

Dieta de la lechuza de campanario (*Tyto alba*) en Ocoyoacac, Estado de México

Diet of the Barn Owl (*Tyto alba*) in Ocoyoacac, Estado de Mexico

Alvaro González-Calderón*

Resumen

Estudié los hábitos alimenticios de la lechuza de campanario (*Tyto alba* Strigiformes) en el municipio de Ocoyoacac (Estado de México) en 2012. Describí la dieta de esta rapaz a partir del análisis de los restos no digeridos de 732 egagrópilas colectadas. Empleé los índices de riqueza, dominancia y diversidad de Margalef, Simpson, Shannon-Wiener y Pielou, obtuve la diversidad de presas consumidas. Mediante el índice de nicho trófico de Levins estandarizado evalué la amplitud trófica de esta rapaz y estimé la correlación entre las dimensiones de las egagrópilas con el número de presas consumidas. Los mamíferos pequeños representaron la categoría con mayor frecuencia de depredación, seguida de artrópodos y aves. La dominancia de mamíferos pequeños resultó relativamente baja ($\lambda = 0.20$). La especie con mayor frecuencia de consumo fue *Rattus rattus*, seguida de cuatro especies de roedores con una frecuencia de consumo abundante (*Microtus mexicanus*, *Reithrodontomys microdon*, *R. megalotis* y *Peromyscus maniculatus*). El valor del índice Shannon-Wiener ($H' = 1.85$), y del índice de nicho trófico de Levins estandarizado ($Bst = 0.42$) mostraron una uniformidad relativamente baja y tendencia selectiva en el consumo de mamíferos pequeños. En la dieta de esta rapaz fue relevante el consumo de artrópodos en los que se incluyeron arácnidos. Así mismo observé selectividad en el consumo de aves. Las correlaciones significativas entre las dimensiones de las egagrópilas con el número de presas consumidas fueron discutidas. Los resultados sugieren que la lechuza de campanario tiene un papel importante en el control biológico de roedores exóticos y nativos de la región.

Palabras clave: Depredador-presa, control biológico, nicho trófico, *Tyto alba*, área urbana.

Abstract

I studied the feeding habits of the Barn Owl (*Tyto alba* Strigiformes) in Ocoyoacac, State of Mexico (Mexico) in 2012. On such occasion, its diet was analyzed based on the description of the mass of undigested parts of preys in 732 pellets collected. For such description I resorted to Margalef, Simpson, Shannon-Wiener and Pielou diversity index showing the diversity of preys on which the Barn Owls fed. Based on Levin's standardized trophic niche index the food niche breadth was estimated as well as the correlation between pellet dimensions and the number of eaten preys. Small mammals were the most frequent source of food, followed by arthropods and birds. The dominance of small mammals was relatively low ($\lambda = 0.20$). *Rattus rattus* was the species most frequently consumed, followed by four other rodent species associated with an abundant frequency of consumption (*Microtus mexicanus*, *Reithrodontomys microdon*, *R. megalotis* and *Peromyscus maniculatus*). Shannon-Wiener index value ($H' = 1.85$) and Levin's standardized trophic breadth index ($Bst = 0.42$) showed a relatively low uniformity and a selective tendency in the consumption of small mammals. The diet of the Barn Owl showed that the consumption of arthropods was relevant, including arachnids. A selective tendency was observed in the consumption of birds. The significant correlations between the dimensions of the pellets with the number of preys consumed were discussed. The results show that the Barn Owl plays an important role in the biological control of native and non-native rodents of the region.

Keywords: Predator-prey, biological control, thropic niche, *Tyto alba*, urban area.

Recibido: 2 de octubre de 2016. **Aceptado:** 1 de marzo de 2017

Editor asociado: Sergio Alvarado

Introducción

La interacción depredador-presa se considera en cualquier situación donde un par de especies o grupos de especies interac-

cionan entre sí, con un cambio de la población de presas respecto de la población del depredador, y viceversa (Odum 1998). Esta relación se expresa a través de un modelo de retroalimentación (sistema Lotka-Volterra), donde las poblaciones de presas tienen un efecto positivo en el tamaño de la población del depredador, a su vez, la población del depredador ejerce un efecto negativo en el tamaño de las poblaciones de presas

* Universidad Nacional de Córdoba. Av. Haya de la Torre s/n, Córdoba, Argentina. Correo electrónico: alvaroglez3@gmail.com

(Jaksic y Simonetti 1987, Cano 2011). El modelo depredador-presa en aves rapaces sugiere una relación denso-dependiente de la población depredadora hacia las poblaciones de presas (Aragón *et al.* 2002). En este sentido, los estudios de los hábitos alimenticios en este gremio han demostrado la preferencia en el consumo de presas dependiendo del grupo animal al que pertenecen, la edad, el tamaño (biomasa) y la composición de sexos (Jaksic y Simonetti 1987).

El orden Strigiformes cuenta con el mayor número de estudios de dieta de aves rapaces a nivel mundial (Bó *et al.* 2007). En esta rama de la ecología, los estudios tróficos en aves rapaces son realizados comúnmente para la familia Tytonidae, y se destaca a la lechuza de campanario (*Tyto alba* Strigiformes) por estar entre las especies con mayor número de descripciones de hábitos alimenticios, en gran parte, debido a la facilidad que representa colectar egagrópilas en reposaderos para su análisis y a que su distribución abarca un gran número de ecosistemas (Jaksic *et al.* 1982, Bruce 1999). Actualmente se sugiere una clasificación taxonómica a nivel mundial que distingue tres especies de lechuza de campanario con base en su grado de variación genética (König y Weick 2008, Enríquez *et al.* 2015). Las diferencias taxonómicas sugieren denominar a la especie *T. alba* para la lechuza de campanario distribuida en el Viejo Mundo (Europa y África), *T. javanica* para la lechuza distribuida en Australasia y *T. furcata* para la lechuza distribuida en el Nuevo Mundo (América) (Aliabadian *et al.* 2016). En México los estudios realizados sobre los hábitos alimenticios de la lechuza de campanario (Aragón *et al.* 2002, Zarza y Cruzado 2004, Santos-Moreno y Alfaro 2009), han permitido estimar la frecuencia de consumo de presas, la distribución potencial de las especies depredadas, así como la disponibilidad y abundancia de presas en regiones puntuales (Martínez y Calvo 2006).

El análisis del contenido de egagrópilas de aves rapaces –consideradas como acumulaciones de porciones no digeridas de presas que son regurgitadas en unidades compactas (Taberlet y Fumagalli 1996, Don *et al.* 2006)– se considera una herramienta útil para describir la dieta en términos de la estructura de las comunidades de mamíferos pequeños, la disponibilidad de presas de acuerdo con la temporada del año, así como en las estimaciones de las abundancias relativas de las poblaciones de presas en un área y tiempo determinado (Taylor 1994, Bonvicino y Bezerra 2003, Charter *et al.* 2007, Santos-Moreno y Alfaro 2009, Andrade *et al.* 2016).

