

Ámbito hogareño del conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius*) en un bosque templado del centro de México

Jorge Vázquez^{1*}, Verónica Farías², Luisa Rodríguez-Martínez¹,
Amando Bautista¹, Guadalupe Palacios-Roque¹ y Margarita Martínez-Gómez^{1,3}

Abstract

The Mexican cottontail rabbit, *Sylvilagus cunicularius*, is the endemic rabbit with the widest distribution and the largest size (485-515 mm) of all rabbits in Mexico. This cottontail is abundant throughout its range but some populations are declining due to habitat destruction and poaching. In La Malinche National Park (LMNP), Tlaxcala, fires and excessive logging have reduced the habitat (grassland and pine forest) of the Mexican cottontail rabbit. To determine the Mexican cottontail rabbit home range will reveal their spatial ecology, social behavior and infer useful information in the development of programs for conservation. In this work, we investigated the home range size of the Mexican cottontail rabbit and the differences among sexes. The study was developed from May 2006 throughout February 2008 at LMNP, with a sample size of 12 individuals (seven females and five males). The home range size of *S. cunicularius* averaged 3.62 ± 0.62 hectares and was not different between males and females ($U = 12.0$, $P = 0.43$). Furthermore, home ranges of individuals of *S. cunicularius* overlapped between individuals of the same sex and of the opposite sex. This is the first formal report of home range size for the Mexican cottontail, which contributes to understand how *S. cunicularius* uses a grassland habitat (dominated by *Muhlenbergia macroura*) in a pine forest (*Pinus* spp.) on the central plateau of Mexico.

Key words: Home range, pine forest, Mexico, overlapping, *Sylvilagus cunicularius*, Tlaxcala.

Resumen

El conejo mexicano, *Sylvilagus cunicularius*, es el conejo endémico de México con la distribución más amplia y el de mayor tamaño (485 - 515 mm) de todos los conejos mexicanos. Este conejo es abundante en su distribución, pero algunas de sus poblaciones están declinando debido a la destrucción de su hábitat y cacería furtiva.

¹Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, km 1.5 Carretera Tlaxcala-Puebla S/N, Tlaxcala, México 90070. E-mail: jorgevazquezmx@yahoo.com (JV), maluisarod@yahoo.com.mx (LRM), abopup@gmail.com (AB), franluz78@hotmail.com (GPR)

²Laboratorio de Recursos Naturales UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México 54090. E-mail: veronicafarias2006@gmail.com (VF)

³Departamento de Fisiología y Biología Celular, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 04510. E-mail: marmagabo@yahoo.com (MMG)

*Corresponding author

En el Parque Nacional La Malinche (PNLM), Tlaxcala, los incendios y tala inmoderada han reducido el hábitat (pastizal y bosque de pino) del conejo mexicano. Determinar el ámbito hogareño del conejo mexicano permitirá conocer su ecología espacial, inferir su conducta social y obtener información útil en el desarrollo de programas para su conservación. En este trabajo, se investigó el tamaño del ámbito hogareño del conejo mexicano y su diferencia entre sexos. El estudio se desarrolló entre mayo de 2006 y febrero de 2008 en el PNLM, con un tamaño de muestra total de 12 individuos (siete hembras y cinco machos). El tamaño del ámbito hogareño de *S. cunicularius* promedió 3.62 ± 0.62 hectáreas y no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos ($U = 12.0$, $P = 0.43$). Además, los ámbitos hogareños de los individuos de *S. cunicularius* se superpusieron entre individuos del mismo sexo y de sexos opuestos. Este es el primer informe formal de tamaño del ámbito hogareño para el conejo mexicano, lo que contribuye a comprender cómo *S. cunicularius* utiliza un hábitat de pastizales (dominados por *Muhlenbergia macroura*) en un bosque de pino (*Pinus spp.*) en la meseta central de México.

Palabras clave: Ámbito hogareño, bosque de pino, México, superposición, *Sylvilagus cunicularius*, Tlaxcala.

Introducción

El conocimiento de cómo una especie utiliza el espacio puede proveer información de utilidad para entender patrones de su organización social y ecología conductual (Parker y Waite 1997; Powell 2000; Kernohan *et al.* 2001). Una forma de conocer cómo usan el espacio los individuos es por medio de la determinación del ámbito hogareño. El cual se define como el área donde un individuo normalmente desempeña sus actividades de alimentación, reproducción, crianza y supervivencia (Burt 1943; Samuel *et al.* 1985; Samuel y Garton 1987). El ámbito hogareño está relacionado con la organización social de los individuos, y su tamaño varía en relación a las características intrínsecas y extrínsecas de los mismos (Ford 1983; Ockenfels y Bissonette 1984). Estudios del ámbito hogareño en algunas especies de lagomorfos (liebres y conejos) han permitido identificar que está relacionado con el estado fisiológico, el sexo o la edad de los individuos y por factores ambientales, como las condiciones climáticas, la disponibilidad y distribución del alimento, los sitios de protección y el tipo del hábitat (Hulbert *et al.* 1996; Farías *et al.* 2006; Boyce y Barry 2007; Lorenzo *et al.* 2008). Esta información ha sido considerada como una herramienta en el desarrollo de programas de conservación de áreas indispensables para el manejo y conservación de esas especies de lagomorfos (Hulbert *et al.* 1996; Farías *et al.* 2006; Boyce y Barry 2007). Por lo tanto, determinar el ámbito hogareño es una aproximación para entender la organización social y ecología de los conejos silvestres.

En México existe una amplia diversidad de conejos silvestres, todos ellos incluidos en dos géneros (*Sylvilagus* y *Romerolagus*; Leopold 1957; Cervantes 1993). Los conejos del género *Sylvilagus* son los mejor representados en el país, contando con ocho especies, de las cuales cuatro son endémicas (Ceballos y Galindo 1984; Cervantes 1993; Lee *et al.* 2010; Nalls *et al.* 2012). Una de estas especies endémicas es el conejo mexicano o montés (*Sylvilagus cunicularius*), que posee la mayor distribución en México, desde

Sinaloa hasta Oaxaca por la costa del Pacífico y hacia el Eje Volcánico Transversal (Armstrong y Jones 1971; Diersing y Wilson 1980; Ceballos y Galindo 1984). Es el de mayor talla entre los conejos mexicanos con un intervalo de longitud total entre 485 - 515 mm (Leopold 1957; Cervantes 1993; Cervantes et al. 2005). A pesar de que algunas de sus poblaciones están declinando debido a la destrucción de su hábitat y por la cacería (Chapman y Ceballos 1990; Cervantes et al. 2005). Esta especie no se encuentra protegida por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT 2010), por la lista de especies del CITES (2012), ni por la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN; Romero y Rangel 2008).

