



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Ámbito hogareño y selección de hábitat de
Reithrodontomys microdon (Cricetidae:
Neotominae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

Tania Marines Macías



DIRECTORA DE TESIS:
Dra. Livia Socorro León Paniagua

2014



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.

1. Datos del alumno

Marines Macías Tania

26155080

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

305292504

2. Datos del tutor

Dra. Livia Socorro León Paniagua

3. Datos del sinodal 1

Dr. Cano Santana Zenón

4. Datos del sinodal 2

Dr. José Jaime Zúñiga Vega

5. Datos del sinodal 3

Dr. Ávila Flores Rafael

6. Datos del sinodal 4

M. en B. Zamira Anahí Ávila Valle

7. Datos del trabajo escrito

Ámbito hogareño y selección de hábitat de *Reithrodontomys microdon*
(Cricetidae: Neotominae)

46 p

2014

Agradecimientos

La presente tesis fue desarrollada durante el curso del Taller “Faunística, sistemática y biogeografía de vertebrados terrestres de México”, en el Departamento de Biología Evolutiva de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Esta investigación se llevó a cabo con fondos otorgados por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación tecnológica, asignados a la Dra. Livia Socorro León Paniagua, a través del proyecto IN 216713 “Revisión del estado sistemático y biogeográfico de los roedores peromíscinos de grupo “megalops” (*Peromyscus megalops*, *P. melanurus* y *P. melanocarpus*), y de *Osgoodomys banderanus* a partir de los genes mitocondriales ND3ND4 y el nuclear GHR.

A la Dra. Susana Valencia Ávalos, Técnica Académica Titular del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCM), por la identificación de especies arbóreas.

Al M. en C. Othón Alcántara Ayala y al Biól. Andrés González Murillo del laboratorio de Biogeografía, de la Facultad de Ciencias, UNAM, por la identificación de plantas terrestres.

A la M. en B. María Eugenia Muñoz Díaz de León, Técnica Académica del Taller de Biología de Plantas I y II de la Facultad de Ciencias, UNAM, por la identificación de las pteridophytas.

Al Dr. Claudio Delgadillo Moya curador de la Colección de Briofitas del Herbario Nacional (MEXU), Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM) y a la Biól. Paola Peña Rétez, técnico auxiliar de dicha institución, por la identificación de briofitas.

Al Dr. Gerardo Salazar Chávez, investigador del IBUNAM, y al Biól. Miguel Castañeda Zárate, por la identificación de las orquídeas.

A la Dra. Ma. de los Ángeles Herrera Campo, curadora de la colección de Líquenes de MEXU, por la identificación de los líquenes.

Al Dr. Sigfrido Sierra Bazán del Laboratorio de Macromicetos, de la Facultad de Ciencias, UNAM, por la identificación de los hongos.

Índice

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	4
Ámbito hogareño.....	4
Estimadores	6
Telemetría.....	6
Selección de hábitat.....	7
Análisis de selección de hábitat	9
Biología de <i>Reithrodontomys microdon</i>	10
Área de estudio.....	12
MÉTODO.....	14
Ámbito hogareño.....	14
Muestreo	14
Selección de hábitat.....	16
Biología de <i>Reithrodontomys microdon</i>	17
RESULTADOS	19
Ámbito hogareño.....	19
Selección de hábitat.....	20
Biología de <i>Reithrodontomys microdon</i>	22
DISCUSIÓN	24
Ámbito hogareño.....	24
Selección de hábitat.....	26
Biología de <i>Reithrodontomys microdon</i>	28
<i>Arborealidad</i>	29
Conservación	30
Literatura citada.....	33
Anexo 1	43
Anexo 2	44
Anexo 3.....	45

Marines-Macías, T. (2014). *Ámbito hogareño y selección de hábitat de *Reithrodontomys microdon* (Cricetidae: Neotominae)*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 46 pp.

RESUMEN

Los estudios de ámbito hogareño y selección de hábitat son de gran importancia para conocer muchos de los aspectos ecológicos de una especie, en tanto que el uso de telemetría es de gran utilidad al momento de recabar información para dichos estudios. *Reithrodontomys microdon* es una especie de roedor arborícola de la cual se conoce muy poco, por lo que la finalidad del presente estudio se centra en estimar el ámbito hogareño y analizar algunos patrones de selección de hábitat de esta especie. Con tal finalidad, se colocaron radiotransmisores a siete individuos de la especie, cuatro hembras y tres machos. Con el método kernel fijo se obtuvo un ámbito hogareño de $8994 \pm \text{d.e. } 6051 \text{ m}^2$, sin diferencias significativas en el tamaño de los ámbitos entre machos ($4843 \pm 521 \text{ m}^2$) y hembras ($12107 \pm 6550 \text{ m}^2$), ni entre hembras preñadas y no preñadas. Para conocer si existe selección de hábitat, se caracterizaron 33 árboles donde estuvo presente la especie y 33 en los que no. Mediante el uso de una prueba de χ^2 , se conoció la preferencia de *R. microdon* hacia bosque mesófilo de montaña por encima de bosque de *Quercus*, y con un Árbol de Clasificación y Regresión (CART) se identificaron las variables necesarias para la presencia de *R. microdon*, las cuales corresponden a la presencia de *Brachytheceium occidentale*, ausencia de *Tillandsia* sp., ausencia de *Ctenidium malacodes*, ausencia de *Sticta* sp., y presencia de *Renauldia mexicana*. Con base en la preferencia de *R. microdon*, se proponen acciones para la conservación de la especie y con ello del Bosque Mesófilo de Montaña. Además, se reconocen algunas de las características, morfológicas, como la morfología plantar y cola larga, y de comportamiento, como la manera de caminar, con las que la especie cuenta como adaptaciones a sus hábitos arborícolas.

ABSTRACT

Studies about home range and habitat selection are important to know several and important ecological aspects for a species, and the employ of Telemetry for these type of studies results useful. *Reithrodontomys microdon* is an arboreal mice, from which there is little information, and the reduced information doesn't includes Home Range or Habitat Selection studies. For which, the purpose of the study focuses on knowing the home range and habitat selection for *R. microdon*. To obtain that information, seven mice, four females and three males, were fitted with radio-transmitters. Using fixed kernel, a home range of $8994 \pm$ s.d. 6051 m^2 was obtained, with no significant differences in home range size between males ($4843 \pm 521 \text{ m}^2$) and females ($12107 \pm 6550 \text{ m}^2$), neither between pregnant and non-pregnant mice. To obtain whether there is habitat selection, 33 trees where *R. micron* was present, and 33 where the species was not, were characterized. With a χ^2 test, the preference of the species for cloud forest over Oak-grassland was verified, and with a Classification and Regression Tree (CART), the variables that *R. microdon* needs to be present, were identified. These variables correspond to the presence of *Brachytheceium occidentale*, absence of *Tillandsia sp.*, absence of *Ctenidium malacodes*, absence of *Sticta sp.*, and presence of *Renauldia mexicana*. Based on preferences of *R. microdon*, conservation actions for the species and for Cloud Forest are proposed. Also, some morphological and behavioral characteristics as pad morphology, a long tail and the way of moving, are recognized as adaptations for arboreal habits.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del ámbito hogareño es de gran utilidad para la conservación de las especies, ya que proporciona información del área aproximada necesaria para mantener una población viable, además de que puede ser utilizado como índice de densidad poblacional (White y Garrot, 1990; Gautestad y Mysterud, 1993, 1995; Powell, 2000).

Por otro lado, el estudio del movimiento y selección de hábitat por parte de los mamíferos es de gran importancia, ya que muchos de ellos juegan un papel importante en el ecosistema como dispersores y consumidores de semillas, y por lo tanto, son elementos que afectan la regeneración y la dinámica del mismo (Compton *et al.*, 1996; Shanahan y Compton, 2000; Vander-Wall *et al.*, 2005). El estudio de la selección de hábitat por *R. microdon* puede contribuir con la conservación de algunas especies de plantas dispersadas por esta especie al ser consumidora de semillas (Hooper, 1950, 1952a).

A pesar de que *R. microdon* se encuentra en la categoría de Amenazada (A) según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, es poco lo que se conoce acerca de su biología, y no existen medidas para su conservación, incluso con el conocimiento de que esta especie es poco tolerante a las alteraciones de su hábitat (Hooper, 1952).

La distribución de *R. microdon* se presenta de forma fragmentada en México, y en Guatemala, por lo que la pérdida de alguna población podría tener una gran repercusión para la persistencia de la especie.

ANTECEDENTES

Ámbito hogareño

La definición más utilizada para el concepto de ámbito hogareño es la de Burt (1943), quien lo define como “el área usada por el individuo en sus actividades normales de forrajeo, apareamiento y cuidado de crías”. Sin embargo, White y Garrot (1990) discuten los problemas de esta definición, como es la falta de un componente temporal, y consideran que el ámbito hogareño no es toda el área que un animal recorre durante toda su vida, pero sí el área donde normalmente se mueve. Con todo ello, Millspaugh y Marzluff (2001) sugieren la definición de ámbito hogareño como “la extensión de área con una probabilidad definida de ocurrencia de un animal durante un periodo de tiempo específico”.

El tamaño del ámbito hogareño dentro de una misma especie puede variar de acuerdo a factores como el sexo, peso, edad y estado reproductivo, así como por el tipo de hábitat, disponibilidad de alimento, densidad poblacional y estación del año (Burt, 1943; Stickel, 1968; Loretto y Vieira, 2005). El ámbito hogareño de distintos individuos puede solaparse, y generalmente lo hace, aunque esta área de superposición es neutral, y no forma parte de la zona defendida por los animales (acción definida como territorialidad), además de que éstos pueden ocasionalmente usar zonas fuera de sus áreas “normales” de actividad de manera exploratoria (Burt, 1943).

Según Springer (2003), los movimientos de un animal dentro de su ámbito hogareño tienden a ser aleatorios. Sin embargo, los animales herbívoros pueden moverse en busca de alimento más deliberadamente en comparación con depredadores. Algunos estudios han mostrado que su movimiento es seleccionado de manera que los recursos no se agoten por completo. Además, no pueden estar en un mismo lugar por periodos prolongados de tiempo, debido a la presencia de depredadores (Springer, 2003).

La estimación del tamaño del ámbito hogareño es un prerequisite importante para entender mejor el comportamiento y poder llevar a cabo un mejor manejo ecológico de una especie (Sanderson, 1966; Bekoff y Mech, 1984). Por otro lado, Harris *et al.* (1990) mencionan que el análisis del ámbito hogareño es una parte importante del conocimiento ecológico y etológico de las especies. A pesar de que el ámbito hogareño es importante para conocer la ecología animal, así como la dinámica de sus poblaciones, la información acerca del ámbito hogareño no está estudiada aún para distintas especies (Ribble *et al.*, 2002; Wood *et al.*, 2010).

En el caso particular de los roedores, se sabe que sus ámbitos van desde áreas muy pequeñas, como es el caso de *Peromyscus maniculatus* cuyo ámbito es de 556 m² (Wood *et al.*, 2010), hasta ámbitos grandes como el de

Thallomys nigricauda que es de 20976.6 m² (Coleman y Downs, 2010). El tamaño en el ámbito de los roedores puede estar influenciado por factores tanto de los individuos como de su hábitat. Algunos autores han encontrado diferencias en el tamaño del ámbito hogareño de las hembras con respecto al de los machos, y es generalmente mayor el de los últimos (Packard, 1968; Coleman y Downs, 2010; Wood *et al.*, 2010; De Almeida *et al.*, 2013), aunque se ha encontrado también la situación contraria (Spencer y Cameron, 1988). Sin embargo, se han reportado especies en las que no existen diferencias en los ámbitos con respecto al sexo (Cawthorn y Rose, 1989; Morzillo *et al.*, 2003; Schradin y Pillay, 2005).

Las diferencias con respecto al sexo pueden estar influenciadas por el tamaño. Existe una tendencia de los individuos grandes a ocupar ámbitos hogareños mayores, aunque no siempre se encuentra dicha tendencia (Spencer y Cameron, 1988). Sin embargo, Coleman y Downs (2010) reportan que el tamaño corporal no tiene tanta influencia en el área del ámbito hogareño como puede tener el sexo y el sistema reproductivo, con base en el cual, los machos de especies polígamas suelen tener ámbitos mayores que las hembras (Clutton-Brock, 1989; Ostfeld, 1990; Fisher y Lara, 1999). Se han reportado también diferencias con respecto a la época reproductiva y densidad poblacional (Erlinge *et al.*, 1990; Priotto *et al.*, 2002; Ribble *et al.*, 2002; Coleman y Downs, 2010).

El tamaño del ámbito hogareño en roedores no es influenciado solamente por cuestiones físicas de los animales, sino también por factores ambientales, como la productividad del mismo y estacionalidad (Morzillo *et al.*, 2003; Coleman y Downs, 2010). Se ha observado además que el tamaño del ámbito en el mismo individuo puede variar en ambientes distintos (Schradin y Pillay, 2005), o con el paso del tiempo (Coleman y Downs, 2010; Wood *et al.*, 2010).

