en restos de dos egagrópila de *Bubo virginianus* colectados en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.

Taxa	Peso (g)	Frecuencia de las presas % (N)	Biomasa %
Hexapoda			
Coleoptera			
Coleópteros ID	0.01	22.2 (2)	0.03
Scarabaeidae			
<i>Xyloryctes thestalus</i>	1.36	33.3 (3)	3.5
Reptiles			
Anguidae			
<i>Barisia imbricata</i>	31.8	22.2 (2)	82
Mamíferos			
Soricomorpha			
Sorcidae			
<i>Sorex sp.</i>	5.6	22.2 (2)	14.4
Total		100 (9)	100

ID: Indeterminados.

5.3.4.4 *Aegolius acadicus*

Las cinco egagrópilas encontradas de *A. acadicus* presentaron mayor número de presas que el resto de las egagrópilas analizadas. En estas egagrópilas se registraron invertebrados, reptiles y mamíferos. Los insectos fueron las presas más frecuentes (Coleópteros 60%, Ortópteros 2.2% e Himenópteros 8.9%) mientras que los reptiles fueron los menos frecuentes (*Sceloporus megalepidurus* 6.7%; Tabla 12). Pero la mayor parte de la biomasa fue aportada por los mamíferos (roedores 75.1% y musarañas 8.6%; Tabla 12).

Tabla 12. Proporción y biomasa de las presas presentes en cinco egagrópilas de *Aegolius acadicus* colectados en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México.

Taxa	Peso (g)	Frecuencia de las presas % (N)	Biomasa %
Artropoda			
Artrópodos ID	°	4.4 (2)	*
Hexapoda			
Hexápodos ID	°	42.2 (19)	*
Coleoptera	°	15.6 (7)	*
Chrysomelidae			
<i>Zygogramma piceicollis</i>	0.01	2.2 (1)	0.02
Orthoptera			
Stenopelmatidae			
<i>Stenopelmatus sp.</i>	2	2.2 (1)	3.06
Hymenoptera			
Formidae	°	8.9 (4)	*
Arachnidae			
Arácnidos ID	°	8.9 (4)	*
Reptiles			
Squamata			
Phrynosomatidae			
<i>Sceloporus megalepidurus</i>	2.9	6.7 (3)	13.32
Mamíferos			
Rodentia			
Cricetidae			
<i>Peromyscus difficilis</i>	28	2.2 (1)	42.87
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	10.5	4.4 (2)	32.15
Soricomorpha			
Soricidae			
<i>Sorex sp.</i>	5.6	2.2 (1)	8.57
Total		100 (45)	100

ID: Indeterminados, °: Peso menor a 0.01g, *: Biomasa no calculada

5.3.5 Diversidad de las presas en las egagrópilas de los búhos

5.3.5.1 Diversidad de Margalef

De acuerdo con el índice de diversidad de Margalef, *A. acadicus* presentó la mayor diversidad de presas, y *M. kennicottii* presentó la menor diversidad de presas (Tabla 13). Sin embargo los promedios de la diversidad de presas no fueron diferentes entre especies ($F_{3,6} = 0.43$, $P=0.74$; Tabla 13).

Tabla 13. Diversidad y medias de la diversidad de presas encontradas en las egagrópilas colectadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Especie	Diversidad de presas	Media de diversidad de presas \pm DS
<i>Otus flammeolus</i>	2.23	1.83 \pm 0.56
<i>Megascops kennicottii</i>	1.16	1.16 \pm 1.16
<i>Bubo virginianus</i>	1.36	1.75 \pm 0.11
<i>Aegolius acadicus</i>	2.5	1.1 \pm 1.1

Comparación de las medias de diversidad		
Media total	F	P
1.38 \pm 0.84	0.43	0.74

5.3.5.2 Diversidad temporal (secas y lluvias)

De las egagrópilas colectadas solamente las de *A. acadicus* se colectaron en ambas temporadas. Dos de ellas en la temporada de secas y tres en la de lluvias. Sin embargo, la frecuencia y la diversidad de presas fue mayor en la temporada de secas pero la biomasa aportada fue mayor en lluvias (Tabla 14). Al comparar los promedios temporales de estas variables, solo la frecuencia de las presas en las egagrópilas fue diferente ($F_{20,1} = 4.06$, $P=0.05$; Tabla 15).

Tabla 14. Frecuencia y biomasa temporal aportada por las presas encontradas en cinco egagrópilas de *Aegolius acadicus* en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (secas: enero-abril, lluvias: junio-septiembre, 2012).

Presas	Frecuencia		Biomasa aportada (g)	
	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias
Artropoda				
Artrópodos ID	1	1	0	0
Hexapoda				
Hexápodos ID	19	0	0	0
Coleópteros ID				
Coleoptera	7	0	0	0
Chrysomelidae				
<i>Zygogramma piceicollis</i>	1	0	0.01	0
Orthoptera				
Stenopelmatidae				
<i>Stenopelmatus sp.</i>	1	0	2	0
Hymenoptera				
Formidae	4	0	0	0
Arachnidae				
Arácnidos ID	4	0	0	0
Reptiles				
Squamata				
Phrynosomatidae				
<i>Sceloporus megalepidurus</i>	3	0	8.7	0
Mamíferos				
Rodentia				
Cricetidae				
<i>Peromyscus difficilis</i>	0	1	0	28
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	0	2	0	21
Soricomorpha				
Soricidae				
<i>Sorex sp.</i>	1	0	5.6	0

Tabla 15. Medias temporales de la diversidad, frecuencia y biomasa de las presas encontradas en cinco egagrópilas de *Aegolius acadicus* en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (secas: enero-abril, lluvias: junio-septiembre, 2012).

Variable	Media temporal \pm DS		F	P
	Secas	Lluvias		
Diversidad	2.03 \pm 0.78	0.48 \pm 0.83	4.35	0.13
Frecuencia	3.73 \pm 5.50	0.36 \pm 0.67	4.06	0.05
Biomasa	3.34 \pm 7.96	4.45 \pm 10.03	0.08	0.78

5.3.6 Lista de fauna silvestre (presas potenciales)

Un total de 50 especies se registraron durante este estudio; 10 especies de coleópteros, 3 de reptiles, 25 de aves y 12 de mamíferos (Anexo 2). De este listado, el 18% de las especies fueron registradas en las egagrópilas analizadas de los búhos.

6. Discusión

6.1 Abundancia relativa

Seis estudios de ornitofauna del estado de Tlaxcala mencionan por lo menos una especie de búho (Fernández *et al.* 2007). Por otro lado, otros estudios que hacen referencia a los búhos de Tlaxcala se enfocaron a la distribución de los búhos en México (Enríquez *et al.* 1993) y al estado actual de los estudios de aves rapaces en México (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006). Sin embargo, no existen estudios previos sobre las poblaciones de búhos en el estado de Tlaxcala.

En el estado de Tlaxcala se han reportado diez especies de búhos (*Tyto alba*, *Otus flammeolus*, *Megascops kennicottii*, *M. trichopsis*, *Bubo virginianus*, *Glaucidium gnoma*, *Athene cunicularia*, *Asio otus*, *A. flammeus* y *Aegolius acadicus*, Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006). Todas las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor internacionalmente (Least concern; de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2012). Por otra parte, *G. gnoma* y *A. cunicularia* se encuentran en la categoría de amenazadas según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Del total de las especies para Tlaxcala, ocho habitan en bosques de coníferas y pueden potencialmente distribuirse en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada (Peterson y Chalif 2008, Neotropical Birds 2010a-g). Para este estudio se seleccionaron cinco especies (*T. alba*, *M. kennicottii*, *B. virginianus*, *G. gnoma* y *A. acadicus*) para aplicar la provocación auditiva. Sin embargo, *Glaucidium gnoma* no estuvo presente durante el muestreo, esta especie presenta actividad vocal durante la tarde y el crepúsculo y se distribuye en bosques de coníferas en elevaciones altas (Enríquez *et al.* 1993, Holt y Petersen 2000, Peterson y Chalif 2008, Martínez-Ortega 2010). Nuestros muestreos comenzaron en el crepúsculo y la noche, por lo que es posible que el horario del muestreo haya reducido la probabilidad de detectar a esta especie (Martínez-Ortega 2010).

De las cinco especies registradas, *A. acadicus* presentó las mayores estimaciones de abundancia (Llamados espontáneos (LE): 0.33 ind/km, Provocaciones auditivas (PA): 0.16

ind/km; Tabla 1). Esta especie aunque se registró en 7 de los 8 meses del muestreo, las estimaciones de la abundancia variaron significativamente entre los meses (LE: $F_{7, 39} = 2.36$, $P < 0.05$; PA: $F_{7, 39} = 2.37$, $P < 0.05$; Tabla 2; Figura 6). Estudios realizados en los Estados Unidos y Canadá mencionan que *A. acadicus* es una especie que realiza migraciones en otoño provocando cambios en su abundancia local (Brittain *et al.* 2009, Bowman *et al.* 2010). Aunque esta especie presenta poblaciones residentes en México (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006), poco se conoce sobre los movimientos de individuos migratorios de esta especie (Lavariega *et al.* 2011). Sin embargo, la variación de la abundancia (vocalización) mensual de *A. acadicus* es una respuesta a los cambios en las condiciones ambientales y estacionales a lo largo del año (Enríquez y Rangel-Salazar 2001, Alba-Zúñiga *et al.* 2009).

