



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Ámbito hogareño de la rata canguro *Dipodomys merriami* (Rodentia: Heteromyidae) en la Reserva de la Biosfera Mapimí, México.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MADISSON AZUCENA LUNA BÁRCENAS



DIRECTOR DE TESIS:

Dra. ELLA GLORIA VÁZQUEZ DOMÍNGUEZ

2017

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

Luna
Bárceñas
Madisson Azucena
(55) 76537332
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
309121958

2. Datos del tutor

Dra.
Ella Gloria
Vázquez
Domínguez

3. Datos del sinodal 1

Dra.
Zamira Anahí
Ávila
Valle

4. Datos del sinodal 2

Dr.
Lázaro
Guevara
López

5. Datos del sinodal 3

Biól.
José Gerardo
Rodríguez
Tapia

6. Datos del sinodal 4

Biól.
Pablo Francisco
Colunga
Salas

7. Datos del trabajo escrito.

Ámbito hogareño de la rata canguro *Dipodomys merriami* (Rodentia: Heteromyidae) en la Reserva de la Biosfera Mapimí, México.

28 p.
2017

Dedicatoria

A María Eugenia Bárcenas Paniagua y Rodrigo Luna Ávila, por todo el apoyo, ánimo y energía que me han dado para realizar cada proyecto en mi vida, gracias papás.

Esta tesis se desarrolló en el Laboratorio de genética y ecología del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La realización del trabajo de esta tesis tuvo apoyo financiero a través del Proyecto IN201716 “Factores ecológicos asociados a la genética poblacional de una comunidad de roedores de la Reserva de la Biosfera de Mapimí”, del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) (Responsable Dra. Ella Vázquez Domínguez).

Agradecimientos

A mi tutora, la Dra. Ella Vázquez Domínguez, por hacerme parte de su grupo de trabajo, por sus enseñanzas, por aprender conmigo telemetría, sin dejar de incorporarme al mundo de la genética de poblaciones y por las pláticas amenas, así como por la asesoría para el desarrollo del presente trabajo.

A mis sinodales la Dra. Zaimira Ávila, el Dr. Lázaro Guevara y el Biól. Gerardo Rodríguez, por tomarse el tiempo de revisar este trabajo y por enriquecerlo con sus comentarios.

Al Biól. Pablo Colunga, por enseñarme los principios básicos de la telemetría, asesorar parte de los resultados del presente trabajo, además de revisar el mismo y por su amistad auténtica.

Al M. en C. Alejandro Flores Manzanero por el apoyo y amistad al integrarme al laboratorio, por el trabajo en campo y por compartir conmigo el estudio de las ratas canguro.

A la Dra. Tania Garrido Garduño, por instruirme en el manejo de programas de Sistemas de Información Geográfica, por su amistad en la duela, sus enseñanzas en el aula, todo el trabajo (y regaños) en campo y por todo su apoyo extra.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), por el apoyo de Beca de Tesis de licenciatura otorgado dentro del proyecto IN201716 “Factores ecológicos asociados a la genética poblacional de una comunidad de roedores de la Reserva de la Biosfera de Mapimí”.

A mis amigos desde primer semestre en la Facultad: Carlitos, David, Ferry, Jimena, Luis Ventura y Sandy con quienes pude compartir la adrenalina de entregar trabajos a último momento para bailar en las aulas después de clases.

A Bryan, Luis y Alice por su grandiosa amistad y por enriquecer mis conocimientos de Biología en general con sus pláticas de sus respectivas proteínas, pastos y tenebrios, así como por todos los chismes que compartimos.

A mis compañeros de laboratorio: Carlos, Marco, Gaby, Gisella, Ricardo, Xochitl, Sayra, Oscar, Christian, Miryam, Verito, Nancy, Azalea, Idalia, Vero, Alfredo, Raquel, Laura y J.C. (somos hartos) por su apoyo, los seminarios, las pláticas en las comidas y su amena compañía.

A mis amigas y compañeras de duela Arely, Fernanda, Samanta, Eunice, Sonia†, Monti, Alí, Yosselin, Ximena, Kasia, Paola, Esther, Amber y a mis entrenadores Paulina y Gerardo por compartir tanto durante los entrenamientos, los partidos, las fiestas y la Universiada Nacional 2015!!! Siempre PUMAS (#15).

A mis hermanas Madeline y Melani por ser cómplices de tantas anécdotas y aventuras, por permitirme aconsejarlas y compartirles mi amor por la Biología.

A Angie por tu amistad que trasciende tiempo y espacio, por estar ahí para mí para tocar una canción con nuestras guitarras, para trabajar sin dormir en campo, para escucharme hablar de murciélagos hasta el cansancio ... para acompañarme en esta vida.

A Julio por enseñarme a que se deben de romper las rutinas y algunas reglas para darle sabor a la vida, por apoyarme de mil maneras y hacer de mí una persona más feliz, por aceptar y hacer tuya mi locura y dejarme adueñarme de la tuya.

Finalmente a los frutos de *Theobroma cacao* por hacer posible la fabricación del CHOCOLATE!!!

En memoria



Sonia Virginia Flores León
(1994 - 2015)

Índice

1. Resumen	1
2. Introducción	2
2.1. Ámbito hogareño y selección de hábitat	2
2.2. Radio telemetría	2
2.2.1. Método Fijo de Kernel	4
2.2.2. Otros estimadores	4
2.3. Zonas desérticas	5
3. Antecedentes	7
3.1. <i>Dipodomys merriami</i>	7
3.2. Ámbito hogareño de roedores de desierto	8
3.3. Uso selección de hábitat	9
4. Objetivos	10
Generales	10
Particulares	10
5. Hipótesis	10
6. Materiales y Métodos	11
6.1. Sitio de estudio	11
6.2. Método de muestreo y radio telemetría	11
6.3. Análisis de datos	13
7. Resultados	14
8. Discusión	20
9. Literatura citada	24
Anexo 1. Forma del ámbito hogareño de nueve individuos de <i>Dipodomys merriami</i> , obtenidos con el método fijo de Kernel en el sitio de estudio de la Reserva de la Biósfera Mapimí.	28

1. Resumen

El ámbito hogareño (AH) de una especie es el espacio que requiere un animal para realizar todas sus actividades. Para estimar el AH existen diferentes técnicas, dentro de las cuales se encuentra la radio telemetría, la cual permite la transmisión de información a través de ondas que son captadas por una antena. La radio telemetría es muy efectiva para obtener información sobre la biología de los organismos, por ejemplo de movimiento, conducta, uso de hábitat, entre otras, sobre todo de especies difíciles de observar y de seguir en campo. *Dipodomys merriami* es un roedor de desierto, el cual se distribuye desde el suroeste de Estados Unidos hasta el norte de México. Existen estudios de esta especie para EUA, sin embargo las poblaciones de México han sido poco estudiadas, por lo que carecemos de información fundamental en esta parte de su distribución. El conocer el ámbito hogareño de las especies en diferentes hábitats es de gran utilidad, para análisis genéticos y ecológicos, así como para aplicaciones de manejo y conservación. Así, el presente estudio se enfocó en estudiar una población de *D. merriami* en la Reserva de la Biosfera Mapimí, con el objetivo de determinar su área de actividad y características asociadas. Se trampearon 17 individuos, de los cuales a seis hembras, ocho machos y tres juveniles se les colocó un radiotransmisor. Se estimó el área del ámbito hogareño por medio del método de Kernel, para lo cual se obtuvieron en promedio diez localizaciones por individuo. El AH de los machos fue significativamente más grande que el de las hembras. Se observó solapamiento del área de ámbito hogareño entre machos y hembras, donde en algunos casos el de los machos llegó a cubrir la totalidad del ámbito de la hembra; ello puede asociarse a que el estudio se realizó durante la temporada de apareamiento. Se estimó también el periodo de mayor actividad, donde se observaron dos picos de actividad relacionados con las fases lunares. Asimismo, se encontró que los individuos están asociados con mayor frecuencia a sitios con presencia de plantas de las especies *Larrea tridentata*, *Opuntia sp.* y *Jantrophia dioica*, asociado con la obtención de alimento o refugio contra depredadores nocturnos. Existen pocos estudios publicados sobre actividad y ámbito hogareño que hayan empleado radio telemetría en roedores, por lo que nuestro estudio es pionero y aporta información que no es posible obtener con otros métodos.

Palabras clave: ámbito hogareño, estimador Kernel, horarios de actividad, heterómidos, radio telemetría

2. Introducción

2.1. Ámbito hogareño y selección de hábitat

El ámbito hogareño se define como el espacio necesario para que un animal se desplace, se desarrolle, se reproduzca y se alimente, es decir donde realiza todas sus actividades (Burt, 1943; Mohr, 1947). El ámbito hogareño puede verse modificado por la disponibilidad de recursos, el sexo y la edad de los individuos, así como por la temporalidad (Fulbright y Ortega-S, 2007; Powell y Mitchell, 2012). La descripción del ámbito hogareño es un parámetro clave en la determinación del estado de conservación de una especie y, asociado a otras variables (por ejemplo, interacción en redes tróficas, uso y selección de hábitat, diversidad genética), puede también servir como base para diseñar propuestas de áreas de protección (Sáenz, 1999).

Dado que el desplazamiento de un organismo está ligado al medio en el que se encuentran, si logramos entender los patrones de movimiento es posible obtener información acerca de la distribución y dinámica poblacional. Asimismo, dicha información permite identificar patrones espacio-temporales a partir de la asociación de datos de movimiento con el medio ambiente en el que se desarrolla una especie (Demsar et al., 2015).