Los aportes realizados por Rodríguez (2002) y Zarza y Cruzado (2004) sobre la dieta de la lechuza de campanario en el Estado de México, representan avances importantes para el entendimiento de las estrategias de alimentación (comportamiento generalista o selectivo de presas) y disponibilidad de presas

en ambientes con poco grado de alteración. Lo que conlleva a preguntarse ¿cómo se desarrolla la interacción depredador-presa si las actividades de forrajeo (búsqueda, asecho, captura e ingesta de presas) llevadas a cabo por este depredador ocurren en áreas urbanas del Estado de México?

El enfoque empleado por Trejo y Ojeda (2002) sugiere que el análisis de las dimensiones y características de las egagrópilas (la longitud, el diámetro y el peso) de aves rapaces, representan variables potenciales para determinar la especie de ave rapaz a la que pertenecen; sin embargo, actualmente se ha demostrado la existencia de un nivel de asociación entre las dimensiones de estas regurgitaciones con el número de presas que contienen (Fuentes *et al.* 2015). No obstante, esta correlación directa tenderá a verse comprometida si consideramos que el contenido y las dimensiones de una egagrópila responden a requerimientos energéticos particulares de la especie depredadora, a su estrategia de alimentación, o bien, a la accesibilidad de sitios de caza y disponibilidad de presas de una región (Martí 1987, Bellocq 2000).

Con el objetivo de describir la dieta de la lechuza de campanario, en esta investigación determiné la diversidad de presas contenidas en egagrópilas pertenecientes a una región urbana del municipio de Ocoyoacac, Estado de México. Por otro lado, para el entendimiento de la relación depredador-presa en este estudio busqué categorizar la frecuencia de consumo de especies presas y analizar cuán generalista o selectiva es la dieta de este depredador, así como el nivel de asociación entre las dimensiones de las egagrópilas con el número de presas contenidas. Por último, con la finalidad de corroborar la determinación de especies presas que componen la dieta de esta especie realicé capturas de mamíferos pequeños en los distintos hábitats de la zona de estudio.

Métodos

Área de estudio

El municipio de Ocoyoacac cuenta con un territorio de 134.71 km² y comparte junto con los municipios de Lerma, Huixquilucan y la Ciudad de México las 1,760 has que comprenden el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa; 19°29'32" N, 99°29'32" O) (List *et al.* 2009) (Figura 1). La altura sobre el nivel del mar es de los 2,590 m, según la carta topográfica de la Ciudad de México (SEMARNAT 2012). En el área predomina el clima CWbg (templado sub-húmedo con verano largo) y el C(E)wg (semifrío-subhúmedo) con una temperatura promedio de 13°C (García 2004). La precipi-

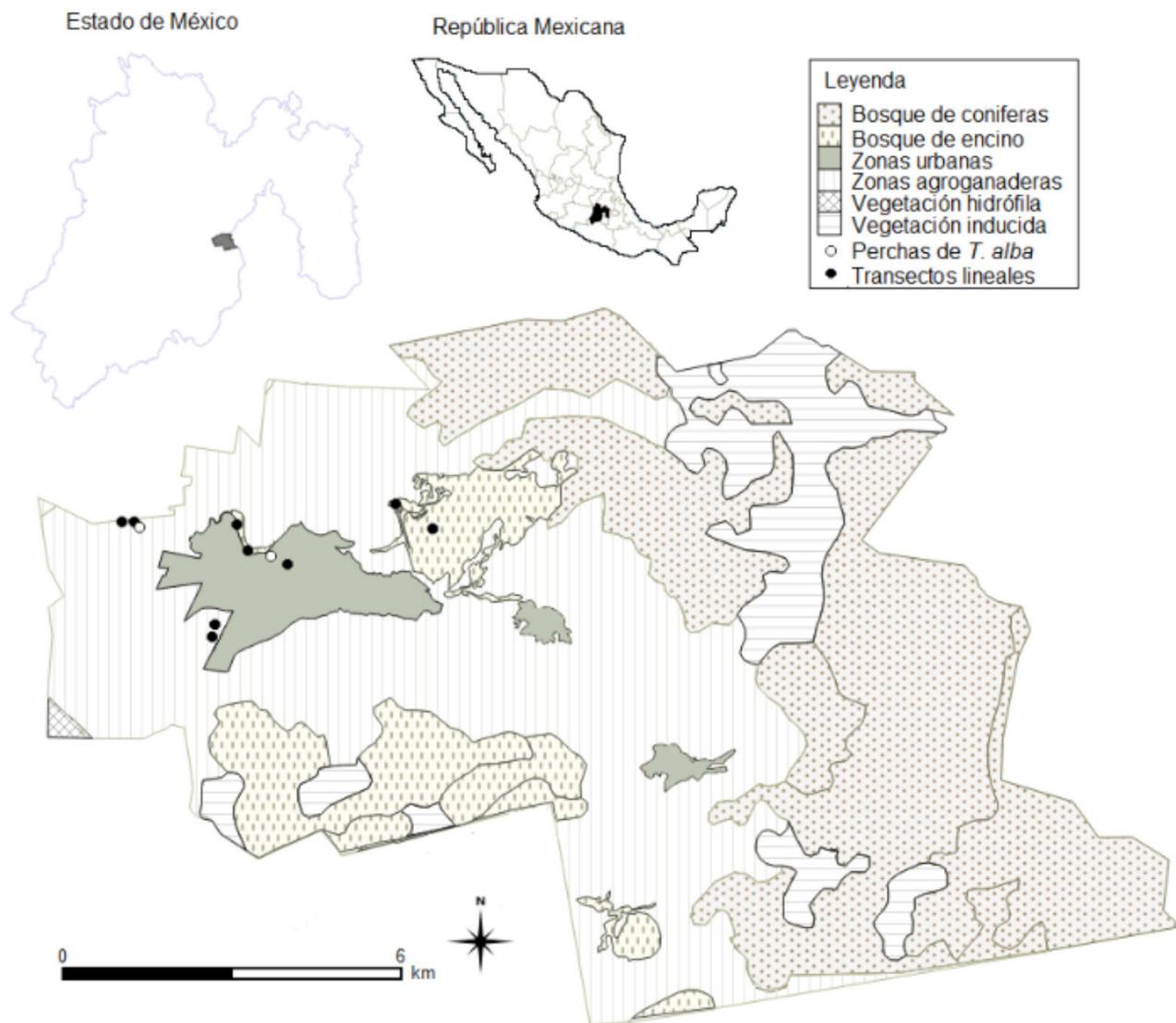


Figura 1. Ubicación de las perchas de *Tyto alba* y transectos lineales. Municipio de Ocoyoacac, Estado de México.

tación media anual oscila entre los 1,400 y los 1,800 mm. De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo Urbano (2007), el uso del suelo se caracteriza por asentamientos urbanos, zonas de cultivo, pequeños rodales de pináceas –*Pinus ayacahuite veitchii*, *Pinus herrerae*, *Pinus leiophylla*, *Pinus oocarpa*, *Pinus lumholtzii*, *Cupressus* spp. y *Pinus pseudostrobus* (Del Carmen 2009)–, y terrenos con pastizal (SEMARNAT 2012).

