

**ALGUNOS ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE DOS
ESPECIES DE ARDILLAS DEL GENERO *Spermophilus*
(RODENTIA: SCIURIDAE) EN UNA ZONA DE SIMPATRIA DEL
DESIERTO CHIHUAHUENSE**

ELIZABETH E. ARAGON P.

CLAUDE BAUDOIN.

Instituto de Ecología, A.C.
Unidad Durango
Apdo. Postal 632
34000, Durango, Dgo.
México

Université de Paris-Nord.
Laboratoire d' Ethologie et
Sociobiologie.
URA CNRS No. 667.
Av. Clément 93430
Villetaneuse, France.

RESUMEN

Se estudió el ciclo reproductivo, tamaño de camada, reclutamiento, desarrollo de juveniles y comportamiento reproductivo de *Spermophilus spilosoma* y *S. mexicanus* en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango durante 1986-1988. Se capturaron 267 *S. spilosoma* y 132 *S. mexicanus*. El ciclo reproductivo se inició después de la hibernación y duró de 3.5 a 4 meses, de abril a mediados de julio y mediados de agosto (apareamientos, gestación y nacimientos). Durante los apareamientos, *S. spilosoma* fué la especie más abundante y los machos mostraron una mayor movilidad. Las dos especies son monoéstricas. El tamaño de camada de *S. spilosoma* fué de 4.6 ± 0.4 (embriones) y 5.6 ± 1.4 (cicatrices placentarias) y el de *S. mexicanus* fué de 5 ± 0.8 y 4 ± 0.9 , respectivamente. El reclutamiento de juveniles fué a mediados de julio y aumentaron el 50% de su peso en un mes. La proporción sexual de jóvenes fué mayor para los machos de *S. spilosoma*. Los machos se distribuyeron de acuerdo a las hembras reproductivas.

ABSTRACT

The reproductive cycle, litter size, recruitment, juvenile growth and reproductive behavior of *Spermophilus spilosoma* and *S. mexicanus* were studied at the Mapimí Biosphere Reserve during 1986-1988. 267 *S. spilosoma* and 132 *S. mexicanus* were captured. Reproductive cycle occurred after hibernation, lasted 3.5 to 4 months from April to mid- July and mid- August. (breeding, gestation and parturition). During the breeding season *S. spilosoma* was more abundant and males had greater mobility. Both species are monoestrous. Litter size of *S. spilosoma* was 4.6 ± 0.4 (embryos) and 5.6 ± 1.4 (placental scars), and 5 ± 0.8 and 4 ± 0.9 for *S. mexicanus* respectively. Juvenile recruitment occurred during mid-July and these achieving 50% of total weight gain in one month. Juveniles sex ratio predominant were the males in *S. spilosoma*. The males were distributed in related at the reproductives females.

INTRODUCCION

El estudio de los sucesos reproductivos de las especies que habitan en zonas áridas ha sido de gran interés para conocer la forma de sobrevivencia de las poblaciones en ambientes impredecibles.

En la mayoría de las especies de ardillas terrestres los ciclos anuales, los sistemas de apareamientos y la reproducción mantienen una estrecha relación (Dobson, 1984). El ciclo anual de actividad es dedicado principalmente a la reproducción, representando un gasto energético mayor que podría emplearse en el crecimiento o mantenimiento de las especies. Se ha visto que los machos invierten la mayor parte de sus energías durante los apareamientos y las hembras durante el cuidado de la cría (Dobson, 1984; Michener, 1984). En especies que hibernan, el período de actividad es muy limitado por lo que generalmente sólo tienen un parto anual (Dobson, 1984), mientras que las especies que no hibernan pueden tener varios partos durante el año (Ceballos y Galindo, 1984; Murie y Michener, 1984).

Los sistemas de apareamiento son las estrategias de comportamiento utilizadas para la obtención de parejas, en los cuales el número de machos adquiridos, el vínculo de unión, el patrón parental y las características del cuidado parental son determinantes en el éxito reproductivo de las especies. Se clasifican de acuerdo al sexo limitante y la manera en que son obtenidas las parejas (Dobson, 1984; Eisenberg, 1981). En las ardillas terrestres se presenta la monogamia y la poliginia. Esta última es la más común, los machos tienen el acceso a varias hembras quienes son el sexo limitante y el cuidado parental es exclusivo de las hembras (Orians, 1969), por lo tanto, la selección de parejas es rigurosa contribuyendo así a incrementar la aptitud genética de las especies.

Los ciclos anuales están regulados bajo un control endógeno e influenciado por diferentes factores ambientales (principalmente las precipitaciones) y, por lo tanto, por la disponibilidad de recursos (Pengelley y Asmundson, 1971; Yahner y Svendsen, 1978; Zammuto y Millar, 1985). Esto tiene grandes implicaciones en los sucesos reproductivos, ya que la mayoría de las especies son monoéstricas estacionales, el cortejo y los apareamientos se inician pocas semanas después de la emergencia y las crías nacen a finales de primavera o principios del verano (Dobson, 1984; Michener, 1984), es decir, la reproducción ocurre cuando las variaciones ambientales son menos intensas y se incrementa

la disponibilidad de recursos para las crías. Asimismo, los patrones de comportamiento más consistentes en el género *Spermophilus* son que las hembras frecuentemente son más agresivas y quizá territoriales durante la gestación y lactancia (McLean, 1982).

Las especies de ardillas terrestres *Spermophilus spilosoma* y *S. mexicanus* ya han sido estudiadas y se ha visto que tienen un período de actividad largo y uno inactivo en un medio semidesértico en donde los recursos alimentarios presentan patrones de distribución y dispersión diferentes al de las ardillas terrestres más septentrionales (Heaney, 1984). Ambas especies muestran una gran similitud en su ciclo anual; sin embargo, presentan diferencias marcadas en su abundancia, ya que *S. spilosoma* sobrepasa a *S. mexicanus* en una proporción de 2:1 (Aragón, 1988). Asimismo, los datos sobre la distribución amplia y mayor especialización en zonas áridas de *S. spilosoma* y el reciente registro de *S. mexicanus* en el Desierto Chihuahuense, así como las respuestas a los cambios de temperaturas para hibernar parecen indicar que *S. mexicanus* es de reciente aparición en la Reserva (Baudoin y Arnaud, 1988; Baudoin *et al*, 1990). Por lo tanto, se espera que la estrategia reproductiva de las ardillas terrestres en desiertos será invertir la mayor parte de sus actividades en los sucesos reproductivos incrementando así la aptitud genética individual y el éxito reproductivo de las poblaciones de acuerdo a las condiciones ambientales extremas y de manera más especializada en *S. spilosoma*.