En el estado de Tlaxcala, parte de la distribución del conejo mexicano incluye el Parque Nacional La Malinche (Ruiz-Soberanes y Gómez-Álvarez 2010). Este conejo se ha encontrado asociado a sitios de pastizal amacollado del zacatón (*Mulhenbergia macroura*) y en densidades de 27 ± 5.4 individuos por km^2 (González et al. 2007; Vázquez et al. 2007a). Respecto a la organización espacial y social de *S. cunicularius* se desconoce para la especie en el estado de Tlaxcala. Sin embargo, en otras poblaciones de *S. cunicularius*, encontradas en la Cuenca de México, se consideran individuos solitarios pero pueden compartir el mismo espacio durante la actividad de forrajeo (Ceballos y Galindo 1984). En la Malinche, debido a actividades humanas como la tala ilegal, los incendios y el pastoreo, se ha reducido el hábitat disponible para las especies de mamíferos que se distribuyen en la zona, incluyendo al conejo mexicano (Chávez et al. 1990). Es por ello que la información sobre el ámbito hogareño del conejo mexicano contribuirá a entender su ecología, uso de hábitat e incluso su organización social, tal como se ha observado en otros lagomorfos (Farías et al. 2006; Carrillo-Reyes et al. 2010).

El tamaño del ámbito hogareño puede variar entre y dentro de las especies de conejos. Por ejemplo, en el conejo de las marismas (*S. palustris*), en Florida, Estados Unidos, el tamaño del ámbito hogareño es similar entre los dos sexos con un promedio de casi cuatro ha (Forys y Humphrey 1996). Mientras que en el conejo castellano (*S. floridanus*), en Mississippi, Estados Unidos, es mayor en los machos que en las hembras, así como en la temporada reproductiva (machos 6 ha, hembras 3 ha) que en la no reproductiva (machos 2.5 ha, hembras 2.1 ha; Bond et al. 2001). Algo similar ocurre con el conejo de los pantanos (*S. aquaticus*) en Illinois, Estados Unidos, donde el tamaño del ámbito hogareño es mayor en los machos (1.02 ha) que en las hembras (0.53 ha; Kjolhaug y Wolf 1988). El tamaño del ámbito hogareño también varía con las condiciones climáticas del hábitat. Por ejemplo, en *S. aquaticus* en Illinois, Estados Unidos, el ámbito hogareño fue de 0.6 ha durante períodos de inundación y de 0.8 ha cuando no hay inundación (Kjolhaug y Wolf 1988). Respecto al grado de superposición entre ámbitos hogareños, a menudo suele ser variable entre las especies (Swihart 1986), lo cual refleja el grado de tolerancia espacial entre sus miembros. Por ejemplo, en *S. aquaticus* donde hay mayor tolerancia entre individuos del sexo opuesto los ámbitos hogareños de hembras y machos muestran mayor superposición, a pesar de que los individuos mantienen un uso casi exclusivo del área donde tienen más actividad o centro de su ámbito hogareño (Kjolhaug y Wolf 1988).

Los conejos de *S. cunicularius* son considerados como individuos solitarios (Ceballos y Galindo 1984; Cervantes et al. 1992). Sin embargo, si el patrón de su organización espacial es similar a otras especies de conejos donde los machos ocupan áreas más

grandes que las hembras y una mayor tolerancia espacial entre sexos, entonces es probable que en el conejo mexicano haya diferencias en el tamaño del ámbito hogareño y una mayor superposición entre hembras y machos. Por lo tanto, en el presente estudio el objetivo fue determinar si el tamaño del ámbito hogareño de *S. cunicularius* y grado de superposición entre los individuos varía respecto al sexo.

Material y Métodos

El área de estudio está localizada en el Eje Volcánico Transversal, dentro del Parque Nacional La Malinche, a 9.5 km al oeste del municipio de Ixtenco, en el estado de Tlaxcala (19.2438° N, -97.9902° W, a 3,100 msnm). El sitio específico en donde se realizó el estudio comprendió un área de 25 hectáreas aproximadamente y se ubicó en los alrededores de la Estación Científica La Malinche, en la zona conocida como Cañada Grande (Fig. 1). La zona de estudio se ve afectada negativamente por la presión de los habitantes establecidos dentro del Parque Nacional, en particular por personas que se dedican a la agricultura y a la extracción de productos forestales, quienes hacen uso indiscriminado de los recursos de esta Área Natural Protegida (Corona 2005).

