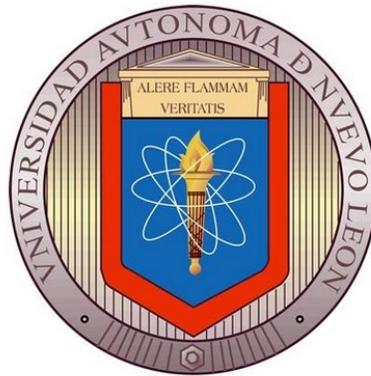


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DINAMICA POBLACIONAL DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN ZONAS DE PASTIZAL EN EL NORESTE DE MÉXICO

TESIS

Presenta

M. C. GABRIEL RUIZ AYMÁ

Como Requisito Parcial Para Obtener El Grado De:

DOCTOR EN CIENCIAS

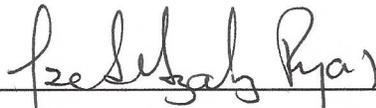
Con Acentuación En Manejo De Vida Silvestre y

Desarrollo Sustentable

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N. L. JUNIO DEL 2014

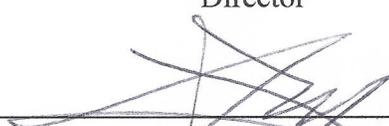
DINAMICA POBLACIONAL DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN ZONAS DE PASTIZAL EN EL NORESTE DE MEXICO

Comité de Tesis



Dr. José Ignacio González Rojas

Director



Dr. Alberto Macías Duarte

Asesor Externo



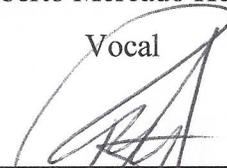
Dra. Susana Favela Lara

Secretario



Dr. Roberto Mercado Hernández

Vocal



Dr. Roberto Mendoza Alfaro

Vocal



Dr. Homero López Soto.

Vocal

DEDICADATORIA

A mis padres, a quien debo lo que soy, ya que al darme plena libertad he podido llegar a alcanzar otro escalón en esta vida Carlos Ruiz Beltrán y María del Socorro Aymá Góngora.

A mis hermanos: Carlos, Marcela y Emilia.

A los Hobbits: Giovanni, Sebastián y Sofía.

A mis invaluable e irremplazables amigos les dedico este trabajo porque de una u otra manera me han impulsado para ser una mejor persona en este mundo. No pongo nombres para no omitir alguno. Si me ha faltado alguien pues habrá otro capítulo que no se ha terminado de escribir. Gracias a todos ustedes, por creer en mí, tenerme paciencia e impulsarme cada día para seguir adelante alcanzando las metas en esta vida y el mundo que esta medio cuadrado y redondo a la vez.

A los que acompañaron en campo.....

A Waldey Marley.....

Y Finalmente a ti, que te has tomado un poco de tiempo de leer este escrito e interesarte en este trabajo un proceso de varios años plasmados aquí en pocas palabras. Gracias, a Tí.

Por cierto se me olvidaba también, se la dedico aquellas personas que no pensaron que llegaría tan lejos. Tómenla!!! Digo, Léanla.

AGRADECIMIENTOS

Dr. José Ignacio González Rojas, por la asesoría y dirección de mi tesis, así como sus invaluable consejos, paciencia, confianza y apoyo para realizar este estudio.

Dra. Susana Favela Lara por sus comentarios y su tiempo dedicado a la revisión del escrito.

Dr. Alberto Macías Duarte por sus comentarios y apoyo en la revisión del contenido del trabajo.

Dr. Homero López Soto, Dr. Roberto Mercado Hernández y Roberto Mendoza Alfaro por su apoyo.

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado ara llevar a buen término mis estudios de Doctorado. Becario No. 297357.

ÍNDICE

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
APENDICES	xii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN	4
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVOS	6
GENERAL.....	6
PARTICULARES.....	6
AREA DE ESTUDIO.....	7
BIBLIOGRAFÍA.....	9
CAPÍTULO.I. BIOLOGIA DE LA ESPECIE TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>).....	11
a) Taxonomía.....	12
b) Distribución.....	14
c) Dieta.....	14
d) Reproducción.....	14
e) Hábitat.....	14
f) Amenazas.....	15
g) Estatus.....	15
h) Poblaciones.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	16

CAPÍTULO II. DENSIDAD DEL TECOLOTE LLANERO (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) EN COLONIAS DE PERRO LLANERO MEXICANO (<i>Cynomys mexicanus</i>) EN EL NORESTE DE MEXICO.....	19
RESUMEN.....	19
2.1. INTRODUCCIÓN	20
2.2. ANTECEDENTES.....	21
2.2.1. Tamaño de la población de tecolotes llaneros.....	21
2.3. METODOLOGIA	23
2.3.1. Localidades de muestreo	23
2.3.2. Muestro de tecolotes	23
2.3.3. Análisis de datos	26
2.4. RESULTADOS.....	27
2.4.1. Densidad y Tamaño de la población.....	27
2.5. DISCUSIONES.....	30
2.6. BIBLIOGRAFÍA	34
CAPÍTULO III. MOVIMIENTOS LOCALES Y DISPERSION DE TECOLOTES LLANEROS (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) EN PASTIZALES DEL ALTIPLANO MEXICANO.....	39
RESUMEN.....	39
3.1. INTRODUCCIÓN	41
3.2. ANTECEDENTES.....	41
3.2.1. Estudios de uso de telemetría en el tecolote llanero.....	41
3.2.2. Patrones Migratorios del tecolote llanero.....	42
3.3. METODOLOGIA	43
3.3.1. Búsqueda de nidos del tecolote llanero.....	43
3.3.2. Capturas y marcaje con trasmisores.....	44
3.3.3. Análisis de movimientos locales y dispersión de juveniles	48
3.3.4. Localización de frecuencias post-abandono de madrigueras	49
3.4. RESULTADOS.....	50
3.4.1. Movimientos locales y dispersión.....	50
3.4.2. Desplazamientos locales de los juveniles	66

3.4.3. Preferencia de hábitat por los juveniles del tecolote llanero.....	67
3.4.4. Frecuencias post-abandono de madrigueras	68
3.5. DISCUSIONES.....	70
3.6. BIBLIOGRAFÍA	74
CAPÍTULO IV. SELECCIÓN DE SITIOS DE A NIDACIÓN DEL TECOLOTE LLANERO (<i>Athene cunicularia hypugaea</i>) EN COLONIAS DE PERRO LLANERO MEXICANO (<i>Cynomys mexicanus</i>) EN EL DESIERTO CHIHUAHUEN.....	79
RESUMEN.....	79
4.1. INTRODUCCIÓN	80
4.2. ANTECEDENTES.....	82
4.2.1. Ecología de a nidación.....	82
4.2.2. Asociación con colonias de perros de la pradera.	83
4.2.3. Características de madrigueras de a nidación en cuatro escalas espaciales de madriguera, colonias, sitio y paisaje.....	83
4.3. METODOLOGIA	85
4.3.1. Selección de sitios de muestro	85
4.3.2. Levantamiento de datos.....	85
4.3.3. Escalas espaciales.....	87
a) Madriguera.....	87
1. Altura de madriguera.	87
2. Ancho y diámetro de la entrada.	87
3. Distancia de la madriguera al piso	87
4. Distancia del nivel superior.....	87
5. Extensión de la cámara de salida	87
6. Diámetro interior del túnel.....	87
7. Orientación.....	87
8. Cobertura vegetal.	88
b) Sitio.....	88
1. Número de madrigueras	88
2. Madriguera satélite.....	88
3. Cobertura vegetal.	88

c) Colonia.....	88
1. Conteo de madrigueras.....	89
d) Paisaje.....	89
1. Distancias.....	89
4.3.4. Madrigueras replicas.....	89
4.3.5 Análisis Estadístico.....	92
4.4. RESULTADOS.....	93
4.4.1. Madrigueras de a nidación.....	93
4.5. DISCUSIONES.....	100
4.6. BIBLIOGRAFÍA.....	105
CONCLUSIUONES FINALES.....	117
PROSPECTIVAS.....	118
RESUMEN BIOGRAFICO.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
2.1. Densidad de tecolotes durante los años 2010 y 2011 en colonias de perro de la pradera mexicana en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí en el noreste de México.	29
3.1. Áreas mínimas y máximas utilizadas de tecolotes llaneros occidental juveniles calculados a través del método de Kernel, así como los desplazamientos finales registrados. Frecuencia de transmisor (VHF), Polígono mínimo convexo (PMC), área mínima y máxima en hectáreas, promedio de hectáreas usada, desplazamiento máxima del punto origen y orientación del desplazamiento (O).	51
3.2. Registro de capturas de tecolotes juveniles en sitios de a nidación. Coordenadas UTM (N, E), banda derecha (BD), banda izquierda (BI) los colores usados son: verde, rosa claro, rosa fuerte, azul, morado, rojo y frecuencias de transmisores (VHF).....	76
3.3. Registro de capturas de tecolotes adultos en sitios de a nidación. Coordenadas UTM (N, E), banda derecha (BD), banda izquierda (BI) los colores usados son: verde, rosa claro, rosa fuerte, azul, morado, rojo y frecuencias de transmisores (VHF).....	77
4.1. Estudios en diferentes escalas de paisaje en la caracterización en sitios ocupados por el tecolote llanero en EUA	84
4.2 ^a . Valores de estadísticos descriptivos en variables de cada escala espacial entre nidos y replicas durante las épocas reproductivas del 2010 y 2011. Intervalos de confianza 95% (IC 95%), min (mínimo), máx (máximo), desviación estándar (DE) y error estándar (EE).94	
4.2 ^b . Valores de estadísticos descriptivos en variables de cada escala espacial entre nidos y replicas durante las épocas reproductivas del 2010 y 2011. Intervalos de confianza 95% (IC 95%), min (mínimo), máx (máximo), desviación estándar (DE) y error estándar (EE).95	
4.3. Modelos para cada escala espacial de variables utilizadas por el tecolote llanero en pastizales del noreste de México. Log-Likelihood (-2logL), (<i>k</i>) número estimado de	

parámetros, (<i>AIC</i>) valores del criterio de Akaike, (ΔAIC) delta de AIC y (<i>Wi</i>) peso de Akaike para cada modelo	98
a) Madriguera	98
b) Sitio	98
c) Colonia	98
d) Paisaje	98
4.4. Modelos con variables asociadas y utilizadas por el tecolote llanero en pastizales del noreste de Mexico. Log-LiLikelihood (-2logL), (<i>k</i>) número estimado de parámetros, (<i>AIC</i>) valores del criterio de Akaike, (ΔAIC) delta de AIC y (<i>Wi</i>) peso de Akaike para cada modelo	99
4.5. Valores de la prueba de Spearman, grupo de variables de cada escala espacial en la selección de sitios de anidación del tecolote llanero. χ^2 de Spearman, grados de libertad (<i>gl</i>) y valor de significancia (<i>p</i>).....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1a. Sitos de muestreo en los Estados de Nuevo León y San Luis Potosí, México.....	8
1.1. Adulto de tecolote llanero occidental en colonias de perro de la pradera mexicano.	11
1.2. Mapa de distribución reproductiva actual en Norteamérica, el área de distribución del tecolote llanero se extiende desde el sur de Alberta y Saskatchewan en Canadá hasta la región central de México. Imagen tomada de Klute <i>et al.</i> , 2003.	13
2.1. Distribución espacial de los transecto ubicados en colonias de perros de la pradera mexicano en Galeana, Nuevo León.	24
2.2. Distribución de los transectos más sureños ubicados en colonias de perros de la pradera mexicano en Vanegas, San Luis Potosí.....	25
2.3. Densidad (\pm IC95%) de tecolotes llanero occidental por Estado y año en colonias de perros de la pradera mexicano.....	28
3.1. Madriguera de perro de la pradera mexicano utilizada por el tecolote llanero durante la a nidación.	43
3.2. Ubicación espacial de capturas en nidos de tecolotes llaneros occidental en colonias de perros de la pradera mexicano.....	45
3.3. Trampa de PVC de doble entrada para la captura de pollos y volantones en nidos del tecolote llanero.	47
3.4. Bandas plásticas de colores (Avinet Inc.) de tarsos para el reconocimiento de adultos y juveniles del tecolote llanero y trasmisor de collar VHF (TXB-006C, Telenax Inc.)	47
3.5. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.718 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.	52
3.6. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.277 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.	53
3.7. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.556 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.	54
3.8. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.399 en la localidad de San Juan del Prado en Galeana, Nuevo León.	55
3.9. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.478 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.....	56

3.10. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.317 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.....	57
3.11. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.516 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.....	58
3.12. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.678 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.....	59
3.13. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.678 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.....	60
3.14. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.	61
3.15. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León y el Manantial en Vanegas; San Luis Potosí.	62
3.16. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.437 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.....	63
3.17. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León y el Gallo en Vanegas; San Luis Potosí	64
3.18. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.636 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.....	65
3.19. Registro de desplazamientos en metros (m) y días (d) de juveniles de tecolote llanero en el noreste de México.	66
3.20. Porcentaje de preferencia de hábitat de volantones-juveniles de tecolote llanero durante los meses de junio-agosto del 2010.....	67
3.21. Ruta de búsqueda de tecolotes llaneros juveniles, dentro de colonias de perros de la pradera mexicana en los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí recorriendo 450km.....	69
3.22. Tecolote llanero juvenil con transmisor VHF de cuello colocado.....	78
3.23. Colocación de bandas de colores y metálica en los tarsos de tecolotes llaneros juveniles	78
4.1. Ubicación de nidos y replicas en los sitios de muestreo en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí.	86

4.2. Medición de variables en la escala madriguera. (A) Altura, (ANS) distancia nivel superior, (DNS) distancia madriguera suelo, (D y An) diámetro y ancho, (Ex) extensión de la cámara de salida, (V) vegetación y (O) orientación.....	90
4.3. Variables de sitio en áreas ocupadas por el tecolote llanero (C) cobertura vegetal y (M) madriguera activas e inactivas en un radio de 50m, así como madrigueras satélites.....	90
4.4. Conteo de madrigueras activas e inactivas en transectos de 200 m, en la escala espacial de sitio	91
4.5. Variables de paisaje, distancia del nido a perchas, caminos, carreteras y cultivos...91	
4.6. Variables de la categoría madriguera con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c).....	111
4.7. Variables de la categoría madriguera con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c)	112
4.8. Variables de la categoría sitio con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c)	113
4.9. Variables de la categoría paisaje con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c)	114
4.10. Variables de la categoría de colonia con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c)	115

APÉNDICE

APÉNDICE 3.1. Registro de capturas	76
APÉNDICE 3.2. Registro de capturas de tecolotes adultos.....	77
APÉNDICE 3.3. Catalogo Fotográfico	78
APÉNDICE 4.1. Criterios de las variables utilizadas en la escalas espaciales en los sitios de a nidación del tecolote llanero.....	119
APÉNDICE 4.2. Variables de la escala espacial madriguera, sitio, colonia y paisaje.	111
APÉNDICE. Valores de la prueba de Spearman	116

RESUMEN

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) se distribuye en Canadá, Estados Unidos y México. Forma parte del grupo de especies de aves de pastizal que se encuentran amenazada por la pérdida de su hábitat. Las localidades de estudio, se encuentran dentro de la Ecorregión del Desierto Chihuahuense. Para el estado de Nuevo León, en el municipio de Galeana fueron: El Llano de La Soledad, El Compromiso, La Martha, La Concha A y B y La Hediondilla y en San Luis Potosí en el municipio de Vanegas el Llano del Manantial y El Gallo A y B. El primer objetivo fue estimar la abundancia y densidad de las poblaciones residentes del tecolote llanero, en colonias de perro llanero mexicano en el noreste de México. Se realizaron censos (conteos) durante los meses de marzo a julio del 2010 y 2011. Se utilizó el método de muestreo por distancia mediante transectos de línea. Se monitorearon un total de 50 transectos (2 largo x 0.3 km ancho; superficie 60 ha) separados por más de 500m. Los datos fueron analizados con el programa DISTANCE 6.0 © para estimarla densidad de aves (individuos por hectárea). La densidad global de tecolotes estimada en cincuenta colonias de perros de la pradera mexicano fue de 0.1 ind/ha (0.07-0.15 IC95%) en el 2010 y 0.09 ind/ha (0.06-0.14 IC95%) en el 2011. El segundo objetivo fue el analizar los movimientos locales y la dispersión de juveniles de una población residente de tecolotes llaneros. Durante el 2010 se llevaron a cabo búsquedas intensivas nidos en N.L. y S.L.P. Se seleccionaron 15 ± 5 nidos al azar, del total 45 nidos localizados. Los individuos capturados se les coloco bandas de colores en los tarsos. Los tecolotes llaneros con mejor talla (volantones) se le coloco un trasmisor de collar (peso 3 ± 5 gr) para su localización y patrones de movimientos. En base a los datos se obtuvieron los estimadores Kernel de densidad para la distribución espacial de los puntos de localización para cada individuo. Se generaron mapas (Arc Gis 9.6©) para ver sus movimientos locales y su dispersión. Se colocaron 15 transmisores en las localidades de El Erial (3), San Juan del Prado (1), San Rafael (4), La Soledad (4) en Galeana, N.L. y en el Gallo en Vanegas, S.L.P. Se capturaron un total de 28 pollos-volantones. Se registraron movimientos a distancias máximas de 80 km el cual fue capturado en la Soledad y de obtuvo registro de señal y visual en la localidad del Manantial, S.L.P. Otros de los patrones de movimientos locales fueron en las localidades del El Erial con un desplazamiento de 9 km. Se obtuvo la preferencia del hábitat con 204 registros de los transmisores colocados registrando un 76% en colonias de perros de la pradera, 14% en sembradíos (papa, calabaza), zonas de impacto (construcciones, basureros), carreteras 3% y el 1% en otras áreas como matorral, pastizal sin madrigueras. El tercer objetivo fue la caracterización de los sitios de anidación del tecolote llanero en colonias de perros de la pradera mexicano. Durante los meses de Marzo a Mayo del 2010 y 2011, se llevó a cabo la búsqueda intensiva nidos del tecolote llanero. En localidades de N.L. y S.L.P. Se llevaron a cabo mediciones específicas a cuatro escalas espaciales (madrigueras, sitio, colonia y paisaje). A su vez, se realizaron replicas de cada nido con sus escalas. Se obtuvieron estadísticos descriptivos de las mediciones. Mediante una correlación de Spearman se seleccionó un grupo de variables en cada categoría. En asociación de las variables obtenidas en los sitios de a nidación se utilizó un análisis de regresión logística para seleccionar que variables categóricas son requeridas para el uso de madrigueras nido en los sitios de a nidación. Se obtuvieron 24 modelos de todas las escalas espaciales. Se obtuvo un modelo general con los valores menores de AIC y w_i . Las variables combinadas de las diferentes escalas incluyo diámetro, distancia nivel superior de la madriguera, altura de vegetación, madrigueras inactivas en un radio de 25m, distancia madrigueras satélite, cobertura vegetal, madrigueras activas 50m y numero de perchas con un AIC 81.179 y un w_i 0.6434. Los resultados obtenidos son el primer esfuerzo sistemático que nos permite conocer el estado que guardan las poblaciones residentes de tecolote llanero en las colonias de perros llanero mexicano localizadas en Nuevo León y San Luis Potosí, siendo estas las mejor conservadas y con mayor superficie en México.



ABSTRACT

The western burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) is distributed in Canada, the U.S. and Mexico. Part of the group of grassland bird species that are threatened by habitat loss. The study sites are located within the Chihuahuan Desert Ecoregion. For the state of Nuevo Leon, in the town of Galeana were: The Llano La Soledad, El Compromiso, La Martha, La Concha A and B and La Hediondilla and San Luis Potosi the town of Llano Vanegas of El Manantial and El Gallo A and B. The first objective was to estimate the abundance and density of resident populations of burrowing owls in Mexican prairie dog colonies in northeastern Mexico. Surveys were conducted during the months of March to July 2010 and 2011. The line transect method was used. Separated by more than 500 m, a total of 50 transects (60 ha 2x 0.3 km) were monitored. Data were analyzed using DISTANCE 6.0 © program to estimate the density of birds per hectare. The overall density of owls estimated fifty colonies of Mexican prairie dogs was 0.1 ind / ha (95% CI 0.07-0.15) in 2010 and 0.09 ind / ha (95% CI 0.06-0.14) in 2011. The second objective was to analyze the local movements and dispersal of juveniles of a resident population of burrowing owls. In 2010, they conducted intensive nest searches in NL and S.L.P. 15 ± 5 nests were selected randomly, total 45 nests located. The captured individuals were placed color bands in the shanks. Burrowing Owls Top size (fledglings) was placed a backpack transmitter (weight 3 ± 5 g) for the location of habitat use and movement patterns. Based on data analysis Kernel spatial statistical maps (Arc Gis 9.6 ©) were generated to see their movements and habitat use was performed. Transmitters were placed in 15 locations: El Erial (3) San Juan del Prado (1), San Rafael (4), La Soledad (4) in Galeana, N.L. and the Gallo Vanegas, S.L.P. A total of 28 chickens-fledglings were captured. Movements were recorded at distances up to 76 km which was captured in Soledad and scored record visual signal and in the town of el Manatial; S.L.P. Other patterns of local movements were in the towns of El Erial with a displacement of 9 km. Habitat preference with 204 records placed transmitters registering a 76 % in colonies of prairie dogs, 14% in crops (potato ,pumpkin), impact areas (buildings, landfills), roads 3% and 1% was obtained in other areas such as scrub, grassland without burrows. The third goal was the selection of sites for burrowing owl nesting in colonies of Mexican prairie dogs in northeastern Mexico. During the months of March to May 2010 and 2011, was carried out intensive search burrowing owl nests. In localities N.L. and S.L.P. They took out four specific measurements landscape scales (burrows, site colony and landscape). In turn, replica of each nest are performed with scales landscape. Descriptive statistics were obtained from the measurements. Using a Spearman correlation a group of variables is selected in each landscape category. In partnership of meristic variables obtained at nesting sites logistic regression analysis was used to select categorical variables that are required for the use of nest burrows at nesting sites. 24 Scenic models of all scales were obtained. A general model with the lowest values of *AIC* and *wi* is obtained. The combined variables of different scales included diameter, distance higher level, height of vegetation, inactive burrows within 25m distance satellite burrows, vegetation, active burrows 50m and number of hangers with 81,179 *AIC* and *wi* 0.6434. The results are the first systematic effort that enables us to keep the status of resident populations of burrowing owls in the Mexican prairie dog colonies located in Nuevo Leon and San Luis Potosi, these being the best preserved and largest area in Mexico.



INTRODUCCIÓN

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) se distribuye en Canadá, Estados Unidos y México; es migratoria en la mayor parte de su área de distribución, una gran cantidad de individuos pasan parte de su ciclo de vida anual en los tres países alguna parte del año. El tecolote es una de las tantas especies de aves de pastizal que se encuentran amenazada.

Es considerada una especie de preocupación Trinacional (ACA, 2005; COSEWIC, 2006). México alberga poblaciones tanto residentes como migratorias (Desmond *et al.*, 2000). En ambos casos, la información sobre su distribución es muy escasa. Respecto a las poblaciones reproductivas dentro del territorio nacional existen pocos estudios que permitan conocer sus tendencias y los posibles impactos que se ejercen sobre estas.

Este trabajo se origina como respuesta a la falta de datos que se consideran importantes en la dinámica poblacional tales como tamaños de las poblaciones residentes, movimientos de juveniles y la selección de sitios de anidación del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) enlistada por el gobierno federal en la categoría de protección especial como está marcada en la NOM -059-SEMARNAT-2010 (Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010).

El presente trabajo de disertación está organizado en cuatro capítulos que abordan aspectos de la biología de la especie y la dinámica poblacional en las zonas de pastizal del noreste de México. El primero consiste en un aspecto general de la biología del tecolote llanero occidental, el segundo abarca el determinar la densidad de la población reproductiva asociadas a colonias de perros de la pradera mexicano, el tercero en comprobar los movimientos y dispersión realizados por los juveniles y el cuarto establecer los factores que afectan la selección de sitios de anidación.



JUSTIFICACIÓN

Las poblaciones del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*), considerada una especie de preocupación común en Norteamérica, se redujeron en Canadá como en Estados Unidos, por la pérdida del hábitat. En México, existen muy pocos estudios sobre la especie, siendo estos reportes, análisis de dietas, y ecología invernal, pero ninguno sobre la dinámica poblacional en colonias de perros de la pradera mexicana (*Cynomys mexicanus*). Las especies asociadas a este ecosistema son un tema con múltiples retos como son su conservación, manejo e investigación. Con el presente estudio se pretende ampliar la información existente sobre la biología de la especie en nuestro país y así tener respuestas a la compleja problemática de la vulnerabilidad de la especie. En lista por el gobierno federal en la categoría de protección especial como está marcada en la NOM -059-SEMARNAT-2010.



HIPÓTESIS

- Las colonias de perros de la pradera mexicana benefician a las densidades reproductivas del tecolote llanero entre temporadas ya que les brinda refugio y alimento con lo cual mantiene estable la población.
- La continuidad de las colonias de perros de la pradera mexicana ofrece hábitat permisible a los juveniles de tecolote llanero occidental en época post-reproductiva en sus desplazamientos locales y de dispersión
- Las características específicas a diferentes escalas espaciales a nivel paisaje, colonia, sitio y madriguera en colonias de perro de la pradera tienen influencia tangible en la selección de los sitios de anidación del tecolote llanero occidental en comparación donde no se lleve a cabo anidación en las mismas áreas.



OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la dinámica poblacional del tecolote llanero en términos del tamaño de la población reproductora, en patrones de dispersión de los juveniles y factores que influyen en la selección del sitio de anidación a cuatro escalas espaciales en el extremo sur del Desierto Chihuahuense.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la densidad de la población del tecolote llanero en colonias de perro de la pradera mexicana.
- Analizar los movimientos locales y de dispersión de tecolotes llaneros juveniles en época post-reproductiva.
- Descripción sitios de anidación a diferentes escalas espaciales a nivel paisaje, colonia, sitio y madriguera.



ÁREA DE ESTUDIO

Las zonas de estudio, se encuentran dentro de la Ecorregión del Desierto Chihuahuense que forma parte de la región fisiográfica conocida como Altiplano Mexicano, que abarca parte de los estados de Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí en México (25° 9'N – 101° 6'W; 24° 18'N – 100° 23' W, Figura 1). Presentan un clima seco semicálido con una temperatura media anual que oscila entre 14 y 18 °C, con temperaturas bajo cero todos los años durante el invierno. La precipitación promedio anual es de 427 mm (INEGI, 2005).

La vegetación dominante en las colonias de perro llanero mexicano son pastizales halófitos, donde sobresalen especies como *Muhlenbergia villiflora*, *M. repens*, *Hilaria mutica*, *Sporobolus airoides*, *Frankenia gypsophila* y *Dalea gypsophila*. Además también se encuentran comunidades vegetales como matorrales micrófilos y matorrales rosetófilos (Cruz, 2006; García, 2008; Johnston, 1963; Martínez, 2009; Rivera, 2006; Rojas, 1965; Scott *et al.*, 2004).

Cabe resaltar que el Llano de La Soledad, cuenta con diferentes designaciones tales como Área Natural Protegida Estatal (ANP), Sitio de Importancia Internacional para la conservación de las Aves Playeras (WHSRN), Área de importancia para la conservación de las aves (AICA) ya que albergan diferentes especies de aves vulnerables, endémicas y migratorias, entre ellas se destacan: gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*), aguililla real (*Buteo regalis*), águila real (*Aquila chrysaetos*), zarapito pico largo (*Numenius americanus*), chorlito llanero (*Charadrius montanus*), bisbita de sprague (*Anthus spragueii*), y zarapito ganga (*Batramia longicauda*)(Del Coro, 2000; Macías *et al.*, 2011; Periódico Oficial, 2002; WHSRN, 2005).



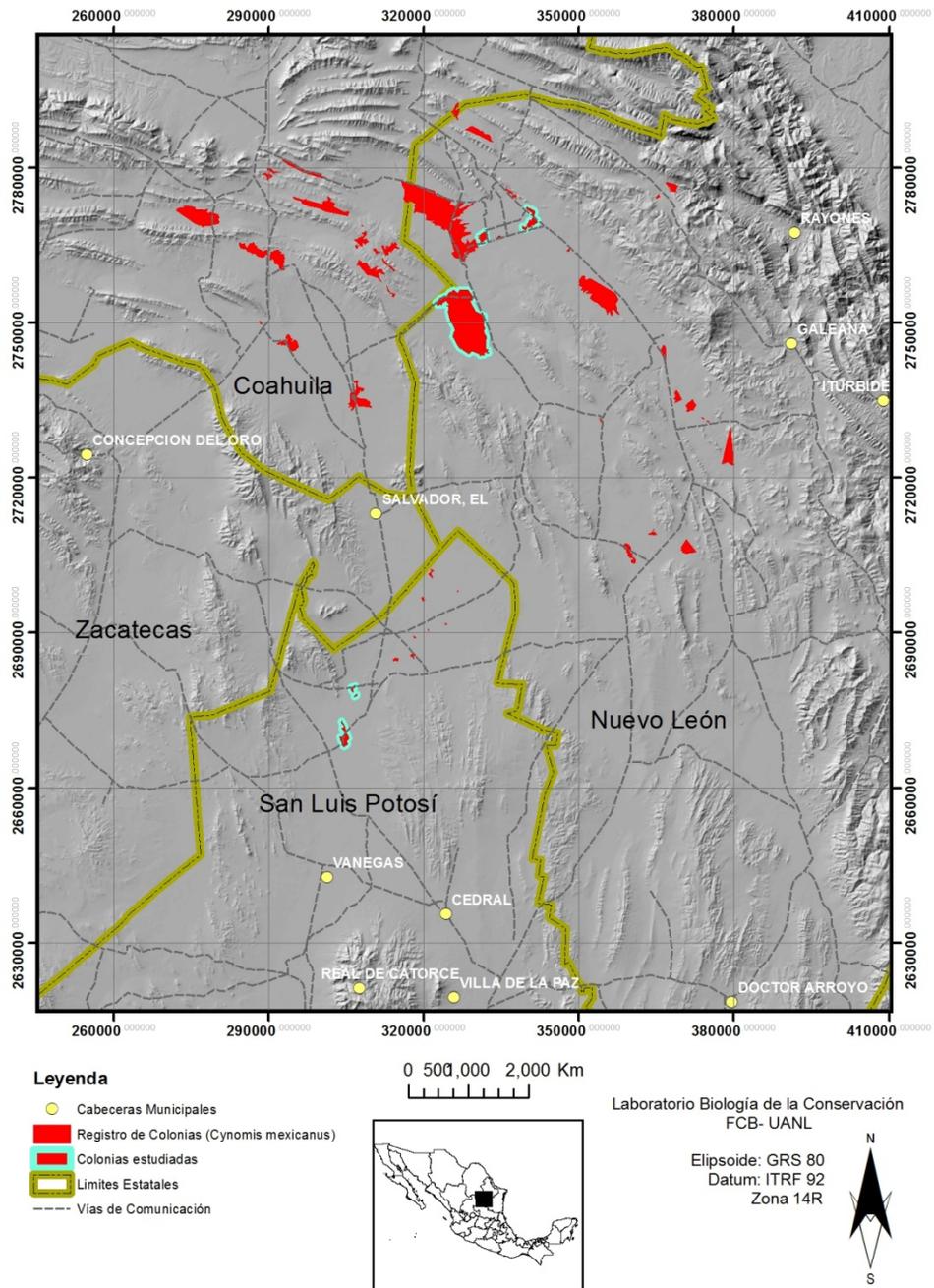


Figura 1. Sitios de muestro en los Estados de Nuevo León y San Luis Potosí, México.



BIBLIOGRAFÍA

- ACA. 2005. Commission for Environmental Cooperation. In: North America conservation action plan (*Athene cunicularia hypugaea*).
- COSEWIC 2006. COSEWIC assessment and update status report on Burrowing owl *Athenecunicularia* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 31 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).
- Desmond, M. J., Savidge J.A., Eskridge K.M. 2000. Correlations between Burrowing Owl and Black-Tailed Prairie Dog declines: a 7-year analysis. *Journal of Wildlife Management* 64(4): 1067-1075.
- Del Coro-Arizmendi, M. y. L. M.-V. 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, CONABIO & Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. FCB/UANL, 2007.
- Cruz-Nieto, M. A., 2006. Ecología invernal de la lechuza llanera (*Athene cunicularia*), en los pastizales ocupados por el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), Nuevo León, México. Departamento de Ornitología. San Nicolás de los Garza, Universidad Autónoma de Nuevo León. Doctorado: 118.
- García Ramírez, A. M., 2008. Hábitat reproductivo del gorrión de worthen (*Spizella wortheni*) en cuatro localidades del noreste de México. Tesis. FCB.UANL. México. 71 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie III. INEGI. México
- Johnston, M. C., 1963. "Past and present grassland of southern Texas and northeastern Mexico". *Ecology* 44: 456-466.
- Macias-Duarte, A., A. O. Panjabi, D. Pool, Erin Youngberg and Greg Levandoski. 2011. Wintering Grassland Bird Density in Chihuahuan Desert Grassland Priority Conservation Areas, 2007-2011. Rocky Mountain Bird Observatory, Brighton, CO, RMBO Technical Report INEOTROP- MXPLAT-10-2.164 pp.



