

18

2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAMPUS IZTACALA

**ÁREA DE ACTIVIDAD DEL ZORRILLO PIGMEO
(SPILOGALE PYGMAEA) EN LA REGIÓN DE
CHAMELA, JALISCO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A

LISETTE CANTÚ SALAZAR

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. CARLOS ALBERTO LÓPEZ GONZÁLEZ



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

264390



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.

*A mis papás,
a mi hermana y su familia
y a mis abuelitos.*

*A mis buenos amigos
y compañeros*

CONTENIDO

Dedicatoria	
Agradecimientos	
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Antecedentes	5
III. Objetivos	8
III.1 Objetivo General	8
III.2 Objetivos particulares	8
IV. Área de estudio	9
IV.1 Ubicación	9
IV.2 Rasgos físicos	9
IV.3 Vegetación	11
IV.4 Mastofauna	13
IV.5 Actividades humanas	13
V. Material y métodos	15
V.1 Captura, contención y marcaje	15
V.2 Radio-seguimiento	18
V.3 Estimación del área de actividad	22
V.4 Área de actividad y tamaño corporal	24
V.5 Organización espacial	25
VI. Resultados	27
VI.1 Captura, contención y marcaje	27
VI.2 Estimación del área de actividad	29
VI.3 Área de actividad y tamaño corporal	35
VI.4 Organización espacial	36
VII. Discusión	50
VIII. Conclusiones	63
IX. Literatura citada	65
Apéndice1	74

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica del zorrillo pigmeo <i>Spilogale pygmaea</i> en la costa del Pacífico de México.	4
Figura 2. Patrón de coloración de <i>Spilogale pygmaea</i> , <i>S. putorius</i> y <i>S. gracilis</i> .	7
Figura 3. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala.	10
Figura 4. Marcada estacionalidad en el bosque tropical caducifolio de la región de Chamela, Jalisco.	12
Figura 5. Algunas actividades humanas, como los cultivos, son causas del incremento en la tasa de deforestación.	14
Figura 6. Los zorrillos se capturaron utilizando trampas de caja tipo "Tomahawk" y "Sherman" cebadas con presas vivas y chorizo.	15
Figura 7. Los zorrillos se anestesiaron y se les tomaron las medidas convencionales; también se evaluó su condición física y reproductiva.	16
Figura 8. Radio-transmisores en forma de amés y de collar con los que se equipó a los zorrillos pigmeos.	17
Figura 9. Los zorrillos se liberaron en el sitio de captura.	18
Figura 10. Método de triangulación para localizar animales equipados con radio-transmisor.	20
Figura 11. Antenas direccionales de sistema nulo-pico.	21
Figura 12. Áreas de actividad estimadas para cuatro hembras de zorrillo pigmeo durante el estudio.	30
Figura 13. Representación gráfica del área de actividad de cinco machos de zorrillo pigmeo.	31
Figura 14. Área de actividad promedio de machos y hembras de zorrillo pigmeo estimadas con el método del Polígono Mínimo Convexo y el método Adaptado de Kernel.	33
Figura 15. Curvas de acumulación de área de los zorrillos pigmeos que fueron seguidos durante el estudio.	34
Figura 16. Áreas de actividad calculadas con el modelo propuesto por Lindstedt <i>et al.</i> 1986 y las obtenidas en el campo.	37
Figura 17. Representación gráfica de la sobreposición de las áreas de actividad de los machos y las hembras monitoreados durante el estudio.	39

Figura 18. Área de actividad y áreas núcleo de la hembra HLev, donde se indican los machos y las hembras capturadas dentro de su ámbito hogareño.	40
Figura 19. Distribución espacial de los nueve zorrillos pigmeos simpátricos monitoreados de marzo a agosto.	41
Figura 20. Distribución espacial del área de actividad de la hembra HScA y de la hembra HLev.	42
Figura 21. Sobreposición media de las áreas de actividad de las parejas de machos y de hembras con machos.	45
Figura 22. Representación gráfica de las áreas de actividad, las áreas núcleo y las madrigueras de los zorrillos pigmeos hembras.	46
Figura 23. Representación gráfica de las áreas de actividad, las áreas núcleo y las madrigueras de los zorrillos pigmeos machos.	47
Figura 24. Organización espacial de las áreas núcleo de los zorrillos pigmeos simpátricos monitoreados durante el estudio.	48
Figura 25. Correlación entre la elongación y el dimorfismo sexual de diferentes especies de mustélidos.	49
Cuadro 1. Tiempo y periodo de monitoreo de cada uno de los zorrillos equipados con radio-transmisor, cuyas áreas de actividad fueron estimadas.	28
Cuadro 2. Áreas de actividad de <i>Spilogale pygmaea</i> estimadas con el método del Polígono Mínimo Convexo y el método Adaptado de Kernel.	32
Cuadro 3. Áreas de actividad de algunas especies de mustélidos similares a <i>Spilogale pygmaea</i> .	35
Cuadro 4. Áreas de actividad calculadas mediante el modelo propuesto por Lindstedt <i>et al.</i> 1986.	36
Cuadro 5. Sobreposición media calculada con el índice de Minta (1993), para las parejas de zorrillos pigmeos simpátricos seguidos durante el estudio.	43
Apéndice 1. Medidas somáticas y fechas de captura de los zorrillos pigmeos <i>Spilogale pygmaea</i> capturados en la Estación de Biología-Chamela.	74

AGRADECIMIENTOS

Muchísimas gracias al M. en C. Carlos López González por permitirme participar en su proyecto "Ecología y Conservación de la Comunidad de Camívoros del Bosque Tropical Caducifolio de Chamela, Jalisco", por compartir sus conocimientos conmigo, por apoyarme en todo momento y sobre todo por su amistad.

Agradezco también a mis revisores, Dra. Catalina Chávez, M. en C. Rodolfo García, Biól. Patricia Ramírez y Biól. Amaya González, quienes con sus comentarios y sugerencias enriquecieron el trabajo.

Le doy gracias al M. en C. Alberto González Romero por permitirme participar dentro del proyecto y por prestarnos las trampas "Sherman" y al Dr. John Landré, quien compartió conmigo sus conocimientos sobre la telemetría y con quien es un placer trabajar en el campo.

Quiero agradecer a las siguientes instituciones que otorgaron apoyo tanto financiero como lógístico para la realización de este trabajo: Boone and Crocket Club, Denver Zoological Foundation, Eartwatch Inc., Enviromental and Reasearch Foundation, Estación de Biología Chamela IB-UNAM, Fundación Ecológica Cuixmala, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Idaho State University, Idea Wild Inc., Instituto de Ecología A.C., Nike Inc., University of Chicago, Tomahawk Live Trap Co., The Plant Foundation, Evelyn Delgado y Wildlife Conservation Society.

Agradezco la cooperación del personal académico de la estación de Biología Chamela: M. en C. Felipe Noguera, M. en C. Ricardo Ayala y Biól. Enrique Ramírez, así como el administrador, Sr. Nacho Ramírez.

Agradezco especialmente a Mircea Hidalgo Mihart, quien me ayudó en todas y cada una de las etapas de esta tesis, por enseñarme a manejar el equipo, por ayudarme con los mapas y figuras, por brindarme todo su cariño y apoyo y por animarme a seguir adelante.

Muchas gracias a Samia Carrillo y Enrique Martínez, pues con su simpatía y su espontaneidad alegraron todavía más el ya de por sí divertido trabajo de campo.

Agradezco a Tony Casariego por haberme puesto en este camino y recomendarme con Carlos para entrar al proyecto.

Gracias también a Amaya González por sus consejos que me permitieron tomar una decisión acertada sobre esta tesis.

A Ángeles Mendoza y sus estudiantes, por permitirnos procesar a los zorrillos que ellas capturaron en sus trampas para roedores.

También a Ale de Villa por prestarme sus artículos sobre zorrillos y a Paco y Chayo por cuidar de Ludovico, Bartolomé, Mustafá, Camila y Camelia.

Le doy las gracias a todas aquéllas personas que de alguna u otra forma contribuyeron a hacernos la vida más agradable allá: Gabriel González, Boris, Brian, Rich Reading, Luis de Guatemala, Tomás Bravo, Ángeles, Doña Elena, Sra. Lucía, Sra. Paz, Sra. Mago, Sra. Eva, el Compa, Sr. Landín, Profe Juan Ramón, Sr. Enrique y todos los demás trabajadores, a Rodrigo y Saúl, Kathy y a Todd y Stephanie por prestarnos su kayak, y pido una disculpa a todos aquellos de los cuales no recuerdo ahora su nombre.

También le doy las gracias a todos los voluntarios de Earthwatch, quienes contribuyeron de mil seiscientas formas a la realización de este proyecto: Frank, Sheila, Fritz, Sally, Juanita, Tom, Paul, Harold, Jason y Helen. A Muriel, Carolyn, Sylvia, Mike, Carol, Cathy, Ron, Joan, Richard y Erick. A Laurel, Hazel, Cassondra, Mari, Phil, Downed y Bob. A Kim, Susan, Sarah, Jennifer, Lisa y Chamsey. A Jennifer Prado, Irit Niv, Gur y Anita. A Peter, Joanne, Nick, Pat, Geoff, Sarah, Frank Serio, Amanda Saunders, Amy y Alan. A Helen, quien me regaló el dibujo del zorrillo que adorna la esquina de las páginas, Sue, Caren, Alicia, Susan, Terry, Dwight, Moe, Amanda y muy especialmente a Evelyn Delgado por su contribución extra y a Thomas Plant. A Marina, Julio y Bill. A Mike, Barbara, Jim, Phillys, Susan, Walter, Joyce y Therese.

A la familia López-González por que siempre nos ayudaron cuando fue necesario y estuvieron siempre pendientes del mantenimiento del vehículo. También a la familia Hidalgo-Mihart por permitirme usar su equipo de cómputo.

A todas aquéllas personas que saben que la tarea del biólogo no es sólo la fácil contemplación de "animalitos" y "plantitas".

Pero sobre todo agradezco sinceramente a la "Fundación Cantú", por su apoyo en todos los sentidos, por su paciencia y por cuidar de mis agradables mascotas durante mis largas ausencias.

RESUMEN

El zorrillo pigmeo es un carnívoro endémico de México, presente únicamente en las tierras bajas y estrechas que bordean las costas del Pacífico mexicano. Es un organismo catalogado como amenazado según la NOM-059 en materia de protección ambiental y en peligro de extinción según el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, pero es muy poco lo que se conoce acerca de su historia natural y no se sabe nada acerca de su ecología. Es por ello necesario generar información básica acerca de la ecología de esta especie, por lo que el objetivo principal de este trabajo fue determinar el área de actividad del zorrillo pigmeo en Chamela, Jalisco, así como establecer similitudes o diferencias entre las áreas de actividad de machos y hembras, relacionar el peso corporal de este organismo con el tamaño del área de actividad y finalmente, determinar su organización espacial. El trabajo se realizó de Marzo de 1997 a Enero de 1998 en la Estación de Biología Chamela-IBUNAM, la cual pertenece a la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala. En la zona, el principal tipo de vegetación es el bosque tropical caducifolio, seguido por el bosque tropical subcaducifolio. Se capturaron 23 zorritos pigmeos utilizando trampas de caja para animales vivos, los cuales fueron inmovilizados con una mezcla de ketamina/xilacina, se marcaron en ambas orejas y se les tomaron las medidas convencionales. De estos, 14 fueron equipados con un radio-transmisor y sólo cuatro hembras y cinco machos adultos generaron datos suficientes para determinar su área de actividad. Se utilizaron dos diferentes métodos para estimar el área de actividad de estos organismos: el método Adaptado de Kernel al 95% y el método del Polígono Mínimo Convexo al 100%. Se encontró que el área de actividad promedio para ambos sexos fue de 20.4 ha con el primer método (12.6 ha para las hembras y 26.6 ha para los machos). Con el método del PMC, el área de actividad promedio fue de 11.36 ha (9.46 ha para las hembras y 12.88 ha para los machos). En ambos casos, las áreas de actividad de los machos fueron más grandes que las de las hembras, aunque no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($t=-1.54$, g.l.=7, $P=0.1682$ y $t=-0.745$, g.l.=7, $P=0.4806$ respectivamente). Se determinó el área de actividad de estos organismos con base a su peso corporal, utilizando para ello el modelo propuesto por Lindstedt *et al.* (1986), obteniéndose un promedio de 23 ha para ambos sexos (20.2 ha para las hembras y 25.2 ha para los machos). No se detectaron diferencias significativas entre lo calculado y lo obtenido en el campo (Suma de Intervalos de Mann-Whitney: $T=68$, $P=0.1333$), por lo que el modelo pareció describir adecuadamente el área de actividad de esta especie, aunque este tipo de modelos es útil para describir patrones pero no son leyes predictivas. Para determinar la organización espacial del zorrillo pigmeo en Chamela se obtuvo la sobreposición media de las áreas de actividad de las parejas de organismos simpátricos. En el caso de las parejas de machos-hembras se obtuvo una sobreposición media de 0.499; en contraste, en las parejas machos-machos fue de 0.28. Las áreas de actividad de machos-hembras se traslaparon significativamente más que las de los machos entre sí ($t=-3.74$, g.l.=8, $P=0.0057$). Los organismos presentaron de 1 a 3 áreas núcleo, las cuales se estimaron con el método ADK al 50%. El tamaño promedio de las áreas núcleo fue de 1.71 ha para las hembras y estuvieron relacionadas con un mayor número de madrigueras, a diferencia de los machos, en donde éstas se encontraban más dispersas dentro de la superficie del ámbito hogareño y el tamaño promedio de las áreas núcleo fue de 3.48 ha. Tanto los machos como las hembras monitoreadas mostraron exclusividad en sus áreas núcleo, las cuales no se sobrepusieron entre sí, con excepción de una pareja de un macho y una hembra simpátricos, donde se encontró una amplia sobreposición. Los resultados obtenidos hasta ahora indican que para el caso de los machos, por lo menos una porción del área de actividad es defendida activamente contra otros machos, mientras que parece existir tolerancia de los machos hacia las hembras. Es importante ampliar la duración de este estudio y aumentar el tamaño de la muestra para observar los cambios en el tamaño del área de actividad y la organización espacial de *Spilogale pygmaea* durante las diferentes épocas del año en Chamela.

ABSTRACT

The pygmy spotted skunk (*Spilogale pygmaea*) is a small carnivore endemic to the Pacific coast of Mexico. It is a threatened organism according to the Mexican laws regarding environmental protection, and it is considered as endangered according to the United States Fish and Wildlife Service, but little is known about its natural history and practically nothing about its ecology. Therefore, it is necessary to generate basic information about the ecology of this species. The objectives of the present study were: 1. To determine the home range size of the pygmy spotted skunk in Chamela, Jalisco. 2. To determine similarities and differences between male and female home range sizes, the relation between the body weight of this organisms and the home range size and, finally, to determine their spatial organization. The study was conducted in the Biological Station of Chamela-IBUNAM, which belongs to the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve in Jalisco, Mexico, between March, 1997, and January, 1998. In the area, the main vegetation type is the tropical deciduous forest, followed by the semi evergreen forest. 23 pygmy skunks were live-trapped and immobilized with a ketamine/xilacine mixture. The animals were marked in both ears and conventional measurements were carried out. From these, 14 were equipped with a motion-sense radio transmitter and only four adult females and five adult males generated enough data to determine their home range size. Two different methods were used to estimate the home range size: the 95% Adapted Kernel and the 100% Minimum Convex Polygon. The mean home range size found for both sexes was 20.4 ha with the first method (12.6 for females and 26.6 for males). With the MCP, the mean home range size was 11.36 ha (9.46 ha for females and 12.88 ha for males). In both, male home ranges were larger than those of females, although no significant differences were found ($t=-1.54$, $d.f.=7$, $P=0.1682$ and $t=-0.745$, $d.f.=7$, $P=0.4806$ respectively). Home range of these organisms was determined through their body weight, using the method proposed by Lindstedt *et al.* (1986), having as a result an average of 23 ha for both sexes (20.2 ha for females and 25.2 ha for males). No significant differences were detected between estimations and actual results from the field (Mann-Whitney Rank Sum Test: $T=68$, $P=0.1333$). To determine the spatial organization of the pygmy skunk in Chamela, the mean overlap of home ranges of the sympatric organisms was calculated. In the male-female pairs, an average overlap of 0.499 was obtained; conversely, the result was 0.28 in the male-male couples. Home ranges of male-females overlapped significantly more than those of males-males ($t=-3.74$, $d.f.=8$, $P=0.0057$). Organisms presented from 1 to 3 core areas, calculated through the 50%ADK. The mean core areas size was 1.71 ha for females, and were related with a greater number of burrows. For the males, in which burrows were more scattered inside the home range area, the mean core areas size was 3.48 ha. The tracked males and females showed exclusion in their core areas, which did not overlapped one another, except for a sympatric male and female couple showing a wide overlap. Results obtained up to this point indicate that for males, at least one part of the home range is actively defended against other males, while there seems to be tolerance from males to females. It is important to extend the time of this study and to increase the sample size to observe changes in the home range and spatial organization of *Spilogale pygmaea* during the different seasons of the year in Chamela.



I. INTRODUCCIÓN

El zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*) es un pequeño carnívoro presente en las costas del Pacífico de México, desde Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec (Van Gelder 1959, Baker y Sánchez 1973; Fig. 1). A pesar de que se trata de una especie endémica catalogada como amenazada según la Norma Oficial Mexicana 059 en materia de protección ambiental (SEDESOL 1994) y en peligro de extinción según el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS 1986), es poco lo que se conoce acerca de su historia natural y prácticamente nada se sabe acerca de su ecología.

Este organismo forma parte de la comunidad de pequeños carnívoros del bosque tropical caducifolio del oeste de México, el cual constituye la región con el mayor número de géneros endémicos y es la segunda en cuanto a número de especies endémicas de mamíferos (Ceballos y Navarro 1991). El bosque tropical seco es actualmente considerado como el ecosistema terrestre más vulnerable del mundo (Janzen 1988), por lo que es necesario conocer el funcionamiento de cada uno de sus componentes para mantener la biodiversidad presente en este tipo de ecosistemas, en donde la comunidad de pequeños carnívoros debe considerarse como un elemento clave al tener una posición crítica en su posible impacto sobre la biodiversidad, ya que estos organismos se alimentan de un gran espectro de taxa y son, a su vez, presa de carnívoros más grandes, pudiendo llegar a afectar la abundancia de estas especies (Rabinowitz y Walker 1991, González-Romero *et al.* 1996).



La descripción de la forma en que un animal utiliza su entorno es esencial para el manejo de la fauna silvestre y su conservación. La radio-telemetría es una técnica útil para el estudio de los mecanismos de las poblaciones de fauna silvestre; la descripción de los movimientos provee información sobre los patrones de migración, dispersión y actividad; los estudios de uso de hábitat proveen información sobre las preferencias de hábitat y las estimaciones del área de actividad (ámbito hogareño) cuantifican el área utilizada por un animal (Larkin y Halkin 1994, White y Garrott 1990).

La estimación del tamaño, forma y patrón de utilización del área de actividad, que se ha definido como el área recorrida por un individuo durante sus actividades normales para la obtención de alimento, apareamiento y cuidado de las crías (Burt 1943), es importante para los estudios ecológicos y etológicos, particularmente para aquéllos que contemplan la densidad de poblaciones, el comportamiento de forrajeo, la selección de hábitat, la distribución de los recursos y los patrones espaciales de los animales (Harris *et al.* 1990). También es útil para determinar asociaciones entre los organismos y la fidelidad de un individuo con respecto a un área (White y Garrott 1990). Una estimación precisa del tamaño del área de actividad es un importante prerequisite para un mejor entendimiento del comportamiento ecológico y manejo de una especie (Sanderson 1966, Swihart y Slade 1985a).

Para entender biológicamente el área de actividad de un animal se requiere información acerca de la intensidad de uso dentro de ésta; el conocimiento de los patrones de uso es necesario para definir el límite del área de actividad. La



mayoría de los animales no utilizan su área de actividad con igual intensidad, sino que tienden a ocupar ciertas zonas con mayor frecuencia que otras (Dixon y Chapman 1980). Se han denominado "áreas núcleo" aquellas porciones del área de actividad que tienen un mayor uso; el delinear estas áreas puede ser particularmente importante para estudiar la interacción entre los individuos y la interacción con el ambiente (Samuel y Garton 1985).