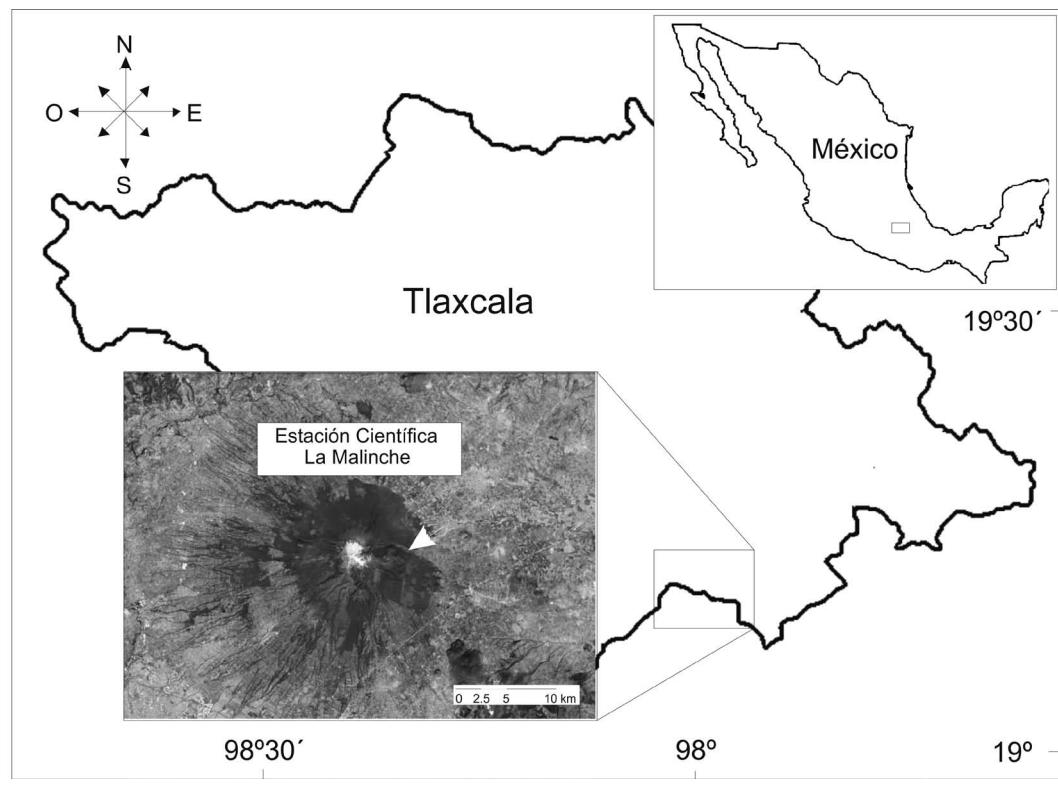


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio localizado en los alrededores de la Estación Científica La Malinche, en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México.

El área tiene un clima templado con 63% de lluvia anual de junio a septiembre (lluvia media anual de 131 mm/mes, temperatura media 16° C) y menor al 11% de noviembre a marzo (lluvia media anual 18 mm/mes, temperatura media 12° C; datos promedio de 1995–2005; Vázquez *et al.* 2007a). La vegetación típica de la región es una mezcla de pastizal, arbustos y bosque dominado por los árboles de pino (*Pinus hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*), encino (*Quercus crassipes* y *Q. laurina*), arbustos como la jarilla (*Senecio salignus*), algunas herbáceas (*Castilleja tenuiflora*, *Penstemon roseus* y *Salvia elegans*), y por pastos zacatón (*Microchloa kuntii*, *Mulhenbergia* spp. y *Stipa*

spp.; J. L. Martínez, com. pers.). Existen pocos registros de la fauna de vertebrados en el Parque Nacional La Malinche; sin embargo, se reportan cuatro especies de anfibios, 11 de reptiles, 111 de aves y 37 de mamíferos; de todas estas, 26 especies son consideradas endémicas (Fernández 2005; Sánchez 2005; Windfield 2005; Fernández et al. 2007; Ruíz-Soberanes y Gómez-Álvarez 2010). En el Parque Nacional La Malinche, el conejo mexicano comparte el hábitat con el conejo castellano (*S. floridanus*; Ruíz-Soberanes y Gómez-Álvarez 2010) y depredadores como el gato montés (*Lynx rufus*; Rodríguez-Martínez et al. 2007) y el coyote (*Canis latrans*; Fernández et al. 2007; Ruíz-Soberanes y Gómez-Álvarez 2010).

El trabajo de campo se realizó durante los meses de mayo a agosto de 2006 y de enero de 2007 a febrero de 2008. Los conejos se capturaron en un hábitat de pastizal durante 15 noches distribuidas en mayo, junio y julio de 2006, 12 noches durante los meses de enero, febrero, marzo, mayo y diciembre de 2007 y cuatro noches en los meses de enero y febrero de 2008. La captura de conejos se realizó colocando nueve trampas de red de acción manual (Vázquez et al. 2007b) y utilizando alfalfa como cebo, con un esfuerzo de captura de 135 noches trampa en el 2006, 108 en el 2007 y 32 en 2008. Debido a que los conejos son principalmente de hábitos crepusculares y nocturnos, las trampas se activaron en la tarde (17:00 hrs.) y fueron monitoreadas cada media hora hasta las 9:00 hrs. del siguiente día. El monitoreo se realizó con ayuda de monóculos de visión nocturna (Night Owl Cyclops Compact NOCC3, USA) durante las horas de oscuridad y con binoculares de 10x50 (Pentax PCF WP II, Pentax, USA) durante las horas de luz natural. Los conejos capturados fueron rápidamente transferidos a una bolsa de algodón para su manejo, medición y colocación del radio-transmisor.

Con la finalidad de seleccionar a individuos adultos, para cada conejo capturado se registró el sexo, peso corporal (peso en gramos utilizando una báscula con capacidad de cuatro kilogramos con 0.01 g de precisión), y medidas generales en mm (longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata trasera y longitud de la oreja). Los conejos fueron marcados de forma individual con un número secuencial tatuado en la oreja derecha, empleando una pinza tatuadora (modelo 50D, Ketchum, Canadá). Para diferenciar entre hembras juveniles y adultas de *S. cunicularius* se empleó el criterio de Vázquez et al. (2007a), donde todas las hembras en estado reproductor son consideradas adultas y se toma como referencia la hembra reproductivamente activa con menor peso corporal.

De acuerdo con dicho criterio, las hembras juveniles fueron aquellas que pesaron menos de 1,600 g debido a que la hembra reproductora más ligera (lactante) pesó 1,610 g y midió 456 mm de longitud total. El estado adulto de los machos se determinó por la presencia de los testículos descendidos en el escroto. En *S. cunicularius*, una vez que los testículos son encontrados en el escroto ya no regresan al abdomen (Vázquez et al. 2007a). En las hembras se valoró la condición reproductiva por medio de la palpación directa del vientre. De esta forma determinamos la presencia de fetos y la presencia de leche en los pezones como indicadores de preñez y/o lactancia (Vázquez et al. 2007a).

En el presente estudio sólo se emplearon conejos adultos y casi todos estuvieron activos reproductivamente, excepto por una hembra capturada en julio de 2006.