Bubo virginianus fue la segunda especie con mayores registros en el ANPBPC (LE: 0.14 ind/km, PA: 0.07 ind/km; Tabla 1). Esta especie también se registró en 7 de los 8 meses de muestreo, pero no existió variación mensual en las estimaciones de abundancia (Tabla 2; Figura 5). Es probable que la estabilidad en la abundancia mensual de sus poblaciones este influenciada por el comportamiento territorial de esta especie. El comportamiento territorial permite que la abundancia local se mantenga estable, al no permitir la presencia de individuos ajenos al territorio (Vázquez-Pérez 2011). Los beneficios de este comportamiento en las especies de búhos permiten asegurar recursos como alimento, pareja y lugares para nidificar (Newton 1998). Sin embargo, el comportamiento territorial también produce la existencia de organismos no territoriales que pueden vivir de manera incógnita dentro de un territorio ocupado (Rohner 1997, Newton 1998). Los individuos no territoriales de *B. virginianus* no se pueden detectar con métodos convencionales, ya que no responden a las provocaciones ni emiten llamados espontáneos (Rohner 1997). La presencia de individuos no territoriales puede provocar que las estimaciones de abundancia de *B. virginianus* sean subestimadas.

Otus flammeolus por otro lado, fue la tercera especie más abundante en el ANPBPC (LE: 0.13 ind/km, PA: 0.06 ind/km; Tabla 1). Esta especie se registró en 5 de los 8 meses de muestreo y los promedios de abundancia no variaron mensualmente (Tabla 2; Figura 3).

Otus flammeolus es una especie que habita principalmente en bosques de coníferas (Weick 2006). En México existen poblaciones residentes, pero otras viajan durante la temporada de la migración neotropical desde Norteamérica a México y Centroamérica (Waterbury *et al.* 2009, COSEWIC 2010). Las poblaciones de *O. flammeolus* en el Eje Neovolcánico Transversal se han reportado como residentes (COSEWIC 2010). Sin embargo, la presencia de registros de *O. flammeolus* solo durante los meses de la migración neotropical, sugieren que los individuos de esta especie en el ANPBPC podrían ser de una población migratoria.

Tyto alba fue de las especies menos abundantes en el ANPBPC (LE: 0.02 ind/km; Tabla 1). Esta especie solo se registró en 2 ocasiones en todo el estudio pero los promedios mensuales de abundancia no fueron diferentes (Tabla 2; Figura 2). En este estudio *T. alba* no respondió a provocaciones auditivas, lo cual concuerda con Shawyer (2011) quien menciona que esta especie no defiende su territorio (siempre que no sea dentro de su área de reproducción) por lo que no responde a provocaciones auditivas. En este estudio registramos poca actividad de *T. alba*, aunque está asociada con áreas abiertas como pastizales o sembradíos (Weick 2006, Rocha *et al.* 2011). Además Golawski *et al.* (2003) mencionan que *T. alba* se encuentra fuertemente asociada a las construcciones antrópicas con cavidades y aberturas para anidar o habitar. El poblado de San Felipe Hidalgo (SFH) se encuentra a tres kilómetros del ANPBPC en los bordes del bosque y por comunicación directa de los habitantes (personal que labora el ANPBPC) se conoce que esta especie presenta actividad de manera cotidiana en el lugar. Es posible que la presencia de áreas abiertas en los bordes del bosque proporcionen condiciones (e.g. mayor disponibilidad de alimento) que favorezcan su presencia (Sberze *et al.* 2010, Vázquez Pérez 2011).

Megascops kennicottii fue la especie con menos registros en el ANPBPC (LE: 0.01 ind/km; Tabla 1), con un solo registro, pero los promedios mensuales de abundancia no fueron diferentes (Tabla 2: Figura 4). Esta especie es nocturna y habita bosques semiabiertos o regiones con árboles esparcidos (Weick 2006), el único registro fue en una región semiabierto pero que corresponde a un territorio de *B. virginianus*. Davis y Weir (2008) reportan que esta especie vocaliza más en periodos previos a la puesta de los huevos, y

Gehlbach y Stoleson (2010) menciona que vocaliza en noches cercanas a la luna llena. Sin embargo, en este estudio no se registró en noches cercanas a la luna llena. Es posible que la baja abundancia de *M. kennicottii* esté relacionada con factores como el hábitat o la temporada.

6.1.2 Abundancia temporal

Al comparar los promedios de abundancia para cada especie de búho entre temporadas, solamente los promedios de abundancia de *O. flammeolus* (llamados espontáneos: $t= 2.04$; $P < 0.05$; Tabla 3; Figura 8) y *A. acadicus* (provocaciones auditivas: $t= -3.02$; $P < 0.005$; Tabla 3; Figura 11) fueron diferentes. *Otus flammeolus* presentó mayores abundancias durante la temporada de secas, lo cual coincide con los meses de migración neotropical cuando algunas poblaciones se mueven al Sur (Waterbury *et al.* 2009, COSEWIC 2010), por lo que posiblemente sean individuos de una población migratoria. Por otro lado, *A. acadicus* presentó una mayor abundancia en la temporada de lluvias con las provocaciones auditivas. Esto sugiere que en esta temporada existe menor tolerancia por la presencia de otros individuos en sus territorios. Es posible que la temporada de lluvias produzca una mayor competencia por los recursos (Newton 1998).

Tyto alba, *M. kennicottii* y *B. virginianus* son consideradas especies residentes en el estado de Tlaxcala (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006). *T. alba* vocalizó en una ocasión durante la temporada de secas y una en lluvias, y *M. kennicottii* se registró en una sola ocasión durante la temporada de secas, pero los promedios temporales de abundancia de ambas especies no mostraron diferencia (Tabla 3; Figura 7 y 8). En el caso de *B. virginianus* presentó mayores registros durante la temporada de secas, aunque los promedios de abundancia temporal no fueron diferentes (Tabla 3; Figura 10). Morrell *et al.* (1991) mencionan que en el sur de Pensilvania, esta especie presenta mayor actividad vocal durante enero, antes de la época de reproducción. Además, Winton y Lesler (2004) en Oklahoma reportaron que es más frecuente localizar individuos de esta especie durante la temporada de secas (enero-mayo).

6.1.3 Comparación de métodos

En este estudio se utilizaron dos métodos de muestreo (provocaciones auditivas y llamados espontáneos). Los llamados espontáneos presentaron un mayor número de registro de individuos que las provocaciones auditivas. Sin embargo, al comparar los promedios de las abundancias por especie entre métodos, no existió una variación significativa (Tabla 1). Enríquez (1995) en un estudio en el Noreste de Costa Rica reportó que el llamado espontáneo permitió mayores estimaciones de abundancia para tres especies de búhos neotropicales (*Megascops vermiculatus*, *Lophotrix cristata* y *Pulsatrix perspicillata*). Sin embargo, se ha reportado que la provocación auditiva puede incrementar la detección de ciertas especies de búhos como *Strix virgata* (Gerhardt 1991, Enríquez 1995, Enríquez y Rangel-Salazar 2001). Pero las repuestas dependerán de la especie y de la época de muestreo. Morrell *et al.* (1991) mencionan que las provocaciones auditivas permiten detectar fácilmente a individuos de *B. virginianus* en enero (antes de su época reproductiva) en el sur de Pensilvania. Además Winton y Lesler (2004) mencionan que es posible detectar a *B. virginianus* con provocaciones auditivas de enero a mayo en Oklahoma.

El método de provocaciones auditivas ha sido frecuentemente usado para estudiar búhos (Forsman 1983, Enríquez 1995, Enríquez y Rangel-Salazar 2001, Alba-Zúñiga *et al.* 2009, Martínez-Ortega 2010, Rivera-Rivera 2012). Sin embargo, el éxito de las provocaciones auditivas está relacionado con la especie estudiada, las condiciones ambientales cuando se aplica la provocación, la calidad y origen de la grabación, y el equipo utilizado (Fuller y Mosher 1987, Andersen 2007, Martínez-Ortega 2010). Los llamados espontáneos son adecuados con especies que vocalizan todo el año (en este estudio para *B. virginianus* y *A. acadicus*). Sin embargo las detecciones disminuyen con especies que vocalizan temporalmente (Enríquez 1995). Para tener mejores estimaciones y evitar subestimar o sobrestimar la abundancia de las poblaciones de búhos es recomendable usar una combinación de métodos (Enríquez y Rangel-Salazar 2001).

6.1.4 Respuestas a provocaciones inter-específicas

De las tres especies de búhos que respondieron a provocaciones, *A. acadicus* respondió principalmente a provocaciones inter-específicas (53.3%, Tabla 4). Swengel (1987) menciona que *A. acadicus* no deja de vocalizar a pesar de escuchar el canto de búhos más grandes como *B. virginianus* o *Strix varia*. Esto concuerda con nuestros resultados ya que *A. acadicus* respondió a provocaciones principalmente de *T. alba* (26.7%) y *B. virginianus* (20%) y en menor proporción a *G. gnoma* (6.7%, Tabla 4). *Bubo virginianus* respondió a provocaciones de *G. gnoma* en muy poca proporción (13.3%, Tabla 4). La mayoría de las respuestas a provocaciones auditivas de *B. virginianus* correspondieron a provocaciones intra-específicas, lo que sugiere que existe mayor intolerancia por individuos de su misma especie. Además Swengel (1987) menciona que *B. virginianus* tolera la presencia de búhos de especies pequeñas (e.g. *A. acadicus*) en su territorio, ya que ocasionalmente se alimentan de ellos. Por otra parte, *O. flammeolus* respondió principalmente a provocaciones inter-específicas (71.4%, Tabla 4). Sin embargo esta especie no estaba considerada como parte del protocolo original y solo en el último mes de muestreo (septiembre) se emitieron provocaciones intra-específicas en lugares donde se le escuchó vocalizar en meses anteriores. Esta especie mostró respuestas a provocaciones de *B. virginianus* (57.1%) y *M. kennicottii* (14.3%).

