



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

PROGRAMA DE POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y
PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

**DENSIDAD DE POBLACION Y COMPOSICION DE LA DIETA DEL
TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia
hypugaea*) EN EL CAMPUS MONTECILLO DEL COLEGIO DE
POSTGRADUADOS, TEXCOCO; ESTADO DE MÉXICO**

LIZBETH URIBE PÉREZ

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Lizbeth Uribe Pérez, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dra. Ma. Guadalupe Bravo Vinaja, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis

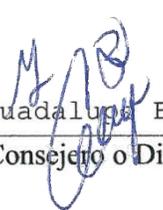
Densidad de poblacion y determinación de dieta de tecolote occidental (Athene cunicularia hypugaea) en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco; Estado de México.

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 22 de Agosto de 2017



Firma del
Alumno (a)



Dra. Ma. Guadalupe Bravo Vinaja
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **Densidad de población y composición de la dieta del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco; Estado de México** realizada por la alumna: **Lizbeth Uribe Pérez** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



DRA. MA. GUADALUPE BRAVO VINAJA

ASESOR



DR. JOSÉ LUIS ALCÁNTARA CARBAJAL

ASESOR



DR. JOSÉ LUIS GARCÍA CUE

Montecillo, Texcoco, Estado de México, agosto de 2017

DENSIDAD DE POBLACION Y COMPOSICION DE LA DIETA DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN EL CAMPUS MONTECILLO DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS, TEXCOCO; ESTADO DE MÉXICO.

**LIZBETH URIBE PÉREZ, M. en C.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017**

RESUMEN

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) se encuentra sujeto a protección especial en las leyes mexicanas debido a la reducción de sus poblaciones. En México no hay suficiente información que documente su distribución y ecología, aunque algunos estudios afirman que ocurre en la mayor parte del territorio nacional, en especial en la región norte y centro.

En el centro de México se han documentado poblaciones residentes de tecolote llanero occidental que se encuentran distanciadas genéticamente de las poblaciones del norte. De estas poblaciones no se tienen datos sobre su ecología ni sus tendencias poblacionales, por lo que su conservación a largo plazo en esta zona dependerá del adecuado manejo de sus poblaciones y su hábitat, mismo que deberá estar sustentado en el mejor conocimiento sobre su ecología.

En el área de Montecillo del Colegio de Postgraduados, municipio de Texcoco, habitan individuos de tecolote llanero occidental de los que no hay suficiente información sobre su dinámica poblacional ni su alimentación. Por tal motivo se plantea esta investigación que permita estimar el tamaño de la población y la composición de su dieta, y así aportar información que permita coadyuvar a la conservación de la especie en un área con alto índice de urbanización.

Palabras clave: tecolote llanero, abundancia, dieta.

BURROWING OWL (*Athene cunicularia hypugaea*) DIET COMPOSITION AND POPULATION DENSITY IN CAMPUS MONTECILLO OF COLEGIO DE POSTGRADUADOS, TEXCOCO, MEXICO STATE.

**LIZBETH URIBE PÉREZ, M. en C.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017**

ABSTRACT

The burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) is under special protection in Mexico because a reduction in their populations. The information about their ecology and geographic distribution in Mexico is insufficient, although some studies describe their distribution in most part of Mexico, especially in the north and central regions.

There are burrowing owl resident populations in central Mexico, which are known genetically separated from the northern populations. However, there is not enough information of their ecology and population trends, thus their long term conservation will depend on the management of habitat and populations, which should be based on the better knowledge of their ecology and population status.

In the Colegio de Postgraduados area, in Texcoco municipality, there is a burrowing owl population which has never been studied. Therefore, this research aims to estimate population size and diet composition to generate information to help conserve the species in this area.

Key words: burrowing owl, abundance, diet.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para el desarrollo de esta investigación y mi crecimiento profesional.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo por el apoyo en la elaboración y colocación de perchas.

A mi consejo particular comprendido por la Dra. Ma. Guadalupe Bravo Vinaja, Dr. José Luis García Cue y José Luis Alcántara Carbajal por las aportaciones a esta investigación.

A Dr. Jesús Romero Nápoles por su colaboración en la identificación de presas de la composición de la dieta del tecolote llanero occidental.

A mi mamá Ma. Alberta Pérez Espinoza por su apoyo incondicional y a mi papá Víctor Uribe Gómez por la donación del diseño y elaboración de cajas de protección para las cámaras trampa, así como por la confianza que siempre ha depositado en mí al emprender cada proyecto.

A mis hermanos Juan y Chiquillo por contar siempre con ellos.

A mi sobrino Max por su compañía en las jornadas de redacción de la presente.

A Gustavo Pérez Cruz por el préstamo de equipo para desarrollar la fase de laboratorio de esta investigación. Así como por sus consejos, las vivencias y sus contribuciones a mi crecimiento personal y profesional.

A mis amigos Héctor y Jackie por sus valiosas aportaciones para la culminación de esta investigación; así como por su amistad y compañía en todo momento y situación.

A Poncho, Nahúm, Nicho y Juanito amigos incondicionales. Por su apoyo, palabras de aliento y motivación para seguir adelante en cada proyecto emprendido no solo profesional sino también personal.

DEDICATORIAS

A

Mis padres y hermanos.

Quiero ser lo que tú eres, ver lo que tú ves, amar lo que tú amas...

Tú eres mi amor y mi vida para siempre.

Drácula

En memoria de mi abuelita.

CONTENIDO

RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIAS	vii
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
SIGLAS.....	xiii
INTRODUCCION GENERAL.....	1
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVO.....	3
FASES DE LA INVESTIGACIÓN	5
PRESENTACION DE LA INVESTIGACION.....	6
REVISION DE LITERATURA	7
1.1 Morfología.....	7
1.2 Distribución.....	7
1.3 Hábitat.....	9
1.4 Reproducción.....	9
1.5 Alimentación.....	10
1.6 Estudios en México.....	11
1.7 Literatura Citada	12
CAPITULO I.....	16
1. INTRODUCCION.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1 Área de estudio	17
2.2 Localización de madrigueras.....	19
2.3 Captura y anillado de búhos	21
2.4 Estimación de tamaño poblacional	23
3. RESULTADOS	24
3.1 Madrigueras localizadas	24

3.2	Captura y anillado de búhos	26
3.3	Estimación del tamaño de población	27
4.	DISCUSION Y CONCLUSIONES	29
5.	LITERATURA CITADA.....	32
CAPITULO II		36
1.	INTRODUCCIÓN.....	36
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	38
2.1	Área de Estudio	38
2.2	Localización de madrigueras y colecta de egagrópilas	39
2.3	Determinación de los componentes de la dieta	41
3	RESULTADOS	42
3.1	Localización de madrigueras y colecta de egagrópilas	42
3.2	Determinación de los componentes de la dieta.	44
3.2.1	Mamíferos	49
3.2.2	Invertebrados	49
4	DISCUSION Y CONCLUSIONES	56
5	LITERATURA CITADA.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES		68
ANEXO I.....		71
ANEXO II.....		73
ANEXO III		75

LISTA DE CUADROS

CAPITULO I

Cuadro 1. Promedio de datos morfométricos de los búhos anillados en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.....	26
Cuadro 2. Numero de volantones observados por madriguera de tecolote llanero occidental en el Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México de mayo a septiembre del 2016.....	28

CAPITULO II

Cuadro1. Número de egagrópilas de tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) recolectadas por mes, durante septiembre del 2015 a marzo del 2016, en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.....	44
Cuadro2. Medidas de egagrópilas y promedios climatológicos por mes.....	44
Cuadro 3. Composición de la dieta de tecolote llanero occidental (FA y % FRO) durante septiembre del 2015 a marzo del 2016 en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.....	45
Cuadro 4. Comparativo mensual en % FRO de las presas consumidas por el tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados durante septiembre del 2015 a marzo del2016.....	48
Cuadro 5. ANOVA y comparación de medias Tukey (0.05).....	52
Cuadro 6. Prueba no paramétrica de Wilcoxon (0.05).....	55
Cuadro 7. Frecuencia (%) de categorías de alimento en dieta de tecolote Llanero en diferentes áreas de su distribución.....	59
Cuadro 8. Frecuencia (%) de categorías de alimento en dieta de tecolote Llanero en diferentes áreas de su distribución (continuación).....	60

LISTA DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN GENERAL

Figura 1. Distribución de las poblaciones residentes y migratorias de tecolote llanero en América del Norte y Central (CLO, 2015)..... 8

CAPÍTULO I

Figura 1. Ubicación del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (Colpos)..... 18

Figura 2. Clasificación por estratos del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (COLPOS) durante el periodo de septiembre 2015 a abril de 2016..... 20

Figuras 3. a) Trampa colocada en madriguera y b) trampas de elaboración propia de diferentes tamaños de acuerdo a las características de las madrigueras, para la captura de tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) occidental en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, de diciembre-2015 a abril-2016..... 21

Figura 4. Toma de datos morfométricos del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) capturados y anillados en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, de diciembre-2015 a abril-2016..... 22

Figura 5. a) Anillo de aluminio y anillos de plástico de colores, utilizados para el anillado de tecolote llanero en el Campus Montecillo y b) tecolote anillado del Campus Montecillo..... 23

Figura 6. Ubicación de madrigueras activas, inactivas, destruidas y perchas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados de Septiembre de 2015 a abril de 2016..... 25

Figura 7. Madriguera de tecolote llanero occidental en áreas de pastoreo de ovino..... 26

Figura 8. Tecolote llanero anillado en una de las madrigueras monitoreadas..... 27

Figura 9. Tecolote llanero adulto (derecha) y polluelo (izquierda), en una madriguera del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en el mes de Mayo de 2016..... 28

CAPITULO II

Figura 1. Ubicación del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (COLPOS).....	39
Figura 2. Clasificación por estratos del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (Colpos) y ubicación de madrigueras y puntos de percha de septiembre de 2015 a marzo de 2016.....	43
Figura 3. Frecuencia mensual categorías generales de presas consumidas por el tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de Texcoco, Estado de México de septiembre del 2015 a marzo del 2016.....	46
Figura 4. Vista de una egagrópila desmoronada, con abundantes restos de isópodos terrestres, comúnmente llamados cochinillas de la humedad	46
Figura 5. Número de presas consumidas por mes por el tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de Texcoco, Estado de México de septiembre del 2015 a marzo del 2016.....	47
Figura 6. Frecuencia de consumo mensual de roedores para el tecolote llanero en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de septiembre-2015 a marzo-2016.....	49
Figura 7. Frecuencia de consumo mensual de III Coleópteros, IV Himenópteros y VI Lepidópteros por el tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) del Campus Montecillo en el Colegio de Postgraduados de septiembre 2015 a marzo 2016.....	50
Figura 8. Tecolote llanero liberado en madriguera, restos de presas en la entrada de madriguera	50
Figura 9. Frecuencia de consumo mensual de crustáceos por el tecolote llanero occidental (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) del Campus Montecillo en el Colegio de Postgraduados.....	51
Figura 10. Diagrama de caja de comparación de medias entre dos temporadas de a) III. Coleóptero y b) VII Isópodos.....	52
Figura 11. Diagrama de cajas de Wilcoxon entre dos temporadas de a) I. Peromyscus sp., b) II. Indeterminado, c) IV. Hymenopteros, d) V. Lepidopteros, e) VI. Decápoda y f) Gastrópoda.....	53
Figura 12. Diagrama de cajas de Wilcoxon entre dos temporadas de g) IX. Arachnida, h) X. Indeterminado y i) XI. Gramínea.....	54

SIGLAS

ANOVA	Analysis of Variance
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
COLPOS	Colegio de Postgraduados
CP	Colegio de Postgraduados
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CLO	Cornell Laboratory Ornithology
DOF	Diario Oficial de la Federación
EUA	Estados Unidos de América
INEGI	El Instituto Nacional de Estadística y Geografía
NOM	Norma Oficial Mexicana
PMDUTEM	Plan Municipal para el Desarrollo Urbano de Texcoco, Estado de México
PVC	Policloruro de vinilo
SME	Saskatchewan Ministry of Environment
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
UICN	Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza
USFWS	United States Fish and Wildlife Service

INTRODUCCION GENERAL

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) es un búho de tamaño pequeño y hábitos diurnos y nocturnos que habita en el continente americano desde la parte sur de Canadá, el oeste de los Estados Unidos, México y Sur América (USFWS, 2006; Myers *et al.* 2017). Este tecolote prefiere áreas abiertas con vegetación corta, como los pastizales, desiertos y matorrales, aunque también se distribuye en paisajes modificados por el hombre como pastizales inducidos, áreas agrícolas, canales de riego, lotes baldíos, aeropuertos, cementerios, campos golf, zonas residenciales y caminos de terracería (Agardy *et al.* 2008). Su distribución geográfica suele estar asociada con la de mamíferos excavadores como el perrito de las praderas de cola negra (*Cynomys ludovicianus*), el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), el perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus*), ardillas terrestres de California (*Spermophilus beecheyi*), ratas canguro (*Dipodomys ordii*, *D. spectabilis*), liebres y conejos (*Lepus californicus*, *Sylvilagus audubonii*, *S. floridanus*), tuzas (*Thomomys talpoide* *T. bottae*, *Geomys bursarius*), zorrillos (*Spilogale gracilis*, *Mephitis mephitis*, *Conepatus mesoleucus*), tejones (*Taxidea taxus*) y posiblemente ratas (*Sigmodon hispidus*, *Neotoma micropus*) de quienes depende por las madrigueras que estos construyen y posteriormente abandonan (Holroyd *et al.*, 2001; Arrowood *et al.* 2001; Belthoff y King, 2002; Valdez, 2014 y Ruíz-Ayma, 2016).

Su distribución ha disminuido en las últimas décadas en algunas zonas donde históricamente ocurre, particularmente, se ha documentado una reducción de sus poblaciones en Canadá y en los Estados Unidos, mientras que en otros países sus poblaciones parecen estar aumentando (Klute *et al.* 2003; Macías-Duarte *et al.* 2010; Macías-Duarte y Conway, 2015). La principal causa señalada como responsable de la disminución de las poblaciones es la pérdida y fragmentación del hábitat (Conway y Pardieck, 2006 y Arrowood *et al.* 2001). Por consiguiente, el tecolote llanero occidental se encuentra enlistado bajo alguna categoría de riesgo en los tres países de Norteamérica donde ocurre. En Canadá está considerado como en peligro de extinción, en los Estados Unidos se considera que sus poblaciones están en peligro (UICN, 2012). En México, a pesar que ocurre en la mayor parte del territorio en especial en la región Norte y Centro (Conway y Pardieck 2006) y Arrowood *et al.* 2001), hay poca información adicional que documente su distribución y ecología, por lo que este búho está sujeto a protección especial (DOF, 2010).

Cruz-Carretero *et al.* (2005), CCA (2005), Holroyd *et al.* (2011), Macias-Duarte (2011) y Macías-Duarte y Conway (2015) han documentado poblaciones residentes de tecolote llanero occidental en la parte central de la Republica Mexicana y se ha propuesto que estas poblaciones están separadas genéticamente de las identificadas en el norte del País (Macias-Duarte, 2011).

Debido a que existe una colonia de tecolote llanero occidental en el Colegio de Postgraduados (CP) ubicado en Montecillo, Texcoco, al oriente del Estado de México, se buscaron proyectos, artículos y tesis que hablaran al respecto, sin embargo, los estudios sobre la especie en el Estado de México se reducen a la documentación de la dieta en la parte oriental dentro de los terrenos federales del Lago de Texcoco (Ángeles, 2005) y a un reporte sobre la captura y anillamiento de 120 tecolotes en el área del Campus Montecillo y sus alrededores (Márquez-Olivas *et al.* 2007). No hay información actualizada sobre esta población, por lo que se plantea una investigación que permita obtener dichos datos para la conservación de la especie en un área con tendencias urbanas a su alrededor y con la construcción de un aeropuerto a aproximadamente 12km.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el tamaño de la población de tecolote llanero occidental en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo en Texcoco, Estado de México?

¿Cuál es la composición de la dieta del tecolote llanero occidental en el Colegio de Postgraduados?

JUSTIFICACIÓN

El tecolote llanero occidental se distribuye en todos los estados de México desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm (Vázquez y Enríquez, 2015; Conway y Pardieck, 2006; Arrowood *et al.* 2001); sin embargo, los estudios realizados solo abarcan diez estados de México en dos regiones: al Norte Nuevo León, Baja California, Sonora, Durango, San Luis Potosí, Guanajuato y Jalisco (Rodríguez-Estrella y Ortega-Rubio, 1993; Valdez, 2003; Ruiz-Ayma, 2014; Macías-Duarte, 2011; Wilkerson y Siegel, 2011; Valdez, 2014; Valencia-Maldonado *et al.* 2016); y al

Centro el Estado de México, Puebla e Hidalgo (Ángeles, 2005; Peterson y Navarro-Sigüenza, 2006; Márquez-Olivas *et al.* 2007; Valencia-Herverth *et al.* 2012 y Olivares, 2015).

Los estudios anteriores exploran aspectos como densidad, dieta, ecología, abundancia, uso de nidos artificiales y su éxito reproductivo, genética, hábitos alimenticios, poblaciones residentes e invernales, características de los sitios de anidación y dinámica poblacional. La mayoría de estos estudios fueron realizados en la región norte, y en menor número en el centro del país, de éstos en Puebla e Hidalgo se reportaron avistamientos y registros históricos de tecolote llanero mientras que en el Estado de México solo se ha estudiado la dieta del tecolote llanero en áreas cercanas al Lago de Texcoco.

Debido a que en algunas regiones de su distribución en América del Norte la especie ha desaparecido y en gran parte de su rango está declinando, inventariar y monitorear poblaciones que ocurran en México son críticos para conocer qué es lo que está pasando.

La presente investigación plantea determinar el tamaño poblacional y la composición de la dieta de un conjunto de individuos de tecolote llanero occidental que habitan en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco en el Estado de México. Se planteó capturarlos y anillarlos para su identificación individual y obtener el tamaño poblacional. La información obtenida representa un punto de partida para el monitoreo y conservación de esta población a largo plazo. Además se identificó la composición de la dieta de tecolote llanero durante los meses de septiembre de 2015 a marzo de 2016. Este estudio aporta información sobre la especie para su conservación en un área urbana y próxima al Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

OBJETIVO

Determinar el tamaño poblacional del tecolote llanero occidental y la composición de su dieta en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

METODOLOGÍA

La investigación se estructuró en dos partes. Se explica la metodología de cada una de ellas.

Parte I. Tamaño de población

Tipo de investigación: no experimental, descriptiva.

Población: tecolote llanero occidental que habita el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

Recolección de datos: se realizaron recorridos de campo por el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo para ubicar las madrigueras de tecolote llanero occidental, para después ser monitoreadas; cada madriguera fue georreferenciada y catalogada en activa, inactiva, destruida y punto de percha. Se capturaron tecolotes con trampas colocadas a la entrada de las madrigueras activas durante los meses de diciembre de 2015 a abril de 2016. Los búhos fueron pesados, medidos y anillados con una combinación única de anillos de colores de plástico y un anillo metálico, y liberados posteriormente.

Análisis de datos: El número de individuos se obtuvo a través del conteo de búhos capturados y anillados y una estimación de una pareja de búhos por madriguera activa que se ubicó.

Parte II. Composición de la dieta

Tipo de investigación: no experimental, descriptiva.

Población: tecolote llanero occidental que habita el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

Recolección de información: Entre septiembre de 2015 y marzo de 2016 se colectaron egagrópilas fuera de las madrigueras activas. Las egagrópilas fueron colocadas en bolsas de papel para favorecer su secado.

Análisis de datos: las egagrópilas se midieron y pesaron, y se sometieron a un proceso de agrilaxía para separar e identificar los restos de presas. Se contabilizaron las presas mediante un conteo bilateral de las presas identificadas por muestra y los resultados se expresaron en porcentaje de frecuencia relativa de ocurrencia, Los datos resultantes se dividieron en dos temporadas (otoño y primavera) y se sometieron a pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk. Las variables normales

se sometieron a pruebas de homogeneidad de varianzas de Levene y después se les hizo un Análisis de la Varianza (ANOVA) con pruebas de t ($\alpha=0.05$). Las variables no normales se analizaron con Estadísticos no paramétricos de Wilcoxon con la prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$).

FASES DE LA INVESTIGACIÓN

1. Revisión de fuentes documentales sobre tecolote llanero occidental (*Athene cuniculaia hypugaea*).

Estudio I. Tamaño de población

2. Entrevista con trabajadores para ubicar sitios donde habían observado tecolote llanero.
3. Recorrido de campo preliminar para ubicación de madrigueras de tecolote llanero.
4. Tramite de permiso SEMARNAT-08-049¹ para captura y anillado de tecolote llanero.
5. Ubicación de las madrigueras habitadas.
6. Monitoreo de madrigueras.
7. Elaboración de trampas para captura de tecolotes.
8. Captura y liberación de tecolotes anillados.
9. Análisis de datos.
10. Redacción del capítulo.