Colecta de egagrópilas en el campo

El análisis de egagrópilas adquiere ventaja respecto de otros métodos (por ejemplo, lavados estomacales) para la descripción de la dieta de aves rapaces. Los motivos para su preferencia suelen provenir de que es *i*) un método no invasivo y fácil de realizar para la determinación de la dieta, que aporta infor-

mación valiosa sobre el consumo de presas y la preferencia de especies; *ii*) permite la determinación de la distribución de especies presas (Don *et al.* 2006), la composición y abundancia relativa de las comunidades de mamíferos pequeños (Taylor 1994, Bonvicino y Bezerra 2003, Charter *et al.* 2007, Santos-Moreno y Alfaro 2009, Andrade *et al.* 2016), y *iii*) facilita la detección de especies exóticas en una región debido a la conducta de caza de algunas aves rapaces que se ajusta al modelo oportunista (De Santis y Pagnoni 1989, Noriega *et al.* 1990, Bó *et al.* 2007).

La ubicación e identificación de perchas o reposaderos (sitios de regurgitación) la realicé durante la noche por medio de la observación directa de individuos en vuelo, así como con la determinación de la presencia de la especie por las plumas presentes en dos reposaderos. El primer reposadero lo localicé en la cabecera municipal de Ocoyoacac (área urbana), mien-

tras que el segundo lo ubiqué en una barranca (área semiurbana) (Figura 1). Realicé dos visitas en cada reposadero entre los meses de marzo y abril (temporada reproductiva, estación de primavera) de 2012, por lo que las muestras sólo representan estos dos meses. La colecta de egagrópilas completas y fragmentos disgregados la efectué en muestras frescas y egagrópilas de meses anteriores con base en las técnicas de manejo y análisis sugeridas por Martí (1987). Al momento de realizar la colecta de egagrópilas no se detectó la presencia de lechuzas de campanario, por lo que se desconoce el número real de individuos o parejas que lo visitan. La preparación de las muestras la adapté a las sugerencias propuestas en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre (LECFS) de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco (véase a continuación). Enumeré de forma secuencial el total de muestras (egagrópilas) separando cada unidad de manera individual de acuerdo al número de reposadero y fecha de muestreo.

Preparación de muestras para análisis y descripción de contenidos

Para comprender cómo la disponibilidad local de presas y la estrategia de alimentación de la lechuza de campanario pueden influir en el número de presas que contienen estas regurgitaciones (González *et al.* 2004), para cada egagrópila obtuve la longitud y diámetro máximo con un calibrador (AutoTec™, precisión ± 0.10 mm) y el peso con una báscula digital (Citizen CT 1202, precisión 1,200g ± 0.01 g). Previo a la descripción de los contenidos de cada muestra, inicié el proceso de limpieza de las egagrópilas tomando en cuenta las indicaciones de Sabo y Laybourne (1994) y Martí *et al.* (2007). Con ayuda de una tela de malla fina aislé y enumeré sistemáticamente (en forma de cadena) todas las muestras. El uso de tela de malla fina tiene la ventaja de realizar la limpieza de una mayor cantidad de muestras en una sola ocasión, aislando cada egagrópila del resto y haciendo eficiente el uso del agua. De este modo, las egagrópilas aisladas en la tela se sumergieron en agua por tres días con detergente biodegradable (Foca®) poco agresivo con la coloración y estructuras anatómicas de los restos de presas. Cada unidad fue masajeada con la finalidad de disgregar y separar los componentes quitinosos, los cárnicos y aquellos no orgánicos como lo es, el suelo adherido a la egagrópila. Reemplacé el agua cuando fue necesario hasta que presentó la menor turbidez. Por último, sequé las egagrópilas con una estufa de laboratorio (Felisa HORNO) a una temperatura constante de 60°C. Con ayuda de pinzas entomológicas y caja de

Petri procedí a disgregar cada egagrópila separando los materiales quitinosos, los huesos, exoesqueletos y las semillas.

La determinación de especies consumidas la realicé hasta la identificación de nivel taxonómico máximo posible por medio de guías faunísticas de la región (Hall 1981a, 1981b, Howell y Webb 1995, Ceballos y Oliva 2005). Cada taxón presa fue identificado utilizando un microscopio estereoscópico (Nikon SMZ745) por medio de la comparación de las características de cráneos, mandíbulas, pico, dientes, pelos y exoesqueletos encontrados en las muestras, con las guías faunísticas.

Análisis de diversidad trófica

Analicé la diversidad trófica considerando el número total de egagrópilas; es decir, tanto las muestras frescas como aquellas con mayor tiempo de haber sido regurgitadas. Obtuve la riqueza, dominancia y equidad de las presas consumidas por la lechuza de campanario a partir de los valores de los índices de riqueza de Margalef, dominancia de Simpson, y equidad de Shannon-Wiener y Pielou (Moreno 2001). Para conocer cuán generalista o especialista es la dieta de la lechuza de campanario (Martí 1987), estimé la amplitud del nicho trófico del índice de Levins (Martí 1987), así como el índice de Levins estandarizado considerado útil para controlar el efecto potencial que genera el cambio estacional sobre la dieta (Colwell y Futuyma 1971). Caractericé el número de especies presa en la dieta por medio de la frecuencia de consumo estableciendo los siguientes criterios arbitrarios: *i*) individuos de una misma especie que fueron consumidos desde 100 veces o más, lo consideré de consumo dominante; *ii*) entre 30 y 99 individuos consumidos lo consideré como especies con frecuencia de consumo abundante; *iii*) si el número de individuos contabilizados se situó entre 10 y 29 ocasiones se consideró como un consumo frecuente; *iv*) un consumo ocasional lo cuantifiqué de cinco a nueve individuos; *v*) y como consumo raro consideré aquellas especies registradas con menos de cinco individuos.

Para evitar sobreestimar el número de individuos de cada egagrópila registré: un individuo (mamífero pequeño o ave) cuando se hizo presente un cráneo (o pico), o bien, considerando el mayor número de mandíbulas de un lado (derecho o izquierdo). De la misma manera, para estimar el consumo de artrópodos, distinguí un individuo con base al número de cápsulas craneanas, pares de élitros o mandíbulas. Empleé el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar por medio de las medias y la desviación estándar (DE) la existencia de una relación significativa ($P < 0.05$) entre las longitudes, los diámetros, y los pesos de las egagrópilas, con el número de presas

consumidas con ayuda del software InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2008).

