



ACTA

ZOOLOGICA

MEXICANA
nueva serie

Algunos aspectos reproductivos de dos especies de ardillas
del género *Spermophilus* (Rodentia: Sciuridae)
en una zona de simpatría del desierto chihuahuense

Elizabeth E. Aragón P.
Claude Baudoin

Nota

El uso combinado de hidrocloreuro de ketamina (khcl) e hidrocloreuro de xilacina (xhcl) para inmovilizar coyotes silvestres (*Canis latrans*)^{*}

Jorge Servin
Carmen Huxley
y
Martha Vences

Número 36
Diciembre 1989

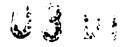
Instituto de Ecología
México, D.F.



CONACYT

Consejo Editorial Internacional:

California State Politechnic University, E.U.A. California State University, E.U.A. División de Ciencias Ecológicas, UNESCO, Francia. Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques, CNRS, Francia. Ecole Normale Supérieure, Paris, Francia.	W. David Edmonds. David J. Morafka Gary A. Adest John Celecia Francesco Di Castri
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México. Estación Biológica de Doñana, España. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Centro de Ecología, U.N.A.M. Instituto de Biología, U.N.A.M. México. Instituto de Morfología y Evolución Animal, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú. World Wildlife Fund Washington D.C. U.S.A.	Robert Barbault Maxime Lamotte Patrick Lavelle Ticul Álvarez Isabel Bassols Javier Castroviejo Bolívar José A. Valverde Osvaldo A. Reig Hugh Drummond Daniel Piñero Enrique González Soriano Rafael Martín del Campo †
Museo Nacional de Ciencias Naturales, España. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, Francia.	Vladimir Sokolov Mario A. Ramos Fernando Hiraldo Renaud Paulian



**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.

00000917

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, juvenil 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 Svensdsen, 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*), crasicale (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 trampeo utilizando dos muestreos diferentes sobre cuadrantes (remoción y captura- recaptura). El número entre paréntesis indica las estaciones de trampeo.

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 interespecíficas e intraespecíficas 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 intraespecífica y heterosexual.
 - macho *S. spilosoma* - hembra *S. mexicanus* 5 casos
 - macho *S. mexicanus* - hembra *S. mexicanus* 3 casos
- b) Interacción intraespecífica y homosexual.
 - macho *S. spilosoma* - macho *S. spilosoma* 2 casos
 - hembra *S. spilosoma* - hembra *S. spilosoma* 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 trampeo de 8370 trampas/día y una eficiencia de trampeo 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 disminuídos 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 spilosoma</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.

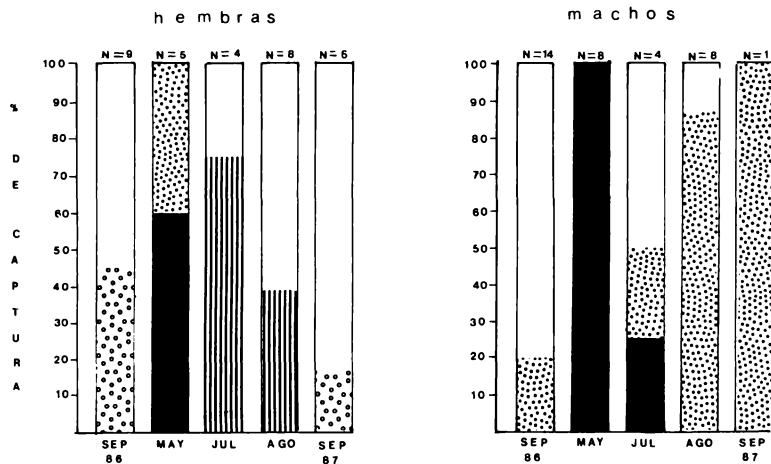
Postlactancia: Mediados de julio a finales de octubre.