Este estudio aporta información sobre la biología y los sucesos del ciclo reproductivo, algunos aspectos relacionados con la organización espacial y la organización social durante los apareamientos y gestación de dos especies de ardillas simpátricas con el fin de conocer sus estrategias reproductivas en el Desierto Chihuahuense.

AREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biósfera de Mapimí con una superficie de 172,000 Ha (Montaña, 1988) esta situada en la parte central del Desierto Chihuahuense. Se localiza en el vértice de los límites políticos de los Estados de Durango, Chihuahua y Coahuila entre los paralelos 26° 29' y 26° 59' de latitud norte y los 103° 58' y 103° 32' de longitud oeste, con una altitud de entre 1,100 y 1,350 msnm (Martínez y Morello, 1977).

El clima corresponde al tipo Bwhw(e), clima muy seco o árido en el que la evaporación supera a la precipitación, es semicálido con inviernos frescos y con régimen de lluvias de verano (García, 1988). La temperatura promedio anual (1978 a 1983) es de 20.8 °C. La precipitación media anual es de 263.3 mm con una marcada irregularidad entre los años (Cornet, 1984). Los años de estudio se caracterizaron por ser muy lluviosos, 407 mm en 1986 (picos máximos en julio con 129.6 mm y septiembre con 79.1 mm) y 324 mm en 1987 (picos máximos en agosto con 104.7 mm y septiembre con 74.8 mm).

La vegetación corresponde a un matorral xerófilo propio de las comunidades arbustivas de las zonas áridas o semiáridas (Rzedowski, 1978). Esta vegetación posee una gran cantidad de endemismos y de especies arbustivas micrófilas que le dan la fisonomía de matorral. Incluye a los matorrales rosetófilos (magueyal, *Agave asperrima*), crasicaule (nopalera, *Opuntia* ssp.), micrófilo inerme (gobernadora, *Larrea tridentata*) así como grandes extensiones ocupadas por pastizal de sabaneta (*Hilaria mutica*). El estudio se realizó en la unidad fisonómico florística denominada "Nopalera" (*Opuntia rastrera*) (Martínez y Morello, 1977), que es considerada la de mayor riqueza y diversidad florística, así como también la zona con mayor diversidad de vertebrados y en particular de roedores (Grenot y Serrano, 1980).

METODOLOGIA

Se capturaron 399 ardillas, 67 *S. spilosoma* y 21 *S. mexicanus* por medio de la remoción de individuos y 200 *S. spilosoma* y 89 *S. mexicanus* por la captura y recaptura de los individuos. Se utilizaron trampas "Sherman" plegables de aluminio de 75 X 90 X 230 mm, cebadas con avena. Los muestreos se hicieron en cuadrantes con remoción de individuos (10 días de trampeo) y en cuadrantes fijos con la captura-recaptura de animales (de 3 a 5 días) con revisiones cada dos horas (Cuadro 1). El marcaje se realizó mediante la ectomización de falanges según un código establecido y se les colocó en las orejas aretes numerados.

Las condiciones reproductivas se analizaron por dos métodos para definir el ciclo reproductivo: 1) disección de las ardillas removidas (animales adultos o subadultos, principalmente) y, 2) observación de los caracteres sexuales secundarios de los ejemplares capturados y recapturados en el campo. Las categorías de edad se determinaron principalmente por las características reproductivas de los individuos, el peso y el tamaño del cuerpo. En *S. spilosoma* los juveniles

Cuadro 1. Número total de sitios de trapeo utilizando dos muestreos diferentes sobre cuadrantes (remoción y captura- recaptura). El número entre paréntesis indica las estaciones de trapeo.

F E C H A	REMOCION		CAPTURA-RECAPTURA	
	1.44 Ha (49)	1.0 Ha (72)	2.56 Ha (81)	5.76 Ha (98)
6-12 Sep 86	1	2	1	0
17-28 Oct 86	0	2	1	0
27 Feb-10 Mar 86	0	0	1	2
1-21 May 87	2	0	1	2
10-21 Jul 87	1	0	1	2
14-25 Ago 87	1	0	1	2
18-30 Sep 87	2	0	1	2

fueron agrupados en un intervalo de peso 30 y 70 g, los subadultos entre los 71 y 90 g y los adultos tuvieron un peso mayor a los 91 g. En *S. mexicanus* los juveniles pesaron entre 30 y 70 g, los subadultos entre 71 y 100 y los pesos mayores de 101 fueron considerados adultos.

Las hembras se consideraron reproductivas si presentaron la vagina activa (turgente), tetas desarrolladas o falta de pelo alrededor de éstas en forma de semicírculos (lactantes), por la presencia de embriones o el abdomen aumentado de tamaño (preñada) y por la existencia de cicatrices placentarias en los oviductos (lactantes o postlactantes). En los machos se tomó en cuenta la posición de los testículos (escrotados, inguinales o abdominales), considerándolos activos reproductivamente por presentarlos escrotados e incrementados de tamaño, por la presencia del epidídimo convolulado y por la vesícula seminal aumentada de tamaño y, de manera secundaria se consideraron las características del pelaje.

El tamaño de camada (número de crías nacidas) se determinó por el número de embriones y por el número de cicatrices placentarias en las hembras disectadas. También se determinó el período del reclutamiento de los juveniles por su aparición en las capturas.

La tendencia en la organización espacial de las poblaciones durante los apareamientos se analizó por medio de los desplazamientos y áreas de actividad estimadas a partir de las distancias promedio entre recapturas y con el método de línea incluida (Stickel, 1954).

Por último, se realizaron interacciones interespecificas e intraespecificos mediante encuentros de individuos diferentes capturados en el campo provocados en terrarios experimentales en el laboratorio, obteniendo un total de 19 encuentros de 10 minutos cada uno durante junio y julio de 1988:

a) Interacción intraespecifica y heterosexual.

macho *S. pilosoma* - hembra *S. mexicanus* 5 casos

macho *S. mexicanus* - hembra *S. mexicanus* 3 casos

b) Interacción intraespecifica y homosexual.

macho *S. pilosoma* - macho *S. pilosoma* 2 casos

hembra *S. pilosoma* - hembra *S. pilosoma* 2 casos

macho *S. mexicanus* - macho *S. mexicanus* 2 casos

c) Interacción interespecífica (homosexual y heterosexual).

macho *S. spilosoma* - macho *S. mexicanus* 4 casos

macho *S. spilosoma* - hembra *S. mexicanus* 1 caso

De acuerdo a la clasificación de Arnaud (1988), los comportamientos observados fueron los siguientes :

De base.- inmovilidad, locomoción, exploración, baño y excavación.

De marcaje y reconocimiento de un congénere.- frotamiento de una parte del cuerpo sobre el suelo, olfateos, reconocimiento.

Cohesivos.- Se recarga uno de los individuos sobre el otro.