A los conejos adultos se les colocó un radio-collar con un transmisor VHF (modelo TXE-311C, Telenax, México) de 28.9 g, con batería de 24 meses de duración. Los transmisores contaron con un sensor de actividad/mortalidad y con una antena externa (whip). Una

vez tomados los datos y colocado el radio-transmisor, se permitió descansar a los conejos dentro de una caja transportadora de mascotas con alfalfa durante un periodo de 1 a 2 horas, y posteriormente fueron liberados en el sitio donde fueron capturados. La captura y manejo de los conejos fueron realizadas con el consentimiento de las leyes mexicanas (número de registro de colector científico: 104 SGPA/DGVS/03502/06) y se siguieron las guías aprobadas por la American Society of Mammalogist (Sikes *et al.* 2011).

Para localizar a los conejos, primeramente se establecieron 39 estaciones fijas de forma arbitraria en el área de estudio a lo largo de un transecto de 600 m y dos transectos perpendiculares de 100 m. Las estaciones quedaron separadas entre sí por 20 m aproximadamente y se referenciaron geográficamente mediante un aparato geoposicionador (GPS) portátil (Magellan, USA). Las 39 estaciones fueron las que abarcaron toda la zona de estudio y permitieron tener un adecuado acceso para realizar los registros. Las coordenadas se tomaron en proyección Universal Transversa de Mercator (UTM).

Los conejos fueron rastreados a pie a lo largo de las 24 horas del día por observadores quienes utilizaron un receptor portátil (Telonics TR-4, USA) con antena Yagi de tres elementos (Telenax, México). Cada localización se obtuvo mediante la triangulación de ≥ 2 ángulos respecto al norte o azimuts utilizando el software Locate II (Nams 1990). Se procuró que cuando se contara con dos o más azimuts la intersección formara un ángulo lo más cercana a 90° ó al menos 65° entre azimuts (White y Garrot 1990). Los azimuts se obtuvieron desde las estaciones empleando una brújula (Victorinox® Modelo 4.3040, con una precisión de 2 grados), en un tiempo no mayor de 20 minutos para cada localización. Cuando fue posible observar directamente o con binoculares a los conejos radio-marcados, se registraron las coordenadas UTM de la localización con el GPS (Magellan, USA). Las localizaciones estuvieron separadas por periodos de al menos ocho horas entre éstas o por cambios en el estado de actividad de los conejos (White y Garrot 1990). Para cada localización se registró la hora del día, la actividad del individuo, las coordenadas geográficas y el observador. Para determinar el error promedio de las lecturas de los azimuts de acuerdo al área de estudio se utilizó el software Locate II (Nams 1990). Cada observador tomó las lecturas de 30 azimuts a partir de cinco transmisores colocados en lugares conocidos (Nams 1990; White y Garrot 1990).

Para la estimación del tamaño del ámbito hogareño se utilizó un mínimo de 21 localizaciones por individuo (Fariás *et al.* 2006). Sin embargo, se incluyó una hembra adulta con 15 localizaciones debido a que se obtuvo casi el 75% del mínimo empleado para todos los individuos y a que permitió estimar su ámbito hogareño con un tamaño de 3.9 ha, un resultado muy parecido al promedio de todas las hembras. Se utilizó el programa ArcView 3.3 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], Redlands, California) con las extensiones Spatial Analyst (ESRI) y Animal Movement 2.0 (Hooge y Eichenlaub 1997), las cuales ya han sido empleadas para el análisis del ámbito hogareño en otros lagomorfos (Fariás *et al.* 2006; Carrillo-Reyes *et al.* 2010). El tamaño del ámbito hogareño se estimó con el método de kernel fijo (K) del 95% con validación cruzada de mínimos cuadrados (Seaman y Powell 1996; Powell 2000). Los centros de actividad de los ámbitos hogareños se estimaron con el K del 50% (Powell 2000). La superposición de ámbitos hogareños fue determinada para los pares hembra-hembra, hembra-macho

y macho-macho. El grado de traslape se calculó con el índice de Minta (1992) como el área compartida por dos individuos, donde los valores del índice pueden variar entre 0 y 1. Cuando el índice tiene el valor de 1 significa que los dos ámbitos hogareños son idénticos en tamaño y se superponen en un 100% (Minta 1992). El índice de superposición fue estimado para todos los pares de individuos que compartieron su ámbito hogareño. Un mismo conejo pudo haber compartido su ámbito hogareño con uno o más individuos por lo que el número de pares es mayor al de los individuos muestreados.

Para comparar el tamaño del ámbito hogareño (K 95%) entre hembras y machos adultos se empleó la prueba U de Mann-Whitney (Sokal y Rohlf 1985). El índice de superposición de Minta (1992) entre pares hembra-hembra, hembra-macho y macho-macho se comparó con un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf 1985).

Resultados

En 2006 se capturaron nueve conejos adultos durante los meses de mayo a septiembre, seis hembras y tres machos; sin embargo, una hembra y un macho murieron antes de que se obtuvieran suficientes localizaciones (una y tres localizaciones, respectivamente) para la estimación del ámbito hogareño. En 2007 se capturaron ocho individuos adultos entre los meses de enero a diciembre, de los cuales se obtuvieron suficientes localizaciones para estimar el ámbito hogareño de dos hembras y tres machos debido a que los tres restantes murieron antes de obtener suficientes localizaciones. En febrero de 2008 se capturaron una hembra y un macho adultos, pero sólo se obtuvieron ocho localizaciones de cada uno por lo que no se incluyeron en los análisis debido a su reducido número de localizaciones. En el 2008 ya no fue posible continuar con el monitoreo de los individuos capturados en años previos debido a que se terminó la batería de los transmisores. La causa de muerte de los individuos fue aparentemente por depredación, como se presume por las señas de mordidas en el transmisor y la presencia de algunos restos del ejemplar, los cuales ya no fueron posibles de preservar. De los 12 individuos adultos (siete hembras y cinco machos) que se les logró tomar suficientes localizaciones, el número de localizaciones promedio (entre paréntesis error estándar) fue de 29 (± 7.5).