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

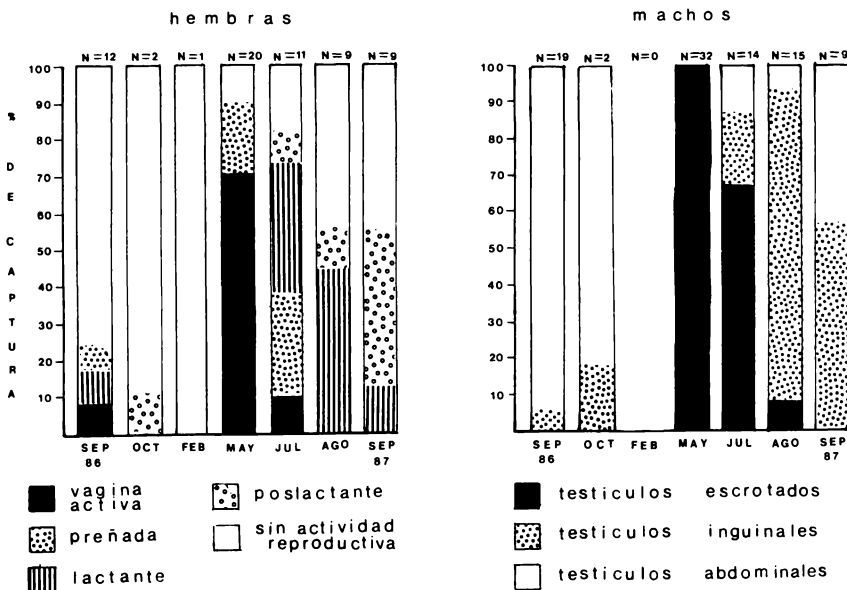


Figura 1. Condición reproductiva de ambos sexos de *Spermophilus spilosoma* en los cuadrantes de remoción y de captura-recaptura en la Reserva de Mapimí.

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: Mediados de mayo a mediados de junio.

Nacimientos: Mediados de junio a mediados de julio.

Lactancia: Mediados de junio a finales de septiembre

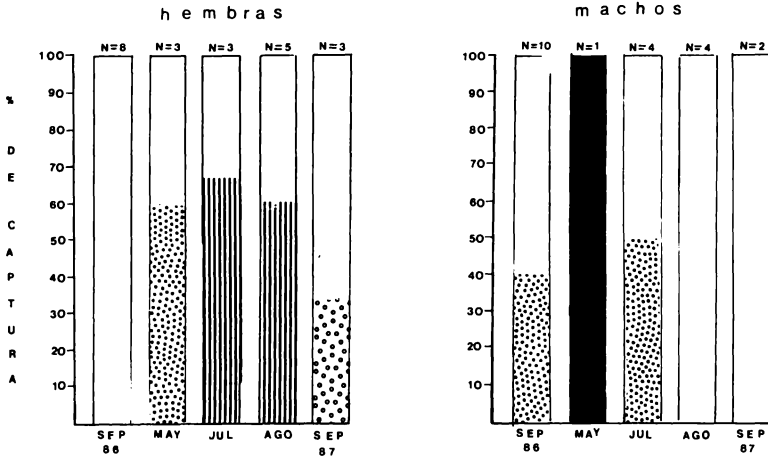
Postlactancia: Todo septiembre.

El tamaño promedio de camada fué 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 fué 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 fué 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

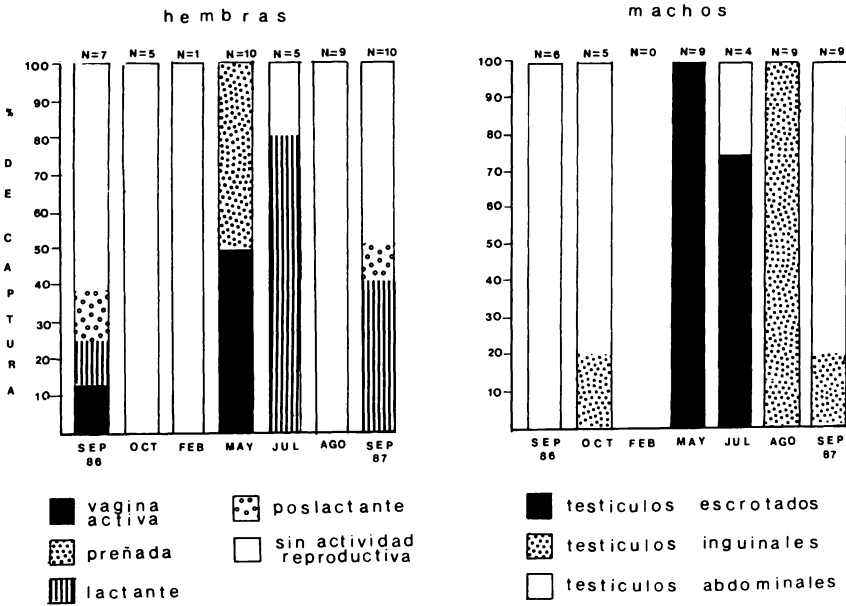


Figura 2. Condición reproductiva de ambos sexos de *Spermophilus mexicanus* en los cuadrantes de remoción y de captura-recaptura en la Reserva de Mapimí.