Otro aspecto importante en la biología de las especies relacionado con el ámbito hogareño es la selección del hábitat, el cual se define como la elección de un lugar donde vivir entre distintas alternativas disponibles. Éste es un proceso jerárquico que involucra el comportamiento innato y aprendido que se puede aplicar tanto a nivel micro como macro-ambiental (Partridge, 1978; Hutto, 1985 Corbalán, 2004). La selección del hábitat se relaciona también con la coexistencia entre especies en un mismo hábitat (tiempo y espacio), la cual es posible gracias a la repartición de recursos.

2.2. Radio telemetría

La aplicación de la radio telemetría para estudios de vida silvestre surgió en los años 1950's y se define como un sistema que permite medir magnitudes físicas y transmitirlos a algún observador lejano o receptor, desde un transmisor que porta un animal en vida libre, a un receptor. En la actualidad los avances en los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés), el desarrollo de unidades de alta capacidad para el almacenamiento de información y el desarrollo

de nuevos sistemas de análisis de datos asociados con los avances en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han permitido el estudio de una mayor variedad y número de especies mediante radio telemetría (Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez, 2011). Con radio telemetría se pueden obtener datos sobre la actividad diaria de individuos dentro de sus hábitat naturales, incluyendo su localización, rutas de desplazamiento, centros de actividad, etcétera, lo que hace a esta herramienta de gran utilidad para la investigación de organismos endémicos con áreas de distribución pequeñas (Rodríguez, 2015).

Existen diferentes técnicas para la estimación del ámbito hogareño, dentro de las cuales la radio telemetría (o telemetría) es un método altamente eficaz para la obtención de información sobre movimiento, conducta, uso de hábitat, entre otros, de especies que es difícil seguir y observar en campo (Rogers y White, 2007; Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez, 2011). Para aplicar esta técnica es necesario capturar al animal para colocarle un radiotransmisor, de tal forma que cada registro que se obtiene durante el estudio representa precisamente la localización del individuo en estado silvestre.

La radio telemetría en particular se ha aplicado para trabajar con mamíferos medianos y grandes, ya que los radiotransmisores que se desarrollaron en primera instancia eran de gran tamaño, como los radiocollares (Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez, 2011). En este caso, el muestreo de individuos que tienen radio se realiza de manera indirecta, es decir no es necesario seguir al animal, ya que hace se utiliza una antena fija y posicionamiento a través de satélites, mediante los cuales se realiza una triangulación para determinar la ubicación del animal. Algunos ejemplos del uso de radio telemetría en México son los estudios con jaguar (*Panthera onca*) en Campeche, el tejón enano (*Nasua nelsoni*) en Cozumel y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la Ciudad de México (Ceballos et al., 2002; Castellanos-Morales, 2006; Rodríguez, 2015). A la fecha, este tipo de estudios han sido realmente escasos en mamíferos pequeños (por ejemplo roedores), dado que se requieren radios cuyo tamaño y peso no representen más del 3% del peso del animal; es necesario también colocarlos en sitios que no limiten o impidan el movimiento y dispersión del mismo. Aunado a lo anterior, es necesario realizar las localizaciones de los individuos de manera presencial, con una antena manual, ya que la triangulación tiene un grado de error en metros; error que se incrementa significativamente debido a que la escala en que se mueven los mamíferos pequeños que es de m² y no de km² (Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez, 2011).

2.2.1. Método fijo de Kernel

El método de Kernel es un estadístico que se basa en la distribución de probabilidad de una variable aleatoria descrita mediante una función de densidad. Este método se utiliza para estimar el tamaño del área o ámbito hogareño a partir de puntos de localización. A partir de cada punto se asocia una función, por lo que la suma ponderada de las funciones da como resultado una función de densidad, a partir de la cual se asigna una probabilidad; considera la influencia de datos cercanos y asigna una probabilidad mayor cuando hay mayor cantidad de datos cercanos. Por lo tanto, la suma de las distribuciones de cada punto genera una mezcla de distribuciones, con lo que se calcula la probabilidad de ocurrencia de un animal en un lugar en el espacio (Rodríguez-Ojeda, Sin año; Kernohan et al., 2001). Se generan asimismo ocho elipses (isopletas) que definen el área cubierta por todas las posibles rutas de desplazamiento entre dos puntos; cada isopleta representa un octavo de probabilidad de ocurrencia de, en este caso, el animal que se está evaluando, por lo que la elipse más interna representa la mayor probabilidad, mientras que la elipse más externa representa solo un octavo de probabilidad (Demsar et al., 2015).

El estimador de Kernel utiliza un suavizador de datos (h), que difiere para cada dato registrado, el cual sirve para determinar la propagación alrededor de cada punto. Este suavizador puede calcularse mediante validación cruzada de mínimos cuadrados (h_{lcv}), basada en el error dado por la diferencia entre la función de densidad estimada y la verdadera; o partiendo de la hipótesis que los datos se distribuyen de manera normal bivariada, tomado el valor suavizado “óptimo” (h_{ref}) según el programa (Kernohan et al., 2001).

2.2.2. Otros estimadores

El método de Polígono Mínimo Convexo consiste en unir los puntos extremos de localizaciones sin que el ángulo interno formado entre las líneas que unen los puntos sea mayor a 180° ; no obstante, el unir los puntos extremos para delimitar el tamaño del ámbito hogareño puede subestimar el área, ya que no se tiene la certeza de que sea realmente un punto límite del desplazamiento del individuo. Pese a ello, es el método más antiguo y frecuentemente utilizado como estimador de ámbito hogareño (Mohr, 1947; Llorente-Bousquets, 2001).

El método de “gradilla” es otra forma de estimar AH; en éste, se delimita una cuadrícula con cuadros de tamaño determinado (por ejemplo 10 m x 10 m) y la suma total del área del ámbito hogareño se realiza con base en todos los cuadros donde se identifique presencia del

animal. Sin embargo, la estimación del tamaño, así como la forma del AH puede subestimarse o sobreestimarse debido a la forma de definir el tamaño de la cuadrícula. Otro problema con el método de gradilla es que limita la comparación con otras réplicas o estimadores (Llorente-Bousquets y Morrone, 2001).

2.3. Zonas desérticas

El desierto es un bioma diferenciado por sus características climatológicas extremas, donde se presentan temperaturas muy altas por el día y muy bajas por la noche, además de poca precipitación durante el año. La distribución de especies en el desierto está limitada por dichas condiciones extremas, por lo que la presencia de vegetación es clave para la sobrevivencia de especies animales, las cuales no pueden soportar la radiación directa ni establecerse en lugares abiertos como las dunas. Asimismo, asociado con las condiciones climáticas extremas, las especies animales que habitan en desiertos tienen características particulares; coloraciones pálidas, mecanismos para la disipación del calor como orejas grandes y altamente vascularizadas como el caso de las liebres, metabolismos muy eficientes, entre otros. En relación con el comportamiento, suelen ser más activas en horarios crepusculares, ya sea al amanecer o al atardecer, mientras que los que son diurnos suelen reposar en la sombra (DesertUSA, 1996). Los roedores del género *Dipodomys* son especies emblemáticas de las zonas desérticas; presentan características particulares como locomoción bípeda, que les permite desplazarse con rapidez y menor gasto energético, sobre todo para huir de depredadores (Randall, 1993). Poseen además un metabolismo altamente eficiente para aprovechar el agua contenida en las semillas de las plantas que consumen, además de tener sistemas urinarios adaptados a la producción de orina con altas concentraciones de urea, evitando así la pérdida de agua (Issaian et al., 2012).

Existen muy pocos estudios con roedores de desierto sobre ámbito hogareño y uso y selección de hábitat. Se pueden mencionar el de Serrano (1987), donde describe el uso y selección de hábitat de ratones de desierto del Bolsón de Mapimí (Durango), y el de MacMillen (1964) quien documenta la selección de hábitat de *Neotoma lepida* (rata cambalachera desértica), especie que defiende territorio con presencia de *Opuntia* (nopal). Reynolds (1960) encontró, mediante trampeo de animales en el desierto de California, que el ámbito hogareño de las hembras de *Dipodomys merriami* es más pequeño que el de los machos.

El estudio del ámbito hogareño de roedores usando radio telemetría y estimadores estadísticos es incipiente, con apenas un par de estudios publicados. Colunga-Salas (2014) y Marines-Macías (2014) estimaron el ámbito hogareño de ratones arborícolas, especies que son particularmente difíciles de muestrear, proporcionando además información esencial para su conservación. La radio telemetría es así una excelente técnica que puede aplicarse para conocer el ámbito hogareño de roedores de desierto, que ayudará a obtener información sobre su biología y ecología básica, de gran importancia dado que estas especies contribuyen a la dinámica del ecosistema por su rol como dispersores de semillas (CONAP-SEMARNAT, 2006; Hernández et al., 2005), además del potencial de aplicar dicha información para su manejo y conservación.

Con base en la importancia funcional de roedores como *Dipodomys* en la dispersión de semillas y mantenimiento de la comunidad vegetal en el ecosistema desértico, además de reforzar el valor de las áreas naturales protegidas con información de las especies que resguardan, el presente trabajo tiene como objetivo determinar el ámbito hogareño y los patrones de actividad, con base en radio telemetría, de la rata canguro *Dipodomys merriami* en la Reserva de la Biosfera Mapimí. Así, la presente tesis es pionera en el estudio de aspectos ecológicos de esta especie de roedor en el desierto mexicano (ver antecedentes), aportando información que no es posible obtener con otros métodos.