Es importante llevar a cabo trabajos de campo que permitan determinar la distribución actual y el estatus del zorrillo pigmeo, así como estudios que permitan determinar sus requerimientos ecológicos y las necesidades para su conservación.



Fig. 1. Distribución del zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea* en la costa del Pacífico de México (Tomado de López-Forment y Urbano 1979).



II. ANTECEDENTES

Los zorrillos son miembros de la Familia Mustelidae (Orden Carnívora) y taxonómicamente pertenecen a tres géneros (*Mephitis*, *Conepatus* y *Spilogale*). Dentro del género *Spilogale* se distinguen tres especies (Kinlaw 1995), de las cuales *Spilogale pygmaea* es la de menor tamaño, siendo además la más pequeña de todas las especies de zorrillos. Esta especie se considera como la más primitiva de su género, debido a su gran semejanza con *Spilogale rextroadi* Hibbard, especie fósil del Plioceno Superior en Kansas (Van Gelder 1959).

El tamaño de estos organismos es menor que 300 mm de longitud total y la cola es menor que 90 mm. El cráneo es pequeño y estrecho, con una longitud basilar menor que 38 mm y una anchura mastoidea menor que 23.5 mm. En cuanto a su coloración, el parche nasal está conectado con las franjas blancas de los hombros, a diferencia de *Spilogale putorius* y *Spilogale gracilis*; tanto las patas traseras como las delanteras son dorsalmente blancas; las rayas dorsales no están interrumpidas (Van Gelder 1959; Fig. 2).

El primer ejemplar capturado de zorrillo pigmeo provino de Rosario, Sinaloa, en la Costa del Pacífico, en 1897 (López-Forment y Urbano 1979). Ocasionalmente se fueron recolectando hasta sumar 18 ejemplares conocidos para la ciencia en 1973 y además de Sinaloa, fueron colectados en Guerrero, Oaxaca y Colima (Baker y Sánchez 1973, Genoways y Jones 1968, Greer y Greer 1970). Para entonces se reconocían dos subespecies, *S. pygmaea pygmaea* para el estado de Sinaloa y *S. pygmaea australis* para Oaxaca y Guerrero. López-Forment y Urbano (1979) reconocen una tercera subespecie, *S. pygmaea*



intermedia, para la región del sur de Nayarit, Colima y Chamela, Jalisco. La validez de estas subespecies se ha puesto en duda, debido a que el área continua de distribución de este zorrillo presenta subdivisiones de alguna manera arbitrarias (Schreiber *et al.* 1989).

López-Forment y Urbano (1979) hacen algunas observaciones acerca de la alimentación de esta especie, reportando insectos, arácnidos grandes, langostinos, alacranes, murciélagos, grillos y frutas de higo silvestre (*Ficus* sp.) como parte de su dieta.

Como artrópodos asociados a este carnívoro, se han obtenido ácaros de la familia Trombiculidae, Laelapidae e Ixodidae, así como piojos de la familia Trichodectidae y chinches de la familia Reduviidae, en individuos capturados en Las Peñas, Michoacán (Martínez y Vargas 1996).

En cuanto a su reproducción, se ha descrito el nacimiento de una camada de seis individuos en cautiverio, observándose un período de gestación corto de 43 a 51 días sin conocimientos precisos acerca de un período de implantación retardada; se han capturado hembras preñadas de mayo a agosto, por lo que se ha sugerido que esta especie puede producir dos camadas por año, tal vez minimizando el período de gestación como en el caso de *Mustela nivalis*, para la supervivencia de la especie (Baker y Sánchez 1973, Genoways y Jones 1968, Teska *et al.* 1981).

No se conocen trabajos acerca de la ecología de *Spilogale pygmaea*; los datos más cercanos sobre los patrones de movimiento, área de actividad y utilización temporal y espacial de recursos corresponden a las otras dos especies



comprendidas en este género, *Spilogale putorius* y *S. gracilis* (Crooks y Van Vuren 1995, Kinlaw 1995).

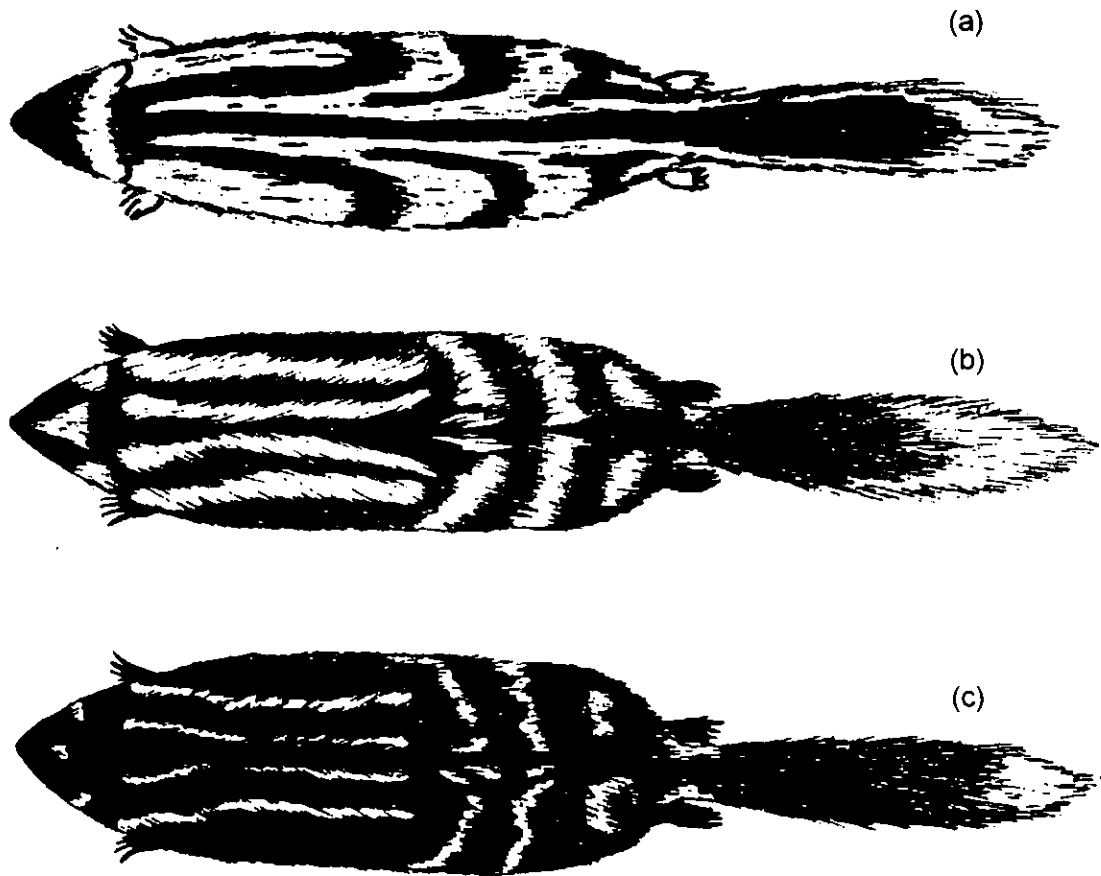


Fig. 2. Patrón de coloración del zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea* (a), *S. gracilis* (b) y *S. putorius* (c). El zorrillo pigmeo presenta el parche nasal conectado con las franjas blancas de los hombros; tanto las patas traseras como las delanteras son dorsalmente blancas y las rayas dorsales no están interrumpidas.



III. OBJETIVOS

III.1 OBJETIVO GENERAL.

- Determinar el área de actividad del zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea* en Chamela, Jalisco.

III.2 OBJETIVOS PARTICULARES.

- Estimar similitudes o diferencias entre las áreas de actividad de machos y hembras.
- Establecer relaciones entre el área de actividad y el peso corporal de los individuos.
- Determinar la organización espacial de *S. pygmaea*.
- Comparar cualitativamente los resultados obtenidos con los datos reportados para otros mustélidos similares.



IV. ÁREA DE ESTUDIO

IV.1 UBICACIÓN.

El estudio se llevó a cabo en la Estación de Biología Chamela-IBUNAM, que forma parte de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala. La Estación se localiza a la altura del kilómetro 59 de la carretera federal 200, Barra de Navidad-Puerto Vallarta, en el Municipio de la Huerta, en la costa del estado de Jalisco (Fig. 3). La Reserva abarca una superficie de 13142 ha, de las cuales 3300 son propiedad de la UNAM, 250 son propiedad federal, 9000 son propiedad privada y el resto son propiedad ejidal (Durand y Hernández 1996). La Estación de Biología cuenta con un sistema bien definido de veredas y caminos.

IV.2 RASGOS FÍSICOS.

La Reserva está ubicada en la Región Neotropical, al noroeste de la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera Suroccidental y en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. La topografía está caracterizada por lomeríos bajos y pequeñas cañadas, lo cual permite la presencia de cursos temporales de agua durante la época de lluvias, aunque no existen dentro de la estación cursos que lleven agua superficial durante todo el año, pero sí agua subterránea (Bullock 1988, Ramírez-Bautista 1994).

El clima del área es el más seco de los cálidos subhúmedos, con una temperatura media anual de 24.9°C, con el mes más frío de 18°C. La precipitación media anual se encuentra en 750 mm y presenta como característica más sobresaliente una marcada estacionalidad, concentrándose en los meses de

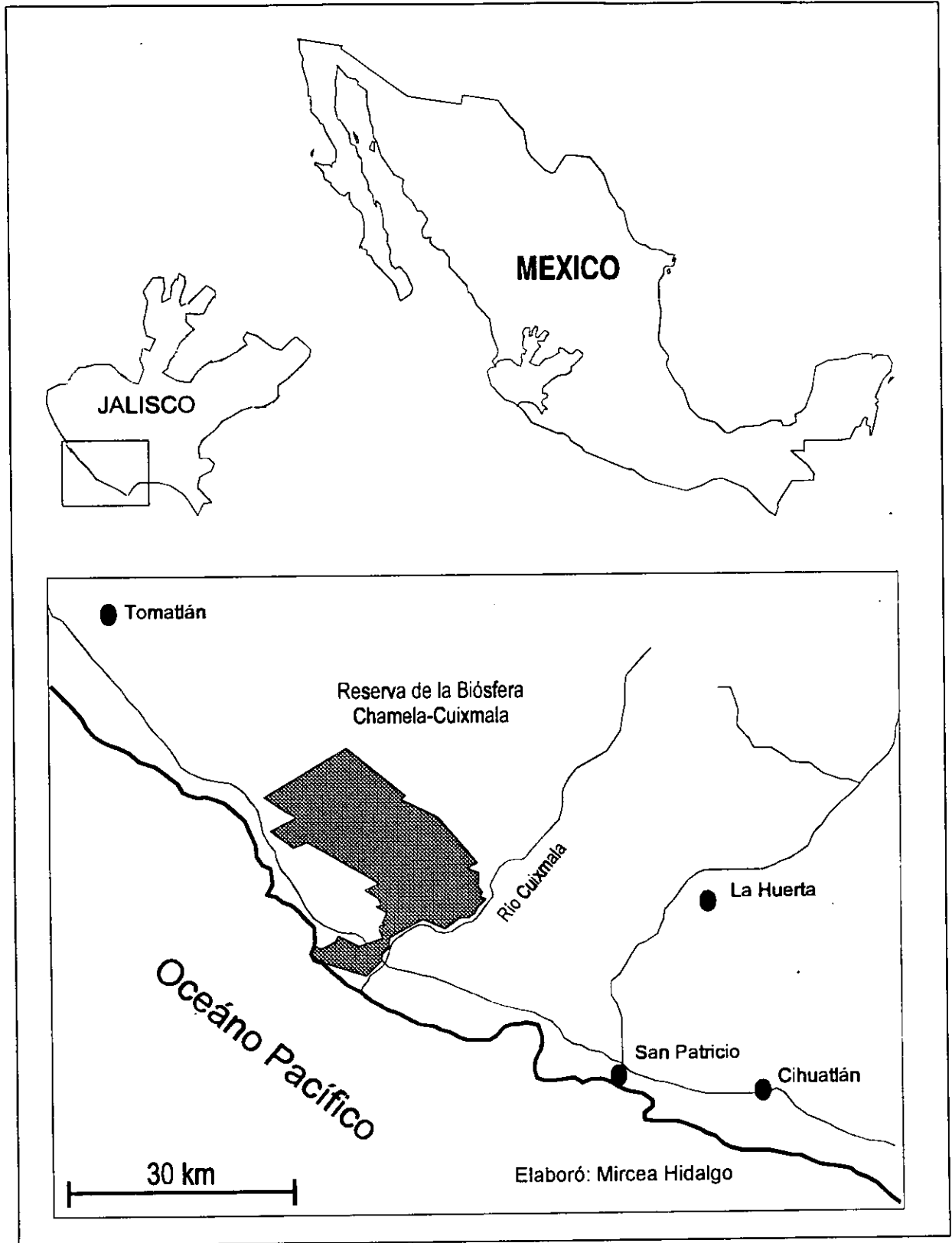


Fig. 3. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala.



julio a octubre, con un prolongado período de sequía que se extiende hasta mayo, por lo que la disponibilidad de agua para la fauna silvestre es muy limitada, sobre todo hacia el final de la época seca (Bullock 1988, Martínez-Meyer 1997; Figs. 4a y 4b).

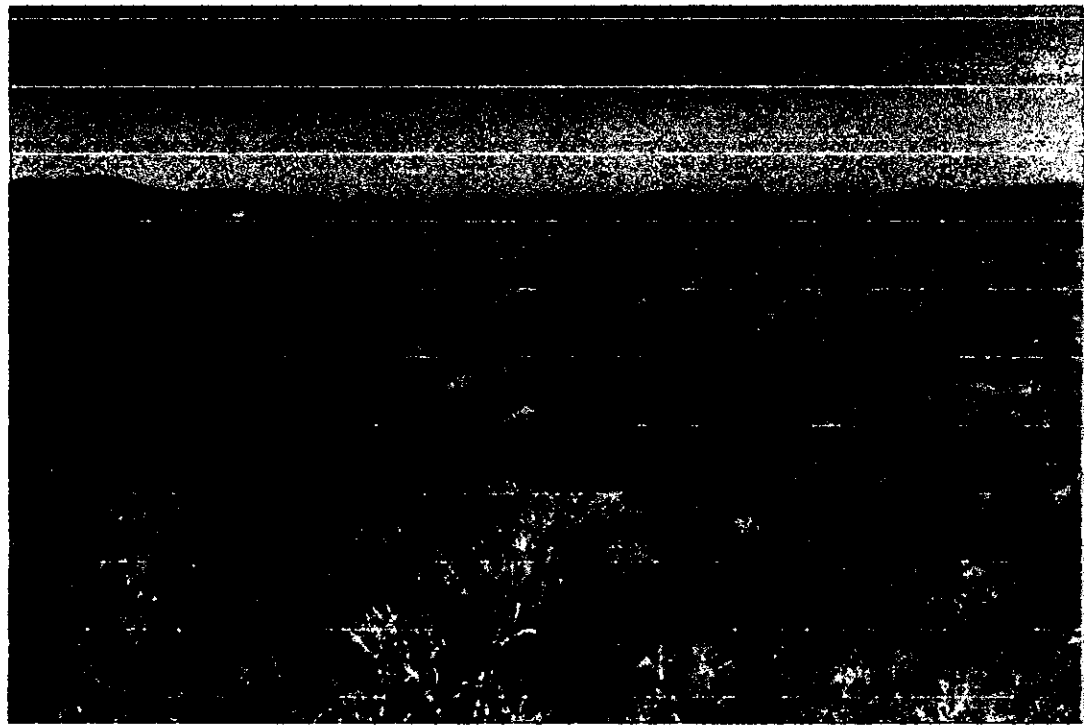
IV.3 VEGETACIÓN.

La Reserva protege ambientes acuáticos y terrestres en los que se han identificado siete tipos principales de vegetación. El bosque tropical caducifolio es el tipo de vegetación más abundante y cubre la mayor parte del área de estudio. Se caracteriza por la alta densidad de plantas en el sotobosque y dosel, y porque la mayoría de las plantas (95%) pierde las hojas durante la época de secas. Los árboles se presentan en alturas que van de los 5 a los 15 m. Entre los árboles importantes de este tipo de vegetación se encuentran representantes de los géneros *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, *Croton*, *Jatropha* y *Cordia*. Los bosques tropicales caducifolios presentan una gran riqueza biológica y son centros importantes de endemismo y especiación (Durand y Hernández 1996).

El segundo tipo de vegetación en importancia es el bosque tropical subcaducifolio, que en Chamela se distribuye en manchones a lo largo del área de distribución del bosque caducifolio, generalmente en zonas con mayor disponibilidad de agua. En Chamela se encuentra restringido a los cauces de los arroyos y su extensión es muy limitada. Presenta por lo menos dos estratos arbóreos bien definidos, uno de hasta 15 m de altura y otro de 16 a 25 m; sólo del 50 al 75% de las especies pierden sus hojas durante la época de sequía. Está



(a)



(b)

Fig. 4. Marcada estacionalidad en el bosque tropical caducifolio de la región de Chamela, Jalisco. La mayor precipitación anual se concentra de julio a octubre (a), mientras que la época seca se extiende hasta mayo (b).



dominado por géneros como *Brosimum*, *Sciadodendron*, *Astronium*, *Tabebuia* y *Ficus* (Lott 1993).

Otros tipos de vegetación presentes en el área son el manglar, el matorral xerófilo, la vegetación riparia y el palmar. Junto a estas agrupaciones vegetales es posible encontrar también moderadas extensiones desmontadas cubiertas por vegetación secundaria y algunos cultivos (Casariego-Madorell *et al.* 1996).

IV.4 MASTOFAUNA.

En el área existen 72 especies de mamíferos, de las cuales 18 son endémicas de México, entre las que se encuentran 1 marsupial, 1 insectívoro, 1 carnívoro, 9 roedores, 1 lagomorfo y 3 murciélagos. Por lo menos 22 especies (31%) del total de la zona son frágiles, están amenazadas o en peligro de extinción (Ceballos y Miranda 1986).

En la región se han registrado 16 especies de carnívoros: 2 cánidos, 3 prociónidos, 5 mustélidos y 6 félicos (Ceballos y Miranda 1986, López-González 1998a).

IV.5 ACTIVIDADES HUMANAS.

El uso del suelo en el área de la Reserva está prácticamente dedicado a la investigación y a la conservación. En la zona de influencia se practica la agricultura de temporal y de riego, la agricultura comercial (principalmente de mango, papaya, coco de agua y maíz), la ganadería extensiva, la pesca artesanal y de cooperativa y la caza de tortugas, venados, pecaríes, iguanas, armadillos,



etc.. Se extraen maderas preciosas, principalmente de parota, primavera, rosa morada y barcino. En la región existe un desarrollo turístico notable aún de poca intensidad; se encuentran varios hoteles distribuidos a lo largo de la costa. Actualmente se está trabajando en la región para impulsar esta actividad (Durand y Hernández 1996).

El mayor problema regional es el enorme incremento de la tasa de deforestación (Fig. 5); en las últimas dos décadas se ha perdido alrededor del 30% de la selva en la costa de Jalisco (Loa *et al.* 1997).



Fig. 5. Una de las actividades humanas que se practican en el bosque tropical seco es el cultivo de mango, papaya y toronja, lo cual es una de las causas del incremento en la tasa de deforestación.



V. MATERIAL Y MÉTODOS

V.1 CAPTURA, CONTENCIÓN Y MARCAJE

Los zorrillos se capturaron utilizando 30 trampas de caja tipo "Sherman" de 38X10X11 cm (Sherman Trap Co., Tallahassee, Fl.) y 8 trampas tipo "Tomahawk" de 40.5X13X13 cm (Tomahawk Trap. Co., Wi.), cebadas con chorizo comercial y presas vivas (pollos), las cuales se colocaron en los caminos y veredas con que cuenta la estación (Fig. 6); los trampeos se llevaron a cabo de 10 a 30 días consecutivos, de marzo de 1997 a enero de 1998. El esfuerzo total de trampeo fue de 3800 noches/trampa. Con el fin de reducir el tiempo de permanencia de los animales dentro de las trampas, éstas se revisaron dos veces al día, por la mañana y por la tarde.