De los pocos trabajos acerca de ámbito hogareño realizados para roedores arborícolas, se encuentra el de McNab (1963), quien incluye ámbitos de diversas especies de mamíferos, entre las que se encuentra *Reithrodontomys megalotis*, para conocer la relación entre las necesidades energéticas de los animales, el tamaño corporal y el tamaño de su ámbito hogareño. Existe una relación del tamaño del ámbito hogareño con respecto a la tasa metabólica: los animales grandes tienen ámbitos mayores debido a que usan más energía y por lo tanto necesita un área mayor en la cual encontrar esa energía. El ámbito hogareño de *R. megalotis* es de 2347.2 m², y en comparación con animales de mayor y menos tamaño, cumple con las afirmaciones anteriores.

En el trabajo de Morzillo *et al.* (2003), se utiliza el ámbito hogareño de *Ochrotomys nutalli* para conocer en qué grado afecta o favorece a la especie un ambiente con perturbación sucesiva, así como qué tan especialista en cuanto al hábitat es la especie. Se reporta que la especie habita en hábitats variados, por lo cual no es especialista. Su ámbito hogareño (hembras 11100

m² y machos 13400 m²) no difiere entre ambiente perturbado y no perturbado, y por lo tanto, el primero no afecta a la especie.

Otro de los trabajos de ámbito hogareño que ha tenido una gran utilidad es el de Coleman y Downs (2010), quienes encontraron patrones de interacción entre la productividad del hábitat, la temporada y la época reproductiva, con base en el ámbito de *Thallomys nigricauda*. Los ámbitos hogareños de los individuos estudiados no fueron constantes con el paso del tiempo, y fueron mayores en invierno. Hubo variación en el área del ámbito entre individuos en época reproductiva y no reproductiva: fue mayor en individuos en temporada de reproducción. Se reporta también que la especie tiene un sistema reproductivo promiscuo, teoría soportada por las diferencias entre los ámbitos de los machos que fueron mayores con respecto a los de las hembras.

Telemetría. La palabra telemetría procede de las palabras griegas *tele* (lejos) y *metron* (medida), es decir, la capacidad de registrar distintos tipos de medidas desde distancia relativamente largas. Para que esto sea posible, la telemetría utiliza transmisores, receptores y antenas (Rodgers, 2001). Los datos obtenidos por medio de telemetría proveen un mejor y más exacto entendimiento del ámbito hogareño y su dinámica (Cranford, 1977; Frank y Heske, 1992; Tew y MacDonald, 1994) por encima de otras técnicas como la de captura-recaptura, la cual suele subestimar el tamaño del ámbito hogareño (Bergstrom, 1988). Aunado a esto, la telemetría es ampliamente considerada como una técnica útil para proveer el tipo de información adecuada para los análisis de ámbito hogareño (Harris *et al.*, 1990) y es una de las técnicas más utilizadas para el estudio de vertebrados silvestres, ya que permite conocer aspectos de la ecología, demografía y comportamiento de especies elusivas o difíciles de observar (Horne y Garton, 2006; Fieberg, 2007).

La telemetría ha sido una práctica común para determinar el ámbito hogareño de pequeñas especies como roedores (Nakawa *et al.*, 2007), por ser un método superior y ampliamente reconocido para evaluar el tamaño y distribución de sus ámbitos hogareños (Madison, 1977; Cameron y Spencer, 1985; Bergstrom, 1988; Frank y Heske, 1992; Tew y MacDonald, 1994).

Estimadores. Los estimadores de ámbito hogareño son utilizados para conocer y evaluar su tamaño, forma y estructura, así como los patrones de movimiento o fidelidad a un sitio, establecimiento de límites, estimación de disponibilidad de recursos y análisis de interacción animal (Kernohan *et al.*, 2001). La precisión de las estimaciones de ámbito hogareño es afectada por variaciones en el muestreo, como son el tiempo entre localizaciones consecutivas, el número de observaciones usadas para obtener la estimación, y la técnica usada para recabar los datos de localización (Adams y Davis, 1967; Stickel, 1968; Jennrich y Turner, 1969; Bekoff y Mech, 1984; Swihart y Slade, 1985a, 1985b; Seaman *et al.*, 1999).

Los métodos para calcular y analizar los datos de ámbito hogareño pueden dividirse principalmente en paramétricos y no paramétricos. Para los primeros es necesario tener una distribución particular, mientras que los segundos no asumen que las localizaciones tienen una distribución estadística particular, haciéndolos más robustos y permitiendo al estimador adaptarse a localizaciones más irregulares (Kernohan *et al.*, 2001).

Entre los métodos no paramétricos se encuentra el método kernel, por medio del cual se obtiene un área mínima con una porción de la estimación de la Distribución de Utilización (UD). Ésta es una función de densidad probabilística, que incluye las coordenadas en el plano, el número de localizaciones, y una función kernel bivariada. Esta función se calcula para cada uno de los puntos en el plano, ya que son parte de una muestra total y por ello cuentan con una distribución de probabilidad. Finalmente, tomando en cuenta cada uno de los resultados se obtiene el área de ámbito hogareño (Harris *et al.*, 1990; Kernohan *et al.*, 2001).

Selección de hábitat

El hábitat provee alimento y refugio esencial para la sobrevivencia de una población. Cuando un individuo pasa más tiempo en un sitio en particular que en todo el hábitat disponible entonces existe una fidelidad a un sitio, es decir, hay una selección y el uso no es aleatorio, mientras que si el uso es proporcional a la disponibilidad del hábitat, entonces no hay uso diferencial (Johnson, 1980; Munger, 1984; Danielson y Swihart, 1987). Existen muchas especies ecológicamente relacionadas en un mismo hábitat, las cuales normalmente compiten por recursos limitados (Morris *et al.*, 2000a; Castellanos-Morales, 2006). La competencia suele resolverse por medio de la selección de hábitat (Castellanos y List, 2005). Las diferencias entre dichas especies en su habilidad para forrajear y defender recursos compartidos, en su susceptibilidad a parásitos y depredadores comunes, así como en sus respectivas historias de vida, son reflejadas a través del uso diferencial del ambiente (Morris *et al.*, 2000a). La selección de hábitat es, por lo tanto, un mecanismo efectivo contra efectos negativos de la competencia inter específica (Worton, 1987; Franco *et al.*, 2011; Andreo *et al.*, 2012; Püttker *et al.*, 2012).

Las estrategias de selección de hábitat tienen una fuerte influencia en el éxito individual (reproducción, alimentación, refugio, cuidado de crías) ya que la abundancia y accesibilidad de los recursos es discontinua en ambientes naturales. El comportamiento individual en cuanto a la selección de hábitat está influenciado tanto por la disponibilidad de recursos, como por la densidad de competidores intra e inter-específicos (Frankel y Soulé, 1981; Ceballos y Navarro, 1991; Altuna *et al.*, 1999; Woinarski, 2000; Carleton *et al.*, 2002).

Los individuos de una población difieren en cuanto a su edad, tamaño, sexo o región del hábitat, así como por combinaciones de esos y otros factores, y con

base en esto, pueden usar el hábitat de manera distinta (Aebischer *et al.*, 1993).

Los estudios de selección de hábitat nos permiten conocer cuánto tiempo pasan los individuos en áreas particulares y nos dan una idea de qué tan sensibles son los individuos a la fragmentación del hábitat (Castellanos-Morales, 2006), además de ofrecer un enfoque alternativo para dirigir asuntos de manejo y conservación de poblaciones silvestres y de sus hábitats críticos (Rodhouse *et al.*, 2010). La selección de hábitat a una escala local permite a organismos cercanamente relacionados coexistir, y así contribuir a patrones más amplios de biodiversidad (Rosenzweig, 1981; Morris, 2003).

Entre los trabajos más recientes de selección de hábitat que se enfocan en roedores, se encuentra el de Tammone *et al.* (2012), quienes analizan la relación entre la estructura social del tuco-tuco (*Ctenomys sociabilis*) y su uso de hábitat, enfocándose en mallín (tierras bajas inundables en Argentina). Se reportó que *C. sociabilis* no se encuentra restringido a dicho ambiente, e incluso la mayoría de los túneles subterráneos en donde habitan las colonias de la especie se encuentran en zonas donde el mallín está ausente.

Por otro lado, Morris y Dupuch (2012) analizaron los cambios en la selección de hábitat de dos especies de lemming árticos a partir del año 1996 hasta el año 2010. Durante los primeros años de estudio, el hábitat correspondía a tundra seca y con el paso del tiempo, se convirtió en tundra húmeda debido al cambio climático. Se observó que los lemmings se movieron siempre en busca de tundra seca. Con estudios como este se han incluido novedosas ideas sobre la selección de hábitat tomando en cuenta la situación actual de cambio climático.

Con base en la intensidad de uso de bordes de cultivos por parte de *Calomys musculinus*, se identificaron las características de hábitat que influyen en la abundancia de la especie en los distintos bordes. Se encontró que la abundancia varía con respecto a las estaciones del año y con ciertas especies de plantas, mismas que a su vez están también influenciadas por las estaciones. El uso de hábitat por parte de la especie está asociada también con la cobertura arbórea y el ancho de los bordes. Se concluyó que *C. musculinus* selecciona zonas del hábitat en donde se reduzca el riesgo de ser depredados por encima de zonas que solamente le proveen alimento (Simone *et al.*, 2012).

Morris y Dupuch (2012) analizaron los cambios en la selección de hábitat de dos especies de lemming árticos a partir del año 1996 hasta el año 2010. Durante los primeros años de estudio, el hábitat correspondía a tundra seca y con el paso del tiempo, se convirtió en tundra húmeda debido al cambio climático. Se observó que los lemmings se movieron siempre en busca de tundra seca. Con estudios como este se han incluido novedosas ideas sobre la selección de hábitat tomando en cuenta la situación actual de cambio climático.

De Almeida *et al.* (2013) investigaron el uso de espacio por parte de *Thrichomys apereoides* con base en su ámbito hogareño, su distancia recorrida en la hojarasca y su distancia recorrida por encima del suelo. Con base en las variaciones encontradas, se concluyó que los individuos de la especie responden de manera diferencial a la estructura del hábitat, además de que los patrones en sus movimientos están influenciados por el sexo y edad, y puede variar de acuerdo con las condiciones ecológicas.

En el trabajo de Holsomback *et al.* (2013) se muestrearon distintos tipos de micro y macrohábitat. Se encontró que las hembras tienen preferencias basadas tanto en macro como en microhábitats. En cuanto a los machos, éstos seleccionan su hábitat con respecto a zonas en donde se encuentran mayores densidades de hembras que se encuentran en época de reproducción, y nunca con respecto a hembras que no están en tal estado.

Bramley (2014), realizó un estudio en el cual pretendió conocer los mecanismos mediante los cuales especies ecológicamente similares coexisten en un mismo espacio. Tomando en cuenta a *Rattus exulans* y *R. norvegicus*, y la densidad poblacional y productividad de cada especie en los distintos tipos de hábitats, se conoció que *R. exulans* está mayormente asociada a vegetación baja en terreno bien drenado. Aunque se le encontró más comúnmente en un tipo de ambiente, la especie es de mayor tamaño y tuvo más descendencia en el otro ambiente. *R. norvegicus* está asociada a vegetación alta de zonas más pronunciadas y con menor drenaje, y no presentó diferencias en tamaño y número de crías con respecto a los distintos ambientes. La cantidad de capturas para ambas especies varió con respecto al hábitat. Con base en esto, el autor concluye que la coexistencia de distintas especies en el mismo espacio está dado aparentemente por la variabilidad de hábitats en combinación con la partición espacial.

Análisis de selección de hábitat. En el sentido más básico, los estudios de selección de hábitat son usados para identificar recursos que son utilizados de manera desproporcional con respecto a su disponibilidad (Erickson *et al.*, 2001). Existen dos categorías que dividen los estudios de selección de hábitat, los estudios de manipulación experimental con las variables controladas por el investigador, y los estudios observacionales, en los cuales no se tiene control alguno de las variables. Estos últimos son llevados a cabo generalmente en el medio natural de la especie a estudiar (Erickson *et al.*, 2001). Ambos tipos de estudios pueden ser llevados a cabo tomando en cuenta a cada individuo de manera independiente y posteriormente extrapolándolo a nivel poblacional, o asociando los datos de cada individuo y analizándolo directamente a nivel poblacional (Erickson *et al.*, 2001).

Generalmente, los métodos utilizados para análisis de selección de hábitat se basan en la caracterización del hábitat con base en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona donde habita la especie de estudio, sin

embargo, se puede llevar a cabo también una caracterización a nivel más específico de la vegetación y microambientes en general, con lo cual se puede determinar las especies vegetales de preferencia del animal, en lugar del tipo de vegetación en general (Johnston y Anthony, 2008; Kaufman *et al.*, 1983; Stancampiano y Schnell, 2004).