3. Antecedentes

3.1. *Dipodomys merriami*

El roedor conocido como rata canguro, *Dipodomys merriami*, pertenece a la familia Heteromyidae. Es una de las ratas canguro más pequeñas, caracterizada por tener una cola delgada y larga que termina en un mechón de pelo y patas grandes. El vientre, la región supraorbital y las patas suelen ser de color blanco. Presenta dimorfismo sexual donde los machos son de mayor tamaño. Tiene locomoción bípeda que, aunado a su desarrollada bulla timpánica, le permiten ser altamente eficaces para escapar de depredadores como lechuzas y serpientes (Ceballos, 2014; Figura 1). Se distribuye desde el norte de Nevada, EUA hasta Baja California, México y desde Sonora hasta la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y el sur de Aguascalientes y San Luis Potosí. Habita en zonas de extenso suelo desnudo con vegetación arbustiva; una característica distintiva es que construye madrigueras en las raíces de diferentes especies vegetales (Behrends et al., 1986; Ceballos, 2014).

La época de apareamiento de *D. merriami* es de febrero a julio, son polígamos y pueden tener hasta dos camadas por año con un promedio de dos a tres crías. Los individuos alcanzan la madurez sexual entre los 2 y 3 meses de edad, en promedio, presentan una vida media de 3.5 años (Zeng y Brown, 1987). Además, estos heterómidos son solitarios y territoriales, por lo cual las hembras se encargan del cuidado de las crías y se mueven poco (son filopátricas), mientras que los machos compiten entre ellos por hembras y se mueven distancias mayores (Behrends et al., 1986; Murrieta-Galindo y Cuautlle-García, 2016). Se alimentan de semillas, principalmente de mezquites y cactus, de las cuales también obtienen agua. Ello se relaciona con su importante papel como dispersores de semillas, responsables del mantenimiento de poblaciones de arbustos como el mezquite (*Prosopis velutina*) y de la llamada uña de gato (*Acacia constricta*) del desierto Sonorense (Cox et al., 1993).



Figura 1. Ejemplar de *Dipodomys merriami* en la Reserva de la Biósfera Mapimí.

Tomada por Luna-Bárceñas Madisson.

De acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), *D. merriami* está clasificada en “estado de preocupación menor” (Least Concern) (Linzey et al., 2008), debido a su amplia distribución, pero no con base en información biológica ni ecológica. Por otro lado, no está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, es decir no se encuentra catalogada en ninguna categoría de protección especial (SEMARNAT, 2010). Sin embargo, es importante considerar que el estado actual de las poblaciones que habitan en el desierto mexicano no ha sido revisada recientemente.

Dipodomys merriami tiene poblaciones en la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM). La RMB se compone principalmente de tres tipos de unidades florísticas: magueyal, nopalera y pastizal. En dichas unidades se pueden encontrar poblaciones de *D. merriami*, donde según Serrano (1987), presentan mayor afinidad a la nopalera (mayor densidad de individuos), conformada por especies de los géneros *Opuntia*, *Larrea* y *Prosopis*; estas plantas le sirven de refugio, en la base de las cuales construyen sus madrigueras, y sus semillas potencialmente de alimento.

3.2. Ámbito hogareño de roedores de desierto

Existen pocos antecedentes sobre evaluación del ámbito hogareño (AH) en roedores de la familia Heteromyidae, por ejemplo para *Liomys irroratus* (ratón espinoso mexicano) en Oaxaca, se

reporta que el AH es de 87.48 m² calculado a partir de capturas y recapturas, utilizando polígono mínimo convexo (Santos-Moreno, 2012). Para el género *Dipodomys*, Braun (1985) encontró que el AH de *D. ingens* es en promedio de 239.3 m², en base a una técnica de utilización de distribución (UD) basada en probabilidad, la cual estimó usando también el polígono mínimo convexo para poder comparar con otros heterómidos. Schroder (1979) encontró, mediante polígono mínimo convexo, que el AH de *D. spectabilis* en Nuevo México es en promedio de 717 m².

Existen dos trabajos previos sobre el AH de *D. merriami* basados en radio telemetría en Estados Unidos, uno en California (Behrends et al., 1986) y otro en el sur de Arizona (Jones, 1989). Behrends et al. (1986) encontraron que el AH de *D. merriami* era de 1800, 3300 y 5200 m² en machos y para hembras de 2100, 2900 y 4300 m², en tres diferentes periodos de muestreo respectivamente. Estos autores calcularon el AH con una gradilla de 10x10m sobre un mapa, utilizando radios implantados subcutáneamente en el dorso de 32 machos y 28 hembras. Por otro lado, Jones (1989) determinó que el AH de *D. merriami* era de 7400 m² para machos y 2600 m² para hembras basado en el método de polígono mínimo convexo, a partir de cinco machos y cuatro hembras. Finalmente otro trabajo, éste realizado en la Reserva de la Biosfera Mapimí y basado solamente en capturas y recapturas durante el periodo reproductivo de *D. merriami* (Serrano, 1987), reporta el AH en las diferentes unidades florísticas de la RBM dentro de rangos similares (2180 m² para machos y de 2060 m² para hembras en el magueyal; 1500 m² y 1330 m² en la nopalera; y 4800 m² y 3840 m² en el pastizal).

3.3. Uso y selección de hábitat

Existen pocos estudios de uso y selección de hábitat enfocado a roedores de desierto, entre los que destacan el trabajo de Kaufman y Fleharty (1974), quienes a partir de la descripción de tres grandes unidades florísticas presentes en el desierto de Kansas, compuestas por dos diferentes comunidades de plantas, analizaron la selección de hábitat de nueve especies de roedores en un total de 12 áreas. Los autores encontraron que cada roedor tuvo preferencia por ciertas comunidades y en diferente proporción, por ejemplo *Reithrodontomys megalotis* (ratón cosechero común) se presenta en el mayor número de áreas, mientras que *Spermophilus tridecemlineatus* (ardilla de tierra) está presente solo en dos áreas, lo cual permite conocer el uso de hábitat entre dichas especies. Murray y Dickman (1994) determinaron la selección de hábitat y la importancia

de la repartición de recursos durante diferentes estaciones del año en el desierto australiano de dos roedores (*Notomys alexis* y *Pseudomys hermannsburgensis*). Para México, Stamp y Ohmart (1978) evaluaron la selección de hábitat de cuatro especies de roedores del norte del desierto de Sonora; en particular para *Dipodomys merriami* encontraron que requiere la presencia de *Schismus barbatus* (pasto blanco), ya que ésta es parte importante de su dieta. Finalmente, un estudio sobre la distribución de nichos y la composición de la comunidad vegetal con 12 especies de roedores en el Bolsón de Mapimí, Rogovin et al. (1991) describieron la relación entre las especies de roedores en las distintas comunidades vegetales.

4. Objetivos

Objetivo general

Describir el ámbito hogareño de *Dipodomys merriami* utilizando radio telemetría en la Reserva de la Biosfera Mapimí (RBM), Durango.

Objetivos particulares

- Describir el ámbito hogareño de una población de *Dipodomys merriami* presente en la RBM.
- Determinar si existen diferencias de tamaño en el ámbito hogareño entre hembras y machos.
- Evaluar si hay diferencia del uso del espacio de esta especie en relación con las unidades florísticas de la RBM.

5. Hipótesis

- Dado que se considera que los machos se dispersan más que las hembras, el ámbito hogareño de éstos será mayor que el de las hembras de *Dipodomys merriami*.
- Dado que el estudio se realizó durante la época reproductiva, el ámbito hogareño de un macho se traslapará en mayor medida con el de las hembras en comparación con el de otros machos.
- Considerando que estudios previos reportan que *D. merriami* tiene preferencia por el mezquite (*Prosopis* sp.), el ámbito hogareño de este roedor estará más asociado con el mezquite en comparación con otros tipos de vegetación presentes en el área de estudio.

6. Materiales y Métodos

6.1. Sitio de estudio

La Reserva de la Biosfera Mapimí se encuentra en el desierto del noroeste de México, en los estados de Durango, Chihuahua y Coahuila. Cuenta con una superficie de 342,387.99 hectáreas, conformada por cuencas endorreicas que se encuentran entre 1,000 y 1,200 m. Es un área representativa del ecosistema desértico mexicano, donde la vegetación predominante está constituida por matorrales xerófilos y chaparrales. Alberga 270 especies de vertebrados, de los cuales 200 son aves, 28 mamíferos, 36 reptiles y cinco anfibios. En cuanto a la diversidad vegetal, existen 403 especies, donde Asteraceae, Poaceae y Cactaceae son las familias más diversas (CONANP-SEMARNAT, 2006). Presenta un clima muy árido, semi-cálido, con lluvias de verano con temperaturas extremas (García, 1973).

De acuerdo con las unidades florísticas descritas por Serrano (1987), se intentó identificar un gradiente donde se tuvieran los tres tipos de unidades (nopalera, magueyal y pastizal); sin embargo, no se encontró dicho gradiente en el área de estudio, por lo que se seleccionó un sitio con abundantes madrigueras, identificadas visualmente. El sitio seleccionado mostró una distribución heterogénea de plantas características de la nopalera, y donde las características del suelo variaban, en particular el tamaño de las piedras, siendo de mayor tamaño aquellas en el extremo sur del transecto de colecta (ver Fig. 2; cuadrantes iv y v).

6.2. Muestreo de individuos y radio telemetría

El muestreo de *D. merriami* se realizó durante la temporada reproductiva de junio del 2015. Se capturaron individuos con trampas Sherman cebadas con una mezcla de avena, vainilla y crema de cacahuete. Se designaron cinco redes de trampas sobre un transecto de 450 m de longitud, donde se colocaron cinco trampas por red, dirigidas hacia los cuatro puntos cardinales, con una distancia de 5 m entre cada trampa y con dos trampas en el centro de la red (Figura 2). Se mantuvo una separación de 50 m entre cada red, colocándose 22 trampas por red, para un total de 110 trampas por noche durante tres noches.

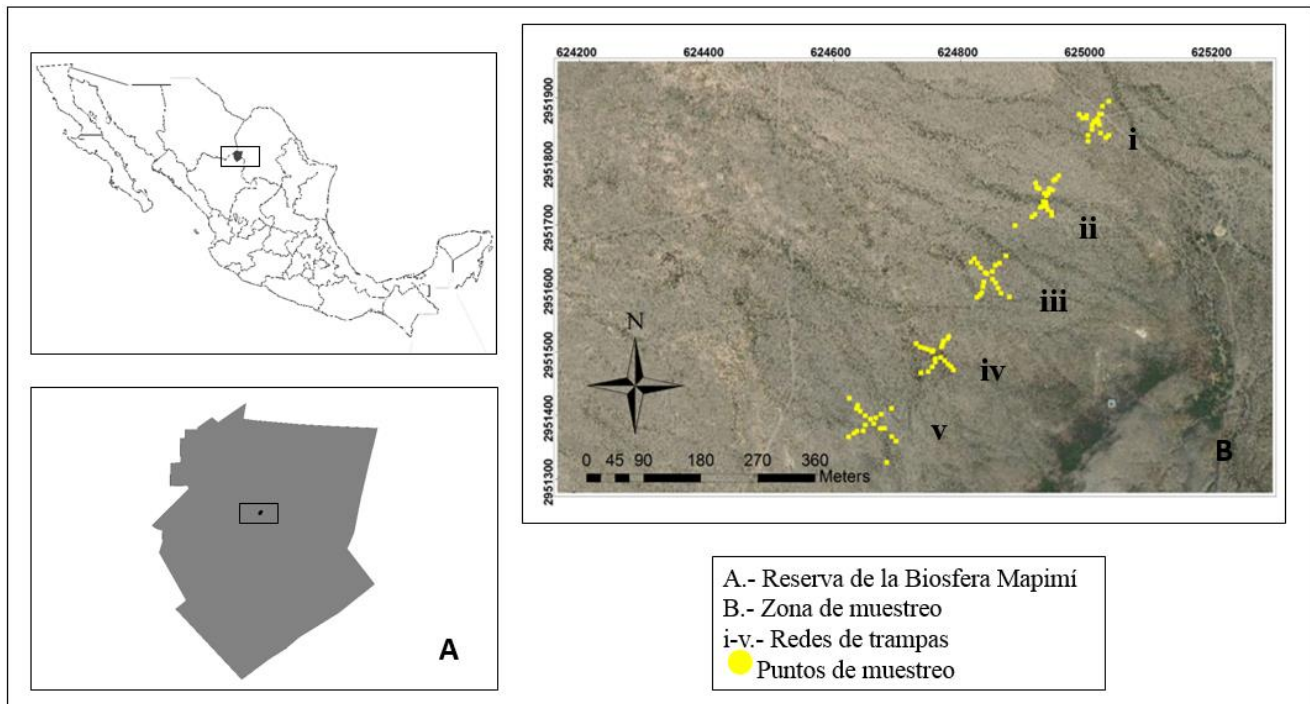


Figura 2. Sitio de estudio a) Área del polígono de la Reserva de la Biósfera Mapimí b) Transecto con cinco redes de muestreo (i-v). Los puntos amarillos son los sitios donde se colocaron las trampas.

De los individuos capturados se tomaron las medidas morfométricas estándar: longitud corporal, longitud de la cola, peso, ancho de la oreja y longitud de la pata. Se seleccionaron seis hembras, ocho machos y tres juveniles y a cada uno se les colocó un radio TXA-001G (Telenax) de 0.42 g en el dorso (entre los omoplatos), con una pequeña gota de kola-loca[®] (Figura 3a) los cuales fueron posteriormente liberados en el sitio donde se capturaron. La tarde del día en el que se les colocó el radio se hicieron pruebas para verificar la recepción de la señal de los radiotransmisores (Figura 3b). El seguimiento de cada individuo se realizó con un receptor RX-TLNX y una antena Yagi plegable de 3 elementos (Telenax). Posterior a la liberación se dejaron pasar 24 horas para permitir la adaptación de los individuos a los radios, de acuerdo a lo recomendado en la literatura (Springer, 2003). Después de las 24 horas de su liberación se inició el rastreo de cada individuo, entre las 21:00 y 01:30 hrs. Este procedimiento se repitió cada noche hasta obtener un mínimo de 10 localizaciones por individuo (en promedio tres noches). Se tomaron datos de la fecha, hora y coordenadas de cada punto en el que se detectó la señal, si se había logrado observar directamente al individuo, así como la vegetación asociada al punto. La

vegetación asociada se determinó a partir de la comparación de fotografías con el listado de flora de la reserva de García-Arévalo (2002) y una búsqueda en internet.



Figura 3. Muestreo y radio telemetría. a) Colocación de radio a un individuo de *D. merriami* b) Pruebas vespertinas previas al seguimiento nocturno. Fotos tomadas por Luna-Bárceñas Madisson (a) y Garrido-Garduño Tania (b).

6.3. Análisis de datos

Para determinar el ámbito hogareño se utilizó el estimador de Kernel, el cual se considera el más adecuado porque es poco sensible a datos extremos, lo que evita sesgos (Rodgers y Carr, 1998), utilizando el paquete *adhabitatHR* en la plataforma R 3.3.0. Se realizó la estimación del ámbito hogareño con los dos suavizadores h_{lcsv} y h_{ref} , no obstante debido a que no se observó diferencia en el tamaño o cálculo del área del AH, se eligieron las estimaciones con el suavizador h_{ref} , ya que éste mostraba mayor nitidez en las isopletas que delimitan las regiones con diferente probabilidad dentro de los ámbitos.

Para determinar si existían diferencias significativas en el tamaño del ámbito hogareño entre hembras y machos se realizaron pruebas de U de Mann-Whitney, además se calculó el porcentaje de solapamiento con el programa R 3.3.0. Se realizaron también pruebas de correlación de Pearson para evaluar si existía relación entre las medidas morfométricas de los individuos y el tamaño del ámbito hogareño, con el programa R 3.3.0.

Se estimó la distancia en línea recta entre los puntos registrados de manera consecutiva para cada individuo. Considerando el horario en que se registraron dichos puntos, se evaluaron picos de actividad, los cuales se determinaron a partir de las distancias máximas.

Dado que el estudio se realizó en una sola unidad florística (nopalera), para evaluar diferencias en el uso de la vegetación que compone dicha unidad, se realizó una prueba de U de Mann-Whitney para comparar dicho uso entre hembras y machos.

7. Resultados

Se capturaron 29 individuos de *Dipodomys merriami* en las primeras tres redes de trampas (Figura 2: i, ii y iii), a 17 de los cuales se les colocaron radios: seis hembras, ocho machos adultos y tres juveniles (Tabla 1).

De los 17 individuos con radio, se perdió la señal de ocho antes de poder tener datos suficientes, por lo que sólo nueve individuos fueron monitoreados durante al menos tres noches. Se obtuvo un total de seis eventos de contacto visual y 91 localizaciones independientes, con las cuales se estimó el ámbito hogareño (Figura 4). La estimación del Kernel mostró en algunos casos más de un posible centro de actividad (Anexo 1).

Tabla 1. Datos morfométricos y de campo de diecisiete individuos de *Dipodomys merriami* con radio en la Reserva de la Biósfera Mapimí.

Hembras									
No. de radio	ID de colecta	Edad	Vagina (A/C)	Mamas (P/NP)	LCu (mm)	LC (mm)	PT (mm)	O (mm)	Peso (g)
R5	11	Ad	A	NP	95	145	35	14.3	42
R13	31	Ju	A	NP	90	135	35.8	13.7	34
R14	36	Ad	C	P*	100	105	35.2	15.2	45
R15	37	Ad	C	NP	95	140	35.9	12.6	40
R17	56	Ad	C	P	95	135	33.8	14.6	46
R18	058	Ad	C	P	100	145	34.8	13.4	46
$\bar{x} \pm ES$					95.83 ± 1.4	134.17 ± 5.8	35.08 ± 0.28	13.97 ± 0.34	42.17 ± 1.74
Machos									
No. de radio	ID de colecta	Edad	Testículos (E/NE)		LCu (mm)	LC (mm)	PT (mm)	O (mm)	Peso (g)
R1	3	Ad	E		95	138	37.3	15.5	43
R2	7	Ad	E		100	125	36.2	15.2	49
R3	8	Ad	E		98	145	33.5	12.4	46
R4	10	Ad	E		100	140	33.8	14.9	48
R7	13	Ad	E		100	140	36.9	14.3	49
R8	14	Ad	E		100	135	32.8	13.8	44
R10	15	Ad	E		105	135	34	12.8	45
R11	17	Ad	E		100	140	33	13.8	48
$\bar{x} \pm ES$					99.75 ± 0.91	137.25 ± 1.95	34.69 ± 0.6	14.09 ± 0.37	46.5 ± 0.77
Indeterminados									
No. de radio	ID de colecta	Edad	Testículos	Vagina	LCu (mm)	LC (mm)	PT (mm)	O (mm)	Peso (g)
R6	12	Ju	-	-	80	128	35.8	14.8	29
R12	28	Ju	-	-	78	115	31.9	14.3	27
R16	40	Ju	-	-	95	138	32.7	12.8	30
\bar{x}					84.33 ± 2.75	85.60 ± 3.07	33.47 ± 1.3	13.97 ± 0.92	28.67 ± 1.12

(Ad) Adulto; (Ju) Juvenil; (Lcu) longitud del cuerpo; (LC) longitud de la cola; (PT) long. pata; (O) long. oreja; Testículos: (E) escrotados; (NE) no escrotados; Vagina: (A) abierta; (C) cerrada; Mamas: (P) pronunciadas; (NP) no pronunciadas; (*) Lactante; (ES) error estándar.