6.1.5 Respuestas intra-específicas e inter-específicas por temporada (secas y lluvias)

Al comparar el número de respuestas intra-específicas de las tres especies de búhos, estas no variaron significativamente (Tabla 5). Esto sugiere que la tolerancia de otros individuos de la misma especie en los territorios no varía en el año. Sin embargo, la tolerancia temporal de *O. flammeolus* a otros individuos de su misma especie es desconocida ya que no se provocó de manera intra-específica en la mayor parte del estudio. En el caso de la comparación de los promedios temporales del número de respuestas inter-específicas, solo los promedios de *A. acadicus* mostraron diferencia significativa ($t = -2.63$, $P < 0.05$; Tabla 5). Esto sugiere que durante este periodo (temporada de lluvias) existe menor

tolerancia de *A. acadicus* por la presencia de otras rapaces nocturnas en la región. La variación en las repuestas inter-específicas puede estar relacionada con varios factores como son la abundancia, el uso de hábitat y la disponibilidad de las presas de estos búhos (Enríquez y Rangel-Salazar 1997).

6.2 Ocupación y probabilidad de detección

Los índices de ocupación y probabilidad de detección de los búhos del ANPBPC variaron entre especies. Las especies con los mayores valores de ocupación también presentaron los mayores valores de probabilidad de detección (Tabla 6). Mackenzie y Nichols (2004) mencionan que los valores de ocupación tienden a estar relacionada positivamente con la abundancia para ciertas especies. Esto significa que los valores de ocupación se incrementan cuando la abundancia de una especie se incrementa. En este estudio las especies más abundantes presentaron los mayores valores de ocupación. *Aegolius acadicus*, *B. virginianus* y *O. flammeolus* fueron las especies que presentaron los mayores valores de ocupación dentro del ANPBPC. Esto sugiere que el bosque presenta condiciones y recursos (e.g. árboles maduros para refugio y nidificación, disponibilidad de alimento) para la supervivencia y ocupación de estas especies (Swengel 1987, Winton y Leslie 2004, COSEWIC 2010, Rivera-Rivera 2010). Por otro lado *M. kennicottii* y *T. alba* fueron las especies que tuvieron los menores valores de ocupación y probabilidad de detección. Estas especies están asociadas con regiones semiabiertas y abiertas por lo que es posible que las condiciones del bosque no sean las más adecuadas (Weick 2006, Rocha *et al.* 2011). El ANPBPC se encuentra a 50m de los bordes del bosque en su límite más cercano y a 4200m en su límite más lejano. Sin embargo la ocupación y probabilidad de detección de *M. kennicottii* y *T. alba* en los bordes del bosque y en las zonas abiertas en los alrededores del poblado de San Felipe Hidalgo son desconocidas.

6.2.1 Relación de la ocupación con las variables de la vegetación

De las cinco especies de búhos registradas en el ANPBPC solo *B. virginianus* mostró relación entre sus patrones de ocupación y ciertas variables de la vegetación. Las

características de la vegetación a escala local se relacionaron con los índices de ocupación de esta especie en el ANPBPC. Los índices de ocupación de *B. virginianus* se relacionaron con el número de troncos caídos en un 11% (mayor ocupación entre menos troncos caídos) y con la distancia a la fuente de agua más cercana en un 16% (mayor ocupación en lugares más cercanos a una fuente de agua, Tabla 7). Esto sugiere que las fuentes de agua en el ANPBPC pueden proveer condiciones que beneficien a *B. virginianus* (e.g. disposición de alimento). Cade (1965) en un estudio en Namibia reporta que varias especies de rapaces diurnas habitan constantemente los pozos naturales de agua, ya que se alimentan de las aves que se acercan.

En este estudio se midieron 12 variables de la vegetación (8 estructurales y 4 fisiográficas). Sin embargo es posible que los índices de ocupación de *T. alba*, *O. flammeolus*, *M. kennicottii* y *A. acadicus* sean explicados por otras variables (e.g. inclinación de la pendiente, Vázquez-Pérez 2011) que no se midieron en este estudio. La ocupación de las especies también puede ser explicada por otros factores como la abundancia de las especies de búhos, la presencia de áreas de bosque con vegetación secundaria, acahuales y la disposición de alimento (Rivera-Rivera *et al.* 2012).

La estimación de la ocupación ha sido útil para determinar relaciones existentes entre las especies y su hábitat (Mackenzie *et al.* 2006). Sin embargo, las especies de búhos que presentan distribución geográfica amplia, ocupación baja y especificidad de hábitat restringida podrían encontrarse localmente amenazadas por la deforestación y la pérdida de su hábitat. Por otra parte las especies con distribución geográfica amplia y especificidad de hábitat amplia presentan la probabilidad de un efecto adverso por fenómenos estocásticos y poco comunes (Rey Benayas 2009, Rivera-Rivera *et al.* 2012). Para la conservación de los búhos en el ANPBPC es necesario considerar las estimaciones de abundancia y ocupación así como su historia de vida y requerimientos ecológicos (Rivera-Rivera *et al.* 2012).

6.3 Dieta

Las egagrópilas analizadas, son la primera aproximación para el conocimiento de la dieta de estas especies en el área. Y a pesar del reducido tamaño de muestra, los resultados de las presas consumidas coinciden con otros estudios realizados.

Según los análisis de las egagrópilas, *Otus flammeolus* se alimentó principalmente de invertebrados. Reynolds y Linkhart (1992), Cosewic (2001, 2010), Cannings y Woudenberg (2004) mencionan que esta especie es oportunista y totalmente insectívora, que se alimenta principalmente (más del 40% de la dieta) de ortópteros y lepidópteros (palomillas nocturnas y sus larvas; Powers *et al.* 1996, Cosewic 2010). En el ANPBPC *O. flammeolus* se alimentó principalmente de larvas (no determinadas), coleópteros y ortópteros (82%, siendo los coleópteros y los ortópteros quienes aportaron toda la biomasa) y en menor proporción de quilópodos, arácnidos y artrópodos no determinados (18%, Tabla 9). Esto concuerda con Gaede (2003) quien menciona que esta especie se alimenta principalmente de ortópteros y lepidópteros, y en menor proporción de coleópteros, dermápteros, arácnidos y quilópodos. En las egagrópilas analizadas de esta especie no se encontraron lepidópteros ni dermápteros, donde los coleópteros fueron más frecuentes. Se ha reportado que la dieta de *O. flammeolus* varía dependiendo de la disponibilidad de las presas, la temporada y el lugar (Gaede 2003).

Megascops kennicottii es considerado un búho generalista y la frecuencia de las presas en su dieta varía entre sitios (McCarty 2007). La dieta reportada se compone de invertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos (Davis y Cannings 2008, Davis y Weir 2008, Kissling *et al.* 2010, Gehlbach y Stoleson 2010). En Canadá, Davis y Cannings (2008) encontraron que los invertebrados componen el 45.7% de su dieta y los mamíferos el 21%. Gehlbach y Stoleson (2010) mencionan que en un estudio realizado en Cave Creek en Estados Unidos los invertebrados fueron más frecuentes (83%) en la dieta que los mamíferos (12%), pero los reptiles (5%) fueron los menos frecuentes. Por otra parte Kissling, *et al.* (2010) reportaron que la dieta de esta especie en el sureste de Alaska se compone principalmente de mamíferos (94%), y que la presencia de otros grupos como

las aves (3%) y los invertebrados (3%) es mínima. En este estudio, la única egagrópila de *M. kennicottii* que se colectó en el ANPBPC estaba compuesta principalmente de invertebrados en un 86.7% y de aves en un 13.3% (Tabla 10). Los invertebrados fueron más frecuentes como Gehlbach y Stoleson (2010) mencionan, pero a pesar de que las aves tuvieron menor frecuencia, la biomasa que aportaron fue la más importante. La importancia de las aves en la dieta de *M. kennicottii* en el área de estudio es poco clara por el limitado material analizado.

Bubo virginianus se considera una especie generalista y como la más oportunista de todas las aves rapaces, por ello la dieta varía de acuerdo a la zona donde se distribuye (Ganey y Block 2005, Van Damme 2005, Kittredge *et al.* 2006). Se ha reportado que esta especie se alimenta de invertebrados, peces, reptiles, aves y mamíferos como lepóridos, roedores, musarañas y murciélagos (Tyler y Jensen 1981, Van Damme 2005). En nuestro estudio los restos de dos egagrópilas contenían 55.5% de invertebrados 22.2% de mamíferos y 22.2% de reptiles, pero la mayor cantidad de biomasa la aportaron los reptiles (82%; Tabla 11). Estos valores son similares con los resultados obtenidos por Kremer y Belk (2003) en Utah Estados Unidos, quienes reportan que *B. virginianus* se alimenta de invertebrados en un 58%, de mamíferos en un 38% y de anfibios, reptiles y aves en un 4%. Pero a pesar de que los invertebrados fueron las presas más comunes, la mayor parte de la biomasa fue aportada por los mamíferos. Sin embargo, estudios realizados en Canadá, Estados Unidos, México y Argentina reportan que los mamíferos son las presas más comunes y las más importantes en la dieta para este búho (Tyler y Jensen 1981, Moore *et al.* 1999, Aragón *et al.* 2002, Bogiatto *et al.* 2003, Kremer y Belk 2003, Woodman *et al.* 2005, Ganey y Block 2005, Van Damme 2005, Kittredge *et al.* 2006, Teta *et al.* 2006). Nuestros resultados solo son una aproximación al conocimiento de la dieta de esta especie en Tlaxcala.