El tamaño promedio del ámbito hogareño (K95%), independientemente del sexo, para el conejo mexicano fue 3.6 ha (± 0.6 ; Tabla 1). Las hembras ($n = 7$) presentaron ámbitos hogareños en promedio de 3.3 ha (± 0.2), y no se detectaron diferencias estadísticamente significativas al compararlos con los de machos adultos ($n = 5$) que promediaron 4.06 ha (± 1.02 ; $U = 12.0$, $P = 0.43$). El tamaño promedio del centro de actividad (K50%) para el total de los individuos fue de 0.51 ha (± 0.1 ; Tabla 1). El centro de actividad de las hembras se estimó en 0.52 ha (± 0.1), y el de los machos en 0.49 ha (± 0.1). Las diferencias entre hembras y machos no fueron estadísticamente significativas ($U = 17.0$, $P = 1.0$).

El tamaño promedio del ámbito hogareño (K95%) de todos los conejos analizados durante el 2006 fue de 4.01 ha (± 0.9) y durante el 2007 de 3.06 ha (± 0.6 ; Tabla 1). Las diferencias del tamaño del ámbito hogareño entre los dos años analizados no fueron estadísticamente significativas ($U = 15.0$, $P = 0.75$). El tamaño promedio del centro de

actividad de los conejos analizados en el 2006 fue de 0.61 ha (± 0.2) y durante el 2007 de 0.37 ha (± 0.1 ; Tabla 1), dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($U = 16.0$, $P = 0.87$).

Sylvilagus cunicularius presentó superposición de ámbitos hogareños con uno o más individuos del mismo y diferente sexo durante las dos temporadas de muestreo, 2006 y 2007. En 2006, el promedio de superposición fue del 32% para 19 pares (10 hembra – hembra, 8 hembra – macho y 1 macho – macho) y en 2007 de 29% para 9 pares (6 hembra – macho y 3 macho – macho). El índice de superposición intersexual fue del 13% en 2006 ($n = 8$) y del 20% en 2007 ($n = 6$). La superposición entre pares hembra – hembra fue del 47% en 2006 ($n = 10$) y en 2007 no se registró entre las dos hembras rastreadas. En 2006 para el par macho – macho ($n = 1$) fue de 40%, y en 2007 de 46% entre 3 pares macho – macho.

La superposición de centros de actividad promedió 33% para 9 pares en 2006, pero fue mucho menor (4%) en 2007 ($n = 4$). No se registró superposición intersexual en 2006, y en 2007 ($n = 3$) el promedio fue de 5%. El índice promedio para los pares hembra – hembra fue de 34% en 2006 ($n = 8$) y en 2007 no se registró debido al número de conejos rastreados. Para pares macho – macho fue de 25% en 2006 ($n = 1$) y del 2% en 2007 ($n = 1$).

Ámbito hogareño									
Año	N	Hembras	E.E.	N	Machos	E.E.	N	Total	E.E.
2006	5	3.6	1.06	2	5.05	2.74	7	4.01	0.91
2007	2	2.55	1.37	3	3.4	0.64	5	3.06	0.6
Total	7	3.3	0.18	5	4.06	1.02	12	3.62	0.62

Centro de actividad									
2006	5	0.58	0.2	2	0.69	0.49	7	0.61	0.17
2007	2	0.37	0.1	3	0.36	0.13	5	0.37	0.07
Total	7	0.52	0.14	5	0.49	0.18	12	0.51	0.11

Tabla 1. Ámbitos hogareños promedio (hectáreas) y centros de actividad (hectáreas) de hembras y machos adultos del conejo mexicano, *Sylvilagus cunicularius* en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, estimado por el método del Kernel fijo (K) al 95% y 50% para los años 2006 y 2007. N = tamaño de la muestra. E.E. = Error estándar.

Discusión

En el presente estudio se reporta el primer registro del ámbito hogareño del conejo mexicano. La información obtenida permite inferir el área que el conejo mexicano requiere para realizar sus actividades en un hábitat de pastizal de un bosque templado.

Los resultados proponen que el tamaño de los ámbitos hogareños y de los centros de actividad tiene una variación entre los miembros de *S. cunicularius*. El tamaño del ámbito hogareño del conejo mexicano (el cual es de 3.3 a 4.06 ha) está dentro del intervalo reportado para otras especies de conejos del género *Sylvilagus* en Estados Unidos (Chapman y Litvaitis 2003), tales como el conejo castellano (*S. floridanus*) de Mississippi (2.1 a 5.9 ha; Bond *et al.* 2001) y Wisconsin (3 ha; Dixon *et al.* 1981). El conejo de los Apalaches (*S. obscurus*) en Virginia (1.5 a 13.3 ha; Boyce y Barry 2007) y Maryland (4.7 ha; Stevens y Barry 2002). El conejo de los pantanos (*S. aquaticus*)

en Illinois (~2 ha; Kjolhaug y Wolf 1988) y en Arkansas (de 3.1 a 4.9 ha; Zollner et al. 2000), y en Florida, el conejo de las marismas (*S. palustris*, ~4 ha; Forsy y Humphrey 1996).

Sylvilagus cunicularius tiene un ámbito hogareño de mayor tamaño que el reportado para *S. floridanus orizabae*, con el cual cohabita en el centro de México y que ocupa un área de 0.95 a 2.8 ha (Ceballos y Galindo 1984). Los resultados del presente estudio fueron similares a los encontrados en *S. aquaticus*, el cual fue de 4.3 ± 1.4 ha, estimado por medio de telemetría durante el período primavera - verano (Zollner et al. 2000). Se sabe que el peso corporal de los conejos influencia la tasa de gasto energético, la cual a su vez, influencia la cantidad de alimento que requiere una especie para cubrir sus exigencias (Swihart 1986). Por consiguiente, se puede esperar que el área ocupada por una especie incremente en función de su tamaño. En este sentido, las similitudes del ámbito hogareño entre *S. cunicularius* y *S. aquaticus* podrían ser explicadas por las similitudes de su peso y talla (*S. aquaticus*, longitud total del cuerpo = 452 a 552 mm, peso = 1,816 a 2,554 g; Chapman y Feldhamer 1981; *S. cunicularius*, longitud total del cuerpo = 485 a 551 mm, peso corporal = 1,008 a 2,300 g; Cervantes et al. 1992). Por lo contrario, el área ocupada por *S. cunicularius* es mayor al de especies de peso y talla menor como *S. floridanus* (1,130 - 1,404 g), *S. bachmani* (641 g), *S. palustris* (1,212 g) y *S. transitionalis* (951 g; Swihart 1986). Estos resultados apoyan la idea de que el conejo mexicano tiene una mayor demanda energética que conejos de menor peso y talla a la suya, lo cual se ve reflejado en un tamaño de ámbito hogareño proporcionalmente más grande al de otros conejos del género *Sylvilagus*.