Biología de *Reithrodontomys microdon*

Los roedores constituyen el grupo de mamíferos con mayor diversidad taxonómica, con aproximadamente 2016 especies, agrupadas en 28 familias (Musser y Carleton, 2005). *Reithrodontomys microdon* (Merriam, 1901), conocido como “pequeño ratón cosechero”, es un roedor perteneciente al suborden Myomorpha, superfamilia Muroidea, familia Cricetidae y subfamilia Neotominae. Forma parte del subgénero *Aporodon*, grupo *tenuirostris*, y contiene tres subespecies: *R. m. wagneri*, *R. m. microdon* y *R. m. albilabris* (Hooper, 1952). Los individuos de la especie *R. microdon* tienen un pelaje espeso de color acanelado–anaranjado en el dorso. La región ventral varía de blancuzca a rosácea acanelada. Presenta anillos oculares negros. Las patas traseras son negruzcas, salpicadas de blanco, con los dedos blancos. La cola es unicolor, negruzca (Hooper, 1952). Pesa alrededor de 20 gramos y tiene una longitud total de entre 169 y 187 mm, con la cola más larga que el cuerpo y cabeza juntos. Presenta una muda anual (Müdespacher y Gaona, 2005). Tiene molariformes lofodontos y sus incisivos superiores se encuentran marcadamente estriados, característica distintiva del género (Reid y Vázquez, 2010).

González-Ruiz *et al.* (2007) mencionan que *R. microdon* es una especie que aparentemente ocupa un nicho especializado, ya que existen pocas capturas reportadas, todas ellas en bosques de encino con abundante vegetación herbácea y generalmente asociada a regiones muy húmedas (Hooper, 1952). Musser y Carleton (2005) por su parte, la reportan como una especie de regiones altas boscosas, húmedas y frías, aunque González-Ruiz *et al.* (2007) la reportan como una especie de zonas templadas, y que se encuentra en elevaciones mayores a los 2,300 msnm. (Arellano *et al.*, 2003).



Figura 1. *Reithrodontomys microdon*. (Foto: Marines-Macías T.)

R. microdon es una de las más raras especies del género, poco común aún en su hábitat preferido (Hooper, 1952). Su distribución se encuentra restringida a las zonas montañosas de Guatemala, Chiapas, Oaxaca y el centro de México (Musser y Carleton, 2005; González-Ruiz *et al.*, 2007; Reid y Vázquez, 2010) (Figura 2). Es una especie nocturna y de hábitos semi-arborícolas, lo cual hace su captura muy difícil (Hooper, 1952). Es la más especializada del género en tales hábitos y puede encontrarse 1.5 metros por encima del suelo (Arellano *et al.*, 2003). Se alimenta de semillas, granos y partes verdes de pastos y otras plantas (Hooper, 1952). Una de las características que hace especial a esta especie es que produce vocalizaciones de manera regular. La poca información que se conoce acerca de *R. microdon* ha sido recopilada en los trabajos de Müdespacher y Gaona (2005) y Reid y Vázquez (2010). En otros trabajos se mencionan algunos datos aislados sobre *R. microdon*, sin ser ésta la especie focal del estudio (Hooper, 1952; Arellano *et al.*, 2003, 2006; Musser y Carleton, 2005; González-Ruiz *et al.*, 2007).



Figura 2. Área de distribución aproximada de *Reithrodontomys microdon* (The IUCN red list of threatened species. Reid y Vázquez, 2010).

Dado el limitado conocimiento acerca de la ecología de la especie, el objetivo de este estudio es dilucidar el tamaño de su ámbito hogareño, la selección de hábitat de la especie, así como algunos aspectos ecológicos y biológicos relacionados con los hábitos arborícolas de *Reithrodontomys microdon*. De igual manera, se espera poder contribuir a la conservación de la especie dada la falta de acciones para dicho objetivo.

Área de estudio

El Parque Estatal “Cerro El Huixteco” se encuentra en la zona boscosa del norponiente de Taxco de Alarcón, México, en la Sierra de Taxco (Figura 3), a 18°36'19"N, 99°36'14"O, y 2,520 msnm, lo cual lo hace uno de los cerros más altos de la Sierra (Figuroa De Contín, 1980). Ésta es un continuo con la Sierra de Huautla (Martínez *et al.*, 2004) y pertenece al Sistema Orográfico Septentrional (Figuroa De Contín, 1980).

En el Parque se distinguen dos tipos de terreno: zonas con pendientes muy pronunciadas de difícil acceso que derivan en barrancos en las cuales, en general, se encuentran árboles de mayor altura que en zonas de poca pendiente, a las cuales se puede acceder más fácilmente. Tiene una extensión de más de 77 ha de bosque de *Quercus*, integrado con bosque mesófilo de montaña en zonas protegidas y muy húmedas, y bosque de coníferas en otras zonas (Martínez *et al.*, 2004).

No se ha publicado ningún trabajo enfocado en la mastofauna del Cerro del Huixteco, sin embargo, León-Paniagua y Romo-Vázquez, (1993) realizaron investigación sobre los mamíferos presentes en la Sierra de Taxco. En dicho trabajo se encuentra reportada la presencia de algunas especies de mamíferos medianos, además de 31 especies de murciélagos y nueve especies de roedores (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1993), entre los cuales no se encuentra reportado a *R. microdon*.

El clima de la zona es semicálido, subhúmedo con lluvias en verano, con canícula y poca oscilación térmica, con una temperatura media anual de 19° C (Martínez *et al.*, 2004). La precipitación media anual en la Sierra de Taxco para este clima es de 500 a 2500 mm (Arriaga *et al.*, 2000).



Figura 3. Ubicación geográfica del Parque Estatal "Cerro del Huixteco".

MÉTODO

Muestreo

Se realizaron dos salidas al sitio de estudio, una con duración de diez días en el mes de julio de 2012, en temporada de lluvias, y otra con duración de 30 días en los meses de abril-mayo, en temporada de secas, haciendo un total de 40 días de trabajo de campo. Se colocaron 273 trampas tipo Sherman; 170 en piso y 103 distribuidas en 20 árboles (Figura 4), en alturas desde 1.5 m hasta 18 m, cebadas con avena mezclada con vainilla.



Figura 4. Trampas tipo Sherman colocadas en árbol.

Ámbito hogareño

Todos los transmisores utilizados son de la marca Telenax, modelo TXB-003G. El peso de los transmisores es de 0.6 g, el cual equivale aproximadamente al 3% del peso total del animal, y que está dentro del límite de peso tolerable para aves y mamíferos, ya que éste debe ser de máximo 5% (White y Garrot, 1990; Millspaugh y Marzluff, 2001). Para el seguimiento y localización de los animales

se utilizó una antena Yagui de 3 elementos y un receptor modelo RX-TLNX, con frecuencia de 148 a 174 MHz, ambos de la marca Telenax.

Para la colocación de los transmisores se recortó un poco el pelaje dorsal de los individuos, justo en la zona entre los omóplatos. Los transmisores se fijaron con pegamento instantáneo (Figura 5). Posteriormente, los ratones fueron liberados en el sitio de su captura.



Figura 5. Colocación de radiotransmisor (a) y *R. microdon* marcado con radiotransmisor (b). (Foto: Marines-Macías T.)

Los individuos se localizaron durante la noche, a partir de las 20:00 y hasta las 3:00 h, siempre dejando un tiempo mínimo de 12 h después de la colocación del transmisor, tiempo suficiente para que el animal se acostumbre a él (Springer, 2003). Las localizaciones fueron tomadas con un tiempo aproximado de 15 min entre cada una. Se tomaron las coordenadas de cada localización con un GPS de la marca Garmin Map, en grados, minutos y segundos. Una vez recabados los datos de telemetría, las coordenadas obtenidas se convirtieron a grados decimales, con las cuales se creó una base de datos en el programa Excel 2007 y se exportaron los datos al programa ArcGis 10 para crear los puntos de localizaciones proyectados en el mapa. Con la finalidad de poder calcular el área del ámbito hogareño, las coordenadas se convirtieron a Proyección Conforme Cónica de Lambert. Debido a que no existe una extensión con la cual calcular ámbito hogareño en ArcGis 10, los datos se exportaron al programa ArcView 3.2, en el cual se utilizó la extensión Home Range para calcular el tamaño de los ámbitos hogareños.

El método utilizado para el análisis de ámbito hogareño fue kernel, ya que aporta ventajas sobre otros estimadores, como es que asume independencia en los datos, es poco sensible a datos correlacionados, no requiere de un tamaño grande de muestra (30-50 localizaciones), calcula límites de ámbito hogareño con base en UD, es poco sensible a puntos externos, y calcula centros de actividad (Kernohan *et al.*, 2001). Existen dos grandes divisiones dentro de este método: fijo y adaptativo. En el presente estudio se utilizó kernel fijo, el cual generalmente tiene menor sesgo y mejor ajuste de superficie que

kernel adaptativo, mientras que este último tiene un mayor sesgo al estimar los contornos externos de la UD. Tanto kernel fijo como adaptativo han sido usados y evaluados en estimaciones de ámbito hogareño, y ha sido kernel fijo el que generalmente produce estimaciones más exactas y precisas, al menos en los contornos externos del ámbito hogareño (Kernohan *et al.*, 2001).

El método kernel utiliza un parámetro suavizador para poder calcular el ámbito hogareño, mismo que determina el grado de suavidad que será dado a los datos. Si el valor del parámetro suavizador es muy bajo, la función de densidad de kernel se rompe parcialmente, generando áreas pequeñas e independientes alrededor de los conjuntos de puntos. Si el parámetro es muy alto, entonces se genera un área única en la cual se incluyen todos los puntos, a menos que existan puntos extremos, los cuales quedan excluidos. El método kernel fijo utiliza el mismo parámetro suavizador en toda el área de evaluación (Kernohan *et al.*, 2001).

Existen distintos métodos para calcular h , y el método kernel se ha enfocado en dos de ellos: h_{cv} (validación por mínimos cuadrados cruzados) y h_{ref} (de referencia) (Worton, 1995; Seaman y Powell, 1996; Seaman *et al.*, 1999). h_{ref} es un estimado del parámetro suavizador ideal, si la distribución real es una normal bivariada, mientras que h_{cv} no asume ninguna distribución particular y estima un parámetro suavizador que minimiza la medida de la diferencia entre la densidad estimada y la verdadera. Sin embargo, simulaciones indican que h_{cv} generalmente usa valores demasiado pequeños que no suavizan por completo las áreas, sobre todo cuando los puntos de localizaciones del animal están cerca o en el mismo punto, llegando incluso a arrojar un valor de cero (Silverman, 1986). En el presente estudio se utiliza h_{ref} como parámetro suavizador.

Se realizaron también pruebas de *U* de Mann-Whitney para comprobar si existen diferencias en los tamaños de los ámbitos hogareños entre machos y hembras y entre hembras preñadas y no preñadas.

Selección de hábitat

Se caracterizaron todos los árboles en los que fueron radio-localizados los individuos, tomando muestras de la hoja y estructura reproductiva en caso de haberla, además de todas las epífitas que se encontraban en ellos, y se realizaron herborizados con ellas. Ya que en el mismo periodo de tiempo se realizó un trabajo similar con *Habromys schmidlyi* (P. Colunga-Salas, com. pers), se siguió el mismo procedimiento en árboles en los que fue encontrada esta especie y no *R. microdon*, con el fin de hacer una comparación. Las epífitas y árboles fueron identificados con la ayuda de expertos. Algunos de los ejemplares colectados fueron depositados en las colecciones de la Facultad de Ciencias o del Instituto de Ecología, ambos de la UNAM.

Con base en el estudio de Rzedowski (2006) y las especies previamente identificadas, se clasificó la zona estudiada en los tipos de cobertura vegetal presentes en ella, correspondientes a bosque de *Quercus* (BQ) y bosque mesófilo de montaña (BMM) (Martínez *et al.*, 2004). Posteriormente se realizó una prueba de χ^2 para evaluar si existe un uso preferencial de hábitat por parte de *R. microdon* con respecto a estos dos ambientes. Se creó una matriz de presencia-ausencia de todas las especies de epífitas en cada árbol tanto donde estuvo presente como donde estuvo ausente el ratón, así como una matriz de correlación, con la cual se eliminaron las variables con una correlación ≥ 0.9 .

Una vez depuradas las variables, se realizó un Análisis de Partición Recursiva en el programa JMP 11. Dicho análisis es un método no paramétrico que proporciona la base para la creación de Árboles de Clasificación y Regresión (CART por sus siglas en inglés), en el cual con base en variables fijas se hace posible predecir una variable aleatoria, estableciendo la relación entre ellas (Zhang y Singer, 2010). Los CART pueden ser usados tanto para descripción, en la cual, un modelo representa la estructura sistemática de los datos de la manera más simple posible, como para predicción, en la cual, un modelo predice de manera precisa los datos no observados (De'Ath y Fabricius, 2000).

La partición recursiva, como su nombre lo indica, es llevada a cabo mediante divisiones sucesivas basadas en las proporciones de presencia y ausencia en los grupos (De'Ath y Fabricius, 2000). La división óptima es la que define grupos cuyos miembros sean lo más parecidos posible (Zhang y Singer, 2010), ya que el objetivo estadístico del análisis es crear grupos que tengan la menor variación entre ellos (SAS Institute, 2012). Para tal propósito, es posible cuantificar la homogeneidad de los datos en cada división. Dicha medida está dada por R^2 , y va de 0 a 1. Si es igual a 1, entonces el CART explica el 100% de la variación en los grupos (SAS Institute, 2012).

Biología de *Reithrodontomys microdon*

Se pesaron los animales colectados, se les tomaron medidas como largo total, cola vertebral, pata y oreja. Se registraron características como sexo, condición reproductiva y edad (adulto o juvenil, con base en la coloración del pelaje) (ver Wood *et al.*, 2010). Una vez registrados todos estos datos, se tomó una muestra de tejido de la oreja de cada individuo, para ser ingresado a la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias "Alfonso L. Herrera". Después de realizar el corte en la oreja, se colocó mertiolate en la herida para evitar infecciones y acelerar la sanación (Figura 6).

Utilizando los datos del peso y tamaño de los individuos, se realizaron pruebas de *U* de Mann-Whitney para comprobar si existen diferencias significativas en dichos datos entre machos y hembras, ya que no se encuentran reportados en la literatura. Se tomaron registros fotográficos de la forma y contornos de las extremidades anteriores y posteriores con la finalidad de realizar una

comparación entre éstas y las extremidades de otros roedores de hábitos no arborícolas.



Figura 6. Registro de medidas corporales (a y b) y tejido (c) de *R. microdon*, así como aplicación de mertiolate para curar el corte de la oreja. (Foto: Marines-Macías T.)

RESULTADOS

Ámbito hogareño

Se capturaron 11 ejemplares en total: cinco machos y seis hembras, todos adultos. Se colocó radiotransmisor a cuatro hembras y tres machos.

La mayoría de los individuos fueron localizados en los árboles, tanto en las partes más altas del follaje, como en el tronco. Sin embargo, también fueron localizados a nivel de piso, aunque con menor frecuencia.

El tamaño promedio del ámbito hogareño de *R. microdon* es de $8994 \pm$ d.e. 6051 m^2 (Tabla 1). Los ámbitos hogareños de los seis individuos capturados en la zona con pendiente pronunciada se traslapan en gran parte, mientras que el séptimo individuo ocupa un área independiente. Todos los individuos, a excepción de *R. microdon* 6 que tiene un ámbito relativamente redondo y de bordes definidos, tienen ámbitos hogareños con formas y contornos irregulares (Anexo 2).

Tabla 1. Datos de área de ámbito hogareño, sexo, pendiente, temporada y altura de captura de cada uno de los individuos de *R. microdon*.

Individuo	Sexo	Área (m ²)	Tipo de pendiente	Temporada de captura	Altura de captura
<i>R. microdon</i> 1	H ^p	5995	Pronunciada	Secas	13 m
<i>R. microdon</i> 2	M	5359	Pronunciada	Secas	13 m
<i>R. microdon</i> 3	H	21199	Pronunciada	Secas	8.7 m
<i>R. microdon</i> 4	M	4316	Pronunciada	Secas	11 m
<i>R. microdon</i> 5	M	4854	Pronunciada	Secas	13 m
<i>R. microdon</i> 6	H ^p	9156	No pronunciada	Secas	13.6 m
<i>R. microdon</i> 7	H	12080	No pronunciada	Lluvias	9 m

H^p Hembra preñada

No existen diferencias significativas entre el tamaño del ámbito hogareño de los machos ($4843 \pm 521 \text{ m}^2$) con respecto al de las hembras ($12107 \pm 6550 \text{ m}^2$) ($U=0$, $p=0.52$), como tampoco entre hembras preñadas (7575 ± 2235) y no preñadas (16639 ± 6447) ($U=0$, $p=0.25$).

Selección de hábitat

Son 10 las especies de árboles en las que fueron capturados o localizados los individuos de *R. microdon*. La especie en la que fue encontrado con más frecuencia corresponde a *Carpinus caroliniana* (Tabla 2).

Tabla 2. Número de veces en las que fue encontrado a *R. microdon* en cada especie de árbol.

Género/Especie	Total de capturas y/o localizaciones
<i>Carpinus caroliniana</i>	19
<i>Cleyera velutina</i>	2
<i>Ilex discolor</i>	1
<i>Myrsine guianensis</i>	1
<i>Parathesis sp.</i>	2
<i>Styrax argenteus</i>	1
<i>Quercus candicans</i>	1
<i>Quercus crassifolia</i>	2
<i>Quercus laurina</i>	2
<i>Quercus obtusata</i>	1

Se caracterizó un total de 32 especies de plantas en los 66 árboles. Dichas plantas se clasificaron en briofitas, bromelias, helechos, hierbas, hongos, líquenes y orquídeas (Anexo 4). El grupo con mayor número de especies son las briofitas, seguido por las hierbas y los líquenes (Tabla 3).

Existe una preferencia hacia el BMM por encima de BQ por parte de *R. microdon* con base en la hipótesis de que la especie hiciera uso de ambos ambientes de igual manera ($\chi^2=12.5$, g.l.=1, $p=0.0004$). Los árboles utilizados con mayor frecuencia por parte del ratón son *Carpinus caroliniana*, *Cleyera velutina*, *Ilex discolor*, *Myrsine guianensis*, *Parathesis sp.* y *Styrax argenteus*, árboles pertenecientes a dicho ambiente.

Tabla 3. Número de especies por grupo de plantas presentes en los árboles en los que *R. microdon* tuvo actividades.

Grupo	Número de especies
Briofitas	8
Bromelias	1
Helechos	4
Hierbas	7
Hongos	1
Líquenes	7
Orquídeas	4

Para el Análisis de Partición Recursiva, se eliminaron las especies *Euphorbia* sp. y *Jacquinella cernua*, ya que fueron las únicas especies que tuvieron alta correlación. Una vez hecho esto, se obtuvo el mejor CART con base en su R^2 , que fue de 0.238. El árbol tiene un total de cinco divisiones, suficientes para que los resultados sean significativos (Zhang y Singer, 2010).

La variable que aporta mayor información para el APR es *Brachytheceium occidentale*, seguido de *Tillandsia* sp., *Sticta* sp. y *Ctenidium malacodes* respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Aportación de cada epífita al CART.

Epífita	Porción
<i>Brachytheceium occidentale</i>	0.377
<i>Tillandsia</i> sp	0.233
<i>Sticta</i> sp.	0.214
<i>Ctenidium malacodes</i>	0.088
<i>Renauldia mexicana</i>	0.087

Por medio del Análisis de Partición Recursiva se obtuvo que el hábitat seleccionado por *R. microdon* está caracterizado por la siguiente combinación: presencia de *Brachytheceium occidentale*, ausencia de *Tillandsia* sp., ausencia

de *Ctenidium malacodes*, ausencia de *Sticta* sp., y presencia de *Renauldia mexicana* (Tabla 5).

Tabla 5. Probabilidades de encontrar a *R. microdon* en el medio de acuerdo a la combinación de presencias-ausencias de las epífitas.

Combinación de epífitas	Probabilidad de presencia
Presencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> , ausencia de <i>Tillandsia</i> sp., ausencia de <i>Ctenidium malacodes</i> , ausencia de <i>Sticta</i> sp., presencia de <i>Renauldia mexicana</i> .	0.959
Presencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> , ausencia de <i>Tillandsia</i> sp., ausencia de <i>Ctenidium malacodes</i> , ausencia de <i>Sticta</i> sp., ausencia de <i>Renauldia mexicana</i> .	0.799
Presencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> , ausencia de <i>Tillandsia</i> sp., ausencia de <i>Ctenidium malacodes</i> , presencia de <i>Sticta</i> sp.	0.508
Presencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> , ausencia de <i>Tillandsia</i> sp., presencia de <i>Ctenidium malacodes</i> .	0.553
Presencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> , presencia de <i>Tillandsia</i> sp.	0.251
Ausencia de <i>Brachytheцийum occidentale</i> .	0.306

Biología de *Reithrodontomys microdon*

Los ejemplares fueron encontrados en trampas localizadas en alturas de entre 9 y 18 m; nueve de los 11 ejemplares se colectaron en árboles de entre 18 y 25 m de altura localizados en zonas con pendiente muy pronunciada, mientras que los otros dos ejemplares se capturaron en el árbol más alto (30 metros) de la zona con poca pendiente. Solamente uno de los individuos fue re-capturado en una trampa en piso.

Se observaron características distintivas de la especie en extremidades anteriores y posteriores con respecto a especies de hábitos terrestres. En la Figura 7 se muestra la parte anterior de las extremidades de *R. microdon* en comparación con las de *Peromyscus* sp. Se puede observar que los cojinetes de *R. microdon* son más desarrollados que los de *Peromyscus* sp, con la punta de los dedos más ancha y las uñas más desarrolladas y curvas, así como el quinto dedo de la extremidad posterior más largo.

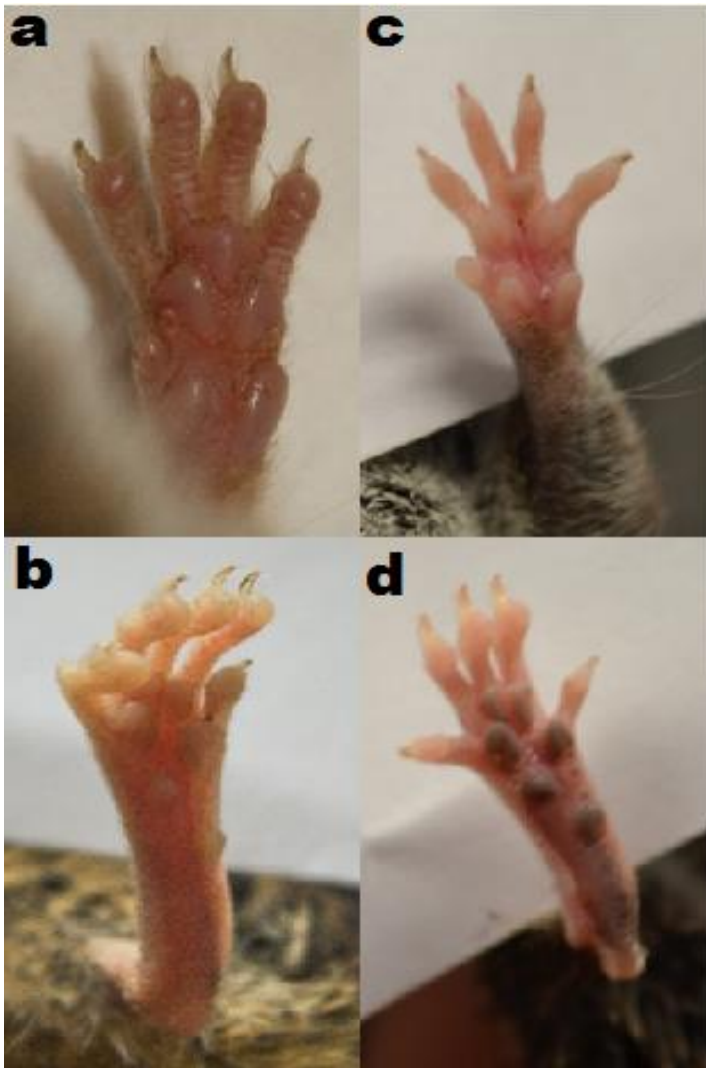


Figura 7. Extremidades posteriores y anteriores de *R. microdon* (a y b respectivamente) y extremidades posteriores y anteriores de *Peromyscus* sp. (c y d respectivamente). (Foto: Marines-Macías T.)

Mientras la especie se encontraba en movimiento levantaba su cola y la movía con su cuerpo, y cuando se encontraba en reposo, la cola se mantenía siempre pegada al tronco. Es posible que estos ratones se mantengan sostenidos sólo con sus extremidades posteriores en troncos encontrados en posición completamente vertical sin alguna dificultad aparente. En repetidas ocasiones se le observó saltar de alturas mayores a los 13 m hacia el suelo, e incorporarse sin haber sufrido ningún daño.

El Largo Total (LT) de hembras fue de 181.3 ± 10 mm y el de los machos de 180.6 ± 8.9 mm. No se encontraron diferencias significativas entre éstos ($U=14.5$, $p=1.0$).

El peso de los machos fue de 29.4 ± 5.4 g, mientras que el de las hembras fue de 24.8 ± 11.1 g, sin diferencias significativas entre éstos ($U=11$, $p=0.5$).

DISCUSIÓN

Ámbito hogareño

Como se ha mencionado en trabajos anteriores (Hooper, 1952; Arellano *et al.*, 2003; González-Ruiz *et al.*, 2007), *R. microdon* es una especie de hábitos semiarborícolas. Es por ello que los individuos fueron radio-localizados tanto en árboles como en el suelo, aunque en este último con menor frecuencia. Es interesante, además, que ningún individuo fue encontrado en trampas a nivel de piso. Esto puede sugerir que no bajan de los árboles en busca de alimento y probablemente lo hagan para trasladarse de un árbol a otro, ya que las pocas ocasiones en que fueron localizados en piso se encontraban en movimiento.

A simple vista no se encontraron nidos o madrigueras donde pudieran refugiarse los individuos de *R. microdon*. Es probable que se refugien dentro de los troncos, ya que al localizarlos de día se encontraron siempre en árboles a distintos niveles del tronco, y de noche era evidente el movimiento vertical en zonas donde no había ramas, pero sin ser visibles. Además, se observó que algunos individuos se metían en hoyos de los troncos cuando eran liberados. Se ha reportado anteriormente que pequeños mamíferos pueden construir nidos dentro de troncos, tal es el caso de *Oryzomys intermedius* (Briani *et al.*, 2001) y *Micoureus dimerarae* (Moraes-Junior y Chiarello, 2005), además de que autores que han localizado nidos de roedores tanto en árboles como en piso, hacen referencia a que se pueden encontrar con facilidad a simple vista (Brito *et al.*, 2012; Morzillo *et al.*, 2003), caso no observado para esta especie. A pesar de esto, se necesita un estudio enfocado hacia la detección de nidos de *R. microdon* para poder asegurar la ubicación de los mismos.

En cuanto al tamaño de su ámbito hogareño (8994 m²), se encontró que es mayor al de muchos de los roedores arborícolas encontrados en la literatura, como es el caso de *Ototylomys phyllotis* (5779 m², Sáenz y Rica, 1999), *Nyctomys sumichrasti* (131 m², Hunt *et al.*, 2004), e incluso con respecto a especies dentro de su mismo género, como *R. fulvescens* (846 m², McNab, 1963). Sin embargo, también existen ratones arborícolas con ámbitos hogareños mayores al de *R. microdon*, como es el caso de *Ochrotomys nutalli* (12250 m², Morzillo *et al.*, 2003) y *Thallomys nigricauda* (11503 m², Coleman y Downs, 2010). Pueden existir diversos motivos para explicar estas diferencias, uno de los más evidentes es el método utilizado tanto para recabar los datos, como para obtener el ámbito hogareño. En el caso de *R. fulvescens* y de *N. sumichrasti*, los datos fueron obtenidos por medio de captura-recaptura, método más impreciso que la radio-telemetría, además de que es más propenso a obtener sesgo en la muestra (Hebblewhite y Haydon, 2010). Esto puede conducir a estimaciones inexactas del ámbito hogareño y podría estar relacionado con que el tamaño del ámbito de ambas especies es el más pequeño de todas las citadas, sin llegar siquiera a los 1000 m². Por otro lado, los trabajos en los que se estudia a *O. phyllotis* y a *R. fulvescens* utilizan como

método PMC, el cual hace poco para mejorar la robustez de la muestra y no toma en cuenta ningún parámetro adicional al momento de calcular el tamaño del ámbito (Kernohan *et al.*, 2001). En cuanto a *N. sumichrasti*, el autor no menciona el método utilizado en su estudio (Hunt *et al.*, 2004).

Es interesante que en los estudios en los que el ámbito de los ratones es mayor que el de *R. microdon*, como es el caso de *Ochrotomys nutalli* y *Thallomys nigricauda*, los datos fueron obtenidos por medio de telemetría y el estimador utilizado es kernel. Por un lado, la telemetría confiere ventajas como la obtención de una mayor cantidad de puntos y de manera más precisa que otros métodos. Por otro lado, el método kernel hace uso de diversos parámetros, además de ser un método probabilístico, lo cual confiere mayor precisión y exactitud en la estimación del ámbito (Seaman y Powell, 1996; Seaman *et al.*, 1999; Kernohan *et al.*, 2001; Fieberg, 2007). Sin embargo, no hay que olvidar que la biología de las especies es importante, y tomando en cuenta que *R. microdon* tiene un tamaño corporal menor que *O. nutalli* y *T. nigricauda*, es probable que necesite un área menor para llevar a cabo sus actividades, ya que una especie de mayor tamaño siempre necesitará mayor espacio para forrajear (McNab, 1963).

A pesar de que podría pensarse que conforme aumenta el tamaño de la especie va aumentando el tamaño del ámbito, se ha demostrado que hay puntos en los que con un cambio relativamente pequeño en el tamaño de la especie, el ámbito aumenta de manera significativa (McNab, 1963). Es por esto que aunque la variación en el tamaño corporal entre especies sea relativamente pequeño, puede haber un aumento significativo en el área de su ámbito.

Existe también una diferenciación en el tamaño del ámbito de especies que tienen que buscar alimento, como es el caso de especies que se alimentan de frutos, granos o insectos, con respecto a especies que se alimentan de pastos. Hay una tendencia hacia tener áreas de actividad menores por parte de estos últimos, ya que tienen mayor disponibilidad de alimento sin la necesidad de ir en busca del mismo, y el tamaño de ámbito hogareño se hace más grande con el aumento de la densidad de recursos (Ford, 1983). Dichas diferencias son evidentes incluso con especies de tamaños corporales similares (McNab, 1963; Mace y Harvey, 1983; Kelt y Van Vuren, 2001). *R. microdon*, al alimentarse de granos y semillas, es considerado en el grupo de las especies que buscan comida, lo cual puede explicar el tamaño mayor de su ámbito con respecto a ratones de similar tamaño.

Con base en el tamaño del ámbito hogareño de hembras y machos es posible hacer inferencias con respecto al sistema reproductivo de la especie. En el caso de especies polígamas y promiscuas, los machos suelen tener ámbitos más grandes que las hembras (Clutton-Brock, 1989; Ostfeld, 1990; Fisher y Lara, 1999). Dado que no existen diferencias significativas entre las áreas del

ámbito de machos y hembras de *R. microdon*, puede inferirse que la especie tiene hábitos monógamos.

Burt (1943) menciona que la ausencia de solapamiento en ámbitos de distintos individuos indica una fuerte territorialidad por parte de las especies. El caso contrario ocurre con *R. microdon*, ya que seis de los siete individuos tienen solapamiento casi total en sus ámbitos, lo cual indica que no existe territorialidad alguna dentro de la especie. Por otro lado, el solapamiento de territorios entre individuos tanto del mismo sexo, como de diferente, provee información acerca de la estructura social (Ribble *et al.*, 2002). En algunos casos, sólo existe solapamiento de hembras y machos en época de apareamiento y sucede en pares (Schradin y Pillay, 2005), y en otros, existe el solapamiento de un macho con varias hembras (McNab, 1963). En el caso de *R. microdon*, el solapamiento es de una cantidad considerable de individuos, y corresponde a varias hembras y machos. Esto indica que la especie no es territorial y tal vez tiene una estructura social más compleja, en la que existe la convivencia de grupos grandes de individuos compartiendo el mismo espacio y recursos.

Selección de hábitat

En estudios anteriores, *R. microdon* es reportada como especie habitante de bosque de *Quercus*, en regiones húmedas, altas y con mucha vegetación herbácea (Hooper, 1952; Arellano *et al.*, 2003; Musser y Carleton, 2005; González-Ruiz *et al.*, 2007;). Esto coincide con características de BMM, ambiente por el cual la especie tiene preferencia de acuerdo con el presente estudio. Sin un análisis dirigido a uso de hábitat puede ser fácil que existan confusiones con respecto a la clasificación del tipo de cobertura vegetal, dada la presencia de algunas especies de *Quercus* en BMM, y la frecuente cercanía de éste con BQ (Rzedowski, 2006). Por otro lado, dado que los BMM se encuentran ya muy reducidos en el país (Rzedowski, 2006), es posible que en zonas de la distribución de *R. microdon* se encuentre BQ, pero no BMM. Según Erickson *et al.* (2001), algunas veces los recursos identificados como seleccionados en una zona de estudio, no necesariamente son los preferidos. Si los recursos menos preferidos son los únicos disponibles en el ambiente, entonces serán seleccionados. Es posible que *R. microdon* haga uso de BQ en zonas donde no se encuentra BMM, aunque no sea su ambiente preferido.

La presencia frecuente de *R. microdon* en árboles de la especie *Carpinus caroliniana*, sustenta la preferencia del ratón hacia BMM, ya que especies arbóreas pertenecientes a este género son de gran importancia en este tipo de vegetación en México (Rzedowski, 1996). Por otro lado, los grupos de plantas más abundantes presentes en los árboles son briofitas, líquenes y hierbas, los cuales, según Rzedowski (2006) forman parte de las epífitas más abundantes en el BMM. Además de la evidente preferencia de *R. microdon* hacia la vegetación perteneciente a BMM, su preferencia hacia cañadas con pendientes

pronunciadas, muy seguramente tiene relación con que los BMM suelen desarrollarse en estos tipos de terreno (Rzedowski, 1996, 2006).

Son muchos los motivos por los que *R. microdon* puede preferir el BMM por encima de BQ. Uno de ellos es la elevada producción primaria de este ambiente (Rzedowski, 1996, 2006), lo cual puede beneficiar a la especie al tener alimento todo o casi todo el año; ya sean frutos y semillas, o solamente brotes de hojas.

Otro de los motivos es la gran cantidad de epífitas encontradas en BMM (Rzedowski, 1996, 2006). Al ser una especie arborícola, es muy probable que la cantidad de epífitas le beneficien ya sea como alimento o como refugio, caso observado para otros roedores arborícolas como *Aborimus longicaudus* y algunas especies de ardillas (géneros *Sciurus*, *Tamiasciurus* y *Glaucomys*) (Carey, 1996).

Por otro lado, la selección de hábitat puede estar dada a diversos niveles: a nivel de paisaje o a características vegetales más particulares (Hansen *et al.*, 1993) . En muchos casos, la selección de una especie puede ocurrir a más de un nivel, como ocurre con *R. microdon*, ya que además de tener una preferencia marcada por BMM, existen características a un nivel más específico que juegan un papel importante en la presencia del ratón en una determinada zona. Dichas características, como sabemos gracias al APR, incluyen la presencia de *Brachytheceium occidentale* y *Renauldia mexicana*, así como la ausencia de *Tillandsia* sp., *Ctenidium malacodes* y *Sticta* sp. También es posible saber que las especies que cuya presencia o ausencia es más determinante son *Brachytheceium occidentale* y *Tillandsia* sp.

Tillandsia es uno de los géneros más representativos de la vegetación de Bosque de *Quercus*, a la vez que está ausente en BMM. Por su parte, *Sticta* y *Ctenidium* son géneros que se encuentra presentes en BQ y no en BMM, aunque en menor proporción que *Tillandsia* (Rzedowski, 2006). Probablemente por esto es que la ausencia de estos géneros explican en gran parte la presencia de *R. microdon* en el ambiente, dada su preferencia por BMM.

Por otro lado, las dos especies que con su presencia otorgan mayor posibilidad de que el ratón se encuentre en el ambiente, son briofitas. Como es sabido, las briofitas tienen una gran capacidad de retener agua (Bonilla-Gómez, 2005). Dado que existe relación entre la biología de las especies utilizadas y su elección por parte de la especie que las selecciona (Bellocq, 1987), es probable que estas especies, e incluso tal vez algunas otras especies del mismo grupo, formen parte de la dieta de *R. microdon*, de tal forma que puede obtener agua de ellas más que de cualquier otro grupo de plantas como se ha observado en otros roedores arborícolas (Carey, 1996).

Es destacable que todas las elecciones ambientales de la especie, como su preferencia por pendientes pronunciadas, vegetación herbácea abundante, grandes altitudes y zonas con un considerable número de epífitas, están altamente relacionadas unas con otras y aparentemente son benéficas para la supervivencia de *Reithrodontomys microdon*.

Biología de *Reithrodontomys microdon*

Existe una gran diferencia en el número de individuos capturados en temporada de lluvias con respecto a los individuos capturados en temporada de secas. Estos resultados difieren a lo encontrado anteriormente por diversos autores (Newsome, 1969; Brown y Heske, 1990; Arias, 1992), quienes encontraron que la densidad de roedores capturados es mayor en temporada de lluvias que en temporada de secas. Sin embargo, los mismos autores mencionan un patrón de fluctuación poblacional, en el cual las especies responden a variables ambientales, considerando principalmente la disponibilidad de alimento y la cobertura, lo cual está determinado primordialmente por la productividad del hábitat y la lluvia (Noy-Meir, 1973). Ya que en temporada de lluvias existe una gran cantidad de cobertura vegetal en el sitio de estudio, es probable que los ratones no tuvieran necesidad de recorrer grandes distancias en busca de alimento o refugio, razón por la cual el éxito de captura fue menor.

De cualquier forma, en temporada de lluvias o secas, el número de individuos capturados de *R. microdon* puede considerarse bajo de acuerdo al tiempo total de muestreo. En trabajos anteriores, se maneja la posibilidad de que el hábito arborícola de la especie hace muy difícil su captura (Hooper, 1952). En este caso, ya que se colocaron las trampas directamente en los árboles a distintas alturas, deberían considerarse otras posibilidades como la zona de captura, ya que nueve de los 11 individuos fueron capturados en la zona con pendiente pronunciada, y se movieron siempre hacia la zona con barrancos, lo cual confirma lo propuesto por Hooper (1952), es decir, que son habitantes de cañones con sombra y pendientes montañosas.

De cualquier forma, lo conocido acerca de la especie con respecto a las alturas en las que habita es información que debe ser reconsiderada. Arellano *et al.*, (2003) mencionaron que *R. microdon* puede ser encontrado en alturas a partir de 1.5 m de altura, y no hacen mención del método realizado al obtener dichos datos. En el presente estudio se encontró que la altura mínima en la que la especie puede ser capturada es de 9 metros por encima del piso. Esto cambia el conocimiento de la especie, y la manera en que debe ser estudiada. Si se le requiere capturar, es necesario un esfuerzo mucho mayor en niveles considerablemente más altos en los árboles de lo que se había pensado anteriormente.

Las alturas de captura de *R. microdon*, junto con su preferencia por zonas con pendientes pronunciadas son características que dificultan en gran medida su captura, ya que colocar trampas en árboles considerando dichas características resulta muy complicado.

Arborealidad. Hay que considerar que para que le sea posible a la especie habitar en ambientes tan abruptos, debe tener adaptaciones que le permitan sobrevivir. Algunas de las características, tanto morfológicas como de comportamiento observadas en la realización de este estudio podrían explicarlo.

En primer lugar, la morfología plantar parece estar bien adaptada a sus hábitos arborícolas (Figura 7). Los cojinetes bien desarrollados facilitan la escalada (Hunt *et al.*, 2004). Esto, y que se encuentren poco distanciados entre sí son características anatómicas de taxa arborícolas en mamíferos (Rivas y Linares, 2006; Rivas-Rodríguez *et al.*, 2010; Percequillo *et al.*, 2011). Es probable que las uñas curvadas y largas sean de ayuda al momento de aferrarse a la corteza de los árboles. Las garras bien desarrolladas aportan un mejor agarre en objetos muy delgados, y facilitan la locomoción en ramas pequeñas. Dicha condición más la presencia de cojinetes amplios están presentes en diversos géneros de mamíferos con hábitos arborícolas, como pangolines, perezosos y distintos géneros de ardillas (Jenkins, 1974; Rivas-Rodríguez *et al.*, 2010). De la misma forma, el alargado quinto dedo de *R. microdon* corresponde a caracteres correspondientes a otros géneros de ratones arborícolas, y es una característica que permite una mayor flexibilidad de la pata y una gran capacidad de aprehensión (Rivas y Linares, 2006; Rivas-Rodríguez *et al.*, 2010).

Por otra parte, su cola extremadamente larga y la manera en que la mueve conforme avanza, probablemente le confiere equilibrio al momento de subir o bajar en los árboles. Además del equilibrio, *R. microdon* utiliza su cola para prenderse a cualquier objeto por muy delgado que fuese, lo cual puede actuar como auxiliar previniendo caídas (Daloz *et al.*, 2012). En muchas ocasiones se le observó apoyarse de su cola prensil para trepar en ramas muy delgadas, en las que la enrollaba y la utilizaba para sostenerse como si fuera una extremidad más, característica adaptativa en mamíferos con hábitos arborícolas (Dublin, 1903; Lemelin, 1999; Stevens, 2008; Wallace y Demes, 2008). Ya se encuentra reportado que una cola larga y patas desarrolladas confieren ventajas a roedores que habitan en zonas de pendientes pronunciadas (Bonaventura *et al.*, 1997), y se ha sugerido anteriormente que la cola más larga que el cuerpo en roedores puede ser una adaptación para la vida arborícola (Barry *et al.*, 1984).

La cola de *R. microdon* no es la única que puede brindarle ventajas en sus hábitos arborícolas. La forma de caminar con las patas abiertas puede brindarle estabilidad extra, necesaria para habitar en el plano vertical. Una muestra de

una posible adaptación a los hábitos arborícolas, es la manera de mantenerse parado en dos patas en troncos verticales, y que cayera de alturas tan grandes sin sufrir daño alguno. Esto puede ser apoyado gracias al desarrollo de sus cojinetes que pueden ser utilizados también para amortiguar la caída (Rivas y Linares, 2006; Rivas-Rodríguez et al., 2010).

En lo concerniente a la morfología de la especie, no existe diferencia significativa entre sexos en lo que respecta a su longitud total, lo cual podría hacer referencia a la ausencia de dimorfismo sexual dentro de la especie. Sin embargo, hace falta un estudio más completo para asegurar esto, incluyendo un mayor tamaño de muestra en distintas localidades, ya que la masa corporal y el dimorfismo pueden variar con respecto a distintas poblaciones (Dewsbury et al. 1980), además de que hace falta tomar en cuenta caracteres distintos a los mencionados.

Conservación

Como se ha mencionado antes, *R. microdon* es una especie que se encuentra en estado de Amenaza (A) según la NOM-059-ECOL-2010. Además, su distribución no es continua, lo que limita el intercambio genético, y disminuye las probabilidades de éxito de la especie. Recientemente, Arellano et al. (2006) propusieron la separación de *R. microdon* en dos especies, con las poblaciones de Chiapas y Guatemala formando una nueva especie. Si dicha propuesta es aceptada, entonces *R. microdon* formaría parte de una de las muchas especies endémicas de México, y aún más importante, dadas las reducidas zonas en su distribución, sería una especie microendémica del país.

Por todo lo anterior, es recomendable llevar a cabo acciones para la conservación de la especie. Pero más allá del manejo de las poblaciones, deben llevarse a cabo acciones para conservar las zonas en las que habita. Con el conocimiento del tamaño de su ámbito hogareño (8994.4 m²), se esperaría que al tomar en cuenta la conservación de esta especie, se conserve una zona muy amplia.

Gracias a los resultados de este trabajo, es sabido que *R. microdon* habita zonas con bosque mesófilo de montaña. Dicho ambiente es uno de los ambientes más ricos en cuanto a sus recursos; es el tipo de vegetación con mayor diversidad y riqueza florística por unidad de área (Challenger, 1998; Ruiz-jiménez et al., 2012). Cerca del 34.8% de las especies de plantas que alberga son endémicas (Villaseñor, 2010) y muchas de ellas se encuentran en alguna categoría de riesgo (Ruiz-Jiménez et al., 2012). El BMM desempeña un importante papel en los servicios ecosistémicos, principalmente para la provisión de agua (Challenger, 1998; Bonfil y Madrid, 2006), además de albergar diversas especies emblemáticas de vertebrados (Aranda et al., 2012).

Aún con el conocimiento de la gran importancia de dicho ambiente, el área que cubre fue estimada por Rzedowski (2006) en un 0.5–0.87% del territorio

mexicano, con la posterior pérdida de al menos 50% de su cobertura (López-Pérez *et al.*, 2011), y es considerado el ambiente más amenazado en México (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998; CONABIO, 2010).

Por otro lado, *Carpinus caroliniana*, especie de árbol que contó con mayor presencia del ratón, es una especie que se encuentra en estado de Amenaza (A) según la NOM-059-ECOL-2010. Dicha especie habita en zonas con pendientes pronunciadas y con alto grado de humedad (Paré y Gerez, 2012), y suele ser sensible a la apertura de caminos y aclaramiento del bosque en zonas de barranca, aparentemente por crear condiciones más secas y expuestas que las preferidas por ésta (NOM-059-ECOL-2010).

Al ser una especie pequeña, *Reithrodontomys microdon* difícilmente puede ser tomado en cuenta como especie sombrilla, ya que éstas son especies con un tiempo de persistencia largo, generalistas de hábitat y con grandes requerimientos de espacio, características que suelen poseer animales de gran tamaño y largo tiempo generacional (Caro y O'Doherty, 1999; Fleishman *et al.*, 2001). Sin embargo, aunque *R. microdon* no cumpla con tales características, sí puede ser tomado en cuenta como una especie indicadora, tanto de la presencia de BMM como de especies amenazadas como es el caso de *C. caroliniana*. De esta manera, puede tomarse en cuenta la presencia de la especie para seleccionar áreas prioritarias para la conservación de dichas zonas, lo cual resulta muy adecuado dadas las áreas de distribución coincidentes entre el ratón y el ambiente.

Con esto, se estaría conservando en inicio a *R. microdon*, y especies como *C. caroliniana* para la cual ya se realizan acciones de conservación, pero aún más importante es la conservación que se realizaría directamente al BMM. Con tales acciones, se estarían conservando a muchas otras especies tan importantes y emblemáticas como el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), tigrillo (*Leopardus wiedii*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), algunas especies de murciélagos como *Phyllostomus discolor*, *Carollia sowelli* y *Sturnira ludovici*, así como el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), hocofaisán (*Crax rubra*) y el pavón (*Orephasis derbianus*) entre otras especies que habitan dicho ambiente (León-Paniagua y Romo-Vázquez, 1993; Challenger, 1998; Ceballos y Gisselle, 2005; CONABIO, 2010; Aranda *et al.*, 2012).

El hecho de tomar en cuenta especies de hábitos arbóreos como *R. microdon* para conservación, tiene también un impacto directo sobre la cobertura arbórea. Al habitar directamente en árboles, se estaría evitando la tala de manera directa, acto importante, ya que la deforestación es uno de los factores que más afectan de manera negativa la diversidad biológica (Sánchez-Cordero *et al.*, 2009).

Realizar acciones para la conservación con la ayuda del conocimiento del ámbito hogareño y selección de hábitat de *R. microdon*, demostraría que

dichos estudios son útiles no solamente para el conocimiento de la ecología de las especies, sino que pueden ser tomados en cuenta para realizar acciones a mayor escala. Además, sería pionero en cuanto a generar acciones de conservación mediante un vertebrado pequeño. Con esto, podría demostrarse que no solamente los animales carismáticos o de gran tamaño son necesarios para la conservación, sino que con el estudio preciso de organismos menores se puede conservar grandes zonas, e incorporar tanto especies como ecosistemas.

Literatura citada

- Adams, L., y Davis, S. D. (1967). The internal anatomy of home range. *Journal of Mammalogy*, 48, 529–536.
- Aranda, M., Botello, F., y López-de Buen, L. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 778–784. doi:10.7550/rmb.24850
- Arellano, E., Rogers, D. S., y Cervantes, F. A. (2003). Genic differentiation and phylogenetic relationships among Tropical Harvest Mice (*Reithrodontomys*: subgenus *Aporodon*). *Journal of Mammalogy*, 84(1), 129–143.
- Arellano, E., Rogers, D. S., y González-Cózatl, Y. F. X. (2006). Sistemática molecular del género *Reithrodontomys* (Rodentia: muridae). *Genética y mamíferos mexicanos: presente y futuro. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 32.
- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Barry, R. E. J., Botje, M. A., y Grantham, L. B. (1984). Vertical stratification of *Peromyscus leucopus* and *P. maniculatus* in southwestern Virginia. *Journal of Mammalogy*, 65(1), 145–148.
- Bekoff, M., y Mech, L. D. (1984). Simulation analyses of space use: home range estimates, variability, and sample size. *Behaviour Research Methods, Instruments and Computers*, 16, 32–37.
- Belloq, M. I. (1987). Selección de hábitat de caza y depredación diferencial de *Athene cunicularia* sobre roedores en ecosistemas agrarios. *Revista Chilena de Historia Natural*, 60, 81–86.
- Bergstrom, B. J. (1988). Home ranges of three species of chipmunks (*Tamias*) as assessed by radiotelemetry and grid trapping. *Journal of Mammalogy*, 69(190-193).
- Bonaventura, S. M., Tecchi, R., Cueto, V., y Sánchez-López, M. I. (1997). Patrón de uso de hábitat en roedores cricétidos en la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos. En J. L. Cajal, J. García-Fernández y R. Tecchi (Eds.), *Bases para la conservación y manejo de la puna y cordillera frontal de Argentina. El rol de las reservas de la biósfera* (1a ed., 346 pp.). Montevideo, Uruguay: UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) y MAB (Man and the Biosphere).
- Bonfil, H., y Madrid, L. (2006). El pago por servicios ambientales en la cuenca de Amanalco-Valle de Bravo. *Gaceta Ecológica*, 80, 63–79.