Aegolius acadicus es considerada una especie especialista, principalmente de mamíferos pequeños (Bowman *et al.* 2010). Pero la dieta de este búho varía dependiendo del lugar donde se distribuye (Swengel y Swengel 1992). Holt y Leroux (1996) y Rains (1997) mencionan que la dieta de *A. acadicus* se compone de mamíferos en más del 90% y que los grupos como invertebrados, reptiles y aves son de poca importancia. En contraste con

nuestros resultados del análisis de cinco egagrópilas encontramos que los mamíferos ocuparon en total el 8.9% de las presas, los reptiles el 6.7% y los invertebrados el 84.4% (Tabla 12). Para esta especie se colectaron egagrópilas en ambas temporadas (secas: 2 y lluvias: 3) y la frecuencia de las presas entre temporadas varió significativamente ($F_{1, 20} = 4.06$, $P = 0.05$; Tablas 14 y 15). En la temporada de secas los invertebrados conformaron el 90.2% de las presas y los reptiles y mamíferos el 7.3% y 2.4% respectivamente, mientras que en la temporada de lluvias los invertebrados conformaron el 25% de las presas y los mamíferos el 75%. En la temporada de secas, los reptiles y los mamíferos aportaron la mayor cantidad de biomasa (53.3% y 34.3% respectivamente), mientras que en lluvias y en todo el estudio, los mamíferos aportaron la mayor cantidad de biomasa (100% y 83.6% respectivamente).

A pesar del contraste con otros estudios en la frecuencia de las presas de *A. acadicus*, nuestros resultados también mostraron que los mamíferos aportan la mayor cantidad de biomasa, en especial los roedores (75% de la biomasa total). En varios estudios realizados en Estados Unidos y Canadá se ha demostrado que los ratones del género *Peromyscus*, son los más frecuentemente consumidos por *A. acadicus* (Errington 1932, Swengel 1987, Swengel y Swengel 1992, 1995, Rains 1997, Cannings 2004). Asimismo, Rains (1997) encontró en un estudio realizado en Idaho que los ratones del género *Reithrodontomys* fueron muy frecuentes en su dieta. Nuestros resultados concuerdan con estos estudios ya que los ratones encontrados en las egagrópilas correspondieron a *Reithrodontomys megalotis* y *Peromyscus difficilis*.

En el ANPBPC el coleóptero *Xyloryctes thestalus* fue consumido por *O. flammeolus* y *B. virginianus* y el ortóptero *Stenopelmatus sp.* fue presa también de *O. flammeolus* y de *A. acadicus*. Sin embargo, la biomasa aportada de ambas especies fue más importante para *O. flammeolus* que para las otras especies por ser insectívora (COSEWIC 2010). Por otra parte, la musaraña *Sorex sp.* fue presa de *B. virginianus* y *A. acadicus*, aunque el aporte de biomasa fue más importante para *B. virginianus*. La distribución simpátrica que presentan las especies de búhos en el ANPBPC y la presencia de presas de la misma especie en su dieta sugiere la existencia de competencia inter-específica por los recursos. Sin embargo,

Holt y Leroux (1996) mencionan que la competencia entre especies existe cuándo: 1) Se alimentan de un mismo recurso y 2) la explotación del recurso por una especie afecta al menos a una de las especies involucradas. En este estudio no se midió la influencia de la explotación de los recursos alimenticios entre las especies. Sin embargo es necesario realizar estudios enfocados a la competencia entre las especies de búhos ya que es posible que si exista competencia por los recursos.

6.3.1 Diversidad

Newton (2002) menciona que los búhos generalistas se alimentan de una mayor diversidad de presas que los especialistas. Sin embargo, en este estudio, la especie con mayor diversidad de presas fue *A. acadicus* (2.5) que se considera una especie especialista (Bowman *et al.* 2010). Por otro lado, la especie con menor diversidad de presas fue *M. kennicottii* (1.16) que es considerada una especie generalista (McCarty 2007; Tabla 13). Aunque estos resultados se obtuvieron de tamaños de muestras pequeños, proporcionan una visión sobre la diversidad y frecuencia de presas en estas especies. Mayor información se necesita para obtener mejores conclusiones. Ganey y Block (2005) sugieren que el mínimo de egagrópilas por especie para poder realizar una comparación de similitud o superposición de nichos en la dieta de los búhos son 50.

6.3.2 Lista de fauna silvestre (presas potenciales)

De acuerdo a la lista de fauna silvestre generada en el ANPBPC, se registraron coleópteros, reptiles, aves y mamíferos (Anexo 2). Todos los organismos fueron registrados a lo largo de los transectos y en el interior del ANPBPC por lo que podrían ser presas potenciales de los búhos. Además, de los organismos registrados en esta lista el 10% de las especies, el 32.5% de los géneros, el 48% de las familias y el 90% de los órdenes se han reportado en otros estudios como parte de la dieta de los búhos (Anexo 3) y el 18% de las especies registradas fueron confirmadas como presas en este estudio.

7. Conclusiones

- En el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada se registraron cinco especies de búhos (*T. alba*, *M. kennicottii*, *O. flammeolus*, *B. virginianus* y *A. acadicus*). Tres de estas especies (*O. flammeolus*, *B. virginianus* y *A. acadicus*) fueron consideradas poco comunes mientras que dos de ellas (*T. alba* y *M. kennicottii*) fueron especies raras.
- Los índices de abundancia mensual variaron solo para *A. acadicus* (la mayor abundancia fue en agosto), y los índices de abundancias temporales (secas y lluvias) variaron para *O. flammeolus* con mayor abundancia en secas y para *A. acadicus* en lluvias.
- Debido a que *O. flammeolus* se registró únicamente durante el periodo de migración neotropical (octubre-mayo), es probable que estos individuos pertenezcan a una población migratoria.
- *Aegolius acadicus*, *B. virginianus* y *O. flammeolus* presentaron los mayores valores de ocupación y probabilidad de detección. La ocupación de *B. virginianus* estuvo asociada negativamente con el número de troncos caídos y positivamente con la distancia a la fuente de agua más cercana.
- La dieta de los búhos se conformó por invertebrados, reptiles, aves y mamíferos, y esto corresponde a un primer acercamiento del conocimiento de la dieta los búhos.
- *Aegolius acadicus* presentó el mayor valor de diversidad de presas consumidas y *M. kennicottii* el menor valor.

8. Recomendaciones

Este estudio se realizó en un periodo de ocho meses, sin embargo, es preciso realizar estudios a largo plazo para determinar las variaciones en la abundancia y ocupación de las poblaciones de búhos en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada. Además, se debe determinar la relación de los patrones de ocupación con nuevas variables de la vegetación. Es necesario estudiar la dieta de las especies de búhos y la competencia inter-específica por estos recursos. Los estudios posteriores deberán abarcar otras áreas de muestreo (y con tamaños de muestra más grandes) dentro del ANPBPC.

Adicionalmente se recomienda realizar estudios enfocados a la historia de vida de las especies de búhos en el ANPBPC. Estos estudios deberán abarcar el uso de hábitat de las especies así como la determinación de los sitios de anidación y reproducción.

9. Literatura citada

Alba-Zúñiga, A., P. L. Enríquez y J. L. Rangel-Salazar. 2009. Population density and habitat use of the threatened balsas screech owl in the Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Mexico. *Endangered Species Research* 9: 61-66.

Andersen, D. E. 2007. Survey techniques. 89-100 pp. En: D.M. Bird y K.L. Bildstein (Eds). *Raptor research and management techniques*. Hancock House, Surrey, British Columbia, Canada. 463p.

Aragón, E. E., B. Castillo y A. Garza. 2002. Roedores en la dieta de dos aves rapaces nocturnas (*Bubo virginianus* y *Tyto alba*) en el noreste de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 86:29-50.

Aranda, J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Distrito Federal, México. 255p.

Arita, H. 1985. Identificación de los pelos de guardia dorsales de los mamíferos silvestres del Valle de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. Distrito Federal, México. 128p.

Arizmendi, M. C., Rodríguez-Flores, C. y C. Soberanes-González. 2010. White-eared hummingbird (*Hylocharis leucotis*). *Neotropical Birds Online* (T.S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology. http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=249531. 13 de agosto de 2012.

Ayuntamiento de Nanacamilpa. 2011. Municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista. http://www.nanacamilpa.gob.mx/wb/Tlaxcala/nanacamilpa_municipio. 20 de septiembre de 2011

Bogiatto, R. J., B. A. Sardella y J. J. Essex. 2003. Food habits of great horned owls in Northeastern California with notes on seasonal diet shifts. *Western North American Naturalist* 63 (2): 258-263.

Bowman, J., D. S. Badzinski y R. J. Brooks. 2010. The numerical response of breeding northern saw-whet owls *Aegolius acadicus* suggests nomadism. *Journal of Ornithology* 151:499-506.

Brittain, R. A., V. J. Meretsky, J. A. Gwinn, J. G. Hammond y J. K. Riegel. 2009. Northern saw-whet owl (*Aegolius acadicus*) autumn migration magnitude and demographics in South-Central Indiana. *Journal of Raptor Research* 43 (3):199-209.