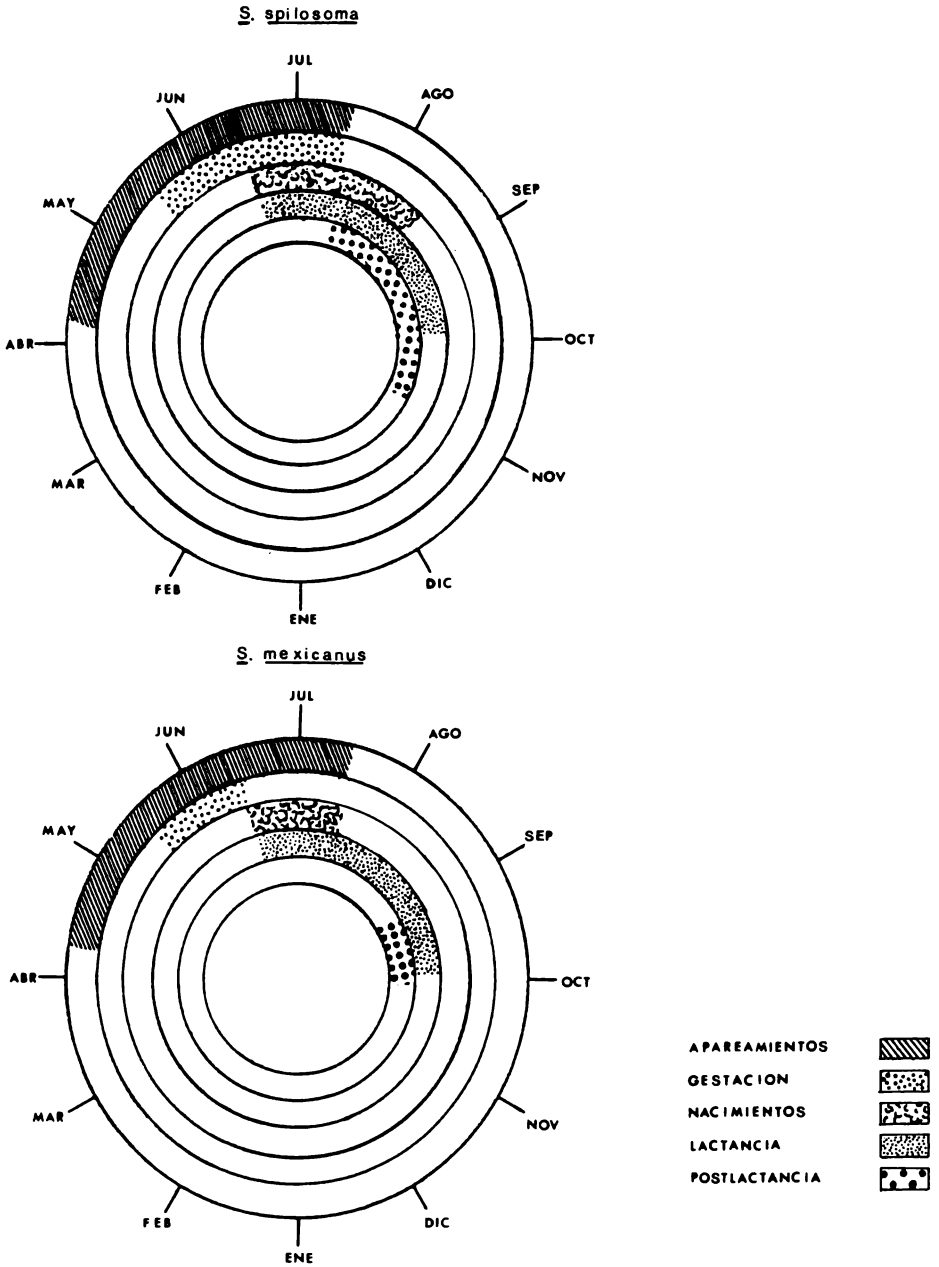


Figura 3. Ciclo reproductivo (1986-1987) de dos especies de *Spermophilus* en Mapimí, Durango.

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 distribuídas 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 unicamente 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 desfase 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 (cerca 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* (McLean, 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. spilosoma*, 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. Victor 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 Frago, Dr. Jorge Nocedal, 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., sub-proyecto "Ecología de Roedores Desertícolas" .

LITERATURA CITADA

ARAGON, E. E. 1988. Estudio demográfico de las ardillas desertícolas *Spermophilus spilosoma* 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'etudes 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 *Spermophiles* 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. 198-. *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 mammiferes 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.

MATOCHA, 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.

NOTA

EL USO COMBINADO DE HIDROCLORURO DE KETAMINA (KHCL) E HIDROCLORURO DE XILACINA (XHCL) PARA INMOVILIZAR COYOTES SILVESTRES (*Canis latrans*)*

**JORGE SERVIN,
CARMEN HUXLEY
Y
MARTHA VENCES**

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

* Trabajo realizado dentro del Proyecto Reserva de la Biósfera "La Michilía", Durango, como una contribución al plan de acción de las Reservas de la Biósfera auspiciado por UNESCO.