- Bonilla-Gómez, A. A. (2005). *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la Cordillera Oriental de Colombia* (1st ed., p. 353). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos.
- Bramley, G. N. (2014). Habitat use by kiore (*Rattus exulans*) and Norway rats (*R. norvegicus*) on Kapiti Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology*, 38(1).
- Briani, D. C., Vieira, E. M., y Vieira, M. V. (2001). Nests and nesting sites of Brazilian forest rodents (*Nectomys squamipes* and *Oryzomys intermedius*) as revealed by a spooland-line device. *Acta Theriologica*, 46, 331–334.
- Brito, J. M., Teska, W. R., y Ojala-Barbour, R. (2012). Descripción del nido de dos especies de *Thomasomys* (Cricetidae) en un bosque alto-andino en Ecuador. *Therya*, 3(2), 263–268.
- Burt, W. H. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346–352.
- Cameron, G. N., y Spencer, S. R. (1985). Assessment of space-use patterns in the hispid cotton rats (*Sigmodon hispidus*). *Oecologia (Berlin)*, 68, 133–139.
- Carey, A. B. (1996). Interactions of northwest forest canopies and arboreal mammals. *Northwest Science*, 70 (Special Issue), 72–78.
- Caro, T., y O'Doherty, G. (1999). On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*, 13, 805–814.
- Castellanos-Morales, G. (2006). *Sobre el ámbito hogareño y los hábitos alimenticios de un carnívoro en un ambiente suburbano. El Cacomixtle (Bassariscus astutus) en la reserva ecológica "El Pedregal de San Ángel."* Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Cawthorn, J. M., y Rose, R. K. (1989). The Population Ecology of the Eastern Harvest Mouse (*Reithrodontomys humulis*) in Southeastern Virginia. *American Midland Naturalist*, 122(1), 1–10.
- Challenger, A. (1998). La zona ecológica templada húmeda (el bosque mesófilo de montaña). En A. Challenger (Ed.), *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro* (pp. 443–518). México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México/Agrupación Sierra Madre.
- Clutton-Brock, T. H. (1989). Mammalian mating system-review lecture. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 236, 339–372.

- Coleman, J. C., y Downs, C. T. (2010). Does Home Range of the Black-Tailed Tree Rat (*Thallomys nigricauda* Thomas 1882) Change with Season Along an Aridity Gradient? *African Zoology*, 45(2), 177–188.
- Compton, S., Craigh, A. J., y Waters, I. W. (1996). Seed dispersal in an African fig three: birds as high quantify, low quality dispersers? *Journal of Biogeography*, 23, 553–563.
- CONABIO. (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cranford, J. A. (1977). Home range and habitat utilization by *Neotoma fuscipes* as determined by radiotelemetry. *Journal of Mammalogy*, 58, 165–172.
- Dalloz, M. F., Loretto, D., Papi, B., Cobra, P., y Vieira, M. V. (2012). Positional behaviour and tail use by the bare-tailed woolly opossum *Caluromys philander* (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalian Biology*, 77, 307–313. doi:10.1016/j.mambio.2012.03.001
- Danielson, B. J., y Swihart, R. K. (1987). Home range dynamics and activity patterns of *Microtus ochrogaster* and *Synaptomys cooperi* in syntopy. *Journal of Mammalogy*, 68(1), 160–165.
- De Almeida, A. J., Freitas, M. M. F., y Talamoni, S. A. (2013). Use of space by the Neotropical caviomorph rodent *Thrichomys apereoides* (Rodentia: Echimyidae). *Zoología*, 30(1), 35–42.
- De'Ath, G., y Fabricius, K. (2000). Classification and Regression Trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, 81(11), 3178–3192.
- Dublin, L. I. (1903). Adaptations to aquatic, arboreal, fossorial and cursorial habits in mammals. II. Arboreal adaptations. *The American Naturalist*, 37(443), 731–736.
- Erickson, W. P., McDonald, T. L., Gerow, K. G., Howlin, S., y Kern, J. W. (2001). Statistical Issues in Resource Selection Studies with Radio-Marked Animals. En J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff (Eds.), *Radio tracking and animal populations* (1a ed., p. 474). San Diego, California: Academic Press.
- Erlinge, S., Hoogenboom, I., Agrell, J., Nelson, J., y Sandell, M. (1990). Density-related home range size and overlap in adult field voles (*Microtus agrestis*) in southern Sweden. *Journal of Mammalogy*, 71, 597–603.
- Fieberg, J. (2007). Kernel density estimators of home range: smoothing and the autocorrelation red herring. *Ecology*, 88(4), 1059–1056.

- Figuroa De Contín, E. (1980). *Atlas geográfico e histórico del estado de Guerrero*. Enschede, Netherlands: Academic International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.
- Fisher, D. O., y Lara, M. C. (1999). Effects of body size and home range on access to mates and paternity in male bridled nailtail walabies. *Animal Behaviour*, 58, 121–130.
- Fleishman, E., Murphy, D. D., y Blair, R. B. (2001). Selecting effective umbrella species. *Conservation in Practice*, 2, 17–23.
- Ford, R. G. (1983). Home range in a patchy environment: Optimal foraging predictions. *American Zoology*, 23, 315–326.
- Frank, D. H., y Heske, E. J. (1992). Seasonal changes in space use patterns in the southern grasshopper mouse *Onychomys torridus torridus*. *Journal of Mammalogy*, 73, 292–298.
- Gautestad, A. O., y Mysterud, I. (1993). Physical and biological mechanism in animal movement processes. *Journal of Applied Ecology*, 30, 523–535.
- Gautestad, A. O., y Mysterud, I. (1995). The home range ghost. *Oikos*, 74, 195–204.
- González-Ruiz, N., Ramírez-Pulido, J., y Genoways, H. H. (2007). Review of the harvest mice (genus *Reithrodontomys*) in the Mexican State of México. *Western North American Naturalist*, 67(2), 238–250.
- Hansen, J. A., Garman, S. L., Marks, B., y Urban, D. L. (1993). An approach for managing vertebrate diversity across multiple use landscapes. *Ecological Applications*, 3, 481–496.
- Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trehwella, W. J., Woollard, T., y Wray, S. (1990). Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review*, 20, 97–123.
- Hebblewhite, M., y Haydon, D. T. (2010). Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical transactions of the Royal Society B*, 365, 2303–2312.
- Holsomback, T. S., Van Nice, C. J., Clark, R. N., McIntyre, N. E., Abuzeineh, A. a, y Salazar-Bravo, J. (2013). Socio-ecology of the marsh rice rat (*Oryzomys palustris*) and the spatio-temporal distribution of Bayou virus in coastal Texas. *Geospatial Health*, 7(2), 289–298. Extraído de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23733291>
- Hooper, E. T. (1952). *A systematic review of the harvest mice (Genus Reithrodontomys) of latin America* (280 pp). Michigan: Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan.

- Horne, J. S., y Garton, E. (2006). Selecting the best home range model: an information-theoretic approach. *Ecology*, 87(5), 1146–1152.
- Hunt, B. J. L., Morris, J. E., y Best, T. L. (2004). *Nyctomys sumichrasti*. *Mammalian Species*, 754, 1–6.
- Jenkins, F. A. J. (1974). *Primate locomotion* (390 pp). Nueva York, EUA: Academic Press.
- Jennrich, R. I., y Turner, F. B. (1969). Measurement of non-circular home range. *Journal of Theoretical Biology*, 22(2), 227–237.
- Johnston, A. N., y Anthony, R. G. (2008). Small-mammal microhabitat associations and response to grazing in Oregon. *Journal of Wildlife Management*, 72(8), 1736–1746.
- Kaufman, D. W., Peterson, S. K., Fristik, R., y Kaufman, G. A. (1983). Effect of microhabitat features on habitat use by *Peromyscus leucopus*. *American Midland Naturalist*, 110(1), 177–185.
- Kelt, D. A., y Van Vuren, D. H. (2001). The ecology and macroecology of mammalian home range area. *The American Naturalist*, 157(6), 637–645. doi:10.1086/320621
- Kernohan, B. J., Gitzen, R. A., y Millspaugh, J. J. (2001). Analysis of animal space use and movements. En J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff (Eds.), *Radio tracking and animal populations* (1a ed., 474 pp). San Diego, California: Academic Press.
- Lemelin, P. (1999). Morphological correlates of substrate use in didelphid marsupials: implication for primate origins. *Journal of Zoology*, 247, 165–175.
- León-Paniagua, L., y Romo-Vázquez, E. (1993). Mastofauna de la sierra de Taxco, Guerrero. En R. A. Medellín y G. Ceballos (Eds.), *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Volumen 1, pp. 45–64). México, D.F.: Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.
- López-Pérez, Y., Tejero-Díez, D., Torres-Díaz, A. N., y Luna-Vega, I. (2011). Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado de México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 88, 35–53.
- Loretto, D., y Vieira, M. V. (2005). The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826). *Journal of Mammalogy*, 86, 287–293.
- Mace, G. M., y Harvey, P. H. (1983). Energetic constraints on home-range size. *The American Naturalist*, 121(1), 120–132.

- Madison, D. M. (1977). Movements and habitat use among interacting *Peromyscus leucopus*. *Canadian Field Naturalist*, 91, 273–281.
- Martínez, M., Cruz, R., Castrejón, J. F., Valencia, S., Jiménez, J., y Ruiz-Jiménez, C. A. (2004). Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 75(2), 105–189.
- McNab, B. K. (1963). Bioenergetics and the Determination of Home Range Size. *The American Naturalist*, 97(894), 133–140.
- Millspaugh, J. J., y Marzluff, J. M. (2001). *Radio Tracking and Animal Populations* (474 pp). San Diego, California: Academic Press.
- Moraes-Junior, E. A., y Chiarello, A. G. (2005). Sleeping sites of woolly mouse opossum *Micoureus demerarae* (Thomas) (Didelphimorphia, Didelphidae) in the Atlantic Forest of south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 839–843.
- Morris, D. W. (2003). Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia*, 136, 1–13.
- Morris, D. W., y Dupuch, A. (2012). Habitat change and the scale of habitat selection: shifting gradients used by coexisting Arctic rodents. *Oikos*, 121, 975–984.
- Morzillo, A. T., Feldhamer, G. a., y Nicholson, M. C. (2003). Home range and nest use of the golden mouse (*Ochrotomys nuttalli*) in southern Illinois. *Journal of Mammalogy*, 84(2), 553–560.
- Müdespacher, C., y Gaona, S. (2005). *Reithrodontomys microdon*. En G. Ceballos y G. Oliva (Eds.), *Los mamíferos silvestres de México* (pp. 786–787). México, D. F.: CONABIO y Fondo de Cultura Económica.
- Munger, J. C. (1984). Home-ranges of horned lizards (*Phrynosoma*): circumscribed and exclusive? *Oecologia*, 62, 351–360.
- Musser, G. G., y Carleton, M. D. (2005). Superfamily Muroidea. En D. E. Wilson y D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the world* (12a ed.). Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.
- Nakawa, M., Miguehi, H., y Sato, K. (2007). A preliminary study of two sympatric *Maxomys* rats in Sarawak, Malaysia: spacing patterns and population dynamics. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 55, 381–387.
- Noy-Meir, I. (1973). Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 25–51.
- Ostfeld, R. S. (1990). The ecology of territoriality in small mammals. *Trends in Ecology and Evolution*, 5, 411–415.

- Packard, R. L. (1968). An ecological study of the fulvous harvest mouse in eastern Texas. *American Midland Naturalist*, 79, 68–88.
- Paré, L., y Gerez, P. (2012). *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiác, Veracruz* (344 pp). México, D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Percequillo, A. R., Weksler, M., y Costa, L. P. (2011). A new genus and species of rodent from the Brazilian Atlantic Forest (Rodentia: Cricetidae: Oryzomyini), with comments on oryzomyine biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 161(2), 357–390.
- Powell, R. A. (2000). Animal home ranges and territories and home range estimators. En L. Boitani y T. K. Fuller (Eds.), *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences* (pp. 65–110). Nueva York, EUA: Columbia University Press.
- Priotto, J., Steinmann, A., Y Polop, J. (2002). Factors affecting home range size and overlap in *Calomys venustus* (Muridae: Sigmodontinae) in Argentine agroecosystems. *Mammalian biology*, 67, 97–104.
- Reid, F., Y Vázquez, E. (2010). *Reithrodontomys microdon*. *IUCN Red List of Threatened Species*.
- Ribble, D. O., Wurtz, A. E., McConnell, E. K., Buegge, J. J., Y Welch Jr., Kenneth, C. (2002). A comparison of home range of two species of *Peromyscus* using trapping and radiotelemetry data. *Journal of Mammalogy*, 83(1), 260–266.
- Rivas, B. A., y Linares, O. J. (2006). Cambios en la forma de la pata posterior entre roedores sigmodontinos según su locomoción y hábitat. *Mastozoología tropical*, 13(2), 205–215.
- Rivas-Rodríguez, B. A., D'Elía, G., y Linares, O. J. (2010). Diferenciación morfológica en sigmodontinos (Rodentia: Cricetidae) de las Guayanas Venezolanas con relación a su locomoción y hábitat. *Mastozoología tropical*, 17(1), 97–109.
- Rodgers, A. R. (2001). Recent telemetry technology. En J. J. Millspaugh y J. M. Marzluff (Eds.), *Radio tracking and animal populations* (p. 79–121). San Diego, California: Academic Press.
- Rodhouse, T. J., Hirnyck, R. P., y Wright, R. G. (2010). Habitat selection of rodents along a piñon-juniper woodland-savannah gradient. *Journal of Mammalogy*, 91(2), 447–457.
- Rosenzweig, M. L. (1981). A theory of habitat selection. *Ecology*, 62, 327–335.
- Ruiz-jiménez, C. A., Téllez-valdés, O., y Luna-Vega, I. (2012). Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 1110–1144.

- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México* (432 pp). México, D.F.: Limusa.
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35, 25–44.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1a. ed., 504 pp). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sáenz, J. C., y Rica, C. (1999). Movimientos y selección de micro-habitat de una rata arborícola *Ototylomys phyllotis* (Rodentia: Muridae) en un bosque seco tropical. *Brenesia*, 52, 61–64.
- Sánchez-Cordero, V., Illoldi-Rangel, P., Escalante, T., Figueroa, F., Rodríguez, G., Linaje, M., Trevon, F. y Sarkar, S. (2009). Deforestation and biodiversity conservation in Mexico. En A. Columbus y L. Kuznetsov (Eds.), *Endangered Species: New Research* (279–287 pp). Nueva York, EUA. Nova Science Publishers, Inc.
- Sanderson, G. C. (1966). The study of mammal movements: a review. *Journal of Wildlife Management*, 30, 215–235.
- SAS Institute. (2012). *JMP 10. Modeling and Multivariate Methods*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schradin, C., y Pillay, N. (2005). Intraspecific variation in the spatial and social organization of the African Striper Mouse. *Journal of Mammalogy*, 86(1), 99–107.
- Seaman, D. E., Millspaugh, J. J., Kernohan, B. J., Brundige, G. C., Raedeke, K. J., y Gitzen, R. A. (1999). Effects of sample size on kernel home range estimates. *Journal of Wildlife Management*, 63(2), 739–747.
- Seaman, D. E., y Powell, R. A. (1996). An Evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 77, 2075–2085.
- Shanahan, M., y Compton, S. (2000). Fig-eating by Bornean treeshrews: evidence for a role as seed dispersers. *Biotropica*, 32, 759–764.
- Silverman, B. W. (1986). Density Estimation for Statistics and Data Analysis. En Chapman y Hall (Eds.), *Monographs on Statistics and Applied Probability* (p. 1–22). Bath, Reino Unido. United Kingdom: School of Mathematics University of Bath.
- Simone, I., Provencal, C., y Polop, J. (2012). Habitat use by corn mice (*Calomys musculus*) in cropfield borders of agricultural ecosystems in Argentina. *Wildlife Research*, 39, 112–122.
- Spencer, S. R., y Cameron, G. N. (1988). Home Range of the Fulvous Harvest Mouse (*Reithrodontomys fulvescens*) on the Texas Coastal Prairie. *American Midland Naturalist*, 120(2), 250–257.

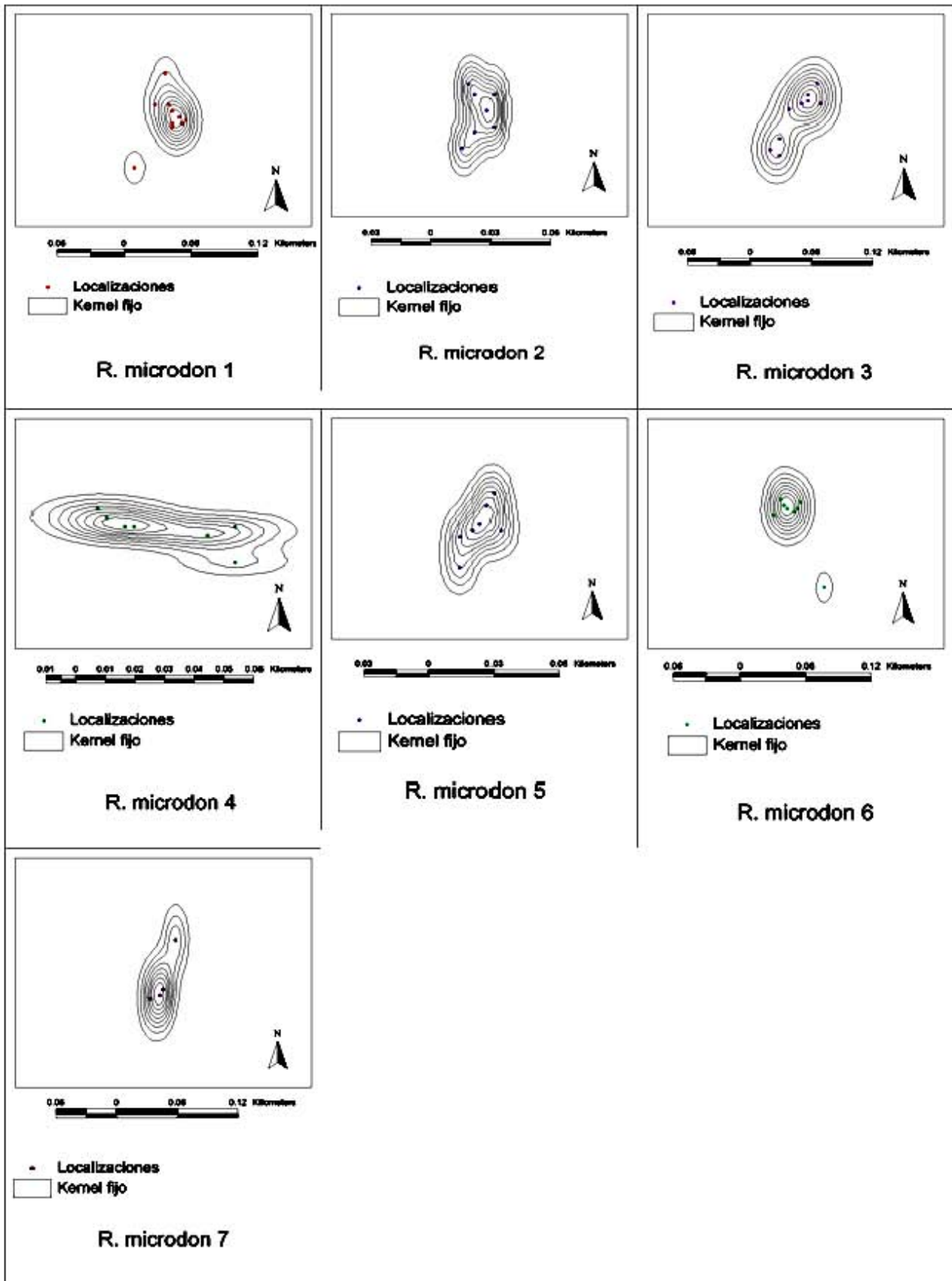
- Springer, J. T. (2003). Home range size estimates based on number of relocations. *Occasional Wildlife Management Papers, Biology Department, University of Nebraska at Kearney*, 14, 1–12.
- Stancampiano, A. J., y Schnell, G. D. (2004). Microhabitat affinities of small mammals in southwestern Oklahoma. *Journal of Mammalogy*, 85(5), 948–958.
- Stevens, N. J. (2008). The effect of branch diameter on primate gait sequence pattern. *American Journal of Primatology*, 70, 356–362.
- Stickel, L. F. (1968). *Home range and travels in Biology of Peromyscus (Rodentia)*. (J. A. King, Ed.). Stillwater, Oklahoma: American Society of Mammalogists.
- Swihart, R. K., y Slade, N. A. (1985a). Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology*, 66, 1176–1184.
- Swihart, R. K., y Slade, N. A. (1985b). Influence of sampling interval on estimates of home-range size. *The Journal of Wildlife Management*, 49, 1019–1025.
- Tammone, M. N., Lacey, E. A., y Relva, M. A. (2012). Habitat use by colonial tuco-tucos (*Ctenomys sociabilis*): specialization, variation, and sociality. *Journal of Mammalogy*, 93(5), 000–000.
- Tew, T. E., y MacDonald, D. W. (1994). Dynamics of space use and male vigour amongst wood mice, *Apodemus sylvaticus*, in the cereal ecosystem. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 34, 337–345.
- Vander-Wall, S. B., Kuhn, K. M., y Beck, M. J. (2005). Seed removal, seed predation and secondary dispersal. *Ecology*, 86, 81–86.
- Villaseñor, J. L. (2010). *El bosque húmedo de montaña de México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico*. (38 pp). México, D.F.: UNAM y CONABIO.
- Wallace, I. J., y Demes, B. (2008). Symmetrical gaits of *Cebus apella*: implications for the functional significance of diagonal sequence gait in primates. *Journal of Human Evolution*, 54, 783–794.
- White, G. C., y Garrot, R. A. (1990). *Analisis of Wildlife Radio Tracking Data* (383 pp). San Diego, California: Academic Press.
- Wood, B. a., Cao, L., y Dearing, M. D. (2010). Deer mouse (*Peromyscus maniculatus*) home-range size and fidelity in sage-steppe habitat. *Western North American Naturalist*, 70(3), 345–354.
- Worton, B. J. (1995). Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal of Wildlife Management*, 59, 794–800.

Zhang, H., y Singer, B. (2010). *Recursive partitioning and applications*. (2a ed., 259 pp). Nueva York, EUA: Springer.

Anexo 1. Medidas, peso, sexo y temporada de captura de cada uno de los individuos de *R. microdon*.

Temporada de captura	Sexo	Largo Total (mm)	Peso (g)
Lluvias	H	170	10
Lluvias	H	168	13
Secas	H	186	37
Secas	H	185	27
Secas	M	187	36
Secas	H	186	27
Secas	M	178	31
Secas	M	179	29
Secas	M	168	21
Secas	M	191	30
Secas	H	193	35

Anexo 2. Ámbito hogareño de los 7 individuos radio-localizados de *R. microdon*.



Anexo 3. Nombre y abreviación de las epífitas encontradas en los árboles donde fue localizado *R. microdon*.

Clasificación	Género/Especie	Abreviación
Briofitas	<i>Brachythecium occidentale</i>	<i>Bra.occ.</i>
	<i>Ctenidium malacodes</i>	<i>Cte.mal.</i>
	<i>Fabronia ciliaris</i>	<i>Fab.cil.</i>
	<i>Macromitrium sharpii</i>	<i>Mac.sha.</i>
	<i>Plagiochila</i> sp.	<i>Plag.sp.</i>
	<i>Platygyrium fuscoluteum</i>	<i>Plat.fus.</i>
	<i>Renauldia mexicana</i>	<i>Ren.mex.</i>
Bromelias	<i>Tillandia</i> sp.	<i>Till.sp.</i>
Helechos	<i>Blechnum gracile</i>	<i>Ble.gr.</i>
	<i>Blechnum</i> sp.	<i>Ble.sp.</i>
	<i>Pleopeltis interjecta</i>	<i>Ple.int.</i>
	<i>Polypodium snctae-rosae</i>	<i>Polyp.s-r.</i>
Hepáticas	<i>Metzgeria</i> sp.	<i>Metz.sp.</i>
Herbáceas	<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Arb.xal.</i>
	<i>Cleyera velutina</i>	<i>Cley.vel.</i>
	<i>Euphorbia</i> sp.	<i>Eup.sp.</i>
	<i>Oreopanax xalapensis</i>	<i>Or.xal.</i>
	<i>Piperaceacea quadrifolia</i>	<i>Pip.qua.</i>
	<i>Rosaceae gr.</i> sp.	<i>Ros.gr.sp.</i>
	<i>Vitis popenoei</i>	<i>Vit.pop.</i>
Hongos	<i>Stereum</i> sp.	<i>Ster.sp.</i>
Líquenes	<i>Everniastrum</i> sp.	<i>Ev.sp.</i>
	<i>Flavopunctelia</i> sp.	<i>Flav.sp.</i>

	<p><i>Leptogium</i> sp.</p> <p><i>Pannaria</i> sp.</p> <p><i>Sticta</i> sp.</p> <p><i>Usena florida</i></p> <p><i>Usnea fragilescens</i></p>	<p><i>Lep.</i>sp.</p> <p><i>Pan.</i>sp.</p> <p><i>Sti.</i>sp.</p> <p><i>Usn.flor.</i></p> <p><i>Usn.frag.</i></p>
<p>Orquídeas</p>	<p><i>Jacquiniella cernua</i></p> <p><i>Pleurothallis</i> sp.</p> <p><i>Rhynchostele cervantesii</i></p> <p><i>Stellis</i> sp.</p>	<p><i>Jac.cer.</i></p> <p><i>Pleu.</i>sp.</p> <p><i>Rhy.cer.</i></p> <p><i>Stel.</i>sp.</p>