El tamaño del ámbito hogareño de hembras y machos de *S. cunicularius* no fue estadísticamente diferente. Resultados similares a éste son reportados para *S. aquaticus* en las estaciones de otoño-invierno, donde se calculó el tamaño del ámbito hogareño mediante trampitos (Kjolhaug y Wolf 1988). Por otro lado, los resultados contrastan con lo observado en el conejo del desierto (*S. audubonii*) de California y *S. floridanus* de Pennsylvania, donde los machos tienen ámbitos hogareños mayores a los de las hembras, particularmente durante el período de reproducción (Ingles 1941; Althaff y Storm 1989). Aunque en este estudio no se logró analizar la variación estacional en el ámbito hogareño, se sabe que el tamaño de éste puede ser influenciado por diversos factores, entre ellos la estacionalidad (Börger et al. 2008). Incluso en poblaciones de una misma especie, como en la liebre de Tehuantepec, *Lepus flavigularis* del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México, las diferencias en el tamaño del ámbito hogareño entre hembras y machos pueden variar en relación la localidad de estudio o entre años (Farías et al. 2006; Carrillo-Reyes et al. 2010). La ausencia de diferencias en el ámbito hogareño de hembras y machos en *S. cunicularius* se podrían explicar desde el punto de vista del sistema de apareamiento. En sistemas de apareamiento polígamo o promiscuo, donde los machos deben competir por parejas reproductivas, el tamaño del ámbito hogareño es diferente entre sexos, por lo contrario, en especies monógamas no hay diferencias (Gaulin y Fitzgerald 1986). Considerando que el área ocupada por hembras y machos fue similar, se podría esperar una tendencia hacia la monogamia en *S. cunicularius*. Tal sistema de apareamiento, aunque poco frecuente, se encuentra en algunas poblaciones de otras especies de conejos, como *Oryctolagus cuniculus*; Cowan y Bell 1986).

Los individuos de *S. cunicularius*, aunque tuvieron una reducida superposición

de los ámbitos hogareños entre conejos del mismo sexo y sexo opuesto, muestran tolerancia espacial entre los individuos. Estos resultados apoyan la idea de que los miembros de esta especie toleran a individuos del mismo sexo y sexo opuesto dentro de su ámbito hogareño tal como otras especies de *Sylvilagus* (Leopold 1957; Ceballos y Galindo 1984) y de *Lepus* (Farías *et al.* 2006; Carrillo-Reyes *et al.* 2010). Los individuos parecen mantener sitios exclusivos dentro de su ámbito hogareño como se evidenció por la baja superposición del centro de actividad, la cual fue de tan solo el 33% de su área. En la presente investigación no se logró capturar a todos los conejos en el área de estudio, por lo que existe la posibilidad de la existencia de sesgo por la no detección de conejos superponiendo sus ámbitos hogareños con los analizados. Así mismo, no se lograron analizar factores como la actividad reproductiva, condiciones climáticas o disponibilidad de recursos, que influyen en el uso del ámbito hogareño de los individuos (Börger *et al.* 2008; Powell y Mitchel 2012; Spencer 2012). Dar continuidad a esta investigación para determinar el grado de superposición de ámbitos hogareños permitirá corroborar si *S. cunicularius* muestra un sistema de apareamiento relativamente distinto a la poligamia, el cual es encontrado en casi todas las especies de lepóridos (Chapman *et al.* 1980; Ceballos y Galindo 1984; Cowan y Bell 1986; Chapman y Ceballos 1990).

Los resultados del presente estudio contribuyen con información que permite inferir la ecología espacial de *S. cunicularius* al emplear un hábitat de pastizal. En áreas circundantes al Parque Nacional La Malinche, las zonas de pastizal son a menudo perturbadas por incendios para promover renuevos que serán empleados por el ganado (Villers y López 2004). Para las dos especies de conejos que habitan La Malinche (*S. florianus* y *S. cunicularius*) los pastizales son importantes porque son empleados para su alimentación, refugio y construir sus madrigueras de crías (Cervantes *et al.* 2005; Lorenzo y Cervantes 2005; Rodríguez-Martínez *et al.* 2013). Considerando que *S. cunicularius* emplea un ámbito hogareño más grande que especies de menor talla como *S. florianus* y con el cual cohabita, se puede predecir que la reducción del hábitat de pastizal está afectando principalmente al espacio requerido por el conejo mexicano. Por lo tanto, en el presente estudio se propone considerar el tamaño del ámbito hogareño que emplea *S. cunicularius* en el desarrollo de planes de conservación de áreas de pastizal, con la finalidad de lograr la permanencia del conejo mexicano en el Parque Nacional La Malinche.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a M. Flores, B. Romero, F. Aguilar y H. Pérez por su excelente asistencia técnica. El presente estudio fue financiado por el FOMIX (Tlax-2003 CO2-123228) y por el apoyo al Programa “Cuerpo Académicos, Calidad y Productividad para su internacionalización (CACyPI-UATX-2013)” de “Ecología de la Conducta” de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. Agradecemos también a los revisores anónimos que colaboraron en la mejora de este manuscrito.

Literatura citada

ALTHAFF, D. P., y C. L. STORM. 1989. Daytime spatial characteristic of cottontail rabbits in central Pennsylvania. *Journal of Mammalogy* 70:821–824.