Muestreo de mamíferos pequeños

Para confirmar la presencia en el campo de los mamíferos pequeños, que conformaron la dieta de la lechuza de campanario, realicé trameos estratificados en los hábitats de bosque de coníferas, bosque de encino, pastizal, riberas del Río Ocoyoacac y zonas de cultivo de maíz (cultivo predominante de la región). Los trameos los efectué simultáneamente entre los meses de colectas de egagrópilas (marzo y abril). A lo largo de 10 transectos lineales dispuestos en los hábitats anteriormente mencionados (Figura 1) instalé 10 trampas Sherman con una separación de 10 m entre ellas. Las trampas las cebé con una mezcla de avena con esencia de vainilla. Los individuos que capturé los liberé una vez que los identifiqué. El esfuerzo de captura (Aragón *et al.* 2002, Santos-Moreno y Alfaro 2009, González-Romero 2011) tuvo un lapso de tres noches continuas por transecto/mes.

Resultados

Localicé dentro de la zona urbana y semiurbana del municipio de Ocoyoacac dos reposaderos de lechuza de campanario, siendo este primer sitio un área potencial de nidificación (por la presencia de restos de huevos) ubicado en la torre de la iglesia de San Miguel (Figura 1). La distancia lineal entre ambos puntos es de 2.53 km.

Colecté en los dos reposaderos un total de 663 egagrópilas completas, con $n = 660$ muestras en el primer punto y $n = 3$ muestras en el segundo. Colecté también las muestras disgregadas y restos óseos que dieron un total de 1,092 individuos depredados y 732 muestras de acuerdo al promedio de presas por egagrópila ($n = 1.72$ individuos). Las dimensiones promedio de las egagrópilas mostraron una longitud de 3.8 cm ($DE = 9.46$), un diámetro de 2.5 cm ($DE = 5.02$) y un peso de 3.8 g ($DE = 2.20$). Los hábitos tróficos de la lechuza de campanario en el municipio de Ocoyoacac mostraron una dieta basada principalmente en mamíferos pequeños (95.15%), seguida de artrópodos (2.66%) y aves (2.20%).

En cuanto a los mamíferos pequeños ($n = 1,039$; 95.15%), determiné nueve especies representadas en tres órdenes, cuatro familias y siete géneros (Cuadro 1). En esta categoría, la especie con frecuencia de consumo dominante correspondió a *Rattus rattus*, seguida por cuatro especies con una frecuencia

de consumo abundante (*Microtus mexicanus*, *Reithrodontomys microdon*, *R. megalotis* y *Peromyscus maniculatus*). Con la frecuencia de consumo frecuente categoricé sólo al género *Rattus* spp. y a *R. norvergicus*. La frecuencia de consumo ocasional fue para *Sorex saussurei* y para el género *Reithrodontomys* spp. Las menores frecuencias de consumo fueron para dos individuos de *Oryzomys couesi*, y un lagomorfo del género *Sylvilagus* spp. Los mamíferos pequeños no determinados representaron 1.56% del total de muestras. Registré un consumo ocasional de artrópodos y aves. El consumo accidental de material vegetal correspondió a semillas ($n = 16$), gramíneas ($n = 12$) y musgo ($n = 1$). En el Cuadro 1 se detallan las frecuencias y proporciones de consumo del total de categorías alimentarias, discriminada por clase, familia, género y especie y categoría de consumo.

De acuerdo al número de muestras colectadas en esta investigación, la riqueza de mamíferos pequeños fue de $D_{Mg} = 1.60$, superior al valor de la riqueza de aves ($D_{Mg} = 1.25$) y artrópodos ($D_{Mg} = 0.29$). La dominancia de mamíferos pequeños y aves fue relativamente baja ($\lambda = 0.20$, $\lambda = 0.36$, respectivamente) al comparar los valores obtenidos en la categoría de artrópodos ($\lambda = 0.93$). La diversidad de mamíferos pequeños de acuerdo al índice de Shannon-Wiener fue de $H' = 1.85$. Por otro lado, en artrópodos y aves el valor del índice fue de $H' = 0.14$ y $H' = 1.11$, respectivamente. En cuanto al valor del índice de Pielou, los mamíferos pequeños y aves superaron el valor de equitatividad media ($J' = 0.74$, $J' = 0.69$, respectivamente), caso contrario ocurrió para los artrópodos que presentaron baja equitatividad ($J' = 0.20$). El valor del índice de amplitud del nicho trófico de Levins para mamíferos pequeños y aves fue de $B = 5.25$ y $B = 2.57$, respectivamente. En cuanto al consumo de artrópodos, el índice mostró un valor menor ($B = 1.07$). Los valores estandarizados del índice de Levins estimaron una amplitud trófica de $Bst = 0.42$ para mamíferos pequeños, $Bst = 0.07$ para artrópodos y $Bst = 0.39$ en aves. De acuerdo con las estimaciones realizadas con el coeficiente de correlación de Pearson, existe una correlación significativa entre la longitud ($r = 0.389$; $P = 0.000$), el diámetro ($r = 0.297$; $P = 0.000$) y el peso ($r = 0.429$; $P = 0.000$) de las egagrópilas con el número de presas contenidas en éstas.

Con un esfuerzo de muestreo de 300 trampas-noche fueron capturados 10 mamíferos pequeños lo que representa un éxito de captura de 3.3 % por transecto/mes. Corroboré la presencia de tres especies de mamíferos pequeños. *P. maniculatus* ($n = 1$) fue capturado en hábitats de pastizal. *R. megalotis* ($n = 7$) fue capturado en las zonas de cultivo y en fragmentos de bosque de encino. *R. rattus* ($n = 2$) fue capturado en las riberas del Río Ocoyoacac.

Cuadro 1. Frecuencia de consumo de especies presas determinadas en egagrópilas de *Tyto alba*, en Ocoyoacac, Estado de México. Fr= frecuencia relativa, %= porcentaje y CFC= categoría respecto a la frecuencia de consumo. MN= muestras no identificadas de (m) mamíferos, (a) de aves y (ar) artrópodos.