Agonísticos.- En contacto parados cara a cara, ataques, desplazamientos sobre el cuerpo del congénere, defensa, huida.

RESULTADOS

El total de animales capturados fueron 267 *S. spilosoma* y 132 *S. mexicanus* ($U = 187.5$, $P = 0.02$) con un esfuerzo de trapeo de 8370 trampas/día y una eficiencia de trapeo anual de 22.5% y 10.43%, respectivamente para cada especie, observándose una mayor cantidad de juveniles y de toda la población mensual de la primera especie (Cuadro 2).

Ciclo reproductivo de *Spermophilus spilosoma*.

En los cuadrantes de remoción se observó que el mayor porcentaje de animales sexualmente activos se presentó en mayo (Figura 1); en el que un alto porcentaje de hembras fueron receptivas (60%), las restantes estaban preñadas y todos los machos presentaron los testículos escrotados. En julio, la mayoría de las hembras fueron lactantes (75%) disminuyendo en agosto (37.5%) y se registró un bajo porcentaje de postlactantes en septiembre (16.7%). El número de hembras sin indicios de actividad reproductiva aumentó a partir de julio hasta septiembre, coincidiendo con el período de mayor reclutamiento de juveniles y con la presencia de subadultos. En julio hubo una disminución notable de machos con los testículos escrotados (25%) y un 25% aparecieron con las gónadas en regresión marcada, esto es, testículos en posición inguinal y disminuidos de tamaño; el 50% presentaron los testículos abdominales, coincidiendo lo anterior con el incremento de juveniles y subadultos. En los dos

Cuadro 2. Composición sexual de los juveniles y del total de animales capturados mediante los muestreos por remoción y captura-recaptura en Mapimí, Durango.

M E S	<i>Spermophilus spitosoma</i>		<i>Spermophilus mexicanus</i>	
	Juveniles	Total	Juveniles	Total
Remoción				
Septiembre 86	11(7,4)	23(14,9)	6(2,4)	18(10,8)
Mayo 87	0	13(8,5)	0	4(1,3)
Julio 87	3(2,1)	8(4,4)	3(2,1)	7(4,3)
Agosto 87	6(3,3)	16(8,8)	6(3,3)	9(4,5)
Septiembre 87	1(0,1)	7(1,6)	4(2,2)	5(2,3)
Total	21(12,9)	67(35,32)	19(9,10)	43(21,22)
Captura-Recaptura				
Septiembre 86	20(13,7)	31(19,12)	6(4,2)	13(6,7)
Octubre 87	2(2,0)	49(23,26)	1(0,1)	10(5,5)
Febrero 87	-	1(0,1)	-	1(0,1)
Mayo 87	-	52(32,20)	-	19(9,10)
Julio 87	4(2,2)	26(15,11)	2(1,1)	9(4,5)
Agosto 87	4(1,3)	23(14,9)	12(7,5)	18(9,9)
Septiembre 87	3(3,0)	18(9,9)	6(3,3)	19(9,10)
Total	33(21,12)	200(112,88)	27(15,12)	89(42,47)
TOTAL	267(147,120): 132 (63,69)			

meses posteriores (agosto y septiembre) predominaron los machos no reproductivos.

En julio en las parcelas de captura-recaptura se encontraron todavía hembras gestantes, lactantes y pocas postlactantes incrementándose las lactantes en agosto. Hubo machos con los testículos escrotados en mayo y éstos predominaron en julio, aunque algunos presentaron gónadas de tamaño menor en comparación con los animales de mayo, características que sugieren un intervalo más amplio de los períodos del ciclo reproductivo en comparación con la información obtenida de los animales removidos (Figura 1).

Con base en las características anteriores y en la duración del período de gestación de aproximadamente 28 a 30 días (Streubel, 1975), se pudo definir la época reproductiva de la especie en los siguientes períodos:

Apareamientos: Antes de mayo a mediados de julio.

Gestación: Mediados de mayo a mediados de julio.

Nacimientos: Mediados de junio a mediados de agosto.

Lactancia: Mediados de junio a finales de septiembre.

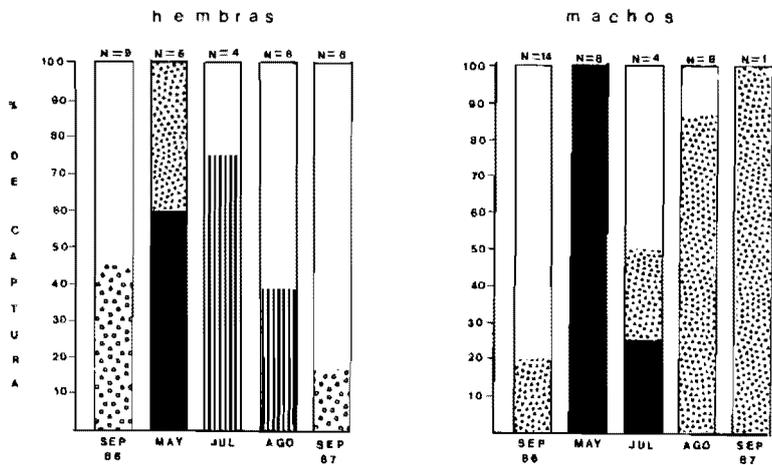
Postlactancia: Mediados de julio a finales de octubre.

El tamaño de camada fué de 4.67 (error estándar = 0.35) con un intervalo de 4 a 5 considerando el número de embriones encontrados, y de 5.6 (error estándar = 1.4) con un intervalo de 4 a 11 cuantificando el número de cicatrices placentarias.

Ciclo reproductivo de *S. mexicanus*.

Los datos de esta especie son menos precisos que los de *S. spilosoma* debido al menor número de individuos capturados, consecuencia de su menor abundancia (Figura 2). De las parcelas de remoción se obtuvo lo siguiente: en mayo sólo se encontraron cuatro individuos de los cuales dos hembras estaban preñadas, una hembra no reproductiva y un macho con los testículos escrotados. En julio se registró un alto porcentaje de hembras lactantes (66.7%), disminuyendo en agosto (40%) hasta presentar sólo ejemplares postlactantes en el muestreo de septiembre (33.3%). A partir de mediados de julio los machos tuvieron los testículos en posición inguinal ($n = 4$) y el resto los tuvieron abdominales, en los siguientes meses todos los presentaron abdominales. También se observó que el número de animales no reproductivos se incrementó de julio a septiembre,

R E M O C I O N



C A P T U R A — R E C A P T U R A

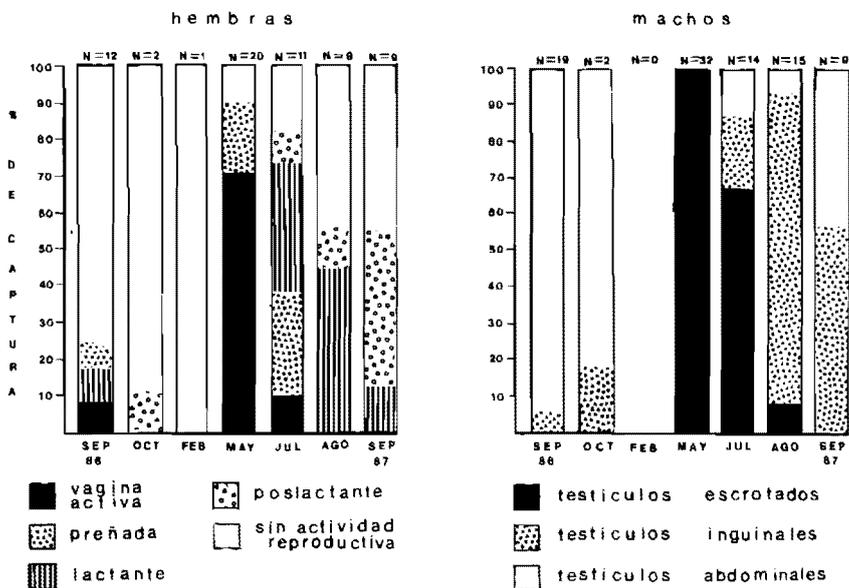


Figura 1. Condición reproductiva de ambos sexos de *Spermophilus spilosoma* en los cuadrantes de remoción y de captura-recaptura en la Reserva de Mapimí.

coincidiendo esto con la presencia de jóvenes que se añadieron a la población.

Las hembras capturadas y recapturadas mostraron ser receptivas en mayo y solo existieron individuos lactantes y postlactantes en septiembre (Figura 2). Los machos capturados en mayo presentaron los testículos escrotados y en julio escrotados pero disminuidos de tamaño. Con base en lo anterior y considerando que el período de gestación es de 28 a 30 días aproximadamente (Davis, 1974; Matocha, 1968) se dividió el ciclo reproductivo de la siguiente manera:

Apareamientos: Antes de mayo a mediados de julio.

Gestación: Medios de mayo a mediados de junio.

Nacimientos: Medios de junio a mediados de julio.

Lactancia: Medios de junio a finales de septiembre

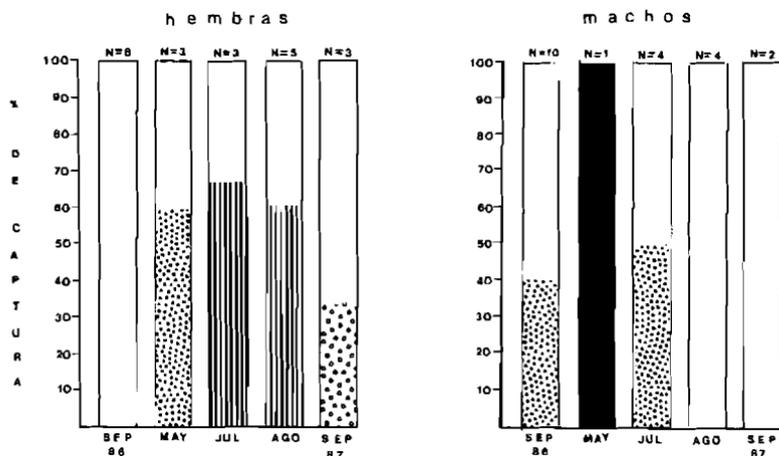
Postlactancia: Todo septiembre.

El tamaño promedio de camada fue de 5 (error estándar = 0.84) con un intervalo de 2 a 7 individuos basándose en el número de embriones y 4 (error estándar = 0.92) con un intervalo de 2 a 6 según el número de cicatrices placentarias.

El ciclo reproductivo de ambas especies se resume en la figura 3. Las dos especies presentaron un período de reproducción con una duración de 3.5 a 4 meses, de abril a mediados de julio y agosto (apareamientos, gestación y nacimientos), siendo el período de postlactancia más prolongado en *S. spilosoma*. Ambas especies son monoéstricas estacionales y se reproducen al siguiente año del nacimiento inmediatamente después de la hibernación, tal como se encontró en las hembras recapturadas nacidas poco antes de la hibernación y que estuvieron preñadas o fueron lactantes al siguiente año. Sin embargo, se capturó una hembra de *S. mexicanus* en mayo que pesó 90 g y estaba preñada (2 embriones), presentando aún características externas similares a las de un juvenil o subadulto, por lo que probablemente fue una hembra que nació poco antes de la hibernación y alcanzó la madurez sexual rápidamente. Por otro lado, todos los machos de ambas especies que tuvieron los testículos escrotados presentaron el epidídimo convolulado y la vesícula seminal aumentada de tamaño, lo cual indicó que eran maduros. (Figura 3)

El reclutamiento de juveniles ocurrió de mediados de julio a mediados de septiembre en ambas especies, esto es, los animales recién nacidos permanecieron en las madrigueras un mes (Cuadro 1). La proporción sexual de los jóvenes fue favorable para los machos de *S. spilosoma* (1.57:1, n = 54) y casi se igualó en *S. mexicanus* (1.09:1, n = 46).

R E M O C I O N



C A P T U R A — R E C A P T U R A

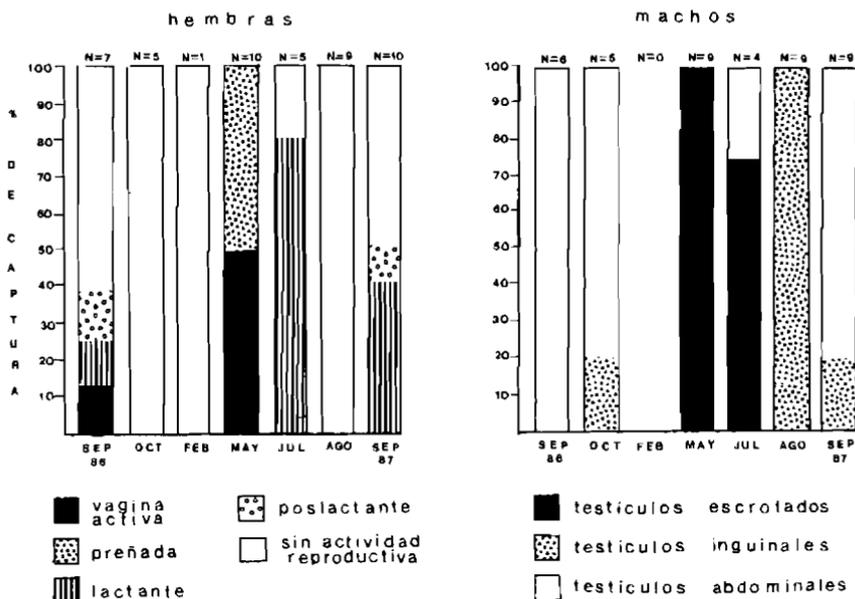


Figura 2. Condición reproductiva de ambos sexos de *Spermophilus mexicanus* en los cuadrantes de remoción y de captura-recaptura en la Reserva de Mapimí.

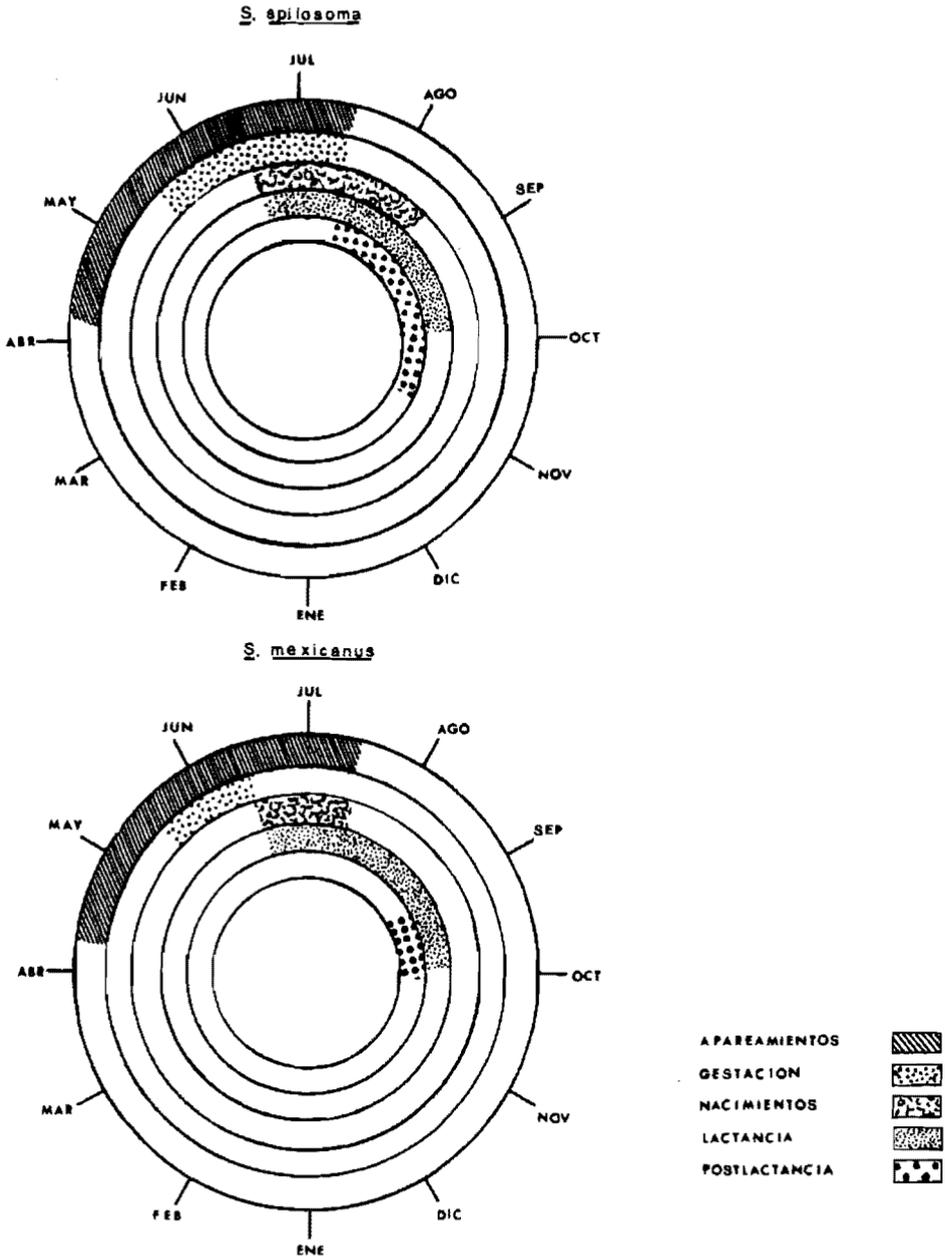


Figura 3. Ciclo reproductivo (1986-1987) de dos especies de *Spermophilus* en Mapimí, Durango.

Los juveniles de las dos especies incrementaron de peso rápidamente de un mes a otro después del nacimiento y emergencia de sus madrigueras, esto se monitoreó con las recapturas; los juveniles de *S. spilosoma* pesaron al emerger entre 26 y 30 g y aumentaron de 35 a 50% de su peso en un mes (n = 5). En *S. mexicanus* el peso fué de 30 g y lo incrementaron un 50% en un mes (n = 2).

La tendencia en la organización espacial de ambas especies durante el período de los apareamientos fué para mayo y julio : *S. spilosoma* fué más abundante que *S. mexicanus* (2:1, n = 65) y presentó diferencias significativas en los desplazamientos promedio de ambos sexos, siendo éstos mayores en los machos (68.6 ± 9.63 m, n = 16) que en las hembras (32.2 ± 8 m, n = 12) (Mann-Whitney, U = 149, P = 0.0135), pero las áreas de actividad promedio no resultaron significativamente diferentes (4900 ± 605 m², n = 32) (U = 50.5, P = 0.127). *S. mexicanus* no mostró diferencias ni en los desplazamientos (U = 10.5, P = 0.108, n = 7) ni en las áreas de actividad (U = 8.5, P = 0.381), n = 7), siendo el promedio 64 ± 10.2 (n = 15) y 5866.8 ± 946.2 m² (n = 12), respectivamente.

Durante septiembre de 1986 se removieron 23 individuos de *S. spilosoma* y 16 de *S. mexicanus* en 2.56 Ha. Posteriormente los animales recapturados mostraron que las hembras de ambas especies tendieron a permanecer en este sitio mientras que los machos fueron transitorios; se recapturaron por mes 5 hembras (2 adultas, 2 subadultas y 1 juvenil) y 3 machos (2 juveniles y 1 subadulto) de la primera especie durante todo el ciclo anual y 8 hembras con 10 recapturas (3 juveniles de las cuales 2 pasaron a ser subadultas, 3 subadultas con una que pasó a ser adulta y 2 adultas) y 1 macho subadulto de la segunda. Las recapturas durante dos o más muestreos de *S. spilosoma* fueron sólo 2 hembras y las 7 hembras capturadas fueron reproductivamente activas, mientras que las recapturas de *S. mexicanus* fueron 5 hembras y un macho.

Por último, se observaron las siguientes pautas de comportamiento:

a) Interacciones intraespecíficas y heterosexuales.

Las hembras de *S. spilosoma* presentaron mayor frecuencia de reconocimientos del congénere (3.2 ± 1.8), comportamientos agonísticos, principalmente ataques (1.8 ± 0.6) y de base (1.8 ± 0.6); mientras que en los machos predominaron los comportamientos agonísticos de rechazo (6.6 ± 2.6) y con menor frecuencia los de base (1.4 ± 0.2) (n = 5). Las hembras de *S. mexicanus* tuvieron mayores ataques como comportamiento agonístico (7.7 ± 3.8), de reconocimiento de congéneres y de marcajes de espacio (1.3 ± 0.9); mientras

que en los machos predominó el comportamiento agonístico, principalmente de huida y rechazo (3 ± 1.5) y los de base (0.3 ± 0.3) ($n = 3$).

b) Interacciones intraespecíficas y homosexuales.

Entre los machos de *S. spilosoma* se observó que los individuos con los testículos más grandes tuvieron comportamientos de reconocimiento del congénere (5 ± 0) y de base (0.5 ± 0.5) principalmente; mientras que en los individuos con testículos de menor tamaño predominaron los comportamientos agonísticos de rechazo (1.5 ± 1.5), seguidos por los de reconocimiento del congénere (1 ± 1) y de los de base (2 ± 0) ($n = 2$). En *S. mexicanus* se observó que el macho con los testículos más desarrollados presentó una mayor frecuencia de reconocimientos del congénere (3.5 ± 2.1), comportamientos agonísticos principalmente de ataques (2 ± 0) y de base (1 ± 1); mientras que en los machos con testículos de menor tamaño predominaron los comportamientos agonísticos de rechazo (2.5 ± 2.5), seguidos de los de reconocimiento del congénere (2 ± 2) y por último de los de base (0.5 ± 0.5) ($n = 2$).

En las interacciones entre hembras de *S. spilosoma* se observó que las adultas lactantes permanecieron inmóviles durante todo el tiempo; mientras que las juveniles presentaron con frecuencia los de reconocimiento del congénere (4.5 ± 3.5), los cohesivos (3 ± 1) y los de base (4 ± 4) ($n = 2$).

c) Interacciones interespecíficas (homosexuales y heterosexuales).

En las interacciones entre machos, *S. spilosoma* presentó mayor frecuencia de comportamiento agonístico de rechazo (13 ± 4), seguidos de los de base (1 ± 0.7) y de los de reconocimiento (0.5 ± 0.5); mientras que en *S. mexicanus* predominaron los comportamientos de base (4 ± 2.4), los agonísticos de ataque (3 ± 1.4) y con menor frecuencia los de reconocimiento del congénere (2 ± 1.1) ($n = 4$).

En el caso de interacción interespecífica y heterosexual, una hembra de *S. spilosoma* presentó 6 comportamientos de base (exploratorio e inmovilidad) y 4 agonísticos (rechazo); mientras que el macho de *S. mexicanus* tuvo 5 ataques, los comportamientos de base fueron 3 exploratorios y 1 excavación, en dos ocasiones se presentó reconocimiento del congénere ($n = 1$).

Sin embargo, en ninguna de las interacciones se encontraron diferencias significativas al aplicar pruebas de "ji" cuadrada con $P < 0.05$.

DISCUSION

En ambas especies de ardillas terrestres el ciclo reproductivo fué prolongado comparándolo con especies distribuidas en otro tipo de ecosistemas (Michener, 1984), los animales invirtieron casi todo el período activo en la reproducción y crianza. En ambientes impredecibles como Mapimí la tendencia de los individuos fué responder bajo un control endógeno a las condiciones del mismo de manera similar en ambas especies, ya que la producción de las crías ocurrió únicamente cuando las precipitaciones fueron mayores (julio-septiembre, de 38 a 104.7 mm). Esto coincidió con lo encontrado en otras especies, en donde el reclutamiento de jóvenes se presentó en el momento de mayor producción y abundancia de recursos (Zammuto y Millar, 1985).

La gran similitud en los períodos reproductivos de las dos especies sucedió probablemente debido a la similitud en las respuestas fisiológicas y reguladas por factores ambientales propios del Desierto Chihuahuense, ya que los años de estudio se caracterizaron por presentar gran cantidad de precipitaciones (407 mm en 1986 y 324 mm en 1987) y, por lo tanto, se deduce que hubo gran disponibilidad de los recursos alimentarios.

Los apareamientos de las dos especies ocurrieron de abril a julio, al igual que en otros sitios de su distribución (Edwards, 1946; Matocha, 1968; Streubel, 1975; Valdéz, 1988). Cabe mencionar que hubo un desfásamiento en el inicio de la gestación con respecto a la duración de los apareamientos, esto se puede explicar con lo observado en *S. mexicanus* en Texas, en donde los machos presentaron los testículos escrotados con 4 a 6 semanas antes de tener esperma en el epidídimo (Matocha, 1968), por lo que se sugiere que ocurre algo similar en las especies estudiadas retrasando así la aparición de hembras gestantes.

La duración de la gestación no se pudo determinar, pero se estimó con base en la presencia de los juveniles, siendo de un mes aproximadamente, como se ha registrado en *S. spilosoma* (27-28 días, Streubel, 1975) y en *S. mexicanus* (28-30 días, Davis, 1974; Matocha, 1968).

Ambas especies presentaron una sola camada anual, no obstante que se ha registrado que en el sur de la distribución de *S. spilosoma* las poblaciones son diéstricas (Streubel y Fitzgerald, 1978), mientras que en Colorado son monoéstricas (Streubel, 1975). *S. mexicanus* en Texas es una especie poliéstrica estacional (Matocha, 1968) al igual que en las partes bajas del Valle de México (Valdéz, 1988), mientras que en Zoquiapan es monoéstrica (Valdéz, 1988). Por

lo que con este estudio se confirma que las especies de ardillas terrestres distribuidas en el Desierto Chihuahuense son monoéstricas.

El tamaño promedio de camada de *S. spilosoma* (4.7 y 5.6, rango de 4 a 11) es similar a los registrados en los Estados Unidos (6.6 en Kansas y 7 en Colorado, con rangos de 4 a 12, Streubel y Fitzgerald, 1978). Asimismo, el de *S. mexicanus* (5 y 4, rango de 2 a 7) es similar al registrado en Texas (5, rango de 1 a 10, Edwards, 1946 y 6.4, rango de 2 a 9, Matocha, 1968) y en Zoquiapan (6, rango de 4 a 8, Valdéz, 1988).

El reclutamiento de juveniles (julio a septiembre) fué similar a los reportados en la literatura para las dos especies (julio a septiembre, Streubel, 1975; agosto a octubre, Valdéz, 1988). El peso al abandonar las madrigueras de las dos especies fué menor (26-30 g) que el de *S. spilosoma* en Colorado (Streubel, 1975) y en Nuevo México (Sumrell, 1949) (40-50 g). El desarrollo de los juveniles (incremento de peso 35 al 50% en un mes) y la madurez sexual (al siguiente año) fueron rápidas como se menciona en otros estudios (Edwards, 1946; Streubel, 1975; Valdéz, 1988). La proporción sexual de los jóvenes de *S. spilosoma* (1.57:1, $n = 54$) fué distinta a la encontrada en la literatura (cercana a 1:1) en Colorado (1:0.93, $n = 25$, Streubel, 1975) y a la de *S. mexicanus* en este estudio (1.09:1, $n = 46$) y en Zoquiapan (1:1.07, $n = 27$ crías, Valdéz, 1988), por lo que la tendencia de *S. spilosoma* muy probablemente fué producir un mayor número de machos como un estrategia reproductiva distinta a las encontradas.

Por lo anterior, el hecho de tener una sola camada anual, el desarrollo rápido de los jóvenes y el alcanzar la madurez sexual al siguiente año del nacimiento permitió que la mayor parte de las hembras se reprodujeran una sola vez bajo un control endógeno respondiendo a las condiciones ambientales con una mayor probabilidad de éxito reproductivo. Por estas razones se propone que, en zonas semiáridas como Mapimí, los individuos invierten la mayor parte de sus actividades en los apareamientos (machos) y en el cuidado parental (hembras) reduciendo el desgaste energético al tener una sola camada y al mismo tiempo optimizando el éxito reproductivo de sus crías (Dobson, 1984).

Los mayores desplazamientos de los machos de *S. spilosoma* en la época de apareamientos y la baja permanencia de los machos en comparación con las hembras de ambas especies en el área despoblada sugiere que los machos son dependientes de la distribución de las hembras reproductivas, mismas que son más estables y los machos son más móviles.

En ambas especies, la tendencia hacia una mayor frecuencia de reconocimientos entre congéneres y ataques como de comportamientos

agonísticos de las hembras hacia los machos y la respuesta de rechazo de estos últimos en las interacciones intraespecíficas durante julio de 1988, indicó que después de los apareamientos (gestación), hubo una mayor agresividad y quizá territorialidad por parte de las hembras, características que se ha observado en gran número de especies del género *Spermophilus* (McClean, 1982); en condiciones de cautiverio permanente se han observado que existe un comportamiento similar de *S. spilosoma*, mientras que en *S. mexicanus* sólo se ha presentado rechazo entre ambos sexos (Arnaud, 1988).

Las interacciones intraespecíficas homosexuales parecen indicar que los machos con testículos más desarrollados tendieron a ser más agresivos con los que tuvieron un menor desarrollo, mientras que entre las hembras de *S. spilosoma* existió tolerancia entre las adultas lactantes y las juveniles, aún cuando no fueron madre-hija; en cambio, los registros de animales en cautiverio permanente mostraron mayores comportamientos agonísticos de ataque entre machos y en las hembras adultas hubo poca tolerancia en *S. spilosoma*, mientras que los machos de *S. mexicanus* tuvieron más comportamientos de amenaza (Arnaud, 1988). La presencia de marcaje de espacio por parte de las hembras hacia los machos solo en *S. mexicanus* sugirió que probablemente existe un mayor grado de agresividad de las hembras hacia los machos en esta especie durante esta época. En *S. spilosoma* se presentó el mismo comportamiento agresivo de hembras y respuestas de rechazo de los machos.

En los encuentros interespecíficos mostraron que prevalece el reconocimiento de congéneres y que hubo reducidos ataques de *S. mexicanus*, mientras que en *S. spilosoma* fué más frecuente el rechazo. Sin embargo, en condiciones de cautiverio permanente predominó la amenaza entre machos de ambas especies y fué reducida la tolerancia tanto entre sexos como entre especies (Arnaud, 1988). Por lo tanto, se propone que *S. mexicanus* puede presentar un mayor grado de territorialidad intraespecífico e interespecífico.

CONCLUSIONES

Las estrategias reproductivas de las ardillas terrestres *S. spilosoma* y *S. mexicanus* en el medio semidesértico de Mapimí pueden depender de diversos factores como son: Los mecanismos endógenos que incluyen el fisiológico, las respuestas ecológicas de acuerdo a factores ambientales, la organización social que es una adecuación a las condiciones que se presentan en el desarrollo de los procesos evolutivos.

En ambas especies, la similitud de los sucesos reproductivos y el dedicar la mayor parte del período activo a los apareamientos y al cuidado parental pueden atribuirse a respuestas similares e inmediatas de las especies a las condiciones favorables, pero supeditado a un control interno que puede ser una estrategia ventajosa en ambientes impredecibles ya que la reproducción se sincronizó de tal forma que los nacimientos ocurrieron después de que las precipitaciones altas permitieron que los recursos alimentarios fueron máximos para sus crías. Por lo tanto, es muy probable que este ritmo se modifique de acuerdo a las variaciones de las condiciones ambientales de cada ciclo anual.

La presencia de una sola camada anual, el desarrollo rápido y la madurez sexual al año de los individuos en un ambiente impredecible propicia que la selección de parejas sea más rigurosa y el desgaste energético sea menor, ya que los errores son mayores si la fecundación no es exitosa porque se pierde la oportunidad de reproducirse en ese año.

La mayor cantidad de machos en *S. spilosoma* incrementa la probabilidad de que todas las hembras sean fecundadas y que al mismo tiempo ocurra una selección de machos con mayor aptitud genética, lo cual propicia una evolución gradual en la estrategia reproductiva de esta especie en comparación con *S. mexicanus* que no presenta este tipo de respuestas, siendo la proporción sexual casi similar (1:1).

La tendencia en la organización espacial mostró que los machos se distribuyen de acuerdo a las hembras reproductivas en ambas especies, ya que buscaron establecerse en sitios cercanos a hembras o se dispersaron de los lugares para hacer más eficiente la propagación de su genotipo individual; mientras que la organización social después de la reproducción indicó que las hembras de ambas especies fueron poco tolerantes hacia los machos y probablemente se presentó un mayor grado de territorialidad en *S. mexicanus*. Sin embargo, se sugiere ampliar estos estudios sobre comportamiento, principalmente los referentes a interacciones individuales de animales capturados direc-

tamente del campo, ya que las condiciones de cautiverio permanente podrían modificar estos patrones.