Estudio II. Composición de la dieta

11. Ubicación de las madrigueras.
12. Colecta de egagrópilas.
13. Separación e identificación de componentes de la dieta.
14. Análisis de datos.
15. Redacción del capítulo.
16. Escritura del documento final.

¹ Licencia de colecta científica o con propósitos de enseñanza en materia de vida silvestre, por línea de investigación.

PRESENTACION DE LA INVESTIGACION

La presente investigación se compone de una introducción general, además de dos capítulos: 1) Tamaño de población de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Texcoco Estado de México y 2) Composición de la dieta del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en Texcoco, Estado de México.

En el Capítulo 1 se explica el cálculo del tamaño poblacional del tecolote llanero occidental dentro de las instalaciones del Colegio de Postgraduados, a través del inventario de madrigueras y el monitoreo de la población.

En el Capítulo 2 se detalla la composición de la dieta del tecolote llanero, obtenida a través del análisis de egagrópilas recolectadas fuera de las madrigueras de los tecolotes llaneros del Colegio de Postgraduados.

REVISION DE LITERATURA

1.1 Morfología

El tecolote llanero occidental es un ave de tamaño mediano que vive en el suelo y alcanza una altura de 20 a 25 centímetros (Agardy *et al.* 2008). Presenta poco dimorfismo sexual, ya que la hembra tiene un peso mayor (156 g) que el macho (146 g), aunque es de menor altura (Johnsgard, 1988). Este búho tiene cabeza redonda sin plumas auriculares, y el disco facial es de color café pálido, tiene un collar blanquecino y franjas superciliares de color blanco, los ojos de color amarillo-limón y el pico color crema; la corona y nuca son de color café, sus alas redondeadas alcanzan una envergadura de aproximadamente 60 cm. Presentan motas o manchas blancas en todo el cuerpo, las rectrices son cortas, con 12 barras color café claro amarillento; a diferencia de otros búhos, tiene piernas largas con un plumaje blanco a cremoso, tiene patas grises-verdosas y dedos cubiertos de cerdas, los machos son de coloración más pálida que las hembras (Johnsgard, 1988; CCA, 2005; Haug y Didiuk, 1993; Chipman *et al.* 2008).

Los jóvenes tienen un tamaño similar al de los adultos, pero pueden distinguirse por carecer de franjas en el pecho y vientre y tener un color beige más uniforme, además de una banda de plumas cafés entre la nuca y el dorso (Haug y Didiuk, 1993).

1.2 Distribución

El tecolote llanero (*Athene cunicularia*) se distribuye en el continente americano y se reconocen 22 subespecies (Myers *et al.* 2017). De éstas, solo cuatro subespecies se distribuyen en Norteamérica: *A. c. floridana* que se distribuye en Florida y las Bahamas; *A. c. troglodytes* de la Isla La Española; *A. c. rostrata*, que ocurre solo en la Isla Clarion y *A. c. hypugaea* que es la subespecie de mayor distribución, ya que ocurre desde Canadá (excluyendo Florida) hasta el sur de América (Figura 1).

En Belice este tecolote es considerado como una migratoria proveniente de México y Guatemala; en El Salvador poco se ha estudiado por lo que se desconoce su estado reproductivo; en Guatemala el último registro con el que se cuenta es de hace 80 años por lo que es considerada como una especie accidental en el país, y finalmente Panamá cuenta solo con un registro histórico. También se distribuye en Argentina, Chile y Brasil, países en donde ha recibido particular interés para su estudio (Enríquez, 2015).

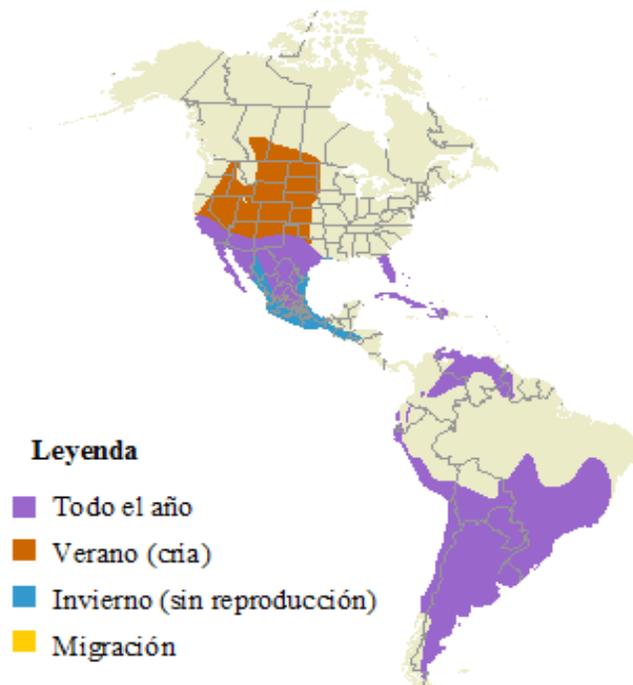


Figura 1. Distribución de las poblaciones residentes y migratorias de tecolote llanero en América del Norte y Central (CLO, 2015).

Las 18 subespecies restantes se distribuyen en América del Sur: *A. c. cunicularia* se distribuye del sur de Brasil a Paraguay, el sur de Bolivia y Tierra de Fuego (Argentina y Chile); *A.c. guantanamensis* en la Provincia de Guantánamo en Cuba; *A. c. troglodytes* en las Islas Beata, Hispaniola y Gonâve en República Dominicana; *A. c. brachyptera* en la Isla Margarita en Venezuela; *A. c. arubensis* en Aruba; *A. c. minor* en la Guayana Francesa y en el extremo adyacente de Brasil (Roraima); *A. c. carrikeri* en el este de Colombia; *A. c. apurensis* del norte al centro de Venezuela; *A. c. tolimae* al oeste de Ecuador; *A. c. pichincae* en el oeste de Ecuador; *A. c. nanodes* en el litoral árido de Perú (Trujillo a Arequipa); *A. c. intermedia* en la costera oeste de Perú (Paita a Pacasmayo); *A. c. punensis* en el litoral árido de Ecuador y el noroeste de Perú;

A. c. juninensis de los Andes al centro de Perú, al oeste de Bolivia y noroeste de Argentina; *A. c. boliviana* en Bolivia; *A. c. grallaria* al este de Brasil (Maranhão a Mato Grosso y Paraná); *A. c. partridgei* al norte de Argentina (Provincia de Corrientes); *A. c. amaura* se distribuyó en Nevis y Antigua en las Antillas (subespecie extinta); *A. c. guadeloupensis* se distribuyó en las Antillas (subespecie extinta); *A. c. brachyptera* en la Antigua Guadalupe en las Antillas (especie extinta) (Clements *et al.* 2016).

1.3 Hábitat

El tecolote llanero habita áreas abiertas como pastizales, estepas y desiertos, con pendientes suaves y vegetación escasa; también habita paisajes modificados por el hombre como pastizales cultivados, áreas agrícolas, campos de golf, zonas residenciales, cementerios y caminos (Gervais, *et al.* 2008; Holroyd *et al.* 2001); su presencia se asocia a la de mamíferos excavadores tales como el perrito de las praderas de cola negra (*Cynomys ludovicianus*), el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), el perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus*) y ardillas terrestres de California (*Spermophilus beecheyi*) (Holroyd *et al.* 2001), de quienes utiliza las madrigueras abandonadas. También utiliza madrigueras artificiales para anidar, tales como alcantarillas y tuberías. Las madrigueras sirven además como refugio contra los depredadores, el clima, y son importantes para la interacción social y en la dinámica poblacional (Haug y Didiuk, 1993; CONABIO, 1997).

Los búhos migratorios pueden encontrarse en madrigueras naturales u otro tipo de estructuras como hoyos, alcantarillas, tuberías, pilas de desechos rocosos, pequeños orificios en afloramientos de roca. Por lo general, los búhos se mantienen posados cerca de su madriguera durante el día (USFWS 2006), mientras que durante la época invernal pasan la mayor parte del día dentro de las madrigueras, convirtiéndose en nocturnos (Johnsgard, 1988).

1.4 Reproducción

El tecolote llanero es considerado una especie monógama (Belthoff y King, 2002) que acondiciona sus madrigueras de anidamiento en pareja (Housse, 1945 citado por Figueroa *et al.* 2015); sin embargo, Marks *et al.* (1999) observaron dos nidos ocupados por tres adultos, comportamiento que sugiere poligamia. En Norteamérica su época de reproducción es de marzo a

agosto. El tamaño de la nidada es de entre 1 y 11 huevos, y tiene un período de incubación de 27 a 30 días (Belthoff y King, 2002). Los polluelos pesan 8.9 g en promedio, sus ojos comienzan a abrirse a los 4 días de edad, al día 14 comienzan a aparecer en la entrada de la madriguera, alrededor del día 30 su peso promedio se acerca al peso adulto y abandonan el nido entre los días 40 y 45 (Johnsgard, 1988). Los individuos alcanzan su madurez sexual al año de vida. Si la nidada no es exitosa, puede ser seguida de una segunda puesta aunque usualmente más pequeña (Valdez-Gómez y Enríquez-Rocha, 2005).

Las parejas reproductoras se mantienen cerca de la madriguera de anidación, mientras que durante la invernada suelen moverse y posarse también en matas de vegetación cercanas a sus madrigueras (Housse, 1945 citado por Figueroa *et al.* 2015). Durante la incubación, las hembras pasan más tiempo en la madriguera y generalmente reciben alimento del macho (Chipman *et al.* 2008). Gay (1847) sugiere que el macho se alterna con la hembra para empollar. La hembra comienza a salir de la madriguera para cazar cuando los polluelos tienen alrededor de dos semanas de edad y son menos dependientes de los padres (Brandes 2016). Una vez que los polluelos salen del nido, permanecen cerca de la madriguera alejándose un poco más los días siguientes. Al ser autónomos los volantones son expulsados de los nidos por los padres (Gay, 1847), entre los días 44 a 53 (Brandes, 2016).

1.5 Alimentación

A. cunicularia es básicamente carnívoro, aunque sus presas son variadas, ya que consume artrópodos, crustáceos, pequeños mamíferos, anfibios y reptiles, e incluso algunas aves (Belthoff y King, 2002 y Figueroa *et al.* 2015). Las crías son alimentadas por los padres con insectos en el verano, especialmente de especies como escarabajos (que son abundantes en las áreas de pastizales), saltamontes, grillos, langostas y libélulas; también consumen pequeños mamíferos como ratones, ratas, tuzas, ardillas, musarañas, perros de las praderas jóvenes e incluso murciélagos y aves como alondras y palomas (Johnsgard, 1988).

El tecolote llanero defiende el área inmediata a las madrigueras, pero comparte las áreas de alimentación con parejas adyacentes (Johnsgard, 1988).

Ha habido numerosos estudios que documentan la dieta del tecolote llanero occidental en muchos de sus hábitats naturales, pero se ha estudiado poco la composición de su dieta en ambientes urbanos (Trulio y Higgins 2012).

1.6 Estudios en México

En México se han realizado diversos estudios de tecolote llanero occidental. Rodríguez-Estrella y Ortega-Rubio (1993) caracterizaron los sitios de nidada y el éxito reproductivo de los búhos de madriguera en Durango; mientras que Rodríguez-Estrella (1997) realizó una jerarquización de sitios y hábitos alimenticios del búho de madriguera en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. Ya en el siglo XXI, Iturribarria-Rojas (2002) estimó la abundancia y la afinidad del hábitat de tecolote llanero en el Valle de Mexicali; Valdez (2003) estudió durante el invierno en el Bajío Mexicano, específicamente en la localidad de Valencianita, Guanajuato, y Ángeles (2005) describió la dieta en el Ex-Lago de Texcoco. Por su parte Rodríguez-Estrella y Granados-Ruiz (2006) realizaron un estudio sobre las poblaciones migratorias y residentes a partir de avistamientos y Cruz-Nieto (2006) estudio la ecología invernal en pastizales ocupados por perrito llanero mexicano en Galeana, Nuevo León. Así mismo, Cruz-Carretero *et al.* (2005) determinaron las áreas de invernada y hábitat de calidad en todo México para lo cual dividieron al país en cuatro zonas noreste, noroeste, costa noroeste y centro de México. Finalmente, Macías-Duarte *et al.* (2010) obtuvieron nuevos *loci* de microsatélite de dos poblaciones reproductoras de tecolote llanero: una de Sinaloa central y otra del Valle Central de California.

Más recientemente, Valdez (2014) estudió la dieta invernal de tecolote llanero y su interacción con dos especies simpátricas: búho cuerno corto (*Asio flammeus*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*) en el occidente de México (Irapuato, Guanajuato y Zapopan, Jalisco), mientras Ruíz-Aymá (2014) estudió la densidad de población del tecolote llanero occidental en colonias de perrito de la pradera mexicana en el noreste Mexicano (Ecoregión del desierto Chihuahuense). Luévano-Esparza *et al.* (2015) estudiaron las estructuras artificiales para la anidación y su relación con el éxito reproductivo tanto del gavilán pescador como del tecolote llanero durante ocho temporadas reproductivas en el Estero la Pinta, Puerto Peñasco, Sonora, México. Por último, Valencia-Maldonado *et al.* (2016) estimaron la población y caracterizaron el hábitat de tecolote llanero en el área urbana de Hermosillo, Sonora.

1.7 Literatura Citada

- Agardy, T., I. Arroyo Q., J. Barton, R. Pérez G., E. Phipps, J. Reaser, E. Shoch y K. Thornton. 2008. El mosaico de América del Norte panorama de los problemas ambientales más relevantes. Eds S. Ledent, J. David, J. Fortso y D. Kirk. Comisión para la Cooperación Ambiental. Pp. 38.
- Ángeles, M.Y. 2005. Dieta de tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea* Bonaparte, 1825) durante el periodo no reproductivo en la zona del Ex-Lago de Texcoco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- Belthoff .J.R. y R. A. King. 2002. Nest-Site Characteristics of Burrowing Owls (*Athene Cunicularia*) in the Snake River Birds of prey National Conservation Area, Idaho, and Application to Artificial Burrow Installation. *Western North American Naturalist*. 61(1):112-119.
- Brandes, S. 2016. "*Athene cunicularia*". *Animal Diversity Web*. Recuperado de http://animaldiversity.org/accounts/Athene_cunicularia/.
- Chipman, E.D., N.E. McIntyre, R.E. Strauss, M.C. Wallace, J.D. Ray y C.W. Boal. 2008. Effects of Human Land Use on Western Burrowing Owl Foraging and Activity Budgets. *The Raptor Research Foundation, Inc.* 42(2):87-98.
- Clements, J. F., T.S. Schulenberg, M. J. Iliff, D. Roberson, T. A. Fredericks, B. L. Sullivan, y C. L. Wood. 2016. The Clements checklist of birds of the world: v2016. Cornell University Press. Recuperado de <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Tecolote llanero (*Athene-cunicularia*). *Naturalista*. Recuperado de <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/19975-Athene-cunicularia> .
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). 2005. Plan de Acción de América del Norte para la conservación: Tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) Ed G. Ruíz. Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. Canada. Pp 23-44.

- Cruz-Carretero, O., K. McDonnell, V. Bailey y M. Mershon. 2005. Collaborative Efforts to Determine Wintering Grounds and Habitat Quality for Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in México. Envirological Services, Inc. Pp 31.
- Cruz-Nieto, M.A. 2006. Ecología invernal de la lechuza llanera (*Athene cunicularia*), en pastizales ocupados por perrito llanero Mexicano (*Cynomys mexicanus*), Galeana, Nuevo León, México. Tesis: Doctorado en Ciencias. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp 118.
- Enríquez, P. L. (Ed). Búhos de México en: Los Búhos Neotropicales: Diversidad y Conservación. 2015. 1ra Edición. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 475- 512.
- Figueroa, R. R. A. S. Alvarado O., E. S. Corales S., D. González-Acuña, R. Schlatter V. y D. R. Martínez P. 2015. Los Búhos de Chile en: Los Búhos Neotropicales, Diversidad y Conservación. Enríquez, P. L (Ed). 1ra Edición. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 173-276.
- Gay, C. 1847. Historia: física y política de Chile. Zoología. Tomo Primero. Por el Supremo Gobierno de Chile. Pp 245-246.
- Gervais, J. A., D. K. Rosenberg y L.A. Comrack. 2008. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*). In Studies of Western Birds 1. Eds. Shuford, W. D. y T. Western. 2008. Field Ornithologists, Camarillo, California, and California Department of Fish and Game, Sacramento. Gardali.1:218-226 pp.
- Haug, E.A. y A. B. Didiuk. 1993. Use of recorded calls to detect Burrowing owls. Journal Field Ornithology. 64(2):188-194
- Holroyd, G. L., R. Rodríguez-Estrella y S. R. Sheffield. 2001. Conservation of the Burrowing owl in Western North America: Issues, Challenges, and Recommendations. Journal of Raptor Research. Report. 35 (4):399-407.
- Holroyd, G.L., C. J. Conway y H. E. Trefy. 2011. Breeding Dispersal of a Burrowing Owl from Arizona to Saskatchewan. The Wilson Journal of Ornithology 123(2):378–381.

- Iturribarría-Rojas H. 2002. Estimación de abundancia y afinidad del hábitat del Tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Valle de Mexicali, Baja California y Sonora, México. Tesis de Licenciatura en Biología.
- Johnsgard, A. P. 1988. North American Owls. Biology and Natural History. Smithsonian Institution Press. Washington and London. Pp 170-177.
- Luévano-Esparza, J., A. M. Delgadillo-Vásquez, y O. Montes-Ontiveros. 2015. Estructuras artificiales para la anidación y su relación con el éxito reproductivo del gavilán pescador y del tecolote llanero durante ocho temporadas reproductivas en el estero La Pinta, Puerto Peñasco, Sonora, México. Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología. 16(1):9-15.
- Macías-Duarte, A., C. J. Conway, A. Munguía-Vega y M. Culver. 2010. Novel microsatellite loci for the burrowing owl *Athene cunicularia*. Conservation Genet Resour (2010) 2:67–69.
- Marks, S. J., J. L. Dickinson y J. Haydock. 1999. Genetic Monogamy in Long-Eared Owls. The Condor. 101(4):854-859.
- Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond y T. A. Dewey. 2017. The Animal Diversity Web. Recuperado de <http://animaldiversity.org/search/?q=athene&feature=CLASSIFICATION&start=0>.
- Rodríguez–Estrella R. 1997. Nesting sites and feeding habits of the Burrowing owl in the Biosphere Reserve of Mapimi, Mexico. In: The Burrowing Owl, Its Biology and Management: Including the Proceedings of the First International Symposium, Lincer JL and Steenhof K (eds). Journal of Raptor Research. Report 9, 99-106 pp
- Rodríguez-Estrella, R. y A. Ortega-Rubio. 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigidae) in Durango, Mexico. Revista de Biología Tropical. 41 (1): 143-148.
- Rodríguez-Estrella, R. y J. B. Granados-Ruiz. 2006. Resident and wintering populations of the burrowing owl (*Athene cunicularia*) in Mexico in Currente Raptor Studies in Mexico. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 181-198 pp.

- Ruiz-Aymá, G. 2014. Dinámica Poblacional del Tecolote Llanero Occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en zonas de Pastizal en el Noreste de México. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. 119p.
- Trulio, L.A. y P. Higgins. 2012. The diet of Burrowing owls in an urban Landscape. *Western North American Naturalist* 72(3):348-356.
- U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS). Burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) in East Contra Costa County Habitat Conservation Plan and Natural Community Conservation Plan: Appendices. 2006. Northwestern University. Pp: 1-12
- Valdez, G.H.E. 2003. Dieta del tecolote llanero occidental, *Athene cunicularia hypugaea* (Bonaparte, 1825), durante la estancia invernal en el Bajío Mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Zapopan, Jalisco.
- Valdez, G.H.E. 2014. Dieta invernal de tecolote llanero (*Athene cunicularia*) y su interacción con dos especies simpátricas: Búho cuerno corto (*Asio flammeus*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*) en el occidente de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L.
- Valdéz-Gómez, H. y Enríquez-Rocha, P. 2005. Ficha técnica de *Athene cunicularia*. En: "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2" Escalante-Pliego, P. (compilador). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.naturalista.mx/taxa/19975-Athene-cunicularia>.
- Valencia-Maldonado, C., J. Arroyo-Ortega, A. Macías-Duarte y F.I. Gastelum-Mendoza. 2016. Densidad poblacional del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en Hermosillo, Sonora, México. 9(9):73-76.