Clase	Familia	Género y especie	Fr	%	CFC
Mamíferos	Soricidae	<i>Sorex saussurei</i>	24	2.20	Ocasional
	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	1	0.09	Rara
	Cricetidae	<i>Orizomys couesi</i>	2	0.18	Rara
		<i>Reithrodontomys megalotis</i>	127	11.63	Abundante
		<i>Reithrodontomys microdon</i>	145	13.28	Abundante
		<i>Reithrodontomys</i> spp.	14	1.28	Ocasional
		<i>Peromyscus maniculatus</i>	120	10.99	Abundante
		<i>Microtus mexicanus</i>	183	16.76	Abundante
	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	315	28.85	Dominante
		<i>Rattus norvergicus</i>	43	3.94	Frecuente
		<i>Rattus</i> spp.	47	4.30	Frecuente
		MND (m)	18	1.56	Ocasional
Aves	Turdidae	<i>Turdus</i> spp.	1	0.09	Rara
	Emberizidae	<i>Junco</i> spp.	1	0.09	Rara
		MND(a)	10	0.92	Ocasional
	Cardinalidae	<i>Cardinalis</i> spp.	1	0.09	Rara
	MND (a)	MND (a)	11	1.01	Ocasional
Insecta	Salticidae	MND(ar)	1	0.09	Rara
	MND(ar)	MND(ar)	28	2.56	Ocasional
Total			1,092	100	

Discusión

Los hábitos alimenticios de la lechuza de campanario en el municipio de Ocoyoacac resaltaron dos aspectos que permiten comparar posteriormente los valores de diversidad trófica: *i*) una dieta constituida mayormente por el consumo de mamíferos pequeños, donde la selectividad de presas podría reflejar la abundancia relativa y biomasa disponible de las especies presas registradas, y *ii*) un consumo oportunista de presas mediado por la disponibilidad de los recursos alimenticios en esta región urbana.

La dieta, desde el punto de vista ecológico, se refiere al margen trófico de todas las categorías alimentarias que son consumidas por un animal (Stephens y Krebs 1986). La información disponible sobre los hábitos alimenticios de la lechuza de campanario en México sugiere que los patrones de consumo de presas se destinan en búsquedas activas de mamíferos pequeños, depredando principalmente roedores (López-Forment y Urbano 1977, Figueroa *et al.* 2002, Zarza y Cruzado 2004). Los resultados de esta investigación concuerdan con este patrón, ya que la presencia de mamíferos pequeños (95.15%)

en las egagrópilas de la lechuza de campanario corrobora esta tendencia, seguida de artrópodos y aves.

En la presente investigación, la riqueza de mamíferos pequeños consumidos por la lechuza de campanario fue semejante al compararla con los resultados obtenidos por Rodríguez (2002) en Xochitla, Tepotzotlán, Estado de México. El número de especies presa que conformaron la dieta de este depredador en Ocoyoacac fue menor de acuerdo con los resultados obtenidos en la dieta de la lechuza de campanario por Zarza y Cruzado (2004) con 10 especies presas consumidas en la Sierra de Guadalupe (norte del Valle de México); 10 especies en el centro de Oaxaca (Lavariega *et al.* 2016). No obstante, el número de especies determinadas fue mayor respecto de las seis especies registradas en Mapimí, Durango (Aragón *et al.* 2002) y las ocho especies encontradas en el sureste de Oaxaca (Santos-Moreno y Alfaro 2009). El consumo de otras categorías alimenticias (artrópodos y aves) también ha sido reportado en la dieta de esta rapaz para otras latitudes del país (Aragón *et al.* 2002, Lavariega *et al.* 2016), no obstante, las proporciones de estas categorías secundarias son menores respecto a las obtenidas en esta investigación, exceptuando la frecuencia (16.61%, $n = 82$ de 493 individuos depredados) en el consumo de aves registrada por Rodríguez (2002). Se considera pertinente mencionar que las comparaciones de la riqueza de especies presa en las investigaciones anteriormente citadas cuentan con objetivos de investigación, áreas de estudio y esfuerzos de muestreo que no son los mismos para este estudio. Por lo que se sugiere considerar estas comparaciones en función de ejemplificar las particularidades en la dieta de la lechuza para Ocoyoacac.

De acuerdo con Margalef (1972), el valor del índice de diversidad de Shannon-Wiener, suele hallarse entre los valores 1.5 y 3.5, y sólo raramente sobrepasa 4.5 (Magurran 1988). Bajo este contexto es probable que la baja uniformidad ($H' = 1.85$) y la equitatividad media ($J = 0.74$) de mamíferos pequeños estimadas en este estudio, se expliquen por la frecuencia de consumo dominante de *R. rattus*. Si bien se ha remarcado la ambigüedad en el uso e interpretación de los índices de diversidad (Krebs 1989), consideré útil proporcionar con esta investigación un valor de referencia que involucre la composición de la dieta de esta lechuza y los valores estructurales de la comunidad de mamíferos pequeños presentes en el área de estudio (Martí 1987). De esta manera, en futuros acercamientos se contará con un valor comparable para analizar de forma pertinente las variaciones estacionales en la dieta de esta especie. Adicionalmente, se ofrece información de la distribución potencial de mamíferos pequeños de hábitos nocturnos de Ocoyoacac.

Los aportes hechos por Zarza y Cruzado (2004) al describir la dieta de la lechuza de campanario en el norte del Valle de México, sugieren que la uniformidad de especies endémicas consumidas probablemente sea un reflejo de la calidad de los hábitats donde fueron colectadas las muestras de su estudio. No obstante, el poco número de muestras ($n = 9$) analizadas por los autores previamente citados, implica tomar esta comparación de manera cautelosa. Con base en los resultados de esta investigación se sugiere que la frecuencia de consumo de mamíferos pequeños es respuesta de dos posibles escenarios, por un lado, la existencia de un efecto de la urbanización sobre la dieta de un depredador silvestre, y por otro lado, la plasticidad de este depredador al tomar ventaja de la abundancia relativa de roedores comensales exóticos en asentamientos urbanos, particularmente por un consumo dominante de *R. rattus*. En ambas posturas se manifiesta el grado de perturbación en los distintos hábitats en Ocoyoacac.

La dieta de la lechuza de campanario en Ocoyoacac mostró una tendencia selectiva en el consumo de mamíferos pequeños ($Bst = 0.42$) al menos en los meses estudiados y con el número de muestras colectadas. Este patrón también se registró en el estudio realizado por Aragón *et al.* (2002) donde la amplitud de nicho trófico de esta especie en Mapimí, Durango, mostró un patrón selectivo de presas ($B = 1.58$). En contraposición, los resultados obtenidos en la investigación de Rodríguez (2002) en Xochitla (Estado de México), sugieren que en las temporadas de invierno y primavera (diciembre 2000 y mayo 2001) esta especie presenta una conducta de caza oportunista ($B = 5.82$) debido al diverso consumo de mamíferos. Ambos resultados que describen cuán generalista o selectiva es la dieta de esta lechuza pueden explicarse debido a que la conducta de caza generalista de este depredador puede ajustarse al modelo de caza oportunista (Bellocq 2000, Sahores y Trejo 2004, Bó *et al.* 2007). Cabe señalar que el valor de la amplitud del nicho trófico tenderá a aumentar dependiendo del grado de alteración de los hábitats de estudio, con aumentos significativos dependiendo el grado de alteración de los ecosistemas (Hernández-Muñoz y Mancina 2011), lo que a su vez determinará la disponibilidad de presas para la especie y su estrategia de caza. Es posible que el valor obtenido de la amplitud de nicho trófico estandarizado en esta investigación, sea un indicador del grado de perturbación territorial ocasionada por la transformación y pérdida de hábitats nativos en Ocoyoacac en respuesta del avance de la frontera urbana y agropecuaria, con beneficios para algunas especies como posiblemente ocurre con la población de *R. rattus* en el área de estudio.