Finalmente, se concluye que la especie más selectiva y tolerante durante la reproducción es *S. pilosoma*, lo que implica que quizá presente una mayor especialización en ambientes similares al de la Reserva de la Biósfera de Mapimí.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización de este estudio: M. en C. Vinicio Sosa F., M. en C. Víctor Sánchez Cordero y M. en C. Carlos Galindo Leal, por sus asesorías. M. en C. Gustavo Aguirre, M. en C. Ma. Eugenia Maury, Biól. Alfredo Garza, Biól. Carlos Fragoso, Dr. Jorge Necedal, Dr. Héctor Gadsden, M. en C. Valentina Serrano y Biól. Jorge López-Portillo por el apoyo y las facilidades para realizar el trabajo de campo, por sus comentarios y sugerencias al manuscrito. Este trabajo se realizó gracias al apoyo del Instituto de Ecología y del CONACyT, Proyecto "Investigaciones Ecológicas y Desarrollo de las Reservas de la Biósfera del Norte de México" (Clave PCECBNA-021638) y el Laboratorio de Etología y Sociobiología de la Universidad de París XIII subsidiado por le C.N.R.S., subproyecto "Ecología de Roedores Desertícolas".

LITERATURA CITADA

ARAGON, E. E. 1988. Estudio demográfico de las ardillas desertícolas *Spermophilus pilosoma* y *S. mexicanus* en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 101 pp.

ARNAUD, G.A. 1988 Etude comparée du comportement de deux espèces de *Spermophiles mexicains*: activité hivernale et relations sociales. Memoire de Diplome d'études approfondies en Biologie du Comportement. Université Paris XIII. 32 pp.

BAUDOIN C. Y G. ARNAUD 1988. Caractéristiques de l' hibernation de deux espèces de *Spermophiles* et conséquences sociales. *Coll. Société Française pour l' Etude du Comportement Animal*. Lyon, Mars 1988. Comportement et Biologie des Populations.

BAUDOIN, C., G. ARNAUD, N. MILLAN, E. ARAGON Y A. DEMOURON. 1990. Etude expérimentale de l' adaptabilité de deux espèces de *Spermophilus* aux variations des conditions d' environnement pendant la période hivernale. Conséquences possibles sur leur répartition dans le Désert de Chihuahua. *in: Le Rongeur et l' Espace Rodent and its environment* (M. Le Berre y L. Le Guelte, eds.). R. Chabaud, Francia, Paris.

CEBALLOS, G. Y C. GALINDO. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Ed. Limusa. Pub. No. 13. Instituto de Ecología, A.C., México, D.F., 249 pp.

CORNET, A. 1984. Principales Características Climáticas. Pp. 45-76 *in: Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí. I. Ambiente Natural y Humano* (C. Montaña, ed.). Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A. C. México, D.F., 290 pp.

DAVIS, W. B. 1974. The mammals of Texas. *Texas Park and Wildlife Dept.*, 41:1-294.

DOBSON, F. S. 1984. Environmental influences on sciurid mating system. Pp. 229-249 *in: The biology of ground-dwelling squirrels* (J. O. Murie y G. R. Michener, eds.). Univ. Nebraska Press, Lincoln, 464 pp.

EDWARDS, R. L. 1946. Some notes on the life history of the Mexican ground squirrel in Texas. *J. Mamm.*, 27:105-121.

EISENBERG, J. F. 1981. *The Mammalian Radiations*. Univ. Chicago Press, Chicago, 610 pp.

GARCIA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM, México.

GRENOT, C. Y V. SERRANO. 1980. Organisation d' un peuplement de petits mammifères dans le Bolson de Mapimi (Désert de Chihuahua, Mexique). *C. R. Acad. Sc. Fr.* 290(D):262-359.

HEANEY, L. R. 1984. Climatic influences on Life-History tactics and behavior of North American Tree Squirrels. Pp. 43- 78 in: *The biology of ground-dwelling squirrels* (J. O. Murie y G. R. Michener, eds.). Univ. Nebraska Press, Lincoln, 464 pp.

MARTINEZ, O. E. Y J. MORELLO. 1977. El medio físico y las unidades fisonómico-florísticas del Bolsón de Mapimí. Pub. No. 3. Instituto de Ecología, A.C., México, D.F.

MATOCCHA, K. 1968. A study of certain aspects of the reproduction, growth and development of the Mexican ground squirrel (*Citellus mexicanus*) in the Southern Texas. M.S. Thesis. Texas A & I. Univ., Kingsville, Texas.

MCLEAN, I. G. 1982. The association of female kin in the Artic ground squirrel *Spermophilus parryii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 10:91-99.

MICHENER, G. R. 1984. Age, sex and species differences in the annual cycle of ground-dwelling sciurids: Implications for sociality. Pp. 79-107 in: *The biology of ground-dwelling squirrels* (J. O. Murie y G. R. Michener, eds.) Univ. Nebraska Press, Lincoln, 464 pp.

MONTAÑA, C. 1988. Las Formaciones Vegetales. Pp. 167-198 in: *Estudio integrado de los recursos vegetación, suelo y agua en la Reserva de la Biósfera de Mapimí [Ambiente Natural y Humano* (C. Montaña, ed.) Pub. No. 23. Instituto de Ecología, A.C., México, D.F., 290 pp.

MURIE, J. O. Y G. R. MICHENER. 1984. *The biology of ground-dwelling squirrels*. Univ. Nebraska Press, 464 pp.

ORIAN, G. H. 1969. On evolution of mating systems in birds and mammals. *Amer. Nat.* 103(934):589-603.

PENGELLEY, E. T. Y S. J. ASMUNDSON. 1971. Annual biological clocks. Pp. 105-112 in: *Animal Behavior. Scientific American* (T. Eisner y E. O. Wilson, eds.). W.H. Freeman and Co. San Francisco, 339 pp.

RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.

- STICKEL, L. F. 1954.** A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals. *J. Mamm.* 35:1-15
- STREUBEL, D. P. 1975.** Behavioral features of sympatry of *Spermophilus spilosoma* y *S. tridecemlineatus* and some aspects of the life history of *S. spilosoma*. M. S. Thesis. Univ. Northern Colorado, Greeley, Colorado, 130 pp.
- STREUBEL, D. P. Y J. P. FITZGERALD. 1978.** *Spermophilus spilosoma*. *Mammalian Species*, 101:1-4.
- SUMRELL, F. 1949.** A life history study of the ground squirrel *Citellus spilosoma major* (Merriam). Unpubl. M.S. Thesis, Univ. New Mexico, Albuquerque, 100 pp.
- YAHNER, R. H. Y G. E. SVENSDSEN. 1978.** Effects of climate on the circannual rhythm of the eastern chipmunk *Tamias striatus*. *J. Mamm.* 59:109-117.
- VALDEZ, A. M. 1988.** Patrones de actividad, reproducción y alimentación de la ardilla de tierra *Spermophilus mexicanus* (Rodentia: Sciuridae) en el Parque Nacional Zoquiapan. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM, México, 86 pp.
- ZAMMUTO, N. R. Y J. S. MILLAR. 1985.** Environmental predictability, variability and *Spermophilus columbianus* life history over an elevational gradient. *Ecology* 66:1784-1794.