RESUMEN

Se estudia el uso de una mezcla de dos fármacos, un relajante muscular (khcl) y un narcótico cataléptico (xhcl) para inmovilizar cánidos silvestres en condiciones de campo. La mezcla se aplicó a coyotes por vía intramuscular. Las dosis promedio utilizadas (ketamina 0.50 ml; xilacina 1.1 ml) mantuvieron a los animales inmovilizados durante 95 minutos para trabajar con ellos, obtener ciertos datos de medidas corporales y colocar un collar radiotransmisor. No se presentaron muertes, arritmia cardíaca, paro respiratorio, vómitos o sangrados en ninguno de los casos tratados con esta mezcla, resultando un método accesible y, seguro para el animal y su capturador. Todos estos animales se han monitoreado más de un año y no han presentado deficiencias aparentes. Se recomienda el uso de esta mezcla para los profesionistas relacionados con el estudio de la fauna silvestre.

SUMMARY

A mixture of two drugs: a myorelaxing sedative, xilazine (xhcl) and a narcotic-cataleptic, ketamine (khcl) to immobilize wild canids is reported in this communication. Coyotes were intramuscularly hand-injected. Dosages used (ketamine 0.5 ml; xilazine 1.1 ml) kept the animals enough time to handle them, mean 95 minutes to record standard measurements, weight and sex. A radio-collared was attached to them. Deaths, cardiac arhythmy, stop breathing, vomit or bleeding has never been seen while we treated them under this drugs mixture. It has been an accesible and safe method for animal and its capturer. All the animals has been monitored until now, apparently without physical deficiencies. This ketamine-xilazine combination is recommended to wildlife managers.

INTRODUCCION

Desde hace varios años se ha citado el uso de drogas para inmovilizar carnívoros silvestres. La utilización de pastillas de "diazepam" colocadas sobre trampas se ha publicado desde 1965 (Balser 1965, Laundré y Keller 1981, Andelt 1985). Posteriormente se han probado diferentes sedantes inyectados, como fenciclidina (Bailey 1971, Carbyn 1983, Seal y Mech 1983), promacina (Bailey 1971, Carbyn 1983) y ketamina (Delgiudice *et al.* 1987, Fuller y Kuehn 1983, Major 1987),

asi como mezclas de sernylan, rompun y acepromacina (Dietz 1984), también se ha utilizado etorfina (Fuller y Kuehn 1983). Sin embargo se siguen buscando métodos más eficaces y seguros.

La combinación de hidrocloruro de ketamina (khcl) con hidrocloruro de xilacina (xhcl) ha sido utilizada recientemente para inmovilizar grandes carnívoros como el oso negro (*Ursus americanus*), el oso polar (*Ursus maritimus*) y el oso grizzly (*Ursus arctos*) (Logan *et al.* 1986). También se ha empleado en pumas (*Felis concolor*) (Logan *et al.* 1986), algunos cánidos como lobos (*Canis lupus*), (Fuller y Kuehn 1983, Kreeger *et al.* 1986) y zorro rojo (*Vulpes vulpes*) (Rau *et al.* 1985, Servín *et al.* 1987).

En la presente comunicación se da a conocer el uso de ketamina (khcl) y rompun (xhcl) para anestesiarse coyotes (*Canis latrans*) en condiciones de campo en la Reserva de la Biósfera "La Michilía", Durango, ubicada en la Sierra Madre Occidental.

METODOLOGIA

Los datos presentados se obtuvieron de animales capturados con ceños de acero del No. 2 y lazos de cuello de fabricación casera para una investigación con radiotelemetría. Los animales capturados se sostuvieron con un "domador" para aplicarles manualmente una inyección intramuscular en los cuartos traseros de una mezcla preparada en el momento, compuesta por hidrocloruro de ketamina (KETASET -KHCL- 100 mg, Veterinary Products, Bristol Laboratories, Division of Bristol Meyers Co. Syracuse, New York 13201. USA) e hidrocloruro de xilacina (ROMPUN -XHCL- 20 mg, Laboratorios Bayer de México, S.A. de C.V. México, D.F.), ambos productos comerciales.

Cuando la mezcla de la droga iniciaba su efecto, se cubrían los ojos a los animales para evitar algún daño por la luz, ya que las pupilas se dilatan y los ojos permanecen abiertos. El tiempo de inducción se tomó a partir de la aplicación de la inyección al momento en que el animal cesó de moverse y no ofreció respuesta a estímulos táctiles y sonoros. Una vez inmovilizado el animal fue pesado, medido, sexado y se le colocó un collar radiotransmisor. Se consideró pasado el efecto de la droga, cuando el animal recuperaba sus movimientos y era capaz de levantarse y retirarse del sitio.

RESULTADOS

Las dosis aplicadas a los coyotes capturados fueron de 4.5 mg/kg p.c. de hidrocloreuro de ketamina y 1.8 mg/kg p.c. de hidrocloreuro de xilacina. En el cuadro 1 se resumen los datos de siete coyotes a los que se les administró la mezcla de ketamina y xilacina, en dosis promedio de 0.50 ml (DE = 0.2, n = 7) y 1.1 ml (DE = 0.36, n = 7) respectivamente. Se encontró que el tiempo promedio de inducción de la mezcla fué de 5.9 minutos (DE = 2.5, n = 7). Los coyotes permanecieron inmovilizados en promedio 95 minutos (DE = 36.2, n = 7).