Bruijn, O. 1994. Population ecology and conservation of the barn owl *Tyto alba* in farmland habitats in Liemers and Achterhoek (The Netherlands). *Ardea* 82 (1): 1-109.

Cade, T. J. 1965. Relations between raptors and columbiform birds at a desert water hole. *The Willson Bulletin* 77 (4): 340-345.

Cannings, R. J. 2004. Queen Charlotte northern saw-whet owl, *Aegolius acadicus brooksi*. 114-120 pp. En: Coast Forest Region. Accounts and measures for managing identified wildlife. Identified Wildlife Management Strategy. British Columbia Ministry of Water, Land and Air Protection. British Columbia, Canadá. 456p.

Cannings, R. J. y H. Davis. 2007. The status of the western screech-owl (*Megascops kennicottii macfarlanei*) in British Columbia. B.C. Min. Environ. Working Report No. WR-112. Victoria, BC, Canadá. 16p.

Cannings, R.J. y A.M. van Woudenberg. 2004. Flammulated Owl. En: B.C. Ministry of Water, Land and Air Protection. Accounts and Measures for Managing Identified Wildlife. - Accounts V. 2004. , British Columbia, Canadá. 8p.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Fondo de Cultura Económica. Distrito Federal, México. 988p.

Colinvaux, P. A. 1980. Introducción a la ecología. Editorial Limusa. Distrito Federal, México. 679p.

CONABIO. 2009. *Barisia imbricata* (Lagarto alicante del Popocatepetl). Área de distribución.

http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/bari_imbrgw.xml?_httpcache=yess&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html_xsl&_indent=no. 25 de julio de 2012.

COSEWIC. 2001. COSEWIC assessment and update status report on the flammulated owl *Otus flammeolus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, Canadá. 24p (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).

COSEWIC. 2010. COSEWIC assessment and status report on the flammulated owl *Otus flammeolus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, Canadá. 33p. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).

Davis, H. y R. J. Cannings. 2008. Diet of western screech-owls in the interior of British Columbia. *British Columbia Birds*. 18: 1-22.

Davis, H. y R. Weir. 2008. Western screech-owl conservation along the Shuswap River: Final report. Artemis Wildlife, BC Hydro Fish Wildlife Bridge Coastal Restoration Program, Forest investment Account, Forest Science Program. Amstrong, Canadá. 99p.

Desonie, D. 2008. Biosphere: ecosystems and biodiversity loss. Chelsea House Publishers. Nueva York, Estados Unidos. 206p.

Encina-Domínguez, J. A., F. J. Encina-Domínguez, E. Mata-Rocha y J. Valdés-Reyna. 2008. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México (83): 13-24.

Enríquez, P. L. 1995. Abundancia relativa, uso de hábitat y conocimiento popular de los Strigiformes en un bosque húmedo en Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Costa Rica. Heredia, Costa Rica. 93p.

Enríquez, P. L. y K. Cheng. 2008. Natural history of the threatened bearded screech-owl (*Megascops barbarus*) in Chiapas, México. Journal of Raptor Research 27 (3): 154-160.

Enríquez, P. L. y J. L. Rangel-Salazar. 1997. Intra-and interespecific calling in a tropical owl community. 525-532 pp. En: J. R. Duncan, D. H. Johnson y T.H. Nicholls (Eds). Biology and conservation of owls of the Northern Hemisphere. General Technical Report. NC-190. USDA Forest Service, Denver, CO, Estados Unidos. 635p.

Enríquez, P. L. y J. L. Rangel-Salazar 2001. Owl occurrence and calling behavior in a tropical rain forest. Journal of Raptor Research 35 (2): 107-114.

Enríquez, P. L., J. L. Rangel-Salazar y D. W. Holt. 1993. Presence and distribution of mexican owls: a review. Journal of Raptor Research 35 (2): 107-109.

Errington, P. L. 1932. Food habits of Southern Wisconsin raptors. Part I. Owls. The Condor 34: 176-186.

Fernández, J. A., J. C. Windfield-Pérez y M. C. Corona. 2007. Tlaxcala. 1:137-164 pp En: R. Ortíz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson (Eds). Avifaunas Estatales de México. Cipamex. Pachuca, México. 198p.

Flores Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 439p.

Forsman, E. D. 1983. Methods and materials for locating and studying spotted owls. Gen. Tech. Rep. PNW-162. USDA Forest Service, Denver, CO Estados Unidos. 8p.

Frith, S. D., M. K. Mazur y P. C. James. 1997. A method for locating barred owl (*Strix varia*) nest in southern boreal forest of Saskatchewan. 545-547 pp. En: J. R. Duncan, D. H. Johnson y T.H. Nicholls (Eds.). Biology and conservation of owls of the Northern Hemisphere. General Technical Report. NC-190. USDA Forest Service, Denver, CO Estados Unidos. 635p.

Fuller, M. R. y J. A. Mosher. 1987. Raptor survey techniques. 7-65 pp. En: B. A. G. Pendleton, B. A. Millsap, K. W. Cline y D. M. Bird (Eds.). Raptor management techniques manual. National Wildlife Federation, Washington D. C, Estados Unidos. 420p.

- Gabbe, A. P., S. K. Robinson y J. D. Brawn. 2002. Tree-Species preference of foraging insectivorous birds: Implications for floodplain forest restoration. *Conservation Biology* 2 (2): 462-470.
- Gaede, P. 2003. Diet and feeding activity at a flammulated owl nest in Idaho. *Western Birds* 34: 182-183.
- Ganey, J. L. y 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 Mountains Research Station. Colorado, Estados Unidos. 9p.
- Gehlbach, F. R. y S. H. Stoleson. 2010. Western Screech-Owl (*Megascops kennicottii*). 511-523 pp En: J. Cartron (Ed). *Raptors of New Mexico*. Albuquerque, NM: University of New Mexico Press. 688p.
- Gerhardt, R. P. 1991. Response of Mottled Owls of broadcast conspecific call. *Journal of Field Ornithology* 62: 239-244.
- Gibson, L. A., B. A. Wilson, D. M. Cachill y J. Hill. 2004. Spatial prediction of rufous bristlebird habitat in a coastal heathland: a GIS-based approach. *Journal of Applied* 41: 213-223.
- Golawski, A., Z. Kasprzykowski y M. Kowalski. 2003. The occurrence of the Barn Owl *Tyto alba* in sacred buildings in Central-Eastern Poland. *Journal of the Birdlife Hungary (ORNIS HUNGARICA)* 12-13: 275-277.
- Hardy, J. W., B. B. Coffey, Jr., y G. B. Reyard. 1990. *Voices of New World Owls*. Rev. ed. Florida Mus. Nat. Hist. & Ara Records, Gainesville, Estados Unidos. (Casete de audio)
- Hernández-Muñoz, A. y C. A. Mancina. 2011. La dieta de la lechuza (*Tyto alba*) (Aves: Strigiformes) en hábitats naturales y antropogénicos de la región central de Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 217-226.
- Hines, J. E. 2006. PRESENCE. Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC. <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html>. 15 de noviembre 2012.
- Holt, D. W. y L. A. Leroux. 1996. Diets of northern pygmy-owls and northern saw-whet owls in West-Central Montana. *Wilson Bull* 108 (1): 123-128.
- Holt, D. W. y J. L. Petersen. 2000. Northern Pygmy-owl (*Glaucidium gnoma*). En: *The Birds of North America*, No. 494. A. Poole. y F. Gill (Eds). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/494> doi:10.2173/bna.494.

Hunt, J. W., F. W. Weckerly y J. R. Ott .2012. Reliability of occupancy and binomial mixture models for estimating abundance of golden-cheeked warblers (*Setophaga chrysoparia*). *The Auk* 129 (1): 105-114

INEGI. 2011. Mapa de climas. <http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/tlax/clim.cfm?c=444&e=25>. 20 de septiembre de 2011

(INFDM) Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Tlaxcala. 2008. Enciclopedia de los municipios de México, Tlaxcala. <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/tlaxcala/mpios/29021a.htm>. 20 de septiembre de 2011.

Kavanagh, R. 2002. Comparative diets of the powerful owl (*Ninox strenua*), sooty owl (*Tyto tenebricosa*) and masked owl (*Tyto novaehollandiae*) in southeastern Australia. 175-191 pp En: I. Newton, R. Kavanagh, J. Oslen e I. Taylor (Eds). *Ecology and conservation of owls*. Csiro Publishing. Collingwood, Australia. 363p.

Kissling, M. L., S. B. Lewis y D. A. Cushing. 2010. Diet of the western screech-owl in Southeast Alaska. *Western Birds* 41: 247-255.

Kittredge, V. C., P. W. Wilson y W. Caire. 2006. An updated checklist of the food items of the great horned owl (*Bubo virginianus*: Strigiformes: Strigidae) in Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 86: 33-38.

Krebs, C. J. 2013. *Ecological methodology*. Tercera edición en preparación. <http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html>

Kremer, S. R. y M. C. Belk. 2003. Effects of habitat disturbance on diets of great horned owl (*Bubo virginianus*) in a cold desert. *Western North American Naturalist* 63 (1): 56-62.

Lavariaga, M. C., N. Martín Regalado, C. Rodríguez Pérez y R. M. Gómez Ugalde. 2011. Registro del tecolote afilador (*Aegolius acadicus*) en las montañas y valles del occidente de Oaxaca, México. *Huitzil* 12 (2): 48-52.

Lynch, J. F. y D. F. Whigham. 1984. Effects of forest fragmentation on breeding bird communities in Maryland, USA. *Biological Conservation* 28: 287-324.

Mackenzie, D. I. 2005. Was it there? Dealing with imperfect detection for species presence/absence data. *Australian & New Zealand Journal of Statistics* 47 (1):65-74.

Mackenzie, D. I. y J. D. Nichols. 2004. Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal Biodiversity and Conservation* 27 (1): 461-467.

Mackenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, K. H. Pollock, L. L. Bailey y J. E. Hines. 2006. *Inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Elsevier. San Diego, Estados Unidos. 324p.

Martínez-Ortega, J. A. 2010. Distribución, abundancia y asociaciones ambientales de un ensamble de búhos en un bosque de montaña en los altos de Chiapas, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Tesis de Licenciatura. 47p.

Mazur, M. K. y S. D. Frith. 1998. Barred owl home range and habitat selection in the boreal forest of Central Saskatchewan. *The Auk* 115 (3): 746-754.

Mc Nabb, E. G. 2002. Notes on the diet and observation of the southern boobook (*Ninox novaeseelandiae*) in southern Victoria. 192-199 pp En: I. Newton, R. Kavanagh, J. Oslen e I. Taylor(Eds). *Ecology and conservation of owls*. Csiro Publishing. Collingwood, Australia. 363p.

McCarty, K. 2007. Western screech-owl. *Arizona Wildlife Views* Marzo-Abril: 13.

Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México, Clave de campo. Instituto de Ecología UNAM. Distrito Federal, México. 80p.

Meiri, S. 2010. Length-weight allometries in lizards. *Journal of Zoology* 281: 218-226.

Meneses Tovar, C. L. 2009. Análisis del índice normalizado de la vegetación (NDVI) para detección de degradación de la cubierta forestal en México 2008-2009. Estudio de caso sobre la evaluación de la degradación de los bosques. Evaluación de los recursos forestales, documento de trabajo 173. FAO. Roma, Italia. 22p.

Moore, J. A., C. Lewis y M. R. Anderson. 1999. Diet of great horned owl (*Bubo virginianus*) on a Small Coastal Connecticut Island. *Postilla* 220: 1-10.

Morrell, T. E., R. H. Yahner, y W. L. Harknees. 1991. Factors affecting detection of great horned owls by using broadcast vocalizations. *Wildlife Society Bulletin* 19 (4): 481-488.

Neotropical Birds. 2010a. Barn Owl (*Tyto alba*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=205656 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds. 2010b. Flammulated Owl (*Otus flammeolus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=205976. 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds. 2010c. Western Screech-Owl (*Megascops kennicottii*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=205976 22 de mayo de 2013

["http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=206136"](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=206136)}. 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds. 2010d. Whiskered Screech-Owl (*Megascops trichopsis*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: {HYPERLINK ["http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=206616"](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=206616)}. 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds.2010e. Great Horned Owl (*Bubo virginianus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: {HYPERLINK ["http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=210136"](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=210136)}. 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds.2010f. Northern Pygmy-Owl (*Glaucidium gnoma*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: {HYPERLINK ["http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=210296"](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=210296)}. 22 de mayo de 2013

Neotropical Birds. 2010g. Long-eared Owl (*Asio otus*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; retrieved from Neotropical Birds Online: {HYPERLINK ["http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=214776"](http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=214776) } . 22 de mayo de 2013

Newton, I. 1998. Population limitation in birds. Elsevier Academic Press. San Diego, Estados Unidos. 597p.

Newton, I. 2002. Population limitation in holoartic owls. 3-29pp En: I. Newton, R. Kavanagh, J. Oslen e I. Taylor (Eds). Ecology and conservation of owls. Csiro Publishing. Collingwood, Australia. 363p.

Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. Acta Zoológica Mexicana 6: 1-45.

Odat, N., M. T. M. T. Alodat, R. Muhaidat, F., Ababneh, A. R. M. Al-Tawaha y S. Aladaileh. 2009. Predicting species relative abundance in ecological communities. Jordan Journal of Biological Sciences 2 (2): 83-88.

Odum, E. P. 1972. Ecología. Interamericana. Distrito Federal, México. 639p.

- Odum, E. P. 1985. Ecología. Interamericana. Distrito Federal, México. 542p.
- OpenStat. 2008. Written by William G. Miller. E-mail: openstat@msn.com 23 de agosto de 2012.
- Payne, R. S. 1971. Acoustic location of prey by barn owls (*Tyto alba*). Journal of Experimental Biology 54: 535-573.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 2008. Aves de México, guía de campo, identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El salvador. Editorial Diana. Distrito Federal, México. 473p.
- Powers, L. R., A. Dale, P. A. Gaede, C. Rodes, L. Nelson, J. J. Deany J. D. May. 1996. Nesting and food habits of the flammulated owl (*Otus flammeolus*) in South central Idaho. Journal of Raptor Research 30 (1): 15-20.
- Rains, C. 1997. Comparison of food habits of the northern saw-whet owl (*Aegolius acadicus*) and the western screech-owl (*Otus kennicottii*) in Southwestern Idaho. 339-346 pp. En: J. R. Duncan, D. H. Johnson, and T. H. Nicholls, (Eds). Biology and Conservation of Owls of the Northern Hemisphere. General Technical Report NC-190. U. S. Forest Service, Denver, CO Estados Unidos. 635p.
- Ramírez, A. 2006. Ecología. Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 271p.
- Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004a. *Sceloporus grammicus*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), UNAM. Bases de datos SNIBCONABIO. Proyecto W013. Distrito Federal, México. 8p.
- Ramírez Bautista, A. y M. C. Arizmendi. 2004b. *Sceloporus megalepidurus*. Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), UNAM. Bases de datos SNIBCONABIO. Proyecto W013. Distrito Federal, México. 5p.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castillo-Morales, A. Salame-Méndez, A. Castro-Campillo y N. González-Ruiz. 2005. Variación y distribución de *Sorex* (Mammalia: Soricomorpha) del centro de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 2 (1): 178-192.
- Rey Benayas, J. M. 2009. La rareza de las especies. Investigación y Ciencia Mayo: 62-69.
- Reynolds, R. T. y B. D. Linkhart. 1992. Flammulated Owls in ponderosa pine: evidence of preference for old growth. 166-169 pp. En: USDA Forest Service. Old-growth forests in the Southwest and Rocky Mountain regions: proceedings of a workshop. United States Department of Agriculture Forest Service General Technical. Portal, Arizona, Estados Unidos. 201p.

Rivera-Rivera, E. 2010. Ocupación y abundancia de aves rapaces en la Selva El Ocote, Chiapas, México. El Colegio de la Frontera Sur. Tesis de Maestría. San Cristóbal de las Casas, México. 68p.

Rivera-Rivera, E., P. L. Enríquez, A. Flamenco-Sandoval y J. L. Rangel-Salazar. 2012. Ocupación y abundancia de aves rapaces nocturnas (Strigidae) en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas México. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 742-752.

Rocha, R. G., E. Ferreira, Y. L. R. Leite, C. Fonseca y L. P. Costa. 2011. Small mammals in the diet of Barn owls, *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) along the Mid-Araguaia River in Central Brazil. Sociedad Brasileira de Zoología 28(69): 709-716.

Rodríguez-Estrella, R. y L. B. Rivera-Rodríguez. 2006. Raptor studies in Mexico: an overview. 1-32pp. En: R. Rodríguez-Estrella (Ed). Current raptor studies in Mexico. Conabio, Cibnor. Distrito Federal, México. 323p.

Rohner, C. 1997. Non-territorial floaters in great horned owl (*Bubo virginianus*). 347-362 pp. En: J. R. Duncan, D. H. Johnson y T.H. Nicholls (Eds). Biology and conservation of owls of the Northern Hemisphere. General Technical Report. NC-190. USDA Forest Service, Denver, CO Estados Unidos. 635p.

Sberze, M., M. Cohn-Haft y G. Ferraz. 2010. Old growth and secondary forest site occupancy by nocturnal birds in a neotropical landscape. Animal Conservation 13: 3-11.

Semarnat. 2012. Tlaxcala: Aportaciones al programa sectorial 2007-2012. Tlaxcala, México. 57p.

Semarnat. 2013. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y desempeño ambiental. Edición 2012. Distrito Federal, México. 362p.

Shawyer, C. R. 2011. Barn owl *Tyto alba* survey methodology and techniques for use in ecological Assessment: Developing best practice in survey and reporting. Institute of Ecology and Environmental Management. Winchester, Inglaterra. 51p.

Smith, R. B., M. Z. Perry, R. J. Gutiérrez y W. S. Lahaye. 1999. The relationship between spotted owl diet and reproductive success in the San Bernardino Mountains, California. Wilson Bull 111 (1): 22-29.

Sutton, D. B. y N. P. Harmon. 2006. Fundamentos de ecología. Limusa. Distrito Federal, México. 293p.

Swengel, A. B. 1987. Detecting northern saw-whet owl (*Aegolius acadicus*). Passenger Pigeon 49:121-126.

Swengel, A. B. y S. R. Swengel. 1995. Possible four-year cycle in amount of calling by northern saw-whet owls. Passenger Pigeon 57 (3): 149-155.

Swengel, S. R. y A. B. Swengel. 1992. Diet of northern saw-whet owls in Southern Wisconsin. *The Condor* 94: 707-711.

Teta, P., S. Malzof, R. Quintana, y J. Pereira. 2006. Presas del ñacurutu (*Bubo virginianus*) en el bajío delta del Río Paraná (Buenos Aires, Argentina). *Ornitología Neotropical* 17: 441-444.

Turk, A., J. Turk y R. E. Wittes. 1984. Tratado de ecología. Interamericana. Distrito Federal, México. 542p.

Tyler, J. D. y J. F. Jensen. 1981. Notes on food of great horned owls (*Bubo virginianus*) in Jackson County, Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 61: 28-30.

Ugalde-Lezama, S., J. L. Alcántara-Carbajal, L. A. Tarango-Arámbula, G. Ramírez-Valverde y G. D. Mendoza-Martínez. 2012. Fisionomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. (83): 133-134.

Ugalde-Lezama, S., J. I. Valdez-Hernández, G. Ramírez Valverde, J. L. Alcántara-Carbajal y J. Velázquez-Mendoza. 2009. Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Madera y Bosques* 15 (1): 5-26.

IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 06 May 2013.

Valencia-Herverth, J., R. Ortiz-Pulido y P. L. Enríquez. 2012. Riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas en Hidalgo, México. *Huitzil* 13 (2): 116-129.

Van Damme, L. M. 2005. Diet of the great horned owl in the Creston Valley, British Columbia, 1998-2005. *Wildlife Afield* 2 (2): 73-78.

Vargas Hernández, J. J. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Norte de México. Documento de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/60S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO. Roma, Italia. 38p.

Vázquez-Pérez, J. R. 2011. Densidad y uso de hábitat de búhos en la selva El Ocote, Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, México. 54p.

Waterbury, B., S. Ehlers y J. Runco. 2009. Flammulated owl (*Otus flammeolus*) occurrence in East-Central Idaho 2007-2008. Challenge Cost Share Agreement, Salmon-Challis National Forest, Idaho Department of Fish and Game-Salmon Region. Idaho, Estados Unidos. 44p.

Weick, F. 2006. Owls (Strigiformes) annotated and illustrated Checklist. Springer-Verlag. Berlin, Alemania. 350p.

Winton, B. R. y D. M. Leslie, Jr. 2004. Density and habitat associations of great horned owls in North-Central Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 84: 75-77.

Woodman, N., C. J. Dove y S.C. Peurach. 2005. A curious pellet from a great horned owl (*Bubo virginianus*). *Northeastern Naturalist* 12 (2): 127-132.

Xeno-canto. 2011a. Sharing bird songs from around the World. Tayler Brooks, XC61475. www.xeno-canto.org/61475. 02 de septiembre de 2011.

Xeno-canto. 2011b. Sharing bird songs from around the World. Robin Carter, XC7728. www.xeno-canto.org/7728. 02 de septiembre de 2011.

Anexo 1

Características de las especies de búhos registradas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada.

Tyto alba (Scopoli) 1769.

Nombre común

Lechuza de campanario (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Esta lechuza se caracteriza por presentar color blanquecino en el pecho y coloración canela claro a oxidado en la espalda y las alas. Su cara presenta ojos oscuros y un disco facial en forma de corazón que funciona como antena parabólica para captar los sonidos. Su tamaño varía desde los 33cm hasta los 50 cm, su peso va generalmente desde 320g hasta 480g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Esta especie está ampliamente distribuida. Se encuentra en Europa, en el Sureste de Asia y en la mayor parte de África y Australia. En América se encuentra desde los límites entre Estados Unidos y Canadá hasta América del Sur (Weick 2006).

Distribución en México

En México se encuentra en todos los estados y algunas islas del pacífico. Es la única especie de la familia *Tytonidae* en el país (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Esta lechuza está presente en una gran variedad de hábitats como bosques mixtos, campos, cañones, regiones abiertas como sembradíos o praderas e incluso en asentamientos humanos (ciudades y pueblos, (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Vocalizaciones

La vocalización de la lechuza consiste en un agudo y rasposo siseo: *shiiiish* (Peterson y Chalif 2008).

Características curiosas

La lechuza de campanario es capaz de cazar en condiciones de total oscuridad solamente al escuchar su presa (Payne 1971).

Tyto alba – Lechuza de campanario



Fotografía de Miles Herbert

Otus flammeolus (Kaup) 1853.

Nombre común

Tecolote ojioscuro serrano (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Es un búho pequeño de coloración grisácea. Sus ojos son de color café oscuro y su disco facial no es muy notorio. Su tamaño varía desde los 15cm hasta los 17.5cm y su peso generalmente se encuentra entre 45g y 63g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Este búho se distribuye desde Canadá en la Columbia Británica hasta Centroamérica en El Salvador (COSEWIC 2010)

Distribución en México

En México este búho se encuentra en la mayoría de los estados (al menos como visitante de paso) menos en Baja California Norte y Sur, Campeche, Colima, Chiapas, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Este búho está presente en bosques de montaña con gran cantidad de maleza, en bosques de pino-encino y pino-oyamel (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Vocalizaciones

Las vocalizaciones del tecolote ojioscuro serrano consisten en un suave *jut* o *ju-jut* que se repite cada 2 o 3 segundos. El tono de su vocalización es muy bajo para un búho pequeño (Peterson y Chalif 2008).

Características curiosas

El tecolote ojioscuro serrano está presente en Canadá y Estados Unidos durante la temporada de reproducción (mayo-septiembre) y en los meses de invierno migra a México y Centroamérica. También existen poblaciones en México que son residentes todo el año (COSEWIC 2010).

Otus flammeolus – Tecolote ojoscuro serrano



Fotografía de Greglasley.net

***Megascops kennicottii* (Elliot) 1867.**

Nombre común

Tecolote occidental (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Es un búho pequeño de coloración principalmente grisácea. Sus ojos son amarillo ámbar, su disco facial no es muy notorio y presenta mechones (“orejas”) muy notorios sobre su cabeza. Su tamaño varía desde los 17.5 cm hasta los 25cm y su peso generalmente se encuentra entre 90 y 215g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Este búho se distribuye desde las costas de Alaska y por las costas y el interior de la Columbia Británica pasando por el oeste de Estados Unidos hasta el Distrito Federal en México (Weick 2006).

Distribución en México

En México se encuentra en la mayoría de los estados (es residente anual) excepto en Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas y Yucatán (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Este búho está presente en regiones áridas y áreas semidesérticas con cactáceas columnares. También se encuentra en bosques semiabiertos de pino-encino, áreas semiabiertas con árboles esparcidos, bosques de ribera, y en áreas suburbanas con jardines y parques (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Vocalizaciones

Las vocalizaciones del tecolote occidental consisten en una serie de silbidos huecos de un tono tremolo que asemeja el sonido de una pelota rebotando momentos antes de detenerse (Peterson y Chalif 2008).

Características curiosas

Los búhos del género *Megascops* son muy similares entre sí, pero pueden diferenciarse por su canto (Weick 2006).

Megascops kennicottii – Tecolote occidental



Fotografía de Greg Lasley

***Bubo virginianus* (Gmelin) 1788.**

Nombre común

Búho cornado americano (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Es un búho grande muy densamente barrado de atrás y del pecho, con un collar blanco muy conspicuo. Sus ojos son amarillo ámbar, su disco facial es notorio y presenta mechones oscuros (“orejas”) muy notorios sobre su cabeza que asemejan cuernos. Su tamaño varía desde los 45cm cm hasta los 62.5cm y su peso generalmente se encuentra alrededor de 1000g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Este búho se distribuye desde Alaska hasta Centroamérica y Sudamérica. Desde el sur de Brasil hasta el centro de Argentina (Weick 2006).

Distribución en México

En México se encuentra en casi todos los estados menos en Tabasco. Es un búho residente anual (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Este búho está presente en áreas semiabiertas con árboles y arbustos, bosques mixtos de coníferas. También se encuentra en áreas pantanosas, regiones semidesérticas, bosques con vegetación secundaria, campos de cultivos y parques con grandes manchones de vegetación arbórea (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Vocalizaciones

Las vocalizaciones del búho cornado americano consisten en un ulular resonante de 4 a 5 notas. Los machos generalmente de 4 a 5 notas al siguiente ritmo: *ju, ju-ú, ju, ju*. Y las hembras con el tono más bajo, de 6 a 8 notas con el siguiente ritmo: *ju, ju-ju-ju ju-ú-ju-u* (Peterson y Chalif 2008)

Características curiosas

Este búho ha sido catalogado como el ave rapaz más generalista que existe porque se puede alimentar de una gran cantidad de presas (artrópodos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, Van Damme 2005).

Bubo virginianus – Búho cornado americano



Fotografía de Rob McKay

***Glaucidium gnoma* (Wagler) 1832.**

Nombre común

Tecolotito serrano (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Es un búho pequeño que presenta parches negros detrás del cuello, es de color café y presenta los flancos fuertemente rayados. Sus ojos son amarillo ámbar, y las plumas de su cola presentan un patrón de cinco a siete barras y no presenta disco facial notorio ni mechones oscuros sobre su cabeza. Su tamaño varía desde los 17.5 cm hasta los 19cm y su peso generalmente se encuentra entre 54 y 73g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Este búho se distribuye desde la Columbia Británica de Canadá hasta Centroamérica en Honduras y El Salvador (Neotropical Birds 2010f).