- Martínez Ruiz L. M. 2009. Caracterización de los sitios de anidación del gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en los Estados de Nuevo León y Coahuila de Zaragoza, México. Tesis. FCB.UANL. México. 47 p.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Diario Oficial. Segunda Sección. Diciembre 2010. México.
- Periódico Oficial, 2002. Monterrey, N. L., Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Nuevo León, México. Tomo CXXXIX.
- Rivera Rivera, E., 2006. Caracterización y productividad invernal de tres áreas de pastizal hábitat para la lechuza llanera (*Athene cunicularia*) en el Municipio de Galeana, Nuevo León, México. Tesis. FCB.UANL. México. 72 p.
- Rojas-Mendoza, P., 1965. Generalidades sobre la Vegetación del Estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Facultad de Ciencias. México D.F, Universidad Nacional Autónoma de México: 124.
- Scott-Morales L., E. E., Chavez-Ramirez F., Cotera M., 2004. "Continued Decline in Geographic Distribution of the Mexican Prairie Dog (*Cynomys mexicanus*)." *Journal of Mammalogy* 85(6): 1095-1101.
- WHSRN.2005. Designación de Sitio en Categoría de Importancia Internacional para la conservación de aves playeras de la Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Disponible en: <http://www.whsrn.org/site-profile/llano-de-la-soledad>.



CAPÍTULO I.

BIOLOGIA DE LA ESPECIE TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*).

a) Taxonomía

El tecolote llanero occidental es una ave que pertenece al Phylum Chordata, la Clase Aves, Orden Stringiformes de la familia Strigidae del genero *Athene*, especie *cunicularia* y sub especie *hypugaea* (Pyle, 1997). Es relativamente pequeña, de patas largas y alcanza una altura de 20 a 25 centímetros y un peso de 130 a 150 gramos. Las alas son redondeadas alcanzan una envergadura de aproximadamente 60 centímetros; tiene una cola relativamente corta; es bicolor: su lomo es café con manchas y una raya blanca y al frente es de color crema con pintitas café. Su cabeza es redonda, carece de mechones en las orejas y tiene ojos amarillos en una posición relativamente elevada con respecto a la cara, ver figura 1. Los machos son ligeramente más grandes y de coloración más pálida que las hembras. Los jóvenes tienen un tamaño similar, aunque son de color beige y no presentan rayas (Alsop III, 2001),



Figura 1. Adulto de tecolote llanero occidental en colonias de perro de la pradera mexicana.



b) Distribución.

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia*) es una especie del nuevo mundo, distribuido a lo largo del norte, centro y sur de América reconociendo 18 subespecies. En Norteamérica, se distribuyen: *Athene cunicularia floridiana*, en el centro y sur de Florida; *A. c. rostrata*, en la Isla Carrión, al oeste de México y *A. c. hypugaea*, del noroeste y centro América; se distribuye desde el sur de Canadá en Columbia Británica del este hasta Manitoba central, a través del límite de la Gran Planicie, y al sur hasta el oeste de Panamá (Clark, 1997; Desmond *et al.*, 2001).

En México presenta una amplia distribución, registrado en 28 de las 33 entidades federativas (Enríquez-Roncha, 1993), sin embargo, no existe una clara separación entre las poblaciones residentes e invernales provenientes de Canadá y EUA, ya que existe un traslape entre las mismas poblaciones (Howell y Webb 1995).

En Norteamérica, el área de distribución reproductiva actual del tecolote llanero se extiende desde el sur de Alberta y Saskatchewan en Canadá hasta la región central de México. La población sufre una disminución en toda su área de distribución, en Norteamérica se ha reducido en el este y norte, ver Figura 2. Sin embargo, no se ha llevado una investigación subcontinental exhaustiva, de manera que solo pueda obtenerse un cálculo de la población de la subespecie a partir de las estimaciones regionales (James, 1997, Klute *et al.*, 2003).



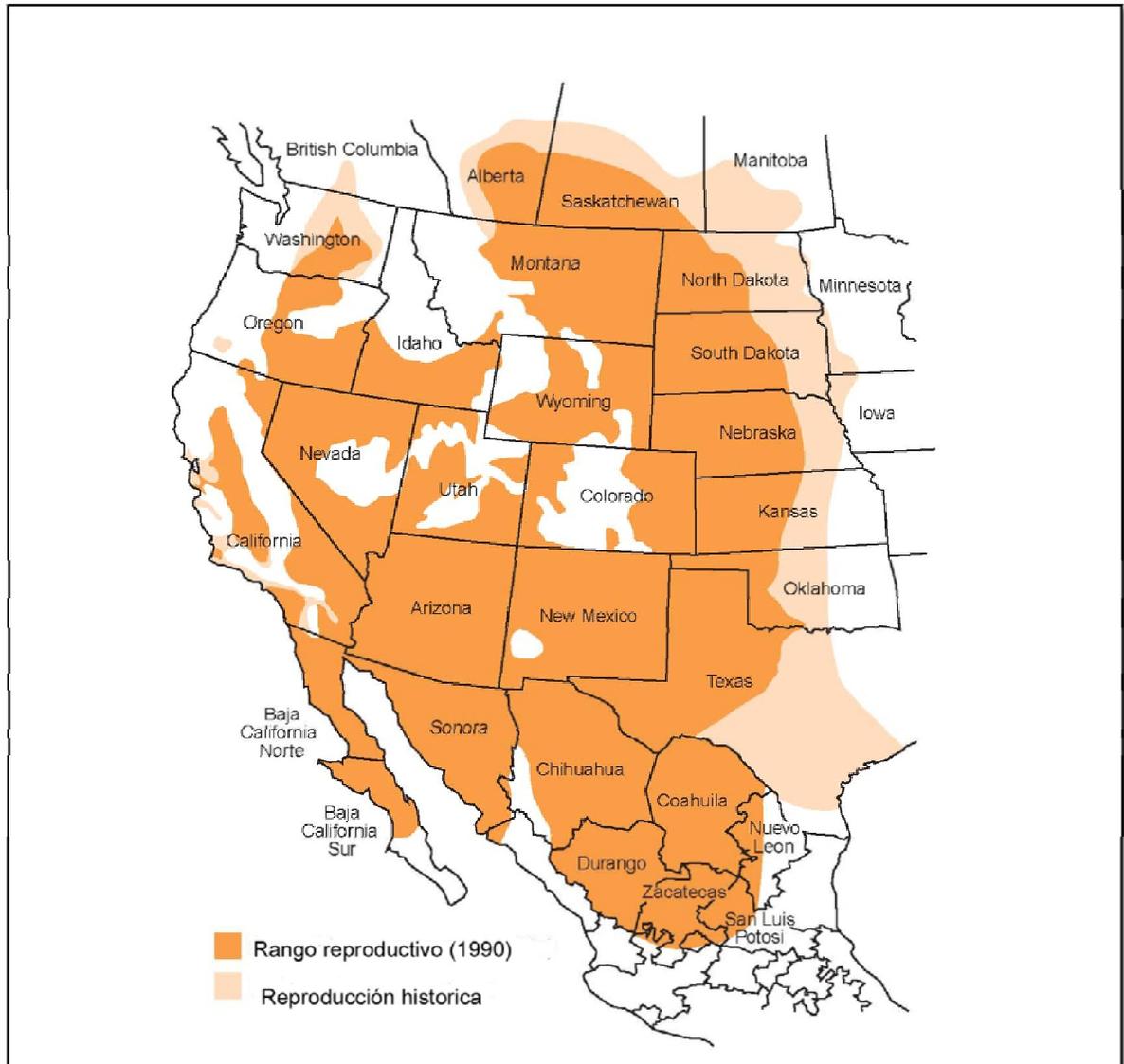


Figura 2. Mapa de distribución reproductiva actual en Norteamérica, el área de distribución del tecolote llanero se extiende desde el sur de Alberta y Saskatchewan en Canadá hasta la región central de México. Imagen tomada de Klute *et al.*, 2003.



c) Dieta.

El tecolote es un depredador de gran importancia para los ecosistemas donde habita. Esta especie puede mantener estables las poblaciones de sus presas (Colombe, 1971). Se considera oportunista en relación a sus hábitos alimenticios (Rodríguez-Estrella, 1997). En las egagrópilas (regurgitados) se ha reportado la preferencia por los insectos siendo el alimento de mayor abundancia, especialmente las especies grandes como: los coleópteros (escarabajos), ortópteros (saltamontes y grillos) y odonatos (libélulas). También se han identificados pequeños mamíferos como ratones, ratas, ardillas de tierra. Y aves, como alondras (*Eremophila* sp.), huilota (*Zenaida macroura*) (Johsgard, 1988). La dieta también abarca anfibios y reptiles en algunas zonas (Haug *et al.*, 1993; Ruiz-Aymá, 2009).

d) Reproducción.

Se reproduce de marzo a agosto, generalmente es monógamo pero puede ser polígamo. El tamaño de nidada es entre 6 y 11 huevos y el período de incubación es de 27 -30 días (Bent, 1938; Haug, 1993, Wellicome, 2000; Alsop III, 2001).

e) Hábitat.

Esta ave, tiene actividad diurna y con hábitos fosoriales (Colombe, 1971). Su hábitat son áreas abiertas tales como los pastizales, desiertos y áreas con disturbio (Clark, 1997). Utiliza las áreas abiertas y bien drenadas, con vegetación discontinua y presencia de arbustos de bajo crecimiento, permitiendo incrementar su visibilidad de caza, contra depredadores y atención a las madrigueras. (Colombe, 1971, Howell y Webb, 1995).

En Norteamérica, el tecolote llanero está estrechamente asociada a colonias de perros de las praderas (*Cynomys mexicanus* y *Cynomys ludovicianus*), ya que utilizan las



madrigueras para protegerse de depredadores y la formación de sus nidos (Desmond y Savidge, 1996; Gribel y Savidge, 1998; Desmond *et al* 2000; McNicolle, 2005).

f) Amenazas.

Podemos mencionar la destrucción directa de las colonias de perros de la pradera, el sobrepastoreo que reduce la calidad del hábitat, pesticidas, colisiones con automóviles, enfermedades, urbanización y depredadores como lo han reportado en Canadá y Estados Unidos (Green y Anthony, 1989; Haug *et al.*, 1993; Sheffield, 1997; Desmond *et al.*, 2000; Wellicome, 2000; Arrowood *et al.*, 2001; McDonald *et al.*, 2004; ACA, 2005; COSEWIC, 2006).

g) Estatus.

El tecolote llanero es considerado una especie de preocupación Trinacional (ACA, 2005; COSEWIC, 2006) En Estados Unidos de América se encuentra como Amenazada en Wyoming, Dakota del Sur, Nebraska y Kansas el 5% de los 19 estados distribuida (McDonald *et al.*, 2004). En Canadá, también se encuentra como Amenazada en los estados de Saskatchewan, Alberta, Manitoba y Colombia Británica (COSEWIC, 2006). En México se encuentra en la categoría de protección especial (Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010).

h) Poblaciones.

Sus poblaciones han declinado abruptamente, al grado de que ha sido erradicada de provincias canadienses (Berardelli *et al.*, 2010; COSEWIC, 2006). Esta tendencia es similar en Estados Unidos y probablemente en México. El país alberga poblaciones tanto residentes como migratorias (Desmond *et al.*, 2000). En ambos casos, la información sobre su distribución es muy escasa. Respecto a las poblaciones reproductivas dentro del territorio nacional existen pocos estudios que permitan conocer sus tendencias y los posibles impactos que se ejercen sobre estas.



1.2. BIBLIOGRAFÍA

- ACA. 2005. Commission for Environmental Cooperation. In: North America conservation action plan (*Athene cunicularia hypugaea*).
- Alsop III J.F. 2001. Smithsonian Birds of North America: Life Histories of More than 930 species. Smithsonian Institution. Editorial Covent Garden Books. EUA. Pp 502.
- Arrowood, P. C., C. A. Finley, and B. C. Thompson. 2001. Analyses of burrowing owl populations in New Mexico. *Journal of Raptor Research* 35:362-370.
- Bent A.C. 1938. Life histories of north American birds of prey part II. New York. USA. Dover Publications.
- Berardelli D., Desmond J.M., Murray L. 2010. Reproductive Success of Burrowing Owls in Urban and Grassland Habitats in Southern New Mexico. *Wilson Journal of Ornithology*. 122(1):51-59.
- COSEWIC 2006. COSEWIC assessment and update status report on Burrowing owl *Athene cunicularia* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 31 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).
- Colombe H.N. 1971. Behavior and population ecology of Burrowing Owl, *Speotyto cunicularia*, in the Imperial Valley of California. *The Condor* 73(2):162-1976.
- Clark, R. J. 1997 A Review of the Taxonomy and Distribution of the Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*). *J. Raptor Reserach Report* 9:14-23.
- Desmond, M. J., Savidge J.A., 1996. "Factors influencing Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*) Nest densities and numbers in Western Nebraska " *The American Midland Naturalist* 136: 143-148.
- Desmond, M. J., Savidge J.A., Eskridge K.M. 2000. Correlations between Burrowing Owl and Black-Tailed Prairie Dog declines: a 7-year analysis. *Journal of Wildlife Management* 64(4): 1067-1075.
- Enriquez Rocha, P., J. L. Rangel Salazar, and W. Holt Denver. 1993. Presence and distribution of Mexican owls: A review. *Journal of Raptor Research* 27:154-160.



- Green G.A., Anthony R.G., 1989. Nesting success and habitat relationships of Burrowing Owl in the Columbia Basin, Oregon. *The Condor* 91, 347-354.
- Gribel R.L. and Savidge J.L. 1998. Ecological and physiological factors affecting nesting success of Burrowing Owl in the Buffalo Gap National Grassland. *Buffalo National Grassland* 1-24.
- Haug, E. A., B. A. Millsap, and M. S. Martell. 1993. Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*). *The Birds of North America*, No. 61. (A. Poole, and F. Gill, Eds.). The Academy of Natural Sciences and The American Ornithologists' Union, Philadelphia, PA and Washington, DC.
- Howell, G.R and Webb S., 1995. *A Guide to the birds of Mexico and Central America*. Oxford University Press. E.U.
- McNicolle, J. L., 2005. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) nest site selection in relation to prairie dog colony characteristics and surrounding land-use practices in Janos, Chihuahua, Mexico. Las Cruces, New Mexico, New Mexico State University. Master of Science: 54.
- McDonald, D., M, Korfanta, and S.J. Lantz, 2004. *The Burrowing Owl (Athene cunicularia): a technical conservation assessment* Wyoming, USDA Forest Service, Rocky Mountain Region.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental Especies nativas de México de flora y fauna silvestre. Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio Lista de especies en riesgo. Diario Oficial. Segunda Sección. Diciembre 2010. México.
- Pyle, P. 1997. *Identification Guide to North American Birds*, part I. Slate Creek Press, USA. 723:69.
- Ruiz- Aymá G. 2009. Éxito reproductivo, entrega de presas y dieta del tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) en el complejo de colonias del perrito de la pradera mexicana (*Cynomys mexicanus*), en Galeana, Nuevo León, México. In: *Postgrado de Ciencias Biológicas*. FCB/UANL, p. 85.
- Sheffield, S. R., 1997. Current status, distribution, and conservation of the burrowing owl (*Speotyto cunicularia*) in Medwestern North America. USDA: 399-407



Vickery, P. D., J. R. Herkert, F. L. Knopf, J. Ruth, & C. E. Keller, 1999. Grassland birds: an overview of threats and recommended management strategies. Pp. 74-77 In: Strategies for bird conservation: the Partners In Flight planning process (R. Bonney, D. N. Pashley, R.J. Cooper, and L. Niles, eds.). RMRS-P-16. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Wellicome, T. I. 2000. Effects of food on reproduction in Burrowing owl (*Athene cunicularia*) during stages of the breeding season. Edmonton, Canada. University of Alberta. PD. 113.

WHSRN. 2005. Designación de Sitio en Categoría de Importancia Internacional para la conservación de aves playeras de la Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. Disponible en: <http://www.whsrn.org/site-profile/llano-de-la-soledad>.



CAPÍTULO II.

DENSIDAD DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN COLONIAS DE PERRO LLANERO MEXICANO (*Cynomys mexicanus*) EN EL NORESTE DE MEXICO.

RESUMEN

El tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) se distribuye en Canadá, Estados Unidos y México. Forma parte del grupo de especies de aves de pastizal que se encuentran amenazada por la pérdida de su hábitat. En el caso particular de México se desconocen los tamaños poblacionales residentes y migratorios. El objetivo fue estimar la abundancia y densidad de las poblaciones residentes del tecolote llanero en colonias de perro llanero mexicano en el noreste de México. Las localidades de estudio, se encuentran dentro de la Ecorregión del Desierto Chihuahuense. Para el estado de Nuevo León, el censo (conteos) se realizó en las colonias conocidas como El Llano de La Soledad, El Compromiso, La Martha, La Concha A y B y La Hediondilla en el municipio de Galeana, Nuevo León y en San Luis Potosí en el municipio de Vanegas, el Llano del Manantial y El Gallo A y B. Se realizaron censos durante los meses de marzo a julio del 2010 y 2011, con una duración de 15 días c/u. Se utilizó el método de línea de transecto. Se monitorearon un total de 50 transectos (2x 0.3 km; 60 ha) separados por más de 500m. Los datos fueron analizados con el programa DISTANCE 6.0 © para estimarla densidad de aves. Se seleccionó el mejor modelo para la función de detección (uniforme, seminormal o tasa de riesgo) y ajuste serial de acuerdo al criterio de información de Akaike. Se estimó una población de 1026 (700-1505 IC95%) tecolotes en el 2010 y 905 (589-1391 IC95%) para el 2011 en 9620 ha (9 colonias), mientras que la población promedio para el complejo de perro llanero mexicano fue de 2189 y 1932 tecolotes en 20,529 ha (50 colonias), respectivamente. En Nuevo León se obtuvo un valor promedio para el 2010 de 813 y en el 2011 de 619 individuos y San Luis Potosí la población residente fluctuó entre los 161 en 2010 y 354 individuos en 2011. La densidad global de tecolotes estimada en cincuenta colonias de perros de la pradera mexicano es de 0.1 ind/ha (0.07-0.15 IC95%) en el 2010 y 0.09 ind/ha (0.06-0.14 IC95%) en el 2011. Estos resultados son el primer esfuerzo sistemático que nos permite conocer el estado que guardan las poblaciones residentes de tecolote llanero en las colonias de perros llanero mexicano localizadas en Nuevo León y San Luis Potosí, siendo estas las mejor conservadas y con mayor superficie en México.



2.1. INTRODUCCIÓN

El tamaño poblacional ha sido utilizado por muchos biólogos como una medida del estado de salud de ciertas especies de aves. El número de individuos es un parámetro que indica retrospectivamente la existencia de un cambio en la población cuando éste ya ha tenido lugar (Ralph *et al.* 1996). Para identificar las causas del cambio en las poblaciones no basta tener información del número de individuos, sino que se deben tomar datos sobre su composición, su dinámica, la distribución de edades, la proporción de machos y hembras, sobrevivencia, éxito reproductivo y movimientos migratorios. El conocimiento de los caracteres primarios de la población puede permitir la detección de problemas antes de que sufra decrementos en la población.

La abundancia y la densidad de las poblaciones son parámetros fundamentales en la toma de decisiones para el manejo de fauna silvestre y su hábitat. Una gran variedad de técnicas de estimación de estos atributos han sido diseñadas y aplicadas principalmente en vertebrados que habitan en diferentes tipos de hábitats como las praderas, ambientes áridos y semiáridos.

El tecolote llanero occidental es un ave con una amplia distribución. Esta especie utiliza áreas abiertas, vegetación discontinua y presencia de arbustos de baja altura, que le permite incrementar su visibilidad (Howell y Webb, 1995).

Forma parte del grupo de especies de aves de pastizal que se encuentran amenazada por la pérdida de su hábitat (ACA, 2005). Sus poblaciones han declinado abruptamente, al grado de que ha sido erradicada de provincias canadienses (Berardelli *et al.*, 2010; COSEWIC, 2006). Esta tendencia es similar en Estados Unidos y probablemente en México (Enríquez-Rocha, 1997; Klute *et al.*, 2003).

El objetivo del capítulo fue estimar la abundancia y densidad de las poblaciones reproductivas del tecolote llanero occidental, en colonias de perro llanero mexicano en el noreste de México.



2.2. ANTECEDENTES

2.2.1. Tamaño de la población de tecolotes llaneros.

Las poblacionales del tecolote llanero, para Norteamérica durante los 90's, se estimó en Canadá era de 2,000 a 20,000, en tanto para Estados Unidos de América se encontraba de 20,000 a 200,000 individuos (James y Espie; 1997).

Los tamaños de la población del tecolote llanero en algunas áreas de Estados Unidos de América han sido reportados como estable, reducidas, en aumento y desaparecido (California, Nebraska, Nuevo México, Oklahoma, Colorado, Idaho y Dakota del Norte), así como en otros sitios en Canadá (Manitoba, Alberta, Saskatchewan y British Colombia) (DeSante *et al.*, 1997; Desmond y Savidge, 1996; Clayton y Schmutz, 1999; Arrowood *et al.*, 2001; Korfanta *et al.*, 2001; Sheffield y Howery, 2001; Murphy *et al.*, 2001; Klute *et al.*, 2003; ACA, 2005; COSEWIC, 2006).

Estudios más puntuales en EUA durante la época de verano muestran que en durante 1997 en San Francisco, se reportaron 0.29 ind/ha (Trulio, 1997); en 1994-95 en Dakota del Norte 0.0076 ind/ha (Murphy *et al.*, 2001); en Oklahoma 0.52 ind/ha (Butts y Lewis, 1982); en Colorado 0.96 ind/100ha (Tipton, 2009), 14.5 ind/100ha (Haug *et al.*, 1993); en Nebraska 30 ind/100ha (Desmond y Savidge, 1996), 0.22 ind/100ha (Conway y Simon, 2003); en California 1.9 ind/100ha (DeSante *et al.*, 2004), 0.0006 ind/ha (Wilkerson y Siegel, 2011) y en Nevada 0.002 ind/ha (Crowe y Longshore, 2010). En base a la información reportada parece haber una tendencia de mayores densidades de tecolotes en los Estados de Oklahoma, Nebraska y Colorado.

Actualmente en México existen pocos trabajos que analizan las tendencias de las poblaciones residentes y migratorias (Enríquez-Rocha, 1993; Rodríguez-Estrella, 1997; Clark, 1997; McNicolle, 2005; Ruiz-Aymá, 2009). En el caso particular de las poblaciones en época reproductiva en el noroeste México en Mexicali, Baja California Norte estiman una densidad (14.1 ind/100ha) (Itubarría-Rojas, 2002). En el Valle del Yaki-Mayo 3.2 parejas/100ha en Sonora; en el Valle del fuerte 4.5 parejas/100ha y Valle



de Culiacán 4.7 parejas/100ha en Sinaloa (Macías-Duarte, 2011). Los únicos datos reportados en el centro y noreste de México durante la época invernal son en el estado de Guanajuato de 11ind/100ha (Valdez y Holroyd *et al.*, 2001) y 5.2 ind/100 ha en Nuevo León (Cruz, 2006).



2.3. METODOLOGIA

2.3.1. Localidades de muestreo.

En el estado de Nuevo León, los muestreos se realizaron en el municipio de Galeana en las localidades conocidas como: El Llano de La Soledad (23°53'N, 100°42'W), El Compromiso (24°48'N, 100°40'W). Estas localidades representan en conjunto las colonias más grandes, continuas y mejor conservadas de perro llanero mexicano. Además de La Martha (25°0'N, 100°40'W), La Concha "A" y "B" (25° 1'N, 100°35'W) y La Hediondilla (24°57'N, 100°42'W). Mientras que en San Luis Potosí se trabajó en el Llano del Manantial (24°7' N-100° 55'W), siendo ésta la colonia más sureña de perro llanero mexicano, además del El Gallo "A" y "B" (24°12'N-100°54'W) en el municipio de Vanegas.

2.3.2. Muestreo de tecolotes

Los muestreos de tecolotes se llevaron a cabo de marzo a julio del 2010 y 2011, con una duración de 15 días c/u. Se utilizó el método de línea de transecto (Ralph *et al.*, 1996). Se monitorearon un total de 50 transectos (2km largo× 0.3 km ancho) separados por más de 500 m uno de otro, para evitar la pseudoréplica, es decir que los transectos sean independientes uno de otro. De estos, 47 se ubicaron en Nuevo León: 43 en La Soledad y El Compromiso (Figura 1), 2 en La Martha y 2 La Concha "A" y "B"; y 3 en San Luis Potosí fueron: 2 El Manantial y 1 en El Gallo "A" y "B" (Figura 2).



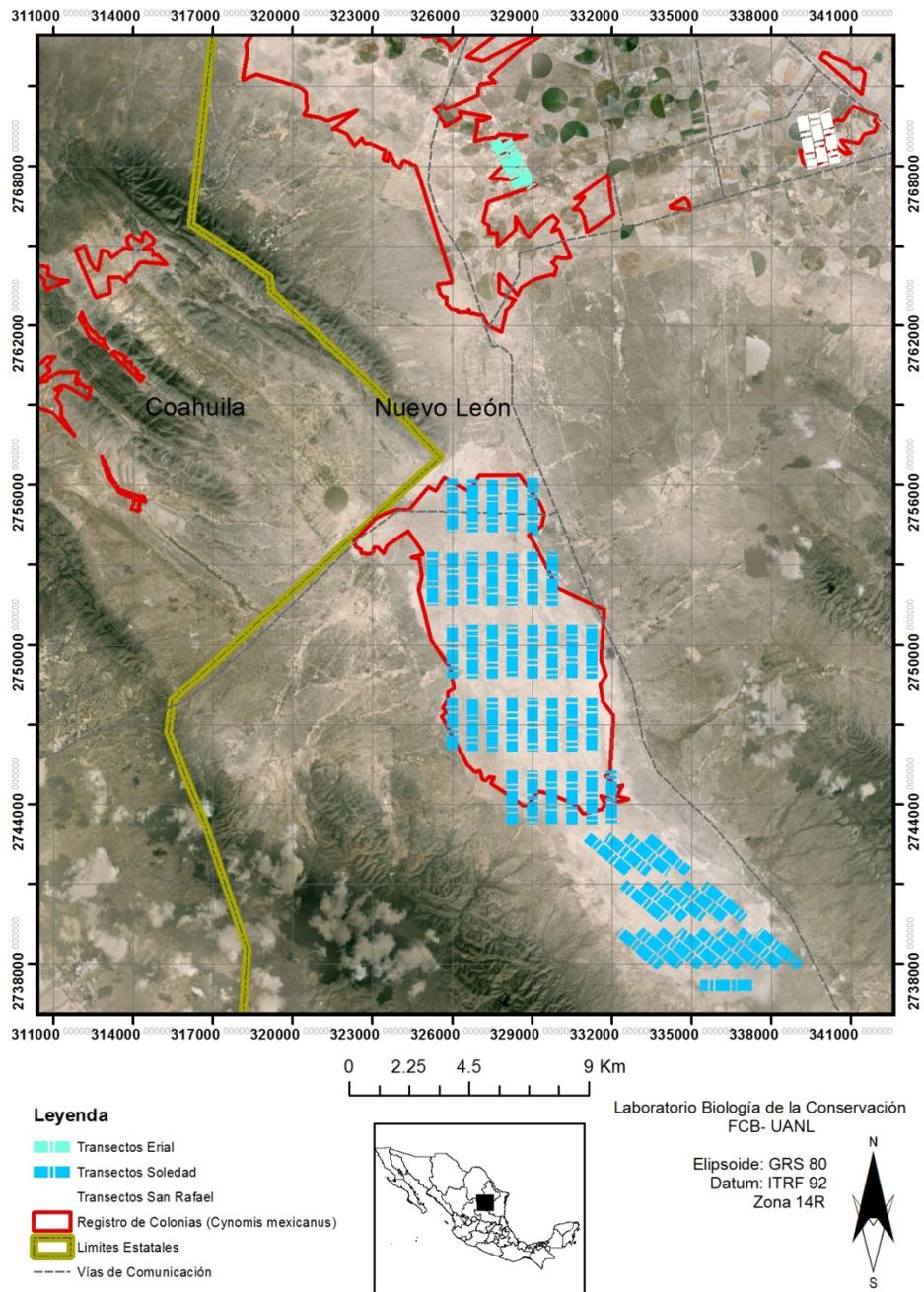


Figura 1. Distribución espacial de los transecto ubicados en colonias de perros de la pradera mexicano en Galeana, Nuevo León.



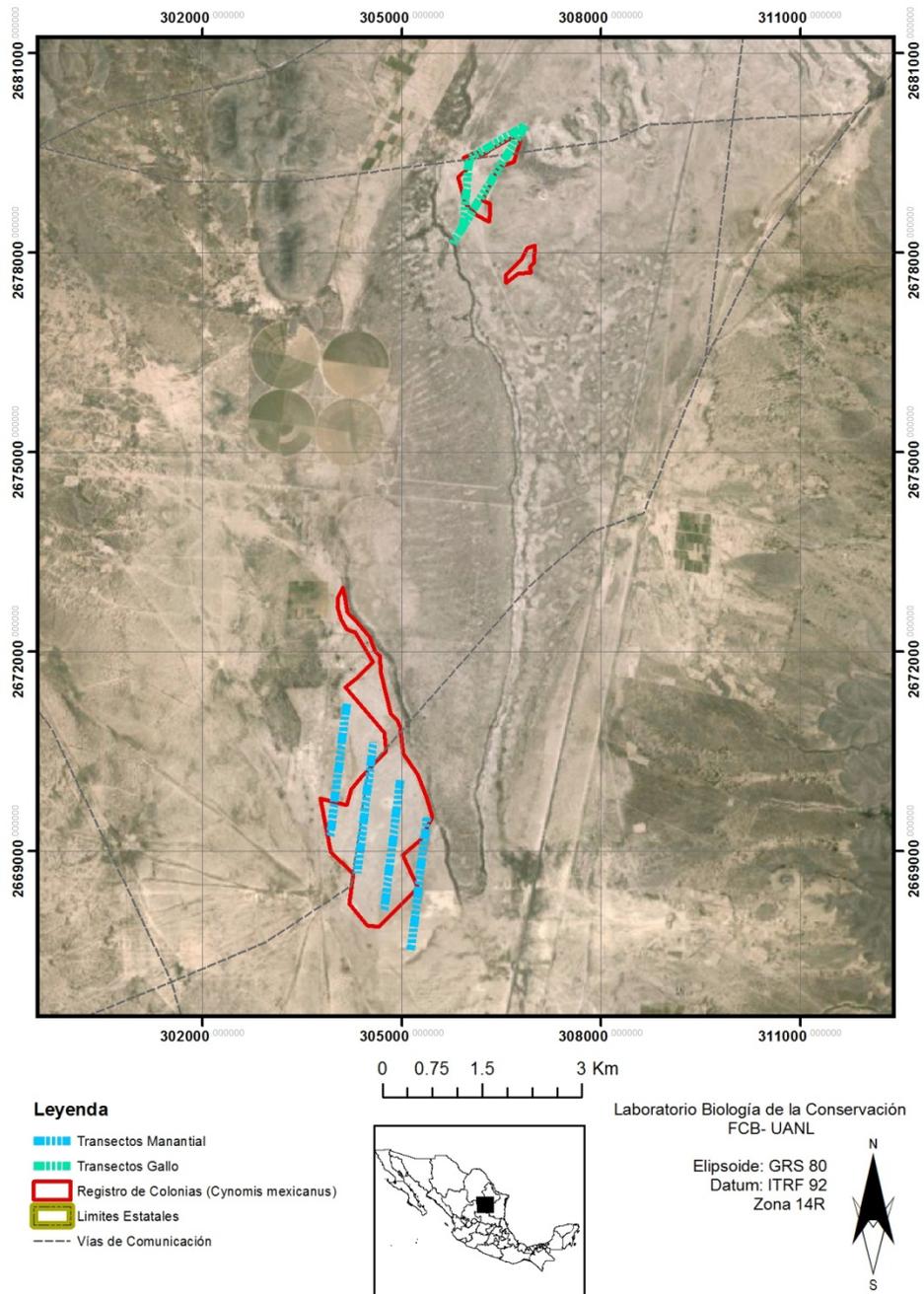


Figura 2. Distribución de los transectos más sureños ubicados en colonias de perros de la pradera mexicana en Vanegas, San Luis Potosí.



Los transectos se realizaron a pie iniciando a las 06:00 y finalizando a las 12:00 hr. Se recorrió una línea imaginaria marcada por el GPS, se efectuaron paradas breves para detectar visualmente o mediante los binoculares a los individuos. Una vez localizados se obtuvo la distancia perpendicular mediante un distanciómetro con un rango 15 – 825m (LeicaRangemaster 900 ©).

2.3.3. Análisis de datos

Los registros de las distancias de detección fueron analizados con el programa DISTANCE 6.0 © (Thomas *et al.*, 2010) para estimar la densidad de aves. El programa calcula la densidad y abundancia de aves usando como función la distancia perpendicular del transecto recorrido, en una serie de modelos monotónicos. Se seleccionó el modelo para la función de detección más parsimonioso (uniforme, seminormal o tasa de riesgo) con ajuste de serie del coseno usando criterio de Akaike (AIC, Burnham y Anderson, 2002, Buckland *et al.*, 2001, 2004). Estimamos la densidad del tecolote llanero para las 9 colonias muestreadas (9,620 ha) y posteriormente extrapolamos esta densidad al complejo de 50 colonias de perro llanero mexicano descritas para la parte sur del Desierto Chihuahuense para estimar el tamaño poblacional: 38 en Nuevo León (19,802 ha) y 12 en San Luis Potosí (727 ha) (Carrera, 2008).