Para determinar el grado de la relación que existe entre el tiempo que los coyotes permanecieron dormidos con la cantidad de ketamina administrada, se obtuvo un alto coeficiente de correlación ($r = 0.92$) y se encontró que existe una alta correlación entre estos dos parámetros ($r^2 = 86.3$, $F = 31.5$, $p < 0.002$) (Cuadro 2), lo que sugiere que la ketamina es el componente de la mezcla que determina el tiempo de inmovilización del coyote.

La xilacina tuvo un coeficiente de correlación negativo ($r = -0.79$) y una correlación negativa débil pero significativa ($r^2 = 54.2$, $F = 5.92$, $p < 0.05$) (Cuadro 3), con respecto al tiempo de inmovilización.

Por medio del modelo de regresión lineal simple se han obtenido las siguientes ecuaciones que modelan y predicen con un alto índice de confiabilidad la cantidad de ketamina y xilacina a utilizar y el tiempo esperado de inmovilización del coyote:

$$\begin{aligned} Y_K &= -0.07 + 0.000619 (X_t) & (r^2 = 86.3 ; p = 0.002) \\ Y_X &= 1.83 - 0.00074 (X_t) & (r^2 = 55.2 ; p = 0.05) \end{aligned}$$

Donde:

- Y_K es la cantidad de Ketamina administrada en ml.
- Y_X es la cantidad de Xilacina administrada en ml.
- X_t es el tiempo de manejo esperado en minutos.

Los supuestos de la normalidad en la distribución, independencia de datos y homogeneidad de varianzas que requiere el modelo de regresión lineal simple, fueron cumplidos, en base a la obtención de las gráficas de los residuos estandarizados para cada una de las variables (Weisberg 1980, Chambers *et al.* 1983, Curtis 1984).

Servin J., C. Huxley y M. Vences
El uso de hidroclouros para inmovilizar coyotes (*Canis latrans*)

Cuadro 1. Se muestran los principales datos de siete coyotes *Canis latrans*, capturados en la Reserva de la Biósfera "La Michilía", Durango, y las dosis de las drogas aplicadas en combinación, tiempos de inducción y manejo de los mismos.

COYOTE	EDAD	PESO (kg)	KHCL (ml)	XHCL (ml)	INDUCCION (min)	MANEJO (min)
M	AD	14.7	0.40	1.0	3.5	100
M	AD	16.0	0.35	1.5	5.5	70
M	AD	14.0	0.40	1.0	4.5	88
M	AD	12.5	0.40	1.5	8.5	72
M	AD	13.0	0.70	1.4	10.3	105
M	AD	13.0	1.00	0.5	4.5	170
H	AD	13.0	0.40	1.0	4.5	65

M = MACHO

H = HEMBRA

AD = ADULTO (mayor de dos años).

KHCL = HIDROCLORURO DE KETAMINA (4.5 mg/kg p.c.)

XHCL = HIDROCLORURO DE XILACINA (1.8 mg/kg p.c.)

Cuadro 2. Se muestra la tabla de ANOVA obtenida para el modelo de regresión lineal simple, entre la cantidad de ketamina administrada en mililitros y el tiempo de manejo obtenido en minutos.

PARAMETRO	ESTIMADOR	E. E.	VALOR "t"	N. P. (α)
Orden. Origen	-0.00074	0.111	-0.64	0.05
Pendiente	0.00062	0.00011	5.61	0.00024

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE	Σ Cuadrados	G.L.	Σ Cuad. Medios	"F" Calc.	N.P. (α)
MODELO	0.3014	1	0.3014	31.50	0.0024
ERROR	0.0478	5	0.0095		
TOTAL	0.3492	6			

COEFICIENTE DE CORRELACION = 0.928

$r^2 = 86.30$

ERROR ESTANDARD DEL ESTIMADOR = 0.097

Cuadro 3. Se muestra la tabla de ANOVA obtenida para el modelo de regresión lineal simple entre la cantidad de xilacina administrada en mililitros y el tiempo de manejo obtenido en minutos.

PARAMETRO	ESTIMADOR	E. E.	VALOR "t"	N. P. (α)
Orden. Origen	1.8375	0.3086	5.9535	0.00019
Pendiente	-0.007	0.0003	2.43	0.059

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE	Σ Cuadrados	G.L.	Σ Cuad. Medios	"F" Calc.	N.P. (α)
MODELO	0.4306	1	0.4306	5.92	0.05
ERROR	0.3636	5	0.0727		
TOTAL	0.7942	6			

COEFICIENTE DE CORRELACION = -0.79

$r^2 = 54.22$

ERROR ESTANDARD DEL ESTIMADOR = 0.2696

DISCUSION

Se sabe que la ketamina actúa primariamente sobre el sistema nervioso central y produce anestesia disociativa (Delgiudice *et al.* 1987). La relajación muscular es generalmente pobre cuando el hidrocloreto de ketamina es usado solo (Fuller y Kuehn 1983), por lo tanto se utilizó en combinación con el hidrocloreto de xilacina (Rompun) que actúa como sedante (Fuller y Kuehn 1983), analgésico (Pigozzi 1987) y relajante muscular (Kreeger *et al.* 1986).

De la utilización de esta mezcla en las dosis antes señaladas se obtuvieron buenos resultados, ya que los coyotes no presentaron vómito como en otros estudios (Fuller y Kuehn 1983, Logan *et al.* 1986), sangrado (Pigozzi 1987) o arritmia cardíaca (Kreeger *et al.* 1986), ocasionadas por la aplicación de esta mezcla y la dosis en distintos animales. La mezcla y las dosis utilizadas en este estudio se consideraron útiles para el manejo seguro de los animales capturados.

Aún cuando algunos productos comerciales en México no recomiendan la mezcla de la ketamina con otra droga, nunca vimos que se formaran precipitados en la jeringa o la formación de hematomas en el área donde se aplicaba la inyección o alguna otra complicación al administrar la mezcla de la droga.

El tiempo que los individuos permanecen anestesiados es prolongado y es atribuible al efecto de la xilacina (Kreeger *et al.* 1986), mientras que otros autores lo atribuyen a la ketamina (Fuller y Kuehn 1983). En nuestro caso lo atribuimos a la ketamina con base a la presencia de un valor alto del coeficiente de regresión que obtuvimos entre la cantidad de ketamina administrada y el tiempo que éstos permanecieron inmobilizados.

Después de su recuperación los coyotes fueron liberados en buenas condiciones físicas aparentes, para ser localizados frecuentemente. Algunos de estos animales fueron localizados durante más de un año por radioteleetría.

A dos coyotes se les aplicaron dosis adicionales de ketamina, lo que repercutió en un mayor tiempo de inmovilización en comparación con los que recibieron dosis menores de la mezcla. Esta información concuerda con lo citado para lobos tratados con la misma mezcla de drogas y dosis adicionales de ketamina en la mezcla (Fuller y Kuehn 1983). Sin embargo existen factores que pueden alterar el tiempo y efecto de esta mezcla, como la tensión del animal producida por el trampeo, y este es un factor de variación individual no predecible.

Esta mezcla ofrece la ventaja de dar un amplio margen de seguridad para añadir más dosis solas o mezcladas, siempre y cuando se tome en cuenta la buena condición física del animal y la temperatura ambiente que no debe ser extremosa (Fuller y Kuehn 1983, Pigozzi 1987, Logan et al. 1986). En el presente trabajo dos coyotes quedaron incompletamente sedados, por lo que se les aplicaron inyecciones adicionales de ketamina, sin presentar complicaciones.

En esta investigación no se presentaron problemas con el aumento de temperatura corporal en los animales anestesiados, ya que se sabe que estas drogas alteran la temperatura corporal y si se suma una alta temperatura ambiental, esto puede ocasionar complicaciones, sobre todo si el animal no es muy sano. Hemos utilizado la mezcla en animales como el lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) y la zorra gris (*Urocyon cynereoargenteus*) con los mismos resultados, sin embargo el tamaño de la muestra es muy reducido para dar conclusiones válidas sobre estas especies, aunque los resultados obtenidos con el coyote son satisfactorios.

AGRADECIMIENTOS

F. Alvarado, R. y P. Servín por su ayuda en el campo. J. Nocedal, P. Reyes-Castillo y dos revisores anónimos leyeron críticamente el manuscrito y aportaron valiosas sugerencias.

LITERATURA CITADA

ANDELT, W. F. 1985. Behavioral ecology of coyotes in South Texas. Wildl. Monogr. pp 45.

BAILEY, T. N. 1971. Immobilization of bobcats, coyotes and badgers with fenciclidine hydrochloride. J. Wildl. Manage., 35:438-442.

BALSER, D. S. 1965. Tranquilizer tabs for capturing wild carnivores. J. Wildl. Manage., 29:847-849.

- CARBYN, L. N.** 1983. Wolf predation on Elk in Riding Mountail National Park, Manitoba. *J. Wildl. Manage.*, 47:438-442.
- CURTS, J.** 1984. Introducción al análisis de residuos en biología. *Biótica.*, 9(3):271-278.
- CHAMBERS, J. M., W. S. CLEVERLAND, B. R. KLEINER, Y P. D. TUKEY.** 1983. Graphical methods for data analysis. Belmont C. A. Wadsworth Int. Group.
- DELGIUDICE, G. D., U. S. SEAL, y L. D. MECH.** 1987. Effects of feeding and fasting on wolf blood and urine characteristics. *J. Wildl. Manage.*, 51:1-10.
- DIETZ, J. M.** 1984. Ecology of social organization of the Maned wolf (*Chrysocyon brachiurus*). Smithsonian Institution Press. Washington D.C. pp. 51.
- FULLER, T. K., Y D. M. KUEHN.** 1983. Immobilization of wolves using ketamine in combination with Xylazine or Promazine. *J. Wildl. Manage.*, 17:69-72.
- KREEGER, T. J., U. S. SEAL, Y A. M. FLAGELLA.** 1986. Xilazine hidrochloride with Ketamine hidrochloride immobilization of wolves and its antagonism by Tolazoline hidrochloride. *J. Wildl. Disease.*, 22:397-402.
- LAUNDRE, J. M., Y B. L. KELLER.** 1981. Home range use by coyotes in Idaho. *Anim. Behav.*, 29:449-461.
- LOGAN, K. A., E. T. THORNE, L. L. IRWIN y R. SKINNER.** 1986. Immobilizing wild mountain lions (*Felis concolor*) with Ketamine Hidrochloride and Xilazine Hidrochloride. *J. Wildl. Dis.*, 22:97-103.
- MAJOR, J. T.** 1987. Interspecific relationships of coyotes, bobcats and red foxes in Wester Maine. *J. Wildl. Manage.*, 51:603-615.
- PIGOZZI, G.** 1987. Immobilization of crested porcupines with Xilazine Hidrochloride. *J. Wildl. Manage.*, 51:120-123.

RAU, J. R., M. DELIBES, J. RUIZ y J. SERVIN. 1985 Estimativg the abundance of the red fox (*Vulpes vulpes*) in SW Spain. Trans. Int. Congr. Game. Biol., 17:869-876.

SEAL, U. S., Y L. D. MECH. 1983. Bloods indicators of seasonal metabolics patterns in captivity adults gray wolves. J. Wildl. Manage., 47:404-415.

SERVIN, M. J., J. R. RAU y M. DELIBES. 1987. Use of radio-tracking to improve the estimation by track counts of the relative abundance of the red fox. Acta Theriologica., 32:489-492.

SOKAL, R. R., Y F. J. ROHLF. 1981. Biometry. Second Ed. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 859 pp.

WEISBERG, S. 1980. Case analysis I: Residuals and influence. In Applied linear regression. Chap. 5. J. Wiley & Sons, New York.

PUBLICACIONES DEL INSTITUTO DE ECOLOGIA Julio 1989

1. APORTES A LA ECOLOGIA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. Rapoport, E. H. & I. López Moreno (Editores). Editorial Limusa. 1987 228 págs. (Ilustrado) Pub. No. 16. PRECIO: \$11,900.00 + 3,500.00*
FOREIGNER: \$15.00 + 6.00*
2. ARBOLES Y FLORES DEL AJUSCO. Benitez, G. 183 págs. (Ilustrado) 1986. Pub. No. 17 PRECIO: \$34,500.00 + 5,860.00*
FOREIGNER: \$40.00 + 6.00*
3. ASPECTOS DE LA ECOLOGIA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. FLORA DE LAS CALLES DE BALDIOS Rapoport, E. H., M. E. Díaz Betancourt & López Moreno. Editorial Limusa. 1984. 197 págs. Pub. No. 11 PRECIO: \$11,970.00 + 4,700.00*
FOREIGNER: \$12.00 + 6.00*
4. DEER BIOLOGY HABITAT REQUIREMENTS, AND MANAGEMENT IN WESTERN NORTH AMERICA. Ffolliott, P. P. & Sonia Gallina (Editores). 238 págs. 1981. Pub. No. 9 PRECIO: \$20,700.00 + 5,860.00*
FOREIGNER: \$30.00 + 6.00*
5. ECOLOGY OF THE CHIHUAHUAN DESERT. Barbault, R., & G. Halffter (Editores) 167 págs. 1981. Pub. No. 8 PRECIO: \$20,700.00 + 4,650.00*
FOREIGNER: \$26.00 + 6.00*
6. EL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA DE TAMAULIPAS. Puig, Henri, & Rosa Bracho. (Ilustrado) 1a. edición 1987. 186 págs. (Contiene Mapa de vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas y Mapa edafológico de la región de Gómez Farías, Tamaulipas) Pub. No. 21 PRECIO: \$34,500.00 + 4,100.00*
FOREIGNER: \$30.00 + 6.00*
7. EL FUTURO DEL HOMBRE Y LA NATURALEZA. Reyes-Castillo, Pedro (Ilustrado) 1988. 139 págs. Pub. No. 24 PRECIO: \$16,300.00 + 2,250.00*
FOREIGNER: \$8.00 + 3.00*
8. EL GENERO PHYLLOPHAGA EN MEXICO, MORFOLOGIA, DISTRIBUCION Y SISTEMATICA SUPRAESPECIFICA (Insecta: Coleoptera). Morón Miguel Angel. (Ilustrado) 1986. 343 págs. Pub. No. 20 PRECIO: \$25,875.00 + 8,700.00*
FOREIGNER: \$25.00 + 10.00*