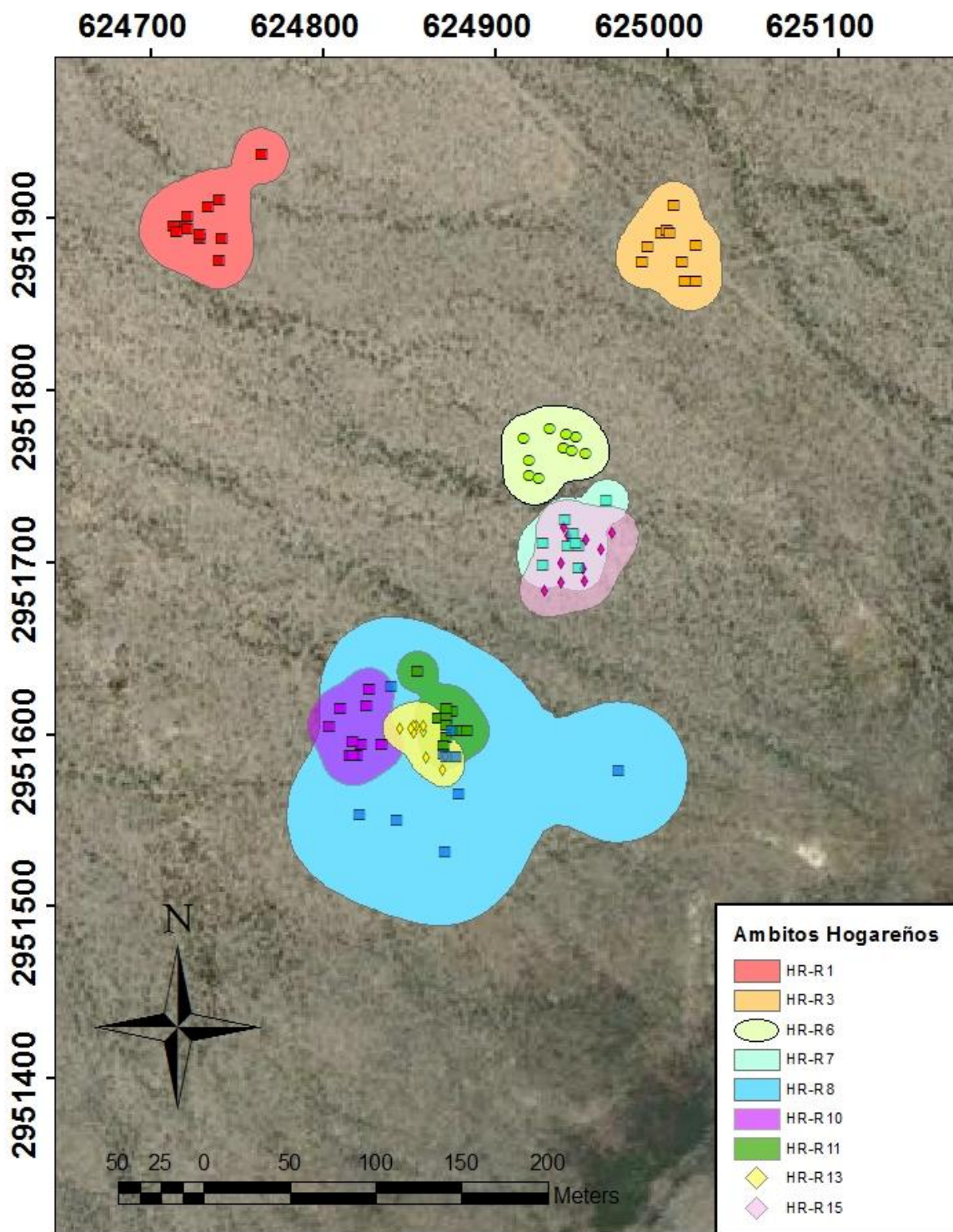


Figura 4. Ámbito hogareño y localizaciones espaciales de nueve individuos de *Dipodomys merriami*: cinco machos (rectángulos), dos hembras (rombos) y un juvenil (elipse).

El tamaño promedio del ámbito hogareño de los individuos analizados fue de 6294 ± 2640 m²; el AH de los machos fue de 6957 ± 3770 m², mientras que el de las hembras fue de 2453 m². La diferencia de tamaño del AH, más de doble en los machos comparado con el de las hembras, fue significativa (U=45, P=0.003; Tabla 2). Por otro lado, no se encontraron correlaciones significativas entre las medidas morfométricas y el tamaño del AH (pruebas de correlación de Pearson).

Tabla 2. Tamaño del ámbito hogareño de los individuos de *Dipodomys merriami* y el total de localizaciones por radio.

Radio	No. De Localizaciones	Sexo	AH (m ²)
R1	12	M	4410
R3	10	M	3280
R6	10	-	2700
R7	10	M	2770
R8	10	M	26520
R10	10	M	2710
R11	10	M	2040
R13	10	H	1500
R15	10	H	3410
		Total $\bar{x} \pm ES$	6294 ± 2640
		(M) $\bar{x} \pm ES$	6957 ± 3770
		(H) $\bar{x} \pm ES$	2453 ± 0.0
(M) macho; (H) hembra; (ES) error estándar			

Se observó un solapamiento del AH del 77.4% entre los individuos con los radios R7 y R15 (macho y hembra respectivamente) y entre los R8, R10, R11 y R13 (Tabla 3, Figura 4). Cabe resaltar que el AH más grande fue el del R8 (macho), en el cual está contenido totalmente el ámbito del R13 (hembra) y del R11 (macho). Éste además intersecta con el 95.8% del ámbito del R10 (macho). La intersección del R11 con el R13 es del 34.5% del área del dicha hembra, mientras que el R10 intersecta solo el 10.3% del área del R13 (Tabla 3, Figura 4).

Tabla 3. Matriz del porcentaje de intersección de los ámbitos hogareños entre los diferentes individuos (1 sobre 2).

1 \ 2	R1	R3	R6	R7	R8	R10	R11	R13	R15
R1	100	-	-	-	-	-	-	-	-
R3	-	100	-	-	-	-	-	-	-
R6	-	-	100	-	-	-	-	-	-
R7	-	-	-	100	-	-	-	-	77.4%
R8	-	-	-	-	100	9.7%	7.7%	5.4%	-
R10	-	-	-	-	95.8%	100	-	5.5%	-
R11	-	-	-	-	100	-	100	34.5%	-
R13	-	-	-	-	100	10.3%	48.7%	100	-
R15	-	-	-	62.6%	-	-	-	-	100

Se encontraron dos picos de actividad, uno entre las 22:15 hrs y las 23:15 hrs y otro entre las 00:15 y las 01:00 hrs, periodos en los que los individuos recorrieron mayores distancias, hasta 58.5 m entre dos localizaciones (Figura 5). El primer pico de actividad coincide con los primeros cinco días del periodo de muestreo, el cual se realizó con presencia de luna llena, mientras que el segundo pico coincide con los siguientes días de muestreo, con la luna hacia cuarto menguante, es decir con menor luz de luna (Figura 6).

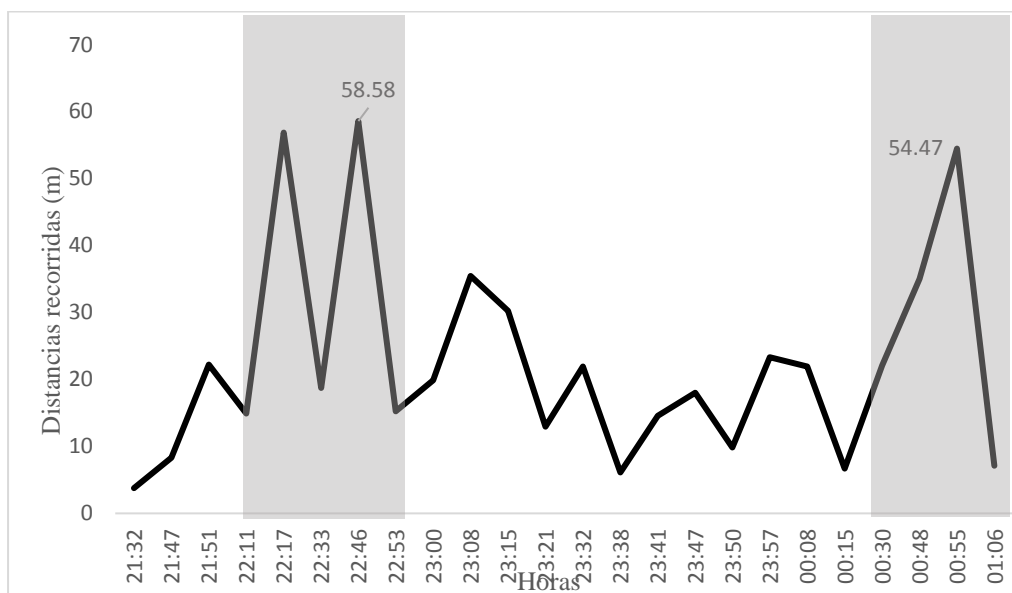


Figura 5. Horarios de actividad de *Dipodomys merriami* durante el periodo de muestreo en la RBM. El área sombreada muestra el periodo con la mayor actividad promedio (mayor distancia recorrida).

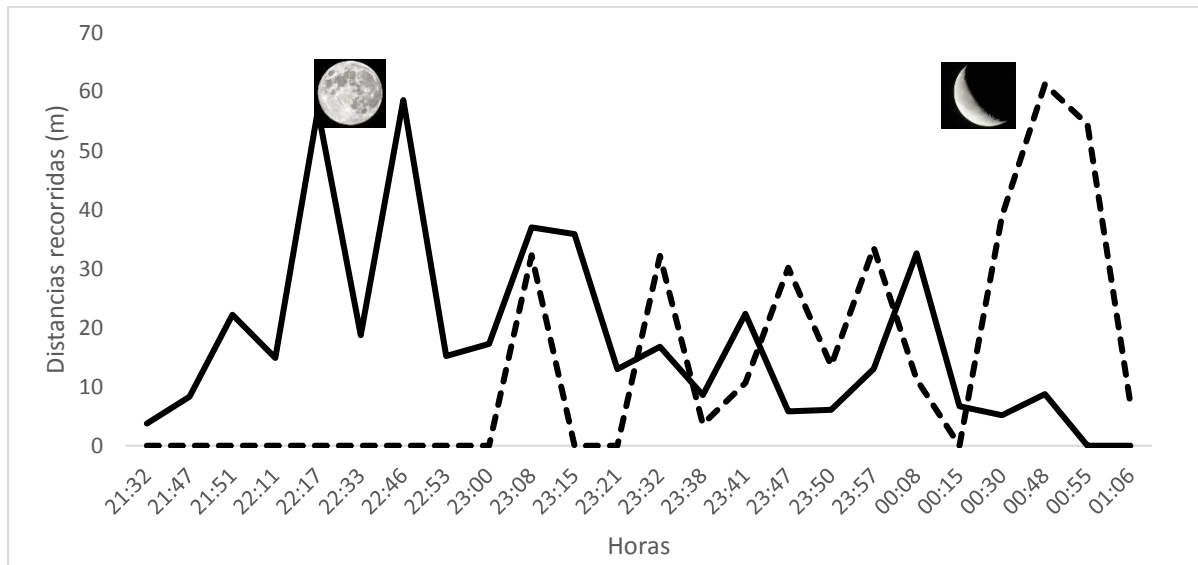


Figura 6. Comparación de los horarios de actividad de *Dipodomys merriami* con presencia (línea continua) y ausencia (línea punteada) de luna llena, durante el periodo de muestreo en la RBM.

Respecto a la selección de hábitat, dado que no se encontró el gradiente de las unidades descritas por Serrano (1987), es decir magueyal-nopalera-pastizal, sino sólo nopalera, se determinó la vegetación más frecuentada por las ratas canguro dentro de dicha unidad. El trampeo de individuos de *D. merriami* fue exitoso sólo donde el suelo era pedregoso (tres primeras redes de trampas), con presencia de seis especies de plantas representativas del hábitat de nopalera: *Euphorbia antisiphilitica* (candelilla), *Fouquieria splendens* (ocotillo), *Jatropha dioica* (sangre de drago), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Opuntia sp.* (nopal) y *Prosopis glandulosa* (mezquite). El mayor porcentaje de puntos de localización de individuos fue en presencia de *L. tridentata* (57%), seguido de *Opuntia sp.* (40%), *J. dioica* (18%) y *P. glandulosa* (6%), sin diferencias significativas entre sexos ($U=30$, $P=0.52$; Figura 7). En las últimas redes de trampas la vegetación fue diferente, con mayor abundancia de agaves y nopales, además de presentar un suelo rocoso.

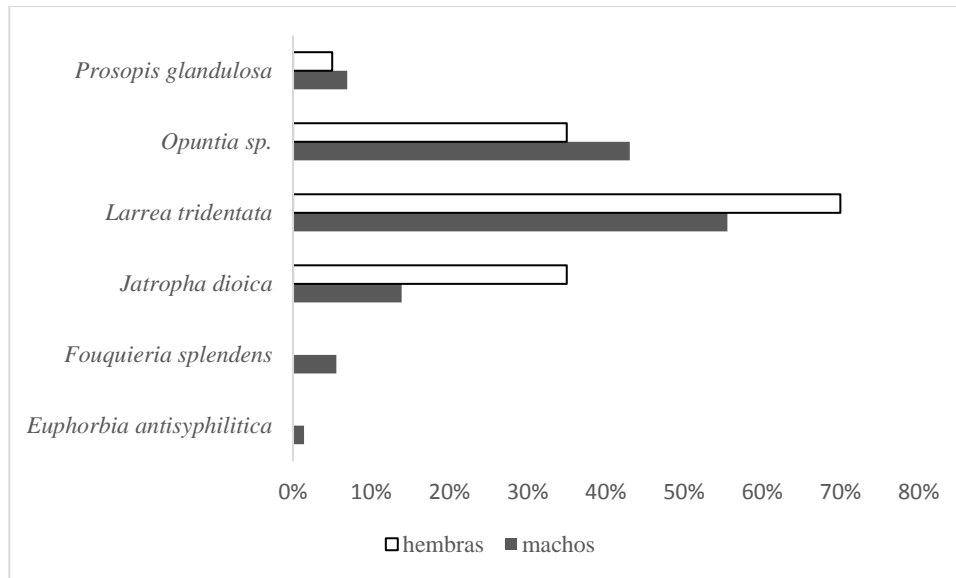


Figura 7. Comparación del porcentaje de uso de la vegetación entre hembras y machos de *Dipodomys merriami* en el sitio e muestreo en la RBM.

8. Discusión

El presente trabajo es el primero en determinar el ámbito hogareño de la rata canguro, *Dipodomys merriami*, utilizando radio telemetría y con un estimador estadístico basado en probabilidad. Es pionero también para heterómidos en México y para la Reserva de la Biósfera de Mapimí.

A pesar que el ámbito hogareño ha sido muy estudiado en mamíferos grandes y medianos (Castellanos-Morales, 2006; Carrillo-Reyes, 2010; Ceballos et al., 2002), los estudios para roedores heterómidos son mínimos, principalmente en Estados Unidos (Schroder, 1979; Braun, 1985; Behrends et al., 1986; Jones, 1989). Ello se relaciona, en primer instancia, con el tamaño y peso de los radios, pues es relativamente reciente que existen radios lo suficientemente pequeños y ligeros que puedan colocarse en roedores. El método más utilizado para la estimación del AH en dichos trabajos ha sido el polígono mínimo convexo, mientras que sólo existen un par de estudios que hayan utilizado en combinación la radio telemetría y un método basado en probabilidad como el de Kernel (Colunga-Salas 2014; Marines-Macías, 2014).

Las localizaciones se tomaron con intervalos de 30 min entre cada punto. Aunado a lo anterior, los datos se registraron de manera aleatoria, es decir no se tomaron dos localizaciones

del mismo individuo de forma consecutiva, lo cual asegura la independencia de los datos (Kernohan et al. 2001). La mayoría de las localizaciones con las que se hizo la estimación del AH para cada individuo están dentro del área obtenida, lo cual muestra núcleos de actividad altamente frecuentes.

El tamaño del AH estimado en el presente trabajo para *D. merriami*, durante la temporada reproductiva, no coincide con los reportados por Behrends et al. (1986) y Serrano (1987), quienes obtuvieron valores menores, mientras que Jones (1989) reporta un AH similar, aunque éste último utilizó el polígono mínimo convexo. Las diferencias con las primeras estimaciones pueden deberse a los métodos de estimación: los de captura y recaptura como los cuadrantes suelen subestimar el área, ya que no se sabe con certeza que el área muestreada cubra el total de la que ocupa un individuo para sus actividades diarias; otra posibilidad es porque el tamaño de la cuadrícula no sea el adecuado, error común con dicha técnica, que provoca la pérdida de información de los sitios de actividad (Rodgers y Carr, 1998; Kernohan et al., 2001; Demsar et al., 2015). Asimismo, ni la captura-recaptura ni el polígono mínimo convexo muestran adecuadamente las áreas de mayor actividad dentro de los ámbitos estimados (Worton, 1989).

La diferencia en el tamaño del AH entre machos y hembras puede estar asociado con la temporada del estudio, dado que durante la época reproductiva las hembras suelen ocupar una menor área por el cuidado de las crías (Murrieta-Galindo y Cuautlle-García, 2016). También se observó que la sobreposición del AH es mayor entre machos y hembras que entre hembras, lo que debe estar relacionado asimismo con la temporada reproductiva, cuando los machos buscan a las hembras para aparearse. Sin embargo, debe tomarse en cuenta el tamaño de muestra pequeño de nuestro estudio, lo cual limita nuestras conclusiones (Behrends et al., 1986). Dicho lo anterior, también es importante mencionar que los resultados obtenidos son congruentes con la biología de *D. merriami* y con las hipótesis de trabajo, lo que apoya las estimaciones del AH de esta especie. En relación con lo anterior, es importante mencionar que en el presente trabajo hubo una pérdida importante de radios y en consecuencia del tamaño de muestra debido a los hábitos de *D. merriami*, especie que utiliza madrigueras subterráneas con múltiples túneles, lo que ocasionó el desprendimiento del equipo del cuerpo del animal (Hidalgo-Mihart y Olivera-Gómez, 2011).

En relación con los picos de actividad con y sin luna llena, los resultados son congruentes con estudios que reportan diferencias en actividad dependientes de la luz lunar en roedores (Daly et al., 1992; Fuentes-Montemayor et al., 2012), y con lo esperado para *D. merriami* (Daly et al.,

1992). Daly y colaboradores encontraron que individuos de *D. merriami* presentan mayor actividad en horas de crepúsculo durante luna llena y, conforme disminuye la cantidad de luz con las fases lunares, la actividad se incrementa durante la media noche. El efecto de los depredadores en la conducta de forrajeo es evidente, ya que para evitar ser detectados por éstos, durante las noches con luna llena, *D. merriami* presenta poca actividad nocturna y una mayor actividad al anochecer y al amanecer, donde nuestros datos confirman la actividad crepuscular (Figura 8; Daly et al., 1992; Soltz-Herman y Valone, 2000).

Es interesante el uso diferencial del hábitat que presentó *D. merriami* en nuestra zona de estudio, aún cuando incluyó sólo una unidad florística, la nopalera. La especie vegetal más representada fue *L. tridentata*, cuyas semillas utiliza dentro de su dieta. Asimismo, se ha reportado que otros roedores de desierto consumen especies de nopal para obtener agua (Vaughan, 1967). También hay que tomar en cuenta la función de protección que proporcionan especies como *Opuntia* y *Jantropa*, ya que por su forma y por la presencia de espinas limitan el movimiento de depredadores a su alrededor (Bradley y Mauer, 1971; Cox et al., 1993; Murray y Dickman, 1994). Así, una gran proporción de las localizaciones de *D. merriami* fueron en sitios con presencia de estas plantas. De hecho, los avistamientos directos de individuos con radio fueron siempre cercanas a estas especies. Está reportado que *Prosopis* es la especie que más se relaciona con *D. merriami*, en particular porque construyen sus madrigueras en las raíces de algunas especies de este género (Monson y Kessler, 1940). Sin embargo, en este trabajo se obtuvieron pocas localizaciones en presencia de *Prosopis*, lo cual puede reflejar que aunque *D. merriami* puede tener ciertos requerimientos específicos para la construcción de madrigueras y protección, puede hacer uso de distintas especies de plantas que cumplan con las características requeridas, además se debe considerar que el tipo de suelo podría ser determinante para la presencia tanto de madrigueras como para la actividad nocturna de este roedor. Por lo tanto, el área de actividad, donde los individuos están en movimiento, dentro y fuera de sus madrigueras, se relaciona con la diversidad de estos desiertos; en consecuencia *D. merriami* es asimismo especie clave para el mantenimiento de estos ecosistemas (Whitford, 2002).

Estudios como el presente son esenciales para conocer aspectos biológicos clave en la historia de vida de especies animales. Asimismo, se demostró que la radio telemetría es una técnica que puede utilizarse en especies pequeñas, tener aplicaciones en el ámbito de la conservación y para otras especies como *Dipodomys nelsoni*, especie endémica de México y

presente en la Reserva de la Biosfera Mapimí, aportando información que ayude a evaluar su estado poblacional y para reforzar el conocimiento de la fauna que contribuya al mantenimiento y protección de áreas naturales protegidas.

Conocer el ámbito hogareño permite determinar el área que requieren los individuos para realizar todas sus actividades, a qué especies vegetales están asociadas, si hay diferencias entre sexos, si hay patrones temporales y/o espaciales específicos, entre otros. Todo ello permite enriquecer nuestro conocimiento de la biología de los organismos y, en el caso de especies en categorías de protección, para plantear acciones de conservación. Y es importante no sólo para especies con distribuciones restringidas, sino para aquellas que se encuentran ampliamente distribuidas, pues ayuda a conocer cómo cambian sus requerimientos en el espacio.

Para estudios posteriores con *Dipodomys merriami*, sería ideal que se realicen réplicas en sitios más alejados y con características florísticas diferentes, tratando de mantener el mismo número de machos y hembras, para determinar si existe el mismo comportamiento en diferentes grupos familiares de esta especie o con recursos diferentes. También proponemos probar otro tipo de radios, ya que aunque existen radios subcutáneos que cuentan con una pila de mayor duración. Cabe mencionar que los radios utilizados en este trabajo son menos invasivos, y que otra opción es tratar de hacer más eficiente el modo de fijación del mismo. Finalmente, sería interesante realizar una estimación en diferentes periodos a lo largo del año (pre y post apareamiento), para ver cómo cambia el tamaño y forma de los ámbitos para hembras, machos y juveniles a lo largo del año.

9. Literatura citada

- Behrends, P., M. Daly y M. I. Wilson. 1986. Range and Spatial Relationships of Merriam's Kangaroo Rats (*Dipodomys merriami*). BRILL, 96: 187-209.
- Bradley, W. G. y R. A. Mauer. 1971. Reproduction and food habits of merriami's kangaroo rat, *Dipodomys merriami*. American Society of Mammologists, 3: 497-507.
- Braun S. E. 1985. Home range and activity patterns of gigant kangaroo rat, *Dipodomys inges*. Journal of Mammalogy, 66: 1-12.
- Burt, W. H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of Mammalogy, 24: 346-352.
- Castellanos-Morales, G. 2006. Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimentarios de un carnívoro en un ambiente suburbano, El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) en la reserva ecológica El Pedregal de San Ángel, Ciudad Universitaria, México D.F. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México.
- Carrillo-Reyes, A., C. Lorenzo, E. J. Naranjo, M. Pando y T. Rioja. 2010. Home range dynamics of Tehuantepec Jackrabbit in Oaxaca, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81: 143-151.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterola y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. (En): R. A. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewicz, P. Crawshaw, A. Rabinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber. (2002). El jaguar en el nuevo milenio. pp. 403-4017. Fondo de Cultura Económica. D.F. México.
- Ceballos, G. 2014. Mammals of Mexico. Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- CONANP-SEMARNAT. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Mapimí. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. D. F., México.
- Colunga-Salas, P, F. 2014. Ámbito hogareño y uso de hábitat de *Habromys schmidly* (Rodentia: Cricetidae). (Tesis de Licenciatura), UNAM. D. F., México.
- Corbalán, V. 2004. Uso de hábitat y ecología poblacional de pequeños mamíferos del desierto del Monte Central, Mendoza, Argentina. Tesis Doctoral. UNLP. Argentina.
- Cox, J. R., A. Alba-Ávila, R. W. Rice y J. N. Cox. 1993. Biological and physical factors influencing *Acacia constricta* and *Prosopis velutina* establishment in the Sonora Desert. Journal of Range Management, 46: 43-48.

- Daly, M., P. R. Behrens, M. I. Wilson y L. F. Jacobs. 1992. Behavioral modulation of predation risk: moonlight avoidance and crepuscular compensation in a nocturnal desert rodent *Dipodomys merriami*. *Animal Behavior*, 44: 1-9.
- Demsar, U, K. Buchin, F. Cagnacci, K. Safi, B. Speckmann, N. Van de Waghe, D. Weiskopf y R. Weibel. 2015. Analysis and visualization of movement: an interdisciplinary review. *Movement Ecology*, 3:5
- DesertUSA. 1996. Desert animal survival: Adaptations of desert animals. Digital West Media, Inc. Consultado el 26 de diciembre 2016. Disponible en <http://www.desertusa.com/survive.html>
- Fuentes-Montemayor, E., D. Goulson, L. Cavin, J. M. Wallace y K. J. Park. 2012. Factors influencing moth assemblages in woodland fragments on farmland: Implications for woodland management and creation schemes. *Biological Conservation*, 153: 265-275.
- Fulbright, T. E. y J. A Ortega-S. 2007. *Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca*. Texas A&M Universitario Press. USA.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM, D. F., México.
- Hernández, L., A. G. Romero, J. W. Laundré, D. Lightfoot, E. Aragón y J. López. 2005. Changes in rodent community structure in the Chihuahua Desert México: comparisons between two habitats. *Jurnal of Arid Environments*, 60: 239-257.
- Hidalgo-Mihart, M. G. y L. D. Olivera-Gómez. 2011. Radio telemetría de vida silvestre. En S. Gallina-Tessaro y C. López-Gonzáles (Eds), *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (pp. 161-177). INECOL. Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Hutto, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding migratory land birds. En: Cody, M. L. (Ed.) *Habitat selection in birds*, pp 455-476. Academic Press, Orlando, Fla. 558 pp.
- Issaian, T., V.B. Urity, W.H. Dantzler y T.L. Pannabecker. 2012. Architecture of vasa recta in the renal inner medulla of the desert rodent *Dipodomys merriami*: potential impact of the urine concentrating mechanisms. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 303: 748-756.
- Jones W. H. 1989. Dispersal distance and the range of nightly movements in merriami's kangaroo rats. *Jurnal of Mammalogy*, 70: 27-34.
- Kaufman, D. W. y E. D. Fleharty. 1974. Habitat selection by nine species of rodents in north-central Kansas. *The Southwestern Naturalist*, 18:443-451.
- Kernohan, B. J., R. A. Gitzen y J. J. Millspaugh. 2001. Analysis of animal space use and movements. En: *Radio tracking and animal populations*, J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff, (Eds.) USA: Academic Press, USA: pp. 125-166.
- Linzey, A.V., R. Timm, S.T. Álvarez-Castañeda, L. Castro-Arellano y T. Lacher, 2008. *Dipodomys merriami*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:

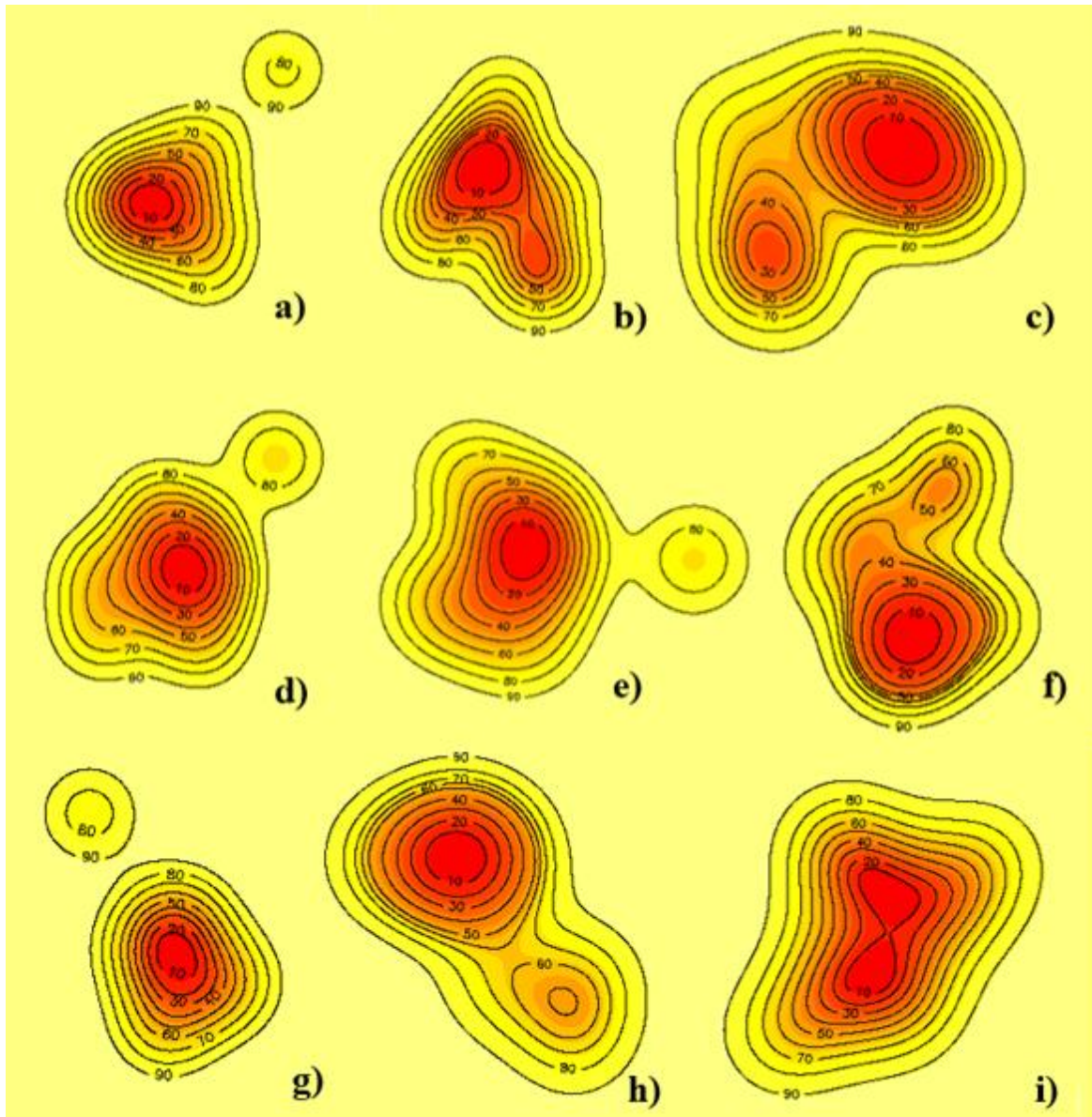
e.T6689A12796471.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6689A12796471.en>.

Consultado el 22 de noviembre 2015.

- Llorent-Bousquets, J. y J. J. Morrone. 2001. Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, D.F. México.
- MacMillen, R. E. 1964. Population ecology, water relations, and social behavior of a southern California rodent fauna. *University of California Publications in Zoology*, 71: 1-59.
- Marines-Macías, T. 2014. *Ámbito hogareño y selección de hábitat de *Reithrodontomys microdon* (Cricetidae: Neotominae)*. (Tesis de licenciatura), UNAM. D. F., México.
- Murray, B. R. y C. R. Dickman. 1994. Granivory and microhabitat use in Australian desert rodents: Are seeds important?. *Oecologia*, 99: 216-225.
- Mohr, C. O., 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist*, 37: 223-249.
- Monson, G. y W. Kassler. 1940. Life history notes of the banner-tailed kangaroo rat, merriam's kangaroo rat, and the white throated wood rat in Arizona and New Mexico. *The journal of wildlife management*, 4: 37-43.
- Murrieta-Galindo, R. y L. M. Cuautlle-García. 2016. Características d madrigueras del género *Dipodomys* en dos comunidades vegetales en la Reserva de la Biosfera Mapimí, Durango, México. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*, 1: 35-47.
- Partridge, L. 1978. Habitat selection. En: Krebs Jr y N. B. Davies (Eds), *Behavioral ecology and evolutionary approach*, pp 351-376. Blackwell, Oxford.
- Powell, R. A. y M. S. Mitchell. 2012. What is a home range?. *Journal of Mammalogy*, 93: 948-958.
- Randall, J.A. 1993. Behavioural adaptations of desert rodents (Heteromyidae). *Animal Behaviour*, 45: 263-287.
- Reynolds, H. G. 1960. Life history notes on Merriam's kangaroo rat in southern Arizona. *Journal of Mammalogy*, 41: 48-57.
- Rogers, K.B. y G.C. White, 2007. Analysis of movement and habitat use from telemetry data. En: S.C. Guy, M.L. Brown (Eds.), *Analysis and Interpretation of Freshwater Fisheries Data*, American Fisheries Society, Bethesda, M.D. (2007) pp. 625-676.
- Rodgers, A. R. y A. P. Carr. 1998. HRE: The home range extension for Arciewtm, user's manual. Centre for Northern Forest Ecosystem Research. Ontario ministry of Natural Resources: 30.
- Rodríguez-Ojeda, L., Sin año. *Construcciones de Kernels y funciones de densidad de probabilidad*. Departamento de Matemáticas, ESPOL, Ecuador.

- Rodríguez, C. R., 2015. Ecología especial y patrones de actividad del tejón enano (*Nasua nelsoni* Merriam, 1901) de la isla de Cozumel. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Morelos, Morelos, México.
- Rogovin, K., G. Shenbrot y A. Surov. 1991. Analysis of spatial organization of desert rodent community in Bolson de Mapimí, México. *Journal of Mammalogy*, 72: 347-359.
- Sáenz, J. C. 1999. Movimientos y selección de micro-hábitat de una rata arborícola *Prothomomys phyllostis* (Rodentia: Muridae) en el bosque seco tropical. *Brenesia*, 52: 61-64.
- Santos-Moreno, A. y A. E. Santiago-Marcial. 2012. Área de actividad y movimiento de *Liomys irroratus* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 496-502.
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Serrano, V. 1987. Las comunidades de roedores desertícolas del Bolsón de Mapimí, Durango. *ACTE ZOOL. MEX*, 20: 1-22.
- Schroder, G. D. 1979. Foraging behavior and home range utilization of the bennertial kangaroo rat (*Dipodomys spectabilis*). *Ecology*, 60:657-665.
- Soltz-Herman, C. y T. J. Valone. 2000. The effect of mammalian predator scent on the foraging behavior of *Dipodomys merriami*. *OIKOS*, 91: 139-145.
- Springer, J. T. 2003. Home range size estimates based on number of relocations. *Occasional Wildlife Management Papers*, Biology Department, University of Nebraska at Kearney, 14: 1-12.
- Stamp, N. E. y R. D. Ohmart. 1978. Resource utilization by desert rodents in lower Sonoran desert. *Ecology*, 59: 700-707.
- Vaughan, T.A. 1967. Food habits of the Northern pocket gopher on Shortgrass Praire. *The American Midland Naturalist*, 77: 176-186.
- Whitford, W. 2002. *Ecology of deserts systems*. Academic Press. San Diego, USA.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in Home-Range studies. *Ecology*. 1:164-168.
- Zeng, Z. y J. H. Brown. 1987. Population Ecology of a Desert Rodent: *Dipodomys merriami* in the Chihuahuan Desert. *Ecological Society of America*, 68: 1328-1340.

Anexo 1. Forma del ámbito hogareño de nueve individuos de *Dipodomys merriami*, obtenidos con el método fijo de Kernel en el sitio de estudio de la Reserva de la Biósfera Mapimí.



Ámbitos hogareños. Los centros de actividad fueron calculados a partir de la mayor probabilidad de ocurrencia (rojo) y las áreas con menor probabilidad de ocurrencia (amarillo). a) AH del individuo con el radio R1, b) AH del R3, c) AH del R6, d) AH del R7, e) AH del R8, f) AH del R10, g) AH del R11, h) AH del R13 e i) AH del R15, donde h e i son hembras. Los números representan la probabilidad menos el diez por ciento de encontrar al individuo dentro de esa área. El tamaño de cada ámbito no es comparable en esta figura.