CAPITULO I

ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LA POBLACION DE TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN EL CAMPUS MONTECILLO DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS, TEXCOCO; ESTADO DE MÉXICO

1. INTRODUCCION

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) es un búho de tamaño pequeño a mediano con hábitos tanto nocturnos como diurnos, que ocurre en una gran variedad de hábitat abiertos y semiabiertos, como los pastizales y matorrales abiertos, además de zonas rurales y urbanas modificadas por el hombre, como son áreas agrícolas, aeropuertos, campos de golf, cementerios y áreas residenciales (USFWS 2006). Esta subespecie de búho habita madrigueras abandonadas por otros animales excavadores, y su área de distribución incluye en el norte del Continente Americano a Canadá, los Estados Unidos y México, y al sur Belice, El Salvador y Guatemala, aunque la especie (*Athene cunicularia*) se distribuye además en Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Republica Dominicana, Haití, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Surinam y Uruguay (Enríquez, 2015)

Durante las últimas décadas, se ha documentado la disminución de las poblaciones de tecolote llanero occidental en los Estados Unidos y en Canadá (Belthoff y King, 2002; Wilkerson y Siegel, 2011 y Agardy, 2008), debido principalmente a la perdida de hábitat por cambios en el uso del suelo y la expansión urbana; además, la erradicación de ardillas de tierra, la persecución humana, la expansión urbana, y el uso de pesticidas han sido señalados como responsables de la declinación de sus poblaciones (Conway y Pardieck 2006 y Arrowood *et al.* 2001); en México no se tienen datos suficientes que permitan conocer las tendencias de las poblaciones, así como de la situación actual de su hábitat (Agardy, 2008 y Valdéz-Gómez y Enríquez-Rocha 2005)

En los tres países de Norteamérica, el tecolote llanero occidental se encuentra bajo alguna categoría de riesgo: en Canadá se encuentra *amenazada*, en los Estados Unidos en *consideración especial* y en México, se encuentra sujeta a *protección especial* (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010 y Valdez 2014). La Unión Internacional para Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), la enlista bajo la categoría “*Preocupación Menor*”,

debido a que no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, en Peligro, Vulnerable o Casi amenazado, en esta categoría se incluyen taxones abundantes y de amplia distribución (BirdLife International, 2017 y UICN, 2012). Debido a los bajos porcentajes de nacimientos de este búho reportados en las últimas décadas por el North American Breeding Bird Survey, la organización Compañeros en Vuelo de los EUA (Partners in Flight) considera a este búho como una especie de alta vulnerabilidad (Arrowood *et al.* 2001).

En México se han realizado varios estudios sobre tecolote llanero, la mayoría en el Norte de México y en el Bajío, y solo un estudio de determinación de dieta en el área del Ex-lago de Texcoco (Ángeles, 2005). En las instalaciones del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo hay una población residente de tecolotes llaneros, de la cual Márquez-Olivas *et al.* (2007) reportaron haber capturado y anillado 120 tecolotes. Sin embargo de este estudio no da cuenta de mayor información sobre esta población, por lo que aún se tienen interrogantes sobre su ecología, comportamiento, tamaño poblacional y las interrelaciones con su hábitat. Adicionalmente, se han detectado diversos factores que podrían tener un efecto negativo en la población de búhos llaneros en este lugar, como son: la disminución de poblaciones de mamíferos de hábitos subterráneos debido a un control de roedores, la continua perturbación humana en las inmediaciones de las madrigueras por el mantenimiento que se da a los jardines, y el nivel de perturbación y depredación por parte de poblaciones de perros ferales que habitan en la zona.

El objetivo del presente estudio fue determinar el tamaño de la población local de tecolotes llaneros que habitan dentro del Colegio de Posgraduados, a fin de contar con una línea de base que permita su monitoreo a futuro.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Centro de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas que se ubica sobre la Carretera México-Texcoco, en el Estado de México (Figura 1). El polígono tiene forma irregular, un área de 182.78 ha y un perímetro de 8,093.37 m, el cual está delimitado por cercos de malla metálica y por muros en algunas porciones.

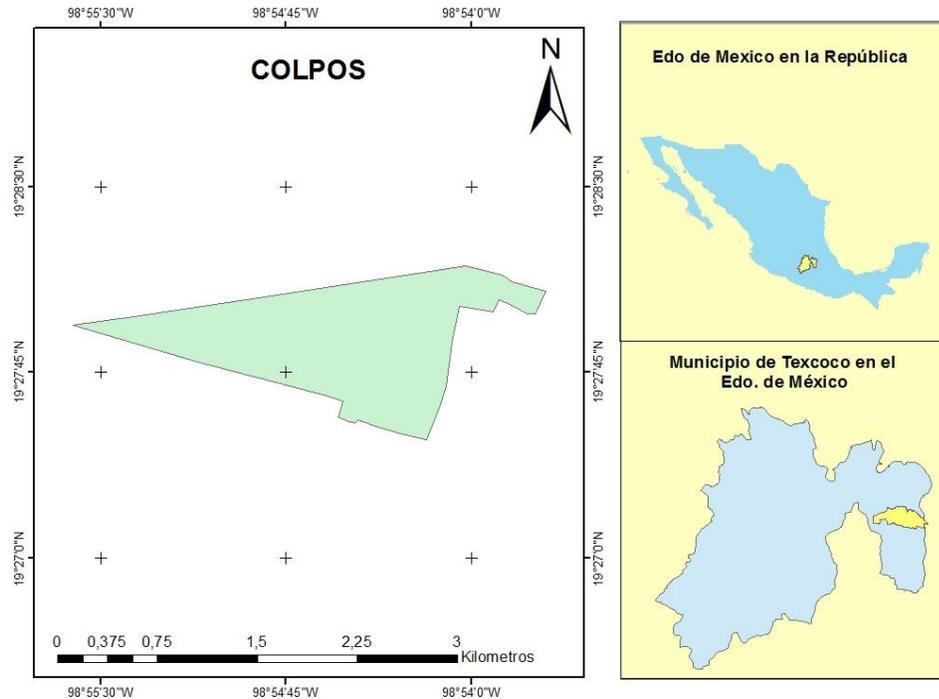


Figura 1. Ubicación del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (Colpos)

El clima de la región es templado con época seca en invierno (C(w)(w)b(i')g), de acuerdo con García (2004), la temperatura media anual es de 17.2 °C, con una temperatura máxima de 26.1°C y una mínima de 8.2° C, y una precipitación media anual de 598.6 mm a una altura de 2250 msnm (SMN, 2010).

El Campus colinda al sur y al oriente con el pueblo de Montecillos y al norte con el pueblo de San Bernardino, ambos catalogados como microrregiones urbanas y con grado de marginación Baja y Media respectivamente (SEDESOL, 2010). De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Texcoco Estado de México, entre los años 1940 y 2000 el municipio tuvo una tasa de crecimiento poblacional del 3.9%, concentrándose así un total del 2% de la población total del Estado de México, sumado a que la actividad económica del municipio se ha transformado radicalmente con el paso del tiempo pasando de actividades agropecuarias a industriales (PMDUTEM, 2003).

Esta región ha sufrido constantemente cambios en el uso de suelo, con una tendencia de agrícola a urbano y de forestal a agrícola o pecuario (Moreno, 2013 y DUM, 2005). De los 418.69

km² de la superficie total del municipio de Texcoco, en 1960 había solo 130 ha de uso urbano, mientras que para el año 2000 el área urbana acumulaba 1,180 ha, llegando hasta los límites de la Universidad Autónoma de Chapingo (PMDUTEM, 2003; Moreno, 2007).

2.2 Localización de madrigueras

De septiembre-2015 a abril-2016 se recorrió el terreno que comprende el Campus Montecillo para localizar madrigueras de tecolote llanero occidental. El tecolote llanero requiere tres condiciones básicas para el establecimiento de sus madrigueras: terreno abierto con buen drenaje, vegetación corta o escasa y madrigueras subterráneas (Klute *et al.* 2006). El área de estudio se dividió en cuatro estratos (Figura 2):

- Estrato I: terreno donde se sembraba algún cultivo o se hacía alguna labor agrícola. Esta área abarca un total de 106 ha.
- Estrato II: terreno donde había algún tipo de construcción, incluyendo invernaderos. Esta área abarca un total de 20 ha.
- Estrato III: terreno donde había pastizales, jardines y terrenos abiertos con vegetación corta. Los jardines, que son zonas aledañas a los edificios tienen mantenimiento continuo lo que mantiene la vegetación corta Esta área abarca un total de 28 ha.
- Estrato IV: carreteras, caminos y otros. Área que abarca 28 ha.

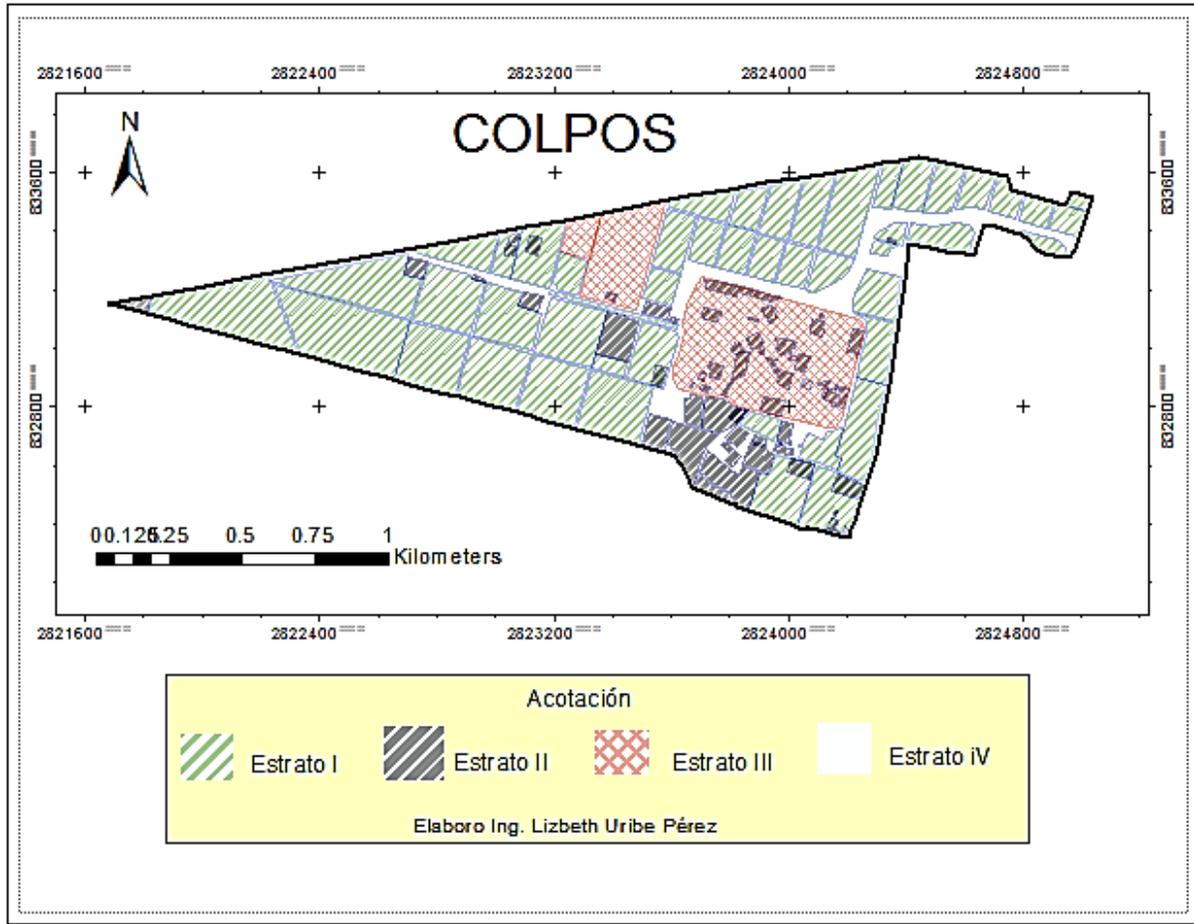


Figura 2. Clasificación por estratos del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (COLPOS) durante el periodo de septiembre 2015 a abril de 2016.

Una vez delimitados los cuatro estratos se recorrieron los estratos I, III y IV para ubicar el mayor número de madrigueras, el recorrido se realizó entre las 9:00 y 18:00 horas tomando en cuenta que en el protocolo de medición de tecolote (SME, 2014) recomienda hacer los muestreos entre las 10:00 y las 18:00 horas, por ser un tecolote con hábitos diurnos y crepusculares.

Cada madriguera se georreferenció con GPS Garmin® etrex y se le asignó una clave, de acuerdo su ubicación. Las madrigueras se clasificaron en tres tipos:

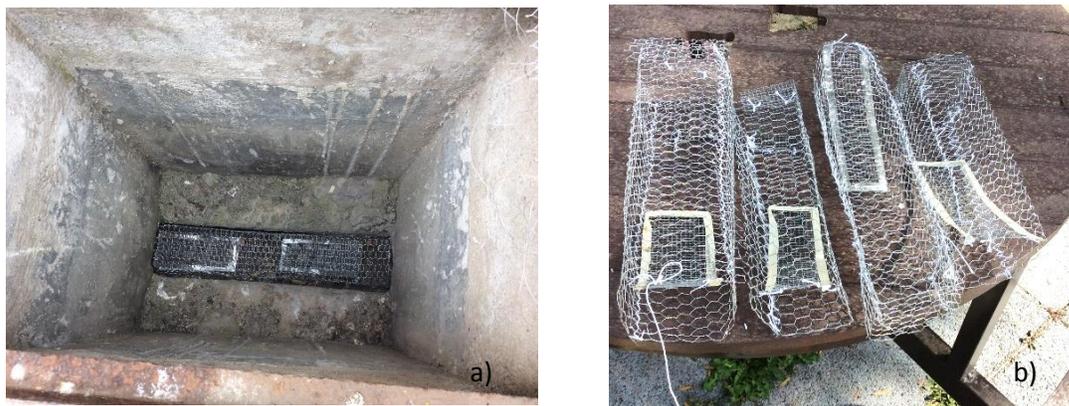
- a) Madrigueras activas: madrigueras en las que se observaron tecolotes fuera de la madriguera durante un mes o más, y se encontraron egagrópilas, plumas y restos de las presas consumidas.

- b) Madrigueras inactivas: madrigueras que estuvieron habitadas durante un tiempo, pero que durante un mes o más tiempo no se observaron rastros de presas, egagrópilas o tecolotes perchando fuera de la madriguera.
- c) Madrigueras destruidas: madrigueras que colapsaron o fueron tapadas con tierra u otro material debido al mantenimiento de jardines y labores en las inmediaciones.

Además se localizaron algunos puntos de percha, en los cuales se observó a los búhos recurrentemente pero no se pudo localizar la madriguera que habitaban.

2.3 Captura y anillado de búhos

Para identificar de manera individual a cada tecolote llanero, de diciembre de 2015 a abril de 2016 se capturaron y anillaron los tecolotes localizados dentro del área de estudio. Para capturarlos se utilizaron trampas Havahart® y trampas de elaboración propia colocadas en la entrada de las madrigueras (Figuras 3a y 3b). En algunos casos donde no fue posible colocar la trampa cubriendo la entrada de la madriguera, entonces esta se colocó cerca de la entrada y se utilizaron ratones y grillos como cebo.



Figuras 3. a) Trampa Havahart® colocada en la entrada de una madriguera artificial y b) trampas de elaboración propia de diferentes tamaños para la captura de tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) occidental en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, de diciembre-2015 a abril-2016.

El horario de captura fue entre las 18:00 y las 22:00hrs, aunque las trampas en todos los casos se colocaron a la entrada de la madriguera desde las 10:00 hrs., para evitar que los tecolotes

salieran y no regresaran a sus madrigueras. Cada tecolote se pesó, se midió (longitud, cola, cuerda alar, envergadura, tarso, ancho y longitud del pico) y se anilló antes de ser liberado nuevamente (Figura 4), estos datos fueron colectados en un formato de campo.



Figura 4. Toma de datos morfométricos del tecolote llanero occidental (*Aethya cunicularia hypugaea*) capturados y anillados en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, de diciembre-2015 a abril-2016.

El marcado de los tecolotes se realizó con anillos de aluminio grabados con las siglas CP (Colegio de Postgraduados) más un número (del 0 al 100) y con anillos de plástico de colores (amarillo, azul, blanco y rojo) para facilitar la identificación individual (Figura 5). Los anillos utilizados fueron del tamaño recomendado para la especie por el Bird Band Laboratory (USGS, 2016) del número 4 con un diámetro interno de 6.35 mm. Se utilizó una combinación de cuatro anillos de color única para cada individuo capturado, la cual fue dispuesta de la siguiente manera: en la pata izquierda se colocó un anillo de aluminio grabado más un anillo de color, mientras que en la pata derecha tres anillos de colores diferentes. Este método tiene ventajas de reconocimiento comparado con el de colocar anillos en una sola pata, pues en caso de que algún anillo se pierda se puede seguir reconociendo individualmente a cada búho (Hatch, 1979).



Figura 5. a) Anillo de aluminio y anillos de plástico de colores, utilizados para el anillado de tecolote llanero en el Campus Montecillo y b) tecolote anillado del Campus Montecillo.

Para el registro y reconocimiento de cada individuo anillado se anotó las siglas en inglés de las combinaciones de sus anillos de colores, como recomienda Hatch (1979), por ejemplo XBBRY: superior derecho aluminio (X), inferior derecho azul (B), superior izquierdo azul (B), medio izquierdo rojo (R), amarillo inferior izquierdo (Y). Equipo y materiales adicionales para el marcaje incluyeron balanza analítica, vernier digital, tubo de PVC o de cartón para el manejo de los tecolotes y pinzas para colocar los anillos de aluminio.

2.4 Estimación de tamaño poblacional

Debido al tamaño del área de estudio (183 ha) y a sus condiciones particulares: delimitación física del área y diferentes usos de suelo, que incluye construcciones para uso humano (oficinas, aulas, laboratorios, cafetería), jardines y huertas de árboles frutales, invernaderos, corrales para animales, áreas agrícolas con riego, área de pastoreo de ovinos, área inundable, caminos de terracería, carreteras y otros, se utilizó el método de búsqueda intensiva para localizar el mayor número de madrigueras de tecolote llanero occidental que fuera posible identificar dentro de los estratos I, III y IV, y se determinó la ocupación de éstas mediante la presencia de individuos fuera de ellas o de rastros como egagrópilas, heces, restos de presas o plumas. Los recorridos se realizaron a pie y en bicicleta, cada dos semanas a partir de la segunda quincena de septiembre de 2015 hasta la segunda quincena de abril de 2016 para ubicar nuevas madrigueras, mismas que fueron monitoreadas posteriormente para capturar y anillar a los tecolotes. Los recorridos se realizaron entre las 9:00 y las 18:00 horas. Se realizaron un total de 13 recorridos por una persona, cada uno con una duración de cuatro horas y una distancia de 19 km. El esfuerzo total fue de 54

horas y 247 km. De cada recorrido se destinaron dos horas a recorrer caminos, carreteras y alrededores de los cultivos (Estrato I y IV) y dos horas en jardines, áreas abiertas y áreas de pastoreo (Estrato III).

También se entrevistó a los trabajadores del área agrícola y de vigilancia sobre los avistamientos de los tecolotes en sus jornadas de trabajo (principalmente en el horario nocturno), con la finalidad de obtener referencia de nuevas madrigueras que no se hubiesen observado durante los recorridos establecidos en este protocolo.

Una vez ubicadas las madrigueras, se contabilizó el número los tecolotes capturados y anillados y se estimó el número aproximado de individuos presentes en el área de estudio considerando una ocupación de una pareja por madriguera, esto debido a que se trata de una especie monógama que acondiciona sus madrigueras en pareja (Belthoff y King, 2002 y Housse, 1945 citado por Figueroa *et al.* 2015), obteniendo así el tamaño mínimo de la población.

Además, de mayo a septiembre de 2016 se colocaron cámaras trampa para monitorear las actividades de los búhos en las madrigueras y el número de volantones; las cámaras fueron colocadas de uno a dos metros de distancia de la madriguera y a una altura de 50 cm (Chávez *et al.* 2013), y se recuperó la información de las cámaras cada quince días.

3. RESULTADOS

3.1 Madrigueras localizadas

Durante el periodo de septiembre-2015 a abril-2016 se ubicaron y georreferenciaron 19 madrigueras identificadas como activas, de éstas, 12 madrigueras se localizaron entre septiembre y diciembre-2015 y siete más de enero a marzo-2016, solo cuatro madrigueras del primer periodo se mantuvieron activas durante el segundo periodo representando el 33.33% del total (Figura 6), en el caso de las madrigueras destruidas y puntos de percha, éstos se mantuvieron constantes a lo largo del periodo de estudio siendo tres y cuatro respectivamente. El 84.2% de madrigueras se ubicó en el Estrato III y el 15.8% en el Estrato IV (Anexo I y II).

Durante el periodo de estudio se localizaron solo 12 parejas ocupando estas 19 madrigueras, ya que algunas parejas cambiaron de madriguera durante el periodo de estudio.

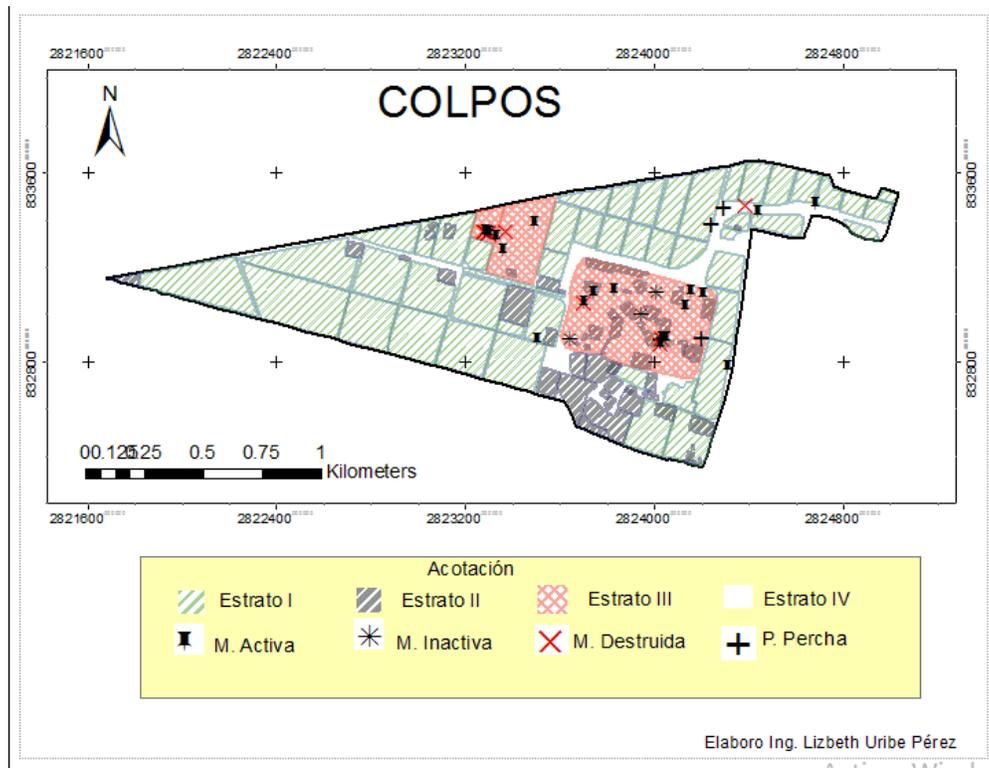


Figura 6. Ubicación de madrigueras activas, inactivas, destruidas y perchas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados de septiembre de 2015 a abril de 2016.

Las madrigueras fueron de varios tipos y condiciones, ya que se encontraron tecolotes llaneros habitando tanto en madrigueras naturales como en artificiales. Se le denominó como *madriguera artificial* a las madrigueras construidas por el hombre como alcantarillas y registros de agua ubicados en jardines y a orilla de carretera, mientras que las *madrigueras naturales* se ubicaron en la tierra a la orilla de caminos de terracería, áreas agrícolas, carreteras y en el área de pastoreo de ovinos (Figura 7); todos estos sitios fueron terrenos abiertos con buen drenaje, vegetación corta o escasa y madrigueras subterráneas, atributos descritos por Klute *et al.* (2006) para el establecimiento de madrigueras de tecolote llanero.



Figura 7. Madriguera de tecolote llanero occidental en áreas de pastoreo de ovinos.

3.2 Captura y anillado de búhos

Se capturaron y anillaron un total de 18 individuos (Figura 8). Los datos morfométricos se presentan en el Cuadro 1. Debido a que la captura se realizó en época no reproductiva principalmente, y a que ambos sexos de esta especie presentan parche de incubación, no fue posible determinar con precisión el sexo de los individuos.

Cuadro 1. Promedio de datos morfométricos de los búhos anillados en el Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México de septiembre 2015 a abril 2016

	Tecolote llanero		
	N	\bar{x}	$\pm DE$
Longitud (cm)	18	20.53	0.95
Cola (cm)	18	7.60	0.54
Cuerda alar (cm)	18	18.13	3.01
Envergadura alar (cm)	18	58.76	1.76
Tarso (cm)	18	5.48	1.01
Ancho pico (cm)	18	1.10	0.08
Longitud del pico (culmen) (cm)	18	1.43	0.11
Peso (g)	18	165.60	27.57



Figura 8. Tocolote llanero anillado en una de las madrigueras monitoreadas.

3.3 Estimación del tamaño de población

Se atraparon y anillaron solo 18 búhos adultos. En siete de las madrigueras se atraparon ambos búhos, en cuatro madrigueras se atrapó a solo un búho, mientras que en una de las madrigueras no fue posible atrapar a ninguno de los dos ejemplares. El tamaño mínimo de población fue de 24 tecolotes llaneros en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

De estas 12 parejas, solo 8 se reprodujeron durante el periodo de estudio (Cuadro 2). Se detectaron 25 volantones en ocho madrigueras, seis de las cuales estaban monitoreadas con cámaras trampa. El promedio de volantones por pareja reproductora fue de 3.12. Se observó un mínimo de un polluelo y un máximo de siete polluelos.

Cuadro 2. Número de volantones observados por madriguera de tecolote llanero occidental en el Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México de mayo a septiembre del 2016

No.	Pareja de tecolotes llaneros	Anidó	Numero de Volantones
1	2P3	SI	1
2	1P5	SI	6
3	1P6	NO	0
4	1ES	SI	4
5	2ES	SI	4
6	3GE	NO	0
7	1EC	SI	1
8	2EC	NO	0
9	1PP	SI	4
10	2PP	NO	0
11	1GA	SI	1
12	2HI	SI	4

Los volantones se identificaron por el patrón de coloración diferente del plumaje (Figura 9).



Figura 9. Tecolote llanero adulto (derecha) y polluelo (izquierda), en una madriguera del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en el mes de Mayo de 2016.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La abundancia poblacional de tecolote llanero occidental dentro del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados puede considerarse alta, en comparación con otros estudios. Por ejemplo, la población de tecolote llanero en la parte occidental del desierto de Mojave fue de 560 parejas reproductoras y 179 parejas a las orillas de las estructuras de agua en el Valle de Palo Verde del Desierto de Sonora (Wilkerson y Siegel 2011). La abundancia en el área de estudio arroja una densidad de 13 individuos/km², la cual se encuentra por encima de las obtenidas en otros estados del norte del país (0.3 individuos/ km² en la Reserva de la Biosfera en Mapimí, Durango²; 10 individuos/km² en cinco localidades del municipio de Galeana en Nuevo León³; 9.4 individuos/km² en dos localidades en el municipio de Venegas en San Luis Potosí⁴; 6.4 individuos / km² para el Valle del Yaqui, 9 individuos / km² en Valle del Fuerte y 9.4 individuos / km² para el Valle de Culiacán en Sinaloa⁵; 0.43 individuos / km² en 2012 y 0.34 individuos / km² para 2013 en la ciudad de Hermosillo, Sonora⁶) sin embargo, la abundancia de tecolotes en el Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados no es comparable con los estudios citados, debido a las características de este, ya que es un área delimitada de 183 ha, enclavada en un mosaico de áreas con diferentes grados de urbanización. Además, las actividades antrópicas que se llevan a cabo dentro de esta área favorecen la presencia del tecolote llanero occidental, así como los diferentes usos de suelo en un área de 182.78 ha de los que 106 ha están destinadas a terreno de uso agrícola. El continuo mantenimiento en caminos, jardines y carreteras contribuye a que la vegetación se mantenga corta y beneficia la permanencia del tecolote llanero dentro de las instalaciones, ya que les proporcionan áreas abiertas con buena visibilidad para la cacería y evitar a los depredadores. Además de lo anterior, la presencia de alcantarillas y registros de agua favorecen el establecimiento de parejas reproductoras de búhos.

Márquez-Olivas *et al.* (2007) reportan haber anillado 120 tecolotes entre adultos y juveniles en la cuenca del Ex-Lago de Texcoco en tres años (2004 a 2006); sin embargo, de este estudio no

² Rodríguez-Estrella y Ortega-Rubio (1993).

³ Ruiz-Ayma (2014).

⁴ Ruiz-Ayma (2014).

⁵ Macías-Duarte (2011).

⁶ Valencia-Maldonado *et al.* (2016)

se cuenta con información sobre número de madrigueras ocupadas o número de parejas reproductoras.

En los Estados Unidos, Restani *et al.* (2001) obtuvieron una densidad de 1.81 individuos /km² al sudeste de Montana y una productividad reproductiva de 2.6 jóvenes/pareja; comparativamente, la productividad reproductiva en el presente estudio fue en promedio de 3.12 jóvenes por pareja, que es superior a la reportada en Montana; mientras para el norte de Arizona Bayless y Beier (2011) reportaron una densidad de 5.8 individuos/ km² y una productividad de 1.7 polluelos por pareja.

El anillado y conteo de los tecolotes que habitan dentro del Campus Montecillo en Texcoco representa un punto de partida para un monitoreo futuro de esta población.

Este espacio representa un área de importancia para la permanencia, reproducción y conservación de la especie o al menos para documentar la situación de la colonia mientras permanezca en esta área, esto considerando el cambio acelerado de uso de suelo que ha sufrido el municipio de Texcoco pues tan solo entre 1940 y 2000 se pasó de 130 ha a 1180 ha de uso urbano (PMDUTEM, 2003) y entre 2011 a 2017 se considera que el municipio tiene destinadas 3,318 ha para suelo urbano (Moreno-Sánchez, 2013).

Durante los meses de estudio se observó que el movimiento de los tecolotes en las madrigueras ubicadas, pasando de activas a inactivas y a la ocupación de nuevas madrigueras, manteniéndose constante el número de parejas, al menos hasta el inicio de la temporada reproductiva.

Si bien las madrigueras abandonadas por otras especies representan una oportunidad para los tecolotes como lo menciona ampliamente la literatura, en este estudio resultó negativa la relación entre las tuzas y la ocupación de las madrigueras, ya que las tuzas son consideradas una plaga y el Campus Montecillo cuenta con personal para su control y erradicación. El manejo consiste en tapan la entrada de la madriguera de las tuzas con tierra y observar si está habitada a partir del movimiento en la misma; sin embargo, el personal encargado de mantenimiento no necesariamente cuenta con conocimientos para identificar las diferencias entre las madriguera de una tuza, una ardilla de tierra y un tecolote, y tapan todas las madrigueras, lo que causó que se perdieran tres madrigueras de tecolote en los primeros meses del estudio. La situación anterior

hace evidente la necesidad de difundir al menos información básica sobre el tecolote llanero no solo en el Campus sino en las comunidades aledañas, para favorecer su conservación.

El proveer de las características adecuadas para el establecimiento de madrigueras de tecolote llanero en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados representa una oportunidad para favorecer la recuperación de la especie a través del establecimiento de madrigueras artificiales que además proveerán de información de la especie para México se estaría contribuyendo a el objetivo principal del Segundo Symposium Internacional de Tecolote llanero que es determinar el estado y las necesidades de conservación de esta especie (Wellicome y Holroyd, 2001).

5. LITERATURA CITADA

- Agardy, T., I. Arroyo Q., J. Barton, R. Pérez G., E. Phipps, J. Reaser, E. Shoch y K. Thornton. 2008. El mosaico de América del Norte panorama de los problemas ambientales más relevantes. Eds S. Ledent, J. David, J. Fortso y D. Kirk. Comisión para la Cooperación Ambiental. Pp. 38.
- Ángeles, M.Y. 2005. Dieta de tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea* Bonaparte, 1825) durante el periodo no reproductivo en la zona del Ex-Lago de Texcoco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- Arrowood, C.P; Finley, C.A. y Thompson, C.B. 2001. Analyses of burrowing owl populations in New Mexico. The Raptor Research Foundation, Inc. J Raptor Res. 35 (4):362-370.
- Bayless, T. A. y P. Beier. 2011. Occurrence and habitat characteristics of burrowing owl nests in Gunnison's prairie dog colonies of Northeastern Arizona. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences. 42(2):65-74.
- Belthoff .J.R. y R. A. King. 2002. Nest-Site Characteristics of Burrowing Owls (*Athene Cunicularia*) in the Snake River Birds of prey National Conservation Area, Idaho, and Application to Artificial Burrow Installation. Western North American Naturalist. 61(1):112-119.
- BirdLife International. 2017. Species factsheet: *Athene cunicularia*. Recuperado de <http://www.birdlife.org>.
- Chávez, C., Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Conway, C.J. y K.L. Pardieck. 2006. Population Trajectory of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in Eastern Washington. Northwest Science. 80(4):2292-297.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Segunda Edición. Recuperado de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf.

Ducks Unlimited de Mexico, A.C (DUM). 2005. Programa de conservación y manejo para las Aves de la Ribera en el Lago de Texcoco, Estado de México. 16pp. Recuperado de http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/pdf/Sintesis_Texcoco.pdf.

Enríquez, P. L. (Ed). 2015. Búhos de México en: Los Búhos Neotropicales: Diversidad y Conservación. 2015. 1ra Edición. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 475- 512.

Figuroa, R. R. A. S. Alvarado O., E. S. Corales S., D. González-Acuña, R. Schlatter V. y D. R. Martínez P. 2015. Los Búhos de Chile en: Los Búhos Neotropicales, Diversidad y Conservación. Enríquez, P. L (Ed). 1ra Edición. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 173-276.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de KÖPPEN. Quinta Edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 56-63pp.

Hatch, B. M. 1979. Some color-banding techniques for flocking birds. North American Bird Bander. Vol. 4. 158-160 p.p.

Klute, D. S., L. W. Ayers, M. T. Green, S. L. Jones, J. A. Shaffer y T. S. Zimmerman. 2003. Status Assessment and Conservation Plan for the Western Burrowing Owl in the United States. US Fish & Wildlife Publications. University of Nebraska. 108 pp.

Márquez-Olivas, M., M. Fuentes-Romero y E. García M. 2007. El Tecolote Llanero: una Especie Amenazada que habita en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Boletín Interacción. Montecillo Texcoco, Estado de México. 2(14):4-5.

Moreno, S. E. 2007. Características territoriales, ambientales y sociopolíticas del municipio de Texcoco, Estado de México. Quivera. 9(1):177-206.

Moreno, S.E. 2013. Texcoco en lo sociourbano y económico: Periodo 2000-2012. Quivera. 15(2):63-92.

- Plan Municipal para el Desarrollo Urbano de Texcoco, Estado de México. 2003. 1-206pp.
Recuperado de:
http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Texcoco/Textcocofinal.pdf
- Restani, M., L.R. Rau y D.L. Flath. 2001. Nesting ecology of burrowing owls occupying black-tailed prairie dog towns in Southeastern Montana. The Raptor Research Foundation, Inc. 35(4):296-30.
- Saskatchewan Ministry of Environment (SME). 2014. Burrowing Owl Survey Protocol. Fish and Wildlife Branch Technical Report No. 2014-05. Regina, Saskatchewan. 8pp.
- Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). 2010. Catálogo de Localidades. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?buscar=1&tipo=nombre&campo=loc&valor=MONTECILLO&ent=15&mun=>.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 1981-2010. Normales Climatológicas. Estación Chapingo 00015170. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>.
- U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS). Burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) in East Contra Costa County Habitat Conservation Plan and Natural Community Conservation Plan: Appendices. 2006. Northwestern University. Pp: 1-12
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). 2012. Categorías y criterios de las Lista Roja de la UICN: versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 42pp.
- USGS Science for a changing world. 2016. Species Table and recommended band sizes. Recuperado de <https://www.pwrc.usgs.gov/BBL/MANUAL/speclist.cfm>.
- Valdez, G.H.E. 2014. Dieta invernal de tecolote llanero (*Athene cunicularia*) y su interacción con dos especies simpátricas: Búho cuerno corto (*Asio flammeus*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*) en el occidente de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L.

Valdéz-Gómez, H. y Enríquez-Rocha, P. 2005. Ficha técnica de *Athene cunicularia*. En: "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2" Escalante-Pliego, P. (compilador). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.naturalista.mx/taxa/19975-Athene-cunicularia>.

Wellicome, T. I. y G. L. Holroyd. 2001. The Second International Burrowing owl symposium: background and context. The Raptor Research Foundation, Inc. 35(4):269-273.

Wilkerson, L. R. y R.B. Siegel. 2011. Distribution and Abundance of Western Burrowing Owls (*Athene Cunicularia hypugaea*) in Southeastern California. The Southwestern Naturalist. 56(3):378-384.

CAPITULO II

COMPOSICION DE LA DIETA DEL TECOLOTE LLANERO (*Athene cunicularia hypugaea*) EN TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO

1. INTRODUCCIÓN

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) es una especie que se distribuye en diferentes tipos de hábitat a lo largo de su amplia distribución geográfica que abarca desde Canadá hasta regiones al sur de Chile y Argentina (USFWS 2006, Enríquez y Vázquez 2015 y Myers *et al.* 2017), y muestra una alta adaptabilidad a los cambios en el ambiente (Valencia-Maldonado *et al.* 2016, Wilkerson y Siegel 2011). Estudios relativamente recientes dan cuenta de un impacto positivo de las áreas agrícolas sobre las poblaciones de tecolote llanero occidental (Millsap y Bear 2000; USFWS 2006; Macías-Duarte 2011 y Palacios *et al.* 2000), debido a una mayor disponibilidad de presas en las áreas adyacentes a las zonas de cultivo.

La determinación de dieta o bien la descripción de los hábitos alimenticios de *Athene cunicularia* es uno de los temas que ha sido ampliamente estudiado en algunos de los diferentes países en donde se distribuye a lo largo del continente americano, hay numerosos estudios en Canadá donde ya se está recuperando la especie con madrigueras artificiales (Mitchell 2011), Estados Unidos (Palacios *et al.* 2000, Trulio y Higgins 2012) y al Sur se destacan Chile, Argentina y Brasil como los países en donde se han realizado más estudios de este tipo (Enríquez y Vázquez 2015). Sin embargo, poco se ha estudiado la dieta del tecolote llanero occidental en ambientes urbanos y periurbanos (Trulio y Higgins 2012).

Su distribución ha disminuido en las últimas décadas especialmente en la región de Norteamérica (USFWS 2006; Enríquez y Vázquez 2015 y Myers *et al.* 2017). Por eso, en México esta especie está considerada como en protección especial (Pr) (DOF 2010).

Enríquez y Vázquez (2015), Conway y Pardieck (2006) y Arrowood *et al.* (2001) explican que éste tecolote se distribuye en todos los Estados de México desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm; pero solo hay información de diez estados en dos regiones: al Norte (Macías-Duarte 2011, Wilkerson y Siegel 2011, Ruiz-Ayma 2014, Valdez 2014, Luévano-Esparza *et al.* 2015 y Valencia-Maldonado *et al.* 2016) y al Centro (Ángeles 2005, Peterson y Navarro-Sigüenza 2006,

Márquez-Olivas *et al.* 2007, Valencia-Herverth *et al.* 2012, Olivares, 2015 y Estay-Stange *et al.* 2015). Macías-Duarte y Conway (2015) sugieren en que se deben separar genéticamente las especies localizadas en el norte con las del Centro del país. El Estado de México es la entidad que tiene la población humana más alta de la República Mexicana, con más de 16 millones de habitantes, y una densidad de población de 724 personas/km². Conjuntamente con la Ciudad de México, cuya población es cercana a los 9 millones de habitantes, con una densidad de 5,967 personas/km² (INEGI 2015). En esta zona con alta perturbación humana hay poblaciones residentes de tecolote llanero occidental (Peterson y Navarro-Sigüenza 2006, Márquez-Olivas *et al.* 2007), que habitan en un mosaico de desarrollos urbanos y zonas rurales y cultivos agrícolas. Los tecolotes son depredadores que se adaptan a la disponibilidad de las presas (Silva-Porto y Cerqueira 1990, Chandler *et al.* 2016), tanto de manera espacial como temporal, y por tanto, conocer la composición de su dieta y su variación es importante para entender las relaciones de la especie con su hábitat y diseñar estrategias que permitan su conservación a largo plazo.

En México se han realizado por lo menos cinco estudios previos sobre la dieta de tecolote llanero. El primero fue realizado por Rodríguez-Estrella en 1997, quien realizó la jerarquización de sitios y hábitos alimenticios del búho de madriguera en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. El segundo fue realizado por Valdez en 2003, y consistió en el estudio de la dieta del tecolote llanero occidental durante su estancia invernal en la localidad de Valencianita, Guanajuato. En el tercero, Ángeles (2005) describe la dieta de tecolote llanero en el Ex-Lago de Texcoco. En el cuarto Valdez (2014) describe la dieta invernal de tecolote llanero y su interacción con dos especies simpátricas: búho cuerno corto (*Asio flammeus*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*) en el occidente de México (Irapuato, Guanajuato y Zapopan, Jalisco) y finalmente Olivares (2015) describe sitios de anidación y dieta del tecolote llanero en localidades con diferente grado de urbanización en Hidalgo, México.

En el Colegio de Postgraduados (CP), ubicado en Montecillo, municipio de Texcoco, al oriente del Estado de México, se detectó una colonia de tecolote llanero occidental. Se buscó mayor información al respecto sobre el número de individuos y la manera en que estos se alimentan. Solo hay datos en trabajos como los de Ángeles (2005) y Márquez-Olivas *et al.* (2007). La información no es suficiente y además no está actualizada, en especial sobre la dieta que estos tienen. La

presente investigación tuvo por objetivo “determinar la composición de la dieta de la población de tecolote llanero del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, Centro de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas ubicado en el municipio de Texcoco, sobre el Km. 36.5 de la Carretera México-Texcoco, en el Estado de México en las coordenadas 19°28'0.1194"N -98°54'14.0394"O (Google maps 2017) y a 2250 msnm. La temperatura media anual de 17.2 °C, con una máxima de 26.1°C y una mínima de 8.2° C, con una precipitación media anual de 598.6 mm (SMN, 2010).

El terreno del Campus, donde se hizo el estudio, es un polígono irregular, con un área de 182.78 ha y un perímetro de 8,093.37 m. El área está delimitada por cercos de malla metálica y por muros en algunas porciones de su perímetro. El Campus colinda al sur y al oriente con el pueblo de Montecillos y al Norte con el pueblo de San Bernardino, ambos catalogados como microrregiones urbanas y con grado de marginación Baja y Media respectivamente (SEDESOL, 2010).

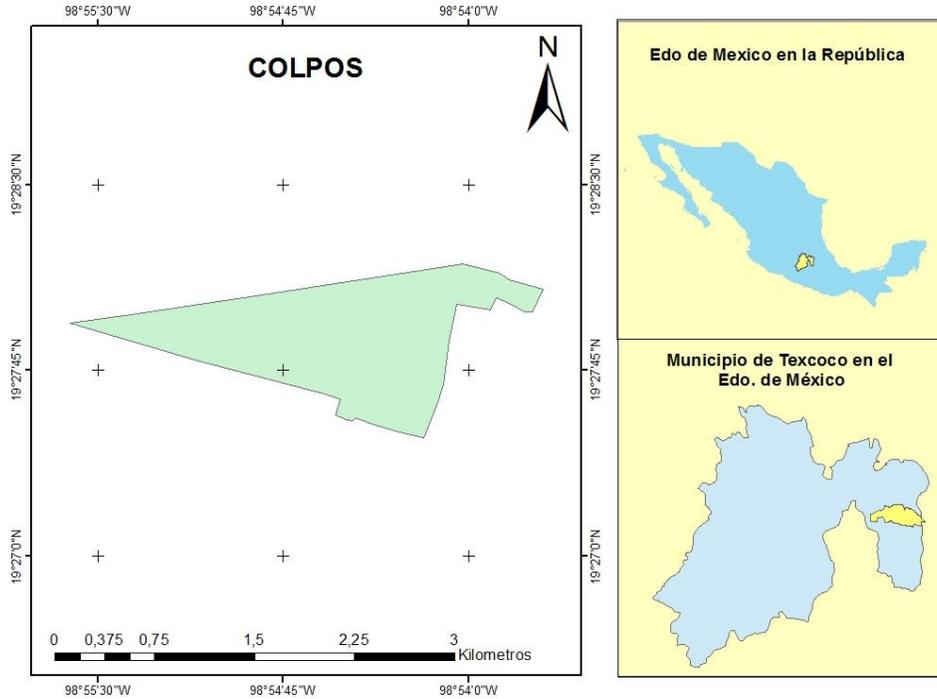


Figura 1. Ubicación del Colegio de Posgraduados (COLPOS) Campus Montecillo.

De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Texcoco Estado de México (PMDUTEM) del 2003, entre los años 1940 y 2000 el municipio tuvo una tasa de crecimiento poblacional del 3.9%, concentrándose así un total del 2% de la población total del Estado de México, sumado a que la actividad económica del municipio se ha transformado radicalmente con el paso del tiempo pasando de actividades agropecuarias a industriales.

Esta región, ha sufrido constantemente cambios en el uso de suelo, con una tendencia de agrícola a urbano y de forestal a agrícola o pecuario (Moreno, 2013 y DUM, 2005). De los 418.69 km² de la superficie total del municipio de Texcoco, en 1960 había solo 130 ha de uso urbano, mientras que para el año 2000 el área urbana acumulaba 1,180 ha, llegando hasta los límites de la Universidad Autónoma de Chapingo (PMDUTEM, 2003, Moreno, 2007).

2.2 Localización de madrigueras y colecta de egagrópilas

De Septiembre-2015 a marzo-2016 se realizaron recorridos a pie por el Colegio de Postgraduados para ubicar las madrigueras de tecolote llanero occidental. El área de estudio se dividió en cuatro estratos:

I. Terreno donde se siembra algún cultivo o se hace alguna labor agrícola. Esta área abarca un total de 1.06 km².

II. Terreno donde hay algún tipo de construcción, incluyendo invernaderos. Esta área abarca un total de 0.20 km².

III. Terreno que cumple con los tres atributos básicos descritos por Klute *et al.* (2006) para el establecimiento de madrigueras como: pastizales, jardines y terrenos abiertos con vegetación corta. Los jardines, que son zonas aledañas a los edificios tienen mantenimiento continuo lo que mantiene la vegetación corta. Esta área abarca un total de 0.28 km².

IV. Carreteras, caminos y otros. Área que abarca 0.28 km²

Se hizo un recorrido por cada uno de los estratos para georreferenciar con GPS la ubicación de las madrigueras y se le asignó una clave de acuerdo al sitio donde se encontraban, después se procedió a clasificar las madrigueras en tres tipos:

- a) Madrigueras activas: Madrigueras en las que se observaron tecolotes fuera de la madriguera durante un mes o más, y se encontraron egagrópilas, plumas y restos de las presas consumidas.
- b) Madrigueras inactivas: madrigueras que estuvieron habitadas durante un tiempo, pero que durante un mes o más tiempo no se observaron rastros de presas, egagrópilas o tecolotes perchando fuera de la madriguera.
- c) Madrigueras destruidas: madrigueras que colapsaron o fueron tapadas con tierra u otro material debido al mantenimiento de jardines y labores en las inmediaciones.

Además se formalizó un cuarto tipo como puntos de percha que fueron aquellos lugares donde se observó a los búhos recurrentemente pero no se pudo localizar la madriguera que habitaban y que sirvieron de apoyo para la investigación.

Posteriormente se colectaron todas las egagrópilas y otros restos de presas que se encontraron en el suelo y a los alrededores de cada madriguera identificada como ocupada durante el periodo de septiembre-2015 a marzo-2016. Cada muestra se almacenó en una bolsa de papel y se rotuló con: número de madriguera, número de egagrópilas regurgitadas y/o fragmentos colectados, y la fecha. La primera colecta se realizó en la segunda quincena de septiembre del 2015 y después

cada 15 días hasta marzo de 2016. Se colectaron un total de 149 egagrópilas completas y 33 fragmentos de egagrópilas, teniendo un total de 182 egagrópilas.

2.3 Determinación de los componentes de la dieta

En laboratorio, las egagrópilas se dejaron secar a temperatura ambiente y posteriormente, se pesaron y midieron a lo largo y ancho de cada una para después separar los componentes en seco (Errington 1932), en el caso de las egagrópilas completas, éstas fueron pesadas y medidas de ancho y largo, mientras que las egagrópilas fragmentadas solo fueron pesadas, debido a la dificultad de tomar medidas precisas.

Los restos de presas se lavaron con una solución de agua y detergente para remover el material soluble. Los restos de huesos y material quitinoso se separaron de pelo, plumas y otros elementos; posteriormente los huesos se depositaron en bolsas de celofán para su ulterior identificación (Valdez 2014). Los componentes correspondientes a roedores y otros mamíferos pequeños se identificaron a nivel género con una clave de identificación (Ceballos y Galindo, 1984). Por otra parte, los restos de artrópodos (cabezas, pronotos, restos de élitros, de extremidades y de otros componentes) se identificaron mediante la observación de color y la forma de los restos al microscopio estereoscópico posteriormente fueron cotejaron con especímenes de referencia del Laboratorio de Fitopatología del mismo Colegio de Postgraduados. En el caso de ausencia de cabezas completas de mamíferos e insectos, se hizo simetría bilateral para asignar el número de individuos presentes, cada par se contabilizó como un individuo, al igual que las piezas impares resultantes (Valdez 2014). Los mamíferos pequeños se identificaron a nivel de orden y los artrópodos a nivel de familia u orden.

Las presas encontradas en la dieta de tecolote llanero se reportaron en términos de Frecuencia Relativa de Ocurrencia (FRO) que se calculó al dividir el número total de presas encontradas de cada especie o categoría entre el total de presas encontradas y multiplicado por 100 y Frecuencia Absoluta (FA) que fue el número el número total de presas encontradas de cada especie o categoría (Márquez, 2002; Bravo-Vinaja *et al.* 2005; Ángeles, 2005; Hernández-Muñoz y Mancina 2011).

Los datos obtenidos de la dieta se dividieron en dos partes Septiembre-Diciembre de 2015 y Enero-Marzo de 2016. Se vaciaron en una hoja de cálculo donde se revisaron que no hubiera datos repetidos o redundantes. Se propuso contrastar las dos temporadas por lo que se hizo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a los 11 componentes de la dieta variables: en cinco grupos: a) Mamíferos: I. *Peromyscus* sp., II. Indeterminado, b) Insecta: III. Coleóptera, IV. Himenóptera, V. Lepidóptera, c) Moluscos: VI. Decápoda, VII. Isópoda, VIII. Gastrópoda, d) Arácnidos: IX. Arácnida, X. Indeterminado y e) Gramíneas: XI. Gramínea de cada temporada. Las variables que resultaron normales se sometieron a pruebas de homogeneidad de varianzas de Levene y después, se procedió a un Análisis de la Varianza (ANOVA) con pruebas de T ($\alpha=0.05$). Las variables que resultaron no normales se analizaron con Estadísticos no paramétricos de Wilcoxon con la prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) para contrastar los dos periodos de fechas. Los cálculos se hicieron apoyados del programa SAS V9.4.

3 RESULTADOS

3.1 Localización de madrigueras y colecta de egagrópilas

Durante el periodo de septiembre-2015 a marzo-2016 se ubicaron diecinueve madrigueras identificadas como activas, doce madrigueras se localizaron de septiembre a diciembre-2015 y siete más de enero a marzo-2016, solo cuatro madrigueras del primer periodo se mantuvieron activas durante el segundo periodo representando el 33.33% del total, en el caso de las madrigueras destruidas y puntos de percha, éstos se mantuvieron constantes a lo largo del periodo de estudio siendo tres y cuatro respectivamente.

La mayoría de las madrigueras se localizaron en los jardines, que son áreas aledañas a los edificios, donde el mantenimiento continuo a los pastos mantiene la vegetación corta, hubo un menor número de madrigueras en las áreas de pastoreo de ovinos y finalmente, algunas otras sobre caminos de terracería y carreteras. El 84.2% de madrigueras se ubicó en el Estrato III y el 15.8% en el Estrato IV. (Figura 1).

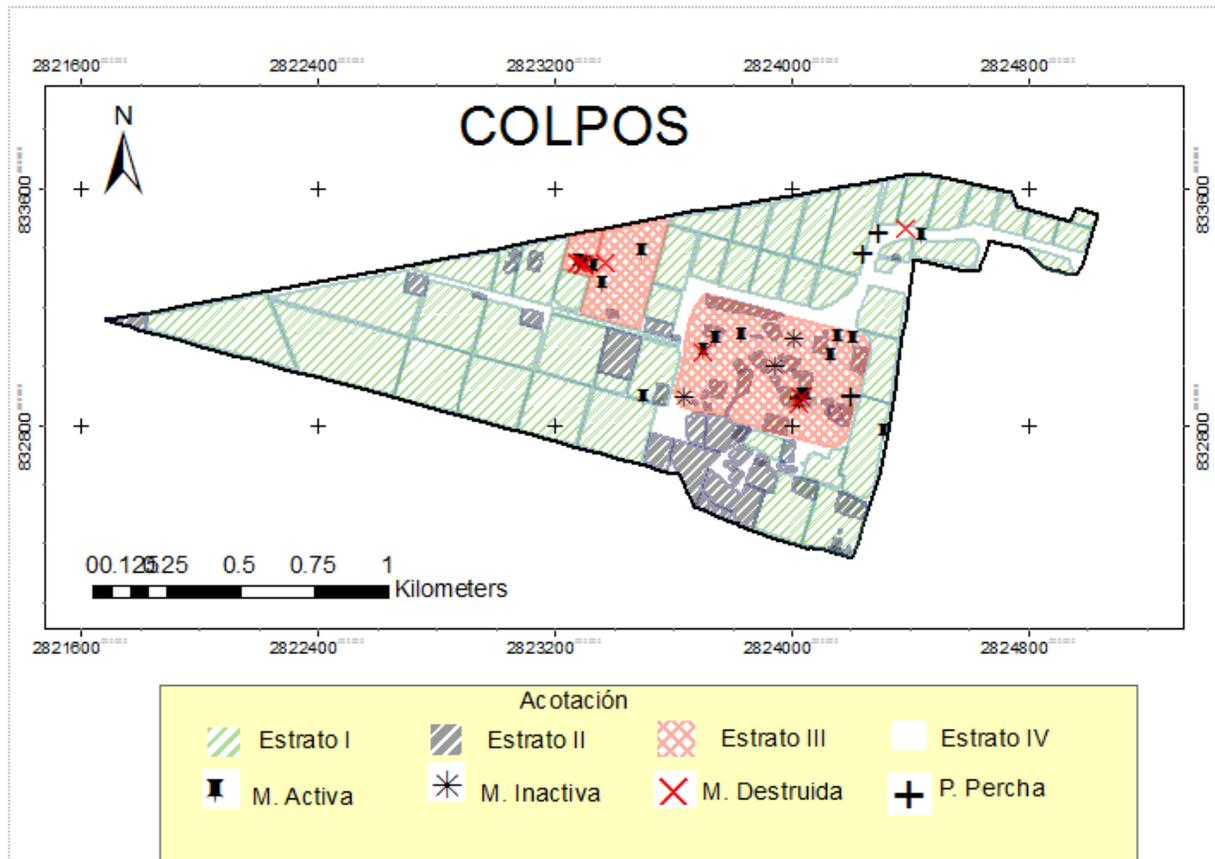


Figura 2. Clasificación por estratos del Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados (COLPOS) y ubicación de madroñeras y puntos de percha de septiembre de 2015 a marzo de 2016-.

Se recolectaron un total de 149 egagrópilas completas y 33 fragmentos de egagrópilas, para un total de 182 (Cuadro 1). Los meses con el mayor número de presas cuantificadas fueron febrero (202) y marzo (212), que coinciden con los meses con la máxima temperatura de 23.8 y 26.2 °C respectivamente y el de menor número fue enero (18) que coincide con el mes en el que se registró la temperatura más baja durante e el estudio con 1.1°C.

Cuadro1. Número de egagrópilas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) recolectadas por mes, durante septiembre del 2015 a marzo del 2016, en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

Mes	Egagrópilas Completas	Egagrópilas fragmentadas
Septiembre-2015	9	5
Octubre-2015	18	3
Noviembre-2015	30	12
Diciembre-2015	18	1
Enero-2016	17	4
Febrero-2016	23	5
Marzo-2016	31	3
Total	149	33

De septiembre a marzo el peso promedio por egagrópila fue de $0.78 \text{ g} \pm 0.43 \text{ g}$, el largo $25.64 \pm 7.29 \text{ mm}$, el ancho $7.29 \pm 2.38 \text{ mm}$ y el número promedio de presas por egagrópila fue de 7.76 ± 3.23 (Cuadro 2). En octubre se registraron las egagrópilas de mayor peso (1.0 g), en febrero las más largas (28.03 mm) y en marzo las más anchas (12.7mm).

Cuadro2. Medidas de egagrópilas y promedios climatológicos por mes.

	Sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	$\bar{X} \pm \text{STD}$
Peso (g)	0.7	1.0	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8 ± 0.4
Largo (mm)	25.33	27.51	23.39	22.92	26.17	28.03	26.1	25.6 ± 7.3
Ancho (mm)	8.9	10.5	11.6	11.9	12.3	11.3	12.7	11.3 ± 2.4
Número de presas	39	57	155	130	18	202	212	116.14 ± 78.9
Temp. Min. (°C)	9.4	6.8	3.7	2.0	1.1	2.1	4.3	4.18 ± 3.0
Temp. Máx. (°C)	23.3	23.4	23	22.3	22.3	23.8	26.2	23 ± 1.3
Pp. ^δ (mm)	89	44	12	5	10	5	12	27.5 ± 31.1

^δ Precipitación

3.2 Determinación de los componentes de la dieta.

Para la identificación de los componentes de la dieta, se hizo un submuestreo aleatorio del total de las muestras colectadas. Se utilizaron solamente 86 egagrópilas y 14 fragmentos de egagrópilas, correspondientes a los meses de septiembre a diciembre del 2015 y enero a marzo del

2016, donde se identificaron en total 813 presas, además de la presencia de gramíneas en al menos 11 de las egagrópilas.

Cuadro 3. Composición de la dieta de tecolote llanero occidental (FA y % FRO) durante septiembre del 2015 a marzo del 2016 en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados

Taxón	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa de Ocurrencia (%)
Mamíferos		
Peromyscus sp.	40	4.92
Indeterminado	4	0.49
Invertebrados		
Coleóptera	639	78.60
Himenóptera	63	7.75
Lepidóptera	5	0.62
Decápoda	11	1.35
Isópoda	30	3.69
Gastrópoda	6	0.74
Arácnida	2	0.25
Indeterminado	2	0.25
Otro		
Gramínea	11	1.35
Total	813	100

Los invertebrados fueron las presas con mayor porcentaje de FRO (Figura 3), ya que contribuyeron con el 93.46% del total, seguido de los mamíferos con un 5.18% y finalmente el 1.36% de gramíneas (Cuadro 3).

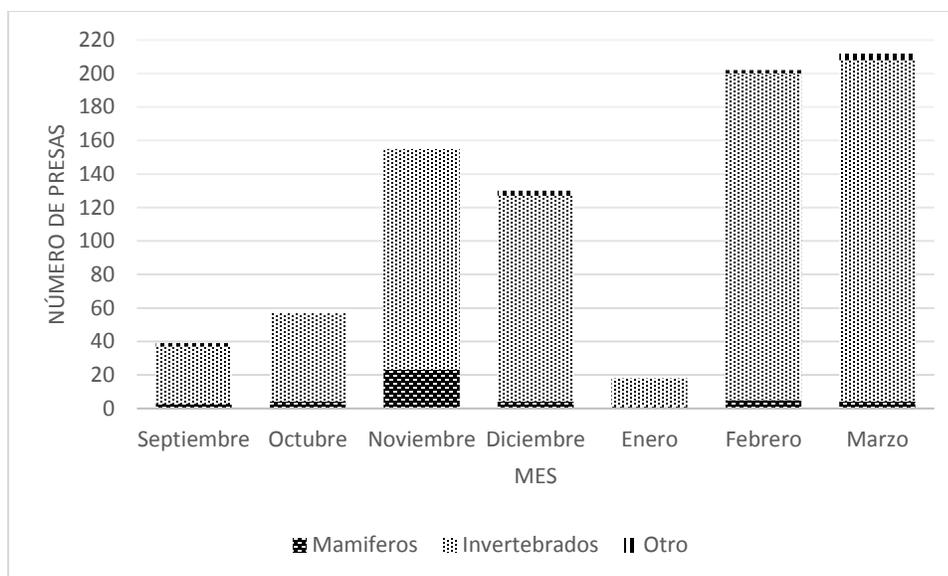


Figura 3. Frecuencia mensual categorías generales de presas consumidas por el tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de Texcoco, Estado de México de septiembre del 2015 a marzo del 2016.

En el caso de los isópodos terrestres, se tomó en cuenta el número de muestras en el que aparecieron debido a que aunque sus restos eran abundantes estaban excesivamente fragmentados como para determinar el número de individuos a los que correspondían (Figura 4).



Figura 4. Vista de una egagrópila desmoronada, con abundantes restos de isópodos terrestres, comúnmente llamados cochinillas de la humedad.

La Figura 5 muestra la dieta por mes y por especie. Los coleópteros son los que tienen mayor consumo por parte del tecolote llanero occidental en la mayoría de los meses, teniendo el

mayor consumo en febrero y el menor en enero. En noviembre se registró el mayor consumo de *Peromyscus sp* y en marzo el de los himenópteros.

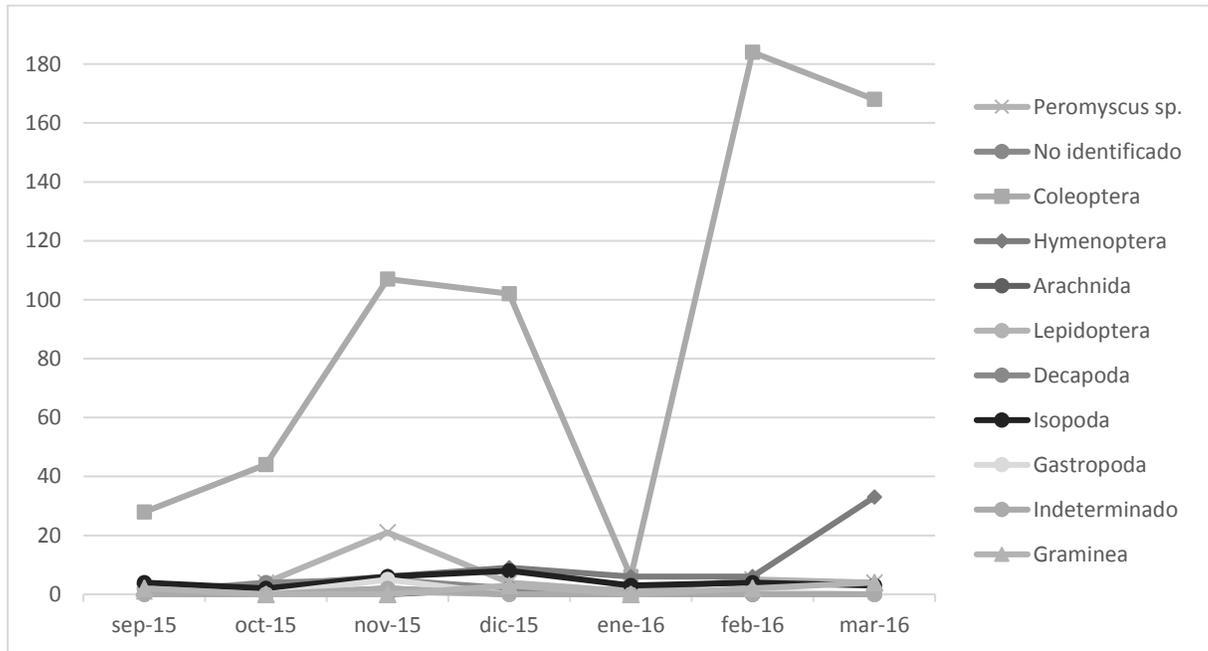


Figura 5. Número de presas consumidas por mes por el tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de Texcoco, Estado de México de septiembre del 2015 a marzo del 2016

El Cuadro 4 contiene la composición de la dieta del tecolote llanero occidental en porcentaje mensual así como el porcentaje total del periodo comprendido entre septiembre de 2015 y marzo del 2016. En noviembre se observó mayor variabilidad de presas en la dieta con la identificación de nueve de los componentes de la dieta: mientras que en octubre, enero, febrero y marzo solo se identificaron cinco. Los coleópteros, isópodos y *Peromyscus sp* fueron presas que se consumieron durante todos los meses, mientras que los arácnidos solo se consumieron en diciembre.

En febrero se tuvo el mayor consumo de coleópteros (91.09%) y en enero el menor (33.33%), los isópodos se consumieron más en enero (16.67%) y menos en marzo (1.42%) y en el caso de *Peromyscus sp* en noviembre se tuvo el mayor consumo (7.02%) y marzo el menor (1.89%). Los himenópteros solo no fueron consumidos en septiembre mes que coincide con el más lluvioso de los meses de estudio.

Cuadro 4. Comparativo mensual en % FRO de las presas consumidas por el tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados durante septiembre del 2015 a marzo del 2016.

Mes	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	Sep-15 a mar-16
	% mensual	% total						
I <i>Peromyscus sp.</i>	2.56	7.02	13.55	3.08	5.56	2.48	1.89	4.92
II Indeterminado	5.13	0	1.29	0	0	0	0	0.49
III Coleóptera	71.79	77.19	69.03	78.46	33.33	91.09	79.25	78.60
IV Hymenóptera	0	5.26	3.87	6.92	33.33	2.97	15.57	7.75
V Lepidóptera	5.13	0	0.65	0	11.11	0	0	0.62
VI Decápoda	0	7.02	3.23	1.54	0	0	0	1.35
VII Isópoda	10.26	3.51	3.87	6.15	16.67	1.98	1.42	3.69
VIII Gastrópoda	0	0	3.23	0	0	0.5	0	0.74
IX Arachnida	0	0	0	1.54	0	0	0	0.25
X Indeterminado	0	0	1.29	0	0	0	0	0.25
XI Gramínea	5.13	0	0	2.31	0	0.99	1.89	1.35

3.2.1 Mamíferos

En el grupo de mamíferos (I y II) se identificaron roedores del género *Peromyscus sp.* (4.92%) y de otro género (0.49%) que no fue posible identificar debido a que no se encontraron restos de cráneos ni de mandíbulas, solo de algunos fémures u omóplatos que no permitieron la identificación del roedor. Noviembre fue el mes en que se registró mayor presencia de mamíferos pequeños en las muestras (Figura 6).

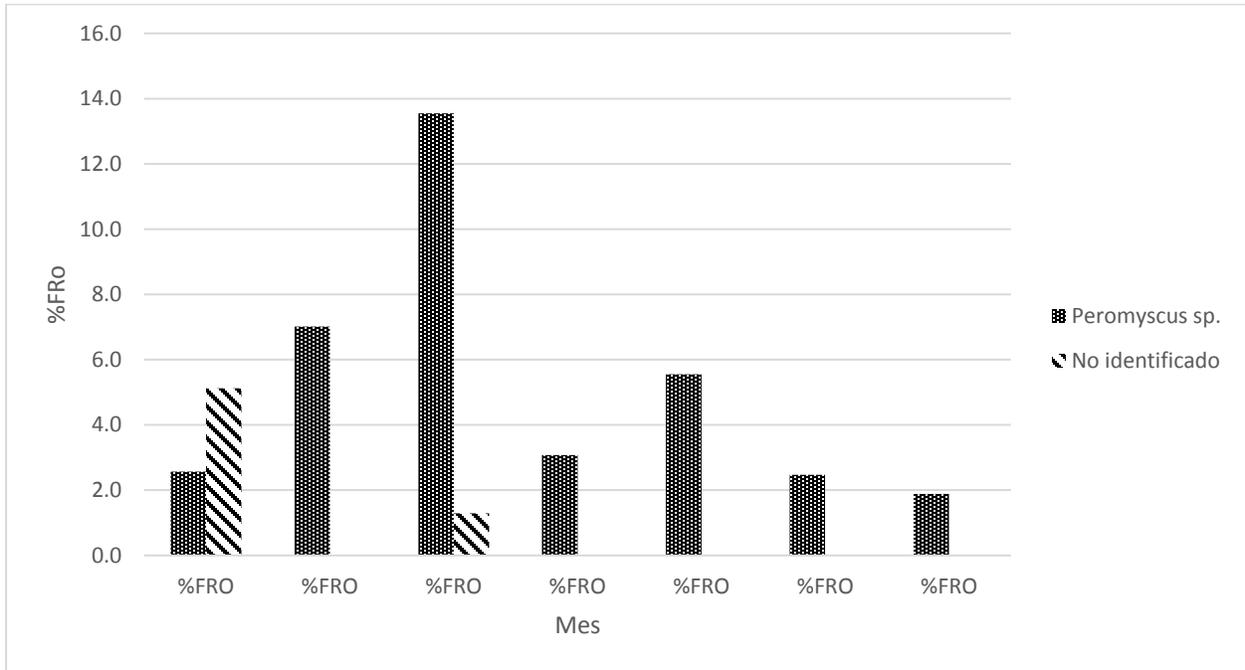


Figura 6. Frecuencia de consumo mensual de roedores para el tecolote llanero en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados de septiembre-2015 a marzo-2016.

3.2.2 Invertebrados

Dentro de los invertebrados, se identificaron insectos, crustáceos y arácnidos. Los insectos los que tuvieron la mayor frecuencia de consumo (Figura 8) y que estuvieron representados por III Coleópteros (78.60%), IV Himenópteros (7.75%) y V Lepidópteros (0.62%) (Figura 7).

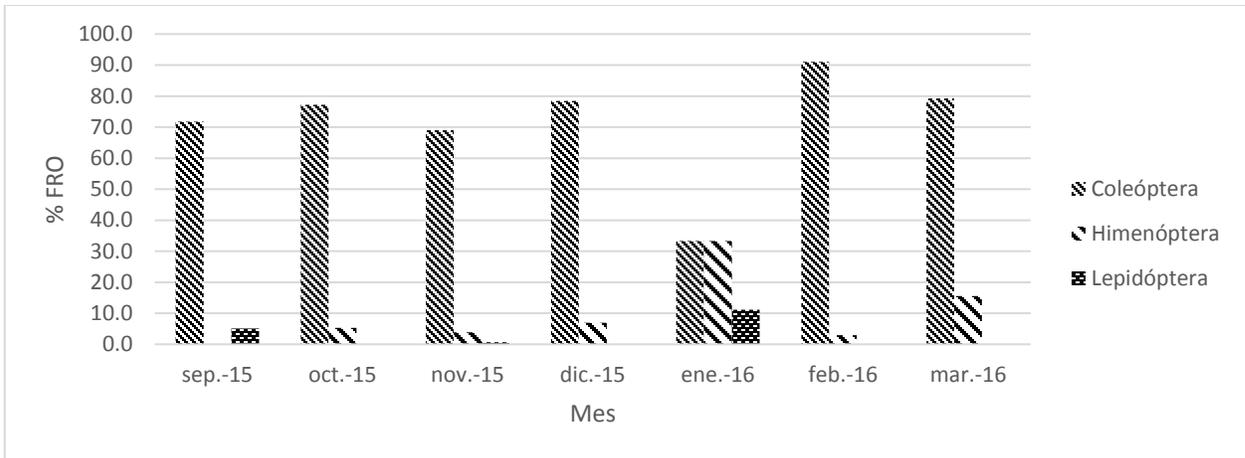


Figura 7. Frecuencia de consumo mensual de coleópteros, lepidópteros e himenópteros por el tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) del Campus Montecillo en el Colegio de Postgraduados de septiembre 2015 a marzo 2016.

En el orden Coleóptera se identificó a la Familia Carabidae, Familia Troginae, Género *Omorgus* sp., Familia Tenebrionidae, subfamilia Alleculinae, tribu Alleculini. Para el orden Himenóptera se observaron especímenes de la Familia Formicidae, la Superfamilia Apoidea, y finalmente en el orden Lepidóptera se observó a la Familia Noctuidae, familias con mayor frecuencia en las egagrópilas.



Figura 8. Tecolote llanero liberado en madriguera, restos de presas en la entrada de madriguera.

Los crustáceos estuvieron representados por VI Decápodos (1.35%) e VII Isópodos (3.69%), mientras que los moluscos por VIII Gastrópodos (0.74%), la mayor frecuencia la tuvo el orden Isópoda, aun sin contar el número tan abundante de restos en las 30 egagrópilas en la que se encontraron presentes (Figura 9). Los IX Arácnidos fueron los invertebrados menos frecuentes (0.25%) en conjunto con los restos de presas X Indeterminadas (0.25%). Las XI Gramíneas representaron el 1.35%.

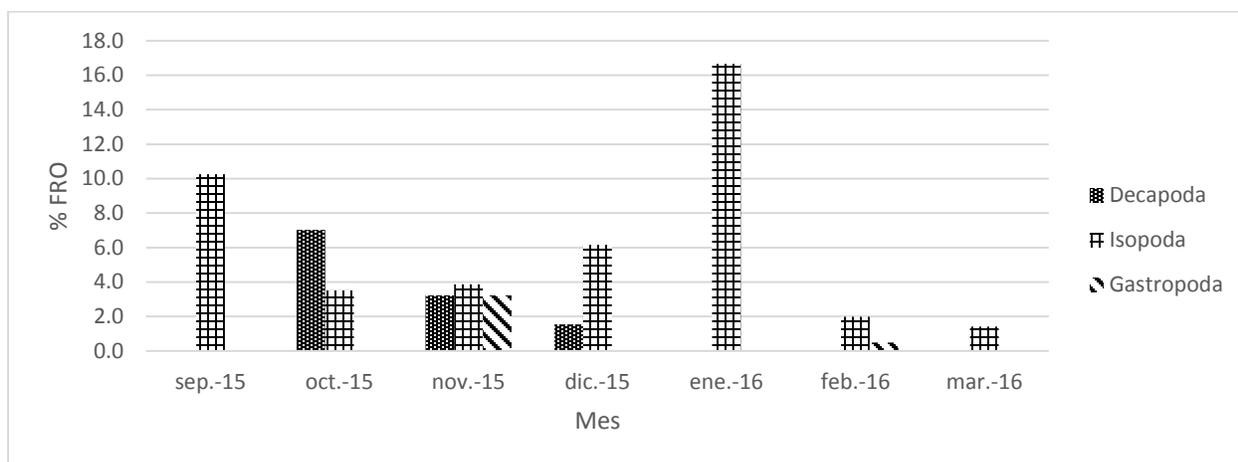


Figura 9. Frecuencia de consumo mensual de decápodos, gastrópodos e isópodos por el tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) del Campus Montecillo en el Colegio de Postgraduados.

En los análisis estadísticos para contrastar las dos temporadas septiembre-diciembre de 2015 y enero-marzo de 2016 se llegó a lo siguiente:

Dos de las variables resultaron distribuirse de manera normal la III. Coleóptero y la VII. Isópoda. Después, se procedió a probar la homogeneidad de varianzas y ambas pasaron la prueba (Figura 10). Se hizo el ANOVA y la prueba de T obteniéndose los resultados en el Cuadro 5.

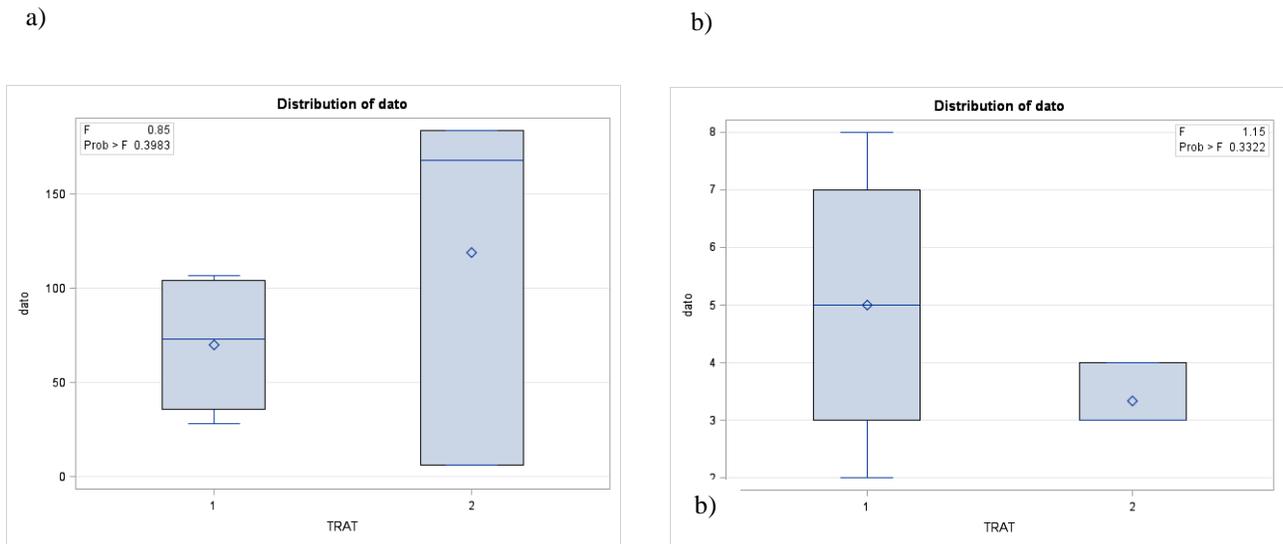


Figura 10. Diagrama de caja de comparación de medias entre dos temporadas de a) III. Coleóptero y b) VII. Isópodos.

Cuadro 5. ANOVA y comparación de medias Tukey α (0.05)

Variable	III. Coleóptero	VII. Isópoda
Temporada I	70.25±40.13 a	5.00± 2.24 a
Temporada II	119.33± 98.47 a	3.33± 0.57 a
R ²	0.145641	0.187266
CV	16.25454	47.43807
DMS	136.67	3.9915

* Medias con letras iguales dentro de las columnas son estadísticamente similares (Pr>0.05)
 Fuente: Propia Investigación.

Del Cuadro 5 se destaca que no hay diferencia de ingestión de coleópteros e isópodos en las dos temporadas, aunque la ingestión de coleópteros es muy similar por meses (16.25%) y de isópodos es muy diferente (47.43%).