Fig. 6. Los zorrillos se capturaron utilizando trampas de caja tipo "Tomahawk" y "Sherman" cebadas con presas vivas y chorizo.



Los animales capturados se anestesiaron con una dosis inyectada de 15 mg/kg de hidrocloreuro de ketamina y 8 mg/kg de hidrocloreuro de xilacina (López-González *et al.* 1998b). Una vez que los animales se tranquilizaron, se les tomaron las medidas convencionales de longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata trasera izquierda, longitud de la oreja y peso; asimismo, se determinó el sexo y se evaluó su condición física y reproductiva (González-Romero *et al.* 1996; Fig. 7).

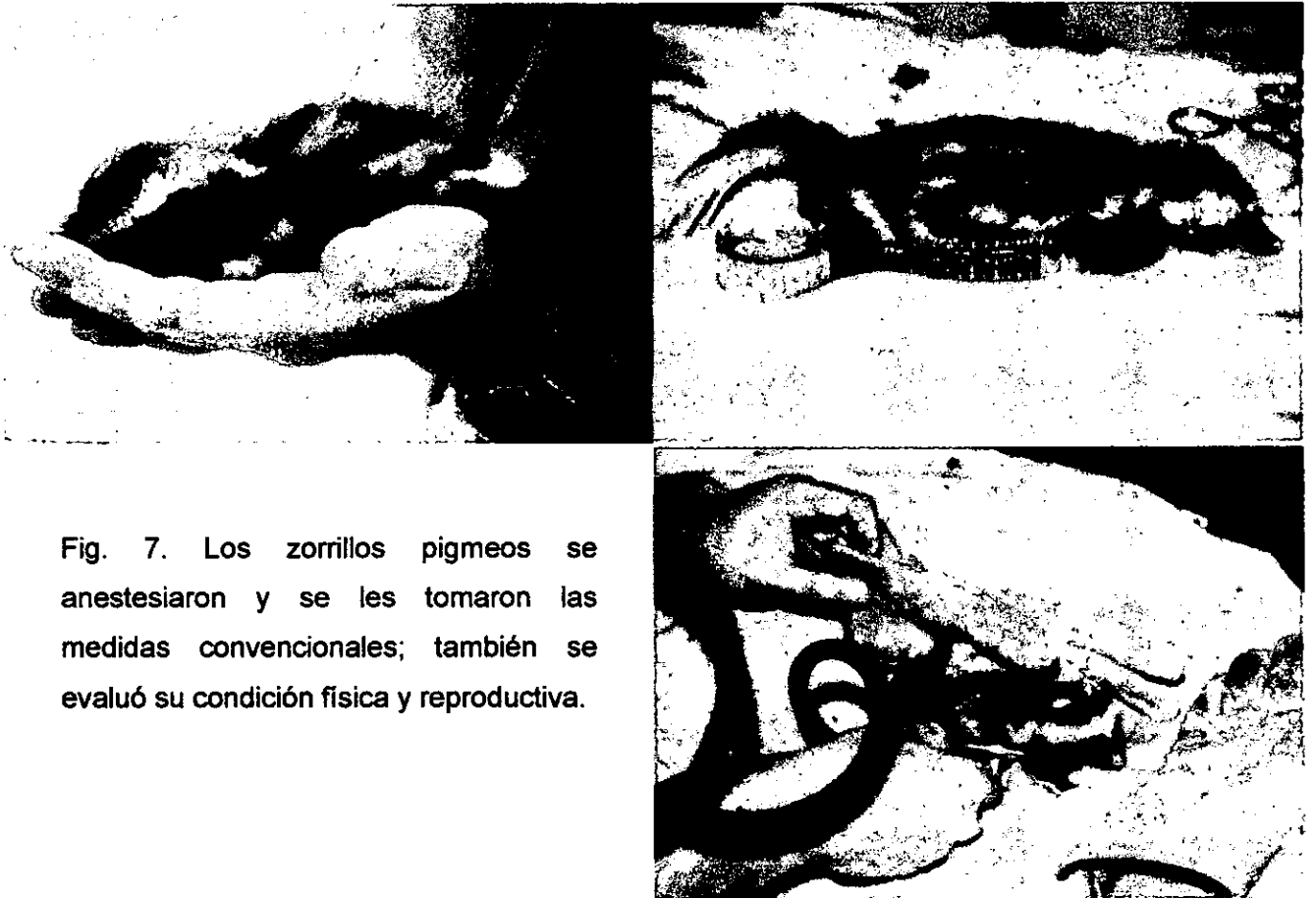
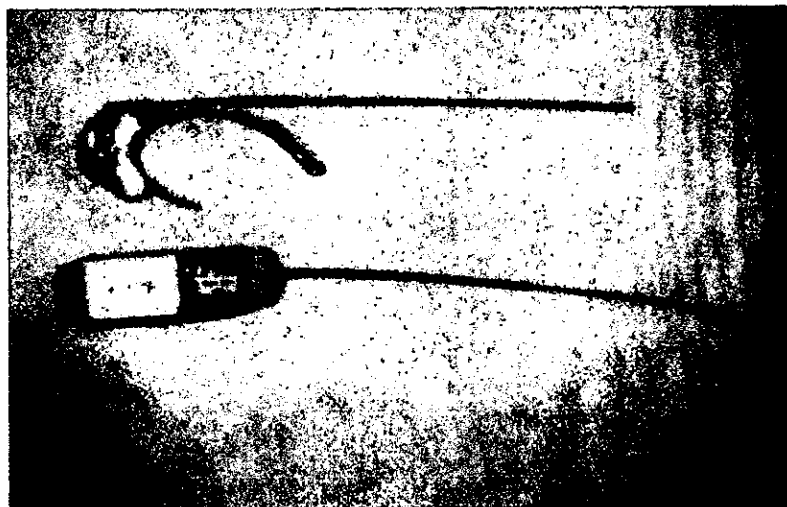


Fig. 7. Los zorrillos pigmeos se anestesiaron y se les tomaron las medidas convencionales; también se evaluó su condición física y reproductiva.



Los zorrillos se marcaron con números progresivos tatuados en ambas orejas y se les colocó un radio-transmisor en forma de arnés o de collar (Figs. 8a y 8b), con un peso de 6 a 8 g (Wildlife Materials, Inc., Carbondale, Ill.) y una frecuencia de 150-152 MHz. Cada transmisor contó con un sensor de actividad y mortalidad, en donde los pulsos emitidos pueden variar entre dos diferentes velocidades (50 y 90 puls./min) en función de la posición de la cabeza del animal.



(a)



(b)

Fig. 8. Radio-transmisores en forma de arnés y de collar (a). Zorrillo pigmeo equipado con un radio-transmisor (b).



Los organismos se mantuvieron en el laboratorio de la Estación de Biología-Chamela durante la noche para que se recuperaran completamente de la anestesia y para corroborar que el radio estuviera bien colocado y posteriormente se liberaron en el sitio de captura (Fig. 9).



Fig. 9. Los zorrillos pigmeos se liberaron en el sitio de captura.

V. 2 RADIO-SEGUIMIENTO.

El radio-seguimiento es una parte de la radio-telemetría que abarca solamente la localización del sujeto que lleva el transmisor, mediante el uso de receptores y antenas que reciben la intensidad y dirección de una señal de radio (Sánchez 1995). Esta no es la única técnica para determinar la ubicación de un animal en un momento dado, pero permite obtener la localización de animales en



una gran variedad de hábitats durante un mayor tiempo, por lo que con respecto a otras técnicas se consideró más útil para el área de estudio.

Los animales se localizaron directamente dentro de sus madrigueras durante el día mediante el método de "homing", que consiste en seguir la señal más sonora del radio-transmisor captada por un receptor portátil conectado por un cable coaxial a una antena de mano direccional hasta llegar al animal (White y Garrott 1990). Las localizaciones de las madrigueras se obtuvieron mediante un receptor "GPS" (Global Positioning System), utilizándose el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), las cuales están basadas en medidas métricas que permiten visualizar una superficie esférica, como la del globo terrestre, en una superficie plana con un eje de coordenadas cartesianas.

Los zorrillos también se localizaron de 1 a 6 veces diarias por triangulación, de 10 a 25 días por mes. Las localizaciones se obtuvieron en su mayoría durante la noche, ya que se observó durante el estudio que son animales básicamente nocturnos. Este método consiste en estimar la localización del radio-transmisor utilizando dos o más direcciones obtenidas simultáneamente con brújula desde dos o más puntos geográficamente conocidos (White y Garrott 1990; Fig. 10). A estas direcciones se les asoció el valor de la declinación magnética. Se utilizó el programa para computadora LOCATE II, ver. 1.3 para obtener la localización de los animales en unidades UTM a partir de la triangulación. Para poder llevar a cabo estos métodos, se utilizaron antenas direccionales Yagi de mano de tres elementos y antenas "H" (Telonics Inc., Mesa, AZ), así como antenas direccionales fijas compuestas por dos antenas Yagi de cuatro elementos (sistema



nulo-pico), geográficamente referenciadas (Figs. 11a y 11b), conectadas a un receptor portátil (Telonics Inc., Mesa, AZ). El área de estudio consta de varias crestas de colinas que favorecen la localización de animales con radio-transmisores (González-Romero *et al.* 1996).

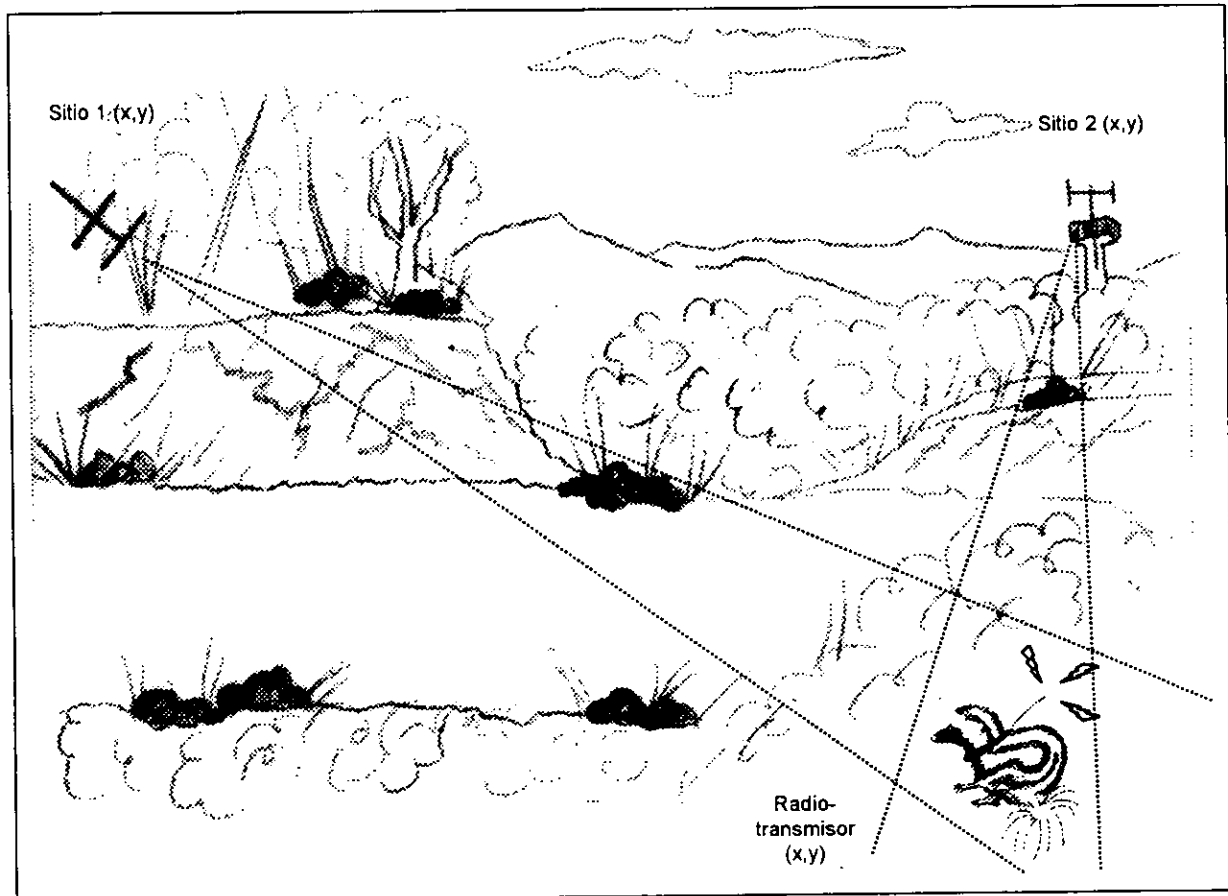


Fig. 10. Método de triangulación para localizar animales equipados con radio-transmisor. Para llevar a cabo este método se obtienen dos o más direcciones simultáneamente con brújula, desde dos o más puntos geográficamente conocidos.



(a)



(b)

Fig. 11. Antenas direccionales de sistema nulo-pico utilizadas para localizar a los zorrillos pigmeos. Se utilizó una estación fija (a) y una móvil (b), ambas geográficamente referenciadas.



El error asociado se determinó bajo el método del polígono de error, considerando una desviación de las antenas de $\pm 3^\circ$, ya que la mayor parte de las localizaciones se obtuvieron desde dos estaciones (Martínez-Meyer 1997).

V.3 ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE ACTIVIDAD.

Las localizaciones obtenidas mediante el programa LOCATE II y el receptor "GPS" se incorporaron a un archivo de tipo ASCII, para ser posteriormente importados al programa CALHOME (Kie *et al.* 1994). Existen diferentes métodos para estimar el área de actividad; los más comunes pueden dividirse, según Worton (1987) y Harris *et al.* (1990), en:

- a) Polígonos. Se trata de métodos no estadísticos, en donde las estimaciones se derivan de los puntos periféricos del área; entre estos se encuentra el método del Polígono Mínimo Convexo (PMC).
- b) Métodos probabilísticos. Estos se basan en la estimación de la distribución de uso (DU), una función de densidad que se refiere a la probabilidad de encontrar a un animal en una localización particular en un plano (Van Winkle 1975, Anderson 1982, White y Garrott 1990) y pueden dividirse en dos grupos. El primero asume que el patrón de uso espacial de un individuo corresponde a una distribución de probabilidad particular (estimaciones paramétricas). El segundo y más reciente grupo pretende caracterizar una variedad de distribuciones de uso de forma precisa mediante técnicas no paramétricas. Entre éstas se encuentran los métodos Kernel propuestos por Worton (1989).



Debido a que la mayor parte de los datos obtenidos no estuvieron autocorrelacionados (Swihart y Slade 1985b), fue posible el uso de dos diferentes métodos. El primero, el método Adaptado de Kernel (ADK; Worton 1989), contiene un parámetro que suaviza las áreas de las localizaciones para hacer un uso más eficiente de ellas. Este método se utilizó porque proporciona una estimación flexible no paramétrica que permite investigar e interpretar los diversos factores que influyen a un animal al no considerar la forma de la distribución de uso (Worton 1987). Para este método sólo se tomó en cuenta el 95% de las localizaciones. Este porcentaje se seleccionó para excluir los viajes exploratorios de los individuos, ya que el área de actividad no es toda el área que un animal recorre durante su vida, sino el área en la que normalmente se mueve (Burt 1943, White y Garrott 1990). De esta manera, el área de actividad estimada incluye la localización del animal durante el 95% (o algún otro porcentaje) del tiempo; la mayoría de los biólogos ocupan el 95% probablemente debido al uso de $\alpha = 0.05$ en las pruebas estadísticas, aunque se puede justificar la selección de otro porcentaje si el valor satisface las necesidades del experimento. Para dibujar el contorno de un porcentaje de puntos definido, se utilizó el ancho de la banda de amortiguamiento seleccionada por el programa CALHOME para todas las estimaciones del área de actividad.

Adicionalmente se estimó el área de actividad mediante el método del Polígono Mínimo Convexo (PMC) al 100%, ya que algunas de las localizaciones externas correspondían a madrigueras. El área de actividad se calculó con este método debido a que es el que se utiliza con más frecuencia.



El número de localizaciones suficientes para estimar el área de actividad total de cada individuo se determinó cuando, en una curva de acumulación del tamaño del área de actividad contra el número de localizaciones, se obtuvo una asíntota, en donde localizaciones posteriores resultarían en un incremento mínimo del área (Stickel 1954, Harris *et al.* 1990). En el caso de que no se obtuviera una asíntota para algunos de los organismos, se presentó una estimación del área de actividad basada en el número total de puntos obtenidos durante el seguimiento.

Los resultados obtenidos se compararon tomando en cuenta el sexo de los organismos; para determinar si había o no diferencias estadísticas significativas entre los tamaños del área de actividad de machos y hembras, se utilizó una prueba de t, ya que los datos presentaron una distribución normal.

V.4 ÁREA DE ACTIVIDAD Y TAMAÑO CORPORAL

Se establecieron relaciones entre el tamaño del área de actividad y el peso corporal de los zorrillos utilizando la fórmula propuesta por Lindstedt *et al.* (1986) para carnívoros en latitudes menores o iguales a 45°:

$$AA = 115P^{0.94}$$

donde:

AA = área de actividad (ha)

P = peso corporal del organismo (kg)

Se realizó la prueba no paramétrica de Suma de Intervalos de Mann-Whitney para determinar si había diferencias estadísticas significativas entre las



áreas de actividad calculadas mediante el modelo anterior y las obtenidas en el campo.

V.5 ORGANIZACIÓN ESPACIAL

Se calculó el número y tamaño de las áreas núcleo utilizando el método Adaptado de Kernel, con un contorno del 50% del tamaño del área de actividad; este porcentaje ha sido adecuado para definir las áreas núcleo de varias especies (Harris *et al.* 1990).

Se utilizó un Sistema de Información Geográfica (Idrisi para Windows ver. 2.0) para calcular la sobreposición (área compartida) inter e intrasexual de las áreas de actividad y de las áreas núcleo de organismos simpátricos, utilizando para ello el índice de sobreposición de Minta (1993):

$$\text{Sobreposición media} = \sqrt{\left(\frac{\text{Sobreposición}}{AA\alpha}\right)\left(\frac{\text{Sobreposición}}{AA\beta}\right)}$$

donde para dos organismos, α y β , se calculó la sobreposición media como la media geométrica del producto de los radios del área de sobreposición y el área de actividad (AA). Los valores de sobreposición variaron de 0 a 1, donde 1 indicaba dos áreas de actividad de idéntico tamaño y ubicación, exhibiendo un 100% de sobreposición. Para determinar si había diferencias estadísticas significativas entre la sobreposición de organismos de diferente y del mismo sexo, se realizó una prueba de t.



Finalmente, se determinó el índice de elongación y el grado de dimorfismo sexual para fines comparativos con otras especies de mustélidos, según lo propuesto por Powell (1979):

$$\text{Dimorfismo sexual: } s = \frac{\text{peso } \sigma}{\text{peso } \varphi}$$

$$\text{Elongación: } e = \frac{\text{longitud } \sigma}{\sqrt[3]{\text{peso } \sigma}}$$



VI. RESULTADOS

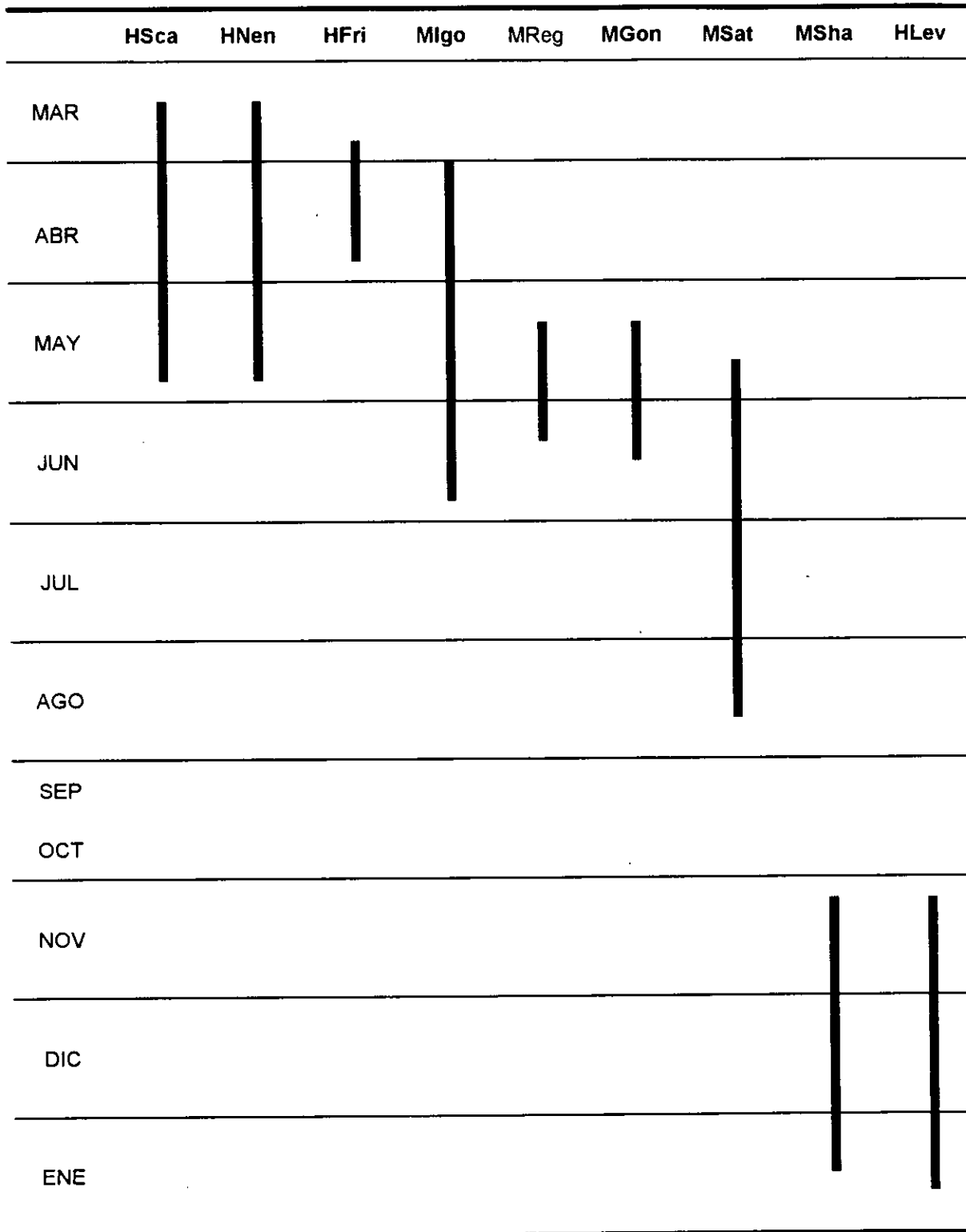
VI.1 CAPTURA, CONTENCIÓN Y MARCAJE

Hacia el final del estudio se había capturado un total de 23 zorrillos pigmeos, 6 hembras y 17 machos. En el Apéndice 1 se indica la condición reproductiva de los organismos, así como sus medidas somáticas y sus pesos. Todos los organismos capturados fueron adultos, con excepción de un macho que probablemente era un juvenil debido a que sus medidas fueron menores que las de los otros machos y sus características dentales (recesión de la encía y coloración) correspondían a las de un organismo joven. Ninguno de los animales capturados presentó lesiones severas causadas por las trampas; en otras heridas presentadas se les aplicó antiséptico local. Los organismos se capturaron tanto en bosque tropical caducifolio como en bosque tropical subcaducifolio.

De los 23 animales, 14 adultos fueron equipados con un radiotransmisor y se les asignó un conjunto de letras para facilitar su identificación. A cada combinación de letras se le antepuso la letra "H" o "M" para distinguir a los organismos hembras de los machos, respectivamente. El tiempo aproximado de monitoreo de cada individuo varió de 1 a 3 meses (Cuadro 1). Durante los meses de septiembre y octubre no se capturó ningún organismo, por lo que no se tienen datos durante esa temporada húmeda del año. La mayor parte de las estimaciones de las áreas de actividad correspondieron a la temporada de secas.



Cuadro 1. Tiempo y período de monitoreo de cada uno de los zorillos equipados con radio-transmisor que contaron con suficientes localizaciones para estimar su área de actividad





VI.2 ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE ACTIVIDAD

Sólo se obtuvieron suficientes localizaciones para determinar el tamaño del área de actividad de 4 hembras (Fig. 12) y 5 machos (Fig. 13). El número total de localizaciones tomadas en cuenta para este estudio fue de 228 (Cuadro 2). El resto de los organismos que contaban con radio-transmisor se quitaron el equipo casi inmediatamente después de habérselo colocado, o bien, desaparecieron sin que se pudieran obtener datos acerca de ellos.

El área de actividad promedio de todos los organismos con el método Adaptado de Kernel (ADK) fue de 20.4 ha, siendo para las hembras de 12.6 ha y para los machos de 26.6 ha. A pesar de que el área de actividad encontrada para los zorrillos machos fue 2.11 veces más grande que la de las hembras (Fig. 14a), no se encontró una diferencia significativa con la prueba de t ($t=-1.54$, $g.l.=7$, $P=0.1682$). Sin embargo, estos resultados estadísticos deben interpretarse con cautela, debido a que el valor obtenido de P (0.1661) fue menor que el valor deseado de P (0.8000).

Con el método del Polígono Mínimo Convexo (PMC), el área de actividad promedio para ambos sexos fue de 11.36 ha. Para las hembras fue de 9.46 ha y para los machos de 12.88 ha. El área de actividad de los machos fue 1.36 veces más grande que el de las hembras (Fig. 14b). No se encontraron diferencias significativas en las áreas de actividad de ambos sexos ($t=-0.745$, $g.l.=7$, $P=0.4806$), pero al igual que con el método anterior, el valor obtenido de P (0.05) fue menor que el valor deseado de P (0.8000).

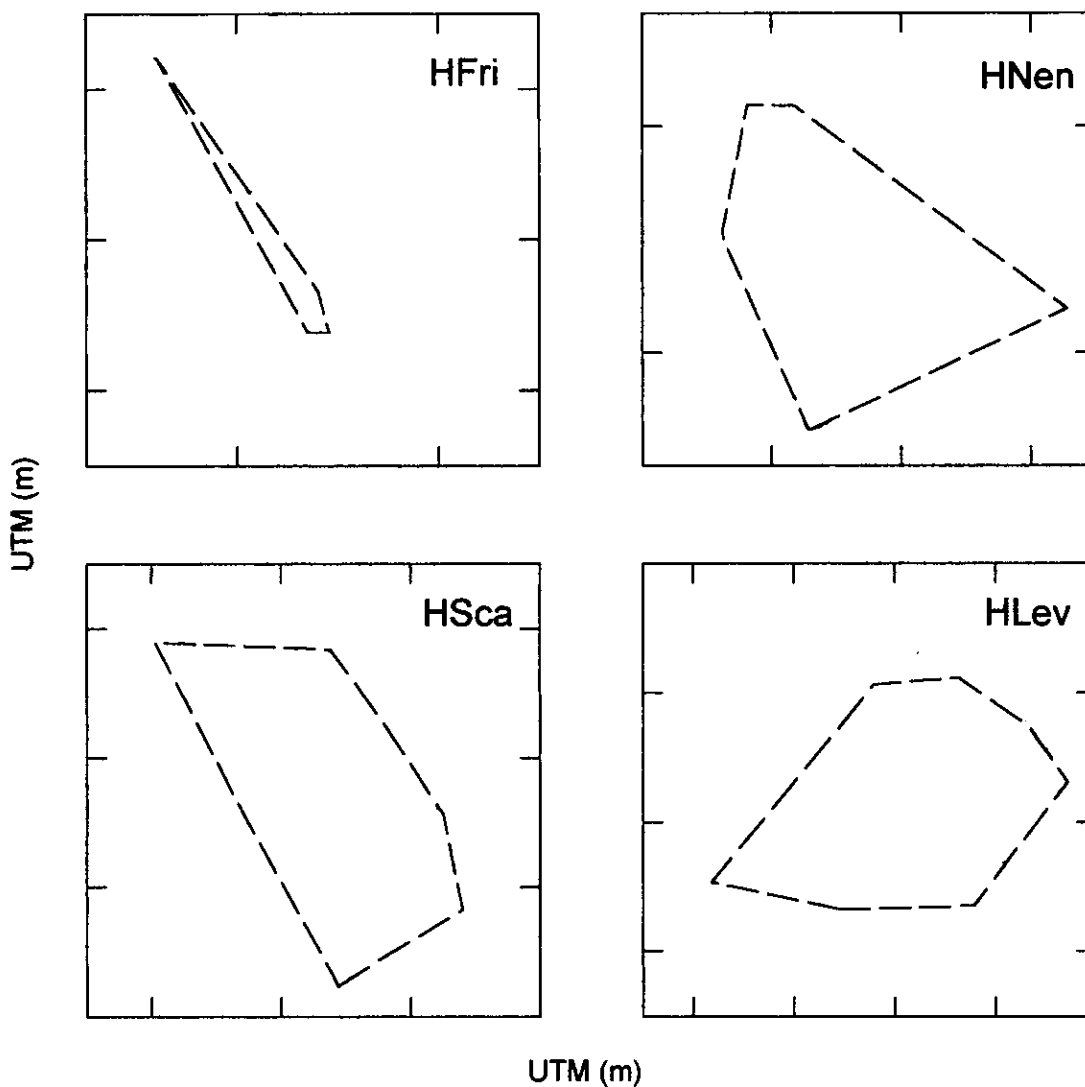


Fig. 12. Áreas de actividad estimadas para las hembras de zorrillo pigmeo durante el estudio. La línea discontinua representa al Polígono Mínimo Convexo y la continua, al método Adaptado de Kernel. Las marcas de los ejes representan 200 m y están en unidades UTM.

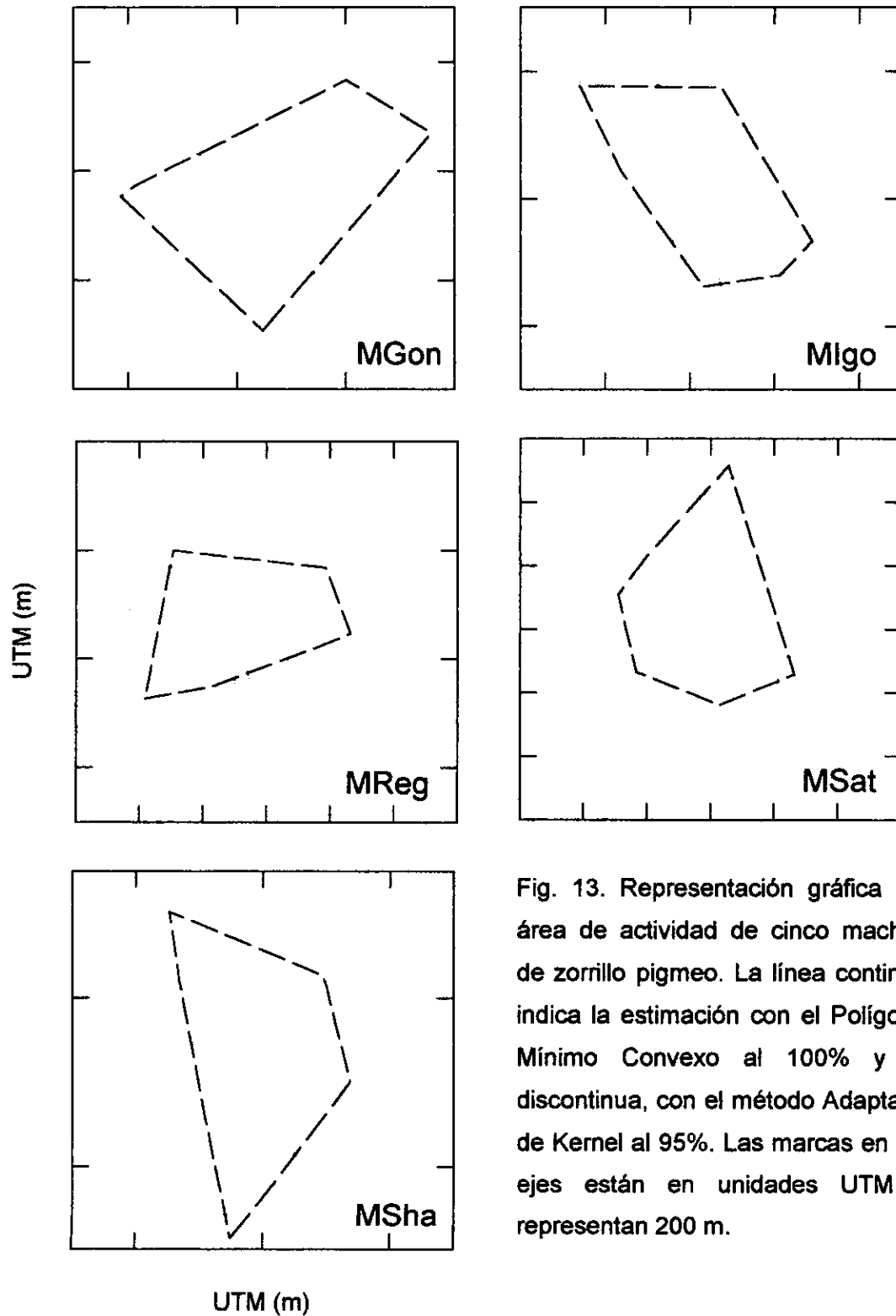


Fig. 13. Representación gráfica del área de actividad de cinco machos de zorrillo pigmeo. La línea continua indica la estimación con el Polígono Mínimo Convexo al 100% y la discontinua, con el método Adaptado de Kernel al 95%. Las marcas en los ejes están en unidades UTM y representan 200 m.



Cuadro 2. Áreas de actividad de *Spilogale pygmaea* estimadas mediante el método del Polígono Mínimo Convexo (PMC) al 100% y el método Adaptado de Kernel (ADK) al 95%. Se muestra el número de localizaciones tomadas en cuenta para cada organismo.

ZORRILLO	ÁREA DE	ÁREA DE	NÚMERO DE LOCALIZACIONES
	ACTIVIDAD ADK 95% (ha)	ACTIVIDAD PMC 100% (ha)	
HLev	15.95	16.02	56
HScA	19.92	13.19	49
HNen	7.57	7.992	26
HFri	7.0	0.6437	5
MGon	18.37	12.34	23
Mlgo	22.15	9.908	19
MReg	27.17	11.67	7
MSat	55.27	24.42	16
MSha	10.28	6.051	27

Promedio ambos sexos: ADK95% = 20.4 ha $\sigma = 14.73$

PMC100% = 11.36 ha $\sigma = 6.64$

Promedio hembras: ADK95% = 12.6 ha $\sigma = 6.36$

PMC100% = 9.46 ha $\sigma = 6.75$

Promedio machos: ADK95% = 26.6 ha $\sigma = 17.15$

PMC100% = 12.88 ha $\sigma = 6.9$

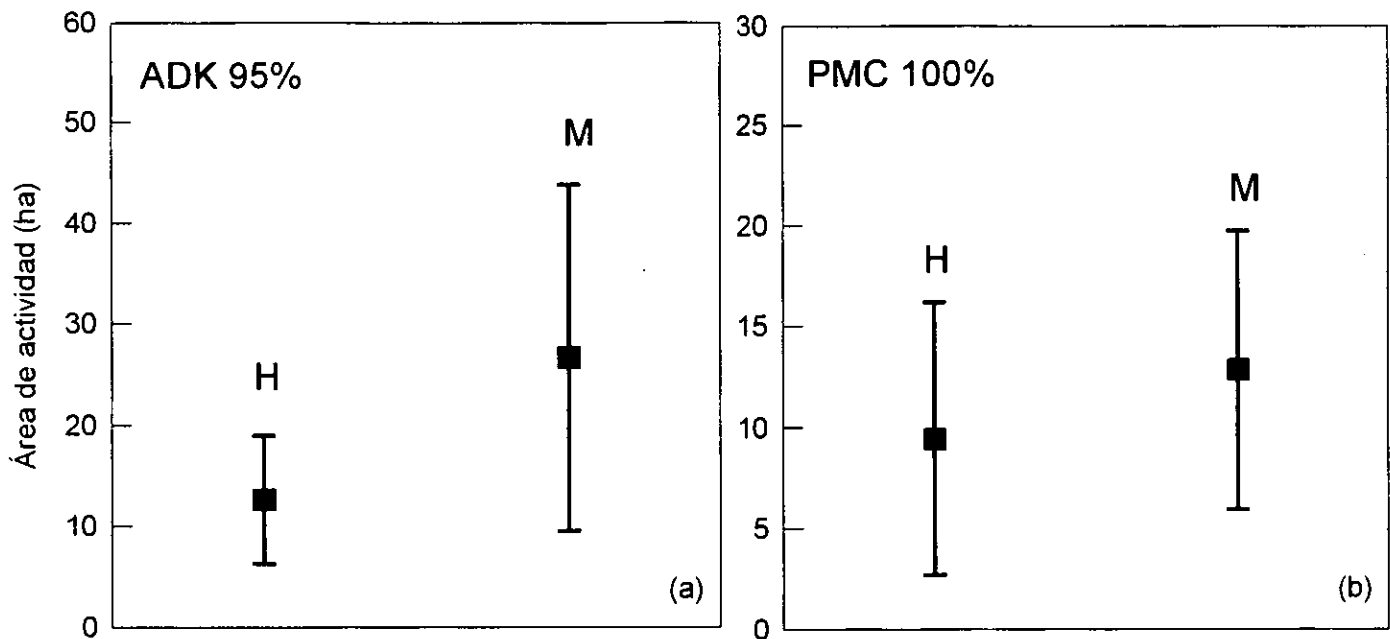


Fig. 14. Área de actividad promedio de machos y hembras de *Spilogale pygmaea* estimadas con el método Adaptado de Kernel (a) y con el Polígono Mínimo Convexo (b). Las líneas de error indican la desviación estándar.

No hubo diferencias significativas entre las áreas de actividad promedio de todos los animales estimadas con uno y otro método ($T=102$, $P=0.1577$).

Únicamente para 3 de los zorrillos se obtuvieron asíntotas en las curvas de acumulación (Fig 15a). Se observó que con un número aproximado de 20 a 24 localizaciones se alcanzó a muestrear casi la totalidad del área de actividad para dos de ellos (HScA y HNeN); localizaciones posteriores derivaron en un incremento mínimo del área de actividad. En el caso de la hembra HLeV, con 24 localizaciones se obtuvo una primera estabilidad en el área de actividad y posteriormente ésta



aumentó hasta alcanzar la asíntota a las 42 localizaciones. Para los machos (Fig. 15b) no se obtuvo ninguna asíntota, por lo que se considera un área de actividad parcial, donde se espera que al aumentar el número de localizaciones aumente también dicha área.

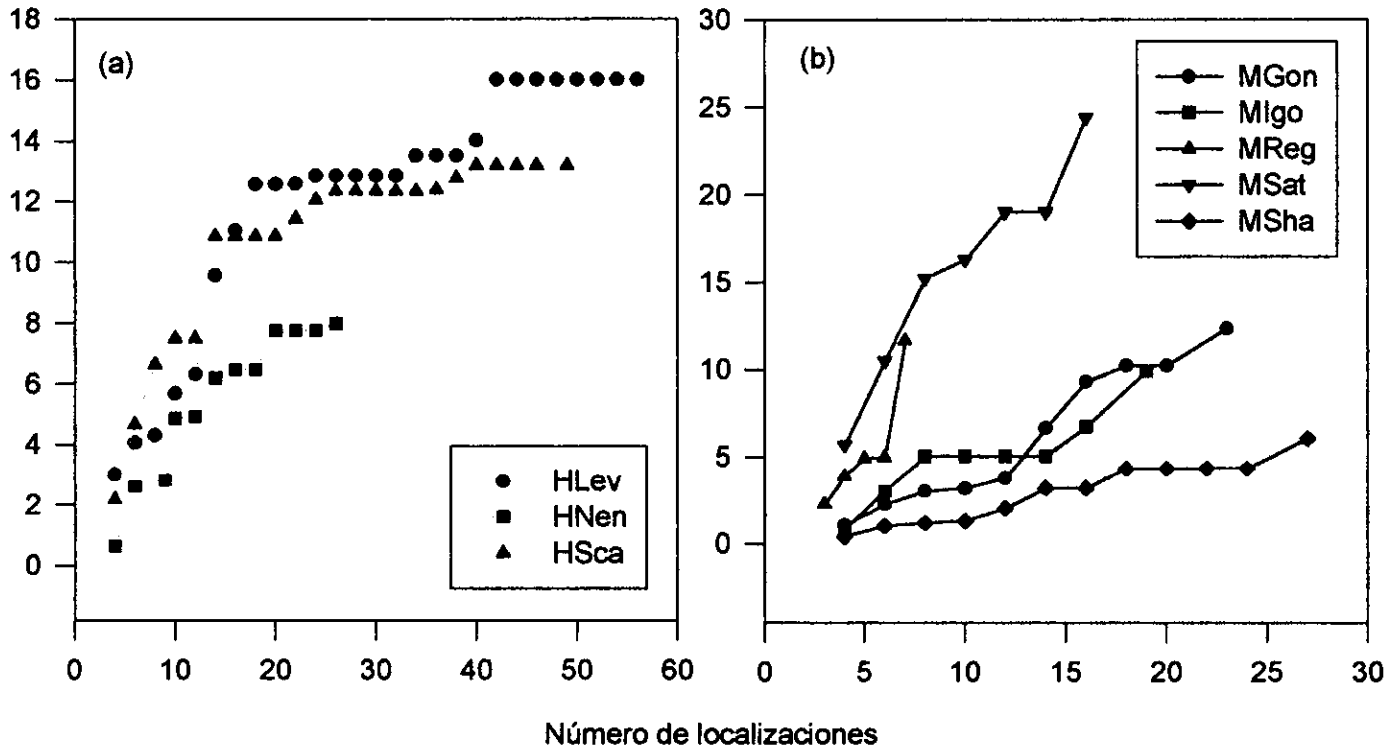


Fig. 15. Curvas de acumulación de área de los zorrillos pigmeos que fueron seguidos durante el estudio. La hembra HFri no se incluyó en el gráfico debido a que no se pudo calcular su área de actividad con 2, 3 y 4 localizaciones.

Para comparar el tamaño promedio del área de actividad de *Spilogale pygmaea*, se reunieron datos de otras especies de mustélidos cuyos pesos se aproximan al del zorrillo pigmeo. También se tomaron en cuenta para la



comparación a las otras dos especies comprendidas en el género, *Spilogale putorius* y *S. gracilis* (Cuadro 3).

Cuadro 3. Áreas de actividad de algunas especies de mustélidos similares a *Spilogale pygmaea*.

Especie	³ Peso (g)		Tamaño de AA (ha)		Referencia
	♂	♀	♂	♀	
<i>Mustela nivalis</i>	36-250	30-120	7-15	1-4	King 1975
<i>Mustela frenata</i>	200-310	85-200	4 - 120		Nowak 1991
<i>Mustela erminea</i>	140-350	110-235	20-25	10-15	Simms 1979 ¹
			254	114	Pounds 1981 ¹
			8-13	2-7	Erlinge 1977 ¹
			8-40	2-7	Debrot y Memod 1983 ¹
			29-40	4-17	Nyholm 1959 ¹
			11	2-22	Sleeman 1987 ¹
<i>Spilogale gracilis</i>	565	368	223	94	Alterio 1998
			29.6 - 61.1		Crooks y Van Vuren 1995
<i>Spilogale putorius</i>	680	450	64		Banfield 1974 ²
			55-4359		McCullough y Fritzell 1984

¹ Citados en King 1990.

² Citado en Nowak 1991.

³ Los pesos de los organismos fueron tomados de Grzimek 1990 y de Davis y Schmidly 1994.

VI.3 ÁREA DE ACTIVIDAD Y TAMAÑO CORPORAL

Con el modelo propuesto por Lindstedt *et al.* (1986), se obtuvo un área de actividad promedio de 23 ha, con 20.2 ha para las hembras y 25.2 ha para los machos (Cuadro 4). Estas áreas calculadas se compararon con las obtenidas mediante el método Adaptado de Kernel al 95% utilizando la prueba de Suma de Intervalos de Mann-Whitney; no se encontraron diferencias significativas entre estas áreas y las obtenidas en el campo (T=68, P=0.1333; Fig. 16). Tampoco se



encontraron diferencias significativas entre las áreas de actividad calculadas y las obtenidas en el campo para los machos ($T=24$, $P=0.548$) ni para las calculadas y las obtenidas en el campo para las hembras ($T=12$, $P=0.114$).

Cuadro 4. Áreas de actividad calculadas mediante el modelo propuesto por Lindstedt *et al.* 1986.

Zorrillo	Área de actividad calculada (ha)	
HSca	18.6	
HNen	19.33	
HFri	21.74	Promedio ambos sexos:
HLev	21.14	23 ha $\sigma = 3.17$
Mlgo	22.34	Hembras: 20.2 ha $\sigma = 1.48$
MReg	24.74	Machos: 25.2 ha $\sigma = 2.12$
MGon	25.33	
MSat	25.33	
MSha	28.3	

VI.4 ORGANIZACIÓN ESPACIAL

Para los análisis correspondientes a la organización espacial de los zorrillos pigmeos se utilizó únicamente el método Adaptado de Kernel, ya que éste método tiene la capacidad de crear polígonos en las zonas de mayor densidad de puntos en función del porcentaje que se elija (Kie *et al.* 1994).

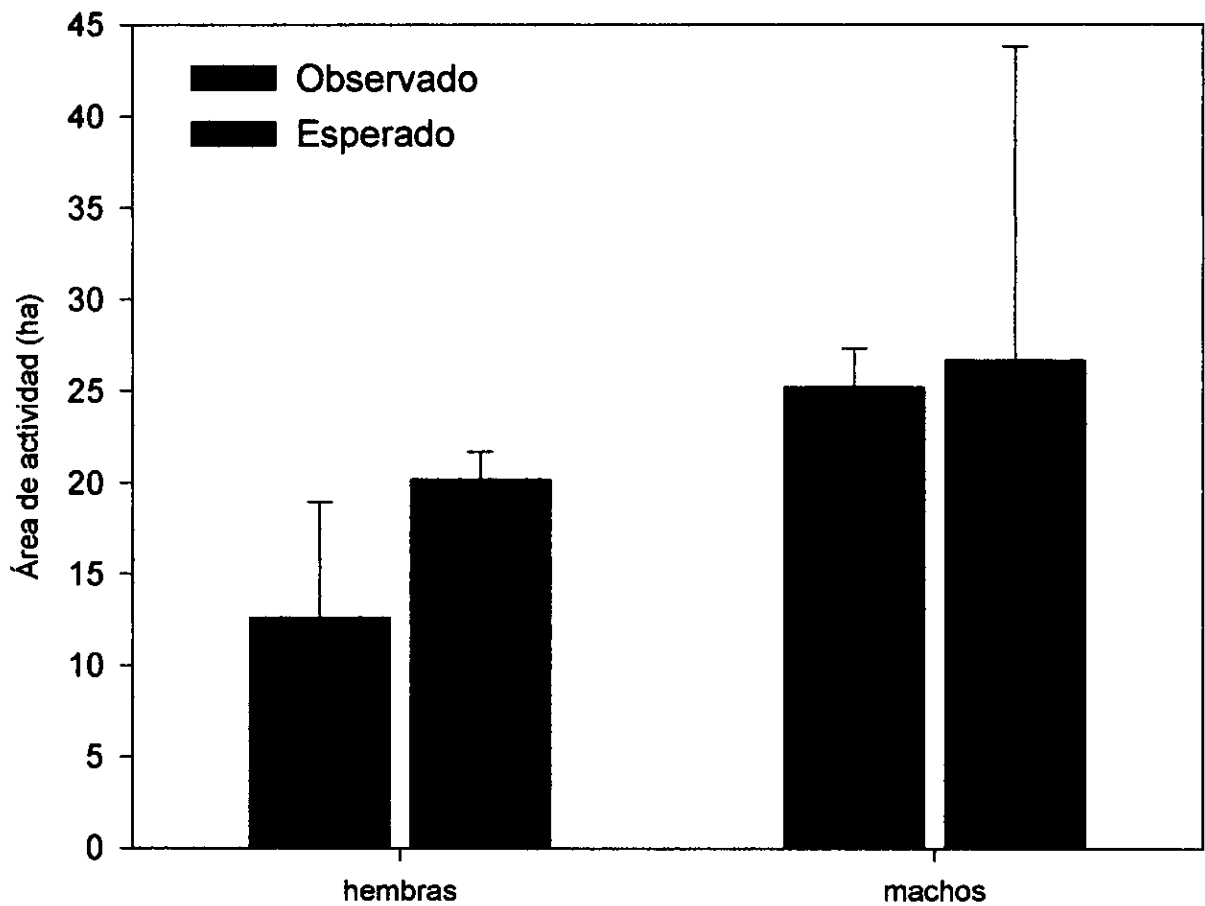


Fig. 16. Áreas de actividad calculadas con el modelo propuesto por Lindstedt *et al.* (1986) y las obtenidas en el campo. Las líneas de error representan las desviaciones estándar.



La mayor parte de la información que permitió determinar la organización espacial de los zorrillos pigmeos en este estudio se obtuvo entre marzo y agosto de 1997, donde los zorrillos HScA, HNen, HFri, MIgo, MGon, MReg y MSat fueron simpátricos en algún momento. Los zorrillos HLev y MSha, monitoreados de noviembre a enero, fueron simpátricos entre sí.

Todos los machos simpátricos monitoreados de marzo a agosto mostraron sobreposición de sus áreas de actividad con el área de actividad de la hembra HScA (Fig. 17a); el macho MSha sobrepuso su área de actividad con el de la hembra simpátrica HLev (Fig. 17b). Ocho machos en total se capturaron dentro del área de actividad de esta hembra y uno fuera de ésta (Fig. 18a).

Durante el período de seguimiento de HScA, HNen y HFri, ninguna otra hembra fue capturada dentro de sus áreas de actividad. Para HLev, dos hembras se capturaron durante su seguimiento; una de ellas fuera de su área de actividad y otra, dentro de ésta, en el límite de una de sus áreas núcleo. (Fig. 18b).

Las hembras monitoreadas no sobrepusieron sus áreas de actividad entre sí (Fig. 19a), lo que sugiere exclusividad en el uso de éstas. Sin embargo, estas hembras se capturaron a gran distancia unas de otras, por lo que no pudieron utilizarse para determinar si existe o no sobreposición en las áreas de actividad de las hembras de *Spilogale pygmaea*.

Los machos simpátricos mostraron áreas compartidas dentro de sus áreas de actividad (Fig. 19b).

Al morir la hembra HScA, una parte del área de actividad vacante fue ocupada por la hembra HLev (Fig. 20).

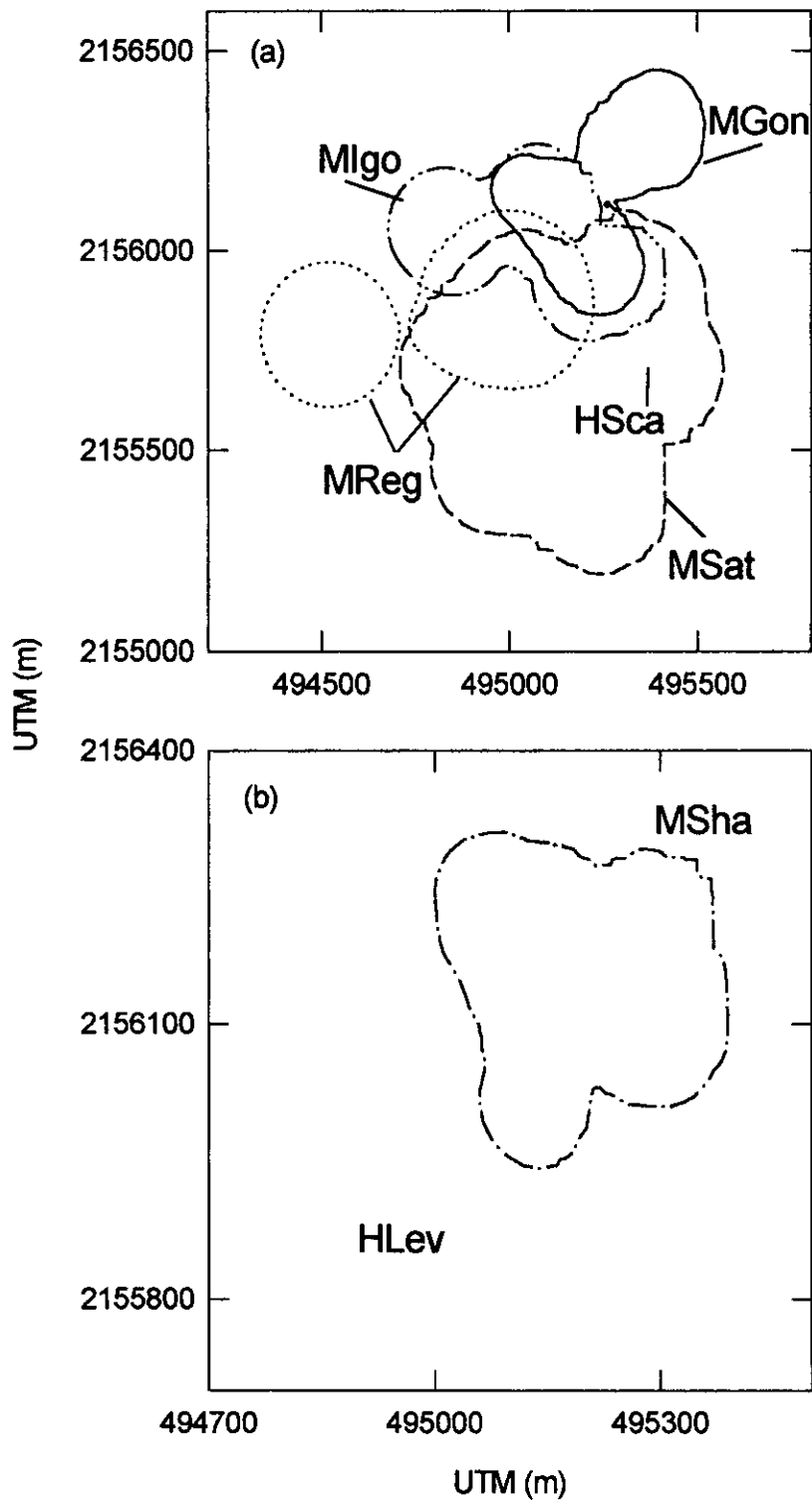


Fig. 17. Representación gráfica de la sobreposición de las áreas de actividad de los machos simpátricos monitoreados de marzo a agosto con la hembra HScA (a) y de la sobreposición del área de actividad del macho MSha con la hembra HLev (b). Las áreas de actividad se calcularon con el método ADK al 95%.

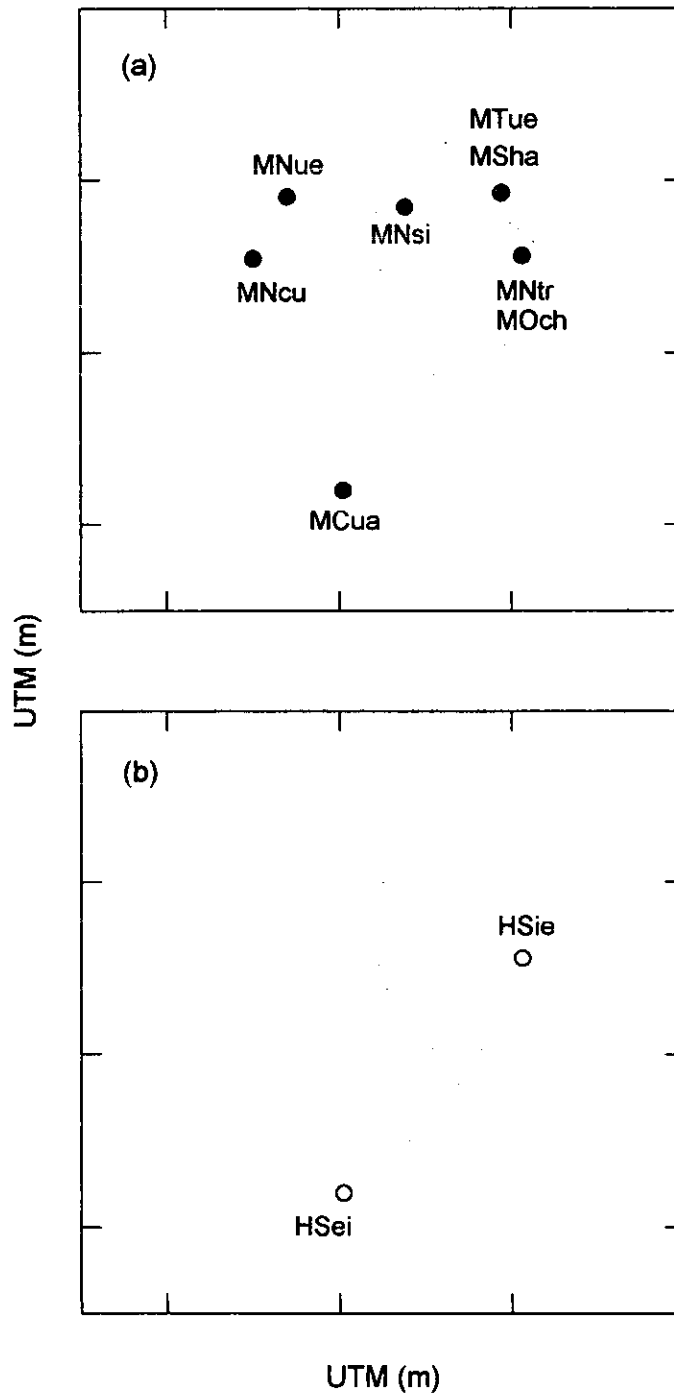


Fig. 18. Área de actividad (línea continua) y áreas núcleo (línea discontinua) del zorrillo pigmeo hembra HLev. Los puntos indican los organismos machos capturados dentro de su área de actividad (a) y hembras capturadas durante su seguimiento (b). Las marcas en los ejes están en unidades UTM y representan 200 m.

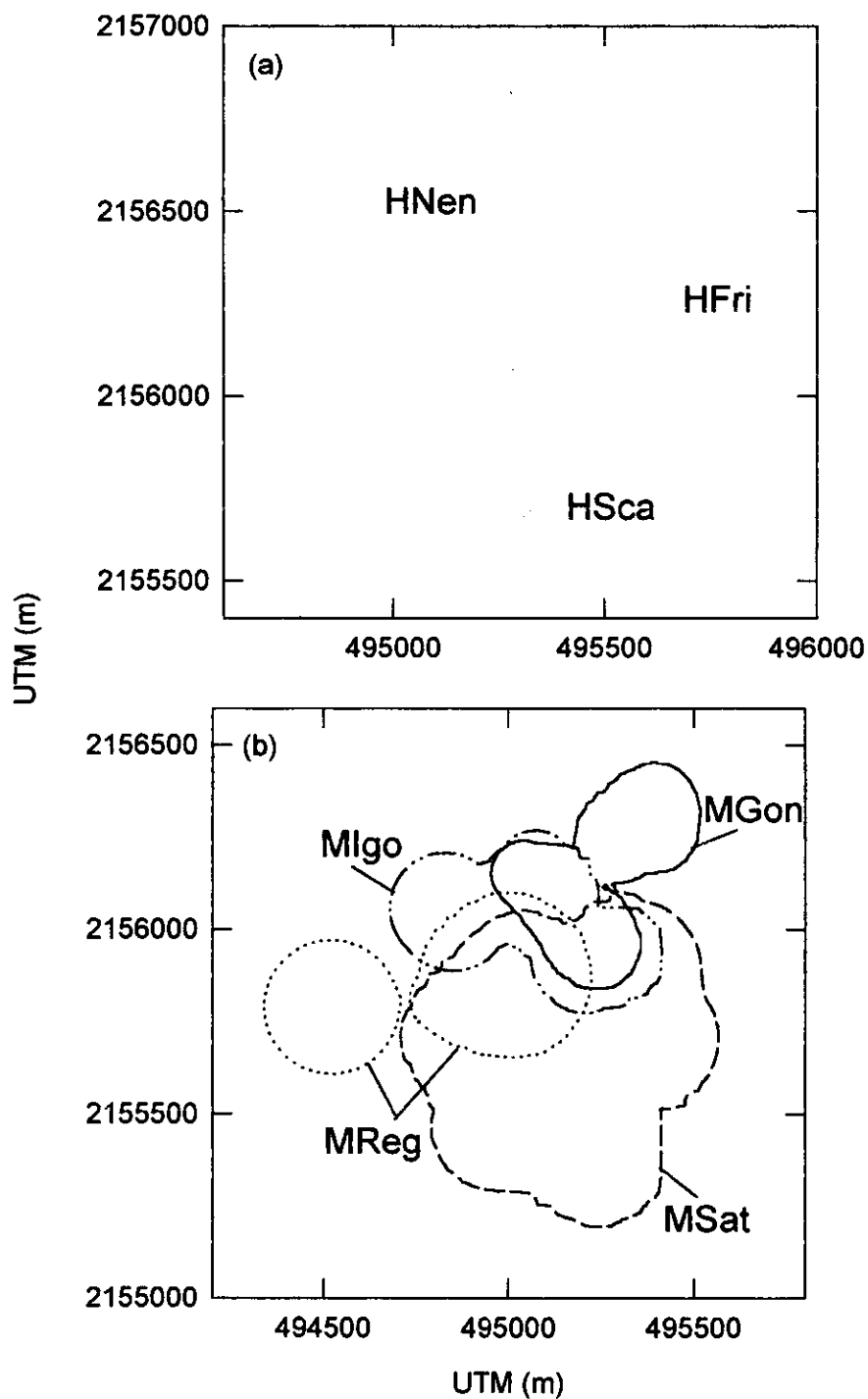


Fig. 19. Distribución espacial de las áreas de actividad de los 9 zorrillos pigmeos simpátricos monitoreados de marzo a agosto de 1997 en Chamela. Las hembras se muestran en el gráfico (a) y los machos en el (b). Las áreas de actividad se calcularon con el método ADK al 95%.

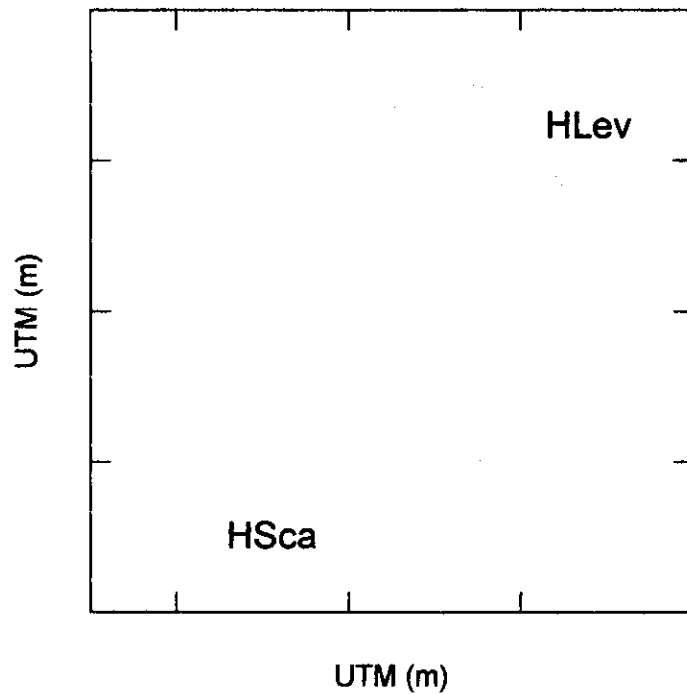


Fig. 20. Distribución espacial del área de actividad de la hembra HScA monitoreada de marzo a mayo de 1997 (línea sólida) y de la hembra HLev (línea discontinua), quien ocupó parte del área de actividad de la primera de noviembre de 1997 a enero de 1998. Las marcas de los ejes representan 200 m y están en unidades UTM.



Utilizando la fórmula de Minta (1993), se obtuvo la sobreposición media de las áreas de actividad de las parejas de organismos simpátricos (Cuadro 5). Las áreas de actividad de las parejas machos-hembras mostraron una sobreposición media de 0.499. En contraste, la sobreposición media en las parejas machos-machos fue de 0.28 (Fig 21). Las áreas de actividad de machos-hembras se sobrepusieron significativamente más que las de machos entre sí ($t=-3.74$, $g.l.=8$, $P=0.0057$).

Cuadro 5. Sobreposición media calculada con el índice de Minta (1993), para las parejas de zorrillos pigmeos simpátricos seguidos durante el estudio.

PAREJA DE ORGANISMOS SIMPÁTRICOS	SOBREPOSICIÓN MEDIA
MIgo - MReg	0.3097
MIgo - MSat	0.2478
MIgo - MGon	0.3164
MReg - MSat	0.3581
MSat - MGon	0.1704
HScA - MIgo	0.6375
HScA - MReg	0.4554
HScA - MSat	0.4271
HScA - MGon	0.3866
HLev - MSha	0.5865

Los organismos presentaron de una a tres áreas núcleo dentro de sus áreas de actividad (Figs. 22 y 23). Para las hembras, el tamaño medio de las



áreas núcleo fue de 1.71 ha ($\sigma=1.85$) y para los machos fue de 3.48 ha ($\sigma=3.39$). Para todos los organismos, las áreas núcleo estuvieron asociadas por lo menos a una madriguera. En el caso de las hembras HScA, HLev y HNen, las áreas núcleo estuvieron relacionadas por lo menos con 3 ó 4 madrigueras, mientras que los machos mostraron mayor dispersión en éstas. Tanto los machos como las hembras monitoreados de marzo a agosto mostraron exclusividad en sus áreas núcleo, las cuales no se sobrepusieron entre sí (Fig. 24a). El área núcleo principal de HLev y el área núcleo de MSha mostraron amplia sobreposición (Fig. 24b).

El índice de elongación (e) obtenido para *Spilogale pygmaea* fue de 3.4 y el dimorfismo sexual (s) fue de 1.265. Estos resultados se obtuvieron utilizando únicamente los datos de los zorrillos considerados en el análisis de área de actividad y se incluyeron en la Fig. 25, modificada de Powell (1979), donde se observa la correlación entre “ s ” y “ e ”.

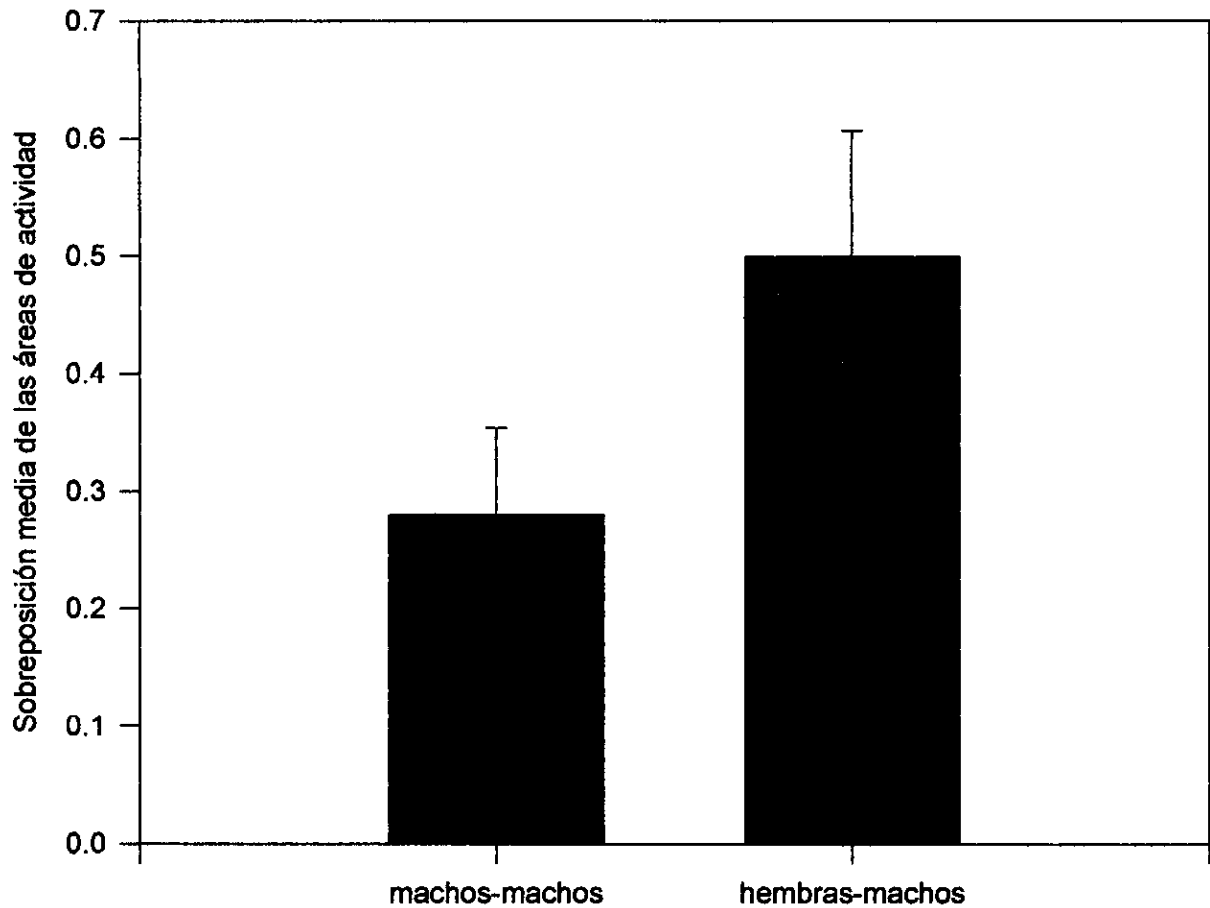


Fig. 21. Sobreposición media de las áreas de actividad de las parejas de machos y de hembras con machos, obtenida con el índice de Minta (1993). Las líneas de error representan la desviación estándar.

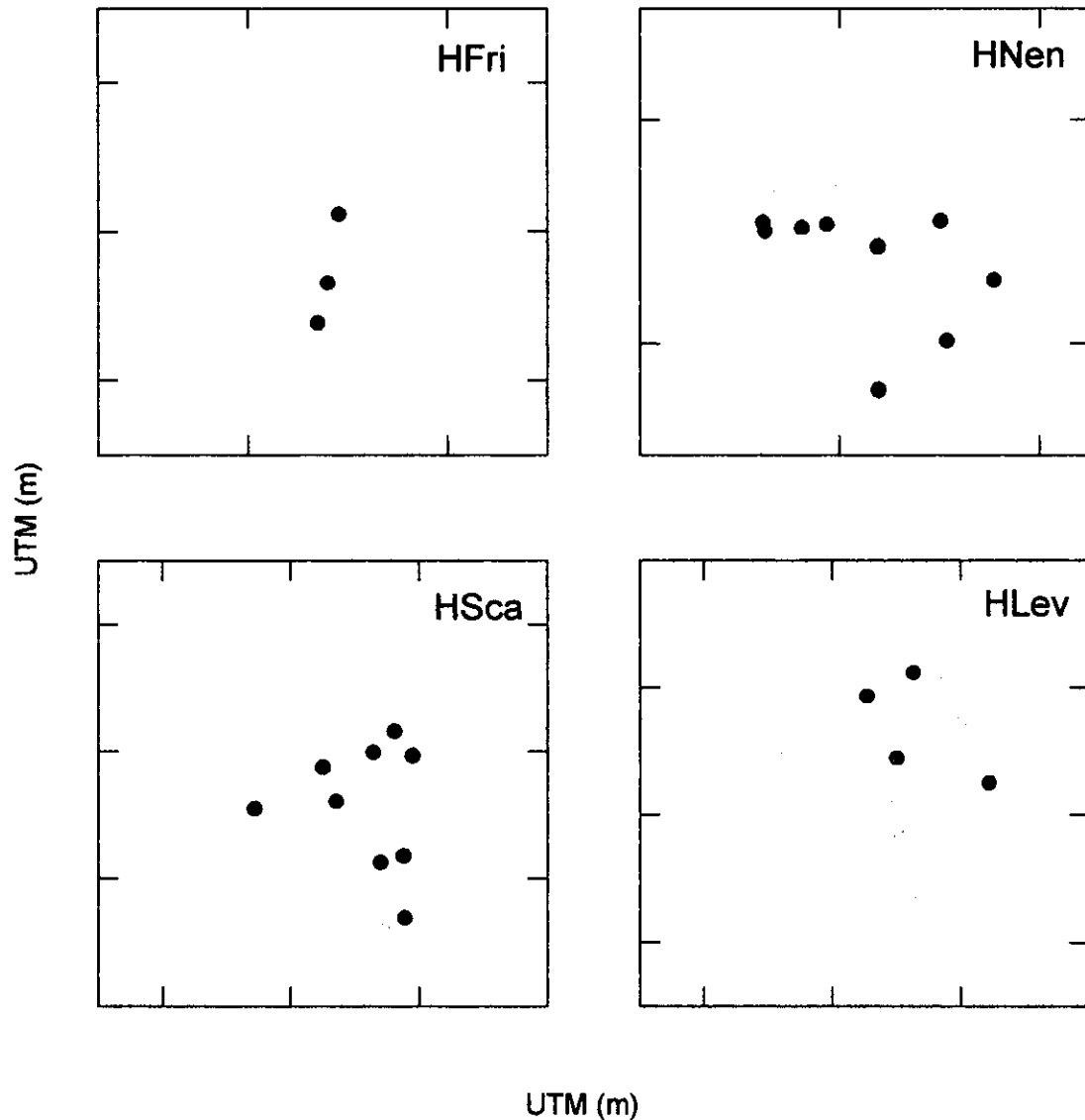


Fig. 22. Representación gráfica de las áreas de actividad y las áreas núcleo de los zorrillos pigmeos hembras. Las líneas sólidas corresponden al método ADK al 95% y las discontinuas, al método ADK al 50%. Los puntos representan las madrigueras de los organismos. Las marcas de los ejes representan 200 m y están en unidades UTM.

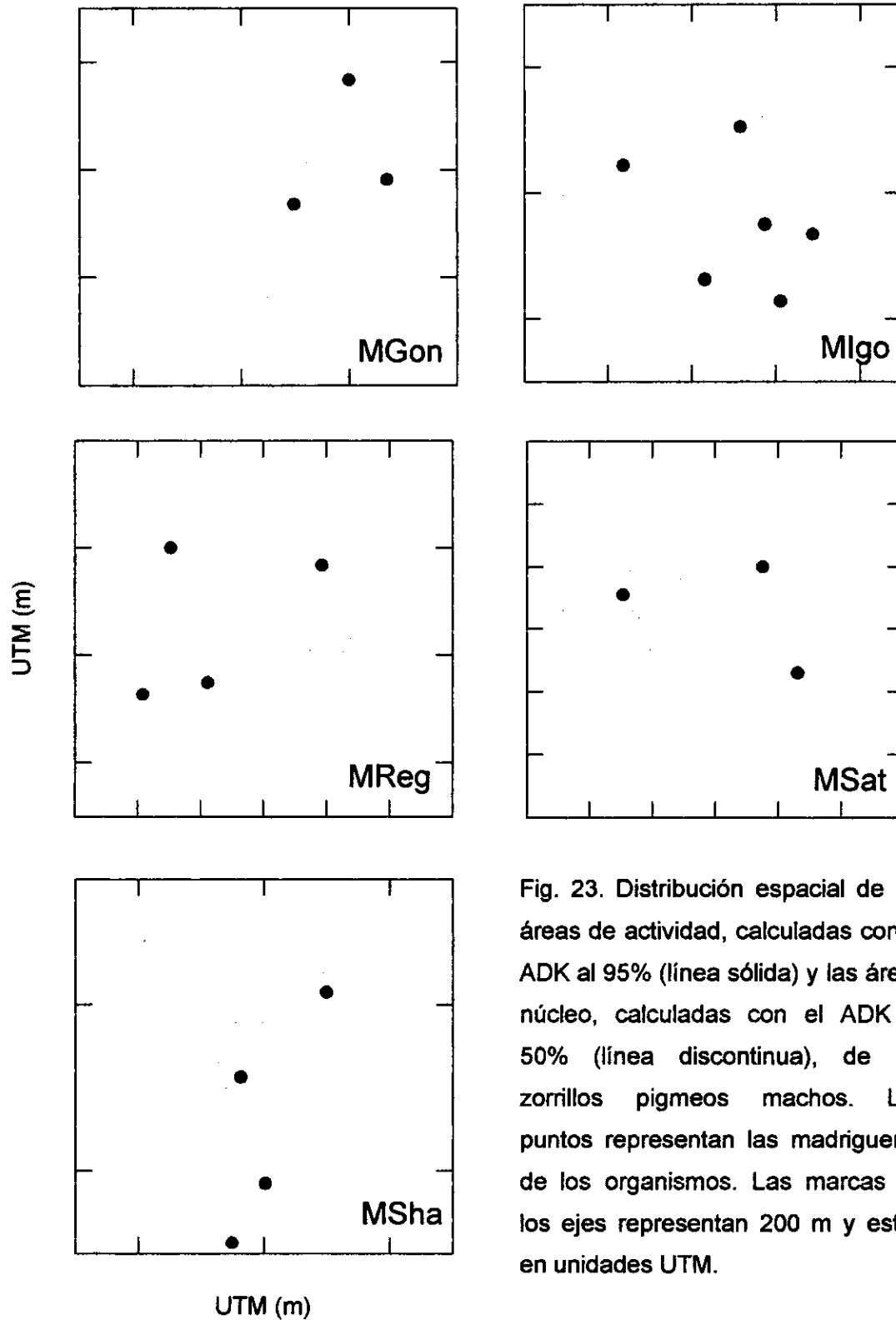


Fig. 23. Distribución espacial de las áreas de actividad, calculadas con el ADK al 95% (línea sólida) y las áreas núcleo, calculadas con el ADK al 50% (línea discontinua), de los zorrillos pigmeos machos. Los puntos representan las madrigueras de los organismos. Las marcas de los ejes representan 200 m y están en unidades UTM.

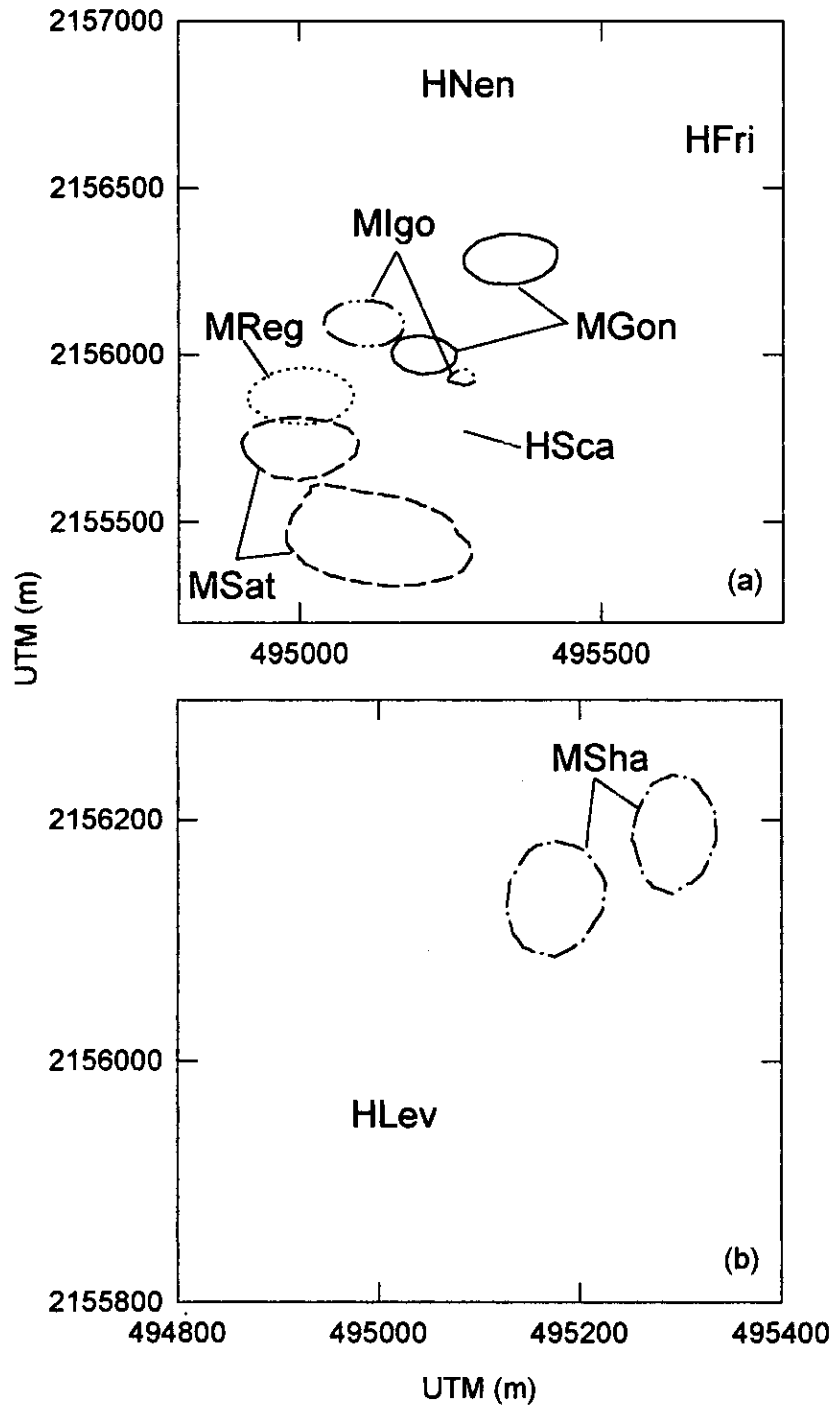


Fig. 24. Organización espacial de los zorrillos pigmeos simpátricos monitoreados de marzo a agosto de 1997 (a) y de noviembre a enero de 1998 (b). Las áreas núcleo fueron estimadas con el método Adaptado de Kernel al 50%.

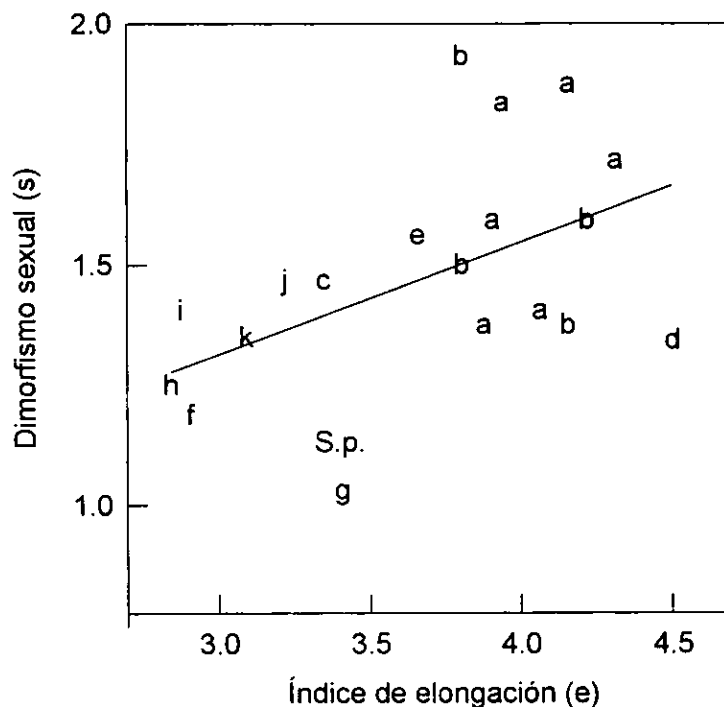


Fig. 25. Correlación entre la elongación "e" (longitud del macho dividida entre la raíz cúbica del peso del macho) y el dimorfismo sexual "s" (peso del macho entre el peso de la hembra). a = *Mustela* spp.: *M. altica*, *M. erminea*, *M. frenata*, *M. nigripes*, *M. nivalis*, *M. putorius*, *M. vison*; b = *Martes* spp.: *M. americana*, *M. martes*, *M. pennnati*, *M. zibellica*; c = *Gulo gulo*; d = *Poecilogale albinucha*; e = *Ictonyx striatus*; f = *Meles meles*; g = *Taxidea taxus*; h = *Mephitis mephitis*, *M. macroura*; i = *Spilogale putorius*; j = *Lutra lutra*; k = *Conepatus mesoleucus*; S.p = *Spilogale pygmaea*. La figura fue modificada de Powell (1979) y citas allí incluídas. Los datos para *Conepatus mesoleucus* y *Mephitis macroura* fueron añadidos utilizando los datos de Davis y Schmidly (1994) y López-González (com. pers).



VII. DISCUSIÓN

De los 23 zorrillos pigmeos capturados, la mayor parte mostró una predilección especial por el chorizo sobre otros cebos; la avena, crema de cacahuete y atún, utilizados con anterioridad por otros investigadores (Baker y Sánchez 1973), no funcionaron como atrayentes.

En este trabajo se presentan por primera vez algunos datos acerca del tamaño del área de actividad y la organización espacial del zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea*. Estas áreas se estimaron principalmente durante la época de secas, ya que no se capturaron zorrillos durante los meses húmedos del año. Como indican los resultados obtenidos, ninguno de los zorrillos conservó el collar por más de tres meses, por lo que no se realizaron comparaciones de los tamaños de las áreas de actividad entre las dos épocas del año.

El tamaño promedio del área de actividad para ambos sexos fue de 20.4 ha. Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, los machos exhibieron un área de actividad considerablemente más grande que el de las hembras. Una posible explicación a esta diferencia es el dimorfismo sexual en esta especie. Como ocurre con otros mustélidos, los machos de zorrillo pigmeo son más grandes que las hembras, por lo que se esperaría que ocuparan áreas más grandes o exhibieran movimientos más intensivos para satisfacer sus necesidades energéticas (McNab 1963). Se dice que el dimorfismo sexual tiene ciertas ventajas; se propone que las hembras pequeñas son favorecidas debido a que necesitan menos energía para su mantenimiento diario y probablemente son



más eficientes en la captura de presas pequeñas. Los machos grandes se ven favorecidos por la selección sexual y la capacidad de explotar más presas de diferentes tipos (Moors 1980).

El tamaño del área de actividad puede verse afectado por otros factores, como la productividad y la densidad de la biomasa del alimento, las cuales influyen fuertemente en el tamaño del área de actividad que un animal cubre regularmente (Lindstedt *et al.* 1986, Sanderson 1966). También el comportamiento y la interacción social afectan el tamaño del ámbito hogareño. Por ejemplo, el área de actividad de un carnívoro macho territorial puede incluir el de varias hembras; generalmente el área de actividad de los machos es más grande presumiblemente para incrementar su éxito reproductivo, aún cuando podría suponerse que las hembras necesitaran satisfacer requerimientos energéticos más altos, sobre todo en la época de crianza (Lindstedt *et al.* 1986). El área de actividad también puede variar en función de la estructura por edades dentro de la especie. Los organismos subadultos pueden dispersarse y ser forzados a vivir transitoriamente hasta que puedan establecerse socialmente; mientras esto ocurre, pueden vivir en hábitats subóptimos, por lo que necesitan más nutrientes para su desarrollo, lo que parece favorecer áreas de actividad más grandes (Gittlemann y Harvey 1982). Los métodos de investigación son otro factor que afecta el tamaño estimado del área de actividad. Gran parte de la variación encontrada en diversos estudios relacionados con el área de actividad se debe a una inconsistencia en el diseño de los muestreos y en el análisis de los datos. Por ejemplo, en el caso de los carnívoros, con la radio-telemetría se obtienen áreas de actividad más grandes



que con el método de captura-recaptura; el primer método, además, ha sido utilizado más extensamente en carnívoros de gran tamaño que en pequeños carnívoros. Por otra parte, los métodos empleados para la obtención de datos utilizando la radio-telemetría pueden afectar las estimaciones del área de actividad. Por ejemplo, el método del Polígono Mínimo Convexo, que es el más utilizado, incluye zonas dentro del área de actividad que no están siendo utilizadas por el organismo (Laundré y Keller 1984, Lindstedt *et al.* 1986, Powell 1994). Como resultado de lo anterior, se encontró que existe una gran variación en los tamaños de las áreas de actividad estimadas para otras especies de mustélidos de pesos similares al zorrillo pigmeo. Este organismo se ubicó en una posición intermedia con respecto a *Mustela erminea* y a *Mustela frenata* y mayor que *Mustela nivalis*, que es el carnívoro más pequeño. La mayor parte de los estudios de área de actividad realizados con estas especies han sido empleando el método de captura-recaptura, por lo que probablemente sus áreas de actividad estén subestimadas, ya que para *M. frenata* y *M. erminea* se esperarían áreas de actividad mayores debido a sus pesos y a la latitud en que se desarrollaron los trabajos. Alterio (1998) obtiene áreas de actividad mayores para *M. erminea*; en este trabajo se utilizó el método de radio-telemetría. Como para México no se encontraron trabajos acerca de la ecología de *M. frenata*, no se pueden comparar los resultados obtenidos en este estudio con organismos de latitudes similares a la del zorrillo pigmeo. Para las otras dos especies comprendidas dentro del género *Spilogale*, las áreas de actividad obtenidas hasta el momento han sido



considerablemente más grandes que las obtenidas para *Spilogale pygmaea*, lo cual era de esperarse debido al mayor tamaño de aquellas especies.

ÁREA DE ACTIVIDAD Y TAMAÑO CORPORAL

En este estudio se utilizó la fórmula propuesta por Lindstedt *et al.* (1986) para predecir el tamaño del área de actividad ocupada por *Spilogale pygmaea* con respecto a su peso. El tamaño corporal de un animal afecta virtualmente todos los aspectos de su morfología, fisiología y ecología. Es una de las características más obvias de los organismos, aunque también es una de las menos estudiadas. El área de actividad de un animal, al igual que otros parámetros ecológicos, está relacionada con el tamaño corporal (Lindstedt *et al.* 1986).

La energía neta que un animal consume es una función compleja de las adaptaciones nutricionales y la disponibilidad de alimento. No obstante, el área de actividad contiene un potencial finito de recursos energéticos que es proporcional a su superficie. Por lo tanto, el área de actividad es una medida de la energía disponible y, debido a que la tasa metabólica es una medida de la energía utilizada, el área en la cual un animal forrajea o caza debe ser linealmente proporcional a su tasa metabólica multiplicada por el tiempo (McNab 1963, Lindstedt *et al.* 1986). Para predecir el área de actividad de un organismo, no sólo el tamaño corporal debe tomarse en cuenta, sino también el nivel trófico, ya que de lo contrario, un organismo herbívoro tendría un área de actividad similar a la de un organismo carnívoro del mismo peso. Debido a que las áreas de actividad de los carnívoros son mayores que las de los herbívoros, el modelo utilizado en este estudio considera la diferencia en el tipo de alimentación y toma en cuenta



también la latitud geográfica, ya que existe una correlación negativa entre la productividad neta y el tamaño del área de actividad.

En el caso de *Spilogale pygamaea*, el modelo propuesto por Lindstedt *et al.* (1986), parece ser adecuado para determinar el área de actividad de este organismo, así como las diferencias entre las áreas de actividad de los machos y las hembras. Los machos de este zorrillo, como ya se mencionó, son más grandes que las hembras, por lo que con el modelo, sus áreas de actividad fueron más grandes. Sin embargo, el dimorfismo sexual no puede servir como una única explicación a la diferencia de tamaños en las áreas de actividad, ya que, como se discutió anteriormente, otros factores afectan el tamaño del área de actividad. De igual manera, este tipo de ecuaciones alométricas es útil para describir patrones, pero no son leyes predictivas. Estos modelos además, no toman en cuenta las variaciones individuales en los tamaños de las áreas actividad; el macho MSha, por ejemplo, tuvo un área de actividad pequeña con respecto a su peso; este organismo fue el más grande de todos los capturados durante el estudio pero su área de actividad fue sólo de 10.28 ha, a diferencia del macho MSat, quien ocupó un área de 55.27 ha y también era un macho grande, aunque más pequeño que MSha (Apéndice 1). Aunque no existe información precisa acerca de la reproducción de esta especie, se han capturado hembras preñadas de mayo a agosto (Baker y Sánchez 1973, Genoways y Jones 1968). El macho MSat, que al momento de su captura presentaba los testículos escrotados, fue monitoreado precisamente desde mayo hasta agosto; se ha sugerido que, para especies polígamas, los machos incrementan sus áreas de actividad durante la época de



apareamiento con el fin de encontrar hembras receptivas y abarcar las más que se puedan dentro de su área para maximizar el acceso a éstas (Sandell 1989, Gehrt y Fritzell 1997), lo cual podría explicar el gran tamaño del área de actividad encontrada para este zorrillo. En el caso de MSha, probablemente este macho se encontraba en un parche óptimo de vegetación y disponibilidad de alimento, ya que su área de actividad fue más pequeña que la calculada con el modelo. Este organismo comenzó a monitorearse después de la temporada de lluvias, por lo que probablemente los recursos disponibles durante esta época eran suficientes para cubrir sus necesidades en un área de actividad pequeña. Los datos obtenidos no fueron suficientes para detectar variaciones estacionales en los tamaños de las áreas de actividad de los organismos, pues como ya se mencionó, ninguno de ellos conservó el radio-transmisor por más de 3 meses. Por otra parte, es posible que se haya subestimado el área de actividad del macho MSha debido a un mal funcionamiento prematuro en el equipo de transmisión.

ORGANIZACIÓN ESPACIAL

Los organismos son territoriales sólo cuando existe un recurso limitante y cuando el costo de defensa es menor que el beneficio derivado de la territorialidad (Brown 1969, citado en Powell 1993); los factores más importantes que afectan el mantenimiento de territorios son el alimento, el hábitat y la actividad sexual (Powell 1979). Muchos carnívoros solitarios exhiben territorialidad intrasexual, la cual permite la sobreposición de las áreas de actividad de dos miembros de la misma especie pero del sexo opuesto. Se dice que el territorialismo intrasexual es posible debido a que el dimorfismo sexual permite que los dos animales competidores



tengan diferentes dietas, aunque varias hipótesis rechazan esta afirmación. Powell (1993) propone que los carnívoros exhiben territorialidad debido a que la distribución y disponibilidad del alimento, que es el recurso más limitado, no permite que exista tolerancia entre organismos con territorios individuales.

De los tres géneros de zorrillos, *Spilogale* parece ser, por su cuerpo alargado y pequeño (Kinlaw 1995), el más parecido a los miembros de la subfamilia Mustelinae. Los organismos pertenecientes a dicha subfamilia presentan una organización espacial típica, con una sobreposición intersexual intensa y una sobreposición intrasexual restringida, al menos para los machos (Powell 1979). Aún cuando las áreas de actividad de los machos se traslapen, en algunas especies existe además separación espacio-temporal, donde dos machos residentes no ocupan la misma región compartida al mismo tiempo (King 1975).

En mustélidos de otras subfamilias parece haber variaciones al patrón encontrado en la subfamilia Mustelinae, como es el caso del zorrillo rayado, *Mephitis mephitis*, y el zorrillo manchado, *Spilogale putorius*. En el caso de los zorrillos rayados, no se encuentra más de un macho dentro de la misma madriguera, pero sí es posible encontrar varias hembras con un macho (Allen y Shapton 1942). Larivière y Messier (1998) encontraron una extensa sobreposición en las áreas de actividad y áreas núcleo de hembras de *Mephitis mephitis*. Para los zorrillos manchados, Crabb (1948) encontró una extensa sobreposición en las áreas de actividad. Sin embargo, esta información no hace referencia a la organización espacial con respecto al sexo. Crooks (1994) encontró que varias hembras de *Spilogale gracilis* pueden encontrarse juntas en la misma madriguera,



pero no encontró nunca un macho ocupando simultáneamente una madriguera con otro macho. Es posible entonces que los machos sostengan territorios, mientras que las hembras presentan otro tipo de interacción, en donde probablemente existan relaciones familiares.

En el caso de *Spilogale pygmaea*, se observó una extensa sobreposición entre las áreas de actividad de los machos y de los machos con las hembras; sin embargo, se observó exclusividad en las áreas núcleo de los machos con respecto a otros machos. Los datos obtenidos para las hembras no permiten hacer todavía inferencias acerca las interacciones espaciales entre organismos de este sexo, pero los resultados obtenidos indican que los zorrillos pigmeos muestran cierta territorialidad intrasexual en lo que se refiere a los machos. Aunque no se pretende discutir el concepto de territorio o territorialidad, cabe mencionar aquí que el territorio se considera como el área de uso exclusivo (Pitelka 1959, *in* Jewell 1966), que puede implicar una prioridad en el acceso a los recursos y tal vez defensa (ya sea por agresión o por marcaje). En ocasiones un área núcleo puede ser un área exclusiva (Jewell 1966). El territorio es el área protegida del área de actividad, sea éste el área de actividad completa o únicamente el nido. El concepto de área de actividad es diferente del de territorio, aunque está relacionado. La densidad de la población puede influir en el tamaño del área de actividad y causar que coincida más cercanamente con el tamaño del territorio. El área de sobreposición es neutral y no constituye parte del más restringido territorio de los animales que poseen este atributo (Burt 1943). Para los mustélidos, los dos términos frecuentemente han sido utilizados indistintamente, por lo que al existir



heterogeneidad en el uso de estos conceptos, las comparaciones entre trabajos son difíciles de llevar a cabo.

Aunque las áreas núcleo de las hembras y de los machos simpátricos monitoreados de marzo a agosto no se superpusieron, las áreas núcleo del macho MSha y de la hembra HLev se superpusieron ampliamente. Además, cinco machos diferentes fueron capturados dentro del área de actividad de esta hembra. La mayor superposición de las áreas de actividad de las parejas de machos con hembras permiten inferir una mayor tolerancia entre sexos, por lo que se considera que este organismo, al igual que otros mustélidos, presentan superposición intersexual.

La superposición en las áreas de actividad de *Spilogale pygmaea* puede deberse a la productividad del hábitat. Existe una relación inversa entre la latitud y la productividad del ecosistema y, por lo tanto, con la densidad de presas (Whittaker 1970, citado en Gompper y Gittleman 1991). Cuando la productividad de los recursos excede los requerimientos energéticos de un animal, el alimento es tan abundante que el animal puede compartir su área de actividad y aún con ello satisfacer sus requerimientos energéticos (Powell 1994). Según Sandell (1989), para que las áreas de actividad sean exclusivas, los recursos alimentarios deben estar distribuidos uniformemente y ser estables para que un área lo suficientemente grande como para soportar a un animal durante los períodos críticos contenga alimento suficiente a través del año. Si los recursos alimentarios varían en el tiempo y el espacio, el área de actividad debe ser más grande para proveer al animal todo el tiempo. De lo anterior se deduce que se esperan áreas



exclusivas cuando los recursos alimentarios son estables y están distribuidos uniformemente, mientras que un sistema de áreas traslapadas ocurre cuando el alimento disponible varía en tiempo y espacio. En Chamela los cambios estacionales son muy marcados, por lo que puede esperarse variación en la disponibilidad de los recursos alimentarios entre la temporada de secas y de lluvias.

Para otras especies de mustélidos, como *Mustela nivalis*, se ha observado que las áreas de actividad individuales de los machos son exclusivas cuando la densidad poblacional es alta, y cuando la densidad es baja, es tolerable la sobreposición de las áreas de actividad de los machos, pero existe una separación temporal de los vecinos en el área compartida (King 1975, Lockie 1966, Powell 1979). Como no existen trabajos acerca de la densidad poblacional de *Spilogale pygmaea*, no se puede determinar cómo se ve afectada la organización espacial de este organismo con respecto a este factor.

Aunque no se reunieron datos suficientes como para poder llevar a cabo un análisis del uso del área de actividad, se observó que las áreas núcleo de las hembras estaban relacionadas con un mayor número de madrigueras que en el caso de los machos, donde éstas se encontraban más dispersas dentro de la superficie de su ámbito hogareño. Esto puede deberse a que las hembras de varias especies de carnívoros tienen como prioridad la obtención de recursos alimentarios y lugares adecuados para el desarrollo de las crías, mientras que los machos tratan de aumentar la probabilidad de copular con más hembras y evitar



que otros lo hagan, por lo que patrullan sus áreas de actividad más frecuentemente que las hembras (Sandell 1989, Buskirk y Lindstedt 1989).

Cuando un organismo desaparece en forma natural o experimental y un animal que no es residente se encuentra en los alrededores, éste inmediatamente se apodera del área vacante y establece límites similares (Lockie 1966). Durante este estudio se observó que al morir la hembra HScA, gran parte de su área de actividad fue ocupada por la hembra HLev, la cual no había sido capturada con anterioridad dentro o cerca del área ocupada por HScA, por lo que probablemente llegó después.

Según Powell (1979), para los mustélidos parecen existir correlaciones entre las estrategias alimentarias, los patrones espaciales, el dimorfismo en el tamaño corporal y el grado de elongación. Como se observa en el gráfico de la Fig. 25, los mustélidos con el cuerpo alargado y gran dimorfismo sexual en el tamaño corporal son miembros de la subfamilia Mustelinae, que además parecen tener claros territorios intrasexuales. Son además los mustélidos más carnívoros y tienen las tasas metabólicas más altas. Los zorrillos de los géneros *Mephitis* y *Conepatus* se muestran muy alejados de este patrón; son los más omnívoros de los mustélidos y parecen haber retenido las características primitivas de un ancestro común, probablemente un organismo de movimientos lentos e insectívoro/omnívoro. Los zorrillos manchados presentan mayor dimorfismo sexual en el tamaño corporal que los zorrillos rayados y son además más carnívoros, por lo que probablemente derivaron en una forma más ágil parecida a las comadreas (Dragoo *et al.* 1993), pero sus tasas metabólicas difieren de las de los organismos



más alargados de los mustélidos, como lo encontraron Knudsen y Kilgore (1990), en donde los zorrillos manchados (*Spilogale putorius*) presentaron tasas metabólicas 30.5% más bajas que las calculadas con la masa corporal. Parece ser que los miembros de la subfamilia Mustelinae y Lutrinae tienen tasas metabólicas más altas que las esperadas, mientras que los organismos pertenecientes a las subfamilias Mephitinae y Melinae tienen tasas metabólicas más bajas o iguales a las esperadas. Ambos subgrupos difieren marcadamente en la forma del cuerpo, los niveles de actividad y los hábitos alimentarios. Otra diferencia entre los zorrillos y otros mustélidos es la especialización de las glándulas anales para la defensa química, así como su elaborado comportamiento aposemático. Como otros animales aposemáticos, los zorrillos rayados (*Mephitis mephitis*) tienen un rango corto de habilidades sensoriales, por lo que la presencia de otros individuos es difícil de detectar a menos que se encuentre cerca (<15 m de distancia). Tan limitadas habilidades sensoriales pueden evitar la detección de intrusos y como consecuencia, prevenir una defensa territorial directa (Larivière y Messier 1996). Sin embargo, se ha observado que *Spilogale putorius* y otros miembros de este género son más rápidos, más alertas y más ágiles que otros zorrillos norteamericanos (Zeiner 1975, in Kinlaw 1995).

Spilogale pygmea presentó un índice de elongación mayor que el de otras especies de zorrillos, colocándose entre estos y las especies más alargadas de mustélidos. Sin embargo, al no existir todavía trabajos acerca de su alimentación, no es posible comparar este factor con lo encontrado para otras especies. En cuanto al dimorfismo sexual, éste no fue tan marcado como en otras especies de



mustélidos y fue menor incluso que el de las demás especies con excepción de *Taxidea taxus*. El zorrillo pigmeo se relacionó más que otras especies de zorrillos con los miembros de la subfamilia Mustelinae debido al grado de elongación, pero mostró claras diferencias en lo referente al dimorfismo sexual, por lo que, de ser correcta la correlación propuesta por Powell (1979), se espera que *Spilogale pygmaea* difiera de las especies de *Mustela* y *Martes* en cuanto a su organización espacial pero que exhiba comportamientos más parecidos a los miembros de estos géneros que las otras especies de zorrillos.

El tamaño de la muestra es pequeño, sin embargo es un avance en el estudio de la ecología del zorrillo pigmeo, el cual por sus características debe presentar cierto grado de territorialidad intrasexual al menos para los machos, lo cual puede comprobarse con los resultados obtenidos en este estudio, en donde las áreas de actividad de los machos se traslapan ampliamente pero las áreas núcleo son de uso exclusivo; esto es un indicativo de que al menos una porción del ámbito hogareño es defendida activamente. Por otra parte, la organización social de los carnívoros puede variar debido a factores ecológicos tales como la disponibilidad y dispersión de los recursos (Macdonald 1983), por lo que es necesario ampliar la duración de este estudio y aumentar el tamaño de la muestra para observar los cambios del área de actividad y la organización espacial del zorrillo pigmeo durante las diferentes épocas del año.



VIII. CONCLUSIONES

- a) El tamaño promedio del área de actividad de los zorrillos pigmeos en Chamela, Jalisco, fue de 20.4 ha, ubicándose en una posición intermedia con respecto a otros mustélidos de pesos similares como *Mustela erminea* y *Mustela frenata*.
- b) El tamaño del área de actividad de los zorrillos pigmeos machos fue más grande que el de las hembras, aunque no se observaron diferencias significativas.
- c) El modelo propuesto por Lindstedt *et al.* (1986) fue útil para determinar el área de actividad de este organismo, ya que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las áreas calculadas con el modelo y las obtenidas en el campo.
- d) Los organismos mostraron de 1 a 3 áreas núcleo dentro de sus áreas de actividad, las cuales fueron de uso exclusivo; las áreas núcleo de las hembras estuvieron relacionadas con un mayor número de madrigueras que en el caso de los machos.
- e) La sobreposición de las áreas de actividad fue menor entre individuos machos simpátricos y mayor entre sexos.



- f) Los resultados obtenidos hasta ahora indican que, para el caso de los machos, por lo menos una porción del área de actividad es defendida activamente contra otros machos, mientras que parece existir tolerancia de los machos hacia las hembras.



IX. LITERATURA CITADA

- ALLEN, D. L., AND W. W. SHAPTON. 1942. An ecological study of winter dens, with special reference to the eastern skunk. *Ecology* 23:59-68.
- ALTERIO, N. 1998. Spring home range, spatial organisation and activity of stoats *Mustela erminea* in a south island *Nothofagus* forest, New Zealand. *Ecography* 21:18-24.
- ANDERSON, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology* 63:103-112.
- BAKER, R. H. Y C. SÁNCHEZ. 1973. Observaciones sobre el zorrillo pigmeo manchado, *Spilogale pygmaea*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 44, Serie Zoología (1):61-64.
- BULLOCK, S. H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chámela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:5-17.
- BURT, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24:346-352.
- BUSKIRK, S. W. AND S. L. LINDSTEDT. 1989. Sex biases in trapped samples of Mustelidae. *Journal of Mammalogy* 70:88-97.
- CASARIEGO-MADORELL, A., C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ, M. G. HIDALGO-MIHART, A. DE VILLA-MEZA, E. MARTÍNEZ-MEYER, J. W. LAUNDRÉ Y A. GONZÁLEZ-ROMERO. 1996. Riqueza específica y abundancia relativa del orden Carnívora en la Estación de Biología Chamela: comparación de dos métodos. Pp. 83-93 in XIV Simposio sobre fauna silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México.



- CEBALLOS G. Y A. MIRANDA. 1986. Los mamíferos de Chamela. Instituto de Biología. UNAM. 436 pp.
- CEBALLOS G. AND D. NAVARRO. 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. Pp. 167-198 *in* M. A. Mares y D. J. Schmidly (eds.) Latin American Mammalogy. History, biodiversity, and conservation. University of Oklahoma Press, Norman and London. U. S. A.
- CRABB, W. D. 1948. The ecology and management of the prairie spotted skunk in Iowa. *Ecological Monographs* 18:202-232.
- CROOKS, K. 1994. Den site selection in the island spotted skunk of Santa Cruz Island, California. *The Southwestern Naturalist* 39:354-357.
- CROOKS, K. AND D. VAN VUREN. 1995. Resource utilization by two insular endemic mammalian carnivores, the island fox and island spotted skunk. *Oecologia* 104:301-307.
- DAVIS, W. B. AND D. J. SCHMIDLY. 1994. The mammals of Texas. Texas parks and wildlife. Nongame and urban program. Austin, Texas. 338 pp.
- DIXON, K. R. AND CHAPMAN, J. A. 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology* 61:1040-1044.
- DRAGOO, J. W., R. D. BRADLEY, R. L. HONEYCUTT AND J. W. TEMPLETON. 1993. Phylogenetic relationships among the skunks: a molecular perspective. *Journal of Mammalian Evolution* 1:255-267.
- DURAND, L. Y S. HERNÁNDEZ. 1996. Chamela-Cuixmala. CONABIO. Home page. <http://www.conabio.gob.mx/textos/chamela.htm>. 8 de mayo, última versión.



- GENOWAYS, H. H. AND J. K. JONES, JR. 1968. Notes on spotted skunks (Genus *Spilogale*) from Western Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 39, Serie Zoología (1):123-132.
- GEHRT, S. D. AND E. K. FRITZELL. 1997. Sexual differences in home ranges of raccoons. *Journal of Mammalogy* 78(3):921-931.
- GITTLEMAN, J. L. AND P. H. HARVEY. 1982. Carnivore home-range size, metabolic needs and ecology. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 10:57-63.
- GOMPPER, M. E. AND J. L. GITTLEMAN. 1991. Home range scaling: intraspecific and comparative trends. *Oecologia* 87:343-348.
- GONZÁLEZ-ROMERO A., C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ Y J. W. LAUNDRÉ. 1996. Ecología de pequeños carnívoros en un bosque tropical caducifolio y sus implicaciones en el mantenimiento de la diversidad biológica. El proyecto. Pp. 24-33 *in* XIV Simposio sobre fauna silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México.
- GREER, J. K. AND M. GREER. 1970. Record of the pygmy spotted skunks (*Spilogale pygmaea*) from Colima, Mexico. *Journal of Mammalogy* 51:629-630.
- GRZIMEK, B. 1990. Grzimek's encyclopedia of mammals. McGraw-Hill, Inc. Vol. 3, 643 pp.
- HARRIS, S., W. J. CRESSWELL, P. G. FORDE, W. J. TREWHELLA, T. WOOLLARD AND S. WRAY. 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.



- JANZEN, D. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystems. Pp. 130-137 in E. O. Wilson (ed.) Biodiversity. National Academic Press, Washington, D. C..
- JEWELL, P. A. 1966. The concept of home range in mammals. Symposia of the Zoological Society of London 18:85-100.
- KIE, J. G., J. A. BALDWIN AND C. J. EVANS. 1994. CALHOME. Home Range Analysis Program. Electronic User's Manual. 19 pp.
- KING, C. M. 1975. The home range of the weasel *Mustela nivalis* in an English woodland. The Journal of Animal Ecology 44:639-668.
- KING, C. M. 1990. The natural history of weasels. Comstock Publishing Associates. Ithaca, New York. 253 pp.
- KINLAW, A. 1995. *Spilogale putorius*. Mammalian Species, no. 511. 7 pp.
- KNUDSEN, K. L. AND D. L. KILGORE JR. 1990. Temperature regulation and basal metabolic rate in the spotted skunk, *Spilogale putorius*. Compare Biochemical Physiology 97:27-33.
- LARIVIÈRE, S. AND F. MESSIER. 1996. Aposematic behavior in the striped skunk, *Mephitis mephitis*. Ethology 102:986-992.
- _____ AND _____. 1998. Spatial organization of a prairie striped skunk population during the waterfowl nesting season. Journal of Wildlife Management 62(1):199-204.
- LARKIN, R. P. AND D. HALKIN. 1994. A review of software packages for estimating animal home ranges. Wildlife Society Bulletin 22:274-287.



- LAUNDRÉ, J. W. AND B. L. KELLER. 1984. Home-range size of coyotes: a critical review. *Journal of Wildlife Management* 48(1):127-139.
- LINDSTEDT, S. L., B. J. MILLER AND S. W. BUSKIRK. 1986. Home range, time, and body size in mammals. *Ecology* 67:413-418.
- LOA, E., L. DURAND Y H. BENITEZ. 1997. Regiones prioritarias para la conservación. (CONABIO/PRONATURA/WWF/FMCN/USAID/TNC/INE). CONABIO. Home page. <http://www.conabio.gob.mx/rpcm/rpcmdatos/.hts>. 13 de enero, última versión.
- LOCKIE, J. D. 1966. Territory in small carnivores. *Symposia of the Zoological Society of London* 18:143-165.
- LÓPEZ-FORMENT, W. Y G. URBANO. 1979. Historia natural del zorrillo manchado pigmeo, *Spilogale pygmaea*, con la descripción de una nueva subespecie. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 50, Serie Zoología (1):721-728.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. A., A. GONZÁLEZ-ROMERO AND J. W. LAUNDRÉ, 1998a. Range extension of the bobcat (*Lynx rufus*) in the tropical dry forest of the Mexican Pacific Coast. *The Southwestern Naturalist*.43:in press.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. A., A. GONZÁLEZ-ROMERO, J. W. LAUNDRÉ, L. CANTÚ-SALAZAR, M. HIDALGO-MIHART, A. DE VILLA-MEZA, E. MARTÍNEZ-MEYER AND M. A. CASARIEGO-MADORELL. 1998b. Field immobilization of pygmy spotted skunks from Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 34 (1): 186-189.



- LOTT, E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay region, Jalisco. Mexico. Occasional Papers of the California Academy of Sciences. 148 (60).
- MCCULLOUGH, C. R. AND E. K. FRITZELL. 1984. Ecological observations of eastern spotted skunks on the Ozark Plateau. Transactions of the Missouri Academy of Science 18:25-32.
- MACDONALD, D. W. 1983. The ecology of carnivore social behaviour. Nature 301:379-384.
- MARTÍNEZ, C. M. Y M. VARGAS. 1996. Artrópodos asociados al zorrillo manchado pigmeo Thomas. 1898 Carnívora: Mustelidae de Las Peñas, Michoacán México. Tercer Congreso de Mastozoología. Asociación Mexicana de Mastozoología. México.
- MARTÍNEZ-MEYER, E. 1997. Estudio ecológico del Ocelote (*Leopardus pardalis*) en la zona de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría. UNAM. México. 77 pp.
- MCNAB, B. K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. The American Naturalist 97:133-140.
- MINTA, S. C. 1993. Sexual differences in spatio-temporal interaction among badgers. Oecologia 96:402-409.
- MOORS, P. J. 1980. Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnívora): the roles of food habits and breeding systems. Oikos 34:147-158.
- NOWAK, R. M. 1991. Walker's mammals of the world. Fifth ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2:643-1629.



- POWELL, R. A. 1979. Mustelid spacing patterns: variations on a theme by *Mustela*.
Zeitschr. Tierpsych. 50:153-165.
- _____. 1993. Why do some carnivores exhibit intrasexual territoriality and what are the consequences for management? Pp. 268-273 in I. D. Thompson (ed.) Proceedings of the XXI Congress of the International Union of Game Biologists. Vol. 1. Canada.
- _____. 1994. Structure and spacing of *Martes* populations. Pp. 101-121 in S. W. Buskirk, A. S. Harestad, M. G. Raphael and R. A. Powell (eds.) Martens, sables, and fishers; biology and conservation. Cornell University Press, Ithaca, New York. 484 pp.
- RABINOWITZ, A. R. AND S. WALKER. 1991. The carnivore community in a dry tropical forest mosaic in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. *Journal of Tropical Ecology* 7:37-47.
- RAMÍREZ-BAUTISTA, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología No. 23. UNAM. México. 127 pp.
- SAMUEL, M. D. AND E. O. GARTON. 1985. Home range: a weighted normal estimate and tests of underlying assumptions. *Journal of Wildlife Management* 49:513-519.
- SÁNCHEZ, G. 1995. Ámbito hogareño y uso de hábitat del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Maestría. UNAM. México.



- SANDELL, M. 1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. Pp. 165-182 in J. L. Gittleman (ed.) *Carnivore: Behavior, Ecology and Evolution*. Chapman and Hall Press. London.
- SANDERSON, G. C. 1966. The study of mammal movements - a review. *Journal of Wildlife Management* 30:215-235.
- SCHREIBER, A., R. WIRTH, M. RIFFEL AND H. VAN ROMPAEY. 1989. Weasels, civets, mongooses, and their relatives: An action plan for the conservation of mustelids and viverrids. IUCN, Gland. 100 pp.
- SEDESOL. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*. Tomo CDLXXXVIII No. 10. México, D.F. 112 pp.
- STICKEL, L. F. 1954. A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *Journal of Mammalogy* 35:1-15.
- SWIHART, R. K. AND N. A. SLADE. 1985a. Influence of sampling interval on estimates of home-range size. *Journal of Wildlife Management* 49:1019-1025.
- _____ AND _____. 1985b. Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* 66(4):1176-1184.
- TESKA, W. R., E. N. BYBAK AND R. H. BAKER. 1981. Reproduction and development of the pygmy spotted skunk (*Spilogale pygmaea*). *The American Midland Naturalist* 105: 390-392.



APÉNDICE 1

Medidas somáticas, condición reproductiva y fechas de captura de los zorrillos pigmeos *Spilogale pygmaea* capturados en la Estación de Biología Chamela, entre marzo de 1997 y enero de 1998. La letra H corresponde a las hembras y la M, a los machos.

Zorrillo	Long. total	Long. pata			Peso	Condición reproductiva	Fecha de captura
		Long. cola	trasera	Long. oreja			
H Sca	204.7	70	28	15	144	Sin signos de repr.	17-mar-97
H Nen	204	75	29	20	150	Sin signos de repr.	18-mar-97
H Fri	245	58	26	15	170	Sin signos de repr.	28-mar-97
H Lev	204	50	30	20	165	Sin signos de repr.	7-nov-97
H Sei	241	74	32	21	165	Sin signos de repr.	9-nov-97
H Sie	260	60	32	20	170	Sin signos de repr.	30-nov-97
M Pac	250	60	34	20	167	Testículos escrotados	1-abr-97-
M Igo	255	65	31	20	175	Testículos escrotados	2-abr-97
M Gor	265	71	32	22	190	Testículos no escrotados	2-abr-97
M Cly	274	71	35	21	215	Testículos escrotados	7-may-97
M Reg	260	77	34	21	195	Testículos escrotados	9-may-97
M Chi	280	65	32	21	170	Testículos escrotados	10-may-97
M Gon	270	65	35	21	200	Testículos escrotados	12-may-97
M Hou	270	75	35	22	165	Testículos escrotados	19-may-97
M Sat	280	75	33	20	200	Testículos escrotados	22-may-97
M Ntr	175	65	32	20	158	Testículos no escrotados	25-oct-97
M Ncu	270	60	34	21	175	Testículos no escrotados	28-oct-97
M Tue	260	87	36	23	173	Testículos no escrotados	29-oct-97
M Nsi	255	60	34	21	165	Testículos no escrotados	30-oct-97
M Sha	280	70	30	20	225	Testículos no escrotados	3-nov-97
M Cua	260	67	34	20	160	Testículos no escrotados	6-nov-97
M Och	285	65	33	23	180	Testículos no escrotados	3-dic-98
M Nue	280	75	30	20	175	Testículos no escrotados	12-ene-98