9. ENTOMOLOGIA PRACTICA. Morón Ríos M., & Roberto Terrón (Editores),
(Ilustrado) 504 págs. Pub. No. 22 PRECIO: \$95,000.00 + 18,000.00*
FOREIGNER: \$44.00 + 10.00*
10. ESCARABAJOS: 200 MILLONES DE AÑOS DE EVOLUCION. Morón Miguel
angel, (Ediciones de lujo) 1984. 132 págs. Pub. No. 14
PRECIO: \$25,875.00 + 5,250.00*
FOREIGNER: \$40.00 + 6.00*
11. ESTUDIO INTEGRADO DE LOS RECURSOS VEGETACION, SUELO Y
AGUA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MAPIMI. Montaña Carlos.
(Ilustrado) 1988. 290 págs. (incluyendo una ampliación a color de dos mapas
de la Reserva). Pub. No. 2 PRECIO: \$37, 950.00 + 6,500.00*
FOREIGNER: \$35.00 + 10.00*
12. ESTUDIOS ECOLOGICOS EN EL TROPICO MEXICANO. Reyes-Castillo,
P. 1981. 105 págs. Pub. No. 6 PRECIO: \$15,525.00 + 3,500.00*
FOREIGNER: \$20.00 + 6.00*
13. FLORA FANEROGAMICA DEL VALLE DE MEXICO, VOL. II. Rzedowski,
Jersy & G. C. de Rzedowski. (Ilustrado) 1985. 647 págs. Pub. No. 15
PRECIO: \$25,875.00 + 8,700.00*
FOREIGNER: \$35.00 + 10.00*
14. HOMENAJE AL DR. GONZALO HALFFTER. Instituto de Ecología,
(Ilustrado) 1985. 104 págs. Pub. No. 19 PRECIO: \$3,000.00 + 2,500.00*
FOREIGNER: \$2.00 + 1.00*
15. LAS CACTACEAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE MAPIMI. Cornet,
A. (Ilustrado) 1985. 52 págs. Pub. No. 18 PRECIO: \$25,875.00 + 4,100.00*
FOREIGNER: \$30.00 + 6.00*
16. MAMIFEROS SILVESTRES EN LA CUENCA DE MEXICO. Ceballos
González, Gerardo y Carlos Galindo Leal. Editorial Limusa (Ilustrado) 1984,
Pub. No. 13 PRECIO: \$27,250.00 + 5,860.00*
FOREIGNER: \$25.00 + 6.00*
17. METODOS CUANTITATIVOS EN LA BIOGEOGRAFIA. Ezcurra Exequiel, M.
Equihua, B. Kohlmann y S. Sánchez Colón. 1984. 125 págs. Pub. No. 12
PRECIO: \$12, 935.00 + 3,500.00*
FOREIGNER: \$15.00 + 6.00*

18. THE NESTING BEHAVIOR OF DUNG BEETLES (Scarabaeinae). AN ECOLOGICAL AND EVOLUTIVE - APROACH. Halffter Gonzalo & W. D. Edmonds. (Ilustrado) 1982. 176 págs. Pub. No. 10

PRECIO: \$25,875.00 + 7,100.00*

FOREIGNER: \$40.00 + 10.00*

PAGO ANTICIPADO REQUERIDO para envío por correo. Al precio del libro favor de sumar el costo de gastos de envío marcado para cada libro con un asterisco (*) air mail service.

Favor de enviar cheque, giro bancario o postal a nombre de:

INSTITUTO DE ECOLOGIA, A. C.

Apartado Postal 18-845

Delegación Miguel Hidalgo

11800 México, D. F.

National Museum of Natural History, Washington, D.C. E.U.A.	Don E. Wilson
Universidad Central de Venezuela, Caracas, New Mexico State University. Universidad de Barcelona, España.	Juhani Ojasti
Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Universidad Nacional de la Plata, Argentina.	Ralph J. Raitt Ramón Margalef
Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Universidad Nacional de la Plata, Argentina.	Pedro Aguilar F. Abraham Willink
University of California Irvine, U.S.A. Los Angeles, E.U.A. University of Oklahoma, E.U.A.	Rosendo Pascual
University of California Irvine, U.S.A. Los Angeles, E.U.A. University of Oklahoma, E.U.A.	Francisco J. Ayala Martín L. Cody Michael A. Mares
University of Pennsylvania, E.U.A.	Daniel H. Janzen
University of Washington, E U.A.	Gordon H. Orians

Esta revista aparece gracias
al apoyo económico otorgado por
el Consejo Nacional de Ciencia
y Tecnología, México.

Comité Editorial

Pedro Reyes Castillo (Director)

Gustavo Aguirre	Ma. Eugenia Maury
Violeta Halffter	Miguel Angel Morón
Carmen Huerta	