Entre las causas que pueden asociarse a un marcado consumo de presas por parte de la lechuza de campanario –como

el grupo faunístico, la edad, las abundancias relativas y la composición de sexos de las presas (Jaksic y Simonetti 1987, Bozinovic y Canals 2007, Andrade *et al.* 2016), la biomasa de las presas representa un factor que influye potencialmente en la búsqueda, asecho, captura y consumo de ciertas especies (Velarde *et al.* 2007). En esta investigación es probable que la abundancia relativa y biomasa disponible de *R. rattus* expliquen el porqué en la dieta de este depredador se concentren sus actividades de forrajeo en este roedor, situándolo como un objetivo de caza más rentable (en términos de compensación energética) respecto de otras especies depredadas como lo sugiere Schluter (1981). A pesar de que las descripciones de la dieta en esta investigación fueron realizadas en un contexto espacial de un área urbana y semiurbana del municipio de Ocoyoacac, también se han reportado estrategias de depredación selectivas por parte de esta especie en zonas con poco grado de transformación, como lo fue en la Reserva de la Biosfera en Mapimí, Estado de Durango (Aragón *et al.* 2002). En este sentido, se puede inferir que la relación depredador-presa no se encuentra potencialmente determinada si los sitios de forrajeo ocurren en áreas urbanas, como sucedió en Ocoyoacac, o en zonas destinadas a la conservación, en su lugar, se destaca el posible aprovechamiento que lleva a cabo la lechuza de campanario cuando dirige los eventos de caza en presas que recompensan sus requerimientos energéticos. Resultados similares fueron obtenidos por Hernández-Muñoz y Mancina (2011) en Cuba, quienes reportaron en la dieta de esta especie una frecuencia de consumo dominante (80%) de roedores exóticos (*Mus musculus* y *Rattus* spp.) que disponen de mayor biomasa. Los resultados de los autores anteriormente citados se asemejaron al comportamiento forrajero de la lechuza de campanario en Ocoyoacac.

En el Estado de México algunas poblaciones de roedores, y en especial aquellas que se encuentran fuertemente asociadas con las poblaciones humanas como lo es la rata negra (*R. rattus*) con una relación de tipo comensal (Romero-Álvarez y Medellín 2005), son controladas naturalmente por especies endémicas capaces de evitar daños al ecosistema y a la salud humana (Ostfeld y Holt 2004, Weeden *et al.* 2006, Meyer 2008). Con base en los resultados de esta investigación consideré que la lechuza de campanario representa un agente de control biológico de especies exóticas para el municipio de Ocoyoacac. El planteamiento de que una especie depredadora influye directamente sobre las abundancias de sus presas, tiene más de medio siglo de investigaciones que profundizan la relación del efecto de las aves rapaces sobre las poblaciones de roedores (Ostfeld y Holt 2004). Bajo este contexto, si asumimos que el ámbito hogareño estimado de *R. rattus* se es-

tima en radios de 3 km² alrededor de las poblaciones humanas (Romero-Álvarez y Medellín 2005), y que el ámbito hogareño de la lechuza de campanario abarca entre 5 y hasta 7 km² dependiendo la temporada (Martí 1992, Meyer 2008), es probable que la población de esta especie de roedor exótico tenga cierto grado de control, ya que la selección y depredación de fenotipos particulares por parte de este depredador, como los mencionan Jaksic y Simonetti (1987), repercute directamente en la dinámica poblacional de una especie presa. Si bien Ostfeld y Holt (2004) cuestionan la solidez del efecto potencial que causa un depredador sobre la densidad de presas en términos de transmisión de enfermedades zoonóticas (roedores-seres humanos), en esta investigación se destaca el consumo dominante de *R. rattus* por parte de la lechuza de campanario como un papel funcional potencial para dirigir una línea de investigación enmarcada en la transmisión y prevalencia de enfermedades zoonóticas del territorio mexiquense.

Aunque los análisis mostraron una correlación significativa entre las dimensiones de las egagrópilas con el número de presas consumidas, considero que estas asociaciones no son lo suficientemente sólidas debido al efecto que puede causar la biomasa de las presas sobre la longitud, el diámetro y peso de estas regurgitaciones. En otras palabras, si las presas disponibles a consumir son pequeñas (en biomasa), se requerirá de una mayor frecuencia en la búsqueda y consumo de éstas; en cambio, si la presa es grande, no sólo la lechuza satisface sus requerimientos metabólicos mediante una única captura (Bozinovic y Medel 1988), sino también aumentará la probabilidad de medir una egagrópila con grandes dimensiones en que se encuentre un solo individuo, como ocurrió con nuestras muestras donde se registró la depredación de *R. rattus*. Debido a que la colecta de muestras en esta investigación se limitó a dos meses, se considera necesario realizar estas correlaciones entre las distintas temporadas del año para reforzar o desestimar estos valores de asociación. Los estudios realizados por Fuentes *et al.* (2015) encontraron una correlación significativa entre el peso de las egagrópilas de este depredador con el número de presas consumidas ($r = 0.4377$; $P = 0.000$). Los autores previamente citados sugieren que esta correlación puede estimar potencialmente el número de presas de forma rápida cuando el proceso de las muestras no pueda realizarse de manera inmediata. Bajo mis observaciones, se sugiere tomar con precaución una aseveración sólida entre las dimensiones de las egagrópilas y el número de presas contenidas por lo discutido anteriormente. Esto podría ser respaldado con las conjeturas formuladas por Guidali y Pigozzi (1996), donde explican que las dimensiones de las egagrópilas de la lechuza de campanario pueden verse afectadas no sólo por la disponibilidad de

presas, también lo hace la estacionalidad y el momento del día, horas de luz o sin luz, en el que fueron regurgitadas (en términos de la pérdida de agua de las muestras al secarse).

En este sentido, Castro y Jaksic (1995) subrayan lo comprometedor que resultaría afirmar que la selección de presas por un depredador se encuentre condicionada sólo por atributos biométricos (ejemplo, clases de edad, tamaño), o la vulnerabilidad en la captura de las presas. En contraposición, Arruda Bueno y Motta-Junior (2008) explican en su estudio que la selección de presas por parte de la lechuza de campanario ocurre selectivamente sobre presas pequeñas y de menor edad. Los resultados de los autores previamente citados muestran la plasticidad que posee la lechuza de campanario en cuanto a sus estrategias de alimentación. Las conjeturas obtenidas en esta investigación sugieren que las dimensiones de las egagrópilas reflejan la particularidad de la estructura de la comunidad de mamíferos pequeños de hábitos nocturnos en Ocoyoacac, a la abundancia relativa de las presas, los sitios donde se realizan los forrajeos y la vulnerabilidad de las presas para ser capturadas (Marti 1987).

Es importante señalar que los análisis hechos en esta investigación podrían representar la dieta de una o dos parejas de lechuzas, por lo que se considera pertinente considerar esto para futuros estudios comparativos. Otra de las limitaciones a considerar fue la comparación del número de muestras de los dos reposaderos, ya que la colecta de egagrópilas en la zona semiurbana (segundo sitio) sólo contabilizó tres muestras.

Con base en los muestreos en campo corroboré la presencia de tres especies de roedores que coincidieron con las especies registradas en la dieta de la lechuza de campanario. En los hábitats de pastizal capturé a las especies *P. maniculatus* y *R. megalotis*. En las zonas destinadas al cultivo sólo capturé a *R. megalotis*. Finalmente en ambientes de ribera capturé *R. rattus*. Cabe señalar que la distribución potencial de los roedores que capturé no se encuentra limitada a los distintos hábitats donde realicé los transectos lineales.

Se concluye a partir de los muestreos realizados en este estudio que la lechuza de campanario en el municipio de Ocoyoacac muestra una conducta de caza selectiva, valiéndose de la predominancia y diversidad de algunas especies de mamíferos pequeños presentes en un área urbana y semiurbana del Estado de México. Se remarca el papel funcional de esta lechuza como un potencial controlador biológico de roedores exóticos. La presencia de distintas categorías alimenticias subraya la plasticidad trófica de esta rapaz. Se considera necesario realizar estudios a corto y mediano plazo para conocer si las estrategias de caza de esta especie difieren entre las distintas temporadas del año. Este acercamiento en la dieta de la lechuza de campanario promueve la aplicación de medidas

de manejo (mediante la instalación de cajas-nido con características para la nidificación y crianza), que permitan ejercer prácticas de conservación en el territorio mexiquense.

Agradecimientos

Se agradece al personal del LECFS por las instalaciones y equipo facilitado para el procesamiento adecuado de muestras. Al Dr. Jorge Ignacio Servín Martínez por las directrices para la realización de este estudio y a M. en C. Juan Cruzado Cortés por sus revisiones pertinentes. A María José Doiny por la interpretación realizada del abstract. De igual forma, se agradece a los árbitros que realizaron comentarios en este documento en medida de fortalecer los resultados aquí plasmados.

Literatura citada

- Aliabadian, M., N. Alaei-Kakhki, O. Mirshamsi, V. Nijman y A. Roulin. 2016. Phylogeny, biogeography, and diversification of barn owls (Aves: Strigiformes). *Biological Journal of the Linnean Society* 119: 904-918.
- Andrade, A., J.F.M. Saraiva y A. Monjeau. 2016. Are owl pellets good estimators of prey abundance? *Journal of King Saud University* 28:239-244.
- Aragón, 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* 86:29-50.
- Arruda Bueno, A. y J. Motta-Junior. 2008. Small mammal prey selection by two owl species in Southeastern Brazil. *Journal of Raptor Research* 42(4):248-255.
- Belloocq, M. 2000. A review of the trophic ecology of the Barn Owl in Argentina. *Journal of Raptor Research* 34:108-119.
- Bó, M., A. Baladrón y L. Biondi. 2007. Ecología trófica de falconiformes y strigiformes: tiempo de síntesis. *Hornero* 22(2):97-115.
- Bonbicino, C. y A. Bezerra. 2003. Use of regurgitated pellets of barn owl (*Tyto alba*) for inventorying small mammals in the Cerrado of Central Brazil. *Studies of Neotropical Fauna and Environment* 32:1-5.
- Bozinovic, F. y M. Canals. 2007. Fisiología ecológica de mamíferos: compromisos y restricciones en el uso de la energía. Pp. 267-287. In: Muñoz-Pedreros A. y J. Yáñez (eds). Mamíferos de Chile. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.
- Bozinovic, F. y R.G. Medel. 1988. Body size, energetic and foraging mode of raptors in central Chile: an inference. *Oecologia* 75:456-458.

- Bruce, M.D. 1999. Family Tytonidae (Barn-owls). Pp 34-75. En: J. del Hoyo, A. Elliott y J. Sargatal (eds.) *Handbook of birds of the World*. Vol.5. Lynx Edicions, Barcelona. España.
- Cano, A.C. 2011. Sistemas de Lotka-Volterra en dinámica poblacional. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.
- Castro, S.A. y F.M. Jaksic. 1995. Great Horned and Barn owls prey differentially according to the age/size of a rodent in Northcentral Chile. *Journal of Raptor Research* 29:245-249.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. México. D.F.
- Charter, M., I. Izhaki, L. Shapira y Y. Leshem. 2007. Diets of urban breeding Barn Owls (*Tyto alba*) in Tel Aviv, Israel. *The Wilson Journal of Ornithology* 119:484-485.
- Colwell, R.K. y D.J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52:567-576.
- De Santis, L. y G. Pagnoni. 1989. Alimentación de *Tyto alba* (Aves: Tytonidae) en localidades costeras de la provincia del Chubut (República Argentina). *Neotropica* 35:43-49.
- Del Carmen, M. 2009. Coníferas. Parte II Diversidad de especies. Pp. 177-179. In: La diversidad biológica del Estado de México. Biblioteca mexiquense del bicentenario. México.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Don, S., M. Kyung, B. Jun, Y. Jin y H. Lee. 2006. Prey analysis of short-eared owl with molecular genetic technique. Pp: 277-284. En: McNeely, J. A., T.M. McCarthy, A. Smith y L. Olsvig-Whittaker (eds.). *Conservation Biology in Asia*. Kathmandu, Nepal.
- Enríquez, P.L., K. Eisermann, J.C. Motta-Junior y H. Mikkola. 2015. Una revisión de la Taxonomía y Sistemática de los búhos Neotropicales. Pp 29-38. En: P. Enríquez (eds) *Los Búhos Neotropicales: Diversidad y Conservación*. ECOSUR. México.
- Figueroa, M., B. Núñez, J. López y S. Gaona. 2002. Restos de mamíferos recuperados en regurgitaciones de lechuza *Tyto alba*, procedente de la Alameda Oriente, D.F. VII En: Congreso Nacional de Mastozoología. Memorias, Oaxaca.
- Fuentes, L., I. Sequera, C. Polo y L. Díaz. 2015. Composición de la dieta de *Tyto alba* en hábitats de Calabozo, Venezuela. *Investigación Agraria* 17:46-53.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5a. ed. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- González, D.A., M. S. Ausset, O.R. Skewes y R.A.R. Figueroa. 2004. Variación estacional en el consumo de roedores por la lechuza de campanario (*Tyto alba*) en un área suburbana de Chillán, Centro-Sur de Chile. *Hornero* 19:61-68.
- González-Romero, A. 2011. Métodos de captura y contención de mamíferos. Pp. 117-126. In: Gallina, S.T. y C. López-González (eds.). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Vol. 1. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. Querétaro, México.
- Guidali, F. y G. Pigozzi. 1996. Differences in the dimensions of diurnal and nocturnal pellets of the barn owl, *Tyto alba*. *Italian Journal of Zoology* 63:157-161.
- Hall, E. 1981a. *The mammals of North America*. Vol. 1. John Wiley y Sons, New York.
- Hall, E. 1981b. *The mammals of North America*. Vol. 2. John Wiley y Sons, New York.
- Hernández-Muñoz, A. y C. 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.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford University Press. Oxford, Inglaterra.
- Jaksic, F., M.R.L. Seib y C.M. Herrera. 1982. Predation by the Barn Owl (*Tyto alba*) in mediterranean habitats of Chile, Spain and California: A comparative approach. *American Midland Naturalist* 107:151-162.
- Jaksic, F. y J. Simonetti. 1987. Predator/prey relationships among terrestrial vertebrates: an exhaustive review of studies conducted in southern South America. *Revista Chilena de Historia Natura* 60:221-244.
- König, C. y F. Weick. 2008. *Owls of the world*, second edition. Christopher Helm, Londres, Reino Unido.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. 2nd edn. Harper-Collins, New York.
- Lavariega, M.C., J. García, Y.M. Martínez, D. Camarillo, T. Hernández y M. Briones-Salas. 2016. Análisis de las presas de la Lechuza de Campanario (Tytonidae) en Oaxaca Central, México. *Neotropical Biology and Conservation* 11:24-30.
- Levins, R. 1968. *Evolution in a changing environment: Some theoretical explorations*. University Press. New Jersey, Estados Unidos.
- List, R., M. Muñozcano y J. De La Peña. 2009. Áreas Naturales Protegidas. Pp. 339-347 In: La diversidad biológica del Estado de México. Biblioteca mexiquense del bicentenario.
- López-Forment, W. y G. Urbano. 1977. Restos de pequeños mamíferos recuperados en regurgitaciones de lechuza, *Tyto alba*, en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. Serie Zoológica 48:231-241.

- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey, Estados Unidos.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44:211-235.
- Marti, C.D. 1987. Predator-prey interactions: a selective review of North American research results. *Revista Chilena de Historia Natural* 60:203-219.
- Marti, C.D. 1992. Barn Owl. Pp. 5-15. In: Poole, A.F., P. Stettenhein y F.B. Gills (eds.). *The Birds of North America – Life Histories for the 21st Century*, The American Ornithologists Union and the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Washington D.C.
- Marti, C.D., M. Bechard y F.M. Jacksic. Food habits. 2007. Pp: 129-152. In: Bird, D.M. y K.L. Bildstein. *Raptor Research and Management Techniques*. Hancock House Pub Ltd, Blaine, Washington, U.S.A.
- Martínez, J. y J. Calvo. 2006. Rapaces diurnas y nocturnas de la Región de Murcia. A.G. Nomograf. Consejería de Industria y Medio Ambiente Dirección General del Medio Natural. Murcia.
- Meyer, S. 2008. The Barn Owl as a control agent for rat populations in semi-urban habitats. Johannesburg Faculty of Science, University of the Witwatersrand.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, España.
- Noriega, J., L. De Santis y G. Pagnoni. 1990. Passeriformes presentes en egagrópilas de *Tyto alba* (Aves: Tytonidae) para la localidad de Laguna Blanca (provincia del Chubut, Argentina). *Neotropica* 36:33-34.
- Odum, E. 1998. Ecología: El puente entre las ciencias naturales y las sociales. CECSE. México.
- Ostfeld, R.S. y Holt R.D. 2004. Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:13-20.
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano. 2007. Secretaría de Desarrollo Urbano. Gobierno del Estado de México.
- Rodríguez, V. 2002. Hábitos alimenticios de la lechuza del campanario (*Tyto alba*) en Xochitla, Tepoztlan, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romero-Álvarez, J. y R. Medellín. 2005. *Rattus rattus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. D.F. México.
- Sabo, B.A. y R.C. Laybourne. 1994. Preparation of avian material recovered from pellets and as prey remains. *Journal of Raptor Research* 28:192-193.
- Sahores, M. y A. Trejo. 2004. Diet shift of Barn Owls (*Tyto alba*) after natural fires in Patagonia, Argentina. *Journal of Raptor Research* 38:178-181.
- Santos-Moreno, A. y A. Alfaro. 2009. Mammalian prey of barn owl (*Tyto alba*) in southeastern Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 25:143-149.
- Schlüter, D. 1981. Does the theory of optimal diets apply in complex environments? *American Naturalist* 118:139-147.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Puente alcantarilla en el cauce del Río Ocoyoacac, municipio de Ocoyoacac, Estado de México. Disponible en: <<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/mex/estudios/2008/15EM2008HD007.pdf>> (consultado el 6 de febrero de 2012).
- Stephens, D. y J. Krebs. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press. Princeton.
- Taberlet, P. y L. Fumagalli. 1996. Owl pellets as a source of DNA for genetic studies of small mammals. *Molecular Ecology* 5:301-305.
- Taylor, I. 1994. *Barn Owls. Predator-Prey relationship and conservation*. University Press. United Kingdom. Cambridge.
- Trejo, A. y V. Ojeda. 2002. Identificación de egagrópilas de aves rapaces en ambientes boscosos y ecotónicos del noroeste de la Patagonia Argentina. *Ornitología Neotropical* 13:313-317.
- Velarde, E., R. Ávila-Flores y R. Medellín. 2007. Endemic and introduced vertebrates in the diet of the barn owl (*Tyto alba*) on two islands in the gulf of California, México. *The Southwestern Naturalist* 52:284-290.
- Weeden, C., A. Shelton y M. Hoffman. 2006. *Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America*, Cornell University.
- Zarza, H. y J. Cruzado 2004. Restos óseos de mamíferos en egagrópilas de *Tyto alba* al norte del valle de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 8:50-52.



Sociedad para el Estudio y Conservación
de las Aves en México, A.C.