Distribución en México

En México se encuentra en la mayoría de los estados excepto en Baja California Norte y Sur, Campeche, Quintana Roo, Sinaloa y Tabasco. Es un búho residente anual (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Este búho está presente en bosques abiertos de coníferas y cañones arbolados (Peterson y Chalif 2008)

Vocalizaciones

Las vocalizaciones del tecolotito occidental consisten en un silbido suave *ju* repetido cada dos segundos o una serie oscilante de dos silbidos repetidos constantemente *ju-ju ju-ju ju-ju* (Peterson y Chalif 2008).

Características curiosas

Este búho no vocaliza en las noches, solo durante la tarde y el crepúsculo. En ocasiones se le ha escuchado vocalizar en pleno día (Peterson y Chalif 2008).

Glaucidium gnoma – Tecolotito Serrano



Fotografía de Michael Russell

***Aegolius acadicus* (Gmelin) 1788.**

Nombre común

Tecolote abetero norteño (Peterson y Chalif 2008)

Descripción

Es un búho pequeño que presenta coloración café en el dorso y en el pecho la coloración es blanquecina con rayas gruesas color canela. Sus ojos son amarillos, y presenta cejas blanquecinas en un disco facial muy notorio. Su tamaño varía desde los 17.5 cm hasta los 21.5cm y su peso va generalmente desde 55g a 125g (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución

Este búho se distribuye desde las costas del oeste de Canadá y el suroeste de Arizona hasta las tierras de alta montaña de Oaxaca (México) (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Distribución en México

En México se encuentra en la mayoría de los estados menos en Aguascalientes, Baja California Norte y Sur, Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. Es un búho residente anual (Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2006).

Hábitat

Este búho está presente en bosques muy densos y en pantanos. También se encuentra en bosques abiertos (Weick 2006, Peterson y Chalif 2008).

Vocalizaciones

Las vocalizaciones del tecolote abetero norteño consisten en un silbido suave en sesiones indefinidas con repetición de 100 a 130 veces por minuto *tu, tu, tu, tu, tu, tu* (Peterson y Chalif 2008).

Características curiosas

Este búho es estrictamente nocturno y se alimenta principalmente de ratones (Swengel 1987).

Aegolius acadicus – Tecolote abetero norteo



Fotografía de Rick Leche

Anexo 2. Lista de la fauna silvestre (presas potenciales de los búhos) registrada en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Canteada, Tlaxcala, México (enero-abril, junio-septiembre, 2012).

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Hexapoda	Coleóptera	Carabidae	<i>Carabus sp.</i>	Escarabajo
		Silphidae	<i>Nicrophorus marginatus</i>	Escarabajo
		Geotrupidae	<i>Geotrupes sp.</i>	Escarabajo
		Scarabaeidae	<i>Copris sp.</i>	Escarabajo
			<i>Orizabus sp.</i>	Escarabajo
			<i>Plusiotis Adelaida</i>	Escarabajo
			<i>Plusiotis orizabae</i>	Escarabajo
			<i>Xyloryctes thestalus</i>	Escarabajo
		Chrysomelidae	<i>Zygogramma piceicollis</i>	Escarabajo
			<i>Xanthonia sp.</i>	Escarabajo
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Huizache*
			<i>Sceloporus megalepidurus</i>	Lagartijo**
		Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagarto alicante del Popocatepetl⁺
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota***
	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Antrastomus arizonae</i>	Tapacaminos Cuerporruin mexicano***
			<i>Hylocharis leucotis</i>	Colibrí orejiblanco***
	Apodiformes	Trochilidae	<i>Lampornis amethystinus</i>	Chupaflor oscuro***
			<i>Lampornis clemenciae</i>	Chupaflor gorjazul***
			<i>Eugenes fulgens</i>	Chupaflor coronimorado***
			<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí de paso***
			Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>
	Passeriformes	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pechiblanca***
		Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepadorcito americano***
		Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon brunneicollis</i>	Troglodita continental gorgipardo***
		Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzalito piquioscuro***
<i>Catharus minimus</i>			Zorzalito carigris***	

		<i>Catharus guttatus</i>	Zorzalito coliruffo***	
		<i>Turdus migratorius</i>	Zorzal pechirrojo***	
	Parulidae	<i>Parula superciliosa</i>	Chipe pechimanchado***	
		<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe coroninegro***	
		<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo***	
		<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito alioscuro***	
		<i>Basileuterus belli</i>	Chipe rey cejidorado***	
	Emberizidae	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapete gorrirrufo***	
		<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Rascador pinto oscuro***	
		<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojilumbre mexicano***	
	Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Carpodaco doméstico***	
		<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero pinero rayado***	
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Romerolagus diazi</i>	Conejo zacatuche****
			<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo ****
			<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo ****
	Rodentia	Cricetidae	<i>Microtus mexicanus</i>	Meteorito****
			<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón****
			<i>Peromyscus melanotis</i>	Ratón****
			<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón****
		Muridae	<i>Neotomodon alstoni</i>	Ratón de los volcanes****
	Soricomorpha	Soricidae	<i>Sorex sp</i>	Musaraña****
	Chiroptera	Natalidae	<i>Natalus lanatus</i>	Murciélago****
		Molossidae	<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	Murciélago****
		Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago****

En negritas las presas contenidas en las egagrópilas, +(Conabio 2009), *(Ramírez y Arizmendi 2004a), **(Ramírez y Arizmendi 2004b), *** (Peterson y Chalif 2008), **** (Ceballos y Oliva 2005).

Anexo 3. Especies, géneros o familias de presas reportadas como parte de la dieta de las especies de búhos estudiadas en el Área Natural Protegida del Bicentenario Piedra Cantada, Tlaxcala, México.

Presa	<i>Tyto alba</i>	<i>Otus flammeolus</i>	<i>Megascops kennicottii</i>	<i>Bubo virginianus</i>	<i>Aegolius acadicus</i>
Artrópodos					
Coleopteros"		Powers <i>et al.</i> (1996) Gaede (2003) Cannings y Woudenberg (2004)	Cannings y Davis (2007) Davis y Cannings (2008) Kissling <i>et al.</i> (2010)	Aragon <i>et al.</i> (2002) Bogiatto <i>et al.</i> (2003) Kittredge <i>et al.</i> (2006)	
Carabidae"			Davis y Cannings (2008) Kissling <i>et al.</i> (2010)	Kremer y Belk (2003) Kittredge <i>et al.</i> (2006)	
<i>Carabus</i> *				Moore <i>et al.</i> (1999)	
Scarabaeidae"				Kremer y Belk (2003)	
Reptiles					
Squamata"				Kremer y Belk (2003)	
<i>Sceloporus</i> *			Gehlbach y Stoleson (2010)		
Aves					
Caprimulgiformes"				Kremer y Belk (2003)	
<i>Zenaida macroura</i>	Hernández-Muñoz y Mancina (2011)			Moore <i>et al.</i> (1999) Kremer y Belk (2003) Van Damme (2005)	
<i>Catharus</i> *				Van Damme (2005)	
<i>Turdus</i> *	Hernández-Muñoz y Mancina (2011)				
<i>Turdus migratorius</i>			Davis y Cannings (2008)	Van Damme (2005) Woodman <i>et al.</i> (2005) Kittredge <i>et al.</i> (2006)	
Emberizidae"				Aragon <i>et al.</i> (2002) Kittredge <i>et al.</i> (2006)	
<i>Pipilo</i> *				Kremer y Belk (2003)	
<i>Carpodacus mexicanus</i>				Moore <i>et al.</i> (1999)	
Mamíferos					

<i>Sylvilagus</i> "			Tyler y Jensen (1981) Ganey y Block (2005)
<i>Sylvilagus floridanus</i>			Woodman <i>et al.</i> (2005) Kittredge <i>et al.</i> (2006)
<i>Microtus</i> "		Rains (1997) Cannings y Davis (2007) Davis y Cannings (2008)	Bogiatto <i>et al.</i> (2003) Kremer y Belk (2003) Kittredge <i>et al.</i> (2006)
			Swengel (1987) Swengel y Swengel (1992) Holt y Leroux (1996) Rains (1997)
<i>Microtus</i> *	Bruijn (1994)		Kissling <i>et al.</i> (2010) Moore <i>et al.</i> (1999)
<i>Peromyscus</i> "		Rains (1997) Davis y Cannings (2008)	Tyler y Jensen (1981) Bogiatto <i>et al.</i> (2003) Kremer y Belk (2003) Ganey y Block (2005) Kittredge <i>et al.</i> (2006)
			Swengel (1987) Errington (1932) Swengel y Swengel (1992) Holt y Leroux (1996) Rains (1997) Cannings (2004)
<i>Peromyscus</i> *		Kissling <i>et al.</i> (2010) Gehlbach y Stoleson (2010) Cannings y Davis (2007)	Bowman <i>et al.</i> (2010)
<i>Reithrodontomys</i> "		Rains (1997)	Tyler y Jensen (1981) Kittredge <i>et al.</i> (2006)
<i>Reithrodontomys megalotis</i>			Aragon <i>et al.</i> (2002) Kremer y Belk (2003)
<i>Sorex</i> "		Davis y Cannings (2008) Cannings y Davis (2007) Rains (1997)	Kremer y Belk (2003) Holt y Leroux (1996)
<i>Sorex</i> *	Bruijn (1994)		Kissling <i>et al.</i> (2010) Ganey y Block (2005)
Chiroptera"		Cannings y Davis (2007) Davis y Cannings (2008)	
<i>Nyctinomops</i> *	Hernández-Muñoz y Mancina (2011)		
<i>Lasiurus</i> "			Teta <i>et al.</i> (2006)

" : Nivel taxonómico identificado, * : Géneros registrados en el ANPBPC pero diferente especie