- ARMSTRONG, D. M., Y J. K. JONES JR.** 1971. Mammals from the Mexican state of Sinaloa. I. Marsupiala, Insectivora, Edentata, Lagomorpha. *Journal of Mammalogy* 52:747–757.
- BOND, B. T., B. D. LEOPOLD, L. W. BURGER, JR., Y K. D. GODWIN.** 2001. Movements and home range dynamics of cottontail rabbits in Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 65:1004–1013.
- BÖRGER, L., B. D. DALZIEL, Y J. M. FRYXELL.** 2008. Are there general mechanism of animal home range behavior? A review and prospects for future research. *Ecology Letters* 11:637–650.
- BOYCE, K. A., Y R. E. BARRY.** 2007. Seasonal home range and diurnal movements of *Sylvilagus obscurus* (Appalachian cottontail) at Dolly Sods, West Virginia. *Northeastern Naturalist* 14:99–110.
- BURT, W. H.** 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346–352.
- CARRILLO-REYES, A., C. LORENZO, E. J. NARANJO, M. PANDO, Y T. RIOJA.** 2010. Home range dynamics of the Tehuantepec Jackrabbit in Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:143–151.
- CEBALLOS, G. G., Y L. GALINDO.** 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Limusa Ciudad de México, México.
- CERVANTES, F. A.** 1993. Conejos y liebres silvestres de México. *Ciencia y Desarrollo* 10:58–69.
- CERVANTES, F. A., C. LORENZO, J. VARGAS, Y T. HOLMES.** 1992. *Sylvilagus cunicularius*. *Mammalian Species* 412:1–4.
- CERVANTES, F. A., P. DELGADO, Y A. L. COLMENARES.** 2005. *Sylvilagus cunicularius* (Waterhouse 1848) conejo. Pp. 842–843 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- CHAPMAN, J. A., Y J. A. LITVAITIS.** 2003. Eastern cottontail, *Sylvilagus floridanus* and allies. Pp. 101-125 in Wild Mammals of North America, Biology, Management, and Conservation (Feldhamer, G. A., C. C. Thompson, y J. A. Chapman eds.). Segunda edición. Johns Hopkins University Press. Baltimore, EE.UU.
- CHAPMAN, J. A., Y G. A. FELDHAMER.** 1981. *Sylvilagus aquaticus*. *Mammalian Species* 151:1–4.
- CHAPMAN, J. A., J. G. HOPMAN, Y C. M. M. OJEDA.** 1980. *Sylvilagus floridanus*. *Mammalian Species* 136:1–8.
- CHAPMAN, J. A., Y G. CEBALLOS.** 1990. The Cottontails. Pp. 95-110 in Rabbits, hares and pikas. Status survey and conservation action plan (Chapman, J. A., y J. E. C. Flux, eds.). International Union for Conservation of Nature. Gland, Suiza.
- CHÁVEZ, C. J., M. RAMOS, Y N. TRIGO.** 1990. Plan de manejo integral para el Parque Nacional “La Malinche” y su área de amortiguamiento. Cuadernos del CIIH, UNAM: Serie Seminarios 1:217–237.
- CITES (CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES).** 2012. Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora; NEP-WCMC. 19 April, 2012. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species.

- CORONA, M. C.** 2005. Conservación. Pp. 175-198 in Biodiversidad del Parque Nacional Malinche (Fernández, J. A., y J. C. López-Domínguez eds.). Coordinación General de Ecología del Gobierno del Estado de Tlaxcala. Tlaxcala, México.
- COWAN, D. P., y D. J. BELL.** 1986. Leporid social behaviour and social organization. *Mammal review* 16:169-179.
- DIERSING, V. E., y D. E. WILSON.** 1980. Distribution and systematic of the rabbits (*Sylvilagus*) of west-central Mexico. *Smithsonian Contribution of Zoology* 297:1-34.
- DIXON, K. R., J. A. CHAPMAN, O. J. RONGSTAD, y K. M. ORHELEIN.** 1981. A comparison of home range size in *Sylvilagus floridanus* and *S. bachmani*. Pp. 541-548 in *Proceedings of the world lagomorph conference* (Myers, K., y C. D. MacInnes, eds.). University of Guelph. Guelph, Canadá.
- FARÍAS, V., T. K. FULLER, F. A. CERVANTES, y C. LORENZO.** 2006. Home range and social behavior of the endangered Tehuantepec Jackrabbit (*Lepus flavigularis*) in Oaxaca, México. *Journal of Mammalogy* 87:748-756.
- FERNÁNDEZ, A.** 2005. Mamíferos Pp. 137-156 in Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche (Fernández, A., y J. C. López-Domínguez, eds.). Coordinación General de Ecología, Tlaxcala. Tlaxcala, México.
- FERNÁNDEZ, J. A., F. A. CERVANTES, y M. C. CORONA-VARGAS.** 2007. New distribution records for mammals from Tlaxcala Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52:328-333.
- FORD, R. G.** 1983. Home range in a patchy environment: optimal foraging predictions. *American Zoologist* 23:315-326.
- FORYS, E. A., y S. R. HUMPHREY.** 1996. Home range and movements of the lower keys marsh rabbit in a highly fragmented habitat. *Journal of Mammalogy* 77:1042-1048.
- GAULIN, S. J. C., y R. W. FITZGERALD.** 1986. Sex differences in spatial ability: an evolutionary hypothesis and test. *American Naturalist* 127:74-88.
- GONZÁLEZ, J., C. LARA, J. VÁZQUEZ, y M. MARTÍNEZ-GÓMEZ.** 2007. Demography, density, and survival of an endemic and near threatened cottontail *Sylvilagus cunicularius* in central Mexico. *Acta Theriologica* 52:299-305.
- HOOGE, P. N., y B. EICHENLAUB.** 1997. Animal movement extension to ArcView. Ver. 1.1. Alaska Biological Science Center, United States Geological Survey. Anchorage, USA.
- HULBERT, I. A. R., G. R. IASON, D. A. ELSTON, y P. A. RACEY.** 1996. Home range sizes in a stratified upland landscape of two lagomorphs with different feeding strategies. *Journal of Applied Ecology* 33:315-324.
- INGLES, L. G.** 1941. Natural history observations on the Audubon cottontail. *Journal of Mammalogy* 22:227-250.
- KERNOHAN, B. J., R. A. GITZEN, y J. J. MILLSPAUGH.** 2001. Analysis of animal space use and movements. Pp. 125-166 in *Radio tracking and animal populations* (Millspaugh J. J., y J. M. Marzluff, eds.). Academic Press. San Diego, EE.UU.
- KJOLHAUG, M. S., y A. WOOLF.** 1988. Home range of the swamp rabbit in southern Illinois. *Journal of Mammalogy* 69:194-197.
- LEE, D. N., R. S. PFAU, y L. K. AMMERMAN.** 2010. Taxonomic status of the Davis Mountains cottontail, *Sylvilagus robustus*, revealed by amplified fragment length polymorphism. *Journal of Mammalogy* 91:1473-1483.