Con el resto de variables se hizo un análisis no paramétrico de Wilcoxon (Figuras 11 y 12) con pruebas de Kruskal-Wallis por dos temporadas (Cuadro 6)

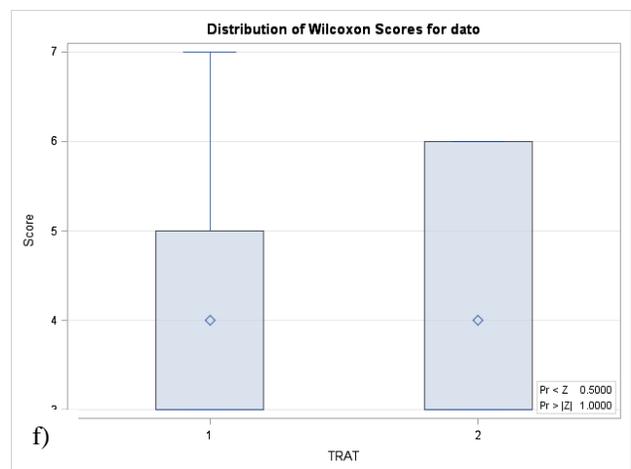
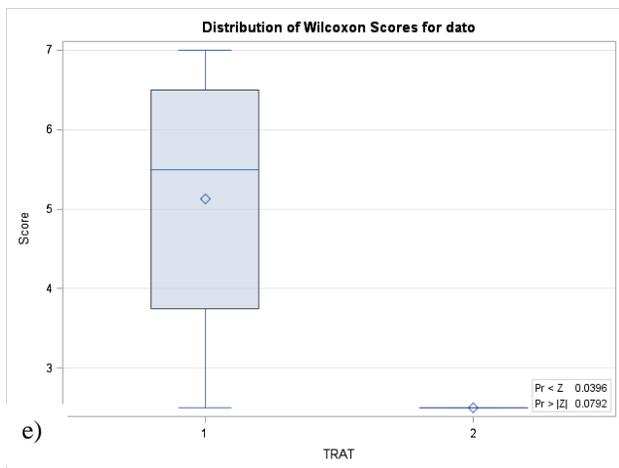
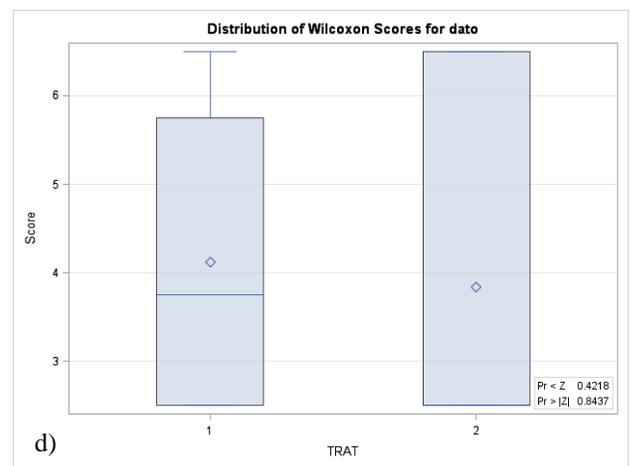
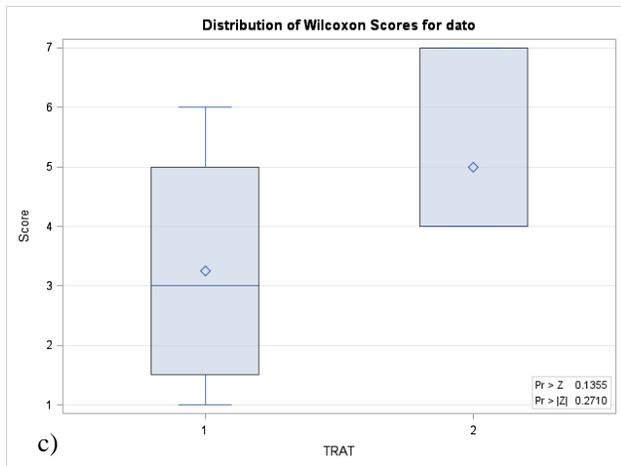
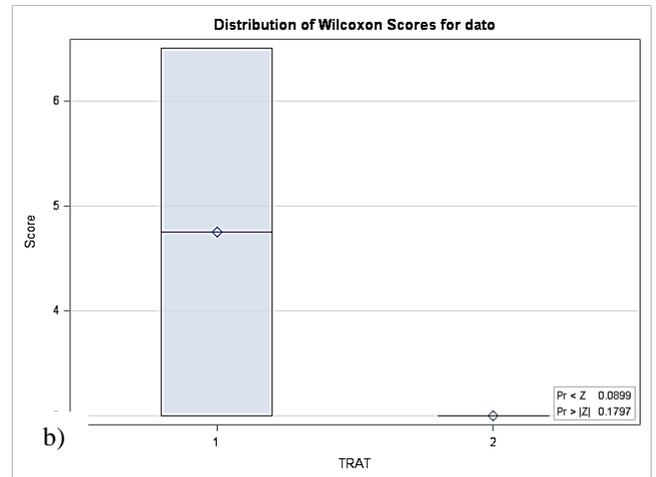
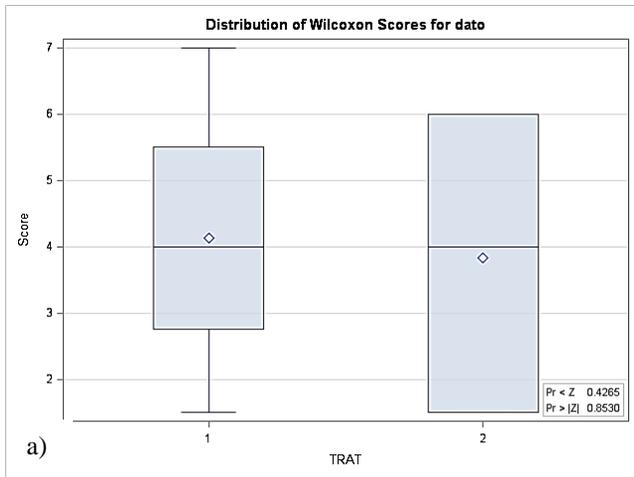


Figura 11. Diagrama de cajas de Wilcoxon entre dos temporadas de a) I. *Peromyscus sp.*, b) II. Indeterminado, c) IV. Hymenopteros, d) V. Lepidopteros, e) VI. Decápoda y f) Gastrópoda.

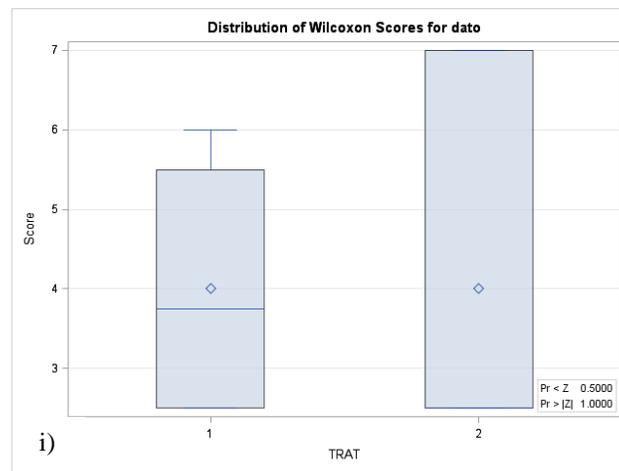
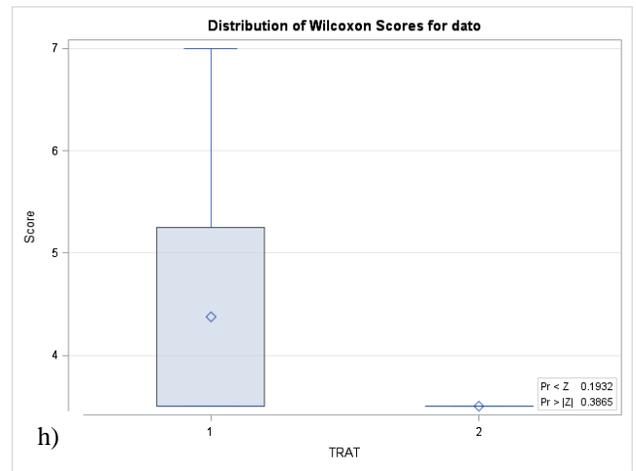
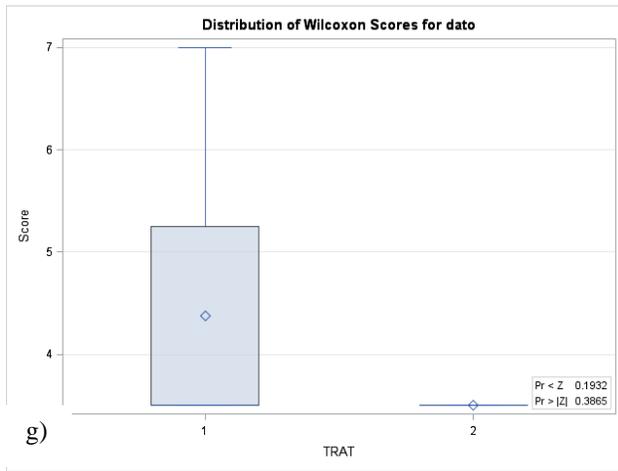


Figura 12. Diagrama de cajas de Wilcoxon entre dos temporadas de g) IX. Arachnida, h) X. Indeterminado y i) XI. Gramínea.

Cuadro 6. Prueba no paramétrica de Wilcoxon α (0.05).

Variables	Kruskal-Wallis (χ^2)	Pr>F	Significancia
		χ^2	
I. <i>Peromyscus sp</i>	0.0343	0.8530	NS
II. Indeterminado	1.8000	0.1797	NS
IV. Hymenopteros	1.2115	0.2710	NS
V. Lepidopteros	0.0389	0.8437	NS
VI. Decápoda	3.0815	0.0792	*
VIII. Gastrópoda	0.0000	1.0000	NS
IX. Arachnida	0.7500	0.3865	NS
X. Indeterminado	0.7500	0.3865	NS
XI. Gramínea	0.0000	1.0000	NS

*significancia al 10%

Fuente: Propia Investigación

Se detectó diferencia significativa al 10% en la VI Decápoda ($\chi^2=3.0815$, Pr>F=0.0792), debido a que en la temporada dos no hubo consumo de esta especie. Las demás variables resultaron no significativas.

4 DISCUSION Y CONCLUSIONES

El peso promedio por egagrópila en el presente estudio fue de 0.78 ± 0.43 g, cantidad menor al reportado por Valdez (2003) que fue de 1.10 ± 0.522 g. Mientras que el promedio de presas por egagrópila para este estudio fue de 7.76 ± 3.23 , por debajo del reportado por Ángeles (2005) de 8.47 ± 11.72 para la zona del Ex-Lago de Texcoco y por encima de lo reportado por Valdez (2003) de 3.61 ± 1.47 durante el invierno en el Bajío Mexicano; aunque para Irapuato durante la temporada invernal Valdez (2014) obtuvo 39 presas por egagrópila para el municipio de Valencianita, Irapuato y 33 presas por egagrópila para la Base Aérea Militar No. 5 en Zapopan, Jalisco; valores superiores a todos los anteriores.

En cuanto a la composición de la dieta de tecolote llanero, se obtuvo que el grupo de presas con mayor representatividad fue el de los invertebrados con un 93.46%, valor superior a lo reportado por Valdez (2003) de 77.91% y Ángeles (2005) del 76% e inferior al 97% que reporta Valdez (2014); pero en todos los casos se mantiene a los invertebrados como principal constituyente de la dieta de tecolote llanero occidental.

Valdez (2014) determinó por frecuencia como segundo grupo a los mamíferos pequeños con un 2.7% mientras que el 0.03% restante estuvo representado por aves y reptiles. Ángeles (2005) obtuvo un 10.4% de frecuencia de mamíferos, mientras Valdez (2003) obtuvo el 20.98% de mamíferos y el 1.14% para aves.

Ángeles (2005) identificó tres especies de mamíferos pequeños: *Sorex saussurei*, *Perognathus flavus* y *Peromyscus spp*, además de otros roedores no identificados. Con un total de 234 mamíferos identificados para la época no reproductiva de tecolote llanero siendo la especie más representativa *Perognathus flavus* del grupo; mientras que para este estudio se identificaron 44 individuos la mayoría *Peromyscus sp* aunque en ambos casos el mes de mayor consumo de mamíferos fue en noviembre.

Valdez (2014) identificó siete especies de pequeños mamíferos en la dieta de tecolote llanero; *Mus musculus*, *Peromyscus maniculatus*, *Peromyscus sp.*, *Reithrodontomys megalotis* además de *Chaetodipus hispidus*, *Perognathus flavus* y *Criptomys parva* que en conjunto suman el 2.7% de la dieta de tecolote. Dicho valor es inferior al determinado en el estudio presente de 5.18% de mamíferos de los que 4.92% corresponde principalmente a restos de *Peromyscus sp*. A pesar de

que el porcentaje reportado por Valdez (2014) es inferior, la diversidad de ratones de la familia Muridae, ratones de abazones y musarañas, que forman parte de la dieta del búho es mayor en el área de Zapopan e Irapuato que en Texcoco.

En este estudio se reporta que el consumo de invertebrados estuvo dominado por restos pertenecientes a ejemplares del orden coleóptera (78.60%) y le siguieron los himenópteros, lepidópteros con el 8.36% y los arácnidos que representaron el 0.25% de la dieta. En contraste Valdez (2003) y Valdez (2014) indican que en sus casos los insectos estuvieron representados por ortópteros, además de la presencia de arácnidos, coleópteros, dermápteros, lepidópteros, himenópteros y escorpiones, entre otros.

El 89% de frecuencia de insectos reportado por Ángeles (2005) correspondió a coleópteros seguido de ortópteros, himenópteros, crustáceos, isópodos y moluscos. La ocurrencia de crustáceos, isópodos y moluscos coincide con el presente estudio pues se obtuvieron crustáceos (decápodos (1.35%), isópodos (3.69%)) y moluscos (gastrópodos (0.74%)).

Trulio y Higgins (2012) reportan presencia de isópodos, aunque solo los mencionan como parte de los invertebrados que componen menos del 1% de la dieta de tecolote llanero.

Wiley (1998), Nabte *et al.* (2008), Sánchez *et al.* (2008), Carevic (2011), Cruz-Jofré y Vilina (2014), Trulio y Higgins (2012) y Tommaso *et al.* (2009) reportan que la dieta de tecolote llanero está constituida en mayor proporción por invertebrados (Cuadro 7 y 8), seguida de mamíferos, en menor porcentaje por aves, anfibios, reptiles y crustáceos; para el caso de crustáceos solo Sánchez *et al.* (2008) hace referencia a su presencia.

Por otro lado Wiliford *et al.* 2009 y Tommaso *et al.* 2009 obtuvieron 58% y 60.7% de frecuencia de mamíferos en la dieta de tecolote llanero.

En el análisis estadístico Jones *et al.* (2007) realizaron pruebas de T para comparar diferencias de la dieta de tecolote llanero occidental entre un hábitat agrícola y un pastizal, sin encontrar diferencia en el número de presas consumidas. En este trabajo se detectó diferente dieta por temporada en el mismo hábitat, el CP está rodeado de áreas urbanas.

Wiley (1998) reporta frecuencias relativas y aportación de biomasa de las presas a la dieta, teniendo a los invertebrados como principal componente de la dieta (53.3%) y a los vertebrados

como el principal constituyente del total de la biomasa (69.2%). En esta investigación se identificó (5.51%) de vertebrados y (94.49%) de invertebrados que coincide con los componentes de Wiley.

Esta investigación contrastó estadísticamente las dietas del tecolote llanero occidental por temporadas y por especie distinguiendo que solo los decápodos presentaron diferencias ya que solo fueron consumidos de septiembre a diciembre, pero el resto de la dieta se comportó de manera similar en los dos periodos. Bravo-Vinaja *et al.* (2005) hizo un análisis de similitud de dietas por conglomerados para tres años en tecolote moteado, teniendo similitud del 80% para los primeros dos años. Los períodos de tiempo utilizados en esta pesquisa y en la de Bravo-Vinaja *et al.* (2005) son distintos pero hay similitud en que entre periodos mantienen la misma dieta.

Por otro lado, Cruz-Jofre y Vilina (2014) compararon diversidad dietaría del tecolote llanero occidental entre islas, no se encontraron diferencias significativas. Valdez (2014) analizó diferencias entre la diversidad de presas asociadas a la dieta de tres especies de Strigiformes, sin encontrar diferencias. Los resultados obtenidos en ambas investigaciones son muy similares a las de este trabajo.

El objetivo de esta investigación se cumplió.

El tecolote llanero consume una amplia gama de presas, cuya disponibilidad varia de una región a otra el área de distribución del búho, por ejemplo Jones *et al.* (2007) identificaron tres especies de roedores en la dieta del tecolote que no habían sido reportadas con anterioridad, pues los estudios sobre tecolote no habían abarcado el área de distribución de dichos roedores mismo caso del presente estudio en donde se reporta presencia de decápodos y gastrópodos en la dieta de Tecolote llanero, que coinciden con lo reportado por Ángeles (2005).

El principal componente de la dieta de tecolote llanero occidental son los coleópteros, el segundo los himenópteros y en último lugar los arácnidos. Durante todos los meses se consumieron coleópteros, isópodos y *Peromyscus sp* y además se aprecia una reducción severa de egagrópilas colectadas en el mes de enero, así como de presas que componen la dieta del tecolote, este mes coincide con la temperatura más baja de los meses de estudio (1.1 °C).

Cuadro 7. Frecuencia (%) de categorías de alimento en dieta de tecolote Llanero en diferentes áreas de su distribución.

	República Dominicana ¹	NPA ²	RBMC ³ , Argentina ³	Norte de Chile ⁴		Norte de Chile ⁵	Santa Clara California ⁶	Sur de Texas ⁷
				Playa Los Verdes	RNPT			
Taxón	%F	%F	%F⁸	%F	%F	%F	%F	%F
Invertebrados	53.3	51.9	78.6	74.65	85.17	89.5	92	42
Crustáceos	-	-	3.5	-	-	-	-	-
Vertebrados	46.7	-48.1	17.7	25.35	14.83	10.5	6	58
Mamíferos	1.0	20.9	4.8	16.9	8.61	3.5	5.6	-
Aves	28.3	0.6	-	0.47	1.44	5.9	0.3	-
Reptiles	14.9	26.6	-	7.98	4.78	1.1	-	-
Anfibios	2.5	-	12.9	-	-	-	<0.1	-
Otros	-	-	-	-	-	-	<0.1	-
\bar{x} de presas/egagrópila	-	1.36±0.65		3.32±1.9	3.26±1.8	8.81		-
Peso \bar{x}	-	-	-	-	-	-	-	-
Largo (mm) de egagrópilas	-	35.3±8.8	-	-	-	-	-	-
Ancho (mm) de egagrópilas	-	15.1±2	-	-	-	-	-	-

¹Reportado por Wiley (1998).

²Reportado por Nabte *et al.* (2008) para el Noreste de la Patagonia Argentina (NPA).

³Reportado por Sánchez *et al.* (2008) en la Reserva de la Biosfera Mar Chiquita (RBMC).

⁴Reportado por Carevic (2011). El estudio se basó en identificar la presencia de 3 roedores (*Baiomys taylori*, *Reithrodontomys fulvescens* y *Perognathus merriami*) en la dieta de tecolote Llanero como especies nuevas en la composición de la dieta; por lo que fue prioridad el análisis de los mamíferos.

Reserva Natural Pampa del Tamarugal (RNPT), Chile.

⁵Reportado por Cruz-Jofré y Vilina (2014).

⁶Reportado por Trulio & Higgins (2012).

⁷Reportado por Wiliford *et al.* (2009).

⁸ 02 faltante se distribuye en aves, arácnidos reptiles.

Cuadro 8. Frecuencia (%) de categorías de alimento en dieta de tecolote Llanero en diferentes áreas de su distribución (continuación).

Taxón	PNLC ¹		Estancia La Manuela ²	
	Época no reproductiva %F	Época reproductiva %F	Época no reproductiva %F	Época reproductiva %F
Invertebrados	68	89.2	39.2	84.2
Vertebrados	32	11	60.7	14.9
Mamíferos	26.4	10.8	59.7	14.3
Aves	0.6	-	-	0.3
Reptiles	0.6	0.2	1.0	0.3
Anfibios	4.6	-	-	-
Crustaceos	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-
\bar{x} de presas/egagropila	-	-	-	-
Peso \bar{x}	-	-	-	-

¹ Reportado por Tommaso *et al.* (2009) en la Provincia de la Pampa Argentina en el Parque Nacional Lihué Calel (área protegida).

² Reportado por Tommaso *et al.* (2009) en la Provincia de la Pampa Argentina en Estancia La Manuela.

Las frecuencias de insectos y mamíferos en la dieta de tecolote llanero obtenidas en esta investigación coinciden con lo reportado en otros estudios tanto de México, como de Estados Unidos, Republica Dominicana, Chile y Argentina, en los que los insectos representan el primer lugar, los mamíferos el segundo y en menor proporción aves, anfibios, reptiles y crustáceos; lo que corrobora que el tecolote llanero es una especie mayormente insectívora.

Sin embargo, el consumo de mamíferos es muy variado en algunos de los estudios que se citan mientras que para el Campus Montecillo solo se identificó para otros estudios mientras que para este caso solo se tuvo la presencia *Peromyscus sp* y otro género que no fue posible identificar, comparada con tres reportadas por Ángeles (2005) aunque es necesario considerar que el área de estudio fue más amplia. Es posible asociar la poca variabilidad en especies de mamíferos en la dieta con el control de roedores que se realiza dentro del Campus Montecillo. Además, durante el periodo de este estudio se observaron al menos cinco especies más de rapaces, entre diurnas y nocturnas -aguililla, halcón, lechuza de campanario (*Tyto alba*), tecolote occidental (*Megascops kennicottii*) y una especie de búho más que no fue posible identificar- dentro del Campus, que es posible que tengan alguna relación con la baja frecuencia de mamíferos para la dieta de tecolote llanero.

Se debe seguir monitoreando a esta colonia de Tecolote llanero occidental, pues representa una oportunidad para la conservación de la especie misma que se encuentra bajo Protección especial y de la que aún se desconoce información sobre su ecología, como tamaño de nidada, porcentaje de eclosión, producción de juveniles y sobre todo que está pasando con los juveniles al dejar los nidos.

5 LITERATURA CITADA

- Ángeles, M.Y. 2005. Dieta de tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea* Bonaparte, 1825) durante el periodo no reproductivo en la zona del Ex-Lago de Texcoco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- Arrowood, C.P; Finley, C.A. y Thompson, C.B. 2001. Analyses of burrowing owl populations in New Mexico. The Raptor Research Foundation, Inc. J Raptor Res. 35 (4):362-370.
- Bravo-Vinaja, M.G.; L.A. Tarango-Arámbula, F. Clemente-Sánchez, G.D. Mendoza-Martínez, J.L. Alcántara-Carbajal y H.V. Soto-Aquino. 2005. Composición y variación de la dieta del Tecolote Moteado Mexicano (*Strix Occidentalis Lucida*) en Valparaíso, Zacatecas, México. Agrociencia. 39(5):509-515.
- Carevic S., F. 2011. Rol del pequén (*Athene cunicularia*) como controlador biológico mediante el análisis de sus hábitos alimentarios en la Provincia de Iquique, norte de Chile. IDESIA (Chile). 29(1):15-21.
- Ceballos, G.G. y Galindo, L.C. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Limusa. 299pp.
- Chandler, M., L. See, K. Copas, M. Z. A. Bonde, B. Claramunt L., F. Danielsen, J. Kristoffer L., S. Masinde, A. J. Miller-Rushing, y G. Newman. 2016. Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. Biological Conservation. 15p.
- Conway, C.J. y K.L. Pardieck. 2006. Population Trajectory of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in Eastern Washington. Northwest Science. 80(4):292-297.
- Cruz-Jofré, F. y Y. A. Vilina. 2014. Ecología trófica de *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) en un sistema insular del norte de Chile: ¿posible respuesta funcional y numérica frente a *Pelecanoides garnotii* (Aves: Pelecanoididae)?. Gayana 78(1): 31-40.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Segunda Edición. Recuperado de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf.

Ducks Unlimited de Mexico, A.C (DUM). 2005. Programa de conservación y manejo para las Aves de la Ribera en el Lago de Texcoco, Estado de México. 16pp. Recuperado de http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/pdf/Sintesis_Texcoco.pdf.

Enríquez, P. L. y Vázquez, P. J. R. 2015. Búhos de México. En Los Búhos Neotropicales: Diversidad y Conservación. Enríquez, P. L (Ed). 1ra Edición. San Cristóbal de las Casas. Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. Pp 475- 512.

Errington, P. L. 1930. The pellet analysis method of raptor food habits study. The Condor. 32:292-296pp.

Estay-Stange, A.E., R. Rodríguez-Estrella y A. Bautista Ortega. 2015. Nuevos Registros de aves en el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl, Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). 31(3):498-501.

Google maps. 2017. Ubicación del Colegio de Postgraduados. Recuperado de <https://www.google.com.mx/maps/@19.463776,-98.9077217,17z?hl=es-419>.

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.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. México en cifras. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=15>.

Jones L., C., D. Williford, M. K. Skoruppa, M. C. Woodinn y G. C. Hickman. 2007. Diet of western Burrowing Owls wintering in Southern Texas. Journal of Raptor Research. 41(4):307-313.

Luévano-Esparza, J., A. M. Delgadillo-Vásquez, y O. Montes-Ontiveros. 2015. Estructuras artificiales para la anidación y su relación con el éxito reproductivo del gavilán pescador y del tecolote llanero durante ocho temporadas reproductivas en el estero La Pinta, Puerto Peñasco, Sonora, México. Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología. 16(1):9-15.

- Macías-Duarte, A. 2011. Change in migratory behavior as a possible explanation for Burrowing Owl population declines in northern latitudes. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Arizona.
- Macías-Duarte, A. y C. J. Conway. 2015. Distributional Changes in the Western Burrowing Owl (*Athene cunicularia hypugaea*) In North America from 1967 to 2008. The Raptor Research Foundation, Inc. 49(1):75–83.
- Márquez, O.M. 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 73(2): 205-211. 2002.
- Márquez-Olivas, M., M. Fuentes-Romero y E. García M. 2007. El Tecolote Llanero: una Especie Amenazada que habita en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Boletín Interacción. Montecillo Texcoco, Estado de México. 2(14):4-5.
- Millsap, B.A, y C. Bear. 2000. Density and Reproduction of Burrowing Owls along an Urban Development Gradient. The Journal of Wildlife Management. 64(1):33-41.
- Mitchell, A.M., T.I. Wellicome, D. Brodie y K.M. Cheng. 2011. Captive-reared burrowing owls show higher site-affinity, survival, and reproductive performance when reintroduced using a soft-release. Biological Conservation 144:1382–1391.
- Moreno, S. E. 2007. Características territoriales, ambientales y sociopolíticas del municipio de Texcoco, Estado de México. Quivera. 9(1):177-206.
- Moreno, S.E. 2013. Texcoco en lo sociourbano y económico: Periodo 2000-2012. Quivera. 15(2):63-92.
- Myers, P., R. Espinosa, C. S. Parr, T. Jones, G. S. Hammond y T. A. Dewey. 2017. The Animal Diversity Web. Recuperado de <http://animaldiversity.org/search/?q=athene&feature=CLASSIFICATION&start=0>.
- Nabte, M.J., U.J.F. Pardiñas, y S.L. Saba. 2008. The diet of the Burrowing Owl, *Athene cunicularia*, in the arid lands of northeastern Patagonia, Argentina. Journal of Arid Environments 72:1526–1530.

- Olivares, A. 2015. Sitios de anidación y dieta del tecolote llanero (*Athene cunicularia*) en localidades con diferente urbanización en Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Palacios, E., D. W. Anderson, E. Mellink y S. González-Guzmán. 2000. Distribution and abundance of burrowing owls on the peninsula and islands of Baja California. *Western Birds* 31:89-99.
- Peterson, A. T. y A.G. Navarro-Sigüenza. 2006. Consistency of Taxonomic Treatments: A Response to. *The American Ornithologists' Union*. 123(3):885–887.
- Plan Municipal para el Desarrollo Urbano de Texcoco, Estado de México (PMDUTEM). 2003. 1-206pp. Consultado en: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Texcoco/Texcocofinal.pdf
- Rodríguez–Estrella R. 1997. Nesting sites and feeding habits of the Burrowing owl in the Biosphere Reserve of Mapimi, Mexico. In: *The Burrowing Owl, Its Biology and Management: Including the Proceedings of the First International Symposium*, Lincer JL and Steenhof K (eds). *Journal of Raptor Research*. Report 9, 99-106 pp
- Ruiz-Aymá. G. 2014. Dinámica Poblacional del Tecolote Llanero Occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en zonas de Pastizal en el Noreste de México. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. 119p.
- Sánchez, K. B., A.I. Malizia y M.S. Bó. 2008. Trophic ecology of the Burrowing Owl (*Athene Cunicularia*) in urban environments of Mar Chiquita Biosphere Reserve (Buenos Aires Province, Argentina). *Ornitología Neotropical* 19: 71–80.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2010. Catálogo de Localidades. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Recuperado de <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?buscar=1&tipo=nombre&campo=loc&valor=MONTECILLO&ent=15&mun=>.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 1981-2010. Normales Climatológicas. Estación Chapingo 00015170. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=mex>.

- Silva-Porto, F. y R. Cerqueira. 1990. Seasonal variation in the diet of the burrowing owl *Athene cunicularia* in a restinga of Rio de Janeiro State. *Revista de Sociedade Brasileira para o Progresso de Ciência*. 42(12):1182-1186.
- Tommaso, D. C., R.G. Callicó F., P. Teta y J.A. Pereira. 2009. Dieta de la Lechucita Vizcachera (*Athene cunicularia*) en dos áreas con diferente uso de la tierra en el centro-sur de la provincia de La Pampa, Argentina. *Hornero* 024 (02):087-093.
- Trulio, L.A. y P. Higgins. 2012. The diet of Burrowing owls in an urban Landscape. *Western North American Naturalist* 72(3):348-356.
- U. S. Fish and Wildlife Service (USFWS). Burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) in East Contra Costa County Habitat Conservation Plan and Natural Community Conservation Plan: Appendices. 2006. Northwestern University. Pp 1-12
- Valdez, G.H.E. 2003. Dieta del tecolote llanero occidental, *Athene cunicularia hypugaea* (Bonaparte, 1825), durante la estancia invernal en el Bajío Mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Zapopan, Jalisco.
- Valdez, G.H.E. 2014. Dieta invernal de tecolote llanero (*Athene cunicularia*) y su interacción con dos especies simpátricas: Búho cuerno corto (*Asio flammeus*) y lechuza de campanario (*Tyto alba*) en el occidente de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, N.L.
- Valencia-Herverth, J.; R. Ortiz-Pulido, L. Paula. 2012. Riqueza y distribución espacial de rapaces nocturnas en Hidalgo, México. *Huitzil*. *Revista Mexicana de Ornitología*. 13(2):116-129.
- Valencia-Maldonado, C., J. Arroyo-Ortega, A. Macías-Duarte y F.I. Gastelum-Mendoza. 2016. Densidad poblacional del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en Hermosillo, Sonora, México. 9(9):73-76.
- Wiley, J. W. 1998. Breeding-season food habits of Burrowing Owls (*Athene Cunicularia*) in Southwestern Dominican Republic. *The Raptor Research Foundation, Inc.* 32(3):241-245.

Wilkerson, L. R. y R.B. Siegel. 2011. Distribution and Abundance of Western Burrowing Owls (*Athene Cunicularia hypugaea*) in Southeastern California. *The Southwestern Naturalist*. 56(3):378-384.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

El objetivo de esta investigación se cumplió, que fue “Determinar el tamaño poblacional del tecolote llanero occidental y la composición de su dieta en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados”.

El anillado y conteo de los tecolotes que habitan dentro del Campus Montecillo en Texcoco representa uno de los primeros estudios de la especie para el centro de México, que se documente en una investigación, pues se tienen antecedentes de un número de búhos anillados en la cuenca del Ex-Lago de Texcoco de hace cerca de 10 años. Este espacio representa un área de importancia para la permanencia, reproducción y conservación de la especie o al menos para documentar la situación de la colonia mientras permanezca en esta área, esto considerando el cambio acelerado de uso de suelo que ha sufrido el municipio de Texcoco.

En el periodo de anillado, la identificación de sexo fue difícil ya que ambos tecolotes por madriguera presentaban parche de incubación (en algunos casos más visible que en otros), mismo que coincide con la literatura de que los padres se alternan para empollar los huevos, e incluso se observó cómo se alternaban los padres para salir de la madriguera durante el periodo de incubación.

Mientras que para los meses finales del estudio (Marzo-Mayo 2016) se encontraron restos de dos tecolotes muertos a la entrada de las madrigueras, en ambos casos no se pudo determinar el motivo de los descensos, pero si se pudo observar que los individuos eran polluelos volantes. Por lo que es importante realizar estudios que permitan conocer que está pasando con estos polluelos al llegar a adultos.

En la composición de la dieta de tecolote llanero, se obtuvo que el grupo de presas con mayor representatividad fue el de los invertebrados con un 93.46% y el 5.18% de mamíferos. El consumo de invertebrados estuvo dominado por restos pertenecientes a ejemplares del orden coleóptera (78.60%) seguido de los himenópteros y lepidópteros con el 8.36% y los arácnidos que representaron el 0.25% de la dieta. En noviembre se observó mayor variabilidad de presas en la dieta con la identificación de nueve de los componentes de la dieta: mientras que en octubre, enero, febrero y marzo solo se identificaron cinco. Los coleópteros, isópodos y *Peromyscus sp* fueron

presas que se consumieron durante todos los meses, mientras que los arácnidos solo se consumieron en diciembre.

En el análisis estadístico en una comparación entre temporadas se obtuvo que no hay diferencia de ingestión de coleópteros e isópodos en las dos temporadas, aunque la ingestión de coleópteros es muy similar por meses (16.25%) y de isópodos es muy diferente (47.43%), además se detectó diferencia significativa al 10% en la VI Decápodas ($\chi^2=3.0815$, $Pr>F=0.0792$), debido a que en la temporada dos no hubo consumo de esta especie. Las demás variables resultaron no significativas.

Se observó que los tecolotes llaneros occidentales del Campus Montecillo, son tolerantes a los humanos con respecto a su cercanía a las madrigueras, así como con los perros. Si bien no se documentó ningún ataque de perro a los tecolotes de manera directa, si se encontraron rastros de abundantes plumas de tecolote en los jardines, que mostraban indicios de una persecución aunque en ninguno de los casos se encontraron restos óseos o de carne en los recorridos por lo que se desconoce cuál fue el origen y destino de los rastros encontrados, es importante mencionar que estas observaciones sucedieron previo al periodo de anillado.

Para futuros estudios se recomienda colocar las trampas de captura por la mañana, debido a que una vez que los tecolotes salen difícilmente regresan a su madriguera sobre todo si se sienten amenazados. Una vez que se hayan capturado los tecolotes se recomienda cubrir la trampa con tela para reducir el estrés. En este caso las capturas coincidieron en horario entre 20:00hrs y 22:00hrs, y las trampas con las que se tuvo mayor efectividad fue con las de elaboración propia ya que cubrían en su totalidad la entrada de la madriguera, en el caso de las trampas Havahart® funcionaron solo en los casos en que las madrigueras tenían la entrada tan grande como la trampa. Durante la captura se utilizaron dos cebos que fueron ratones y grillos solo en los casos en los que a la entrada de la madriguera no era posible colocar la trampa como en el caso de los registros de agua, con el uso de grillos no se capturo ningún tecolote y con ratones solo fue efectivo las primeras veces.

En lo que refiere a la determinación de dieta, las colectas se realizaron a la entrada de las madrigueras de los tecolotes y en puntos de percha; sin embargo, una vez que se colocaron perchas se pudo observar que las egagrópilas eran más abundantes comparado con las colectadas para este estudio. Por lo que se recomienda colocar perchas fuera de las madrigueras para aumentar el número de egagrópilas colectadas. Las perchas se colocaron a dos metros de la entrada de la

madriguera y a 60cm sobre el ras del suelo, el área de percha se forro con lazo para reducir lesiones en las patas, ya que las perchas fueron hechas de varilla de media pulgada.

Una de las problemáticas detectadas fue la falta de información del personal sobre el tecolote llanero, desde trabajadores agrícolas hasta alumnos que desconocían que esta especie reside en las instalaciones del Colegio así como que es la única que vive en madrigueras, sumado a el control interno que se hace de roedores y que fueron motivo de pérdida de madrigueras como se mencionó en el Capítulo I.

Finalmente este estudio contribuirá a planes futuros de conservación del tecolote llanero occidental dentro Campus Motecillos del Colegio de Postgraduados como el monitoreo de madrigueras y conservación para favorecer la reproducción de la especie y el monitoreo de la misma.

Para proteger esta especie es necesaria una estrategia para concientizar a los académicos, alumnos y trabajadores, así como a las personas que visitan la institución ya que el tecolote llanero occidental convive con todos. También, se le sugiere los directivos del campus que consideren todo esto dentro de sus planes rectores de infraestructura.

ANEXO I

De Septiembre-a Diciembre de 2015 se obtuvo la siguiente distribución de madrigueras y puntos de percha dentro del Colegio de Postgraduados, Campus Motecillo.

Cuadro 1. Madrigueras activas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Septiembre a Diciembre 2015.

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	1P2	-98.91158	19.46712
2	2P2	-98.91145	19.46709
3	3P2	-98.91141	19.46709
6	1ES	-98.90639	19.46475
4	2ES	-98.9072	19.46468
5	3ES	-98.9076	19.4643
7	1GE	-98.90453	19.46268
8	2GE	-98.90446	19.46289
9	3GE	-98.90431	19.46288
10	1EC	-98.90326	19.46465
11	2EC	-98.90278	19.46455
12	4EC	-98.90349	19.46405

Cuadro 2. Madrigueras inactivas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypuga*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Septiembre a Diciembre 2015.

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	1P3	-98.91071	19.46711
2	2P3	-98.91111	19.46694
3	1P1	-98.91163	19.46713

Cuadro 3. Madrigueras destruidas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Septiembre a Diciembre 2015.

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	1AU	-98.90467	19.46468
2	1HI	-98.90823	19.46295
3	1BB	-98.90528	19.46386

Cuadro 4. Puntos de percha de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Septiembre a Diciembre 2015.

No	Percha	Longitud	Latitud
1	1PG	-98.90455	19.46283
2	1PE	-98.90186	19.46782
3	2PE	-98.90239	19.46719
4	3EC	-98.90285	19.46441

ANEXO II

Para el mes de Enero de 2016 comenzó a haber cambios en la distribución de madrigueras y puntos de percha de Tecolote llanero dentro del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, quedando de la siguiente manera

Cuadro 5. Madrigueras activas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Enero a Marzo del 2016

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	2P3	-98.91111	19.46694
2	1P5	-98.910849	19.4664
2	1P6	-98.90956	19.46740
3	1ES	-98.90639	19.46475
6	2ES	-98.9072	19.46468
4	3GE	-98.90431	19.46288
5	4EC	-98.90349	19.46405
7	3EC	-98.90285	19.46441
8	1PP	-98.53459	19.28152
9	2PP	-98.90050	19.46767
10	1GA	-98.90183	19.46171
11	2HI	-98.909562	19.46294

Cuadro 2. Madrigueras inactivas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Enero a Marzo del 2016

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	1P3	-98.91071	19.46711
2	2GE	-98.90446	19.46289
3	1P1	-98.91163	19.46713
4	2EC	-98.90278	19.46455
5	1EC	-98.90326	19.46465
6	3PP	-98.90100	19.46794
7	1P2	-98.91158	19.46712

8	2P2	-98.91145	19.46709
9	3P2	-98.91141	19.46709
10	3ES	-98.9076	19.4643
11	1GE	-98.90453	19.46268

Cuadro 3. Madrigueras destruidas de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Enero a Marzo del 2016

No	Madriguera	Longitud	Latitud
1	1AU	-98.90467	19.46468
2	1HI	-98.90823	19.46295
3	1BB	-98.90528	19.46386

Cuadro 4. Puntos de percha de tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo durante los meses de Enero a Marzo del 2016

No	Percha	Longitud	Latitud
1	1PG	-98.90455	19.46283
2	1PE	-98.90186	19.46782
3	2PE	-98.90239	19.46719
4	3EC	-98.90285	19.46441

ANEXO III

Proceso de agrilaxía (desmenuzado de egagrópilas)



Fotografía 1 y 2. Desmenuzado de egagrópila y separado de restos de insecto.



Fotografía 3. Restos de presas presentes en una egagrópila.

Compendio fotográfico de presas identificadas de la dieta de Tecolote llanero de del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados (créditos de fotografías Dr. Jesús Romero Nápoles).



Figura 4. Fragmentos de élitros, patas, mandíbulas y cabezas de insectos del orden Coleóptera, Familia Carabidae

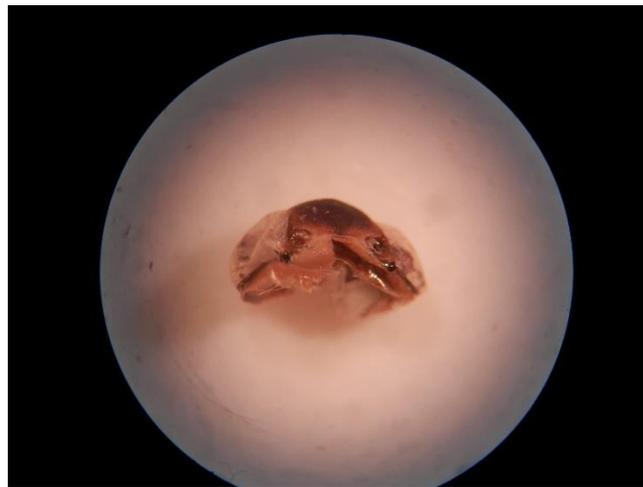


Figura 5. Cabeza de un ejemplar de la Clase Insecta



Figura 6. Tórax de lo que podría ser un Himenóptera



Figura 7. Mandíbulas de diferentes especies de Coleóptera



Figura 8. Élitros, protórax y cabeza de por lo menos dos insectos de Coleóptera, familia Troginae género *Omorgus* sp.

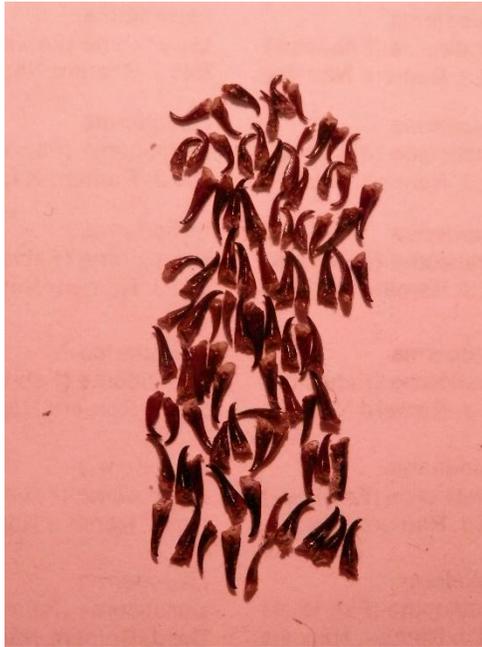


Figura 9. Mandíbulas de Coleóptera, en total 85 de ellas que hace un total de 43 insectos consumidos