Se aplicó un análisis no paramétrico para comparar las densidades globales y entre estados de las dos temporadas con una prueba de tendencias de Wald-Wolfowitz (Zar, 1999) para ver si hay diferencia significativa en las densidades de tecolotes.

Siendo Wald:

$$z = (D1-D2)/(\text{RAIZ}(\text{SE}(D1)^2+\text{SE}(D2)^2))$$

D1 y D2= Densidades

SE1 y SE2= Error Estándar



2.4. RESULTADOS

Durante los periodos 2010 y 2011 de muestreo se obtuvieron un total de 235 detecciones. Se estimó la densidad estratificando por año y por Estado. Cabe resaltar que en promedio se muestreó el 50% de la superficie total del complejo de las colonias de perro llanero mexicano reportada (Carrera, 2008). De un total de 50 transectos se obtuvo el 60% de las detecciones para 2010 y el 68% en el 2011.

2.4.1. Densidad y Tamaño de la población.

La estimación de la densidad de tecolotes llaneros en 50 colonias de perros de la pradera mexicana fue de 0.1 ind/ha (IC95% 0.07-0.15) en el 2010 y 0.09 ind/ha (IC95% 0.06-0.14) en el 2011. Para Nuevo León se calculó densidad de 0.089 ind/ha (IC95% 0.05-0.13) en 2010 y 0.068 ind/ha (IC95% 0.48–0.09) para el 2011. Mientras que para San Luis Potosí fue 0.35 ind/ha (IC95% 0.10–1.18) el 2010 y 0.48 ind/ha (IC95% 0.17-1.35) en 2011, (Figura 3).

Con lo que respecta a la población se obtuvo un promedio de 1,026 (IC95% 700-1502) tecolotes en el 2010 y 905 (IC95% 589-1391) para el 2011 en las colonias muestreadas, Y para el complejo de colonias de perro llanero mexicano fue de 2,189 (IC95% 1,495-3,205) y 1,932 (IC95% 1,258-2,968) tecolotes, respectivamente. En el caso particular de Nuevo León se obtuvo un valor promedio para el 2010 de 813 y en el 2011 de 619 individuos. En tanto que la población estimada para el total de las colonias de perro llanero mexicano osciló entre los 1,337-1,756 individuos. Mientras que en San Luis Potosí la población residente fluctuó entre los 161-354 individuos. Y de 261-354 individuos para el total de las colonias. Comparamos también el comportamiento de las temporadas por Estado, encontrando que las poblaciones para Nuevo León disminuyó un 37% y San Luis Potosí aumento un 24% de un año a otro (Tabla 1).



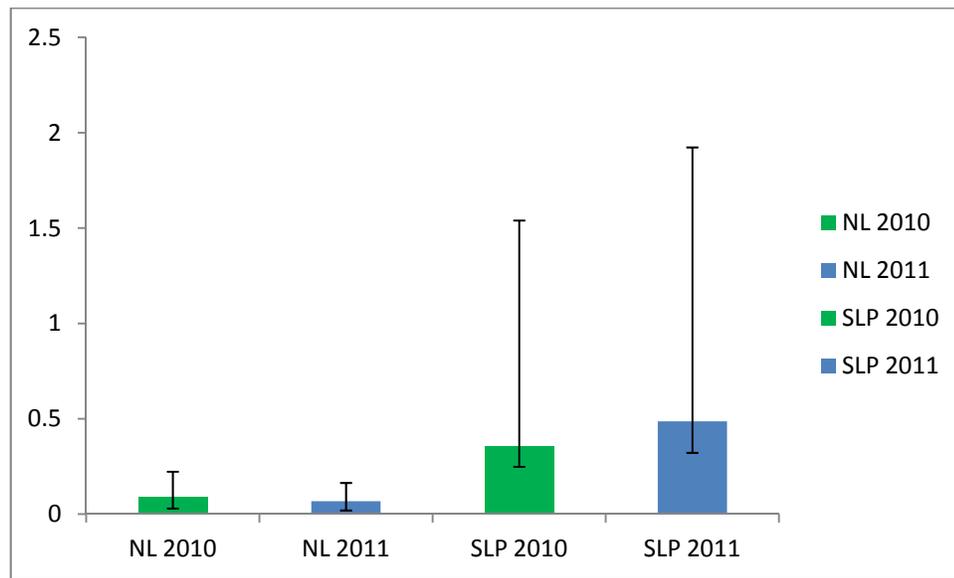


Figura 3. Densidad (\pm IC95%) de tecolotes llanero occidental por Estado y anual en colonias de perros de la pradera mexicana.

Al aplicar la prueba de tendencias de Wald-Wolfowitz (Zar, 1999). Se encontró que no existe una diferencia significativa ($Z \geq 0.4255$ es 0.3409) entre las densidades globales y por estado de tecolotes entre las temporadas. Sin embargo al comparar entre estados por temporada si hay una diferencia significativa en el 2010 ($Z < 2.331$ es 0.0104) y ($Z < 2.331$ es 0.0045) en el 2011 en el incremento de las densidades de tecolotes.

Si concediéramos que la población promedio es 1,853 tecolotes en una superficie de 20,529 ha abarcando la extensión total de colonias de perros de la pradera de mexicana en Nuevo León y San Luis Potosí. El 84% de la población de tecolotes está representado en el estado de Nuevo León.



Dinámica poblacional del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*) en zonas de pastizal en el noreste de México

Tabla 1. Densidad de tecolotes llaneros durante los años 2010 y 2011 en colonias de perro llanero mexicano en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí en el noreste de México.

Modelo ^a	G.O.F. P-Valor ^b	D ^c	N ^d	Densidad Estimada (ind/ha)			%CV ^e	No. Colonia ^f	Área (ha) ^g
				Media	“B” 95% CI	“A” 95%CI			
Global									
2010									
un + cos	0.183	0.1	119	1026	700	1502	19	9	9620*
				2189	1495	3205		50	20529**
2011									
hr + cos	0.783	0.09	116	905	589	1391	21	9	9620*
				1932	1258	2968		50	20529**
Nuevo León									
2010									
un + cos	0.013	0.089	100	813	537	1230	21	6	9170*
				1756	1160	2657		38	19802**
2011									
un + cos	0.939	0.068	82	619	436	879	17	6	9170*
				1337	942	1898		38	19802**
San Luis Potosí									
2010									
hr +sm+pl	0.004	0.35	19	161	49	532	32	3	450*
				261	79	859		12	727**
2011									
un + cos	0.122	0.48	34	219	74	646	31	3	450*
				354	120	1044		12	727**

a= Modelo basado en el criterio de AIC: un+con (uniforme + coseno), hr+cos(semi normal + coseno), hr + sm + pl (semi normal + simple + polinomio).

b= Valor de la prueba de bondad de chi-cuadrada, para evaluar el mejor modelo.

c= Densidad tecolotes llanero (ind/ha).

d=Número total de detecciones para ambos años.

e= Coeficiente de variación de la densidad de estimada.

f= Numero de colonias de perro de la pradera mexicana.

g=*Área total de colonias muestreadas. ** Área total en las colonias en SLP and NL.



2.5. DISCUSIONES

Con el propósito de comparar los resultados de manera objetiva se estimó mediante un ajuste de varianzas de las distancias (distancia perpendicular del individuo observado al transecto) la densidad de tecolotes llaneros en 1 km² de colonias de perrito llanero.

Esto permitió realizar algunas comparaciones en particular con trabajos realizados en Estados Unidos. A partir de esto se calcularon 10 y 9.4 individuos/km² para el 2010 y 2011, respectivamente. Estos valores solo concuerdan con el valor más bajo reportado para Nebraska (Desmond y Savidge, 1996), quienes establecieron una densidad de entre 10 y 3000 individuos/km² en colonias de perrito de la pradera (*Cynomys ludovicianus*), y ligeramente por encima de la densidad registrada de 2 y 1450 ind/100ha, para el noreste de Colorado (Hughes, 1993). En Nevada y mediante transectos se reportaron 0.2 individuos/km² (Crowe y Lonshore, 2010).

Mediante un diseño de bloques en California se calcularon 1.9 ind/100ha (DeSante, 2004) y 0.0006 ind/100ha (Wilkerson y Siegel, 2011), valores inferiores a los obtenidos para presente trabajo. Cabe señalar que en ambos trabajos no se realizaron ajustes por lo que probablemente esto se refleje en el rango tan amplio de sus estimaciones. Por el contrario Tipton (2009) y Conway y Simon (2003) realizaron en sus estudios en el este de Colorado y Wyoming ajustes en la varianza y detección, reportando densidades de 3.04 y 0.15-0.22 ind/100ha, respectivamente, los cuales también están por debajo de lo estimado para el presente trabajo. Las densidades obtenidas en el presente trabajo arrojan un promedio de 9 individuos/100ha, al homogenizar la unidades de la superficie de muestro.

Las discrepancias entre los resultados obtenidos y las estimaciones mencionadas anteriormente por los diferentes autores quizás sean atribuibles al diseño experimental y análisis de los datos utilizados, tales como distancias escaladas, bloques y/o transectos.



Por otro lado se observa en general una disminución no significativa entre las poblaciones promedio estimadas del 2010, respecto al 2011 para la zona de estudio. Esto probablemente producto de la sequía extrema registrada para este último año en Nuevo León (CONAGUA, 2012), lo cual haya afectado la productividad en términos de una disminución en la disponibilidad de presas. Lo cual es validado al aplicar prueba de tendencias de Wald-Wolfowitz (Zar, 1999) Sin embargo en San Luis Potosí se experimenta un incremento en la población estimada de un año a otro.

En el caso particular de los tamaños poblacionales de tecolotes llaneros en Norteamérica es todavía es incierta. Por ejemplo en Canadá reportan 498 en Saskatchewan, 288 en Alberta y 9 en la Columbia Británica, lo que puede subestimar la población real en hasta un 50 %, lo que resultaría en 800 y 1600 tecolotes llaneros, lo cual es mencionado en la evaluación de la especie en el 2006 por el “Comité evaluador de la situación de la vida silvestre en peligro de extinción en Canadá” (COSEWIC, 2006).

Mientras que la población estimada de tecolote llaneros para EUA fue de 20,000 a 200,000 reportado por James y Espie (1997), a través de una búsqueda exhaustiva de información por lapso de 10 años (censos, registros, avistamientos, comunicaciones personales). Se encontró que para el estado de Arizona fue de 100-1,000 individuos, California 1,000-10,000, Colorado 1,000-10,000, Idaho 1,000-10,000, Iowa <10, Kansas 100-1,000, Minnesota <10, Montana 100-1,000, Nebraska 100-1,000, Nevada 1,000-10,000, Nuevo México 1,000-10,000, Dakota del Norte 100-1000, Texas >10,000, Utah 1,000-10,000, Washington 100-1,000 y Wyoming 1,000-10,000 (Klute *et al.*, 2003). Podríamos considerar que estos rangos poblacionales pudieran ser el reflejo del tipo de análisis utilizado y que esto se manifieste en los valores tan disimiles reportados para cada uno de los Estados.

En lo que respecta a las tendencias poblacionales de los tecolotes llaneros presentan un comportamiento variable, es decir disminuyen, aumentan o son estables producto del grado de conservación de su hábitat. Por ejemplo, entre 1986-1991 se



registró un decremento entre el 23-25% de la población reproductora presente en California (DeSante *et al.*, 1997). En Nebraska, entre 1990-1996 se experimentó una disminución de 91 parejas reproductoras a 38 (58%) (Desmond y Savidge, 1996). En Nuevo México, se han registrado diferentes tendencias a través del estado: estables en unas regiones y en aumento en otras. El caso del aumento de la población lo asociaron con la presencia de un hábitat conservado, una mayor precipitación y disponibilidad de presas. Mientras que la disminución de las poblaciones fue asociada con la pérdida del hábitat (Arrowood *et al.*, 2001).

En Oklahoma, reportan una población estable de 800-1000 pollos del tecolote llanero (Sheffield y Howery, 2001) en hábitats conservados. En Wyoming, se registró aumento de observaciones del 1974-1980 y posteriormente una disminución entre 1981-1997 (Korfanta *et al.*, 2001). En Dakota del Norte, lo reportan a punto de la desaparición por la pérdida del hábitat de colonias de perros de la pradera (Murphy *et al.*, 2001).

En México, y en particular para Nuevo León y San Luis Potosí el promedio de las poblaciones reproductoras (9.5 ind/100ha) durante el 2010 y 2011, es mayor al reportado por Macías-Durarte (2011) en Sonora (6.4 ind/100ha) y similar al de Sinaloa (9.2 ind/100ha). Sin embargo, en Baja California Norte, Itubarría-Rojas (2002), está por arriba (14.1 ind/100ha) de lo encontrado en las zonas de estudio.

Hasta el 2011 se desconocía el tamaño de las poblaciones de tecolote llanero occidental residentes durante el 2010-2011 en el noreste del país. Cabe señalar que la población promedio estimada para el Noreste de México es de 2,060 tecolotes, lo que representa el 2% de la población en Estados Unidos según lo reportado en el 2003 (Klute *et al.*, 2003) y está por arriba de los 800 a 1,600 tecolotes reportados en Canadá hasta el 2006 (COSEWIC, 2006).

Finalmente, estos resultados son el primer esfuerzo sistemático que nos permiten conocer el estado que guardan las poblaciones de tecolote llanero en las colonias de perros llanero mexicano localizadas en el Noreste de México, siendo estas las mejor



conservadas y con mayor superficie (Carrera, 2008). Además, estos resultados se unen al esfuerzo de conocer la dinámica de esta especie de interés Trinacional (Klute *et al.*, 2003; ACA, 2005; COSEWIC, 2006) y la necesidad imperiosa de conservar los pastizales, en particular la parte sur del Desierto Chihuahuense ya que alberga especies de aves asociadas a pastizales que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.



2.6. BIBLIOGRAFÍA

- ACA.2005.Commission for Environmental Cooperation. In: North America conservation action plan (*Athene cunicularia hypugaea*).
- Arrowood P. C., C. A. Finley, and B. C. Thompson. 2001. Analyses of burrowing owl populations in New Mexico. *Journal of Raptor Research* 35(4):362-370.
- Bibby C. J., Burgess N.D., Hill D.A., Mustoe S.H. 2000. Bird census techniques, 2nd edn. Academic Press, London.
- Berardelli D., Desmond J.M., Murray L. 2010. Reproductive Success of Burrowing Owls in Urban and Grassland Habitats in Southern New Mexico. *Wilson Journal of Ornithology*. 122(1):51-59.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., and Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling, Oxford: Oxford University Press.
- Buckland, S.T., Anderson D.R., Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L., and Thomas L. 2004. Advanced Distance Sampling, Oxford: Oxford University Press.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002. Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach, second ed. Springer, New York.
- Butts K. O., and J. C. Lewis. 1982. The importance of prairie dog towns to Burrowing Owls in Oklahoma. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 62:46-52.
- Clark R. J., 1997. A review of the taxonomy and distribution of Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*). Raptor Research Report No.9. J. L. L. a. K. S. [eds.], Raptor Research Foundation: 14-23.
- CONAGUA. 2012. Comisión Nacional del Agua. Consulta base de datos. Distrito Federal; México.
- Conway C.J., and Simon J.C., 2003. Comparison of detection probability associated Burrowing Owl survey methods. *Journal of Wildlife Management*. 67 (3):501-5011.
- COSEWIC. 2006. COSEWIC assessment and update status report on Burrowing owl *Athene cunicularia* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 31 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).



- Crowe D. and Longshore K. 2010. Population status and reproduction ecology of the western burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) in Clark Contry, Nevada . Report Final 2005.USGS-582-P. United States Geological Survey. Pp 31.
- Carrera M. M. A. 2008. Situación actual, estrategias de conservación y bases para recuperación del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). Tesis M.C. UNAM. México. Pp 72.
- Cruz-Nieto M. A., 2006. Ecología invernal de la lechuza llanera (*Athene cunicularia*), en los pastizales ocupados por el perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), Nuevo León, México. Departamento de Ornitología. San Nicolás de los Garza, Universidad Autónoma de Nuevo León. Doctorado: 118.
- Clayton, K. M., and J. K. Schmutz. 1999. Is the decline of Burrowing Owls *Speotyto cunicularia* in prairie Canada linked to changes in Great Plains ecosystems? Bird Conservation International 9 (2):163-185.
- DeSante, D. F., E. D. Ruhlen, S. L. Adamany, K. M. Butron, and S. Amin. 1997. A census of Burrowing Owls in central California in 1991. Pages 38-48 in J. Lincer and K. Steenhof, editors. The Burrowing Owl, its biology and management including the proceedings of the First International Burrowing Owl Symposium. Raptor Research Report Number 9.
- DeSante D.F., E.D. Ruhlen, and D.K. Rosenberg. 2004. Density and abundance of burrowing owls in the agricultural matrix in the Imperial Valley. *Studies in Avian Biology* 27:116–119.
- DeSante D.F., E.D. Ruhlen, and R. Scalf. 2007. The distribution and relative abundance of burrowing owls in California during 1991–1993: Evidence for a declining population and thoughts on its conservation. Pages 1–41 in Barclay, J.H., K.W. Hunting, J.L.
- Desmond, M. J., Savidge J.A., 1996. "Factors influencing Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*) Nest densities and numbers in Western Nebraska " The American Midland Naturalist 136: 143-148.
- Enriquez Rocha, P., J. L. Rangel Salazar, and W. Holt Denver. 1993. Presence and distribution of Mexican owls: A review. Journal of Raptor Research 27:154-160.
- Enriquez -Rocha. P. L. 1997. Seasonal records of the Burrowing Owl in Mexico. Pages 49-51 in J. L. Lincer and K. Steenhof (eds.), The Burrowing Owl: its biology and management, including the proceedings of the First International Burrowing Owl Symposium. *Raptor Research Reports* No. 9.



- Farnsworth, George L., Pollock, Kenneth H., Nichols, James D., Simons, Theodore R., Hines, James E. and John R. Sauer. 2002. A removal model for estimating detection probabilities from point-count surveys. *The Auk* 119(2):414-425.
- Farmer, A., and F. Durbian. 2006. Estimating shorebird numbers at migration stopover sites. *Condor* 108:778–Evaluación de Pesticidas en aves de pastizal. In. Universidad Autónoma de Nuevo León, p. 46.
- Haug, E.A., B.A. Millsap, and M.S. Martell. 1993. Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*). In A. Poole and F. Gill, editors, *The Birds of North America*, No. 61. Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and American Ornithologists' Union, Washington, DC. 20 pp.
- Howell, G.R and Webb S., 1995. *A Guide to the birds of Mexico and Central America*. Oxford University Press. E.U.
- Holroyd G. R., Rodriguez, R. E., Sheffield, S., 2001. "Conservation of the Burrowing Owl in Western North America, challenges and recommendations." *J. Raptor Res.* 35(3):399-407.
- Itubarría-Rojas H. 2002. Estimación de abundancia y afinidad de hábitat del tecolote llanero (*Athene cunicularia*) en el Valle de Mexicali California y Sonora, Mexico. Universidad Autónoma de Guadalajara. Facultad de Ciencias Químicas y Biológicas. Tesis. Guadalajara, Jalisco; México. 36pp.
- Klute, D.S, A.L. Green T.M. Howe W.H., Jones S.T. Shaffer J.L. Sheffield S.R. Zimmerman T.S., 2003. Status Assessment and Conservation plan for the Western burrowing Owl in the United States. U.S. Department of Interior, Fish & Wildlife Service, Biological Technical Publication FWS/BTP-R6001-2003, Washington, D.C.
- Korfanta, N. M., L. W. Ayers, S. H. Anderson, and D. B. McDonald. 2001. A preliminary assessment of Burrowing Owl status in Wyoming. *Journal of Raptor Research* 35:337-343..
- Macias-Duarte A. 2011. Change in Migratory behavior as possible explanation for burrowing owl population declines in northern latitudes. The University of Arizona. School of Natural Resources and the Environmental. Thesis Doctor of Philosophy. 145pp.
- McNicolle, J. L., 2005. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) nest site selection in relation to prairie dog colony characteristics and surrounding land-use practices in Janos,



- Chihuahua, Mexico. Las Cruces, New Mexico, New Mexico State University. Master of Science: 54.
- Murphy R.K., Hasselbland, D.W., Grondahl, C.D. Sidle, J.G., Martin, R.E., and Feed, D.W., 2001. Status of the burrowing owl in North Dakota. *Journal Raptor Research*, 35, 322-330.
- Norvell, R. E., F. P. Howe, and J. R. Parrish. 2003. A seven-year comparison of relative abundance and distance-sampling methods. *Auk* 120:1013–1028
- Ralph C.J., Geupel G.R., Pyle P., Martin T.E., DeSante D.F. y Milá B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW–GTR–159, USDA Forest Service, Albany.
- Rosenstock, S. S., D. R. Anderson, K. M. Giesen, T. Leukering, and M. F. Carter. 2002. Landbird counting techniques: Current practices and an alternative. *Auk* 119:46-53.
- Rodríguez-Estrella, R. y Ortega-Rubio. 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (*Stringiformes: Strigidae*) in Durango, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, (1); 143-148.
- Rodríguez-Estrella, R. 1997. Nesting sites and feeding habits of the burrowing owl in the biosphere reserve of Mapimi, Mexico. *Journal of Raptor Research Report* 9:99-106.
- Ruiz- Aymá G. 2009. Éxito reproductivo, entrega de presas y dieta del tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) en el complejo de colonias del perrito de la pradera mexicana (*Cynomys mexicanus*), en Galeana, Nuevo León, México. In: Postgrado de Ciencias Biológicas. FCB/UANL, p. 85.
- Sheffield, S. R. and M. Howery. 2001. Current status, distribution, and conservation of the Burrowing Owl in Oklahoma. *Journal of Raptor Research* 35:351-356.
- Sprandel, G. L., J. A. Gore, and D. T. Cobb. 2000. Distribution of wintering shorebirds in coastal Florida. *Journal of Field Ornithology* 71:708-720.
- Somershoe, S.G., Twedt, D.J. & Reid, B. 2006. Combining breeding bird survey and distance sampling to estimate density of migrant and breeding birds. *Condor* 108: 691–699.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J. L. Laake, S. Strindberg, S. L. Hedley, J. R.B. Bishop, T. A. Marques, and K. P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5-14. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2009.01737.



- Thompson, W.L. 2002. Towards reliable bird surveys: accounting for individuals present but not detected. *The Auk* 119(1):18–25, 20.
- Tipton H.C., Doherty P.F. & Dreitz V.J., 2009. Abundance and Density of Mountain Plover (*Charadrius montanus*) and Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) in Eastern Colorado. *The Auk*, 126, 493-499.
- Trulio L., 1997. Burrowing owl demography and habitat use at two urban sites in Santa Clara County, California. In. *Raptor Res. Rep.*, pp. 84–89.
- Valdez-Gómez, H. E. y Holroyd, G. L. 2000. El Tecolote Llanero, sus hábitos y distribución en el centro Oeste de México. *Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales de Jalisco*. (1): 57-63
- Wilkerson R.L, y Sigel R.B. 2011. Distribution and abundance of western burrowing owls (*Athene cunicularia hypugaea*) in southeastern California. *The Southwestern Naturalist*. 56 (3); 378-384.



CAPTULO III.

MOVIMIENTOS LOCALES Y DISPERSION DE JUVENILES DE TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN PASTIZALES DEL ALTIPLANO MEXICANO

RESUMEN

El tecolote llanero (*A.c. hypugaea*) es una especie del nuevo mundo, distribuido a lo largo del norte, centro y sur de América. Su hábitat son áreas abiertas tales como los pastizales, desiertos y áreas con disturbio. México presenta una amplia distribución, registrado en 28 de las 33 entidades federativas. El objetivo de este capítulo fue el analizar los movimientos locales y la dispersión de juveniles de una población reproductora de tecolotes llaneros. Durante la temporada reproductiva del 2010, se llevaron a cabo búsquedas intensivas nidos en Nuevo León y San Luis Potosí. Se contabilizaron el número total de pollos o volantones a partir de la salida del nido (Mayo-Junio), con la finalidad de tener el número máximo de crías. Se colocaron trampas de PVC de doble entrada para la captura de pollos y volantones. Una vez capturados se registraron las morfométricas. Se seleccionaron 15 nidos al azar, del total 45 nidos localizados. A los individuos capturados se les coloco bandas de colores en los tarsos. Los tecolotes llaneros con mejor talla (volantones) se le coloco un trasmisor de mochila (peso 3 a 5 gr) para su localización de uso de hábitat y patrones de movimientos. Se utilizaron receptores (ATS Mod. R2000 ©) con su antena (Yagui) para su ubicación. Se realizó un análisis con estimadores Kernel de densidad para la distribución espacial de los puntos de localización para cada individuo. Se generaron mapas (Arc Gis 9.6 ©) para ver sus movimientos y uso de hábitat. Se colocaron 15 transmisores VHF en las localidades El Erial (3 VHF), San Juan del Prado (1 VHF), San Rafael (4 VHF), La Soledad (4 VHF) en Galeana; Nuevo León y en el Gallo en el municipio de Vanegas, San Luis Potosí. Se capturaron un total de 28 volantones. Los patrones de movimientos en los juveniles promediaron rangos de 122 ha (95%) el mínimo y 1,199 ha (50%) el máximo para los tecolotes llaneros juveniles los primeros días de junio a la primera semana de agosto del 2010. Se registraron movimientos a distancias máximas de 88 km, con un volantón capturado en la Soledad localizado posteriormente en El Manantial, San Luis Potosí. Otros de los patrones de movimientos locales fueron en las localidades de El Erial con un desplazamiento de 9 km. En las localidades de San Rafael se obtuvo dos registros de movimientos de 11 km y 15 km ubicados en las localidades de La Paz, Galeana, Nuevo León. Las áreas de búsqueda abarcaron un total de 450 km² las cuales incluyeron 23 de colonias de perros de la pradera mexicana de un total de 38. Cubriendo los estados de Nuevo León, San Luis Potosí y Coahuila. En San Luis Potosí se abarcaron un total de 6 colonias de 12. Se obtuvo la preferencia de hábitat con los de 204 registros obtenidos de los transmisores colocados registrando un 76% en colonias de perros de la pradera, 14% en sembradíos (incluyendo papa y calabaza), zonas de impacto (construcciones, basureros), carreteras 3% y el 1% en otras áreas como matorral, pastizal sin madrigueras.



3.1. INTRODUCCIÓN.

El grupo de los búhos el cual se puede encontrar distribuidos por todo el mundo pertenece el tecolote llanero occidental. Estas aves como otras formas de vida se distribuyen de acuerdo a las necesidades que les brinda el hábitat como su origen, la caza y a nidación. Por otro lado las limitantes que influyen en la distribución ó dispersión son las barreras físicas como las orográficas y/o ecológicas. Así como también otros factores ponderantes como el clima, parasitismo, predadores, competencia por el hábitat y habilidades para cazar (Duncan, 2003).

La dispersión puede consistir en los movimientos después de emplumar llamada la migración inicial y después de regresar a las zonas de cría. Por lo tanto, es útil para distinguir entre las diversas etapas del proceso de dispersión y para reconocer cada una de las etapas; las cuales pueden variar en la longitud y continuidad, entre especies (King y Belthoff, 2001). La información que nos arroja la dispersión, resulta de importancia para entender la relación existente entre diversos factores como la disponibilidad de alimento, condición física, sexo, presencia de hermanos así como el inicio de la dispersión.

El tecolote llanero occidental (*A. c. hypugaea*) distribuida en Norteamérica, es una especie migratoria en la mayor parte de su área de distribución y una gran cantidad de individuos pasan parte de su ciclo de vida en los tres países durante alguna parte del año (Desmond *et al.*, 2000; ACA, 2005; COSWIC, 2006)

Se planteo la hipótesis, que la continuidad de las colonias de perros de la pradera mexicano ofrece hábitat permisible a los juveniles de tecolote llanero occidental en época post-reproductiva en sus desplazamientos locales y de dispersión. En México, no se tiene documentado los patrones de movimientos locales y dispersión de tecolotes llaneros juveniles en los pastizales dentro de las colonias de perros de la pradera mexicano (*Cynomys mexicanus*). El objetivo de este capítulo, fue el analizar los movimientos locales y dispersión de juveniles de tecolotes llaneros.



3.2. ANTECEDENTES.

3.2.1. Estudios de uso de telemetría en el tecolote llanero occidental.

La telemetría es una técnica usada en estudios de supervivencia, rango casero y/o hogareño, localización de nidos, patrones de dispersión y migración, así como causas de mortalidad de las aves (Conway y García, 2005).

Algunos estudios en Norteamérica han abordado la dispersión del tecolote llanero occidental, como el realizado en Idaho, Estados Unidos se monitoreó la dispersión de juveniles teniendo movimientos promedios diarios de 300 m a 2 km (King y Belthoff, 2001). En Dakota del Norte, reportan un promedio de dispersión de juveniles en sus primeras etapas de vida con desplazamientos de 100 m hasta antes de su migración al sur (Davies y Restani, 2006)

Mientras que California registran movimientos post-reproductivos de tecolotes llaneros adultos de 200 m a 53 km de sus puntos natales (Rosier *et al.*, 2006).

En Florida, se han estimado movimientos de ámbito hogareño de tecolotes llaneros juveniles con la función de Kernel en sitios reproductivos. Registrando áreas promedios de 141 m² (95%HRK), 89 m² (75%HRK) y 58 m² (50%HRK). También, registraron la dispersión con distancias de 236 m a 10,083 m, entre los meses de agosto-septiembre (Mrykalo *et al.*, 2007).

En Canadá, al sur de Saskatchewan, han registraron movimientos de forrajeo nocturno de los tecolotes llaneros machos con movimientos promedio de 750 a 1500 m en sitios reproductivos. Mediante la función de Kernel establecen áreas promedios de uso de 48.9 ha (95%HRK) (Sisson y Scalise, 2001). También en Saskatchewan, registran movimientos pre-migratorios en paisajes fragmentados grandes (95 ha) y pequeños (58 ha), reportando que los tecolotes juveniles recorren mayor distancia en los



fragmentos grandes (1695 ± 443 m) en comparación de los pequeños (373 ± 148 m) (Tood *et al.*, 2007). En Alberta, registran patrones de movimientos de juveniles menores a los 3 km de los nidos (680 ± 226 m) (Shyry, 2005).

3.2.2. Patrones Migratorios del tecolote llanero occidental.

La migración es uno de los comportamientos más destacados observado en los animales y se produce en casi todos los principales animales y taxones. La migración ha recibido más atención en las aves que en otros taxones debido a las largas distancias recorridas por algunas aves y la fiabilidad con que a menudo vuelven a sus sitios específicos reproductivos e invernales cada año.

La información sobre los movimientos migratorios del tecolote llanero es limitada. Se ha documentado el desplazamiento de una hembra de tecolote de 1860 km de Arizona, Estados Unidos hasta Saskatchewan, Canadá reportándose como el mayor desplazamientos entre zonas de anidación (Holroyd *et al.*, 2011). Durante el invierno del 2000 se bandearon y se colocaron trasmisores VHF tecolotes llaneros en Alberta y Saskatchewan, Canadá, los cuales fueron ubicados en el Sur de Texas, Estados Unidos y durante enero del 2001 fueron observados por separado en Michoacán y Veracruz, México registrando sus desplazamientos migratorios (Holroyd *et al.*, 2010).



3.3. METODOLOGIA

3.3.1. Búsqueda de nidos del tecolote llanero occidental.

Durante los meses de abril y mayo del 2010, se llevaron a cabo la búsqueda intensiva de nidos. La presencia de materia orgánica en las entradas de las madrigueras como excremento de vaca, coyote, así como pasto (Figura 1) (McNicoll, 2005) son indicadoras de actividad reproductiva del tecolote llanero. Dicha búsqueda se realizó en las localidades de La Soledad, San Rafael, Erial y San Juan del Prado en Galeana, Nuevo León y en El gallo y El Manantial en Vanegas, San Luis Potosí. Una vez ubicados, fueron geo-referenciados.



Figura 1. Madriguera de perro de la pradera mexicana utilizada por el tecolote llanero durante la nidación.

A partir la observación de crías a las afueras del nido (mayo-junio 2010). Se registró el total de pollos y/o volantones con visitas diarias o cada dos días. Las observaciones fueron a una distancia de de 50-75 m aproximadamente desde un vehículo o a pie dependiendo de la accesibilidad al sitio.

Los tecolotes fueron clasificados como pollos cuando presentaban el cuerpo cubierto de plumón y actividad motora lenta y como volantones cuando el cuerpo ya se encontraba cubierto de plumas e iniciaban actividades tales como correr, brincar, aletear así como intentos de vuelos cortos (Brardelli, 2004) (Apéndice 1). Con los datos de ubicación de los nidos se generaron mapas (ArcGIS 9.6 Environmental Systems-Research Institute ESRI., Inc. ©) para obtener la distribución espacial en las áreas muestreadas, (Figura 2).

3.3.2. Captura y marcaje con transmisores.

Durante junio del 2010 se colocaron trampas de PVC de doble entrada para la captura de pollos y volantones (Figura 3). Una vez capturados se registraron las morfométrías. (pico, cola, tarso, ala y peso). Se seleccionaron 15 nidos al azar de un total de 45 nidos localizados. Los individuos capturados se les colocó bandas de metal y plásticas (Avinet Inc. ©) de colores con combinaciones (verde, rosa claro, rosa fuerte, azul, morado, rojo) únicas para cada captura en los tarsos para su reconocimiento posterior (Figura 4).

A los tecolotes llaneros con mejor peso (volantones) se les colocó un transmisor de collar VHF (TXB-006C, Telenax Inc. ©) con un peso de 3.1 gr con un dimensión encapsulada de 0.8x1x1.8cm, con un alcance de 4 km y una vida promedio de 6.9 meses, con 40 pulsos por minuto (Figura 6) para la localización en los patrones de movimientos y dispersión. Se utilizaron tres equipos receptores (ATS Mod. R2000©) con su antena (Yagui de tres elementos) para su ubicación, triangulando la señal. (Gervais *et al.*, 2006; Davies y Restani 2006).



También se realizó la localización directa de los transmisores siguiendo la señal o pulso hasta el punto exacto o más fuerte registrado los cuales eran marcados con GPS.

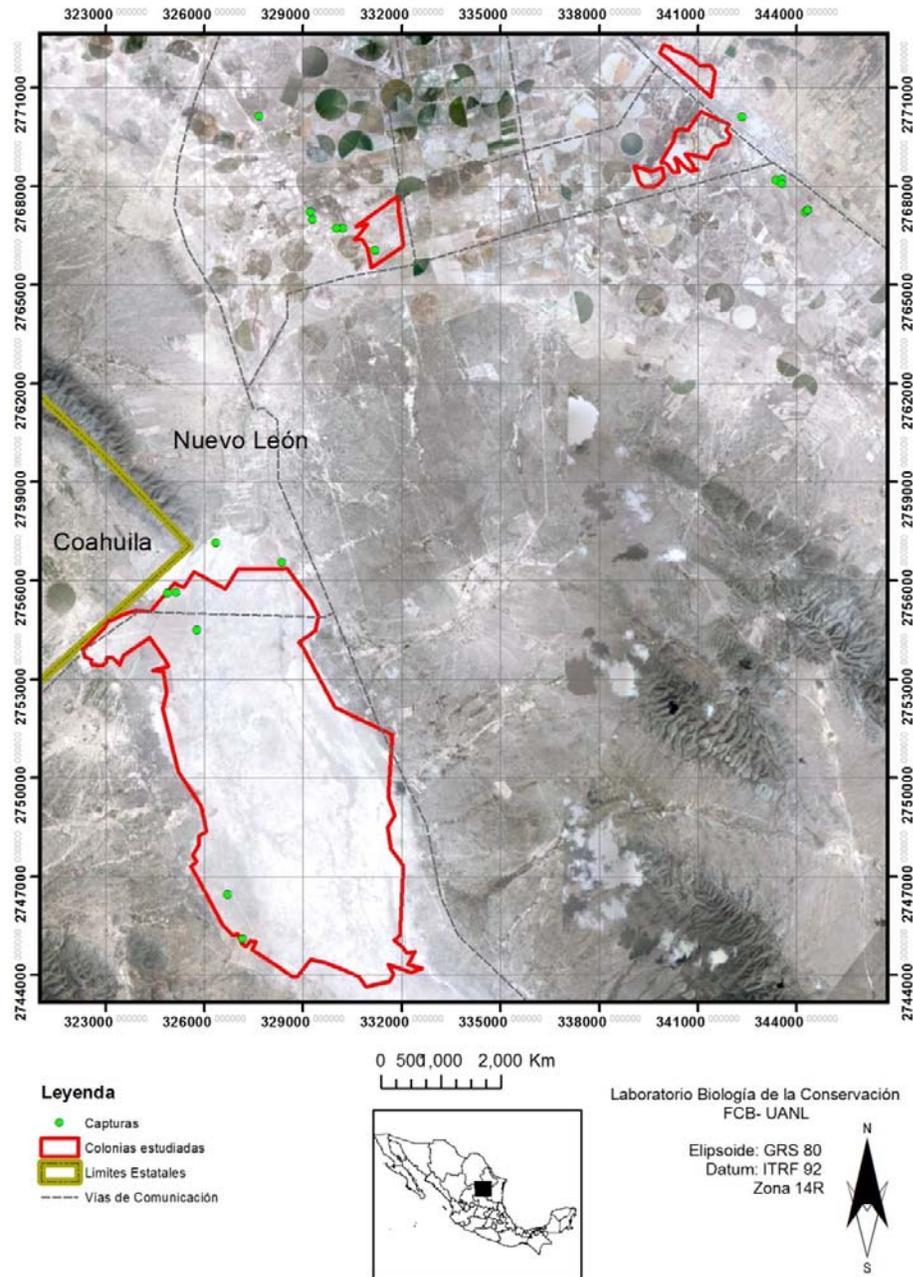


Figura 2. Ubicación espacial de capturas en nidos de tecolotes llaneros occidental en colonias de perros de la pradera mexicana.



La búsqueda y registro de la señales de los trasmisores comenzó a partir del 13 de junio del 2010, registrándose los movimientos de los volantones-juveniles. Además, se obtuvieron los registros de dispersión de sus sitios de nacimiento a puntos de mayor de desplazamiento durante los meses de septiembre a octubre.

Las búsquedas intensivas de tecolotes se realizaron por la mañana de 06:30 a 13:00 y por la tarde de 16:00 a 21:00. Durante el medio día las búsquedas eran más esporádicas debido a la baja actividad de las aves, la incidencia solar, viento y temperatura. Una vez ubicada la señal de la frecuencia del transmisor con el *scanner* del receptor se realizaba la confirmación de la señal bajando y subiendo un canal. A su vez, se confirmaba visualmente la ubicación del tecolote con el transmisor cuando era permitido y/o se llegaba al punto exacto donde daba el pulso mayor la señal, corroborando con registros de actividad (plumas, egagrópilas, excretas) en madrigueras aledañas.

Se seleccionaron 15 juveniles de los 28 de tecolotes llaneros para la colocación de transmisores VHF de collar en las localidades: El Erial (3), San Juan del Prado (1), San Rafael (6), La Soledad (4) en Galeana; Nuevo León y en el Gallo (1) en el municipio de Vanegas, San Luis Potosí.





Figura 3. Trampa de PVC de doble entrada para la captura de pollos y volantones en nidos del tecolote llanero.



Figura 4. Bandas plásticas de colores (Avinet Inc.©) de tarsos para el reconocimiento de adultos y juveniles de tecolote llanero y trasmisor de collar VHF (TXB-006C, Telenax Inc.©).



3.3.3. Análisis de movimientos locales y dispersión de juveniles.

En base a los datos de registro de movimientos se realizó un análisis con estimadores Kernel de densidad para la distribución espacial de los puntos de localización para cada individuo (Worton, 1989). Se definió al ámbito hogareño como el área fija determinada al 95% Kernel. Se definió la zona de uso intensivo en intervalos del 95%. El modelo de Kernel indica el área utilizada más intensamente a través de los movimientos registrados (White y Garrott, 1990; Seaman *et al.*, 1998, 1999).

Con los datos obtenidos de los registros puntuales de cada frecuencia VHF se generaron mapas (ArcGIS 9.6 Environmental Systems-Research Institute ESRI, Inc. ©) del ámbito hogareño mínimo y máximo en su hábitat con la extensión HRE (Home Range Extension) de ArcView © 3.3, así como también los desplazamientos máximos de los tecolotes juveniles desde su sitio de origen. También se usó el método del polígono mínimo convexo (PMC). El PMC se construye conectando las locaciones más externas alrededor de todo el conjunto de datos, usando el nivel de 95%. La ventaja de usar el MCP es simple, forma flexible y fácil cálculo (Withe y Garrott, 1990).

La superficie representada en las hectáreas usadas en la preferencia del hábitat se estableció mediante los registros de los sitios donde se observaron las actividades directas de los juveniles marcados con las frecuencias VHF como: **Colonia de perro de la pradera mexicana** con actividad con características como madrigueras activas e inactivas, pastos cortos y actividad de otros mamíferos. **Sembradíos** principalmente de papa (*Solanum tuberosum*). **Zona de impacto** compuesta por construcciones habitacional, basureros y graneros. **Carreteras** caminos de asfalto y vecinales con rodada de tierra.



3.3.4. Localización de frecuencias post-abandono de madrigueras.

Una vez que los juveniles abandonaron las madrigueras se relocalizaron las frecuencias de los transmisores en búsquedas intensivas en las áreas de mayor preferencia de uso (colonias de perros de la pradera, sembradíos, zonas impactadas y carreteras) en la última semana de julio y primera de agosto del 2010

Las búsquedas se realizaron en caminos rodados, carreteras y a pie en los lugares donde no se podía rodar algún vehículo. Dichas búsquedas fueron individuales o con tres equipos de recepción para triangular la frecuencia y obtener la señal más fuerte y exacta de la ubicación de los tecolotes



3.4. RESULTADOS

Durante la temporada reproductiva del tecolote llanero del 2010 se capturaron y marcaron un total de 28 volantones del 16 de junio al 16 julio, registrando sus morfométrías. (Apéndice 1,3).

Además se capturaron durante esta temporada un total de 19 adultos: 11 ♀ y 8 ♂. Obteniendo las morfométrías (pico, tarso, cuerda alar, cola y peso). Colocando bandas de colores en los tarsos para su diferenciación e identificación en sus movimientos y evitar la confusión con los volantones no marcados. (Apéndice 2).

3.4.1. Movimientos locales y dispersión.

Se obtuvo el área mínima siendo ámbito menor necesario para llevar actividades y el máximo de uso de los juveniles de los tecolotes llaneros durante la temporada del 2010, así como también el polígono mínimo convexo. Obteniendo los patrones de movimientos locales y de grandes distancias de su punto de nacimiento, para cada individuo marcado (Tabla 1).

Los rangos promedio obtenido en las localidades de muestreo fue de una área de 122 ha mínima y 1,199 ha máxima para los tecolotes llaneros juveniles los primeros días de junio a la primera semana de agosto del 2010

A continuación se presentan las frecuencias VHF por localidad, así como también áreas promedio de preferencia de hábitat con los puntos de localización para cada individuo con los estimadores de Kernel. También el polígono mínimo convexo (PMC) y los desplazamientos de dispersión.



Tabla 1. Áreas mínimas y máximas utilizadas de tecolotes llaneros occidental juveniles calculados a través del método de Kernel, así como los desplazamientos finales registrados. Frecuencia de trasmisor (VHF), Polígono mínimo convexo (PMC), área mínima y máxima en hectáreas, promedio de hectáreas usada, desplazamiento máxima del punto origen y orientación del desplazamiento (O).

Localidad	VHF	PMC Ha	Área mínima Ha	Área máxima Ha	Promedio area Ha	Desplazamiento KM	O
Erial	165.718	116.28	101.512	846.57	474.041	2.82	328°.13N
						6.48	326°.78
Erial	165.277	317	263	1743	1003	2.33	302°.18 N
Erial	165.556	29.06	7.44	29.54	18.49	1.79	142°.13 S
San Juan del Prado	165.399	113.44	102	457.28	279.64	6.82	154°.80 S
San Rafael	165.478	892	39.88	203	121.44	4.63	225°.87 W
						3.11	135°.17 S
San Rafael	165.197	*	*	*	*	*	*
San Rafael	165.317	468	50.72	421.58	236.15	4.8	133°.71 N
San Rafael	165.516	2534	27.36	115.1	71.23	16.9	133°.04 N
San Rafael	165.678	76.63	9.61	77.5	43.555	2.85	165°.30 S
San Rafael	165.756	3281	173.85	1532.3	853.075	6.16	165°.9 N
Soledad	165.237	230.37	92.25	447.04	269.645	2.34	180°.65 S
Soledad	165.357	45222	255	5733	2994	88.26	193°.77 S
Soledad	165.437	2012	389.94	3619	2004.47	9.3	145°.16 S
Soledad	165.597	36569	186.85	1523.38	855.115	82	191°.97 S
Soledad	165.636	10.4	8.94	40.36	24.65	81.38	192°.52 S



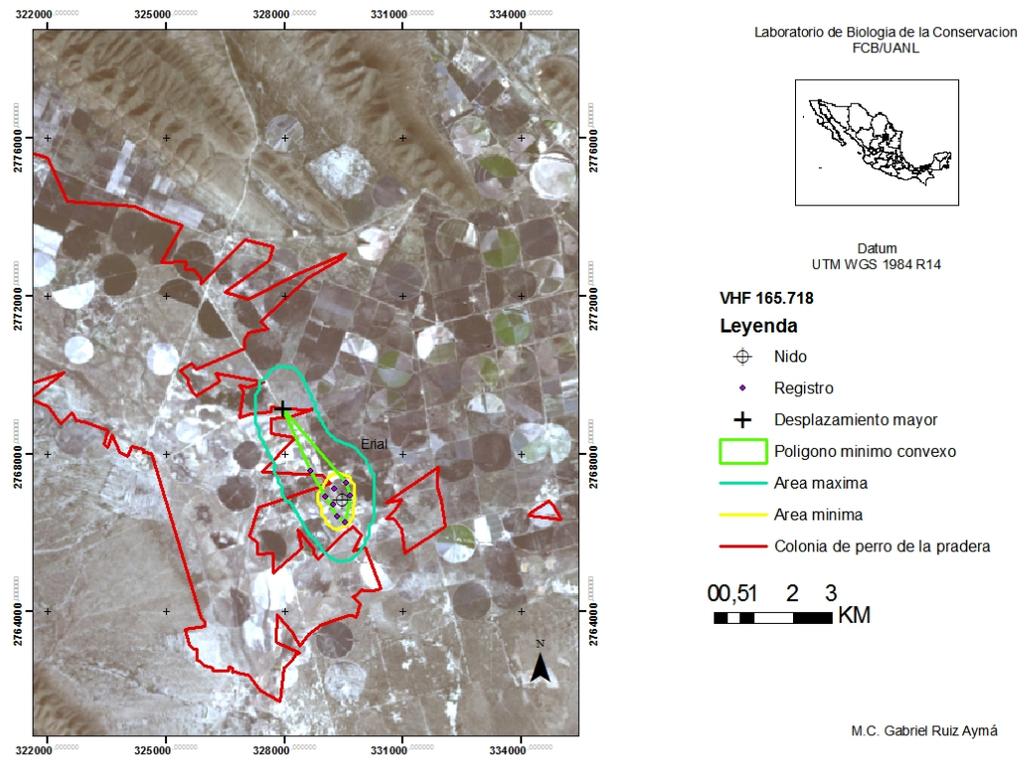


Figura 5. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.718 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.

Radio- Transmisor 165.718 se calculó una área promedio de 474.041 ha con 101.51 ha mínima y 846 ha máxima. El polígono mínimo convexo (PMC) estimando 116.28 ha. Se registraron dos desplazamientos mayores a 2.82 km, con dirección $328^{\circ}13$ N el 4 de septiembre y 6.48 $326^{\circ}.78$ N el 5 de octubre del 2010. Los desplazamientos fueron registrados en la localidad del Erial en Galeana; Nuevo León. En el área, se ubican las colonias de perros de la pradera de la Hedionda Grande y la Concha con alto grado de fragmentación por la agricultura (Figura 5).



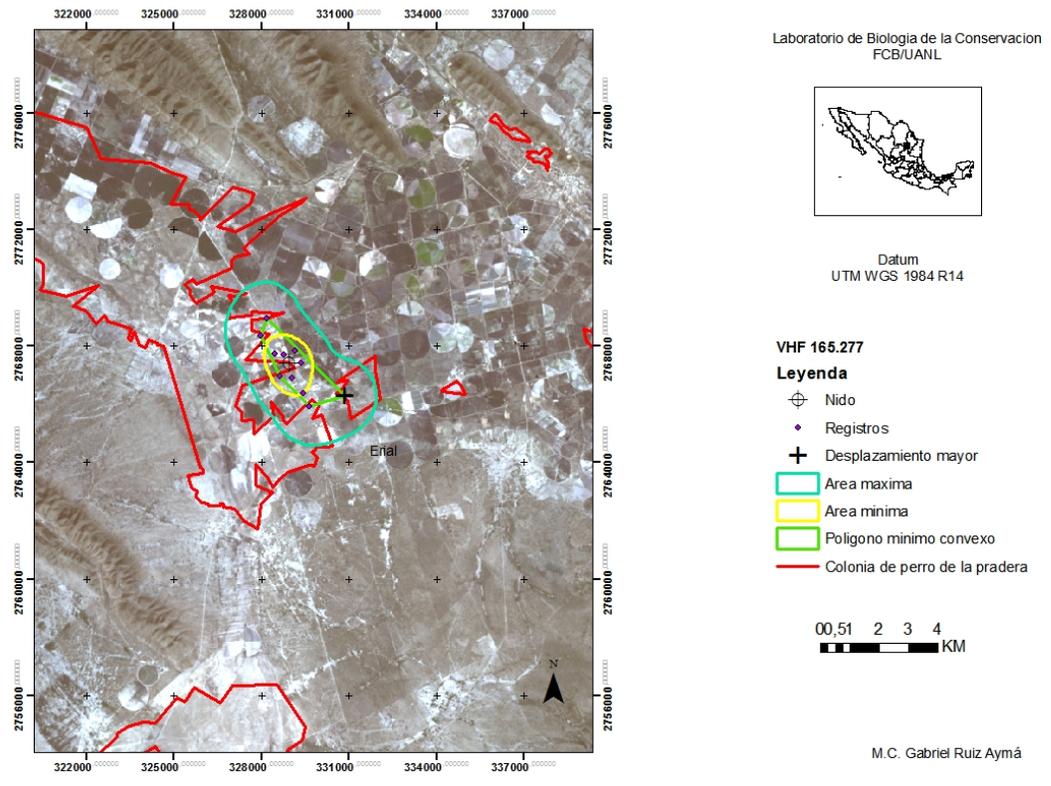


Figura 6. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.277 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.277 promedió una área de 1003 ha con 263 ha mínima y 1743 ha máxima. El PMC estimado es de 317 ha. Se determinó un desplazamiento mayor de 2.33 km a una dirección $302^{\circ}.18$ N de su punto de captura siendo el último registro el 4 de septiembre del 2010. El comportamiento que presentó el individuo con respecto al 165.7118 fue en sus movimientos similares. Los desplazamientos registrados fueron en las colonias de perros de la pradera de la Hedionda Grande y la Concha (Figura 6).



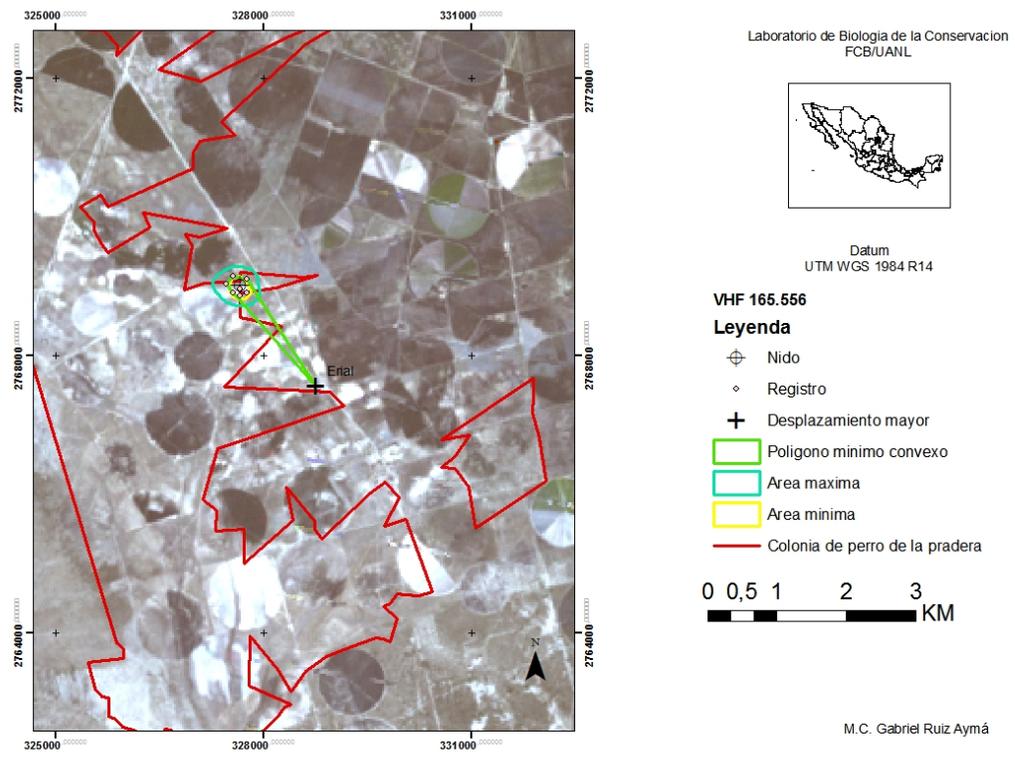


Figura 7. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.556 en la localidad del Erial en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.556 se estimó una área de 18.49 ha con una 7.44 ha mínima y 29.54 ha máxima. El PMC fue de 29.06 ha. Se registró un movimiento máximo de 1.79 km dirección $142^{\circ}.13$ al sur siendo la última lectura el 1 de septiembre. Los desplazamientos registrados fueron en la colonia de perros de la pradera de la Hedionda Grande. También se tuvo avistamientos en zonas de cultivo en la zona (Figura 7).



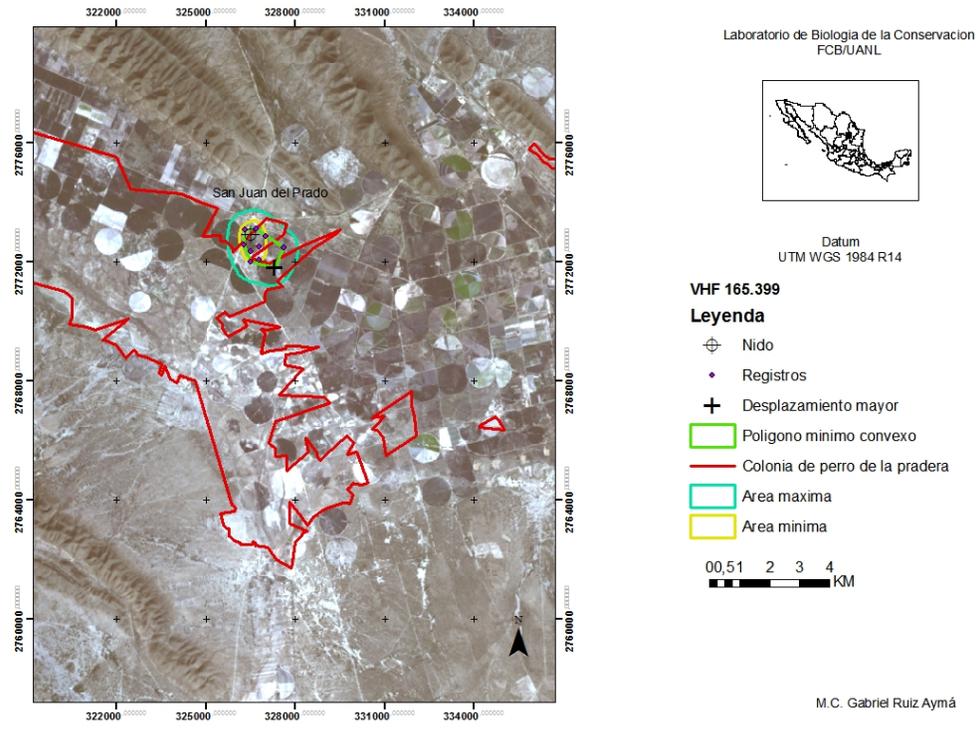


Figura 8. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.399 en la localidad de San Juan del Prado en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.399 obtuvo un área 279.64 ha con 102 ha mínima y 457 ha máxima. El área estimada de PMC es de 113.44 ha. Se reconoció el desplazamiento mayor a 2.90 km dirección $154^{\circ}.80$ S de su punto original de captura siendo el último registro el 6 de septiembre del 2010. Los movimientos registrados en la colonia de perro de la pradera de la Hedionda Grande en San Juan del Prado en Galeana, Nuevo León. Así como en zonas de cultivo (Figura 8).



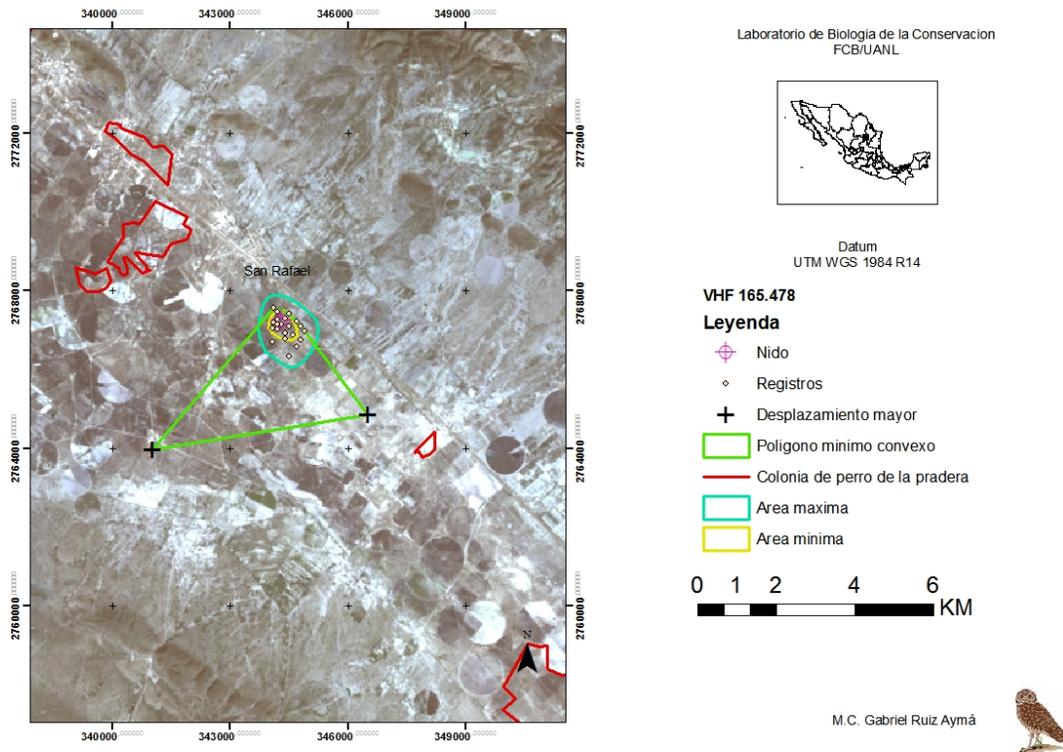


Figura 9. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.478 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.478 uso un área de 124.44 ha con 39.88 ha mínima y 203 ha máxima. Con un PMC de 892 ha. Se obtuvieron dos desplazamientos de 3.11 km a 135° a una dirección a 17° S, el 6 de septiembre y a 4.63 km a 225°.87 O, el 3 de octubre del 2010. Los movimientos registrados fueron zonas de cultivo, zonas de uso habitacional así como en fragmentos de colonia de perro de la pradera en San Rafael en Galeana; Nuevo León (Figura 9).

Radio-transmisor 165.197 no registro movimiento ya que el trasmisor dio siempre la lectura en la misma madriguera por varios días.



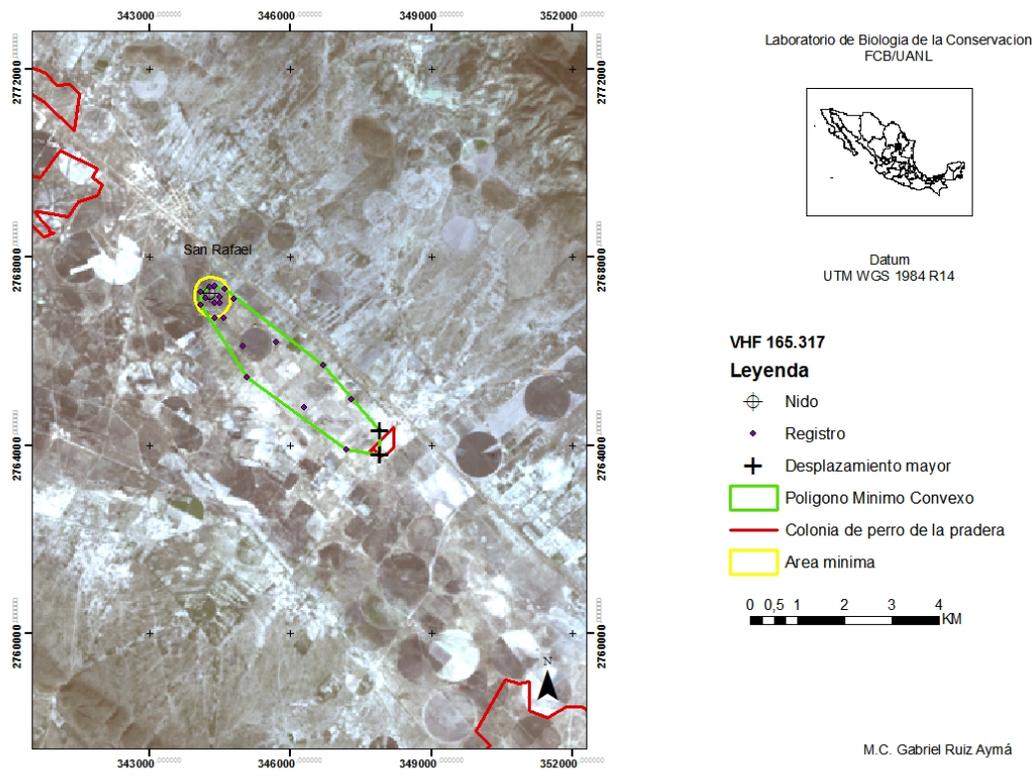


Figura 10. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.317 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.317 promedió una área de 263.15 ha con un 50.72 ha mínima y 421.58 ha máxima. El PMC calculado es de 468 ha. Se obtuvo un desplazamiento máximo de 4.8 km en una dirección $133^{\circ}.71$ N, el 4 de septiembre 2010. Los desplazamientos registrados fueron en zonas de cultivo así como también en la colonia de perros de la pradera de La Concha A en San Rafael en Galeana; Nuevo León (Figura 10).



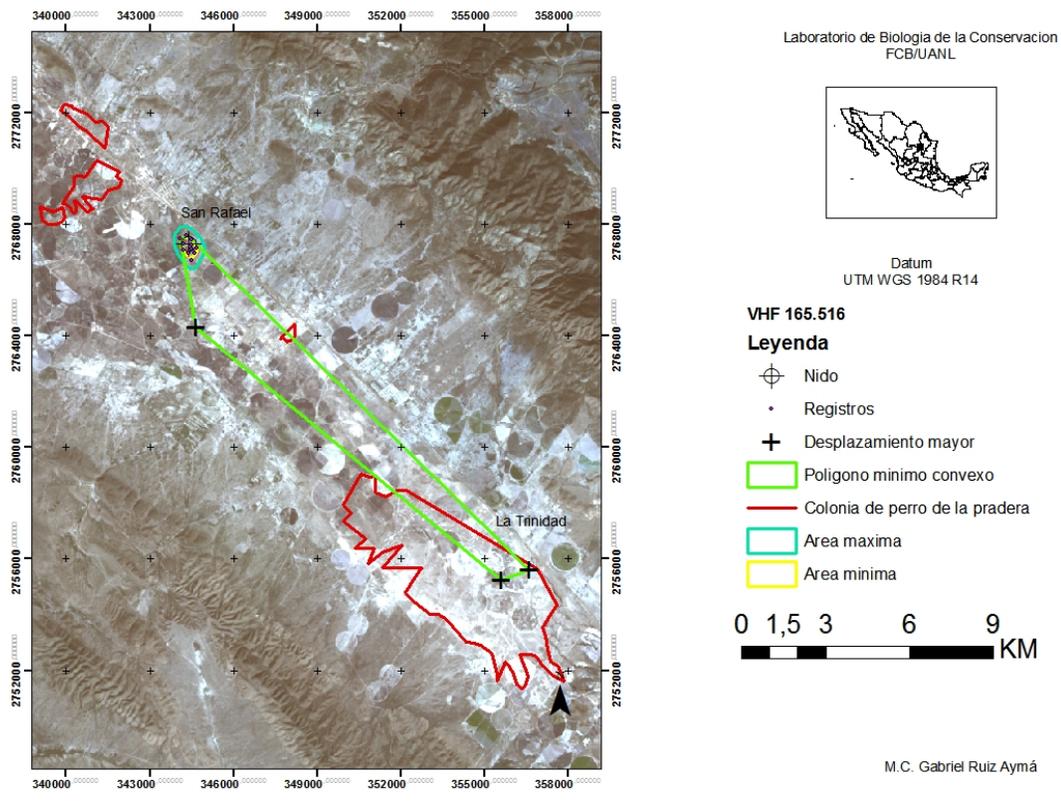


Figura 11. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.516 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.516 el área promedio de 71.23 ha con una 27.36 ha mínima y 115.1 ha máxima. Se calculó un PMC de 2534 ha. Se reconoció un desplazamiento mayor desde el punto de su captura a una distancia de 16.9 km en una dirección de 133°.04 S, el 6 de octubre del 2010 ubicado en la localidad de La Paz, Galeana, Nuevo León. Los desplazamientos de este individuo fueron en zonas de cultivos así como también en la colonia de perros de la pradera La Trinidad considerada una Área Natural Protegida Estatal (Figura 11).



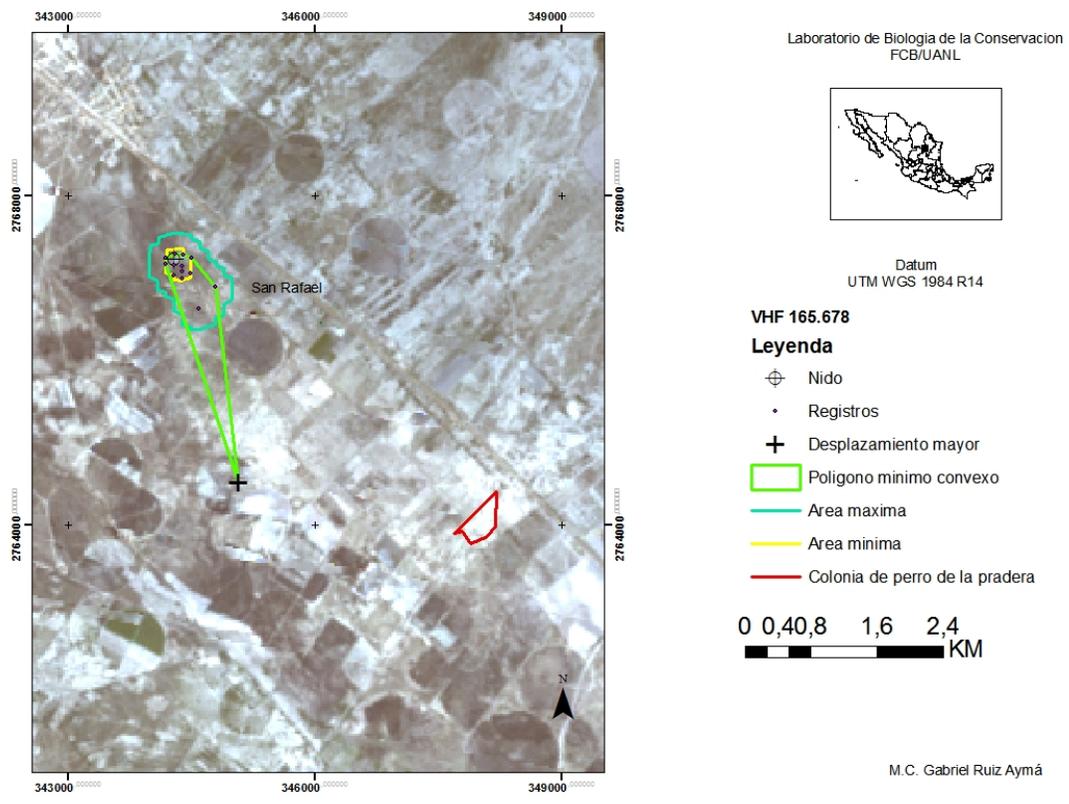


Figura 12. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.678 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.678 promedió una área de uso de 43.55 ha con un 9.61 ha mínima y 77.5 ha máxima. Se estima que el PMC es de 76.63 ha. Se obtuvo una lectura a 2.85 km en una dirección a $165^{\circ}.30$ S el 5 de octubre del 2010. Los movimientos fueron registrados en zonas fragmentadas de perro de la pradera así como en zonas de cultivo en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León (Figura 12).



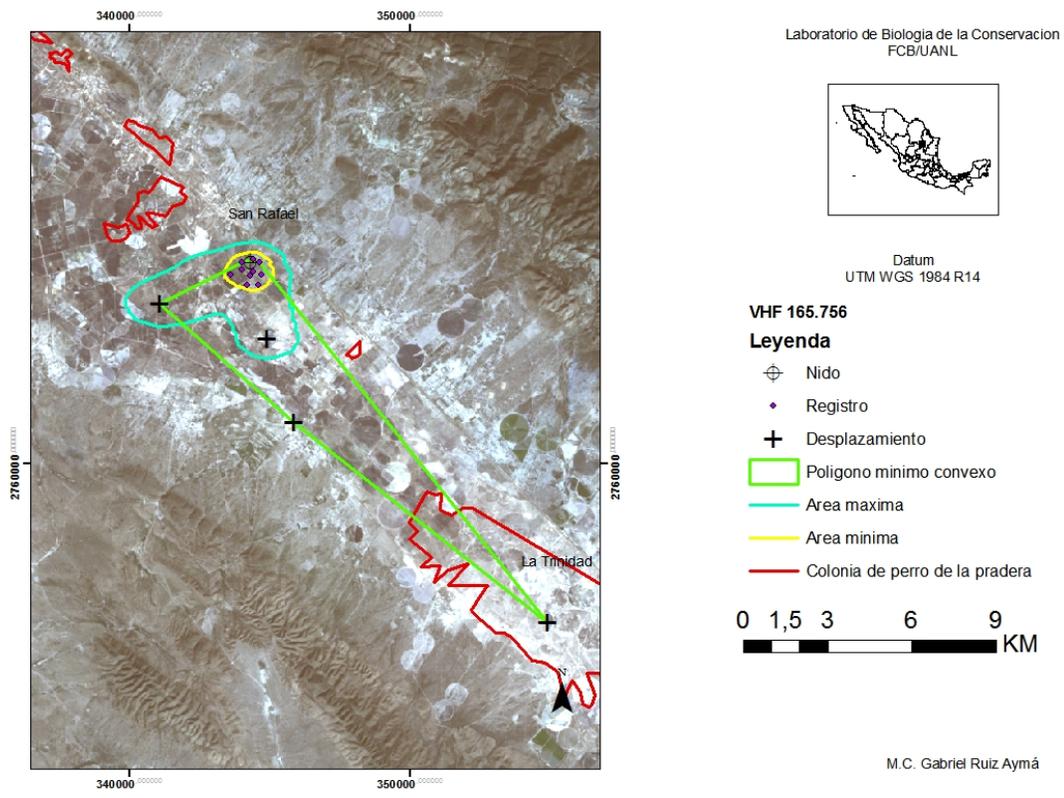


Figura 13. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.678 en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.756 obtuvo una área de uso de 853 ha con una 173.85 ha mínima y 1532.3 ha máxima. Se estimó PMC de 3281 ha. Se obtuvo una lectura a 16.16 km en una dirección a 165°.9 N el 2 de octubre del 2010. Los registros de localización fueron zonas de cultivo, fragmentos de colonias de perro y en basureros en la localidad de San Rafael en Galeana, Nuevo León. El registro de mayor desplazamiento se avistó en colonia de la Trinidad (Figura 13).



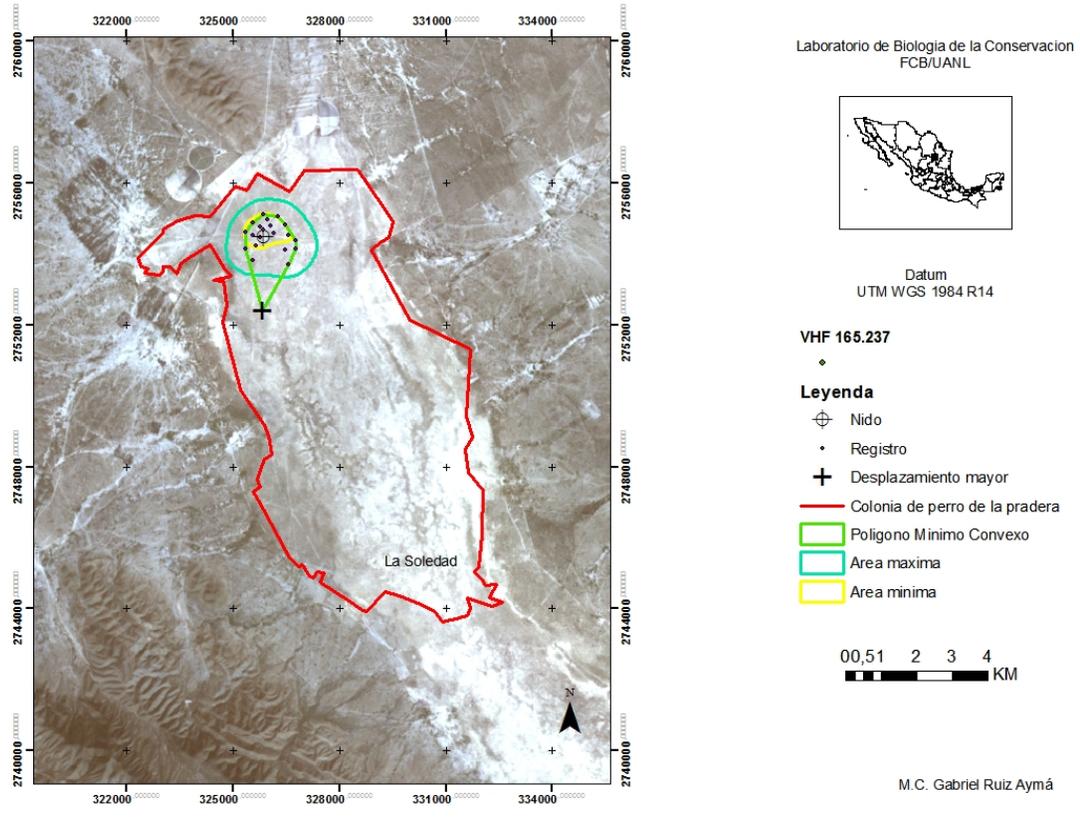


Figura 14 Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.237 promedió una área de uso de 269.64 ha con un 92ha mínima y con una 1532.3ha máxima. Se obtuvo un PMC de 230.37 ha. Se obtuvo una lectura a 2.34 km con dirección 180°.65 S. Los avistamientos se registran en la colonia de perros de la pradera la Soledad considerada la mejor conservada y la de mayor extensión. La Soledad es una Área Natural Protegida Estatal (Figura 14).



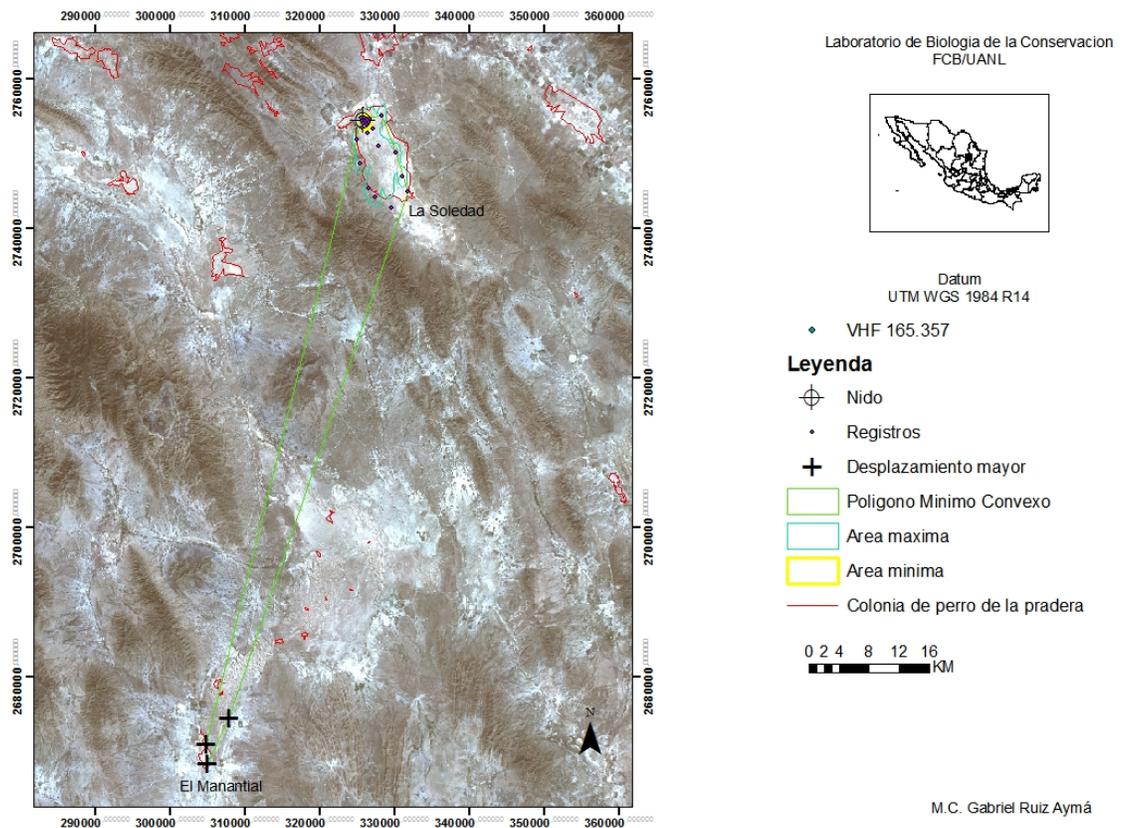


Figura 15. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León y el Manantial en Vanegas; San Luis Potosí.

Radio-transmisor 165.357 el área de uso fue de 2994 ha con una 255 ha mínima y 5733 ha máxima. Se estima un PMC de 45,222 ha. Se registraron movimientos a distancias máximas de 88.26 km se obtuvo encontró la señal y visualmente se corroboró con un avistamiento en la localidad del Manantial (24°07'54.18"N- 100°55'20.07"W) en Vanegas; San Luis Potosí siendo el 8 de octubre del 2010. La totalidad de los avistamientos se registran en colonias de perros de la pradera La soledad en Nuevo León y El Manantial en San Luis Potosí. Siendo esta la colonia más sureña en su rango de distribución (Figura 15).



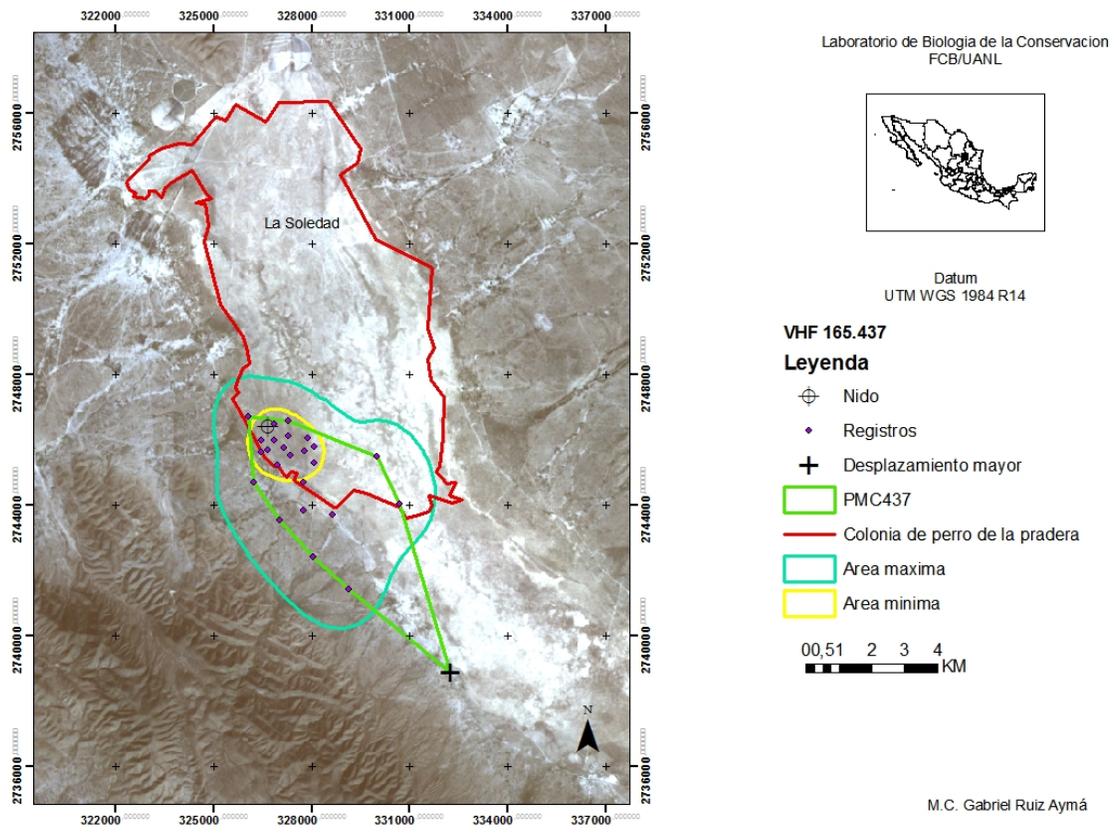


Figura 16. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.437 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.437 uso una área de 2004 ha con una 389.94 mínima y 3619 ha máxima. Se calculo un PMC de 2012 ha. Obteniendo un desplazamiento mayor de 9.3 km en una dirección a 145°.16 S el 4 de septiembre del 2010. Los registros fueron la en la colonia de la Soledad y el Compromiso siendo estas las mejores conservadas. También se obtuvieron observaciones de en zonas de matorral en la periferia de las colonias (Figura 16).



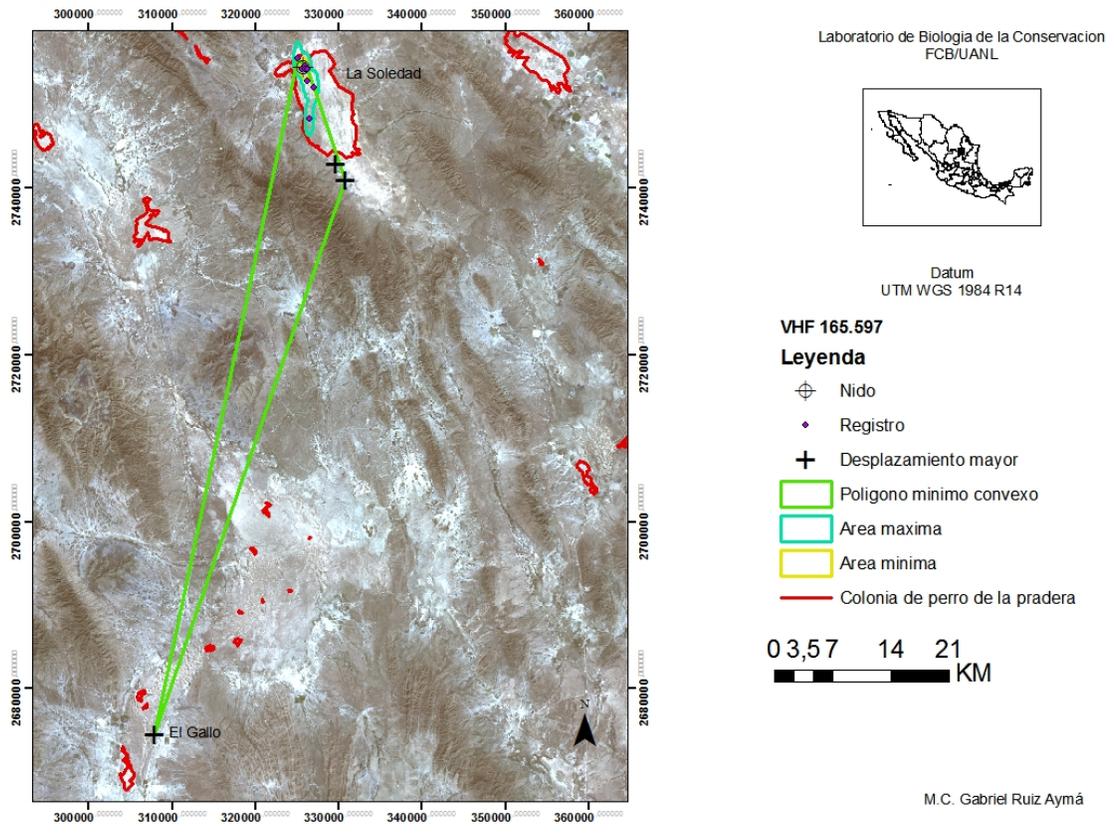


Figura 17. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.237 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León y el Gallo en Vanegas; San Luis Potosí.

Radio-transmisor 165.597 promediando una área de uso de 855 ha con una 186.85 ha mínima y 1523 ha máxima. Se calculo un PMC de 36,569 ha. Se registraron movimientos a distancias máximas de 82 km se obtuvo registro de señal y visual en la localidad del Gallo en Vanegas; San Luis Potosí siendo el 8 de octubre del 2010. Se registraron los movimientos en las colonias de la Soledad y el Compromiso en Nuevo León y en el Gallo en San Luis Potosí. Otros puntos de registro y avistamiento fueron en zonas de matorral (Figura 17).



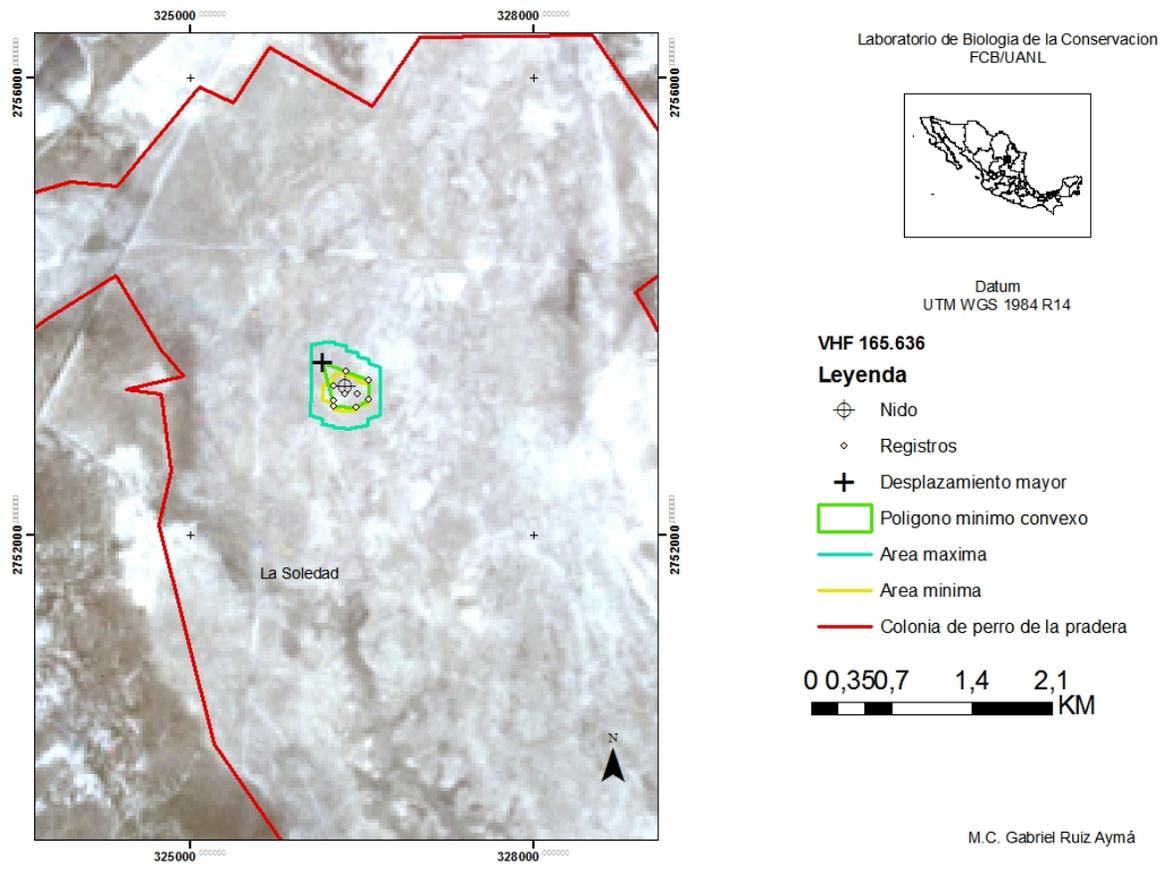


Figura 18. Preferencia de hábitat y desplazamientos del individuo 165.636 en la localidad de La Soledad en Galeana, Nuevo León.

Radio-transmisor 165.636 el área de uso fue de 24 ha con un 8.94 mínima y una 40.36 ha máxima. Se obtuvo un movimiento a 500 m con una dirección a $192^{\circ}.52$ N. Se calculo un PMC de 10.40 ha. El total de los avistamientos y registros se obtuvieron en la colonia de perros de la Soledad (Figura 18).



3.4.2. Desplazamientos locales de los juveniles.

Se registraron las distancias de los movimientos de los juveniles en una ventana de tiempo de 99 días. Encontrándose mayor registro en los desplazamientos en los primeros días post abandono de madrigueras satélites siendo las que están continuas a los nidos donde emergieron. Durante los primeros 14 días se obtuvieron distancias hasta los 50 m de su punto de origen. Entre los 15 días a 50 días los desplazamientos se incrementaron de los 50 a 500 m, así como la dificultad para encontrar los pulsos de los transmisores. Después de los 50 días de búsqueda y localización de los transmisores las distancias se incrementaron de los 500 m hasta superar más de los 1000 m de su punto de origen (Figura 19).

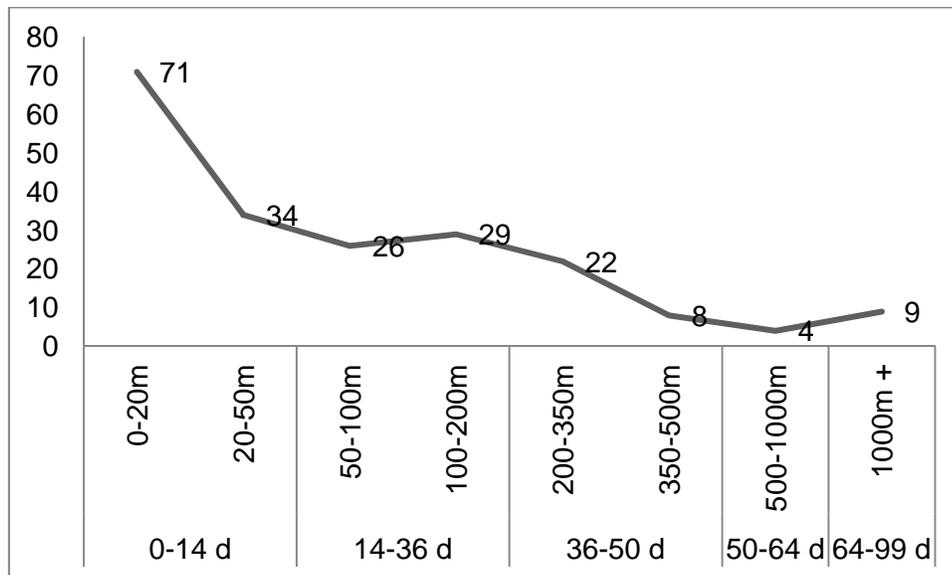


Figura 19. Registro de desplazamientos en metros (m) y días (d) de juveniles de tecolote llanero en el noreste de México.



3.4.3. Preferencia de hábitat por los juveniles del tecolote llanero.

Se obtuvo la preferencia de hábitat en base a 204 registros de junio-agosto del 2010. Se registraron los sitios de actividad de los tecolotes volantes-juveniles: 76% en colonias de perros de la pradera, 14% en sembradíos (papa, calabaza), 6% zonas de impacto (construcciones como graneros, casas habitación, basureros), 3% carreteras y el 1% en otras áreas como matorral y pastizal sin madrigueras (Figura 20).

Al hacer una comparación por individuo marcado con frecuencias VHF por registro. Se encontró que el 100% de los juveniles tienden a estar dentro de las colonias de perros de la pradera. El 57% en los sembradíos, el 21% en zonas de impacto, el 14% en carreteras y el 1% en otras aéreas como vegetación con matorral.

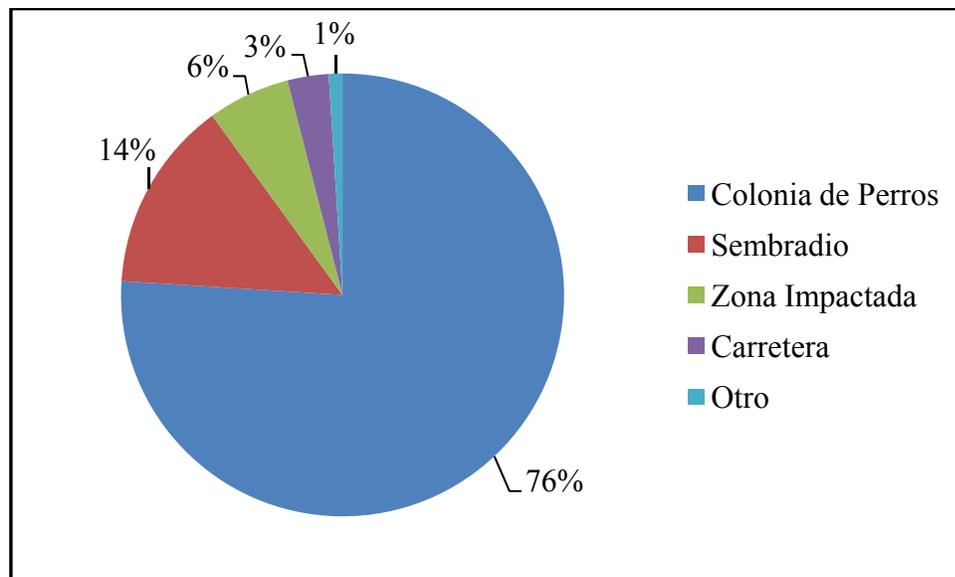


Figura 20. Porcentaje de preferencia de hábitat de volantes-juveniles de tecolotes llanero durante los meses de junio-agosto del 2010.



3.4.4. Frecuencias post-abandono de madrigueras.

La ruta de búsqueda fue de un total de 450 km abarcando 23 de colonias de perros de la pradera mexicana de un total de 38 ubicadas en los estados de Nuevo León y Coahuila. Así como en la colonia más sureña ubicada en San Luis Potosí abarcando las 6 colonias más representativas de las 12 presentes (Figura 21).



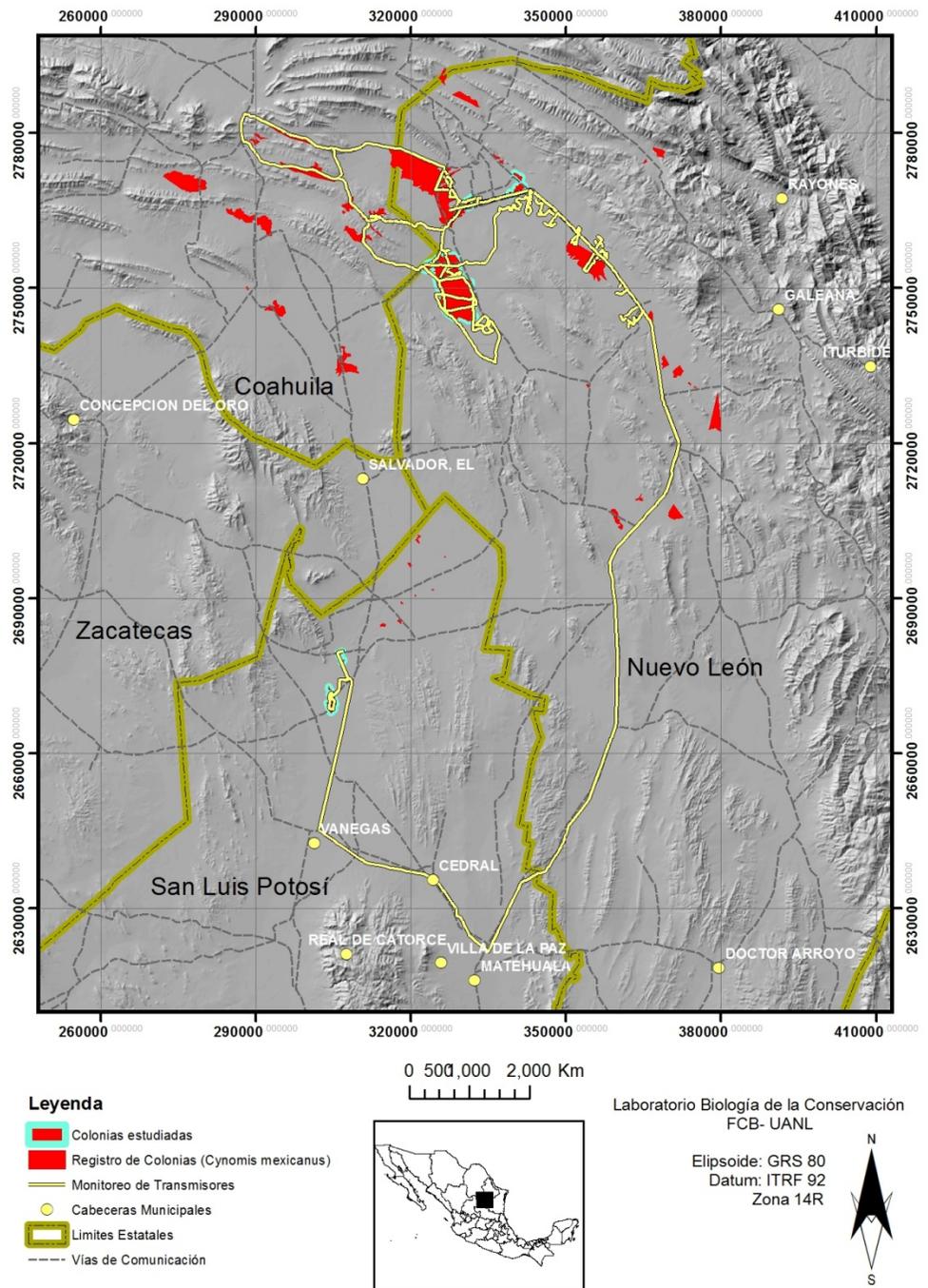


Figura 21. Ruta de búsqueda de Tecolotes llaneros juveniles, dentro de colonias de perros de la pradera mexicana en los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí, recorriendo 450 km.



3.5. DISCUSIONES.

Los resultados de este estudio difieren a lo reportado por Mrykalo *et al.*, (2007) en época de verano en sitios de reproducción, en Florida, quienes reportan un promedio de 0.288 ha (2,880 m²) el cual está por el debajo de nuestros datos, esto se podría deber que los juveniles tecolotes llanero (*A.c. floridiana*) de esta zona geográfica tienen una área restringida.

En estudios llevados a cabo en Canadá, los tamaños de ámbito hogareño también son diferentes ya que están por debajo de las áreas de uso obtenidas. Todd *et al.*, (2007) reporta el uso de paisajes fragmentados en juveniles con un promedio de 76 ha, la cual también es menor a las áreas estimadas en este trabajo.

Sin duda alguna, las discrepancias entre los resultados obtenidos y las estimaciones de los “Rangos hogareños ó de uso” mencionados anteriormente por los diferentes autores quizás sean atribuibles a las características del paisaje tales como: pastizales, zonas urbanas, paisajes fragmentados y colonias de perros de la pradera. Sitos donde se realizaron a cabo sus observaciones, localizaciones y análisis de los movimientos de los tecolotes.

Se consideraron como eventos de dispersión aquellos puntos a una distancia promedio de ≥ 1 km del punto donde se llevó a cabo la captura y los registros de sus actividades (cazar, uso de madrigueras, perchar y alimentarse). Se tomo en cuenta la superficie y la ventana de tiempo para considerar la dispersión de los juveniles. La ventana de tiempo que disminuyeron los registros de los juveniles fue durante la segunda semana de agosto dejando de registrarse hasta la segunda semana de septiembre del 2010. Se tomó en cuenta lo que menciona Koenig *et al.*, (1996) el cual refiere que las distribuciones de dispersión están sujetas a sesgos si el área de estudio es demasiado pequeña en relación con las distancias que viajan individuos.



El potencial de dispersión de los tecolotes nacidos en México era prácticamente desconocido hasta los últimos registros obtenidos en octubre del 2010. Registrando las distancias mínimas (1.79 km), medias (20.12 km) y máximas (88.26 km) desde su punto de captura y/o nacimiento.

Estudios de dispersión llevados cabo en Norteamérica presentan los mismos patrones de desplazamiento durante la última semana de agosto hasta octubre del 2010. En Canadá, al sur de Saskatchewan, Todd *et al.* (2007) menciona que los tecolotes juveniles recorren mayor distancia en fragmentos grandes de hábitat potencial ($1,695 \pm 443\text{m}$) en comparación de los pequeños ($373 \pm 148\text{m}$). En Alberta, Shyry (2005) registra los movimientos menores a los 3 km de los nidos ($680 \pm 226\text{m}$). Algunos de los juveniles (con frecuencias 165,718, 277,556, 478,197, 317,516, 678 y 756; Tabla 1) tuvieron los mismos patrones de desplazamientos. Las cuales fueron capturadas y monitoreadas en colonias que han sido fragmentas para el uso de agricultura, vivienda y caminos. En Estados Unidos, King y Belthoff (2001) en Idaho, reportan movimientos de juveniles. Calculan promedios diarios de 300 m a 2 km. Davies y Restani, (2006) en Dakota del Norte, reportan un promedio 100 m hasta antes de su migración. En el mismo Estado, Mrykalo *et al.*, (2007) registra la dispersión con distancias de 236 m a 10.83 km m entre los meses de agosto-septiembre en juveniles.

Es limitada la información sobre los patrones migratorios en tecolotes llaneros. Holroyd *et al.*, (2010, 2011) documenta el desplazamiento de una hembra de 1860 km de Arizona, Estados Unidos hasta Saskatchewan; Canadá. Siendo el mayor desplazamiento entre zonas de a nidación. Otro de los registros fue en el invierno del 2000 en Alberta y Saskatchewan, Canadá donde se bandearon y colocaron VHF, los cuales fueron ubicados en el Sur de Texas, EUA y durante enero del 2001 observándose por separado en Michoacán y Veracruz, México durante el mismo año.

Se considero una migración local a los desplazamientos mayores durante la segunda semana de septiembre a octubre del 2010 de los tecolotes juveniles. Ya que



la cantidad de observaciones de tecolotes iban disminuyendo conforme se presentaba el invierno. También se consideraron todos los comportamientos post-reproductivos (vuelos cortos, abandono de madrigueras satélites) y los desplazamientos fuera de sus zonas de nacimiento y/o uso habitual.

En el caso particular de este estudio las observaciones en el registro de los VHF se podrían recalcar la mención de los movimientos por el recorrido de la distancia de su punto de origen. Por el ejemplo, un individuo (**165.357**) fue capturado el 7 de junio del 2010 en la localidad de la Soledad, en Galeana; Nuevo León. Se obtuvieron un total de 42 puntos y se registraron movimientos a distancias máximas de 88.26 km con una observación visual en la localidad del Manantial, Vanegas; San Luis Potosí el 8 de octubre del 2010. Otro caso particular de la localidad de Soledad, en Nuevo León; fue el **165.597** con un total de 9 registros y con distancias máxima de 82 km se obtuvo una señal y una observación en la localidad del Gallo en Vanegas; San Luis Potosí siendo el 8 de octubre del 2010. Y por último el **165.516** también hay un patrón de movimientos en particular ya que fue capturado en la localidad de San Rafael en Galeana; el 8 de junio se registraron un total de 12 puntos. Y se registró a 16.9 Km, el 4 de octubre del 2010 ubicado en la localidad de La Paz, Galeana, Nuevo León. Cabe mencionar que lo relevante es que esta zona se encuentra con un hábitat fragmentado por la agricultura realizada en las zonas y separada a una distancia de 30 km entre localidades.

Por ultimo, estos resultados nos permiten conocer los desplazamientos locales, las áreas de uso y de dispersión de los tecolotes llaneros juveniles nacidos en colonias de perros llanero mexicano localizadas en el Noreste de México. Además, se une al esfuerzo de conocer la dinámica de los juveniles de esta especie (Klute *et al.*, 2003; ACA, 2005; COSEWIC, 2006). Un requerimiento para la preservación de la especie es establecer un plan de manejo ganadero, acciones de conservación del suelo, agua y de los pastizales que le permita control de la carga ganadera y de la agricultura para recuperar la condición del hábitat. Así como la necesidad de conservar el hábitat de los pastizales y las colonias de perros de la pradera mexicana



en particular la parte sur del Desierto Chihuahuense ya que alberga a los tecolotes llaneros durante todo su ciclo de vida.



3.6. BIBLIOGRAFÍA.

- Berardelli, D., Desmond, M.J., Murray, L. 2004. A comparative Study of Burrowing owl reproductive success between urban and grassland habitats in southern New Mexico. 3-25.
- Conway C. and Garcia V. 2005. Efects of radiotransmitters on natal recruitment of burrowing owls. *Journal of Wildlife Management* 69(1):404-408.
- Davies M.J. and Restani M. 2006. Survival and movements of juvenile burrowing owls during the postfledging period. *The Condor*. 108(2): 282-296.
- Desmond, M. J., Parsons T.J., Powers T.O., Savidge J.A. 2001. An initial Examination of mitochondrial DNA structure in Burrowing Owl populations. *J. Raptor Res.* 35 (4):274-281.
- Duncan, J.R. 2003. *Owls of the world. Their lives, Behavior and Survival.* A Firefly Book. Buffalo, New York. Estados Unidos de America. Capitulo 1. Pp.13-87.
- Enriquez Rocha, P. L. 1993. Historical presence of the burrowing owl in Mexico. *Journal of Raptor Research* 27 (1):88.
- Gervais, J.A., D.H. Catlin, N. D. Chelgren, and D. K. Rosenberg. 2006. Radiotransmitter mount type affects Burrowing Owl survival. *Journal of Wildlife Management*.70:872-876.
- Holroyd G.L., Conway J.C. and Trefry E.H. 2011. Breeding dispersal of Burrowing Owl from Arizona to Saskatchewan. *The Wilson Journal of Ornithology*. 123(2): 378-381.
- Holroyd G.L., Trefry E.H. and Duxbury M.J. 2010. Winter destination and habitats of Canadian Burrowing Owls. *J. Raptor Res.* 44 (4):294-299.
- Howell, G.R and Webb S., 1995. *A Guide to the birds of Mexico an Central America.* Oxford University Press.E.U.
- James, P. C., Espie R. H. M (1997). "Current status of the burrowing owl in North America: An agency survey. ." *J. Raptor Res. Report* 9: 3-5.
- King, A.R. and Belothoff R.J. 2001. Post-fledging dispersal of burrowing owl un southwestern Idaho: characterization of movements and use of satellite burrows. *The Condor* 103: 118-126.
- Koenig, W.D., Van Vueren D. and Hooge P.N. 1996. Detectibility, philopatry, and the distribution of dispersal distances in vertebrates. *Trends Ecol. Evol.*, 11:514-517.



- McNicoll, J. L. 2005. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) nest site selection in relation to prairie dog colony characteristics and surrounding land-use practices in Janos, Chihuahua, Mexico. Las Cruces, New Mexico, New Mexico State University. Master of Science: 54.
- Morton, M. L. 1992. Effects of sex and birth date on premigration biology, migration schedules, return rates and natal dispersal in the Mountain Whitecrowned Sparrow. *Condor* 94:117–133.
- Morton, M. L., M. W. Wakamtsu, M. E. Perreyra, and G. A. Morton. 1991. Post-fledging dispersal, habitat imprinting, and philopatry in a montane, migratory sparrow. *Ornis Scand.* 22:98–106.
- Mrykalo J.R., M.M. Grigione and R.J. Sarno. 2007. Home range and dispersal of juvenile Florida burrowing owls. *The Wilson Journal of Ornithology.* 119 (2): 275-279.
- Rosier R.J., Ronan A.N., Rosenberg D.K. 2006. Post-breeding dispersal of Burrowing Owl in an extensive California grassland. *The American Midland Naturalist.* 155 (1):162-167.
- Sissons, R.A. K.L. Scalise. 2001. Nocturnal foraging and habitat use by male burrowing owl in heavily-cultivated region of southern Saskatchewan. *J. Raptor Res.* 35 (4):304-309.
- Shyry T.D. 2005. Western Burrowing Owls (*Athene cunicularia hypugaeae*) in Southeast Alberta: juvenile survivorship from fledging to migration, effect of tags and late-season diets. Tesis M.C. Wildlife Ecology and Management, Department of Renewable Resources. University Alberta. Edmonton, Alberta; Canada.
- Todd D.L. R.G. Poulin, R.M. Brigham, E.M. Bayne and T.I. Wellicome. 2007. Pre-migratory movements by juvenile burrowing owls in a patchy landscape. *Avian Conservation and Ecology.* 2 (2) 4.
- Withe G. C y Garrot R.A. 1990. Analysis of Wildlife Radio-Traking Data. Academic Press. San Diego, California. Estados Unidos de America. Pp. 373.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164-168.



APENDICE 1. Registro de capturas. Tabla 2. Capturas de juveniles en sitios de a nidación. Coordenadas UTM (N, E), banda derecha (BD), banda izquierda (BI) los colores usados son: verde, rosa claro, rosa fuerte, azul, morado, rojo y frecuencias de transmisores (VHF).

BUOW	Fecha	Localidad	N	E	Anillo metal	BA	BI	VHF
1	6/18/2010	Erial	2766028	331183	745-06560		M NA	
2	6/18/2010	Erial	2766306	330875	745-06564		M NA	165.277
3	6/18/2010	Erial	2766028	331183	745-06566		M NA	
4	6/25/2010	Erial	2767559	328802	*****	NA		
5	6/25/2010	Erial	2767559	328802	*****	NA		165.556
6	7/14/2010	Gallo	2679578	306661	*****	NA		
7	7/14/2010	Gallo	2679578	306661	*****	NA		
8	7/14/2010	Gallo	2679585	306495	*****	NA		
9	7/14/2010	Gallo	2679585	306495	*****	NA		
10	7/14/2010	Gallo	2679478	306609	*****		NA NA	
11	6/25/2010	San Juan del Prado	2772916	326462	*****	NA		165.399
12	6/25/2010	San Juan del Prado	2770112	327652	*****	NA		
13	6/16/2010	San Rafael	2768176	323375	745-07617		M NA	165.197
14	6/16/2010	San Rafael	2768477	343031	745-06553		M NA	
15	6/16/2010	San Rafael	2768176	323375	745-06554		M NA	
16	6/17/2010	San Rafael	2768176	323375	745-06555		M NA	
17	6/22/2010	San Rafael	2767254	344317	745-06568		M NA	165.317
18	6/22/2010	San Rafael	2767226	344304	745-06567		M NA	165.678
19	6/23/2010	San Rafael	2767206	344268	745-06782	NA		165.756
20	6/23/2010	San Rafael	2767226	344304	745-06792	NA		165.478
21	6/23/2010	San Rafael	2767261	344353	745-06789		M NA	165.516
22	6/24/2010	Soledad	2754474	328783	745-06570		M NA	165.397
23	6/24/2010	Soledad	2754476	325778	745-06798		M NA	165.597
24	6/24/2010	Soledad	2754476	325778	74506-787		M NA	165.237
25	7/8/2010	Soledad	2780769	292650	*****	NA		165.637
26	7/8/2010	Soledad	2780769	292650	*****	NA		165.197
27	7/16/2010	Soledad	2755635	325149	*****	NA	NA NA	
28	6/24/2010	Soledad	2746426	326707	74506-796		M NA	165.437



APENDICE 2. Registro de capturas de adultos.

Tabla 3. Registro de capturas de tecolotes adultos en sitios de a nidación. Coordenadas UTM (N, E), banda derecha (BD), banda izquierda (BI) los colores usados son: verde, rosa claro, rosa fuerte, azul, morado, rojo y frecuencias de transmisores (VHF).

BUOW	Fecha	Localidad	N	E	Anillo metal	BD	BI	Sexo
1	6/17/2010	Erial	2766966	329280	745-06556	NA	M NA	Hembra
2	6/17/2010	Erial	2766966	329280	745-07607	M NA	NA NA	Macho
3	6/18/2010	Erial	2766697	330025	745-06559	NA	M NA	Hembra
4	6/18/2010	Erial	2766028	331183	745-06561	NA	M NA	Hembra
5	6/18/2010	Erial	2766697	330025	745-06563	NA NA	NA NA	Macho
6	6/18/2010	Erial	2767208	329203	745-06565	NA NA	NA NA	Macho
7	7/14/2010	Gallo	2679478	306609	*****	NA	NA NA	Hembra
8	6/25/2010	San Juan del Prado	2772916	326462	745-06793	M NA	NA NA	Hembra
9	6/15/2010	San Rafel	2768198	323553	745-07619	NA	M NA	Hembra
10	6/16/2010	San Rafel	2768477	343031	745-07616	NA	M NA	Macho
11	6/22/2010	San Rafel	2766966	329280	745-07618	NA NA	M NA	Hembra
12	6/22/2010	San Rafel	2767261	344353	745-07620	NA NA	M NA	Hembra
13	6/16/2010	Soledad	2767261	344353	745-06552	NA	M NA	Macho
14	6/23/2010	Soledad	2746426	326707	745-06791	NA NA	M NA	Hembra
15	6/24/2010	Soledad	2746426	326707	706-52854	NA	M NA	Macho
16	7/8/2010	Soledad	2780769	292650	*****	NA NA	NA NA	Hembra
17	7/11/2010	Soledad	2769964	325907	*****	NA NA	NA NA	Macho
18	7/16/2010	Soledad	2755635	325149	*****	NA NA	NA NA	Hembra
19	6/17/2010	Erial	2766708	330219	745-06558	NA	M NA	Macho



APENDICE 3. Catalogo Fotográfico.



Figura 22. Tecolote llanero juvenil con trasmisor VHF de cuello colocado.



Figura 23. Colocación de bandas de colores y metálica en los tarsos de tecolotes llaneros juveniles.



CAPITULO IV.

SELECCIÓN DE SITIO DE ANIDACIÓN DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN COLONIAS DE PERROS DE LA PRADERA MEXICANO (*Cynomys mexicanus*) EN EL DESIERTO CHIHUAHUENSE.

RESUMEN

El hábitat de los pastizales es apto para la reproducción, refugio y crianzas de muchas especies de mamíferos y de aves. En México, el perro llanero mexicano (*C. mexicanus*), es una especie que se encuentra exclusivamente en la región donde confluyen los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. El tecolote llanero (*Athene cunicularia*), tiene actividad diurna y con hábitos fosoriales usualmente no excava sus propias madrigueras, por lo que depende de otros excavadores (mamíferos) para tener disponibilidad de madrigueras abandonadas. La selección de sitios de anidación depende de características específicas del tecolote llanero como requerimiento principal es una cavidad con otras variables puntuales como: tipo, alturas, ancho, largo de las madrigueras y cobertura vegetal; para llevar cabo todo su ciclo reproductivo. El objetivo de este capítulo es la caracterización en la selección de sitios de a nidación del tecolote llanero en colonias de perros de la pradera mexicano en el noreste de México. Durante los meses de Marzo a Mayo del 2010 y 2011, se llevó a cabo la búsqueda intensiva nidos del tecolote llanero. Dicha búsqueda se realizó en localidades La Soledad, San Rafael, Erial y San Juan del Prado; en Galeana, Nuevo León y El gallo y El Manantial; en Vanegas, San Luis Potosí. Se llevaron a cabo mediciones específicas a cuatro escalas espaciales de madrigueras, sitio, colonia y paisaje en nidos exitosos. A su vez, se realizaron replicas (copias) de cada nido a cada escalas. Se obtuvieron estadísticos descriptivos de las mediciones. Mediante una correlación de Spearman se seleccionó un grupo de variables en cada categoría paisajística. En asociación de las merísticas de las variables obtenidas en los sitios de a nidación se utilizó un análisis de regresión logística para seleccionar que variables categóricas son requeridas para el uso de madrigueras nido en la selección de sitios de a nidación. Se obtuvieron 24 modelos. Obteniendo un modelo general con los valores menores de *AIC* y *w_i*. Las variables combinadas de las diferentes escalas incluyo diámetro, distancia nivel superior, altura de vegetación, madrigueras inactivas en un radio de 25m, distancia madrigueras satélite, cobertura vegetal, madrigueras activas 50m y numero de perchas con un *AIC* 81.179 y un *w_i* 0.6434. Los resultados obtenidos en este capítulo contribuyen en gran medida al conocimiento de las poblaciones residentes del tecolote llanero en las zonas de pastizal del extremo sur del desierto Chihuahuense. Este estudio se une al esfuerzo de enfatizar la necesidad de la conservación de los pastizales, en particular los del noreste México.



4.1. INTRODUCCIÓN.

La selección de hábitat en las aves es un proceso por medio del cual se eligen recursos entre distintas alternativas disponibles. Es un proceso jerárquico que involucra una serie de decisiones en el comportamiento innato y aprendido a diferentes escalas del ambiente, desde un nivel de macro hábitat a micro hábitat.

Las características del hábitat tienen influencias importantes. Por ejemplo, la estructura y la composición florística de la vegetación pueden determinar, entre otros aspectos, la distribución y abundancia del alimento, la disponibilidad de perchas para cantar, de cobertura contra predadores y de sitios para la anidación.

Los pastizales son un hábitat apto para la reproducción, refugio y crianzas de muchas especies de mamíferos y de aves. En México, el perro llanero mexicano (*C. mexicanus*), es una especie endémica (NOM-059-SEMARNAT-2010), que se encuentra exclusivamente en la región donde confluyen los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas. Son una especie ecológicamente clave ya que su presencia en los pastizales incrementa la diversidad biológica, y por lo mismo, su desaparición resultaría en la disminución en números poblacionales o incluso en la completa desaparición de muchas otras especies (Carrera, 2008). Las madrigueras de los perros de la pradera mexicana por insectos, arácnidos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Al igual que las especies depredadoras que se alimentan de los mismos perros llaneros. Un caso notable de utilización de las madrigueras de perros de la pradera mexicana es el del tecolote llanero occidental (*Athene cunicularia hypugaea*), especie con categoría de protección especial en México (NOM-059-SEMARNAT-2010).

El impacto antropogénico, los cambios morfológicos y la erosión en los pastizales impactan de forma significativa la continuidad los complejos de colonias de perros de la pradera mexicanos, lo que contribuye significativamente a la disminución del hábitat para anidar y de las poblaciones de tecolotes llaneros (McNicoll, 2005) Los sitios de anidación son altamente vulnerables ya que pueden ser dañados por causas antropogénicas



(agricultura, ganadería, urbanización, entre otros) y por causas naturales (sequía, inundaciones, quema).

El objetivo de este capítulo es determinar las características del hábitat que influyen en la selección del sitio de anidación a diferentes escalas espaciales (madriguera, colonia, sitio y paisaje) del tecolote llanero occidental en colonias de perro de la pradera mexicana en el noreste de México.

La selección de sitios de anidación del tecolote llanero depende de características específicas como requerimiento principal, la cual es una cavidad con un conjunto de variables óptimas como: tipo de cavidad, alturas, ancho, largo de las madrigueras y cobertura vegetal; para llevar cabo todo su ciclo reproductivo (Butts, 1976; MacCracken, *et al.*, 1985; Hughet *al.*, 1993; Toombs, 1997; Plumton y Luntz, 1993; Desmond *et al.*, 2000; Desmond y Savidge, 1996, 1999; Lantz, 2005; Crowe y Longshore, 2013; Thiele *et al.*, 2013).



4.2. ANTECEDENTES.

4.2.1. Ecología de anidación.

El tecolote llanero (*Athene cunicularia*), tiene actividad diurna y con hábitos fosoriales (Coulombe, 1971). El tecolote llanero usualmente no excava sus propias madrigueras, por lo que depende de las madrigueras abandonadas de otros excavadores (mamíferos), entre ellos el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), ardillón (*Marmota flaviventris*), zorrillo (*Mephitis spp.* y *Spilogale putorius*), rata canguro (*Dypodomys spp.*) y rata almizclera (*Ondatra zibethicus*) (Rich, 1986). Así mismo se han reportado a especies de ardillas de tierra como cavadoras de madrigueras del tecolote llanero, tales como *Citellus tereticaudus* y *Spermophilus beecheyi* (Coulombe, 1971) *Spermophilus townsendii* (Gleason y Johnson, 1985); *Spermophilus richardsoni* (Konrad y Gilmer, 1984).

4.2.2. Asociación con colonias de perros de la pradera.

Los estudios sobre el tecolote llanero en las Llanuras de Canadá y Estados Unidos, están relacionados con colonias de perrito llanero de cola blanca *Cynomys leucurus*; (Marti, 1973; Thomson, 1984). En los pastizales de México están asociadas a las madrigueras de perros llaneros (*C. ludovicianus* y *C. mexicanus*) (Desmond y Savidege, 1996; Griebel Savidege, 1998; Desmond *et al.*, 2000; McNicoll, 2005, Ruiz-Aymá 2009).

La asociación de esta especie con las colonias de los perros llaneros, ha sido estudiada por Sidle (2001), quien encuentra la presencia del tecolote llanero en el 69% de las colonias de perro de la pradera de cola negra en los Pastizales Nacionales de las Grandes Praderas. En Nuevo México se reportó 100 nidos de tecolote en las 22 colonias de perrito llanero estudiadas (McNicoll, 2005).

En Nebraska, en un estudio de 7 años en donde se monitoreó el tecolote llanero en 17 colonias de perrito llanero cola negra, se determinó una correlación positiva de la abundancia entre estas dos especies (Desmond, 2000). En el Valle Imperial de California se



determinó que la disponibilidad de madrigueras de *Citellus sp.* y *Cynomys sp.* fue el factor que limitó la ocurrencia del tecolote (Coulombe, 1971). No obstante, las investigaciones de las interacciones entre el tecolote llanero y los perritos de las praderas son escasas (Restani, 2001).

4.2.3. Características de las madrigueras de anidación en escalas de madriguera, colonias, sitio y paisaje.

Algunos estudios en sitios de anidación del tecolote llanero occidental asociados a las colonias de perros de la pradera de cola negra (*C. ludovicianus*) se ha determinado las medidas (alto, ancho, diámetro) de las madrigueras, además de algunas otras variables que están relacionadas en la selección del sitio de anidación, como los realizados en Estados Unidos. En Colorado, Plumton y Scott (1993) reportan la orientación de las madrigueras, la densidad de madrigueras, la distancia al camino más cercano y la distancia de percha como atributos importantes en la selección de sitios de anidación. En Nebraska, las distancias de madrigueras satélite al nido ($96 \pm 73.58\text{m}$) (Desmond y Savidge, 1996). En Idaho (1996), el ángulo de entradas de la madrigueras ($27.4^\circ \pm 1.1$ DS), altura de entrada ($14.8 \pm 0.7\text{cm}$ DS), altura del montículo ($8.4 \pm 0.9\text{cm}$ DS), número de madrigueras (2.1 ± 0.4 DS), distancia a percha ($26.1 \pm 4.4\text{m}$ DS), altura de percha ($99.5 \pm 7.7\text{cm}$ DS) y la distancia al camino ($95.9 \pm 26.2\text{m}$ DS) (Belthoff y King, 2002).

Son varios estudios previos que mencionan asociaciones a diferentes escalas de paisaje en la caracterización del hábitat en sitios ocupados por el tecolote llanero en EUA, i.e. Oklahoma (Butts, 1976), Dakota del Sur (MacCracken *et al.*, 1985; Thiele *et al.*, 2013), Colorado (Hugh *et al.*, 1993; Toombs, 1997; Plumton y Luntz, 1993), Nebraska (Desmond *et al.*, 2000; Desmond y Savidge, 1996, 1999) Wyoming (Lantz, 2005) y California y Arizona (Crowe y Longshore, 2013). Algunas de las variables reportadas en los diferentes niveles paisajísticos son: caminos y perchas (Paisaje); tamaño y actividad de las colonias de perros de la pradera (Colonia); densidad de madrigueras y tipo de vegetación (Sitio); tipo y ancho del la madriguera así como cobertura vegetal (Madriguera) (Tabla 1).



Tabla 1. Estudios a diferentes escalas de paisaje para la caracterización en sitios ocupados por el tecolote llanero en EUA.

Región	Autores	Mediciones del hábitat			
		Paisaje	Colonia de perritos	Sitio de A nidación	Madriguera
Oklahoma	Butts and Lewis, 1982	Topografía	Presencia de perritos de la pradera Distancia de la colonia al borde	Especies Altura de vegetación	Tipo de madriguera Tipo de suelo Largo del túnel
Dakota del sur	McCraken <i>et al.</i> , 1985 Thiele <i>et al.</i> , 2013	Camino mas cercano	Área de colonia Distancia perchas	Cobertura de follaje % suelo desnudo Altura de vegetación	Tipo de suelo Ancho del túnel Cobertura de follaje Altura de vegetación
Noreste de Colorado	Hughes, 1993	****	****	Área de colonia Actividad de colonia de perros	****
Sureste de Colorado	Toombs, 1997	****	Tipo de suelo Área de colonia Actividad de colonia de perros Distancia de la colonia al borde	Densidad de madrigueras	Tipo de suelo
Centro de Colorado	Plumpton and Lutz, 1993	Camino mas cercano Percha mas cercana Pendiente	Área de colonia	Cobertura de follaje % suelo desnudo Altura de vegetación Densidad de madrigueras	Orientación Largo del túnel
Nebraska	Desmond, 1991 Desmond and Savidge, 1996, 1999 Desmond <i>et al.</i> , 2000	Tamaño de población de BUOW Vecino mas cercano	Área de colonia Densidad de madrigueras activas Densidad de depredación por tlalcoyote	Densidad de madrigueras	****
Montana	Restani <i>et al.</i> , 2001	Camino mas cercano Pendiente Elevación Vecino mas cercano	Área de colonia Actividad de colonia de perros Distancia de la colonia al borde	Distancia a madrigueras activas	****

** No se caracterizó.



4.3. METODOLOGIA

4.3.1. Selección de sitios de muestreo.

Durante los meses de Marzo a Mayo del 2010 y 2011, se llevó a cabo la búsqueda intensiva nidos del tecolote llanero (*A. cunicularia*) siguiendo el criterio de McNicoll (2005) dentro de colonias de perro de la pradera mexicana (*C. mexicanus*). Dicha búsqueda se realizó en localidades La Soledad, San Rafael, Erial y San Juan del Prado; municipio de Galeana, Nuevo León y El Gallo y El Manantial; municipio de Vanegas, San Luis Potosí. Los nidos fueron reconocidos por la presencia de materia destruida como excremento de vaca, caballo, coyote, pasto, papel y plástico (Butts, 1976; Haug *et al.*, 1993); una vez ubicados se geo-referenciaron.

Se registraron solo los nidos exitosos con el avistamiento de pollos o volantones a partir de la salida del nido (junio-julio). Con los datos de ubicación de los nidos se generaron mapas (ArcView GIS 3.3 ©), para obtener la distribución en las áreas muestreadas (Figura 1).

4.3.2. Levantamiento de datos.

El criterio que se tomó en cuenta para llevar el levantamiento de datos fue el que el nido haya sido exitoso, es decir cuando al menos se observó un pollo. Se elaboraron fichas de registro general para las madrigueras la cuales contenían los datos como: nombre del sitio, coordenadas, localidad, municipio, estado, tipo de hábitat, tipo de vegetación, características de la madriguera, uso de suelo.

Una vez localizadas las madrigueras se llevaron a cabo mediciones específicas a cuatro escalas espaciales: a) madrigueras, b) sitio, c) colonia y d) paisaje; con un total de 23 variables, las cuales se describen a continuación. Asimismo, se realizaron replicas para cada nido exitoso.



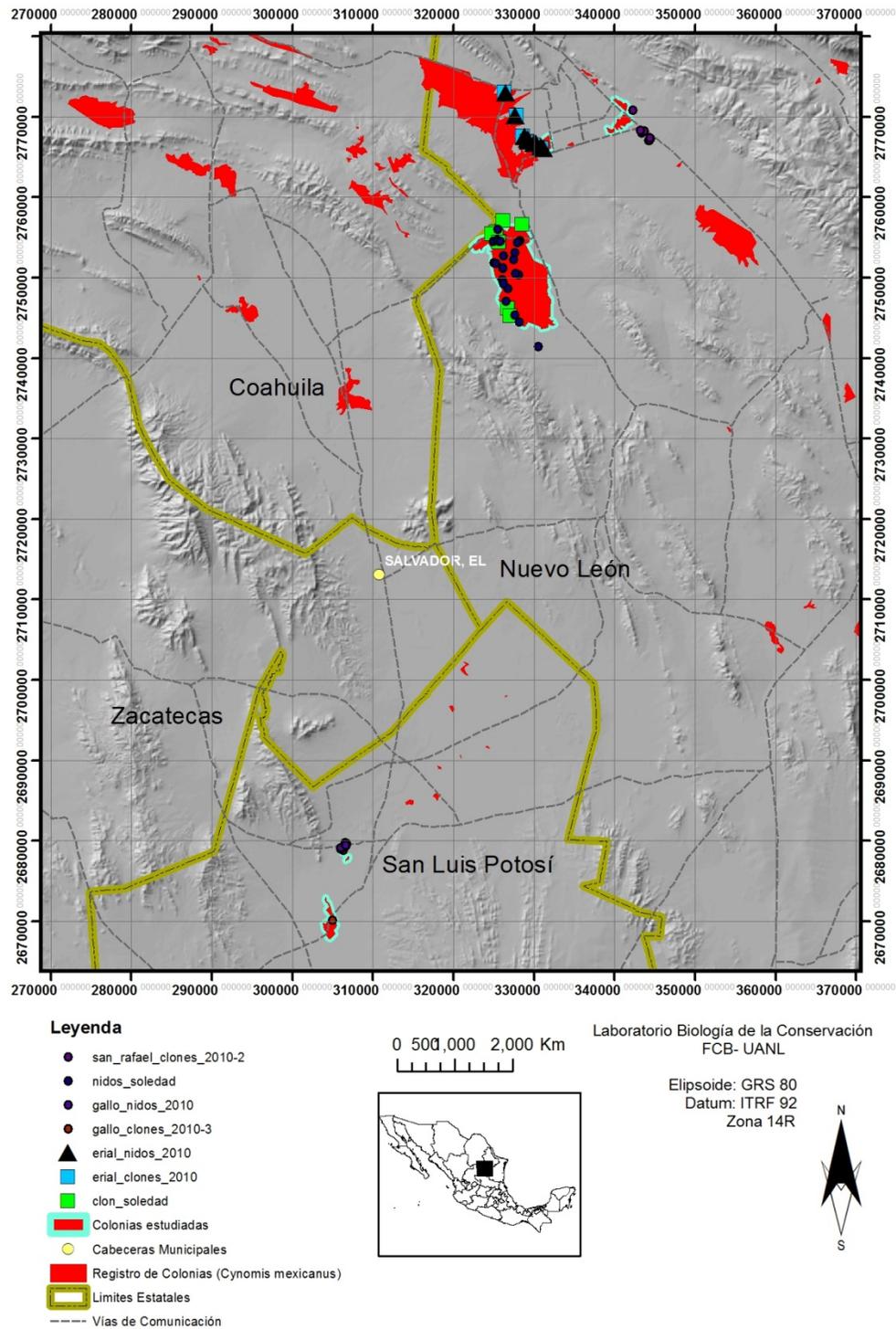


Figura 1. Ubicación de nidos y replicas en los sitios de muestreados en los estados de Nuevo León y San Luis Potosí.



4.3.3. Escalas espaciales.

Las variables que fueron evaluadas con lo reportado en literatura y a base de experiencia a campo dentro de las diferentes escalas, son:

a) **Madriguera.** Tipo de cavidad donde se ubicaba el nido de los tecolotes llaneros.

1. **Altura de madriguera.** La medida fue registrada verticalmente desde el suelo hasta la parte final del montículo.
2. **Ancho y diámetro de la entrada.** El criterio para tomar el ancho de la boca de entrada de la madriguera fue una medición cruzada (mayor y menor) para después sacar un promedio del mismo. El diámetro de entrada fue medido con una cinta métrica suave para toda la circunferencia de la entrada media de la madriguera.
3. **Distancia de la madriguera al piso.** Se midió la distancia del inicio de la madriguera hasta el suelo.
4. **Distancia del nivel superior.** Se tomó en cuenta la porción superior entre la entrada y parte superior de la madriguera.
5. **Extensión de la cámara de salida.** Es el área que se encuentra entre la entrada de la madriguera y la cámara superior.
6. **Diámetro interior del túnel.** A una distancia aproximada de 30 cm de la entrada se colocó una cinta flexible para tomar el diámetro de interno, esto debido a que algunos de los túneles no eran rectos.
7. **Orientación.** Se registró al disposición por azimut en grados de cómo se encontraba la entrada de la madriguera en ocho puntos cardinales (N, S, E, W, NE, NW, SE y SW).



8. **Cobertura vegetal.** Se utilizó el método del cuadrante en el cual se colocó un bastidor de PVC sobre la vegetación con una superficie de 1 m^2 (Bullock, 1996) figura 2. Se tomó la medida de altura y diámetro mayor y menor $((A1 + A2)/4\sqrt{\pi})$ de todas las especies vegetales presentes. Se colectaron aquellas plantas que no eran identificadas en el lugar, se les tomo foto y datos de registro, posteriormente fueron prensadas. La identificación taxonómica en campo fue en base a guías de campo y el material no identificado se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología de la Conservación (FCB/UANL), Apéndice 1

b) **Sitio.** Lugar en donde se registro el nido tomando una superficie de un radio de 50m.

1. **Número de madrigueras.** Se contabilizaron todas las madrigueras presentes en un radio de 50 m, registrando las madrigueras activas e inactivas.
2. **Madriguera satélite.** Se midió la distancia del nido hacia las madrigueras más cercanas o satélites y además se registraron las orientaciones en los puntos cardinales con una brújula. Las madrigueras satélites son utilizadas como refugio de los pollos o volantones más grandes de la puesta (McNicoll, 2005)
3. **Cobertura vegetal.** Se utilizó la el método de línea en cruz (Fierro *et al.*, 1980) tomando como punto de referencia el centro de la madriguera en una superficie de 25 m^2 . Cada 4m, se tomó la medida de altura y diámetro mayor y menor de todas las especies vegetales presentes en los cuatro puntos cardinales (N, S, E, W). Con el registro de cada planta se obtuvo las alturas y coberturas para los sitios de anidación (Figura 3).

c) **Colonia.** Se considero la colonia de perros de la pradera donde se registro el nido el levantamiento de las variables en una superficie de 0.4 ha.



1. **Conteo de Madrigueras.** Se recorrieron transectos de 100 m con un ancho aproximado de 25 m en cuatro puntos cardinales (N) norte, (S) sur, (E) este y (W) oeste. Se contabilizaron las madrigueras activas e inactivas durante cada transecto (Figura 4).

d) Paisaje. Se considero todas aquellas variables a macro escala que no se presentaban cerca donde se registro el nido.

1. **Distancias.** Se registraron distancias a partir del nido a perchas, carreteras, caminos y cultivos. Las medidas fueron realizadas con un distanciómetro digital (Leica Range Master 900 scan ©). Las medidas que no fueron registradas con distanciómetro se determinaron mediante fotografías satelitales obtenidas de Google Earth (Google Inc. 2013 ©) (Figura 5).

4.3.4. Madrigueras replicas.

Con el fin de comparar estadísticamente que variables influyen en la selección de los sitios de a nidación. Se realizaron replicas en las mediciones de las variables en las cuatro escalas espaciales de madriguera, sitio, colonia y paisaje. Estas se seleccionaron aleatoriamente en alguno de los puntos cardinales (N, S, E, W, NE, NW, SE, SW) a una distancia de 250 m de los nidos exitosos.



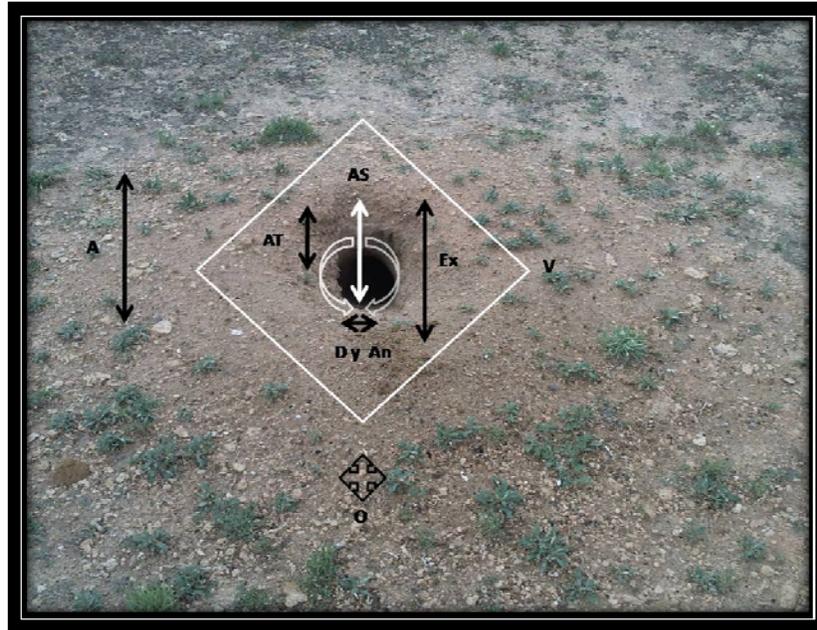


Figura 2. Medición de variables en la escala madriguera: (A) altura, (AS) distancia nivel superior, (AS) distancia madriguera al suelo, (D y An) diámetro y ancho, (Ex) extensión de la cámara de salida, (V) vegetación y (O) orientación.



Figura 3. Variables de sitio en áreas ocupadas por tecolote llanero (C) cobertura vegetal y (M) madrigueras activas e inactivas en un radio de 50 m, así como madrigueras satélites.





Figura 4. Cuento de madrigueras activas e inactivas en transectos de 200 m, en la escala espacial de sitio.



Figura 5. Variables de paisaje, distancias del nido a perchas, caminos, carreteras y cultivos.



4.3.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de estadística descriptiva (media, intervalos de confianza 95%, y desviación estándar) de las mediciones obtenidas en las madrigueras nido y replicas para cada una de las variables en cada escala mediante el programa SPSS 20 (IBM SPSS Versión 20, 2011©). También se aplicó una prueba de *T* para dos muestras (Zar, 2010). El análisis nos arroja si hay una diferencia significativa entre la media de las variables. También se obtuvo las medias, intervalos de confianza al 95% y la distribución respecto a la media aritmética entre las variables de los nidos y replicas para cada escala.

De las características requeridas por el tecolote llanero en la preferencia de uso de madrigueras durante el periodo reproductivo se seleccionó un grupo de variables en cada escala con diferencia significativa ($P < 0.05$) mediante una correlación de Spearman (Zar, 2010) entre nidos y replicas. Y todas aquellas variables que mostraron una asociación significativa fueron analizadas mediante una regresión logística binaria.

Esta regresión establece qué variables de cada escala espacial determinan la selección del sitio de anidación por los tecolotes. Se espera que los modelos generados seguirán los criterios de las variables reportadas en la selección de los sitios de anidación del tecolote llanero (Poulin *et al.*, 2005; Belthoff, 2002, Crowe and Longshore, 2013), así como la experiencia observada en campo. Para estandarizar los datos de las variables en cada escala se homogenizó a un formato binario (presencia/ausencia) (Apéndice I).

Para el análisis de la regresión logística se utilizó la variable binaria estatus ($y = 1$, nido y $y = 0$, réplica) y 23 variables explicatorias o independientes observadas en nidos y las réplicas. A partir de estas 23 variables explicatorias se generaron diferentes modelos que fueron jerarquizados en base al criterio de información de Akaike ajustado para tamaños de muestras pequeños (*AICc*) (Burnham and Anderson, 2002). Se usaron los pesos de Akaike's (w_i) y las relaciones de las pruebas para evaluar el peso de cada modelo. Estos análisis se realizaron usando el SYSTAT programa estadístico versión free 28 13.0 (SYSTAT Software, Inc, Chicago Illinois 2013, Versión free ©).



4.4. RESULTADOS.

4.4.1. Madrigueras de anidación.

Durante las temporadas reproductivas del 2010 y 2011 se encontraron un total de 56 nidos. En la primera temporada se tomo la medición de 37 nidos: 27 para Nuevo León (Erial 9, San Rafael 9 y Soledad 9) y 10 para en San Luis Potosí (Manantial 1 y Gallo 9). Para la segunda temporada se registraron 19 nidos en Nuevo León 13 (Erial 3, San Rafael 5 y Soledad 5) y en 6 San Luis Potosí (Manantial 3 y Gallo 3). El 100% de los nidos del tecolote llanero fueron localizados en madrigueras de perros de la pradera mexicano.

Los valores obtenidos mediante la estadística descriptiva determinaron que de las 23 variables analizadas para las madrigueras/nido y las réplicas, solo hubo diferencia en 9 variables (39%).

Las variables que mostraron una diferencia en la media para cada escala paisajística fueron: a) madriguera (altura $P=0.004$, distancia a nivel superior $P=0.002$ y altura vegetal $P=0.008$); b) sitio (número de madrigueras activas en 0.25ha $P=0.000$), distancia de satélites $P=0.000$ en 0.25ha); c) colonia (madrigueras activas $P=0.000$ en 4 ha) y d) paisaje (número de perchas $P=0.000$ y distancia de cultivos $P=0.000$) (Tabla 2^{a,b}).



Tabla 2ª. Valores de estadísticos descriptivos en variables de cada escala espacial entre nidos y replicas durante las épocas reproductivas del 2010 y 2011. Media (\bar{X}), intervalos de confianza 95% (IC 95%), min. (mínimo), máx. (máximo), desviación estándar (DE), error estándar (EE) y (P) Valor de significancia prueba de *t*. * Variables que presentaron diferencia en las medias.

Madriguera	Nido						Replica					
	IC 95%						IC95%					
	\bar{X}	min.	máx.	DE	EE	P	\bar{X}	min.	máx.	DE	EE	
Altura* cm	24.62	21.6	27.64	11.17	1.51	0.004	29.88	27.4	32.39	9.4	1.25	
Ancho cm	17.96	16.56	19.37	5.2	0.7	0.091	16.35	14.4	18.31	7.36	0.97	
Diámetro* cm	42.29	38.99	45.99	12.21	1.64	0.119	38.67	35.5	41.81	11.84	1.56	
Distancia madriguera al suelo cm	9.65	7.76	11.54	6.99	0.94	0.619	8.88	6.27	11.48	9.8	1.29	
Distancia nivel superior* cm	12.02	10.08	13.96	7.16	0.97	0.002	18.6	14.6	22.61	15.13	2	
Extensión de la cámara de salida cm	43.87	40.3	47.44	13.2	1.78	0.505	42.4	38.2	46.66	16.05	2.12	
Diámetro interno cm	42.15	38.38	45.46	12.24	1.65	0.156	38.75	35.4	42.08	12.5	1.65	
Orientación °	126	98	153	103	13.9	0.982	121	95	147	98	12	
Altura vegetal * cm	3.05	2.57	3.53	1.78	0.24	0.008	4.62	3.66	5.58	3.62	0.47	
Cobertura vegetal cm	17.3	13.43	21.17	14.31	1.93	0.190	23.58	17.9	29.29	21.15	2.84	
Sitio de anidación												
Numero de madrigueras a .025 ha activas*	17.25	14.61	19.89	9.74	1.31	0.000	7.25	5.98	8.51	4.77	0.63	
Numero de madrigueras a .025 ha inactivas	3.09	2.31	3.87	2.88	0.39	0.149	2.32	1.63	3	2.57	0.34	
Satélite	3.27	2.72	3.82	2.04	0.27	0.880	3.28	2.24	4.32	3.9	0.51	
Distancia madrigueras satélites* m	9	8	10	2	0.39	0.000	26	18	33	28	3.83	
Altura vegetal cm	4.97	0.37	4.22	5.7	2.7	0.548	5.31	4.3	6.2	3.4	0.46	
Cobertura vegetal cm	28.35	21.61	35.1	24.9	3.36	0.218	22.35	15.9	28.83	24.4	3.23	



Tabla 2^b. Valores de estadísticos descriptivos en variables de cada escala espacial entre nidos y replicas durante las épocas reproductivas del 2010 y 2011. Media (\bar{X}), intervalos de confianza 95% (IC 95%), min. (mínimo), máx. (máximo), desviación estándar (DE), error estándar (EE) y (*P*) Valor de significancia prueba de *t*. * Variables que presentaron diferencia en las medias.

Colonia de perro de la pradera	Nido						Replica				
	\bar{X}	IC 95%		DE	EE	<i>P</i>	\bar{X}	IC95%		DE	EE
		min.	máx.					min.	máx.		
Madrigueras activas 4 ha *	23	18	28	16	2	0.000	7	5	9	6	1
Madrigueras inactivas 4 ha	3	1	5	2	1	0.369	1	1	2	0.75	0.5
Paisaje											
Núm. de perchas*	3	2	4	1	0.24	0.000	4	4	5	2	0.22
Distancia perchas m	82.22	68.63	95.89	1.68	6.79	0.736	85	71.1	100	56	7
Distancia a carretera m	540	425	654	422	57	0.083	407	331	484	287	38
Distancia a camino m	63.33	28.23	98.43	12	17.05	0.148	95.05	63	126	11	15
Distancia cultivo* m	324	251	396	267	36	0.000	184	153	214	114	15



Posteriormente, en base la correlación de Spearman (Zar, 1999), se seleccionaron aquellas variables que mostraron una asociación significativa en cada escala las cuales se denominaron predictivas (Apéndice 2).

Las variables predictivas seleccionadas para las asociaciones en las madrigueras nido contra las réplicas fueron diámetro, distancia nivel superior, altura vegetal, madriguera en 50m inactivas, satélites, cobertura vegetal en 50m, madrigueras activas en 200 m y numero de perchas (Apéndice 3).

Las asociaciones que se obtuvieron nos arrojaron un total de 24 modelos en combinación con las escalas de madriguera, sitio, colonia y paisaje.

En la escala de madriguera las variables predictivas fueron diámetro interno (DI), distancia al nivel superior (DNS) y altura de la vegetación (ALV1x1) en cuadrante de 1x1m. En esta escala nos arrojaron 10 modelos, de los cuales se seleccionaron los 3 más robustos. El modelo con menor valor de Akaike y mayor peso (AIC 150.61; w_i 0.360) fue el que se incluyeron las variables distancia al nivel superior, extensión de la cámara de salida, diámetro interno, orientación, altura de la vegetación y cobertura vegetal (Tabla 3^a).

Las variables dentro de la escala sitio fueron madrigueras inactivas en un radio de 25m (ACT50m), distancia a madrigueras satélites (DMS) y cobertura vegetal (CV50m) en un radio de 50m. Se obtuvieron 6 modelos, siendo 3 los más consistentes. El mejor modelo fue el que incluyo madrigueras activas en un radio de 25m (ACTm50m), madrigueras inactivas en un radio de 25m (INm50m), satélites (S), distancia a madrigueras satélites (DMS), altura de la vegetación (ALV50m) y cobertura vegetal (CV50m) (AIC 105.055, w_i 0.378). Seguido del modelo con las variables satélite (S), distancia a madrigueras satélites (DMS), altura de la vegetación (AV50m) y cobertura vegetal (CV50m) (AIC 105.108, w_i 0.368) (Tabla 3^b).



En la escala de colonia se obtuvo un total de 3 modelos. El modelo con menor Akaike y mayor peso (AIC 122.952, w_i 0.6969) incluyó madrigueras activas e inactivas (ACTm200+INm200m) en 200 m (Tabla 3^c).

Dentro de la escala del paisaje se determinaron un total de 5 modelos. El mejor modelo que describe este nivel son la distancia de las perchas (DP) con número de perchas (NP), distancia a carreteras (DCA) y distancia a cultivo (DCL) con un AIC de 132.275 y un w_i 0.998, (Tabla 3^d).



Tabla 3. Modelos de regresión logística para cada escala espacial de variables utilizadas por el tecolote llanero en pastizales del noreste México. Probabilidad ($-2\log L$), (k) número estimado de parámetros, (AIC , por sus siglas en ingles) valores del criterio de Akaike, (ΔAIC) delta AIC y (w_i) peso de Akaike para cada modelo.

a) Madriguera						
		$-2\log L$	K	AIC	ΔAIC	W_i
1	DNS + ECS + DI + OR+ ALV1x1 + CV1x1	68.305	6	150.611	0	0.360
2	AL + AN + D + DMP + DNS + ECS + DI+ OR+ ALV1x1 + CV1x1	65.274	6	152.549	1.938	0.137
3	DMP + DNS + ECS + DI + OR + ALV1x1 + CV1x1	68.283	6	152.566	1.955	0.136
4	ALV1x1 + CV1x1	153.042	6	153.042	2.431	0.107
5	AN + D+ DMP + DNS + ECS + DI + OR+ ALV1x1+ CV1x1	66.571	6	153.142	2.531	0.102
6	D + DMP + DNS + ECS + DI + OR + ALV1x1 + CV1x1	68.427	6	154.293	3.682	0.057
7	DI + OR + DII + CV1x1	72.482	6	154.964	4.353	0.041
8	OR + ALV1x1 + CV1x1	73.516	6	155.032	4.421	0.040
9	ECS + DII+ OR + ALV1x1 + CV1x1	72.386	6	156.772	6.161	0.017
10	CV1x1	77.607	3	159.213	8.602	0.005

b) Sitio						
		Log-Likelihood	K	AIC	ΔAIC	W_i
11	ACTm50m + INm50m + S + DMS +ALV50m + CV50m	45.528	7	105.055	0	0.378
12	S + DMS +ALV50m + CV50m	47.554	7	105.108	0.053	0.368
13	INm50m + S + DMS+ ALV50m + CV50m	46.948	7	105.895	0.840	0.248
14	DMS + ALV50m + CV50m	52.94	7	113.880	8.825	0.004
15	CV50m	74.263	4	152.526	47.471	0.000
16	ALV50m + CV50m	74.043	4	154.087	49.032	0.000

c) Colonia						
		Log-Likelihood	K	AIC	ΔAIC	W_i
17	ACTm200m + INm200m	58.925	50	122.287	0	0.6969
18	ACTm200m	59.144	6	123.952	1.665	0.3031
19	INm200m	74.162	36	152.324	30.037	0.0000

d) Paisaje						
		Log-Likelihood	K	AIC	ΔAIC	W_i
20	NP + DP + DCA+ DCM + DCL	60.138	6	132.275	0	0.9987
21	DP + DCA + DCM + DCL	68.948	5	147.897	15.622	0.0004
22	DCA + DCM+ DCL	69.56	5	147.12	14.845	0.0006
23	DCM + DCL	72.159	4	150.318	18.043	0.0001
24	DCL	73.045	4	150.089	17.814	0.0001

Madriguera. Altura (AL), ancho (AN), diámetro (D), distancia madriguera piso (DMP), distancia nivel superior (DNS), extensión de cámara de salida (ECS), diámetro interno (DI), orientación (OR), altura vegetal 1x1m (ALV1x1) y cobertura vegetal1x1 (CV1x1m). **Sitio.** Madrigueras activas e inactivas en 50m (ACTm50m y INm50m), Satélite (S), distancia madriguera satélite (DMS), altura vegetal50m (ALV50m) y cobertura vegetal 50m (CV50m). **Colonia.** Madrigueras activas e inactivas en 200m (ACTm200m e INm200m). **Paisaje.** Numero de perchas (NP), Distancia perchas (DP), carreteras (DCA), camino (DCM) y cultivo (DCL).



Finalmente se construyó un modelo general con la combinación de las variables de más peso (w_i) de cada escala espacial. El modelo que mejor describe la selección de sitio de anidación es el que incluye el diámetro (D), distancia nivel superior (DNS), altura de vegetación (ALV1x1), madrigueras inactivas en un radio de 25m (INm50m), distancia madrigueras satélite (DMS), cobertura vegetal (CV50m), madrigueras activas 50m (ACTm50m) y número de perchas (NP) (AIC 81.179; w_i 0.643) (Tabla 4).

Tabla 4. Modelos con variables asociadas y utilizadas por el tecolote llanero occidental en pastizales del noreste México. Probabilidad ($-2\log L$), (k) número estimado de parámetros, (AIC) valores del criterio de Akaike, (ΔAIC) delta de AIC y (w_i) peso de Akaike para cada modelo.

	$-2\log L$	K	AIC	ΔAIC	W_i
D + DNS +ALV1x1 + INm50m + DMS + CV50m + ACTm50m + NP	31.59	4	81.179	0	0.643
DNS + AL + INm50m + DMS + ACTm200m + NP	33.59	5	83.445	2.266	0.207
AL + INm50m + DMS + CV50m + ACTm200m + NP	35.33	6	84.661	3.482	0.112
INm50m + DMS + CV50m + ACTm200m + NP	37.45	6	86.916	5.737	0.036

Variables. Diámetro (D), distancia nivel superior (DNS), madrigueras inactivas 50m (INm50m), distancia madrigueras satélites (DMS), cobertura vegetal (CV50m), madrigueras activas en 200m (ACTm200m) y numero de perchas (NP).



4.5. DISCUSIONES

Todos los nidos del tecolote llanero se localizaron en pastizales y estuvieron asociados a las madrigueras de los perros de la pradera mexicana, lo cual coincide con lo mencionado por Desmond (1996), Gribel (1998) Desmond *et al.*, (2000) y McNicoll, (2005). Esto debido a que esta especie utiliza el llamado de alerta de los perros de la pradera como “alarma” contra los depredadores, y al alimentarse mantiene la vegetación con una altura baja que les permite a los tecolotes tener una mayor visibilidad para obtener sus presas como lo mencionado por Belthoff (2001) y Desmond *et al.*, (2000).

Dentro de las variables medidas entre los nidos y las réplicas, se encontró que la altura de la madriguera es significativamente importante ya que brinda protección al nido contra factores climáticos como las inundaciones por lluvias. También quizá les sirve para tener una mejor visibilidad para los depredadores y las presas. Los valores calculados fueron mayores ($24.62 \pm 1.52\text{cm}$) que los reportados por Belthoff y King (2002) ($14.8 \pm 0.7 \text{ cm DS}$) en colonias de perros de la pradera de cola negra en Idaho, EUA. Y muy cercanos al valor obtenido ($19.56 \pm 5.93 \text{ cm DS}$) en un estudio realizado en el 2007 en La Soledad, Galeana; Nuevo León, México por Ruiz-Aymá (2009).

Respecto a la cobertura vegetal presente en una área de 1x1 m de la madriguera, se observa que es menor ($17.3 \pm 1.93\text{cm}$) a lo reportado por Poulin *et al.*, (2007) $20 \pm 1.6 \text{ cm}$. Esto podría deberse a la composición vegetal de las praderas Canadienses donde se llevó a cabo el estudio el cual es un pastizal mixto en el que dominan los arbustos y pastos como: *Koeleria macrantha*, *Elymus lanceolatus*, *Pascopyrum smithii*, *Bouteloua gracilis*, *Hesperostipa comata*, *Hesperostipa spartea* y *Nassella viridula*.



La cantidad de madrigueras activas en la categoría del sitio es mayor (17.25 ± 1.31 , en 0.0025 ha), a lo reportado en Estados Unidos de América por diferentes autores en colonias de perros de la pradera de cola negra (*C. ludovicianus*). En Colorado, Plumton y Scott (1993) registran 21.3-28.7 madrigueras por hectárea; Belthoff y King (2002), $2.1 \pm 0.4/0.004$ ha, en Idaho. En cambio en Nebraska, Desmond y Savidge (1999) reportan 96 ± 5.1 madrigueras/0.0075 ha, cuyo valor está por arriba de lo registrado en nuestra área de estudio. Mientras que en Nuevo León, México, durante el verano del 2007 Ruiz-Aymá (2009), reporta 20 ± 7 madrigueras, valor muy similar a lo registrado para el presente trabajo.

La disposición de madrigueras activas (23 ± 2) en la categoría de colonia sigue los mismos patrones de cantidad de madrigueras que la escala de sitio. Esto podría relacionarse que al ver mayor actividad en la colonia, el sonido de llamado de los perros de la pradera puede alertar contra los depredadores de los nidos de tecolote llanero como: coyotes (*Canis latrans*), zorrilla nortea (*Vulpes velox*), tlalcoyote (*Taxidea taxus*), como lo ha mencionado aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), aguililla de swainson (*Buteo swainsoni*), águila real (*Aquila chrysaetos*), halcón mexicano (*Falco mexicanus*) como lo ha mencionado Desmond *et al* (2000) y Crowe y Lonshore (2013), así como también las observaciones personal en campo durante la realización del estudio.

Respecto al número de perchas el valor obtenido (3 ± 0.24) en el presente estudio se relaciona como un factor determinante ya que le ayudan a una mejor visibilidad para la captura de presas, avistamiento de depredadores, vigilancia al nido entre otras, es similar al reportado (2.76 ± 8.36) por Belthoff y King (2002) en Idaho.

Hasta el momento se ha mencionado variables que influyen positivamente en el éxito de la selección de los sitios de anidación del tecolote llanero. Pero existe un factor que implica vulnerabilidad y este es la distancia a los caminos. Las aves adultas y juveniles corren peligro al cruzarlos en búsqueda de alimento ya que pueden ser colisionados o atropellados por automóviles como lo han mencionado Plumton y



Scott (1993) y Belthoff y King (2002). También, la distancia a los cultivos es un factor de vulnerabilidad a los tecolotes por la cantidad de pesticidas y químicos usados en la región. La presencia de los nidos cerca (324 ± 36 m) de los cultivos se podría deber a la erradicación de los perros de la pradera o el abandono de las mismas madrigueras así como la disponibilidad de alimento tanto de insectos como de roedores, concordando por lo mencionado por Bellocq (1993), McDonald (2004) y Wellicome (2001)

Por otro lado la prueba de regresión logística nos arroja que el tecolote llanero requiere características óptimas para la selección del sitio de anidación teniendo como comparación las réplicas. El conjunto de variables requeridas de las cuatro escalas paisajísticas en la selección del sitio de anidación sea exitoso son: **madriguera** (diámetro, distancia a nivel superior, altura de vegetación), **sitio** (madriguera en 50m inactivas, madrigueras satélites, cobertura vegetal en 50m), **colonia** (madrigueras activas en 200m) y **Paisaje** (número de perchas).

Al comparar los modelos obtenidos de la regresión logística binaria con trabajos que han estudiado los requerimientos en la selección de los sitios de anidación del tecolote llanero en los Estados Unidos de América encontramos similitud con algunas variables óptimas analizadas para la selección del sitio. Por ejemplo, Crowe y Lonshore (2013) en Mojave en Nevada, obteniendo un modelo parsimonioso que incluyo tipo de madriguera, altura de montículos, madrigueras en 5 m y en 50 m. Así como también en Wyoming, por Lantz (2005), donde asoció 4 escalas espaciales (madriguera, sitio, colonia y paisaje) en colonias de perros de la pradera (*C. ludovicianus*) y obtiene un modelo con variables óptimas que incluyó: tipo de madriguera, largo del túnel, disposición de madrigueras, cobertura menor de arbustos en 30 m, actividad de la colonia de perros en 100 m y cuerpo de agua más cercano. Sin embargo, si hay una diferencia en el modelo reportando por Thiele *et al.*, (2013) en Dakota del Sur, donde caracteriza tres escalas espaciales (madrigueras locales, colonia y paisaje). El mejor modelo solo incluye porcentaje de herbáceas, suelo desnudo, obstrucción del diámetro del túnel y árboles en 800 m.



En nuestro estudio en la escala de madriguera la variable más significativa son los tamaños de los montículos (DNS). Los tecolotes adultos pueden aumentar sus posibilidades de la supervivencia o la de sus crías por la orientación de visión con madrigueras con montículos mayores ya que les brinda mejor visión para el acecho de los depredadores. Así, como también tener una mejor perspectiva para la búsqueda de alimento y la protección contra inundaciones por efectos de las lluvias de temporada. Un montículo de 25 cm puede ser una señal que indica la importancia de la madriguera, señalando de esta forma la presencia de un túnel más largo y la cámara y/o más grande nido. Presumiblemente, un túnel reduciría el acceso de depredadores (por ejemplo, coyote, tlalcoyote), proporcionando un aumento de la distancia entre los depredadores y los huevos y crías como lo ha mencionado Smith y Belthoff (2001).

Los tecolotes llaneros a menudo hacen guardia afuera de la madriguera como lo menciona Butts y Lewis (1982); ya que pueden ser menos visibles de pie junto a un montículo más grande lo que aumenta la supervivencia de adultos al no ser detectados por los depredadores.

Aunque se disponían de otros tipos de madrigueras en nuestro sitio de estudio, por ejemplo, el tlalcoyote (*Taxidea taxus*), zorra del desierto (*Vulpes velox*), conejo, liebres, coyotes. Solo fueron registradas en madrigueras de perro de la pradera mexicano esto se podría ser por la estructura y la cantidad de madrigueras en las localidades de muestreo. Las madrigueras ya que requieren menos modificación y reduciría los costos de energía la cual la pueden usar para cazar, alimentarse y estar al cuidado del nido como lo mencionado por Butts y Lewis (1982) y Poulin *et al.*, (2005).

En la escala paisaje la variable más óptima fueron las perchas tales como: los arbustos, las postas de las cercas, así como los postes sobre los caminos y carreteras. Los tecolotes las utilizan en la en alerta de los depredadores, atención al nido, mayor



visibilidad por la cazas de sus presas como menciona Green y Anthony (1989) y Schmutz (1997). Cabe mencionar que se registró en las réplicas el uso de las perchas por tecolotes adultos observándose la caza de presas como mamíferos pequeños de especies como *Spermophilus spilosoma* y *Dipodomys merriami*.

Con la aportación de nuestro estudio a través de la evaluación en la selección de los sitios de a nidación en diferentes escalas espaciales reafirma las jerarquías en la naturaleza en términos de preferencia en la anidación del tecolote llanero.

Los resultados obtenidos en este capítulo contribuyen en gran medida al conocimiento de los requerimientos en la selección de los sitios de anidación en las poblaciones reproductivas del tecolote llanero occidental en las zonas de pastizal del extremo sur del desierto Chihuahuense. El estudio se une al esfuerzo de enfatizar la necesidad de la conservación de los pastizales, en particular los del noreste México ya que alberga las poblaciones más grandes del Noreste del país. Estos ecosistemas tienen gran importancia biogeográfica y ecológica ya que desempeñan un papel crítico en la supervivencia de las poblaciones de aves de pastizal además de albergar el mayor complejo de colonias de perro llanero mexicano de Norteamérica.



4.6. BIBLIOGRAFÍA.

- ACA. 2005. Commission for Environmental Cooperation. In: North America conservation action plan (*Athene cunicularia hypugaea*).
- Ajilvsgi, Geyata. 2003. Wildflowers of Texas. Shearer Publishing. Fredericksburg, Texas (USA).
- Alanís, G. G. Cano y Cano, y M. Robalo, 1996. Vegetación y Flora de Nuevo León. Una guía botánico-ecológica. CEMEX. México. 251 pp. 4. SEMARNAT, 2001.
- ArcView 3.3. 1992-2002. Environmental System Research Institute, Inc. HCL Technologies Ltd. New Delhi India.
- Belthoff, J.R. and R.A. King. 2002. Nest-site characteristics of burrowing owls in the Snake River Birds of Prey National Conservation Area, Idaho. Western North American Naturalist 62:112-119.
- Butts, K. O. 1976. Burrowing Owl wintering in the Oklahoma Panhandle. The Auk 93(3): 510-516.
- Butts, K.O., and Lewis, J.C. 1982. The importance of prairie dogtowns to burrowing owls in Oklahoma. Proc. Oklahoma Acad. Sci. 62: 46-52.
- Bullock, K.J. 1996. Ecological census techniques handbook. Cambridge University. Press. Cap. 8. Birds. Pp: 111-137.
- Brower, J.E., J.H. Zar & C.N. Von Ende. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. 3^a Edition. Wm.C. Brown Publishers. E.U.A. pp. 81-85.
- Burnham, K.P., and Anderson, D.R., 2002. Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-theoretic Approach, second ed. Springer, New York.
- Carrera M. M. A. 2008. Situación actual, estrategias de conservación y bases para recuperación del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). Tesis M.C. UNAM. México. Pp72.
- Coulombe, H. N. 1971. Behavior and population ecology of the Burrowing owl, *Speotyto cunicularia*, in the Imperial Valley of California. The Condor 73(2): 162-176.
- COSEWIC. 2006. COSEWIC assessment and update status report on Burrowing owl *Athene cunicularia* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 31 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).



- Crowe, D.E., Longshore, K.M., 2013. Nest site characteristics and nesting success of Western Burrowing Owl in the eastern Mojave Desert. *Journal of Arid Environments*. 113-120.
- Desmond, M. J. and Savidge J.A. 1996. Factors influencing Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*) Nest densities and numbers in Western Nebraska. *The American Midland Naturalist* 136: 143-148.
- Desmond, M. J., Savidge J.A. 1999. Satellite burrow use by Burrowing Owl chicks and its influence on nest fate. *Studies in Avian Biology* 19: 128-130.
- Desmond, M. J., Savidge J.A., Eskridge K.M. 2000. Correlations between Burrowing Owl and Black-Tailed Prairie Dog declines: a 7-year analysis. *Journal of Wildlife Management* 64(4): 1067-1075.
- Diggs, G.M., B.L. Lipscomb, M.D. Reed, and R.J. O'Kennon. 2006. *Illustrated Flora of East Texas, Volume 1 (Introduction, Pteridophytes, Gymnosperms, Monocotyledons)*. Sida, Bot. Misc. 26. Bot. Res. Inst. of Texas, Fort Worth.
- Fierro, G. L.C., Ibarra F. F., Martin R. M.H., Melgoza C. A., Peña N. J. Sierra T. J., Soltero G. S. 1980. *Manual de Métodos de Muestreo de Vegetación*. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías. S.A.R.H. Departamento de Pastizales. Serie Técnico-Científico. Vol. I No.1. Pp 106.
- Gleason, R. S., Johnson. 1985. Factors influencing nesting success of Burrowing Owl southeastern Idaho. *Great Basin Naturalist* 45: 81-84.
- Green, G. A., Anthony R.G. (1989). "Nesting success and habitat relationships of Burrowing Owl in the Columbia Basin, Oregon". *The Condor* 91(2): 347-354.
- Google earth. 2013. Server. kh.google.com. Google Inc. All Rights Reserved.
- Gould, F. W. 1975. *The Grasses of Texas*. College Station, Texas A&M University Press
- Griebel, R. L., Savidge, J.A. (1998). Ecological and physiological factors affecting nesting success of Burrowing Owl in the Buffalo Gap National Grassland. *Buffalo Gap National Grassland* 1-24.
- Haug, E. A., B. A. Millsap, and M. S. Martell. 1993. Burrowing Owl (*Speotyto cunicularia*). In A. Poole and F. Gill, editors. *The birds of North America*, No. 61. The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, Pennsylvania; The American Ornithologists' Union, Washington, D.C.



- IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Konrad, P. M., and D. S. Gilmer. 1984. Observations on the nesting ecology of Burrowing Owls in central North Dakota. *Prairie Naturalist* 16:129-130.
- Martin, D. J. 1973. Selected aspects of Burrowing Owl Ecology and behavior. *The Condor* 75(4): 446-456.
- MacCracken, J.G., Uresk, D.W., Hansen, R.M., 1985. Vegetation and soils of Burrowing Owl nest sites in Conata Basin, South Dakota. *Condor* 87, 152-154.
- McNicoll, J. L. 2005. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) nest site selection in relation to prairie dog colony characteristics and surrounding land-use practices in Janos, Chihuahua, Mexico. Las Cruces, New Mexico, New Mexico State University. Master of Science: 54.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-059-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio- Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- Lantz, J. S. 2005. Nesting ecology and habitat selection of western burrowing (*Athene cunicularia hypugaea*) en the thunder basin national grassland, northeastern Wyoming. Tesis Master of Science .University of Wyoming. USA. Pp 81.
- Poulin, R.G., L.D. Todd, K.M. Dohms, R.M.Brigham, T.I. Wellicome. 2005. Factors associated with nest- and roost-burrow selection by Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Zoology*83:1373–1380.
- Plumpton, D.L., Lutz, R.S., 1993. Nesting habitat use by Burrowing Owls in Colorado. *Journal of Raptor Research* 27, 175-179.
- Restani, M. 2001. Nesting Ecology of Burrowing Owl occupying Black-tailed Prairie Dog towns in southeastern Montana. *J. raptor Res.* 35(4): 296-303.
- Rich, R., 1986. Habitat and nest site selection by Burrowing Owls in the sagebrush of Idaho. *Journal of Wildlife Management* 50, 548-555.
- Ruiz- Aymá G., 2009. Éxito reproductivo, entrega de presas y dieta del tecolote llanero (*Athene cunicularia hypugaea*) en el complejo de colonias del perrito de la pradera



- mexicano (*Cynomys mexicanus*), en Galeana, Nuevo León, México. In: Postgrado de Ciencias Biológicas. FCB/UANL, p. 85.
- Schmutz, J. K. 1997. Selected microhabitat variables near nests of burrowing owls compared to unoccupied sites in Alberta. *J. Raptor Res. Report* 9:80-83.
- Smith, B.W. and J.R. Belthoff. 2001. Effects of chamber size and tunnel diameter on nest-site selection in burrowing owls: results of experiments using artificial burrows. *Journal of Wildlife Management*: 65:318-326.
- SYSTAT Software, Inc, Chicago Illinois 2013. Copyright 2008. Systat Software, International Ltd.
- Thiele, P.J., K.K. Bakker, Ch. D. Dieter. 2013. Multiscale nest site selection by Burrowing owls in Western South Dakota. *The Wilson Journal of Ornithology*. 125 (4): 763-774.
- Thomson, C. D. 1984. Selected aspects of Burrowing Owl Ecology in Central Wyoming. Laramie, Wyoming. University of Wyoming.
- Toombs, T. 1997. Burrowing owl nest-site selection in relation to soil texture and prairie dog colony attributes. M.S. Thesis. Colorado State University. Fort Collins, Colorado, USA.
- Zar, Jerrold H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 pp.



APENDICE 1.

Criterios de las variables utilizadas en las escalas espaciales en los sitios de a nidación del tecolote llanero.

MADRIGUERA.

- T.** Tipo de madrigueras nido (1) del tecolote llanero contra madrigueras replica (0).
- AL.** Alturas madrigueras nido (1) de $9 \geq 29$ cm y $30 \leq 70$ cm replica (0).
- AN.** El ancho de la boca madriguera nido $8 \geq 23$ (1) y replica $24 \leq 46$ (0).
- D.** Diámetro de entrada madriguera nido $6 \geq 43$ (1) y replica $44 \leq 96$ (0).
- DNS.** Distancia de nivel superior de la madriguera nido $1 \geq 14$ (1) y replica (0).
- ECS.** Extensión de la cámara de salida madrigueras nido $3 \geq 46$ (1) y $44 \leq 82$ (0) replica.
- DI.** Diámetro interno de la madriguera nido $3 \geq 46$ (1) y replica $44 \leq 82$ (0).
- OR.** Orientación de la entrada de la madriguera nido $0 \geq 135$ (1) y replica $180 \leq 315$ (0).
- ALV1x1.** Altura de la vegetación en la madriguera nido en un cuadrante de un 1x1 m $0 \geq 7$ cm (1) y $8 \leq 19$ cm replica (0).
- CV1x1.** Cobertura vegetal en la madriguera nido en un cuadrante de un 1x1 m $0 \geq 30$ cm (1) y $31 \leq 88$ cm replica (0).

SITIO

- ACTm50m.** Madrigueras activas en un radio de 25m tomando como referencia la madriguera nido $11 \geq 47$ (1) y replica $0 \leq 10$ (0).
- INm50m.** Madrigueras inactivas en un radio de 25m tomando como referencia la madriguera nido $0 \geq 7$ (1) y replica $8 \leq 12$ (0).
- S.** Madrigueras continuas o satélites en un radio de 25m tomando como referencia la madriguera nido $1 \geq 6$ (1) y replica $7 \leq 20$ (0).
- DMS.** Distancia de madrigueras satélites 25m tomando como referencia la madriguera nido $1 \geq 15$ (1) y replica $16 \leq 25$ (0).
- ALV50m.** Altura vegetal en un radio de 25m tomando como referencia la madriguera nido $5 \geq 14$ (1) como punto central y la replica $0 \leq 4$ (1) para cada punto cardinal (N, S, E, W).
- CV1x1.** Cobertura vegetal en un radio de 25m tomando como referencia la madriguera nido $5 \geq 14$ (0) como punto central y la replica $0 \leq 4$ (1) para cada punto cardinal (N, S, E, W).

COLONIA



ACTm200m. Madrigueras activas en un radio de 200m tomando como referencia la madriguera nido $29 \geq 93$ (1) y la réplica $0 \leq 23$ (0) para cada punto cardinal (N, S, E, W).

INm50m. Madrigueras nido en un radio de 200m tomando como referencia la madriguera nido $0 \geq 14$ (1) y la réplica $15 \leq 48$ (0) para cada punto cardinal (N, S, E, W).

PAISAJE

NP. Número total de perchas en radio no mayor de 300 m tomando como referencia la madriguera nido ≥ 3 (1) y la réplica a $0 \leq 4$ (0) para cada punto cardinal (N, S, E, W).

DP. Distancia total de perchas en un radio no mayor de 300m tomando como referencia la madriguera nido ≥ 30 (1) y replica $0 \leq 31$ (0) para cada punto cardinal (N, S, E, W).

DCA. Distancia total a carretera tomando como referencia la madriguera nido ≥ 35 (1) y replica $0 \leq 36$ (0).

DCM. Distancia total a camino tomando como referencia la madriguera nido ≥ 50 (1) y replica de $0 \leq 51$ (0).

DCL. Distancia total a cultivo tomando como referencia la madriguera nido ≥ 50 (1) y replica de $0 \leq 51$ (0).



APENDICE 2. Variables de la escala espacial madriguera, sitio, colonia y paisaje.

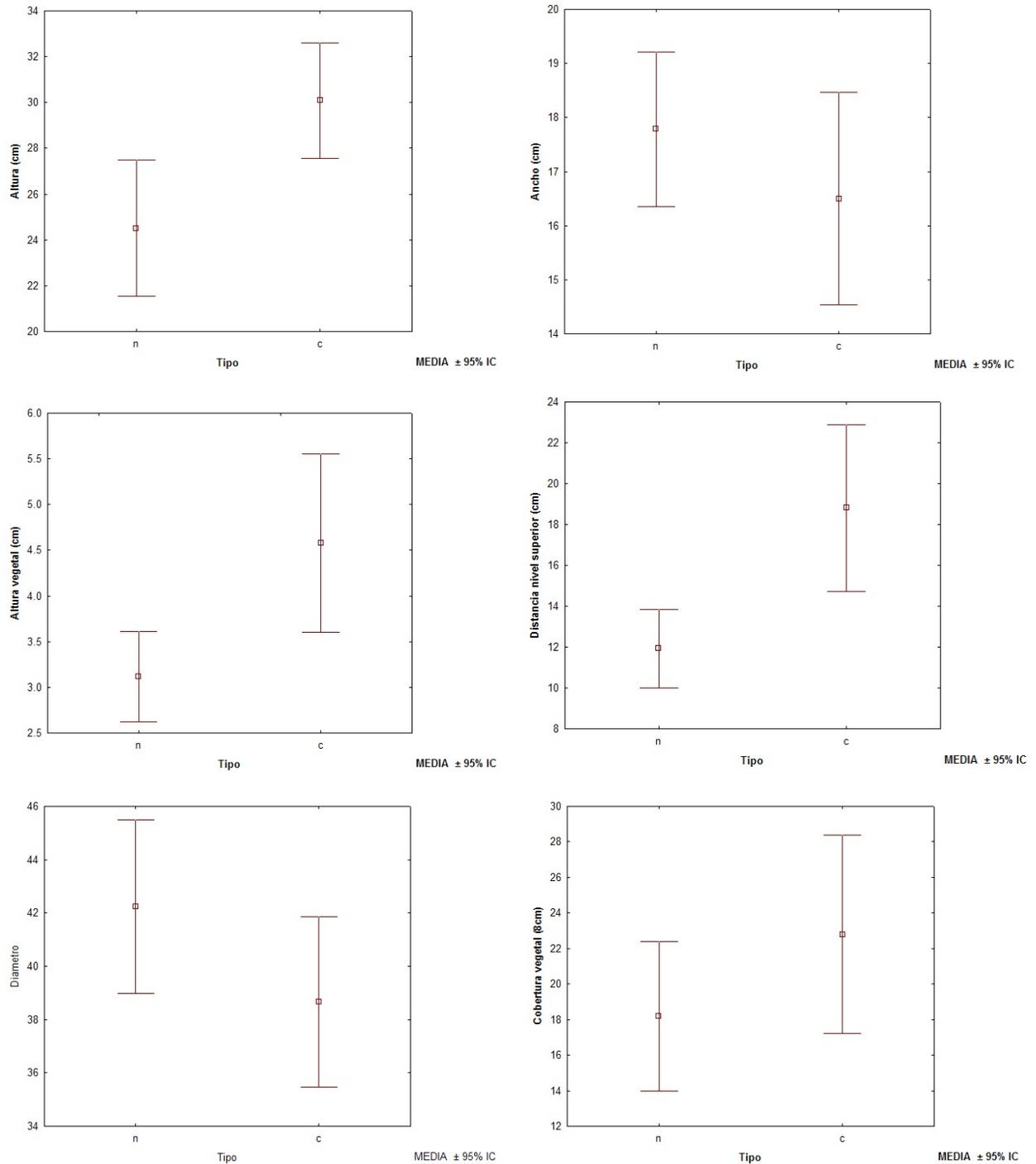


Figura 6. Variables de la categoría madriguera con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero. Nido (n) y replica (c).



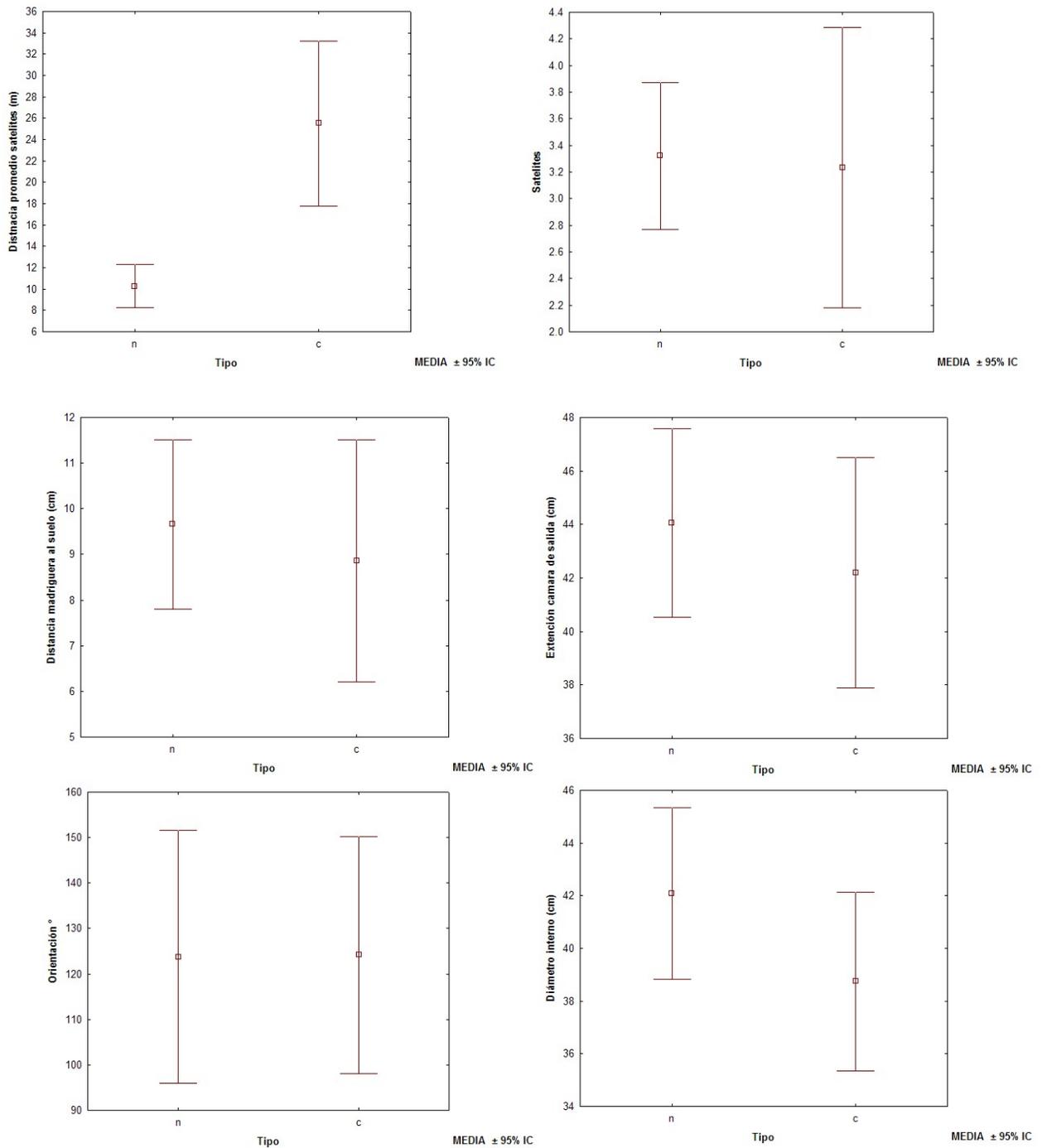


Figura 7. Variables de la categoría madriguera con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero: nido (n) y replica (c).



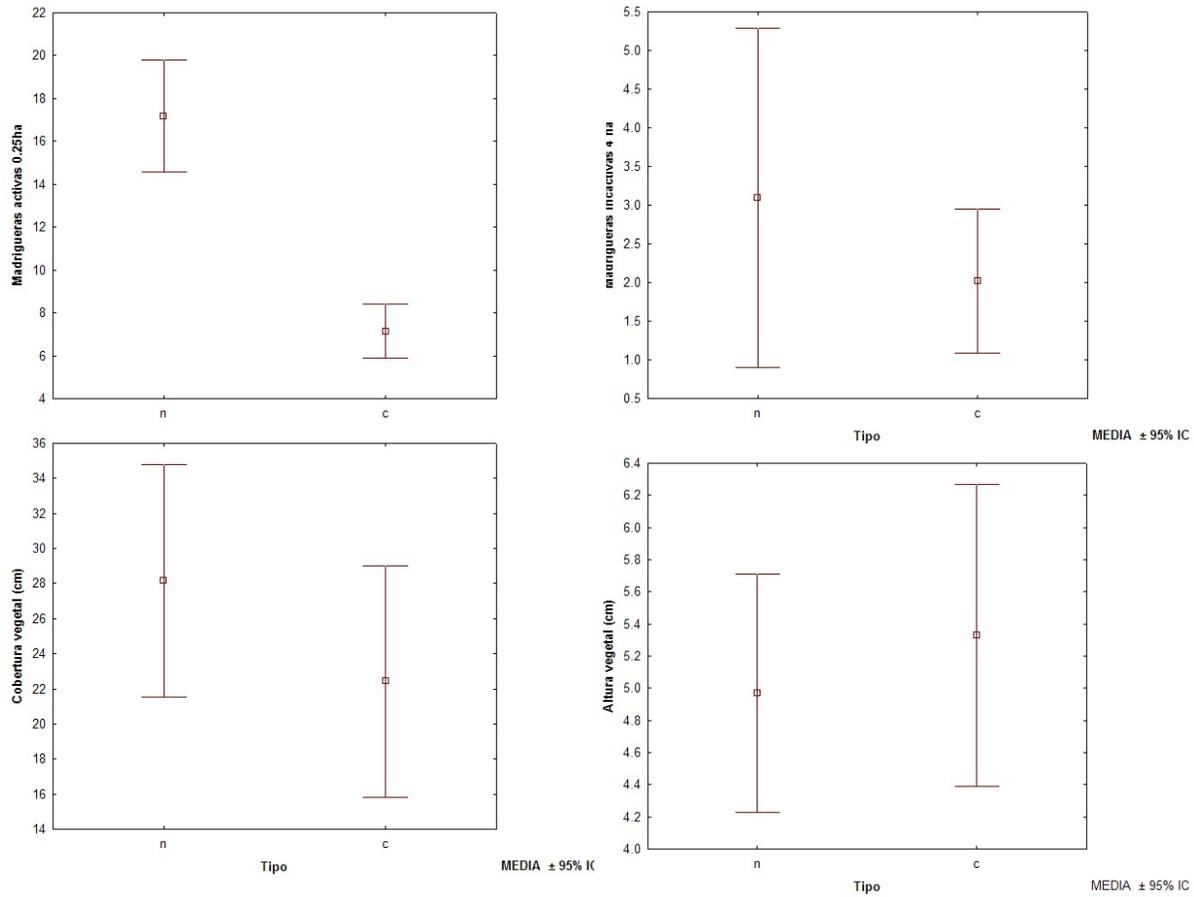


Figura 8. Variables de la categoría sitio con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero: nido (n) y replica (c).



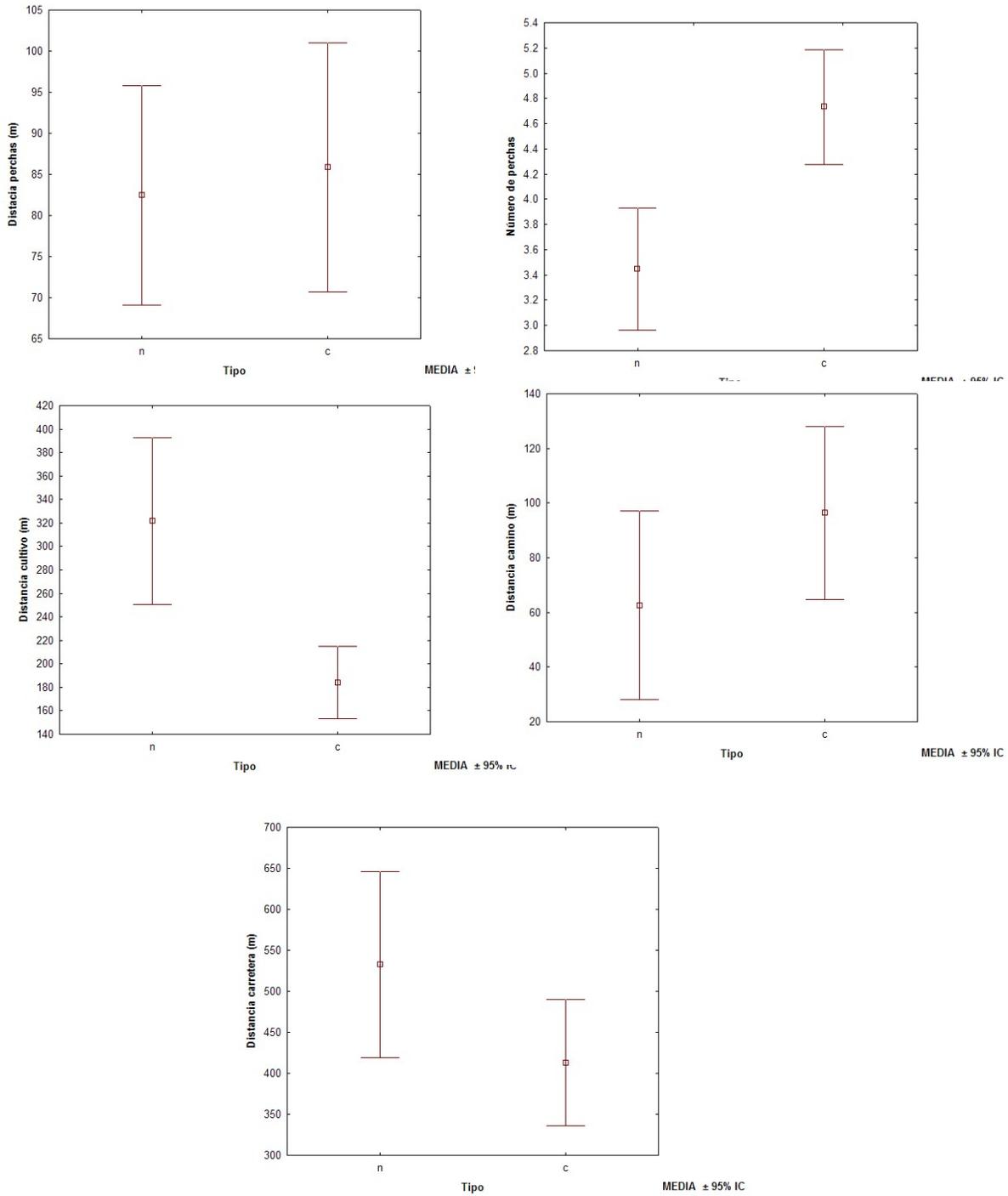


Figura 9. Variables de la categoría paisaje con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos le tecolote llanero: nido (n) y replica (c).



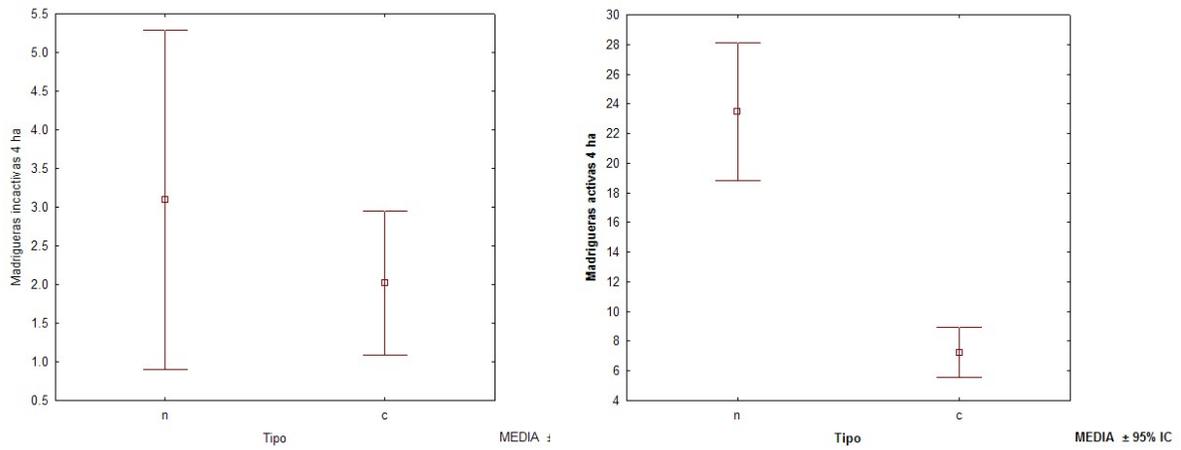


Figura 10. Variables de la categoría colonia con valores de la media \pm intervalos de confianza al 95% en nidos del tecolote llanero: nido (n) y replica (c).



APENDICE 3. Valores de la prueba de Spearman.

Tabla 5. Valores de la prueba de Spearman, grupo de variables de cada escala espacial en la selección de sitios de anidación del tecolote llanero. χ^2 de Spearman, grados de libertad (*gl*) y valor de significancia (*p*).

Madriguera	χ^2	<i>gl</i>	<i>p</i>
Altura	0.778	1	0.182
Ancho	2.52	1	0.112
Diámetro	4.495	1	0.034
Distancia madriguera al suelo	0.527	1	0.468
Distancia nivel superior	6.38	1	0.012
Extensión de la cámara de salida	0.327	1	0.568
Diámetro interno	3.613	1	0.057
Altura vegetal	0.037	1	0.848
Cobertura vegetal	7.027	1	0.008
Sitio de anidación			
Numero de madrigueras a .025 ha activas	2.421	1	0.12
Numero de madrigueras a .025 ha inactivas	6.167	1	0.013
Satélite	2.476	1	0.116
Distancia madriguera satélite	37.359	1	0
Altura vegetal	0.362	1	0.548
Cobertura vegetal	3.9	1	0.048
Colonia de perro de la pradera			
Madrigueras activas 4 ha	29.707	1	0
Madrigueras inactivas 4 ha	22.867	15	0.087
Paisaje			
Núm.de perchas	22.013	1	0
Distancia perchas	3.038	1	0.081
Distancia a carretera	1.189	1	0.276
Distancia a camino	0.637	1	0.425
Distancia cultivo	2.301	1	0.129



CONCLUSIONES FINALES

Los resultados obtenidos se enmarcan como el primer estudio sobre la dinámica poblacional del tecolote llanero occidental en época reproductiva en el extremo sur del desierto chihuahuense dentro de colonias de perro de la pradera mexicana. En temas como la población reproductiva, movimientos post-reproductivos de juveniles y selección de sitios de nidación. Dichos aportes se unen a la contribución al conocimiento de la ecología reproductiva del tecolote para América del Norte y principalmente para México.

Durante el 2010 y 2011 la población reproductiva de tecolotes dentro de las colonias de perros de la pradera mexicana fue de 2,060. Representando el 2% de la población de los Estados Unidos de América según lo reportado hasta el 2003 y estando por arriba de los 800 a 1,600 tecolotes reportados en Canadá hasta el 2006.

El estimador de Kernel nos arrojó un rango de 122 ha como mínimo y 1199 ha como máximo en el uso de desplazamientos de tecolotes juveniles durante los meses de junio a agosto del 2010. Registrándose el 76% en colonias de perros de la pradera, el 14% en sembradíos (papa, calabaza), 6% zonas de impacto (construcciones como graneros, casas habitación), 3% en carreteras y el 1% en áreas de matorral y pastizal sin madrigueras. También, se registraron desplazamientos máximos a 82 km de sus sitios de nacimiento y captura en los meses de septiembre y octubre.

Las características óptimas para la selección de sitios de anidación que requieren los tecolotes llaneros obtenidas de una serie de modelos a diferentes escalas de paisaje nos explica que el conjunto mínimo de variables requeridas para que la selección del sitio fuese exitoso a escala paisajística son en: madriguera (altura, distancia nivel superior, diámetro interno altura de vegetación), sitio (madrigueras en 50m inactivas, distancia madrigueras satélites), colonia (madriguera activa en 200m) y Paisaje (numero de perchas y distancia a los cultivos).



PROSPECTIVAS

Los pastizales nativos de América han sido fragmentados como resultado de la intensa agricultura, ganadería, la invasión de matorrales y la urbanización de manera que se desconoce la extensión total de la pérdida de hábitat.

Los pastizales han sido reconocido como muchos especialistas como el ecosistema más amenazado a nivel mundial y por siguiente las comunidades de aves asociadas a este ecosistema se encuentra en peligro como lo muestran sus disminuciones poblacionales que son más consistentes, rápidas y más ampliamente distribuidas que cualquier otro grupo de aves de Norteamérica.

Los resultados de este trabajo se unen al esfuerzo de conservación en particular del tecolote llanero occidental que habitan en colonias de perros de la pradera mexicana. Así se abre una prospectiva a futuros estudios enfocados a la ecología y dinámica de la especie para los próximos años.

El monitorear a largo plazo la condiciones de las poblaciones en verano como en invierno, la aplicación de nuevas tecnologías como transmisores satelitales, genética de poblaciones serian estudios que nos ayudarían a entender los requerimientos mínimos necesarios para la preservación de los tecolote llaneros occidentales.

Otros de los requerimientos para la preservación de la especie es establecer un plan de manejo ganadero, acciones de conservación del suelo, agua y de los pastizales que le permita control de la carga ganadera y de la agricultura para recuperar la condición de los pastizales nativos de tierras altas en el extremo sur del desierto chihuahuense.



RESUMEN BIOGRAFICO

Candidato para el Grado de Doctor en Ciencias con la acentuación en Manejo de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable

Gabriel Ruiz-Aymá

Tesis: DINAMICA POBLACIONAL DEL TECOLOTE LLANERO OCCIDENTAL (*Athene cunicularia hypugaea*) EN ZONAS DE PASTIZAL EN EL NORESTE DE MÉXICO

Campo de Estudio: Biología de la Conservación.

Datos personales: Nacido en Guadalupe, Nuevo León el 25 de Septiembre de 1976, hijo de Dr. Carlos Ruiz Beltrán y Q.L. María del Socorro Aymá Góngora.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, de la Facultad de Ciencias Biológicas obteniendo el título de Biólogo, en junio de 2003. Grado de Maestro en Ciencias con acentuación en Manejo de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable en 2009 en la división de Post-Grado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L.

Experiencia Profesional: He participado y realizado estudios enfocados a biología de la conservación, dinámicas poblacionales, parámetros ecológicos, propuestas de conservación con especies de aves que se encuentran categorizadas en algún estatus de conservación a nivel Norteamérica.