- LEOPOLD, A. S.** 1957. Fauna Silvestre de México. Segunda edición. Editorial Pax. Ciudad de México, México.
- LORENZO, C., T. M. RIOJA, A. CARRILLO-REYES, Y F. A. CERVANTES.** 2008. Populations fluctuations of *Lepus flavigularis* (Lagomorpha: Leporidae) at Tehuanthepec Isthmus, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 24:207–220.
- LORENZO, C., Y F. A. CERVANTES.** 2005. *Sylvilagus floridanus* (J. A. Allen 1890). Pp. 843–845 in Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos, G., y G. Oliva, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México, México.
- MINTA, S. C.** 1992. Tests of spatial and temporal interaction among animals. *Ecological Applications* 2:178–188.
- NALLS, A. V., L. K. AMMERMAN, Y R. C. DOWLER.** 2012. Genetic and morphologic variation in the Davis Mountains cottontail (*Sylvilagus robustus*). *The Southwestern Naturalist* 57:1–7.
- NAMS, V. O.** 1990. LOCATE II. Pacer Computer Software. Truto, Canadá.
- OCKENFELS, R. A., Y J. A. BISSONETTE.** 1984. Temperature-related responses in North-Central Oklahoma white-tailed deer. Pp. 64–67 in Deer in the Southwest: a Workshop (Krausman, P.R., y N. S. Smith coords.). Arizona Cooperative Wildlife Research Unit. University of Arizona. Tucson, EE.UU.
- PARKER, P. G., Y T. A. WAITE.** 1997. Mating systems, effective population size, and conservation of natural populations. Pp. 243–261 in Behavioral approaches to conservation in the wild (Clemons, J. R., y R. Buchholz, eds.). Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- POWELL, R. A.** 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. Pp. 65–110 in Research techniques in animal ecology, controversies and consequences (Boitani L., y T. K. Fuller, eds.). Columbia University Press. New York, EE.UU.
- POWELL, R. A., Y M. S. MITCHELL.** 2012. What is a home range? *Journal of Mammalogy* 93:948–958.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, L., J. VÁZQUEZ, Y A. BAUTISTA.** 2007. Primer registro del gato montés (*Lynx rufus*) en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 11:80–84.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, L., R. HUDSON, M. MARTÍNEZ-GÓMEZ, Y A. BAUTISTA.** 2013. Description of the nursery burrow of the Mexican cottontail rabbit *Sylvilagus cunicularius* under seminatural conditions. *Acta Theriologica* DOI: 10.1007/s13364-012-0125-6.
- ROMERO, F. J., Y H. RANGEL.** 2008. *Sylvilagus cunicularius*. In IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Consultada el 1 de octubre de 2013.
- RUÍZ-SOBERANES, J. A., Y G. GÓMEZ-ÁLVAREZ.** 2010. Estudio mastofaunístico del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México. *Therya* 1:97–110.
- SAMUEL, M. D., D. J. PIERCE, Y E. O. GARTON.** 1985. Identifying areas of concentrated use within the home range. *Journal of Animal Ecology* 54:711–719.
- SAMUEL, M. D., Y E. O. GARTON.** 1987. Incorporating activity time in harmonic home range analysis. *Journal of Wildlife Management* 51:254–257.

- SÁNCHEZ, C.** 2005. Anfibios y reptiles. Pp. 101-113 in Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche. (Fernández, A., y J. C. López-Domínguez, eds.). Coordinación General de Ecología, Tlaxcala. Tlaxcala, México.
- SEAMAN, D. E., y R. A. POWELL.** 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77:2075–2085.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010. Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres—categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, segunda sección. Ciudad de México, México. 30 de diciembre de 2010.
- SIKES, R. S., W. L. GANNON, y THE ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE OF THE AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGISTS.** 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92:235–253.
- SOKAL, R. R., y F. J. ROHLF.** 1985. Biometry the principles and practice of statistic in biological research. W, H, Freeman and Company. New York, EE.UU.
- SPENCER, W. D.** 2012. Home range and the value of spatial information. *Journal of Mammalogy* 93:929–947.
- STEVENS, M. A., y R. E. BARRY.** 2002. Selection, size, and use of home range of the Appalachian cottontail, *Sylvilagus obscurus*. *Canadian Field-Naturalist* 116:529–535.
- SWIHART, R. K.** 1986. Home range—body mass allometry in rabbits and hares (Leporidae). *Acta Theriologica* 31:139–148.
- VÁZQUEZ, J., A. J. MARTÍNEZ, R. HUDSON, L. RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, y M. MARTÍNEZ-GÓMEZ.** 2007a. Seasonal reproduction in Mexican cottontail rabbits *Sylvilagus cunicularius* in La Malinche National Park, central Mexico. *Acta Theriologica* 52:361–369.
- VÁZQUEZ, J., L. RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A. BAUTISTA, R. HUDSON, y M. MARTÍNEZ-GÓMEZ.** 2007b. Evaluación de una nueva trampa para capturar conejos silvestres (*Sylvilagus cunicularius* y *S. floridanus*). *Revista Mexicana de Mastozoología* 11:34–46.
- VILLERS, L., y J. LÓPEZ.** 2004. Comportamiento del fuego y evaluación del riesgo por incendios. Pp. 61–78 in Incendios forestales en México (Villers, L., y J. Blanco eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- WHITE, G. C., y R. A. GARROTT.** 1990. Analysis of wildlife radiotracking data. Academic Press. San Diego, EE.UU.
- WINDFIELD, J. C.** 2005. Aves. Pp. 115-136 in Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche. (Fernández, A., y J. C. López-Domínguez, eds.). Coordinación General de Ecología, Tlaxcala. Tlaxcala, México.
- ZOLLNER, P. A., W. P. SMITH, y L. A. BRENNAN.** 2000. Home range use by swan rabbits (*Sylvilagus aquaticus*) in a frequently inundated bottomland forest. *American Midland Naturalist* 143:64–69.

Sometido: 19 de julio de 2013

Revisado: 8 de septiembre de 2013

Aceptado: 3 de noviembre de 2013

Editor asociado: Consuelo Lorenzo

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández