



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS

BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

“CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE
LA REPRODUCCIÓN
DE *OSGOODOMYS BANDERANUS*
(RODENTIA: MURIDAE)
EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

JOSÉ MANUEL ESPINO OCAMPO

DIRECTOR DE TESIS: DR. CORNELIO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

MÉXICO, D. F.

Marzo, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

A CONACYT por la beca de maestría, No. 1772966
La Dirección Nacional de Estudios de Posgrado, por la beca asignada.

Al director de la tesis, Dr. Cornelio Sánchez Hernández, por compartir sus conocimientos sobre mamíferos. A los miembros del jurado Dra. Juana Alba Luis Díaz, Dr. René de Jesús Cárdenas Vázquez, Dr. Pablo Arturo Salame Méndez y la Dra. Alondra Castro Capillo por sus acertadas observaciones y correcciones al manuscrito y su amable comprensión.

A las autoridades del Instituto de Biología por las facilidades que brinda a todos sus estudiantes.

Al Dr. Ricardo Barajas Ayala, director de la Estación de Biología Chamela, por el permiso de realizar la estancia de cinco meses.

A los curadores de las Colecciones Mastozoológicas por permitirme el acceso a los diarios de campo y ejemplares de *Osgoodomys banderanus*: Dr. Fernando Cervantes Reza, de la Colección Nacional de Mamíferos, Instituto de Biología, UNAM, Dr. Biol. Juan Carlos López Vidal, de la Colección Nacional de Mamíferos de la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y al Dr. José Ramírez Pulido de la Colección de Mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Al M. en C. Agustín Carmona Castro del Bioterio de la Facultad de Ciencias por su asesoría en el manejo básico de una colonia de ratones.

A la Dra. María de Lourdes Romero Almaraz, M. en C. José Juan Flores Martínez y a Lic. J. Blas Figueroa Olea por su amabilidad y disposición en la corrección del manuscrito.

En Memoria
De mi padre

Sr. José Manuel Espino Tavisón

DEDICATORIAS

A mi madre, Rosa María Ocampo Martínez y mi tía Graciela Olea Martínez,
agradecimiento y cariño

A mi tía Alicia, y a mis primas Flor, Margarita.
A mis hermanos y amigos

A Gil, por su amistad y ayuda en el campo.

A los investigadores, estudiantes y personal de la Estación: Verónica, Eduardo,
Talía, Manuel, Rodrigo, Emilio, Karla, Elisa, Ramiro, Leonardo y Lucy. A las Sras. Eva,
Elena, Lucy, Dra. Katherine Rentón y Dr. Jorge Vega.

RESUMEN

Por su impacto ecológico, económico y sanitario, el conocimiento de la biología reproductiva de los roedores es importante. Al respecto, en México sólo existen notas e información dispersa sobre distribución y taxonomía para la mayoría de las especies. Uno de los géneros cuyo conocimiento es limitado es al que pertenece *Osgoodomys banderanus*, género con una única especie con dos subespecies reconocidas, que además es endémica de México. Por lo que el propósito de mi trabajo es contribuir en el conocimiento de su reproducción.

Capítulo I. Generalidades sobre la reproducción de roedores con énfasis en *Osgoodomys banderanus*. Se establece que el conocimiento sobre la biología reproductiva es limitado y no se había descrito: El ciclo estral, el tamaño de camada, crecimiento postnatal, tiempo del destete, madurez y crecimiento posnatal, ni el patrón reproductor. Lo cual, es importante, para lograr su reproducción en cautiverio, estos aspectos de biología reproductiva son indispensable para el manejo y control de las poblaciones. Para, formar una colonia se realizaron las capturas de ratones, durante septiembre y octubre en lugares cercanos a la estación de Biología de Chamela. Las capturas se hicieron con 90 trampas Sherman colocaron en 13 transectos. Hasta tener 21 hembras y 8 machos de *O. banderanus*. A los ratones conservados se llevaron a un cuarto construido de malla de invernadero y techo de plástico negro, que se utilizo como bioterio cerca de las instalaciones de la estación. A los ratones se les colocó individualmente dentro de cajas de acrílico. Los ejemplares fueron marcados con perforaciones en las orejas. Se les alimento con el producto comercial ("Nutricubos", Purina) y agua *ad libitum*.

Capítulo II Ciclo estral y citología exfoliativa de *Osgoodomys banderanus*. Con el fin de conocer el ciclo estral se hicieron lavados vaginales cada ocho horas, durante 26 días continuos, a cinco hembras silvestres adultas, no preñadas, que habían destetado a sus crías. Se encontró que el ciclo es continuo y asincrónico, que vario entre 2 y 8 días con un promedio de 4.86 ± 1.63 , los cambios celulares permitió establecer las cuatro etapas del ciclo. Con presencia de células cornificadas, durante el estro, lo que hace que el ciclo estral sea similar al del

género *Peromyscus* y *Onchomys leucogaster*. Pero diferente al de *Neotomodon alstoni* y al de *O. torridus* que presentan leucocitos en esa etapa.

Capítulo III Crecimiento postnatal de *Osgoodomys banderanus*. De 10 hembras gestantes se observó la hora del parto y las pautas de comportamiento de las hembras. Para describir los cambios de tamaño y de las características externa que se van presentando en las crías, se hicieron anotaciones del desarrollo de las crías que permanecieron con la madre hasta la edad de un mes, y fueron separadas por sexo. Durante su crecimiento se tomaron las medidas somáticas externas y el peso a 27 crías. El número de crías por camada fue de 2.7 (1-3). Las crías pesaron al nacer en promedio $5.0 \text{ g} \pm 1.6$. Aparentemente el desarrollo de *Osgoodomys banderanus* es lento. El peso al nacer de las crías es parecido al de *Megadontomys thomasi* y *Peromyscus californicus*. Su desarrollo es lento similar a especies de un poco mas grandes como *P. californicus* y *P. mexicanus*. Las medidas de longitud y de su crecimiento son similares a especies de tamaño parecido a *O. banderanus*, como: *P. perfulvus*, y *N. alstoni*. Lo mismo se presenta con respecto al incremento del peso es similar con casi la misma taza de crecimiento de *P. perfulvus*, durante los días observados, y semejante al de *N. alstoni* y *O. leucogaster*.

Capítulo IV Patrón reproductor de *Osgoodomys banderanus*. Con el fin conocer cual es el su patrón reproductivo, se obtuvo información sobre la condición reproductora de 306 especímenes depositados en varias colecciones y de 36 capturados. Con base en su tamaño y su coloración se separaron en edades. Con los datos de los ratones se les agrupó y analizó sus proporciones por mes. Se encontró que hay actividad reproductora durante la mayor parte del año, en las dos subespecies. Se observan, dos periodos de mayor actividad reproductiva, uno en mayo y el otro en septiembre-octubre para *O. b. banderanus*. Y para *O. b. vicinior* en febrero y agosto-septiembre. Este patrón reproductivo poliestro asincrónico continuo es similar a varias especies de ratones tropicales.

Abstract

It is very important to obtain information about reproductive characteristics of rodents because of its ecological, economical and sanitary impact. Currently, in Mexico there are just a few notes and some spread information about the distribution and taxonomy of most rodent species, and *Osgoodomys banderanus* is not the exception on these aspects. The genus *Osgoodomys* contains only one species, which is endemic to Mexico, and it is subdivided in two recognized subspecies. Therefore, the main purpose of this study is to enhance the knowledge about reproductive characteristics of this species.

Chapter I. General information about reproductive characteristics of rodents, with emphasis on *Osgoodomys banderanus*. It is stated that the knowledge about the species' reproductive biology is very limited and: the estral cycle, size clutch, postnatal development, weaning time, maturity and reproductive pattern are described herein for the first time. This information is important in order to increase the chances of a successful reproduction in captivity, for enhancing the appropriate conservation management and for the control of the species' populations when necessary. In order to form a colony, mice were captured from September to October of 2003 in areas nearby the headquarters of the Chamela's Biological Station. Captures took place using 90 Sherman traps arranged in 13 transects and consequently, 21 females and eight males *O. banderanus* were collected. Then, mice with appropriate reproductive characteristics were taken to a room designed as biotery made of greenhouse fences and a roof made of black nylon located near the station's headquarters. Mice were place individually in acrylic boxes, marked using ear piercing system and permanently fed "Nutricubos", Purina and water *ad libitum*.

Chapter II Exfoliative vaginal cytology of *Osgoodomys banderanus* With the aim of knowing the estral cycle, vaginal washings were done every 8 hours for 26 days continuous to five non pregnant adult females that had just stopped feeding their offspring. It was found that the estral cycle is continuous and asynchronous,

varying from two to eight days with an average of 4.86 ± 1.63 , and cellular change observations helped to identify the four stages of the cycle. Presence of cornified cells makes the estral cycle of *O. banderanus* similar to that of *Peromyscus* and *Onychomys leucogaster*, but different to that of *Neotomodon alstoni* and *O. torridus* since the latter present leukocytes during the estral cycle.

Chapter III Postnatal growth of *Osgoodomys banderanus* Time of parturition and female behavior during the process from ten pregnant females were observed and described. Description of size and external characteristics of the offspring where done until they became one month old, then offspring were placed in separate boxes by sex. 27 offspring were measured and weighed during their development. Clutch size was 2.7 (1-3). Newborns weighed an average of $5.0 \text{ g} \pm 1.6$. Data suggests that development on *Osgoodomys banderanus* is relatively slow. Mass in newborns is similar to that of *Megadontomys thomasi* and *Peromyscus californicus*. The slow development in the species studied herein, is similar of species with higher mass like *P. californicus* and *P. mexicanus*. On the other hand, measurements like length and morphological characteristics are similar of species with equal morphological measurements like, *Peromyscus perfulvus*, and *Neotomodon alstoni*. Results of mass development rates were also similar to those of *P. perfulvus*, *Neotomodon alstoni* and *Onychomys leucogaster*.

Chapter IV Reproductive pattern of *Osgoodomys banderanus*. Information on reproductive pattern was obtained from 306 specimens from several collections and 36 captured individuals in the study herein. Age classes were determined based on size and color. Also, mice's data allowed grouping them in monthly proportions. Data also revealed that there is reproductive activity during most part of the year for the two subspecies. Two periods of more reproductive activity were observed, one including May and from September to October for *O. b. banderanus*; the other includes February and from August to September for *O. b. vicinior*. This continuous polyestrous asynchronous reproductive pattern is similar to those of species from tropical environments.

CONTENIDO

CAPÍTULO I	
GENERALIDADES SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE ROEDORES CON ÉNFASIS EN <i>OSGOODOMYS BANDERANUS</i>	1
INTRODUCCIÓN	1
Diagnóstico de <i>Osgoodomys banderanus</i>	3
Generalidades e importancia de los roedores	3
Generalidades sobre la reproducción en ratones silvestres	4
Anatomía del aparato reproductor	5
Anatomía del aparato reproductor de los machos	5
Anatomía del aparato reproductor de la hembra	6
Madurez sexual en roedores	7
Endocrinología	8
Ciclo estral de las hembras	9
Sistemas de apareamiento	10
Cortejo y comportamiento copulatorio	11
Fertilización	11
Implantación	12
Gestación	12
Nacimiento y características de las crías	13
Cuidado parental	13
Cuidado maternal	14
Cuidado paternal	14
Tamaño de camada	14
Proporción de sexos	14
Lactancia	15
Crecimiento	15
Antecedentes sobre la reproducción de <i>Osgoodomys banderanus</i>	15
Justificación	17
OBJETIVOS	17
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
MATERIAL Y MÉTODOS GENERALES	20
Captura de los organismos	20
Manejo en cautiverio	21

CAPÍTULO II	
CICLO ESTRAL Y CITOLOGÍA VAGINAL EXFOLIATIVA DE OSGOODOMYS BANDERANUS	22
INTRODUCCIÓN	22
Ciclo estral en <i>Peromyscus</i> y otros muridos	22
Proestro	23
Estro	23
Metaestro	24
Diestro	25
Justificación	28
OBJETIVOS	28
HIPÓTESIS	28
MATERIAL Y MÉTODOS	29
RESULTADOS	30
Duración del ciclo estral	30
Descripción de las etapas del ciclo estral	31
DISCUSIÓN	33
Comparación de la duración del ciclo estral	33
Comparación de las etapas del ciclo estral	34
CONCLUSIONES	38

CAPÍTULO III.	
CRECIMIENTO POSTNATAL EN OSGOODOMYS BANDERANUS	39
INTRODUCCIÓN	39
OBJETIVOS	42
HIPÓTESIS DE TRABAJO	42
MATERIAL Y MÉTODOS	42
Manejo de hembras preñadas en cautiverio	42
Horario de nacimiento de las camadas.....	43
Comportamiento de la hembra durante el parto	43
Tamaño y características de la camada	43
Crecimiento postnatal y observaciones sobre el desarrollo de las crías	44
Medidas somáticas y peso	44
Análisis de crecimiento postnatal	44
RESULTADOS	45
Hembras en gestación	45
Horario de nacimiento	45
Comportamiento de la hembra durante el parto	45
Tamaño y características de la camada	46
Desarrollo posnatal, primeros eventos	46
Edad de destete	47
Cambios en coloración del pelaje	47
Crecimiento posnatal	47
Edad de la madurez	48
Crecimiento de medidas somáticas y peso	48
Modelo de crecimiento	53
DISCUSIÓN	56
Hembras preñadas	56
Comportamiento de las hembra durante el parto	56
Tamaño y características de la camada	56
Proporción de sexos	57
Peso por cría y camada	58
Actividad del neonato	58
Primeros eventos del desarrollo	58
Edad de destete	60
Cambios en la coloración del pelaje	60
Edad de madurez	61
Patrón de crecimiento de las medidas somáticas y del peso	63
Modelo de crecimiento	68
CONCLUSIONES	69

CAPÍTULO IV	
PATRÓN REPRODUCTIVO DE <i>OSGOODOMYS BANDERANUS</i>	70
INTRODUCCIÓN	70
Factores que afectan la estacionalidad reproductiva	70
Patrones de reproducción	72
Datos reproductivos anuales de <i>Osgoodomys banderanus banderanus</i>	73
Datos reproductivos anuales de <i>Osgoodomys banderanus vicinior</i>	75
OBJETIVO	77
HIPÓTESIS DE TRABAJO	77
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	77
MATERIAL Y MÉTODOS	81
RESULTADOS	82
Patrón reproductor de <i>Osgoodomys banderanus banderanus</i>	82
Patrón reproductor de <i>Osgoodomys banderanus vicinior</i>	84
DISCUSIÓN	85
Patrón reproductor de <i>Osgoodomys banderanus banderanus</i>	85
Patrón reproductor de <i>Osgoodomys banderanus vicinior</i>	88
Comparación del patrón reproductor de <i>Osgoodomys banderanus</i> con otros ratones	97
CONCLUSIONES	95
LITERATURA CITADA	96

CAPÍTULO I

GENERALIDADES SOBRE LA REPRODUCCIÓN DE ROEDORES CON ÉNFASIS EN *OSGOODOMYS BANDERANUS*

INTRODUCCIÓN

Diagnos de *Osgoodomys banderanus*

Características morfológicas. La coloración del dorso es pardo grisáceo a negruzco; el vientre es blanco y puede presentar una mancha pectoral parda; la patas son blancas. La cola es del tamaño de su cuerpo o más larga, desnuda y escamosa. Las patas traseras pueden ser total o parcialmente desnudas. El cráneo muestra crestas supraorbitales bien marcadas; en la base interna de las crestas hay un surco que se extiende desde la región lacrimal y puede llegar hasta la sutura parientofrontal (Hall, 1981; Carleton, 1980, 1989).

De acuerdo con la descripción original (Osgood, 1909), *Osgoodomys banderanus vicinior* es más oscuro que *Osgoodomys banderanus banderanus* y su coloración tiene un tono rojizo vino, de donde proviene el nombre de la subespecie, además de que su cráneo es más estrecho. Por su parte, *O. b. banderanus* tiene el foramen palatino anterior más elíptico, con tendencia a ser triangular; las plantas de las patas traseras son desnudas en su parte media. Sin embargo, estas distinciones morfológicas no son constantes, lo que dificulta la identificación de las dos subespecies; de hecho, las características diagnósticas del cráneo cambian (Álvarez 1968; Álvarez *et al.*, 1987) y la coloración también varía (Hernández-Chávez, 1990). A nivel genético Rogers *et al.* (1984) describieron un solo cariotipo para la especie, basándose en ejemplares de Jalisco, pero Núñez-Garduño, *et al.* (1999) encontraron tres cariotipos diferentes.

Distribución. *Osgoodomys banderanus* es una especie autóctona de México, endémica de las zonas bajas de la vertiente del Pacífico desde Nayarit hasta Guerrero. La especie penetra tierra adentro por la cuenca del Balsas y otros ríos y llega hasta el extremo suroccidental del Estado de México (Hall, 1981).

Comprende dos subespecies que se sobreponen en su distribución (Figura 1.1). *O. b. banderanus* que se encuentra en las partes bajas y *O. b. vicinior* que es más común en lugares altos y cálidos.

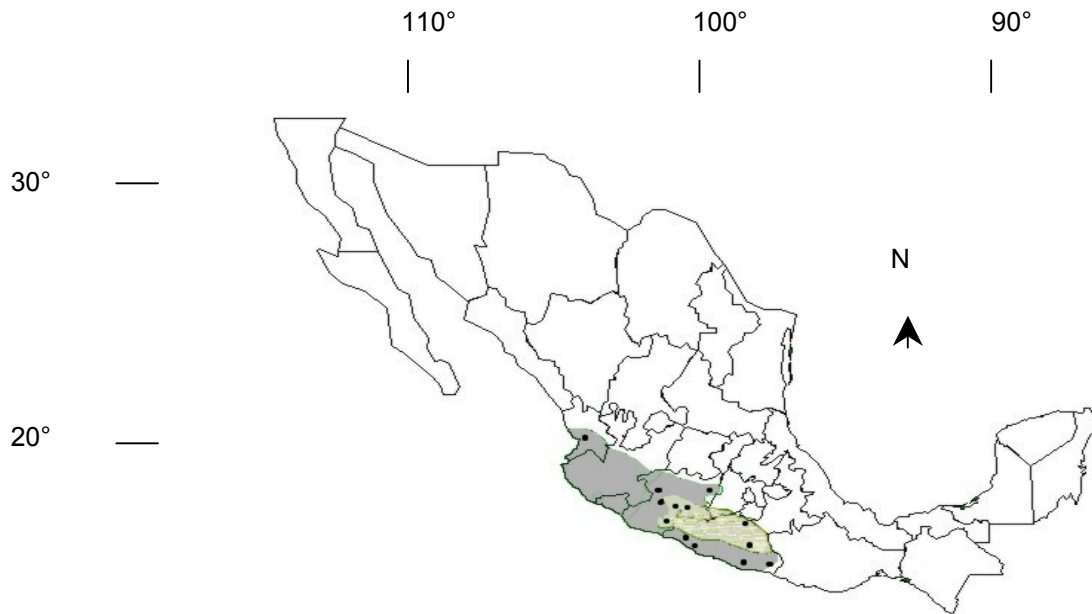


Figura 1.1. Distribución de *O. banderanus*. La marca gris muestra la distribución de *O. b. banderanus* y la gris claro la de *O. b. vicinior* (modificado de Hall, 1981).

Hábitat y alimentación. Se encuentra en selva mediana, selva baja caducifolia, en terrenos de cultivo (López-Forment *et al.*, 1971) y pastizales (García-Ruiz, 2000), preferentemente cerca de arroyos (Davis, 1944) y zonas rocosas (Hall y Villa, 1949; Helm *et al.*, 1974). Aún cuando se conoce poco sobre su alimentación, se considera que es omnívoro, pues consume semillas, frutos e insectos (García-Ruiz, 2000). Se han utilizado estos componentes en la dieta de individuos en cautiverio, mientras que en algunas trampas se han encontrado restos de ortópteros y coleópteros (Mendoza y Miranda, 2002).

Generalidades e importancia de los roedores

Los roedores silvestres representan 40% de todas las especies de mamíferos conocidos, lo que los convierte en integrantes fundamentales de los ecosistemas terrestres, debido a los múltiples efectos directos e indirectos que tienen sobre éste (Hayssen *et al.*, 1993). Los roedores impactan en la forma de crecimiento de algunas plantas al alimentarse de ellas, asimismo, pueden favorecer su mortalidad cuando se alimentan de la corteza de los árboles. Por otra parte, también recolectan, almacenan y dispersan sus semillas (Davidson *et al.*, 1984) con lo que contribuyen a la regeneración de la vegetación (Olf y Ritchie, 1998). Debido a su gran abundancia y biomasa, permiten el mantenimiento de poblaciones de numerosos depredadores (Hayssen *et al.*, 1993). Aun con lo anterior, numerosas especies se consideran plagas porque provocan daños económicos al alimentarse de cultivos y alimentos almacenados (Donald, 1984), así como por su gran facilidad para alimentarse y destruir prácticamente cualquier cosa.

Los roedores tienen una innegable trascendencia en la salud humana (Donald, 1984), porque pueden ser hospederos de diversos virus, que causan diferentes enfermedades cuando los transmiten. Un ejemplo de esto es el síndrome pulmonar ocasionado por el hantavirus, el cual puede ser mortal. Este virus que fue descubierto en 1993 produce fiebres hemorrágicas severas y es transmitido a través de la orina, heces o saliva de varias especies de roedores sigmodontinos (Yates *et al.*, 2002; Chu *et al.* en prensa). Otras enfermedades transmitidas por roedores incluyen a erlichiosis granulocítica, bartonelosis, leptospirosis, triquinosis, salmonelosis y peste bubónica (Botten *et al.*, 2000). Esto les confiere relevancia como animales de experimentación en investigaciones biomédicas y de otras disciplinas (Jackson, 1997). Por ello, es importante señalar que para su manejo en el campo o en cautiverio, se deben considerar todas las precauciones posibles para evitar contagios (Romero-Almaraz *et al.*, 2007).

Debido al alto impacto ecológico, económico y sanitario de los roedores, el conocimiento de su biología reproductiva es relevante. De hecho, una forma de

conocer cómo y cuándo se desarrollan las plagas y enfermedades, es a través del monitoreo de sus poblaciones y de su estado de salud, para lo cual es necesario conocer primero su biología reproductiva básica y los factores que la modifican (Jackson, 1997), tanto en vida libre como en cautiverio. Al respecto, en México sólo existen notas e información dispersa en los abundantes trabajos sobre distribución y taxonomía, para la mayoría de las especies. En muy pocos casos se han hecho estudios sobre su biología (Martín y Álvarez, 1982) y menos aún sobre aspectos reproductivos específicos (Sánchez-Hernández *et al.*, 1989).

Por lo anterior, es necesario documentar aspectos fundamentales de la reproducción de los roedores silvestres de México, además de que esto contribuirá al manejo, conservación y control de numerosas especies, ya sea de distribución amplia o restringida en nuestro país. Como *Osgoodomys banderanus*, una especie endémica muy abundante de las zonas tropicales de la vertiente del Pacífico, del centro y sur del occidente de nuestro País.

Generalidades sobre la reproducción de los ratones silvestres

La reproducción se refiere a todas las actividades que involucran la generación de nuevas crías (Genser, 1990). A su vez, estas actividades involucran varios eventos en las diferentes etapas de la vida del organismo entre los que se encuentran el crecimiento, madurez, cortejo, cópula, fertilización, implantación, gestación, partos, cuidado de las crías, destete, crecimiento de las crías y pubertad hasta llegar a la madurez. Todos estos eventos forman parte del ciclo sexual de los mamíferos y, dependiendo de la especie, estos eventos pueden ocurrir una o varias veces durante un ciclo anual, lo que a su vez corresponde a un patrón reproductor monoestro o poliestro, respectivamente. En este contexto, cabe mencionar que aún cuando la reproducción no es un proceso esencial para la supervivencia de un individuo, sí es necesaria para la perpetuación de las poblaciones (Bronson, 1989).

Anatomía del aparato reproductor. Como en todos los mamíferos, los órganos reproductores masculinos de los roedores se dividen en internos y externos y, desde el punto de vista de su anatomía y fisiología, el aparato reproductor de los machos y las hembras son muy diferentes, pero en ambos casos, es necesario su desarrollo, madurez y funcionamiento, para iniciar la reproducción.

Aparato reproductor de los machos. Los genitales internos (Fig. 1.2.) comprenden los testículos, epidídimos, conductos deferentes y glándulas sexuales anexas (vesículas seminales, próstata y bulbouretrales). Los genitales externos están constituidos por el pene y el escroto. Los gametos masculinos (espermatozoides) son producidos en los testículos (gónadas masculinas) y almacenados en el epidídimo (Genser, 1990).

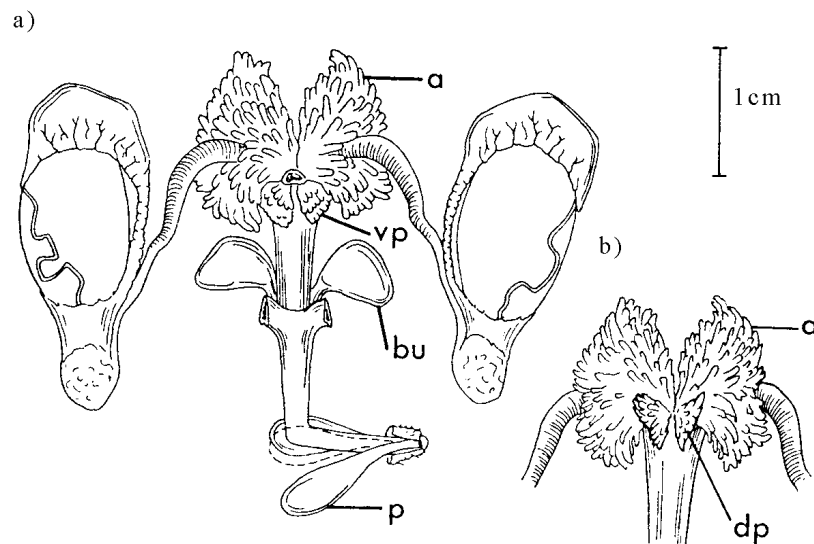


Figura 1.2. Glándulas anexas de los genitales masculinos internos en *Osgoodomys banderanus*. Vista ventral (a): a, glándula ampular; vp, glándula prostática; bu, glándula bulbouretral; p, glándula del prepucio. Vista dorsal (b): dp, glándula prostática dorsal. Tomado de Linzey y Layne (1969).

Los roedores presentan un hueso que ayuda a dar sostén al pene durante la cópula que se conoce como hueso peneano o báculo, cuya estructura puede ser

simple o muy compleja. El báculo ha sido utilizado tradicionalmente para dividir a los múridos a nivel genérico o subgenérico (Carleton, 1989). En América los géneros *Osgoodomys*, *Peromyscus*, *Reithrodontomys*, *Ochrotomys*, *Neotomodon*, *Onychomys*, *Baiomys*, *Scotinomys*, *Nelsonia*, *Neotoma*, *Xenomys*, *Otodylomys* y *Tylomys*, presentan un pene simple cuyo báculo tiene un solo elemento cartilaginoso, variable en longitud y forma. En cambio, en roedores múridos del viejo continente (*i. e. Mus* y *Rattus*) o en otros roedores de América (*i. e. Microtus*), el pene es complejo y el báculo está formado por un hueso basal y varios huesos distales.

Aparato reproductor de las hembras. En los roedores, los genitales internos de las hembras comprenden las gónadas femeninas (ovarios), oviductos, úteros y la vagina; a los cuales se asocian el clítoris y las glándulas anexas. Por otra parte, los genitales externos corresponden sólo a la abertura u orificio vaginal. En la rata *Rattus norvegicus*, el ovario está encerrado en un saco (Fig. 1.3), mientras que en otras especies sólo se encuentra dentro de una cavidad simple órgano (Flowerdew, 1987). El aparato reproductor de las hembras tiene diferentes funciones a través del tiempo, dependiendo de los órganos involucrados. Primero, los óvulos se producen en el ovario, después ocurre la fertilización en el oviducto y posteriormente el útero se encarga de la nutrición del embrión (Genser, 1990).

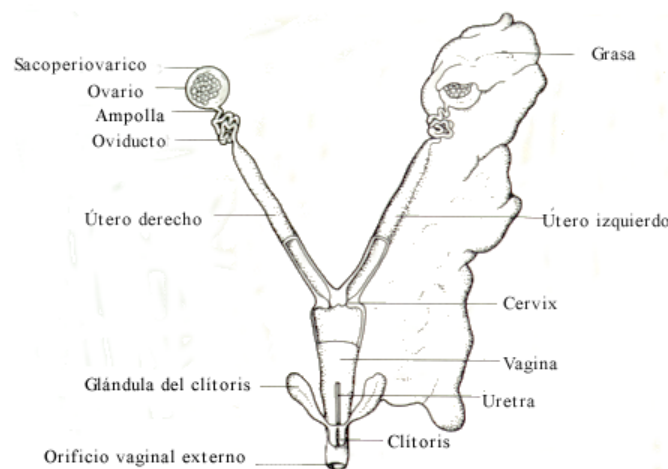


Figura 1.3. Aparato femenino de la rata de laboratorio *Rattus norvegicus*. La grasa fue removida del lado derecho y las paredes uterina y vaginal fueron cortadas para exponer el cervix. Tomado de Flowerdew (1987).

Otras estructuras relacionadas con la reproducción, que no corresponden a genitales, pero que están relacionadas con la supervivencia de las crías, son las glándulas mamarias, las cuales son las responsables de producir la leche, para alimentarla. Cuando las glándulas mamarias están activas, consisten de una serie de conductos que terminan en bulbos secretores de leche; estos conductos convergen en los pezones, los cuales se desarrollan durante la lactancia. El número de pezones es variable pero suele haber un par pectoral y otros dos pares inguinales como en los géneros *Habromys*, *Megadontomys*, *Ochrotomys*, *Osgoodomys* y *Podomys* (Hall, 1981). También dentro del género *Peromyscus* existe este patrón de mamas, con excepción del subgénero *Haplomys* (que incluye a *Peromyscus eremicus*, *P. interparietalis* y *P. californicus*, entre otros) y algunas especies del subgénero *Peromyscus* como *P. crinitus*, *P. seudocrinitus* y *P. megalops* donde faltan las mamas pectorales.

Madurez sexual en roedores. Para tener una reproducción exitosa es necesario que tanto el macho como la hembra, posean órganos reproductivos desarrollados y maduros; es decir, que sean capaces de producir espermatozoides y óvulos, respectivamente (Genser, 1990). La edad a la que se alcanza la madurez tiene gran efecto en la dinámica poblacional y en el potencial reproductivo de las poblaciones. A causa de la mortalidad, la reproducción en los ratones está dominada generalmente por una expectativa de vida muy corta, en general de alrededor de 6 meses, así que tienen que madurar en un tiempo corto, el cual ocurre en promedio antes de los tres meses de edad (Bronson, 1989; Millar, 1989). Por otra parte, otros factores como son la disponibilidad de recursos alimenticios y los cambios en la temperatura, pueden alterar la edad a la que los individuos alcanzan la madurez, incluso dentro de una misma población (Bronson, 1989).

En el género *Peromyscus* los estudios de laboratorio indican que todas las especies son capaces de reproducirse antes de los tres meses de edad (Millar, 1989). De modo, que la edad a la que se presenta el primer estro varía entre los

28 y los 51 días, mientras que la primera cópula ocurre entre los 39 y 76 días (Layne, 1968). Sin embargo, estos datos corresponden a especies silvestres en cautiverio, y aunque sin duda son un referente, en condiciones naturales el tiempo tiende a ser mayor (Millar y Threadgill, 1987). En poblaciones silvestres se ha registrado que la primera concepción para las hebras de camadas nacidas en primavera, ocurre en promedio hasta los 60 días en *Peromyscus maniculatus*, 72 días en *P. leucopus* y hasta los 110 días de edad en *P. mexicanus* (Millar, 1989); incluso en algunas poblaciones en el norte de Canadá, las hembras de *P. maniculatus* pueden quedar preñadas hasta el año de edad (Gilbert y Krebs, 1981).

Los patrones de maduración en machos se conocen menos que los de las hembras (Millar, 1989). Hay evidencias de que en algunas especies, maduran después que las hembras y sólo en algunas subespecies de *Peromyscus maniculatus* con distribución nortea y ambientes fríos, se presenta lo contrario (Layne, 1968). Para *Osgoodomys banderanus* no se ha determinado la edad a madurez.

Endocrinología. La reproducción involucra interacciones complejas de varias hormonas, así como una gran variedad de tejidos y órganos. El sistema nervioso y las hormonas coordinan procesos fisiológicos y sincronizan los procesos internos de los organismos con el ambiente externo. La percepción de los estímulos ambientales se da por los receptores sensoriales que mandan la información al sistema nervioso. En el hipotálamo la información neural induce la actividad de las células neurosecretoras, las cuales producen mensajeros químicos denominados factores liberadores. Estos llegan a la hipófisis anterior lo que induce la síntesis y secreción de hormonas llamadas gonadotropinas porque su destino son las gónadas (Barrington, 1975).

En las hembras cuyas hormonas gonadotrópicas incluyen a la folículo estimulante (FSH), la luteinizante (LH) y a la prolactina (LTH), las cuales regulan y la ovogénesis (Bronson, 1989). Estas hormonas actúan por separado o interactúan

en diferentes procesos. La hormona FSH, como su nombre lo indica, se encarga principalmente de inducir a los folículos jóvenes para que desarrollen capas múltiples de células de la granulosa y formen folículos maduros. La hormona LH actúa sinérgicamente con la FSH para promover la secreción de estrógeno en los folículos que están madurando y ocasionar la ovulación; asimismo, tiene que ver con la formación de cuerpos lúteos. La LTH es la que mantiene el cuerpo lúteo y estimula la producción de leche (Barrigton, 1975).

En los machos, la LH actúa a través de las células de Leydig que se ubican en el tejido intersticial del testículo. Estas células producen andrógenos, principalmente testosterona, que actúa sobre el epitelio de los túbulos seminíferos y los induce a iniciar la espermatogénesis (Flowerdew, 1987). La FSH produce la maduración de los gametos y el crecimiento del epitelio seminífero y de las células de Sertoli. Estas células sustentan física y fisiológicamente a las células germinales, las espermatogonias. Las células de Sertoli son grandes con relación a las espermatogonias y el resto de la membrana basal (Bronson, 1989).

Ciclo estral de las hembras. Para que la producción de las nuevas crías sea exitosa, además de la ovulación que se presenta en el ovario, la hembra pasa por una serie de cambios fisiológicos y conductuales progresivos, altamente sincronizados por la influencia de las hormonas hipofisarias y ováricas. Estos cambios son periódicos, por lo que se conocen como ciclo estral, el cual implica una etapa muy marcada conocida como celo o “calor” en la que la hembra es receptiva para el apareamiento y durante la cual se presenta la ovulación. El comportamiento que exhibe la hembra durante el “calor”, propicia la oportunidad para su fertilización y consecuente preñez (Flowerdew, 1987).

El ciclo estral constituye una combinación sincrónica de por lo menos, dos procesos coordinados hormonalmente, el ovárico y el uterino, por lo que se considera un ciclo ovárico-uterino y se expresa en la estructura histológica de la pared vaginal. Por esta causa, cuando se estudia la citología exfoliativa de la vagina, se puede diagnosticar en qué etapa del ciclo estral se encuentran las

hembras de algunos mamíferos. Si los cambios se presentan de manera cíclica a lo largo del año, la especie se denomina poliéstrica; pero si se presentan una vez al año, o en un periodo más largo, es llamada monoéstrica (Bronson, 1989). En la mayoría de los mamíferos el ciclo estral incluye cuatro etapas (proestro, estro, metaestro y diestro), pero en algunas especies también se presenta el anestro, que corresponde a un período en el cual el desarrollo y maduración folicular se interrumpen (Finn, 2001; capítulo III).

Sistemas de apareamiento. Comprenden las relaciones sociales que permiten a los individuos encontrar y competir por parejas para lograr el apareamiento durante la temporada reproductiva (Flowerdew, 1987). Este comprende cuatro modalidades: 1) Monogamia que es la asociación de un macho con una hembra en uno o varios períodos reproductivos. 2) Poligamia es la asociación de un macho con más de una pareja; la poliginia es una variación de la poligamia y se trata de la participación de un macho con un grupo estable de hembras con las que cópula. 3) *Androginia*, es la asociación de una hembra con varios machos. 4) Promiscuidad que consiste en asociaciones no estables entre un macho con diferentes hembras y viceversa.

En los roedores tropicales fosoriales, hay especies que pueden tener un sistema complejo de agrupaciones sociales; sin embargo, la mayoría de las especies son solitarias y solo se reúnen durante el periodo reproductivo (Ebensperger, 2001). En concordancia con lo anterior, en la mayoría de las especies del género *Peromyscus*, los sexos son solitarios y sólo se reúnen durante el apareamiento. Pero hay gran diversidad en el grado de asociación con sus conespecíficos. En algunas especies las parejas pueden formar vínculos de por vida, siendo monógamas estrictas como en *P. californicus* (Ribble y Salvioni, 1990; Ribble, 1991) y *P. polionotus* (Swilling y Wooten, 2002). Otras, son medianamente tolerantes, ya que los vínculos con su pareja no son tan estrechos y la relación no es de por vida, por lo que se consideran monógamos facultativos; además, en estas especies, la hembra es tolerante con el macho durante el parto y puede

presentar un estro de postparto, como en *P. eremicus* (Svihla, 1932; Eisenberg, 1963). En especies polígamas, los machos tienden a tener una gran movilidad, dependiendo de la densidad de las hembras disponibles; si la densidad es alta (50 a 103 ratones por hectárea), tienden a ser territoriales, como en *Peromyscus maniculatus* y *P. leucopus* (Wolff, 1989; Wolff y Cicirello, 1989).

Cortejo y comportamiento copulatorio. La organización social en *Peromyscus*, permite, al igual que en otros roedores, diferentes manifestaciones para su reconocimiento, acercamiento y contacto. El acercamiento se inicia con la exploración nasal-nasal o nasal-anal, a lo que puede seguir un comportamiento de acicalamiento o un comportamiento agresivo (Layne, 1968). Durante el periodo de estro o receptividad de la hembra, ésta puede mostrarse pasiva ante la proximidad del macho, presentando vibración o temblor de las orejas (Eisenberg, 1968). Posteriormente, vuelve a presentarse otro reconocimiento y si la hembra está en estro adopta una postura de apareamiento. En roedores y otros mamíferos, la postura es muy característica y se conoce como lordosis y consiste en que la hembra arquea la espalda, mantiene la parte posterior levantada y se queda inmóvil, de manera que expone los cuartos traseros y la vagina para facilitar la monta y con esto la penetración por parte del macho. Una vez que ocurre la penetración, hay movimientos pélvicos hasta que el macho eyacula. Cuando termina la cópula, los dos individuos se separan temporalmente y se limpian los genitales repetidamente (Layne, 1968). En ocasiones una hembra se aparea con más de un macho, por lo que existe la posibilidad de paternidad múltiple, como en el caso de *Peromyscus maniculatus* (Birdsall y Nash, 1973). Para evitar o, por lo menos, disminuir esta situación, las secreciones (moco y semen) de las glándulas accesorias masculinas de los machos se endurecen y forman los llamados tapones vaginales o copulatorios, de manera que la entrada de la vagina queda bloqueada e imposibilita una nueva cópula (Dewsbury, 1988).

Fertilización. Para que la fecundación de los óvulos se realice, el espermatozoide del macho tiene que viajar de la vagina hasta el oviducto, en donde se encuentra el óvulo u óvulos. Una vez que espermatozoides alcanzan el oviducto, se unen a la zona

pelúcida y expulsan una gran cantidad de enzimas que se almacenan en el acrosoma del espermatozoide (reacción acrosómica), las cuales facilitan su penetración a través de la zona pelúcida (Carlson, 2000).

Cuando un espermatozoide penetra el ocito, se bloquea la entrada de más espermatozoides, a través de la despolarización de la membrana plasmática del óvulo, produciéndose también cambios en la zona pelúcida. Estos dos fenómenos previenen o evitan la penetración de otro espermatozoide lo que evita la poliespermia (Finn, 2001).

La penetración del espermatozoide estimula la rápida intensificación del metabolismo de la célula femenina y después de completar la meiosis forma el pronúcleo en la hembra. Por su parte, el material nuclear del espermatozoide se libera y forma el pronúcleo del macho. En el óvulo, ambos pronúcleos se juntan y sus cromosomas se organizan para una división mitótica, entonces se completa la fecundación. El óvulo fecundado recibe el nombre de huevo o cigoto (Carlson, 2000).

Implantación. El cigoto sigue su viaje hasta llegar al lugar donde se va a implantar. Para recibir al cigoto, el útero modifica su endometrio y facilita de esa manera el inicio del desarrollo (Carlson, 2000).

Gestación. Es el periodo que dura la fase embrionaria y fetal hasta el nacimiento. En la subfamilia Sigmodontinae se ha señalado que el período de gestación dura de 20 a 50 días. Siendo que en la mayoría de los ratones es de 23 a 27 días (Asdell, 1964). Una de las especies más estudiadas en su desarrollo prenatal es *Peromyscus polionotus*, del cual se han documentado los cambios celulares progresivos de manera detallada hasta el día 18 de edad (Layne, 1968). El desarrollo del embrión en *Peromyscus* no difiere mucho del observado en *Mus*, *Rattus* y *Mesocricetus*. En numerosas especies de *Peromyscus* hay

apareamientos durante la lactancia y la implantación se retarda por lo que la gestación se prolonga (Heideman y Bronson, 1992).

Cuando una hembra que se encuentra en los primeros días de preñez, tiene contacto o se expone a un macho extraño y se aparea, existe la posibilidad de que los embriones se reabsorban y ella vuelva a ovular. A esta reacción se le conoce como efecto Bruce, ya que fue descrito por primera vez en hembras de *Mus musculus* por este autor (Bruce, 1959). Posteriormente la hembra queda nuevamente embarazada y se reinicia la implantación. El efecto Bruce se ha observado en *Peromyscus maniculatus* (O'Keefe *et al.*, 1985) *Peromyscus nudipes* (Heideman y Bronson, 1992), *Microtus agrestes* y *M. ochrogaster* (Bronson, 1989).

Nacimiento y características de las crías. En cautiverio se ha podido estudiar el comportamiento de *Peromyscus* durante el parto (Layne, 1968). En vísperas del parto, la hembra puede estar inquieta y restregarse contra las paredes de la caja durante la noche. Una vez en trabajo de parto, asume una posición cuadrúpeda o bípeda y las contracciones abdominales preceden al nacimiento de la cría. En *P. maniculatus*, *P. gossypinus* y *P. polionotus*, se ha observado que se estiran la piel alrededor del orificio vaginal con las patas delanteras; a veces la hembra usa sus dientes o la mano para ayudar el paso de la cría. La placenta y membranas fetales son expulsadas inmediatamente después del producto, o pocos minutos después. En un nacimiento normal, la placenta es consumida después de su expulsión y el cordón umbilical es seccionado de diferentes maneras. La hembra se limpia a sí misma y al neonato. Comúnmente los nacimientos se presentan durante el día, ya sea por la mañana o por la tarde. En ocasiones, la hembra se come al recién nacido, especialmente si se le ha molestado durante el parto o poco después.

Cuidado parental. En sentido estricto, el cuidado parental se refiere al cuidado de las crías jóvenes por parte de uno o de ambos progenitores. Como resultado, las crías obtienen beneficios directos como la provisión de alimento, abrigo, aseo, recuperación y sociabilización; pero en un sentido amplio, los cuidados parentales

también incluyen la construcción del nido o madriguera, el cuidado de los jóvenes y la provisión de alimento para la hembra o las crías (Carmona *et al.*, 1999).

Cuidado maternal. Los roedores generalmente tienen crías altricias, poiquilotérmicas y estas nacen en un nido previamente construido por la madre, quien ataca a los intrusos que penetran en él (Bester-Meredith y Marler, 2001).

Cuidado paternal. En roedores monógamos, los machos participan en el cuidado de las crías. Se han observado cuidados paternos en *Peromyscus leucopus*, *P. maniculatus* (Horner, 1947) y *P. californicus* en cautiverio, pero sólo en la última especie se han realizado estudios de campo que corroboran la interacción de padres e hijos (Gubernick *et al.*, 1993). El tiempo que el macho proporciona cuidados a sus crías depende de cada especie. En cautiverio, los machos de *Peromyscus californicus*, *Onchomys torridus* y *Neotomodon alstoni* permanecen en el nido más tiempo que la hembra, proporcionando más cuidados paternos (Carmona *et al.*, 1999).

Tamaño de camada. El número de crías varía entre poblaciones y durante la vida de las hembras. En hembras jóvenes, las primeras camadas en general son pequeñas, comparadas con las subsecuentes, pero disminuyen en tamaño cuando las hembras envejecen. En varias especies de *Peromyscus* existe relación inversa entre el tamaño de la camada y el de las crías. Los ratones en condiciones de laboratorio, tienden a reproducirse más rápidamente y el número de crías es más alto que en las poblaciones silvestres; sin embargo, el canibalismo y la mortalidad de las crías también son mayores (Millar y Threadgill, 1987).

Proporción de sexos. En la mayoría de las especies de *Peromyscus* la proporción entre los dos sexos es generalmente cercana a 1:1 (Layne, 1968); sin embargo, en otras especies se inclina a hacia alguno de los sexos. La proporción de sexos puede ser diferente cuando se analiza a partir de las crías, de los jóvenes o de los adultos, dependiendo de si la mortalidad incide en alguno de los dos sexos. Asimismo, puede haber variación no sólo entre subespecies sino incluso entre poblaciones y se puede observar que a lo largo del tiempo puede haber

tendencias hacia machos o las hembras según sea el caso (Layne, 1968). Como ejemplo, la proporción en alguna especie es la siguiente: en *P. eremicus* es de 1:0.8; en *P. interparietalis*, 1:0.9 (Brand y Ryckman, 1968); en *P. gossypinus*, 0.9:1 (Pournelle, 1952). En *Neotomodon alstoni* se ha documentado una proporción simétrica entre hembras y machos (Martín y Álvarez, 1982; Sánchez-Hernández *et al.*, 1989), así como mayor proporción de hembras, 1:1.6 (Olivera *et al.*, 1986), mientras que para *Nyctomys sumichrasti* es cercana a 1:1 (Genoways y Jones, 1972).

Lactancia. Las crías altricias son esencialmente inmóviles, poiquilotérmicas y completamente dependientes del cuidado de la madre y del padre (sólo en algunas especies de mamíferos monógamos) para su protección. Pero sólo la madre les puede brindar la leche materna indispensable para su crecimiento. Es por eso que en el nido la madre cubre a la cría y expone la región de las glándulas mamarias, lo que le permite que la cría pueda succionar (Numan, 1999). El último lapso de lactancia es el más crítico en el ciclo reproductivo y la gestación es menos demandante energéticamente, porque el grado de protección y estabilidad ambiental es mayor en el útero (Millar, 1977).

Crecimiento. Se define como el incremento de los organismos en peso o longitud, y se distingue del desarrollo en que éste último representa un incremento en organización. Este incremento está dado por la asimilación de materiales obtenidos del ambiente (Bertalanffy, 1938). Este tema se amplía en el Capítulo III.

Antecedentes sobre la reproducción de *Osgoodomys banderanus*

Aparato reproductor de los machos. La morfología del pene (Linzey y Leyne, 1969) es semejante a la del género *Peromyscus* (Carleton, 1989), pero se distingue de éste por la conformación de las glándulas anexas. Así, *O. banderanus* tiene las glándulas ampulares y prostáticas dorsales excepcionalmente grandes y las glándulas del prepucio están bien desarrolladas, mientras que carece de la

glándula vesicular (Hooper, 1968; Linzey y Layne, 1969, 1974). Debido a estas características, se considera que es una especie con su propia rama filética y se le considera un género diferente del género *Peromyscus* (Bradley *et al.* 2007), que según algunos autores surgió en los primeros eventos evolutivos que originaron al género *Peromyscus* (Hooper y Musser, 1964; Rogers *et al.*, 1984).

Aparato reproductor de la hembra. No se ha descrito y sólo se indica que tienen dos glándulas mamarias pectorales y cuatro abdominales (Hall, 1981).

Apareamiento de O. banderanus. Al parecer, los adultos se reúnen sólo durante el apareamiento. Los machos son solitarios y tienen gran movilidad, pero no se señala las distancias que se desplazan para encontrar a las hembras (Mendoza y Miranda, 2002).

Cuidado maternal en O. banderanus. Al parecer los cuidados maternos son prolongados, ya que se han llegado a capturar hembras lactantes y juveniles en la misma trampa o en trampas contiguas, lo cual podría soportar que los juveniles siguen a sus madres (Mendoza y Miranda, 2002), por lo menos los primeros días después del destete.

Tamaño de la camada de O. banderanus. En la zona de estudio Mendoza y Miranda (2002) encontraron que una camada tenía una cría y otra tres crías (dos machos y una hembra). Otros datos que se han encontrado dispersos en literatura se muestran en los cuadros 4.1 a 4.4).

Proporción de sexos de O. banderanus. En la zona de estudio Ceballos (1990) no encontró diferencias en la proporción de los sexos. Sin embargo, para la misma zona se registró una proporción que favorece a los machos (1.4:1, Mendoza y Miranda, 2002).

Patrones de Reproducción de O. banderanus. Los datos que se encontraron en la literatura se muestran en los cuadros 4.1 a 4.4.

Justificación. Considerando que a pesar de que *Osgoodomys banderanus* es una especie endémica con una distribución limitada, es muy abundante en los ecosistemas que habita y que su alimentación es a base de semillas e invertebrados, se considera que debe desempeñar un papel relevante en la dinámica de la dispersión de semillas y en la regeneración de las selvas y bosques que habita. No obstante, por la información presentada anteriormente se observa que el conocimiento de su biología, y en especial de los diferentes aspectos de su reproducción es aún limitado, por lo que los objetivos de este trabajo son los siguientes:

OBJETIVOS

General:

Contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de *Osgoodomys banderanus*.

Particulares:

1. Exponer los conocimientos generales que se tienen sobre la reproducción de *Osgoodomys banderanus*.
2. Describir la duración y características celulares de las etapas del ciclo estral de *Osgoodomys banderanus* a partir de citologías exfoliativas vaginal.
3. Documentar los cambios morfométricos y morfológicos que tienen las crías de *Osgoodomys banderanus*, desde su nacimiento hasta que alcanzan 90% del tamaño del adulto.
4. Obtener una curva del crecimiento postnatal de las crías, aplicando el modelo de Bertalanffy (1938).
5. Contribuir a la determinación del patrón reproductivo de *Osgoodomys banderanus banderanus* y *O. banderanus vicinior*.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los especímenes base de este trabajo se capturaron en los terrenos de la Estación de Biología Chamela, de la UNAM (Figura 1.4), la cual se encuentra a 6 km al SE del poblado de Chamela (19°29'N, 105°01'W) en la costa del estado de Jalisco y a 60 metros sobre el nivel del mar (García-Oliva *et al.*, 2002).

Topografía. La fisiografía de la región de Chamela tiene predominantemente lomeríos y cañadas pequeñas que van desde el nivel del mar hasta los 500 m de altitud. Estos y que se encuentran sobre la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre del Sur, y mientras que hacia la costa hay planicies aluviales (Bullock 1988).

Geología. Las cadenas montañosas cercanas están compuestas principalmente por rocas volcánicas que se depositaron sobre un basamento metamórfico. Esta área es tectónicamente muy activa por la cercanía a la costa de un punto tectónico triple. Los suelos dominantes son de composición arenosa, neutros, con poca materia orgánica en los lomeríos y elevaciones bajas. En las planicies aluviales los suelos son más profundos y fértiles, en su mayoría con buen drenaje (Bullock 1988).

Hidrología. Presenta arroyos temporales como el Colorado, Coastecomate Guayabos y Hornitos, los cuales confluyen en el arroyo Chamela, cuyo caudal de agua es permanente, cerca de su desembocadura. Otros ríos cercanos son el río San Nicolás al norte, el río Cuitzamala y el río Purificación al sur.

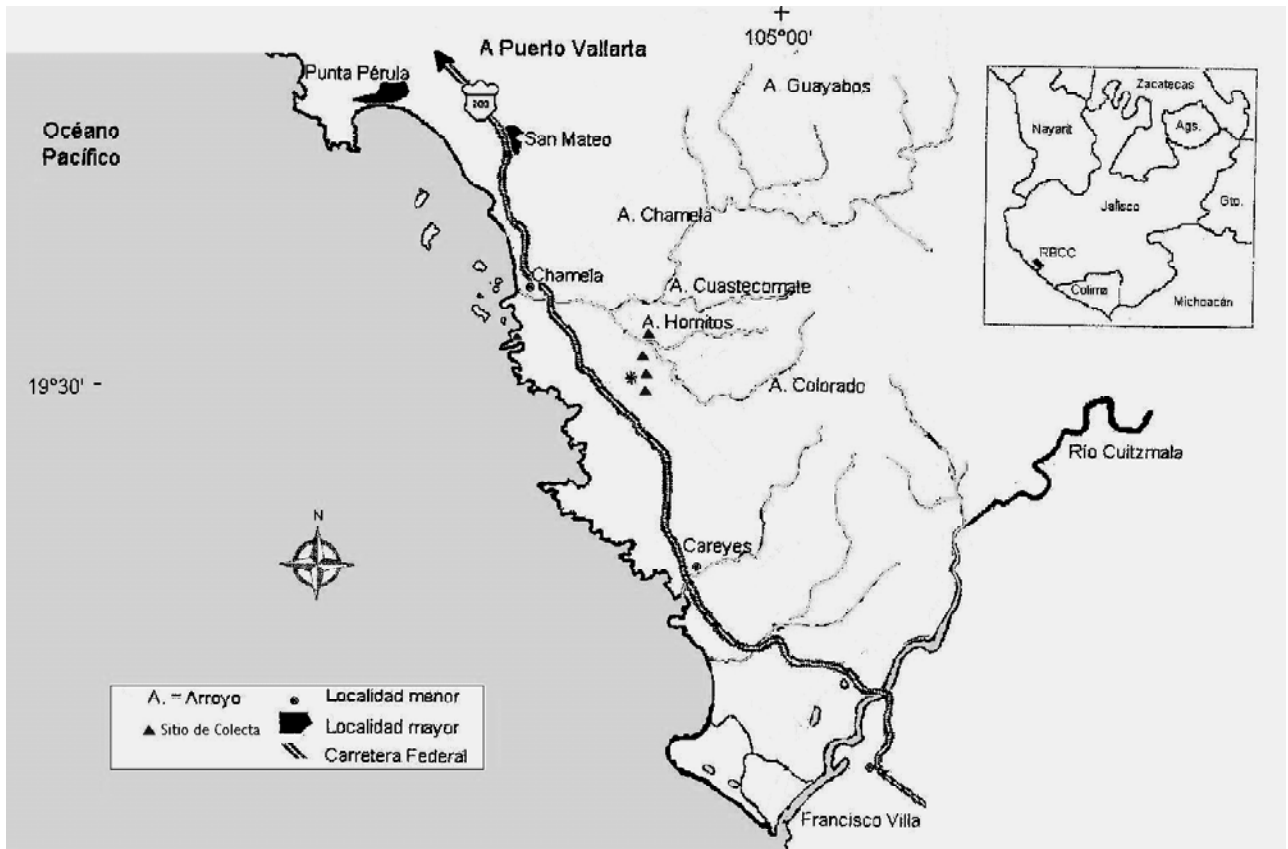


Figura 1.4. Ubicación de la Estación de Biología Chamela, de la UNAM. Mapa modificado de Noguera *et al.*, 2002. Con asterisco las instalaciones de la Estación Chamela donde se mantuvo a la colonia de ratones.

Clima. Del tipo AW_{0i} (con cociente de precipitación anual y temperatura media anual de 32 [P/T] y temperatura menor de 43.2°C), es el más seco del grupo de los cálidos subhúmedos de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1988). El promedio (1978-2000, fig. 1.5) de temperatura es de 24.6°C , mientras que el patrón de precipitación pluvial es marcadamente estacional, concentrándose en cinco meses (junio a octubre); aunque la humedad relativa se mantiene arriba de 65% durante todo el año por la influencia del mar (García-Oliva *et al.*, 2002).

Vegetación. Corresponde principalmente a la selva baja caducifolia, pero a lo largo de los arroyos se encuentra selva mediana subcaducifolia, mientras que hacia la costa hay ocasionalmente matorral xerófilo, manglar, palmar y vegetación riparia.

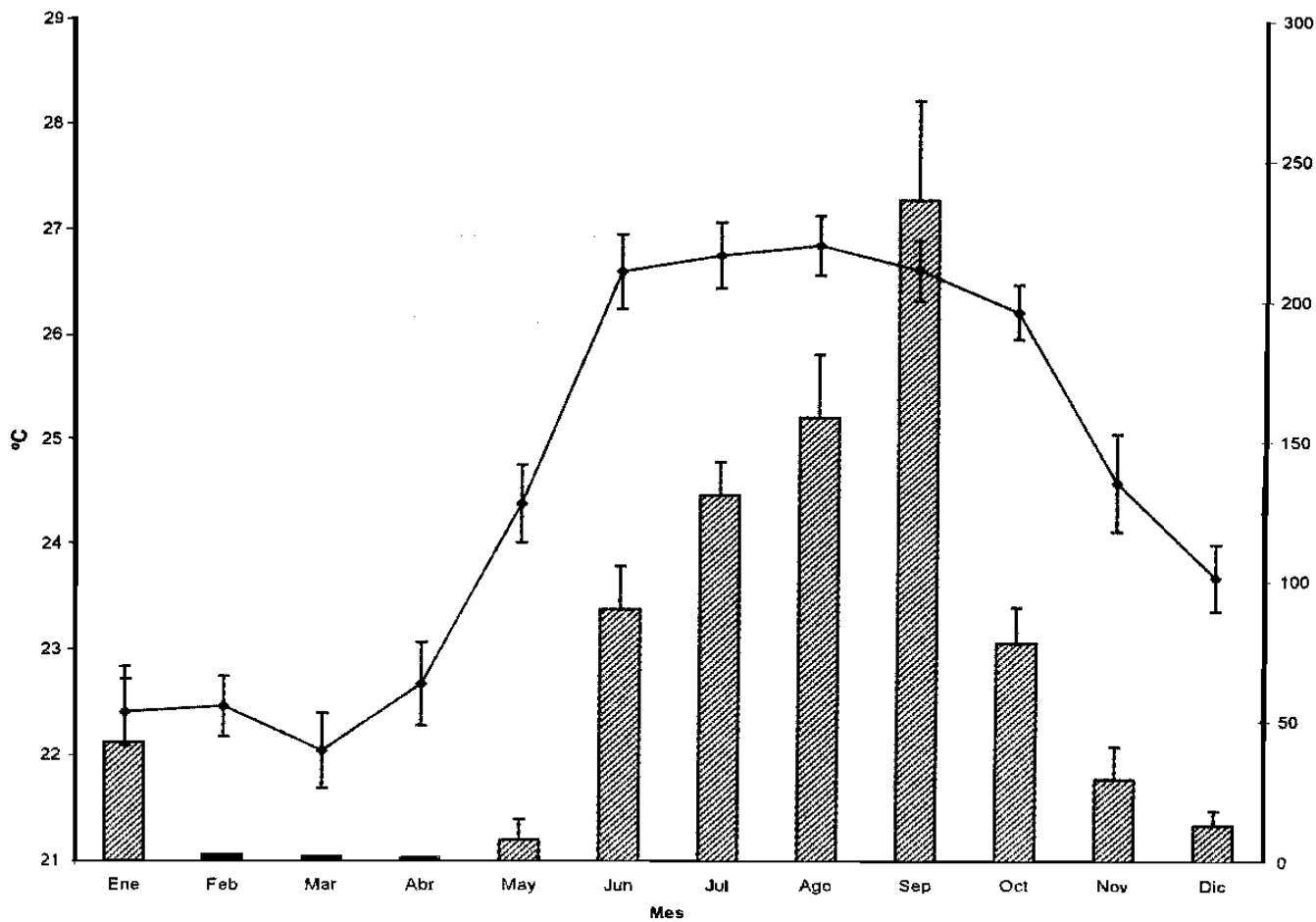


Figura 1.5. Promedios mensuales de precipitación y temperatura en la Estación de Biología Chamela de la UNAM, de acuerdo con los registros meteorológicos obtenidos de 1978 a 2000 (García-Oliva *et al.*, 2002).

MATERIAL Y MÉTODOS

Captura de los organismos

La captura de los ratones se realizó durante septiembre y octubre de 2003, en lugares cercanos a la estación de Biología de Chamela (Fig. 1.4). Para ello se usaron 90 trampas Sherman (tamaño de 80 x 80 x 200 mm), cebadas con avena que se colocaron en 13 transectos por tres noches (3510 noches trampa), hasta que se logró obtener 21 hembras y 8 machos de *O. banderanus*. Las trampas estaban separados entre sí por 10 a 15 metros, y se colocaron en vegetación de selva mediana subcaducifolia.

Las trampas se revisaron por la mañana, sólo se mantuvieron a los individuos de *O. banderanus*, mientras que los de otras especies se liberaron. Los *O. banderanus* que se llevaron a un cuarto de 5 x 4 x 3.5 que se utilizó como bioterio, estaba construido con malla de invernadero y techo de plástico negro, para proteger a los organismos de la lluvia y de la insolación directa; aunque permitía las corrientes de aire y el fotoperíodo era el mismo que el del exterior.

A los ratones se les colocó individualmente dentro de cajas de acrílico para bioterio (35 x 25 x 15 cm), pero en el caso de las hembras gestantes se utilizaron cajas más grandes (35 x 25 x 15 cm y 45 x 30 x 20). Todas las cajas tenían una cama de aserrín que se limpiaba cada 48 horas. Para mantener a los organismos a una temperatura similar a la del exterior (menor a 32°C) se conectaba un ventilador y el piso del cuarto se regaba con agua varias veces al día.

Manejo en cautiverio

Los ejemplares se marcaron con perforaciones en las orejas, de acuerdo al método de Waynforth y Flecknell (1992), se anotó el número y el sexo correspondiente. Además se les alimentó con producto comercial (Nutricubos, Purina) y agua *ad libitum*. Las jaulas se colocaron en anaqueles de metal, separando a las hembras de los machos. Los especímenes recién capturados se aislaron por 10 días; para observar si no presentaban síntomas de alguna enfermedad (Botten *et al.*, 2000). Posteriormente, con ayuda de una cámara de video se grabó la actividad de cuatro ratones (dos machos y dos hembras), con el objeto de establecer la hora de mayor actividad y observar su comportamiento individual. A las hembras se les revisó en la región del vientre por palpación para establecer si estaban preñadas. En caso positivo, se les pesó cada semana con el objeto de que la manipulación disminuyera el estrés. Aunado a esto, en machos se recabaron notas sobre su condición sexual, si los testículos estaban escrotados o no, así como los cambios de conducta así como cambios corporales como son el pelaje y se les midió después de cada semana.

CAPÍTULO II

CICLO ESTRAL Y CITOLOGÍA VAGINAL EXFOLIATIVA DE *OSGOODOMYS BANDERANUS*.

INTRODUCCIÓN

Ciclo estral en Peromyscus y otros múridos.

El ciclo estral no ha sido descrito para *Osgoodomys banderanus*, pero se conoce muy bien para el ratón (*Mus musculus*) y la rata de laboratorio (*Rattus norvegicus*). Durante el ciclo estral hay una ovulación espontánea, cerca del final del celo, y la fase lútea es corta. el ciclo completo dura entre 4 y 6 días. El ciclo estral se ha estudiado en la mayoría de las especie de *Peromyscus*, en las cuales las observaciones se han hecho a partir de citología vaginal exfoliativa con ratones vivos (Cuadro 2.1). Sin embargo, esta técnica tiene la desventaja de que por la forma de tomar el frotis, hay una alta incidencia de frotis que parecen estar en estro, y se puede inducir la seudopreñez o la presencia de ciclos anormalmente largos en algunos individuos (Whitten y Champlin, 1978). También se ha observado la apariencia de la vulva (grado relativo de hinchazón y el color de los labios), así como la abertura o no de la vagina como indicadores de las etapas del ciclo estral en el ratón, registrándose la presencia o no de secreciones (*i. e.*, desechos celulares y humedad). En *Dipodomys merriami* y *D. microps* se puede medir el diámetro de la región vulvar (Wilson *et al.*, 1985).

La ventaja de registrar los cambios con base en la apariencia de los genitales externos femeninos, una vez que se conoce su relación con las etapas del ciclo estral, es que su observación es rápida y no hay necesidad de manipular el tracto vaginal, lo que evita la inducción de su cornificación y la posibilidad de contaminarlo con bacterias u otro elemento biológico nocivo (Whitten y Champlin, 1978). En otras especies, sin embargo, aunque hay ciertos cambios en la apariencia de la vulva no se ha podido utilizar como referencia para las etapas del ciclo estral, como es el caso de *Onychomys torridus*, que exhibe cambios durante el estro, pero estos no son tan claros ni tan cíclicos como en las especies anteriores (Taylor, 1968).

En cambio, en *Ototylomys phyllotis* no se ha encontrado relación entre el patrón de actividad y las etapas del ciclo estral (Helm, 1975).

Proestro. En esta fase la hembra se prepara para el celo y se caracteriza porque la hormona FSH (folículo estimulante) actúa sobre la maduración de los folículos, estimulándolos para que comiencen su desarrollo. La producción de estrógenos se eleva y provoca la secreción de la hormona luteinizante (LH) a través de la hipófisis, la cual actuará durante los procesos de ovulación. En *Rattus norvegicus* el proestro dura 13.5 horas. En *Mus musculus* en el proestro, la vagina se ve abierta y el tejido es rojo-rosado y húmedo, con numerosas estrías y pliegues longitudinales en los labios (Whitten y Champlin, 1978). Al igual que en las anteriores especies las del género *Peromyscus*, durante al inicio del proestro hay gran cantidad de células epiteliales, menor cantidad de leucocitos, se pueden encontrar ocasionalmente células cornificadas y una desaparición gradual de leucocitos con dominancia no marcada de células epiteliales (Figs. 2.1 a). Al final del proestro hay dominancia de células nucleadas, con células cornificadas comunes; los leucocitos son muy raros (Figs. 2.1 b).

Estro. En este período se presenta el celo o “calor” en donde la hembra muestra un comportamiento receptivo hacia el macho. Las hormonas predominantes son la FSH, que actúan sinérgicamente con un incremento marcado de la LH. Para el reconocimiento de este periodo en el exudado de la vagina se observa que la mucosa vaginal presenta repetidas mitosis y a medida que se acumulan nuevas células, las capas epiteliales superficiales se hacen escamosas y cornificadas (Fig. 2.1 c). Este tipo de células son indicadoras del estro en la rata de laboratorio (*Rattus norvegicus*; Waynforth y Flecknell, 1992), cuya mucosa vaginal se reseca y los labios de la vulva se hinchan el estro dura, 25.3 horas (Asdell, 1964). En *Mus musculus* en el estro la vagina muestra signos son similares al proestro, pero los tejidos se ven rosa pálido y menos húmedos; las estrías son más pronunciadas

(Whitten y Champlin, 1978) En *Perognathus longimembris* el estro se puede establecer por la apariencia de los labios de la vulva (Hayden *et al.*, 1966)

En algunas especies (Cuadro 2.1), las características celulares cambian; por ejemplo, en *Neotoma albigula* (Olivas, 2002), *N. floridana* (Chapman, 1951), *Neotomodon alstoni* (Olivera *et al.*, 1986) y *Tylomys nudicaudus* (Helm y Dalby, 1975), todas las etapas tienen leucocitos presentes, incluso en el estro, aunque en menor proporción. En algunas especies del género *Peromyscus* (*P. californicus*, *P. crinitus*, *P. eremicus*, *P. gossypinus*, *P. leucopus*, *P. maniculatus* y *P. melanophrys*) entre los cúmulos de células cornificadas hay células nucleadas y manchadas, (Ferkin, 1987, Dewsbury *et al.* 1977, Pournelle, 1952 y Clark, 1936a).

Por otra parte, en algunas especies (*Peromyscus maniculatus* y otras), las hembras muestran un incremento de actividad durante el estro, lo que permite establecer de manera indirecta cuando entran en estro (Cushing, 1985).

La ovulación se presenta en la última parte del estro; para la implantación del cigoto el útero aumenta de tamaño y se expande, debido a la acumulación de líquido en su interior (Ruiz, 1988). En las hembras preñadas la implantación continua y el resto del ciclo se interrumpe durante la gestación. En las hembras que no tuvieron una preñez exitosa o no estuvieron con machos el ciclo estral se continúa.

Metaestro. Ocurre al final del estro, se caracteriza porque en la pared de la vagina abundan los leucocitos que aparecen mezclados con algunas células cornificadas. En *Rattus norvegicus*, los labios de la vulva siguen ligeramente hinchados y la mucosa vaginal seca y dura 13.3 horas (Asdell, 1964). En *Mus musculus* en el metaestro los tejidos se ven pálidos y secos; el labio dorsal se observa edematoso al principio, mientras que en el metaestro tardío, los labios ya no son rosas, sino pálidos y hay desechos celulares en las paredes de la vagina que la pueden tapar parcialmente (Whitten y Champlin, 1978)., En *Peromyscus*, cuando comienza el

metaestro se pueden observar abundantes células nucleadas (Fig. 2.1 d), con manchas oscuras, que son reemplazadas por células cornificadas al final del metaestro (Clark 1936a, Pournelle, 1952). Durante esta etapa siempre hay leucocitos más abundantes hacia el diestro (Clark 1936^a, fig 2.1 e). Mientras que la acción de la LH activa la formación y el crecimiento del cuerpo lúteo en el ovario. En el cuerpo lúteo hay un incremento en la secreción de progesterona, por lo que funciona como una glándula endocrina temporal. La duración del metaestro esta determinada por la longevidad del cuerpo lúteo.

Diestro. En *Rattus norvegicus* el diestro, dura 56.5 horas (Asdell, 1964). Durante el diestro la vagina de *Mus musculus* tiene la abertura pequeña y el tejido es color rosa o morado y muy húmedo (Whitten y Champlin, 1978)

En hembras que no fueron fecundadas el frotis vaginal se caracteriza por la abundancia de leucocitos con algunas células epiteliales cornificadas que al final del diestro desaparecen y se presentan algunas células epiteliales (Figura 2.1 c). Sin embargo, excepcionalmente se pueden encontrar algunas células cornificadas durante esta etapa, como ocurre en el género *Peromyscus* (Clark, 1936a). Mientras que en el ovario sucede la involución o lisis del cuerpo lúteo, por lo que disminuye notablemente la progesterona circulante en la hembra. En el ovario de otros roedores la involución del cuerpo lúteo es un proceso rápido, debido a que la fase de secreción de progesterona no alcanza un nivel muy elevado. Asimismo, en el útero los cuernos se observan adelgazados y levemente contraídos. En especies poliestras, después de estos cambios se iniciará un nuevo ciclo estral, mientras que en hembras gestantes al finalizar el embarazo, el estro puede ser posparto o hasta la terminación de la lactancia y destete de las crías.

Anestro. En esta fase los animales entran en una inactividad gonadal evidente y se presenta principalmente en especies que habitan regiones con una marcada estacionalidad. La involución gonádica es tal, que las hembras no muestran signos de ovogénesis y en los machos se bloquea el proceso de la espermatogénesis.

Ocurre en forma cíclica en aquellos animales que son monoestros o poliestros estacionales como es el caso de animales que hibernan (Bronson, 1989).

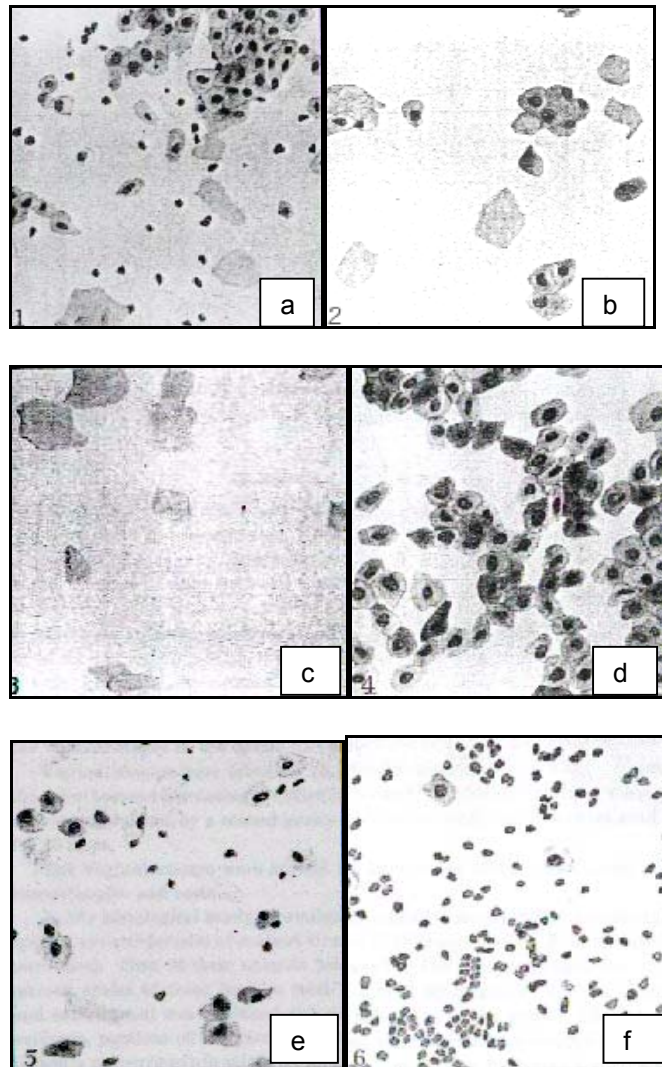


Figura 2.1. Citología vaginal de *Peromyscus maniculatus*, mostrando las diferentes células que se observan en las fases del ciclo estral. En el diestro, el epitelio basal tiene células grandes y redondeadas. Las células epiteliales superficiales grandes, son de forma irregular y más oscuras, con leucocitos pequeños y abundantes. En esta figura: a) proestro temprano, b) proestro tardío, c) estro, d) metaestro temprano, e) metaestro tardío y f) diestro (Clark, 1936a).

Cuadro 2. 1. Ciclo estral de algunos roedores silvestres.

Especie	Duración del ciclo (días)		Observaciones (horas)	Ciclos	N	Referencia
	Media	Variación				
<i>Baiomys taylori</i>	4.9	(3 a 6)		3	30	Hudson, 1974
	7.54	$\pm\sigma 0.4$	proestro 12 estro 24 metaestro 48 diestro 96		19	Quadango <i>et al.</i> , 1970
<i>Neotoma albigula</i>	5.21		estro con leucocitos	30	6	Olivas, 2002
<i>Neotoma floridana</i>	4 a 6	(3 a 8)			13	Chapman, 1951
<i>Neotoma fuscipes</i>			estro inducido			Donat, 1933
<i>Neotomodon alstoni</i>	4.5	$\pm\sigma 0.4$ (3 a 7)	proestro ~24 estro ~24 con leucocitos metaestro 10 a 24 diestro ~24 a mas de 48	18	24	Olivera <i>et al.</i> , 1986
<i>Onychomys leucogaster</i>	4.9			3		Haysen <i>et al.</i> , 1993
	6.3	$\pm es 0.6$	moda 4 días	02	32	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977
<i>Onychomys torridus</i>	-	-	leucocitos todo el ciclo		-	Taylor, 1968
<i>Oryzomys capito</i>		(5 a 6)				Whorth, 1967
<i>Oryzomys nigripes</i>	10	$\pm\sigma 0.84$		4	1	Haysen <i>et al.</i> , 1993
<i>Oryzomys palustris</i>	7.6	$\pm\sigma 0.196$ a 9	estro 26.28 entre 24 a 72	1	7	Conaway, 1954
<i>Ototylomys phyllotis</i>	8.8	$\pm\sigma 0.5$	proestro 62.4 \pm 9.6 estro 62.4 \pm 4.8, metaestro 31.2 \pm 2.4 diestro 67.8 \pm 16.9		14	Helm, 1975
<i>Peromyscus californicus</i>	6.4	$\pm es 0.2$	moda 6	61	12	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977
	9	$\pm es 0.4$ (5 a 20)	estro 36 \pm 0.1(1 a 5 días) diestro con mucus bimodal 6 y 10 días	9	18	Gubernick, 1988
<i>Peromyscus crinitus</i>	6.1	$\pm es 1.3$	moda 5 días	0	7	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977
<i>Peromyscus eremicus</i>	5.3	$\pm es 0.3$	moda 4 días	39	58	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977
<i>Peromyscus gossypinus</i>	4.7	$\pm es 0.2$	moda 4.2 días	33	22	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977
	5.26	(3.5a10)	proestro 21.1(8 a 30) estro 23.9(12 a 36) metaestro 29.5(23 a 46) diestro 49.5(24 a 74)	3	6	Pournelle, 1952
<i>Peromyscus leucopus</i>	6	$\pm es 0.2$	moda 4.9 días	80	59	Dewsbury <i>et al.</i> , 1977

Después de los signos “ \pm ” se da la desviación (σ) o el error estándar (ES) y la amplitud de variación entre paréntesis. La duración promedio de etapas del ciclo y su variación observada. N = número de hembras estudiadas.

Cuadro2. 1 (Continuación)

Especie	Duración del ciclo (días)		Observaciones (horas)	Ciclos	N	Referencia
	Media	Variación				
<i>Peromyscus maniculatus</i>	(4a6)					Dunmire, 1960
	4.8	(4a5.8)	proestro 20.7(15 a 30) estro 26.2(24 a 27)	18	39	Clark, 1936a
<i>Peromyscus melanophrys</i>	4.6	$\pm\sigma 0.5$ (4.4a4.9)	proestro 22 \pm 1.8 estro 28 \pm 2.5 metaestro 22 \pm 1.9 diestro 40 \pm 4.7	40	10	Ferkin, 1987
<i>Tylomys nudicaudus</i>	6.8	± 0.4	proestro 43.2 \pm 2.4 estro 33.6 \pm 4.8 metaestro 38.4 \pm 2.4 diestro 57.6 \pm 7.2			Helm y Dalby, 1975
<i>Sigmodon hispidus</i>	9	(4 a 20)	estro 3.4 (1 a 12) Las otras etapas 5.6 (2 a 12)	106	20	Meyer y Meyer, 1944
	8	(5a9)	proestro 14.5 (12 a 21) estro 46.6(21 a 123) metaestro 14.5 (9 a 21) diestro 116 (42 a 156)			Clark, 1936b

Después de los signos “ \pm ” se da la desviación (σ) o el error estándar (ES) y la amplitud de variación entre paréntesis. La duración promedio de etapas del ciclo y su variación observada. N = número de hembras estudiadas

Justificación. La información anterior, resalta la necesidad de documentar el ciclo estral de *Osgoodomys banderanus*, por lo que mi objetivo es el siguiente:

OBJETIVO.

Describir las características celulares y la duración de las etapas del ciclo estral de *Osgoodomys banderanus*.

HIPÓTESIS.

Con el registro de los cambios que se observan en los genitales femeninos externos, aunado a los cambios en la estructura celular del epitelio en exfoliaciones vaginales continuas, de *Osgoodomys banderanus*, sean semejantes a la de otros peromícinos (*Peromyscus*, *Neotomodon*, *Onychomys*) en su duración del ciclo en general y características celulares para cada una de sus etapas.

MATERIAL Y MÉTODOS

A cinco hembras adultas inactivas que habían destetado a sus crías durante el cautiverio, se les aisló de la colonia (Capítulo I) para describir el ciclo estral de *Osgoodomys banderanus*, usando la técnica de citología vaginal exfoliativa (Zarrow, 1964) y las características de sus genitales externos. Para obtener las exfoliaciones celulares se insertó una pipeta pausteur en la vagina con la cual se introdujo una solución salina isotónica que fue recuperada con células vaginales, por medio de un cuidadoso bombeo simple para no introducir aire y evitar estímulos que diesen lugar a una pseudopreñez. Se montó una preparación fija de los frotis vaginales, teñida con azul de metileno, para su observación en el microscopio (Waynforth y Flecknell, 1992). Las exfoliaciones vaginales se hicieron cada ocho horas durante 26 días continuos para describir y establecer la duración de las diferentes etapas del ciclo estral, de acuerdo con el predominio de tipos celulares (Dewsbury *et al.*, 1977). Se consideró el estro cuando dominaban células cornificadas con pocas células nucleadas al principio y al final, pero en ausencia de leucocitos. El metaestro se caracterizó por la aparición de los leucocitos con algunas células cornificadas, mientras que un mayor número de leucocitos se considero como el diestro. Finalmente, se determinó el proestro cuando dominaban las células con núcleo. La duración general del ciclo estral se hizo considerando el lapso entre el inicio de un estro y el siguiente. Asimismo, se determinó la duración de cada etapa considerando desde la primera vez que era observada y hasta que ya no se presentaba en los frotis consecutivos, por lapsos de cada ocho horas. Por ejemplo, si se observaba una sola vez al hacer el frotis vaginal y a la siguiente toma de muestra, después de ocho horas, ya no se presentaba, entonces se registraba una duración de ocho horas, pero si se observaba en la siguiente toma de frotis vaginal, se registraba una duración de 16 horas y así sucesivamente. Cabe mencionar que una de las hembras se mostró acíclica y sólo se observaron una vez las características celulares del estro y del proestro (hembra 4, Fig. 2.2) por lo que no se tomó en cuenta para determinar la duración del ciclo.

RESULTADOS

Duración del ciclo estral

Se observaron 14 ciclos estrales durante 26 días, considerando a las cuatro hembras adultas. La duración promedio del ciclo estral fue de 4.86 días con una desviación estándar de 1.63 y una moda de 4 (Fig. 2.2). La duración de las etapas del ciclo fue variable, principalmente durante el diestro, lo que hizo poco predecible la duración total del ciclo. El ciclo más corto fue de 2 días y el más largo fue de 7.7 días, pero 50% de los ciclos tendieron a ser largos (*i. e.*, entre 5 y 7 días).

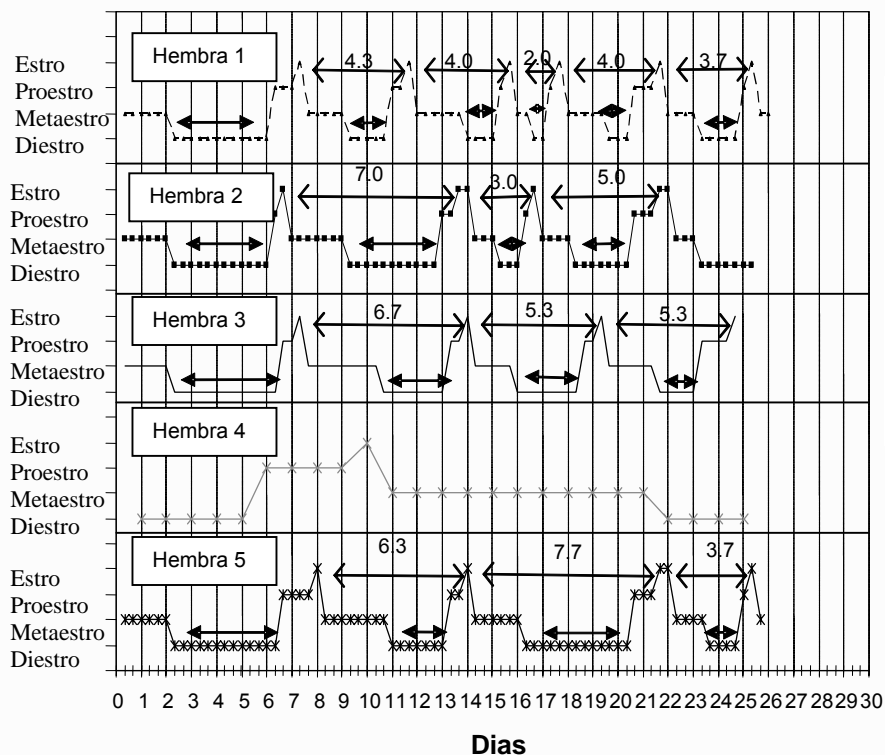


Figura 2.2. Ciclo estral en cinco hembras de *Osgoodomys banderanus*. Con fines ilustrativos, las etapas del ciclo se dibujan de arriba hacia abajo, comenzando por el estro y terminando con el diestro. Las flechas delgadas de arriba muestran la duración del ciclo estral en días y las gruesas debajo, la duración del diestro.

Descripción de las etapas del ciclo

Se reconocieron cuatro etapas con las siguientes características (Figs. 2.3 a 2.6):

Proestro (18 ciclos). En esta etapa, más del 80% eran células epiteliales nucleadas con la presencia de algunos leucocitos polimorfonucleados (Fig. 2.3). Los labios de la vulva se observaron un poco hinchados. La duración fue de 17.31 ± 8.36 horas.

Estro (19 ciclos). Más del 80% eran células superficiales cornificadas y ocasionalmente algunas células con núcleo en las etapas tempranas y tardías del estro (Fig. 2.4). En seis muestras se observaron solo células cornificadas, al final del estro. Los labios de la vagina se ven hinchados y la vagina parece estar cerrada. Esta etapa duró 9.77 ± 3.42 horas.

Metaestro (15 ciclos). Predominaron las células cornificadas en forma de hojuelas (entre 80 y 50%) y los leucocitos (entre 30% y 80%). Algunas células con núcleo se vuelven a presentar en la etapa temprana, pero se observan manchas como si tuvieran perforaciones (Fig. 2.5a). El metaestro duró 1.93 ± 1.03 días.

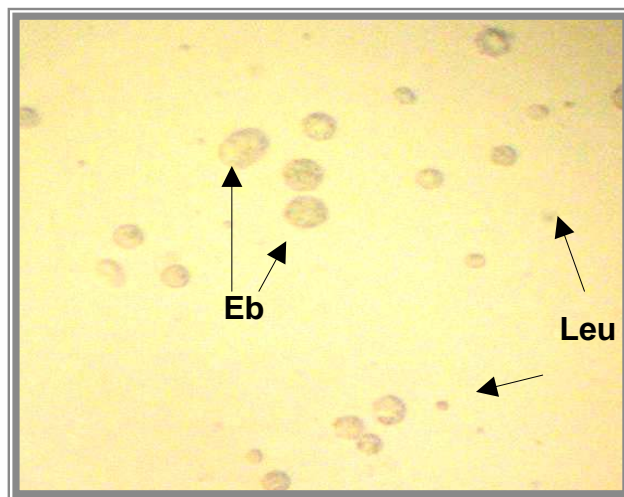


Figura 2.3. Proestro en *Osgoodomys banderanus*. Se observan predominantemente células grandes y redondeadas del epitelio basal (Eb) y algunos leucocitos que corresponden a las células pequeñas (Leu). Aumento aproximado 100X

Diestro (18 ciclos). Esta etapa se caracterizó por el predominio de leucocitos (más del 80%), y células del epitelio superficial que se encontraron durante todo la etapa del diestro, aunque en el diestro tardío se encontraron frecuentemente células del epitelio basal del próximo proestro, (Fig. 2.6). La duración del diestro fue muy variable, siendo el promedio de 2.14 ± 1.28 días.

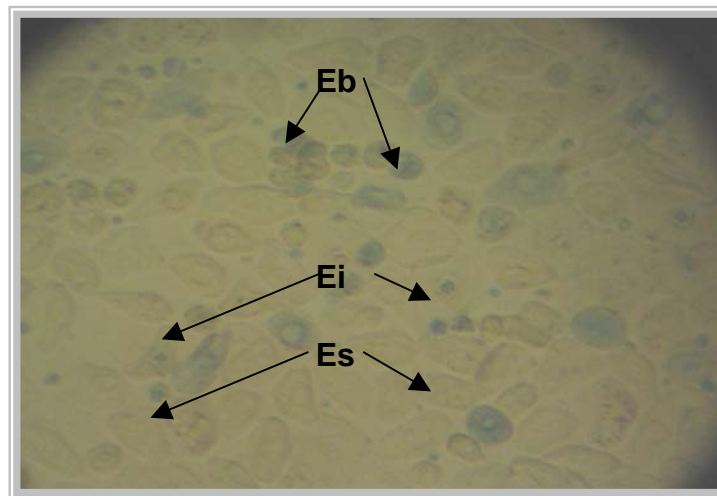


Figura 2.4. Estro temprano en *Osgoodomys banderanus*. Hay algunas células redondas azules del epitelio basal (Eb), células intermedias color azul claro que perdieron su forma oval (Ei) y células cornificadas transparentes parecidas a hojuelas sin núcleo del epitelio superficial (Es), muy abundantes. Aumento aproximado 100X

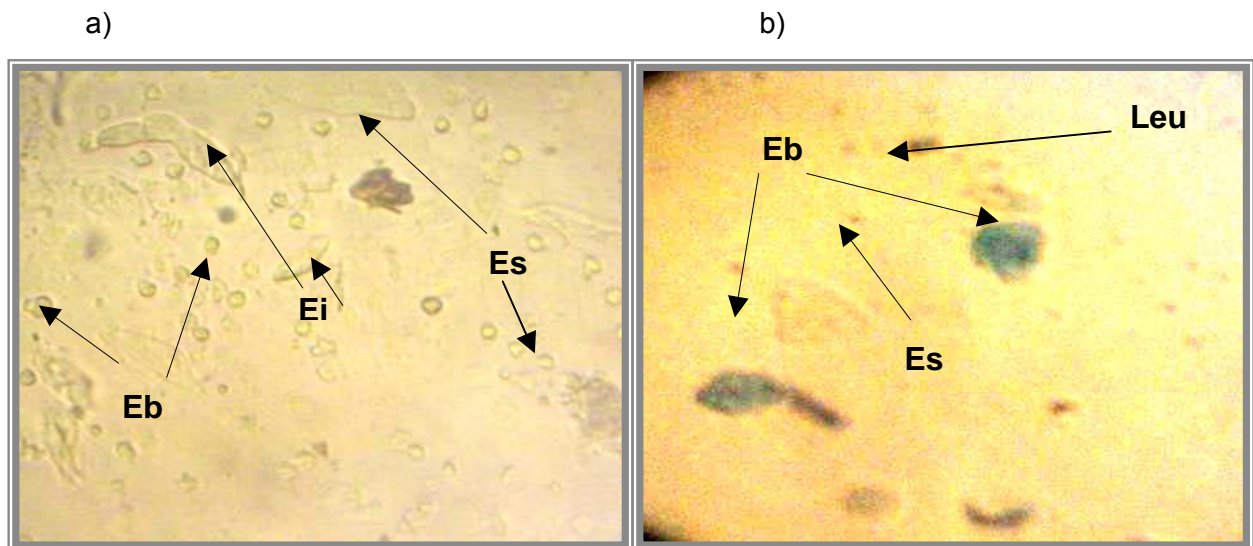


Figura 2.5. Metaestro temprano (a) y tardío (b) en *Osgoodomys banderanus*. Se observan células ovales del epitelio basal, más azules (Eb); células intermedias (Ei) alargadas con vacuolas con ligero tinte azul y células cornificadas del epitelio superficial (Es), casi transparentes de forma irregular. También se observan leucocitos (Leu) que aumentan en número al final del metaestro. Aumento aproximado 100X

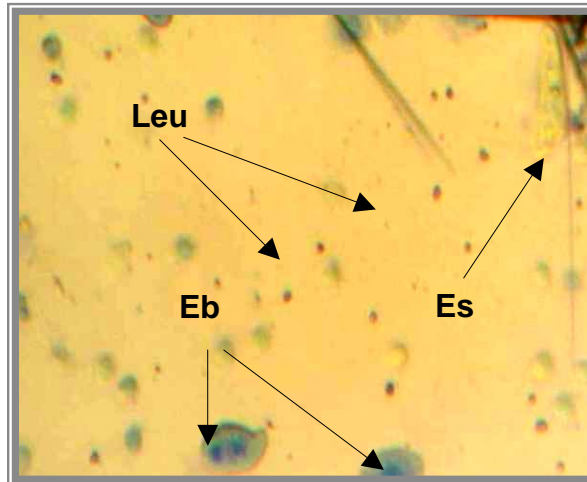


Figura 2.6. Diestro tardío en *Osgoodomys banderanus*. En esta etapa se observa predominio de leucocitos polimorfonucleares (Leu); así como células del epitelio basal en color azul (Eb), del próximo proestro. También se observan algunas células superficiales transparentes (Es). Aumento aproximado 100X.

DISCUSIÓN

Comparación de la duración del ciclo estral

La duración total promedio (4.86 días) del ciclo estral en *Osgoodomys banderanus* es semejante a la de (Cuadro 1, Fig. 2.7) *P. gossypinus* (Pournelle, 1952; Dewsbury *et al.*, 1977) y *Onchomys leucogaster* (Dewsbury *et al.*, 1977; Hayssen *et al.*, 1993). Pero es menor que en *P. californicus* (Dewsbury *et al.*, 1977; Gubernik, 1988), *P. crinitus* (Dewsbury *et al.*, 1977), *P. leucopus* (Dewsbury *et al.*, 1977) y *P. eremicus* (Dewsbury *et al.*, 1977) y es mayor a la de *P. maniculatus* (Clark, 1936a), *P. melanophrys* (Ferkin, 1987) y *Neotomodon alstoni* (Olivera *et al.*, 1986)

La moda del ciclo estral de *O. banderanus* fue de 4 días, pero en 50% de los ciclos se observó que la duración fue de entre 5 y 7 días (Figura 2.2). Lo anterior favorece la variación en la actividad reproductora.

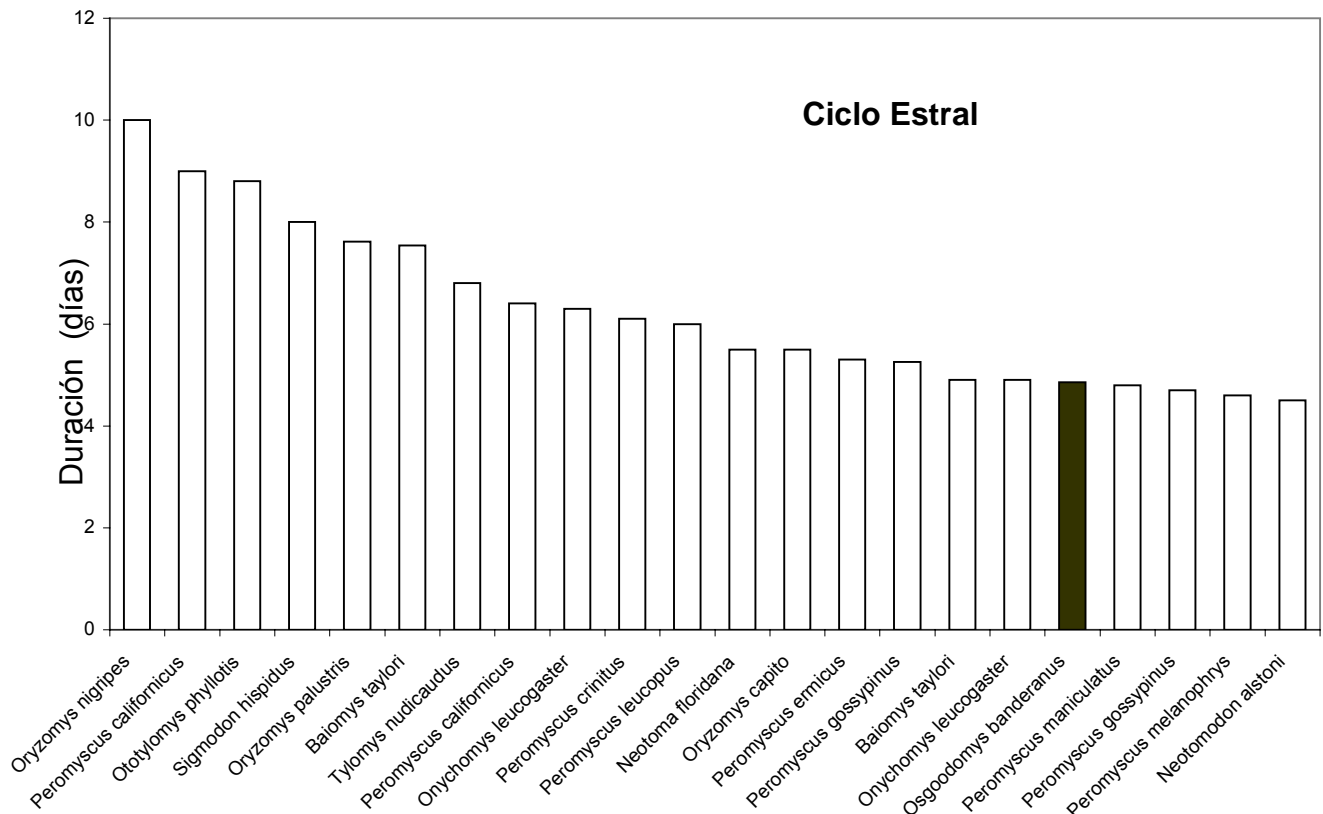


Figura 2.7. Duración total del ciclo estral en varias especies de roedores. La barra negra corresponde a *Osgoodomys banderanus*.

Comparación de las etapas del ciclo estral

El proestro en *Osgoodomys banderanus* dura en promedio 17.3 horas (Cuadro 2.1, Fig. 2.8).; y es menor al de *Peromyscus gossypinus* (Pournelle, 1952) y *P. maniculatus* (Clark, 1936a), pero mayor al promedio de 14.5 horas (de 12 a 21 horas), observado en *Sigmodon hispidus* (Clark 1836b) y al de 12 horas en *Baiomys taylori* (Hudson, 1974)

El estro de *Osgoodomys banderanus* dura en promedio 9.8 horas, siendo menor al de varias especies de *Peromyscus* y al promedio de otros géneros de roedores (Cuadro 2.1, Fig. 2.9).

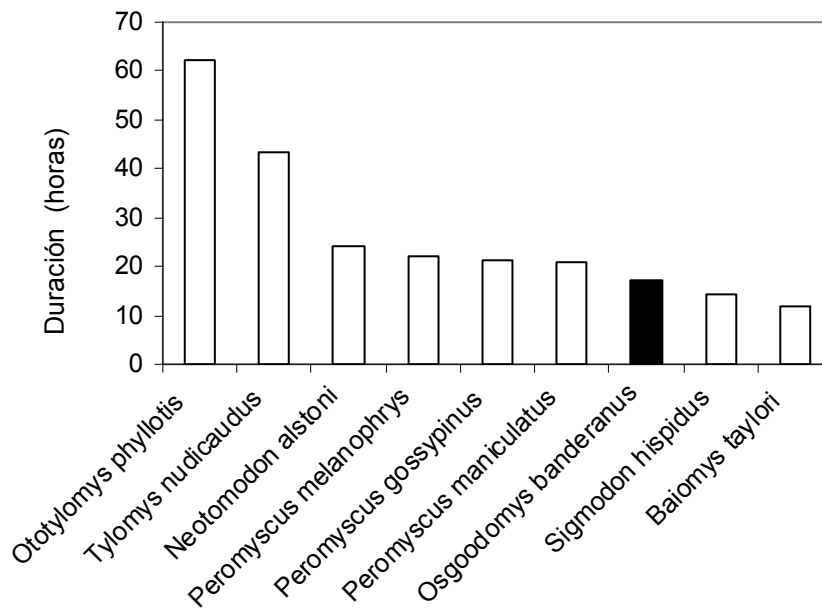


Figura 2.8. Duración del proestro en las algunas especies de roedores silvestres.

Es notorio observar que en *O. banderanus* no se observaron leucocitos en el estro. Sin embargo, los leucocitos se han observado en *Neotoma floridana* (Chapman, 1951), *Onchomys torridus* (Taylor, 1968), *Tylomys nudicaudus* (Helm y Dalby, 1975) y *Neotomodon alstoni* (Olivera *et al.*, 1986). Además, al final del estro *O. banderanus* presentó células intermedias de forma alargada con manchas (Figura 2.5a). Esto es diferente a las células nucleadas epiteliales oscuras con manchas presentes en *Peromyscus* (Clark, 1936a; Pournelle, 1952; Dewsbury *et al.*, 1977; Ferkin, 1987), al final del estro y principios del metaestro. Pero probablemente las células alargadas de *O. banderanus* (Cuadro 2.1, figura 2.9) son correspondientes a las células de forma de "L" presentes al final del estro en *Neotomodon alstoni* (Olivera *et al.*, 1986).

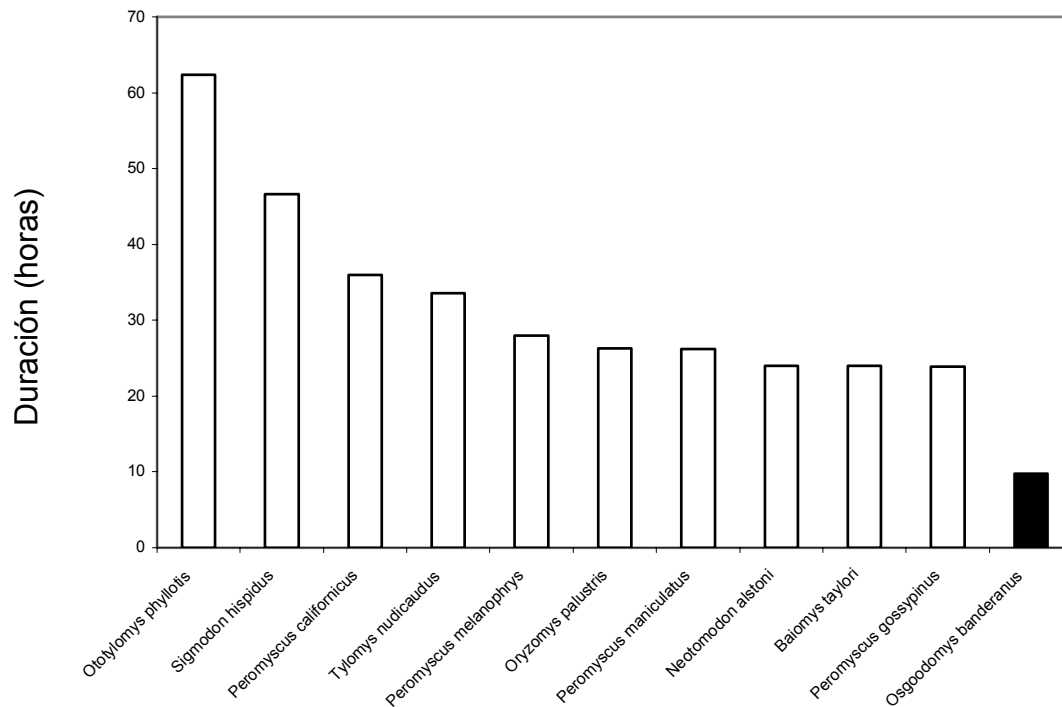


Figura 2.9. Duración de la etapa de estro en algunos roedores americanos.

El metaestro en *Osgoodomys banderanus* dura en promedio 1.93 días (Cuadro 2.1, Fig. 2.10), lo que es menor a *Baiomys taylori* (Quadango *et al.*, 1970) y mayor que en *Tylomys nudicaudus* (Helm y Dalby, 1975), *Peromyscus gossypinus* (Pournelle, 1952) y en *Peromyscus melanophrys* (Ferkin, 1987).

El diestro en *Osgoodomys banderanus* dura en promedio 2.14 días y es menor a las especies de roedores que se muestran en el cuadro 2.1 y la figura 2.11.

La vulva tiene diferentes cambios en su color y turgidés, aunque esto no se puede utilizar como referencia para diferenciar las etapas del ciclo estral. Como sucede en las hembras de: *Onychomys torridus* (Taylor, 1968) y *Peromyscus gossypinus* (Pournelle, 1952).

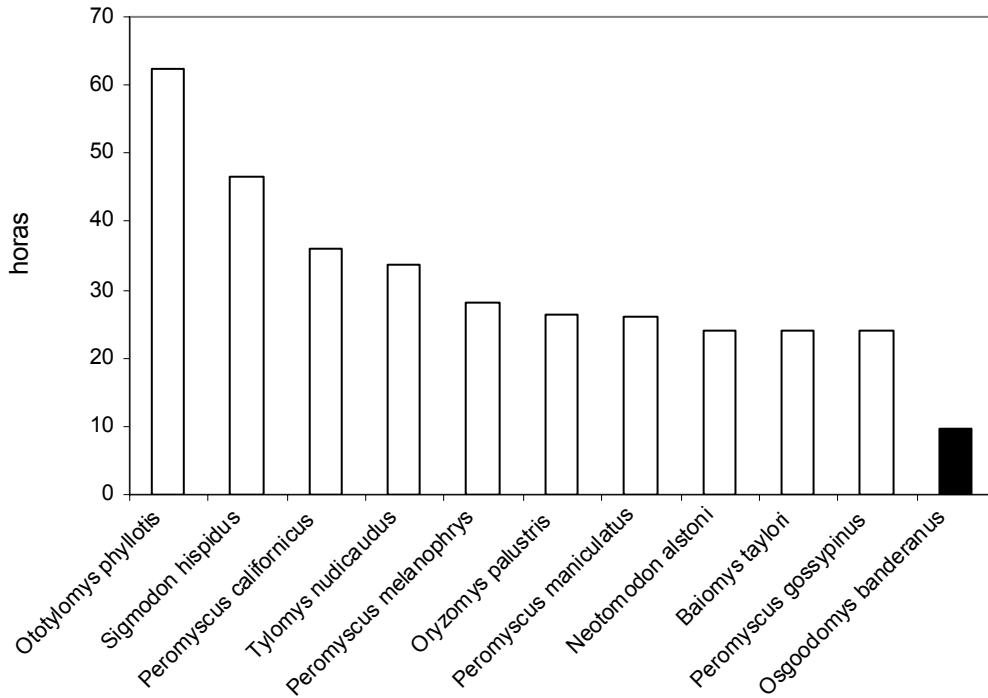


Figura 2.10. Duración de la etapa del metaestro en algunos roedores americanos. La barra negra corresponde a *Osgoodomys banderanus*.

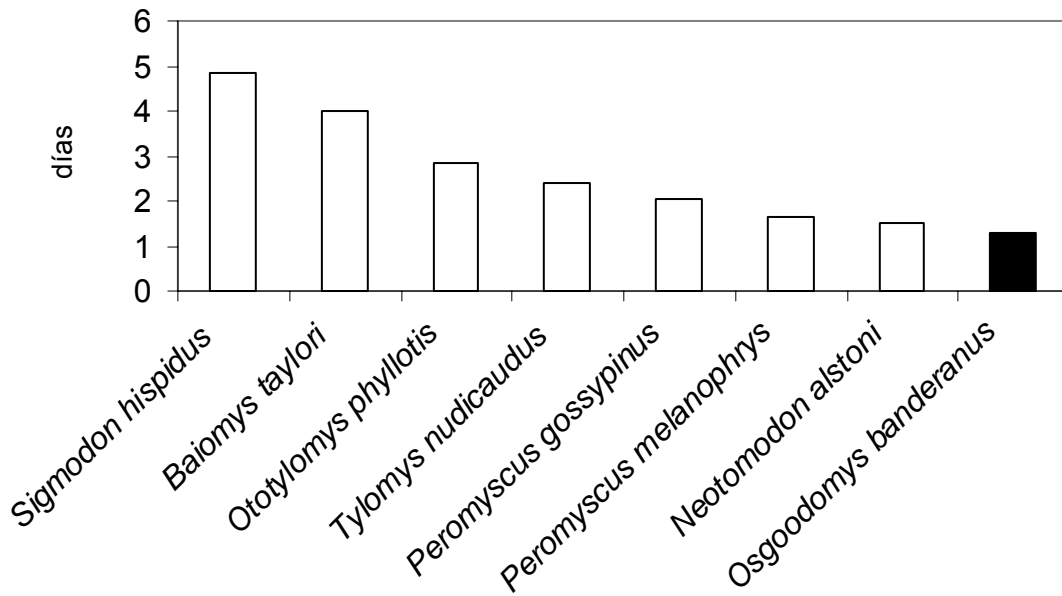


Figura 2.11. Duración del diestro en *O. banderanus* y otros roedores.

CONCLUSIONES

Las cuatro etapas del ciclo estral de *Osgoodomys banderanus* tienen una duración promedio de 4.8 ± 1.63 días y una variación de 2 a 8 días en 14 ciclos. La duración del ciclo estral es parecida a la de *P. gossypinus*, *P. maniculatus* y *Onchomys leucogaster*. Mientras que en *O. banderanus* y algunas especies de *Peromyscus* en el estro, no hay leucocitos, en *Neotomodon alstoni* y *Onchomys torridus* estas células se presentan durante todas las etapas del ciclo.

CAPÍTULO III
CRECIMIENTO POSTNATAL EN *OSGOODOMYS BANDERANUS*
INTRODUCCIÓN

La información sobre el crecimiento postnatal en roedores y otros mamíferos ha sido obtenida a partir de experiencias en cautiverio. Los ratones del género *Peromyscus* se encuentran entre los más estudiados por su diversidad, facilidad de manutención, docilidad, limpieza y porque producen pocos olores (Kavanau, 1967).

La información sobre la reproducción de 15 especies de *Peromyscus* fue recopilada por Layne (1968), quien encuentra que la gestación dura en promedio 23.47 días (21-27) y el promedio del tamaño de la camada es de 3.4 crías (4 a 6). Además describe que las crías son altricias y que al nacer pesan en promedio 2.2 g (1.3 y 4.9), lo que representa 9% (4% a 16%) del tamaño del adulto. La longitud total promedio de estas 10 especies al nacimiento fue de 48.2 mm (38 a 65), la longitud de la cola fue de 13 mm (9 a 18), y de la pata fue 7.5 mm (5.6 a 9). El destete ocurre entre los días 21 y 28 después del nacimiento (19 a 35). Las crías alcanzan la mitad del peso de los adultos a los 27.4 días en promedio (18 a 49), la mitad de la longitud total entre los 12.4 días (8 a 26 días), la de la cola a los 16.8 días (11 a 34), la de la pata a los 6.5 días (4 a 11). En la mayoría de estas especies el 80% del peso del adulto se alcanza entre la semana 6 y 8 (5 a 11), mientras que el 80% de la longitud total del adulto entre la 4 y 5 semana (3 y 5), de la cola entre la 5 y 6 semana (4 y 6), y pata entre la 2 y 3 semana.

Posteriormente, esta información se amplió abarcando aspectos sobre las tácticas reproductivas de 18 especies de *Peromyscus*, en donde además se aportan aspectos sobre las historias de vida de las especies y su relación con las variaciones del hábitat y el clima. Además, analizan algunos parámetros relacionados con el desarrollo postnatal como son el tamaño de la camada, el peso de las crías, la edad de apertura de los ojos, la edad al destete y el tamaño

de los adultos (Modi, 1984). Millar (1989) recopiló Información de otras 16 especies de *Peromyscus* y encontró que en, general, la tendencia de las especies de tamaño grande es tener camadas pequeñas, una gestación larga, con neonatos grandes, un crecimiento y desarrollo más lento que las especies pequeñas, como lo mencionan Layne (1968) y Modi (1984).

Al parecer, en condiciones de laboratorio el tamaño de camada de *Peromyscus polionotus* (Williams *et al.*, 1965) y *P. maniculatus* (Price, 1967) no cambia significativamente entre generaciones. Por otra parte, el número de crías obtenidas en laboratorio concuerda con el obtenido en ratones antrapados en el campo (Millar y Threadgill, 1987; Lackey, 1976, 1978; Millar, 1978; Rickart, 1977); sin embargo, el peso de los recién nacidos y de los adultos, es mayor en los animales de laboratorio (Millar, 1975; Millar 1999; Gyug y Millar, 1980) y las hembras cuidan por más tiempo a las crías (Hill, 1972). Por estas diferencias, los resultados obtenidos se consideran como aproximaciones a los obtenidos en vida silvestre (Layne, 1968).

En México, sólo se ha descrito el crecimiento postnatal de *Neotomodon alstoni* (Martín y Álvarez, 1982; Olivera *et al.*, 1986) y de *Peromyscus perfulvus* (Helm *et al.*, 1974), mientras que en el extranjero esto se ha realizado en varias especies de diferentes géneros (Cuadro 3.1), en donde se incluyen a *Baiomys* (Hudson, 1974), *Neotoma* (Worth, 1950, McClure y Randolph, 1980), *Nyctomys* (Birkenholz y Wirtz, 1965), *Ototylomys* (Helm y Dalby, 1975), *Ochrotomys* (Linzey y Layne, 1967), *Onychomys* (Egoscue, 1960; Pinter, 1970; Svihla, 1936; Horner y Taylor, 1968) y *Tylomys* (Helm y Dalby, 1975).

Justificación. Dentro de los parámetros más importantes a considerar en las estrategias reproductivas se encuentra la gestación, tamaño de camada, crecimiento postnatal, edad al destete y edad a la madurez, entre otros. Estos aspectos son necesarios para integrar estudios poblacionales en roedores y otras especies de mamíferos.

Cuadro 3.1. Variación de algunas características de los adultos, de la camada y de las crías de *Osgoodomys banderanus* y de otras especies de roedores silvestres.

Especies	Peso del adulto	Tamaño de camada	Peso de camada	Peso cría	Fuente
<i>Osgoodomys banderanus</i>	39 a 58				Arroyo-Cabrales, 2005
<i>Megadontomys thomasi</i>	77	3.5	15.75	4.5	Layne, 1968
<i>Neotomodon alstoni</i>	50	2.75 3.1 (1-6)	10.54	3.4± 0.7	Martín y Álvarez, 1982; Olivera <i>et al.</i> , 1986
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	60	2.0 (1-3)	9.4	4.7	Birkenholtz y Wirtz, 1965
<i>Ochrotomys nuttalli</i>	25	2.7 (1-4)	7.155	2.7 (1.8-3.6)	Linzey y Linzey, 1967.
<i>Onychomys leucogaster</i>	30	3.6 (1-6)			Egoscue, 1960; Horner y Taylor, 1968; Pinter, 1970
<i>Onychomys torridus</i>	16	2.5 (1-5)	5.75		Taylor, 1968; Pinter, 1970
<i>Peromyscus boylii</i>	19 a 30	2.29	8	2	Espinosa y Chávez-Tapia, 2005
<i>Peromyscus californicus</i>	38	1.9	8.75	4.61	Millar, 1989
<i>Peromyscus crinitus</i>	14	2.9 (1-6)	6.6	2.2	Egoscue, 1964; Rood, 1966
<i>Peromyscus eremicus</i>	19	2.38 (1-6)	5.71	2.4	Millar, 1989
<i>Peromyscus gossypinus</i>	29	3.6 (1-7)	6.84	1.90	Millar, 1989; Pournelle, 1952
<i>Peromyscus gratus</i>	20 a 33	3			Chávez-Tovar, 2005
<i>Peromyscus hooperi</i>	19 a 30	2.9			Schmidly <i>et al.</i> , 1985; Castro-Arellano, 2005
<i>Peromyscus interparietalis</i>	20 a 22	2.4 (1-4)	6.58	2.74	Davis y Davis, 1947; Brand y Rycman, 1968; Ramírez-Ruiz y Ávila-Flores, 2005
<i>Peromyscus leucopus</i>	22	4.4 (1-9)	8.27	1.88	Millar, 1989; Rood, 1966
<i>Peromyscus maniculatus</i>	17 a 28	4.4 (1-11)	8.22	1.87	Millar, 1989; Rood, 1966
<i>Peromyscus megalops</i>	71	1.6	6.24	3.9	Layne, 1968
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	59	1.8			Rickart, 1977; Castro-Arellano, 2005
<i>Peromyscus mexicanus</i>	29 a 50	2.5 (2-3)			Rickart, 1977 Horvát, 2005
<i>Peromyscus oreas</i>		3.3	5.28	1.63	Svihla, 1936
<i>Peromyscus perfulvus</i>	44	2.6 (1-3)	7.8	3*	Helm <i>et al.</i> , 1974
<i>Peromyscus polionotus</i>	14	3.6 (1-9)	5.9	1.66	Millar, 1989; Rood, 1966
<i>Peromyscus truei</i>	27	3.1	7.19	2.32	Millar, 1989
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	15 a 18	3.5 cuenta de embriones	8.75	2.60± 0.04	Lackey, 1976; Ortega y Arita, 2005
<i>Podomys floridanus</i>	27	2.2 (1-3)	5.28	2.4	Layne, 1968; Rood, 1966

Por la información anteriormente señalada se puede observar que los estudios sobre crecimiento postnatal son numerosos, sin embargo, los trabajos con especies tropicales y endémicas de nuestro país son limitados. Por lo que el propósito de este trabajo es contribuir al conocimiento del crecimiento postnatal de *Osgoodomys banderanus*.

OBJETIVOS.

1. Documentar los cambios morfométricos y morfológicos que tienen las crías de *Osgoodomys banderanus*, desde su nacimiento hasta que alcanzan 90% del tamaño del adulto.
2. Obtener una curva del crecimiento postnatal de las crías, aplicando el modelo de Bertalanffy (1938).

HIPÓTESIS

Se espera que los cambios en el crecimiento y en las características del cuerpo que presentan las crías de *Osgoodomys banderanus*, sean similares a los de especies tropicales del género *Peromyscus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Manejo de las hembras preñadas en cautiverio. De un total de 11 hembras preñadas, 10 se mantuvieron en cajas de acrílico con cama de aserrín de manera independiente, mientras que una compartió la caja (por falta de espacio) con otra hembra inactiva. Para evitar posibles abortos por estrés, se manipuló lo menos posible a estas hembras. Las observaciones sobre su comportamiento en cautiverio se realizaron por la mañana (entre las 9 y 11 a.m.). El registro del peso se realizó una vez por semana, usando una balanza digital portátil de ± 0.05 g, marca Mic Health. Para medir el crecimiento de las crías se utilizó una regla graduada ± 0.5 mm. Las observaciones que se anotaron fueron: hora de

nacimiento, comportamiento de la hembra durante el parto, tamaño y características de la camada, crecimiento postnatal y observaciones sobre el desarrollo de las crías. Las medidas somáticas fueron las siguientes:

Longitud total. Distancia obtenida a lo largo de la línea media dorsal, desde la punta de la nariz hasta la punta distal de la cola (sin incluir los pelos terminales). Para la primeros cinco días se tomaba la medida sin extender a la cría y girándola sobre el flexómetro.

Longitud de la cola vertebral. Distancia desde la base del cuerpo hasta la punta distal de la cola (sin incluir los pelos terminales). Para la primeros cinco días se tomaba la medida sin extender a la cola y girándola sobre el flexómetro.

Longitud del cuerpo. Se obtuvo de restar a la longitud total, la longitud de la cola vertebral.

Longitud de la oreja. Medida de la escotadura al borde marginal de la oreja.

Longitud de la pata posterior. Se midió desde la parte posterior de la pata hasta la punta de las garras.

Horario de nacimiento. Se determinó la hora de parto para 10 hembras.

Comportamiento de la hembra durante el parto. Se registraron las pautas de comportamiento, como son posición durante el parto y los cuidados a las crías recién nacidas.

Tamaño y características de la camada. Después del nacimiento, se consignó el número de crías por parto. También se pesó a las crías y a la madre unos minutos después del parto para conocer la proporción relativa del peso de las crías y de la hembra al momento del nacimiento. A los nueve días posparto, se determinó el sexo de las crías para conocer la proporción entre machos y hembras en cada camada.

Crecimiento postnatal y observaciones sobre el desarrollo de las crías. Después de su nacimiento se hicieron anotaciones sobre cambios en tamaño, color, movimientos, edad en que se separan las pinas, los párpados, así como la edad en la que aparecen los dientes incisivos y cambios en la conducta. Con los resultados obtenidos se calculó su variación con una desviación estándar (σ) y el rango (r) en días (d). Las crías permanecieron con la madre hasta los 30 o 37 días de edad y posteriormente se separaron de la madre y se agruparon por sexo.

Medidas somáticas. Para documentar el crecimiento postnatal de las crías, se consignaron las cinco medidas somáticas externas señaladas anteriormente, hasta la edad de 77 días, cuando las crías alcanzaron 90% del peso y 85% de la longitud total de los adultos. Las mediciones se realizaron tres veces por semana, y a partir de los 50 días de edad sólo una o dos veces por semana.

Análisis del crecimiento postnatal. Con los datos obtenidos de longitud y peso se integró una base de datos en una hoja de cálculo de Excel (Ver. 9.0), donde se analizó la distribución de los valores de cada variable por días. Para obtener la curva de crecimiento se aplicó la ecuación del modelo de Bertalanffy (Bertalanffy, 1938), ajustado por medio de la regresión no lineal y se utilizó el programa estadístico STATA (StataCorp 2001, Versión, 7); los coeficientes de determinación fueron entre 0.95 y 0.99.

La ecuación de Bertalanffy es la siguiente:

$$L_t = L_{\max} (1 - \exp(-K(t - t_0)))$$

En donde:

t = edad (días).

L_t = tamaño de la longitud de cierta variable a la edad t .

L_{\max} = valor máximo promedio que alcanza esta variable.

K = constante que describe qué tan rápido se llega a la asíntota de la curva.

Para comparar las curvas de crecimiento de la Longitud total entre hembras y machos se aplicó la prueba multivariada de la T^2 de Hotelling, la cual se utiliza para comparar dos grupos, cuando la correlación entre los parámetros L_{max} , K y t_0 es similar, se prueba simultáneamente con su covarianza (Bernard, 1981). Las pruebas estadísticas se consideraron significativamente diferentes cuando $p \leq 0.05$.

Para comparar el crecimiento y desarrollo de *Osgoodomys banderanus* con el de especies que tienen más de una subespecie (cuadro 3.1, figura 3.5), los valores se promediaron de acuerdo con Layne (1968), Horner y Taylor (1968), Millar (1989)

RESULTADOS

Hembras en gestación. Las 11 hembras gestantes parieron entre los 2 y los 23 días después de su captura (\bar{x} = 11.8 días). En los últimos días de gestación las hembras se movieron menos y permanecieron más tiempo en el nido, el cual hicieron en una esquina de la jaula. El peso promedio para ocho hembras antes del parto fue de 55.61 ± 5.26 g.

Horario de nacimiento. Setenta por ciento de los partos ($n = 7$) ocurrieron entre las 7 y las 9 h, mientras que 30 % ($n = 3$) fueron entre las 15 y las 18 h.

Comportamiento de la hembra durante el parto. Una hembra tuvo contracciones abdominales antes del nacimiento de la primera cría, mientras que en tres hembras esto se registró después del nacimiento de la primera cría. Al momento de las primeras contracciones las hembras adoptaron una posición cuadrúpeda o bípeda, moviendo el cuerpo al ritmo de la contracción. Al momento del nacimiento, la crías salen por sí mismas o la hembra la toma con los dientes o las patas delanteras y la jala a la cría. Al nacer la cría cae dentro del nido y la madre corta el cordón umbilical, limpia a la cría y se limpia el área genital. Posteriormente, nace

otra cría y sigue el mismo comportamiento. Cuando todas las crías nacen, la madre adopta de nuevo una posición cuadrúpeda protegiendo a las crías, entonces ellas tratan de buscar la teta y cuando la encuentran se aferran a ella y comienzan a alimentarse.

Tamaño y características de la camada. El número de crías por camada varió de 1 a 3, con un promedio de 2.7. La proporción de sexos fue de un macho por 0.96 hembras. Las crías pesaron en promedio 5.0 ± 1.6 g al nacimiento. El peso máximo fue de 7.5 g para una camada de una cría (18.75% del peso de la madre) y el mínimo de 4 g de una cría que nació en una camada de tres (8.9% del peso de la madre).

Desarrollo postnatal, primeros eventos. Las crías al nacer tienen movimientos espasmódicos, buscan el pezón de la madre y se alimentan, produciendo sonidos semejantes a silbidos apenas perceptibles. Las vibrisas de las mejillas miden alrededor de 6 mm y los dedos no están completamente separados. Las crías nacen desnudas y con una coloración rosa debido a la transparencia de la epidermis, la cual se encuentra pigmentada sólo en la parte del dorso con un color gris negrusco. Tanto la piel del dorso como la de los costados está arrugada. Los tubérculos de las patas traseras están poco pigmentados. Al segundo día crece vello muy esparcido en el dorso y en el vientre, que es de color blanco. Al tercer día de edad las extremidades presentan un poco de pelo.

El pabellón de la oreja se levanta a los 1.32 ± 0.5 días en promedio (variación de 1 a 2 días). La apertura del meato auditivo se da en promedio a los 7.1 ± 1.5 días (6 a 9 días). A la primera semana de edad los dedos se encuentran completamente separados y las crías se mueven y tratan de escapar de la manipulación, pero sin coordinación. El sexo en las crías se puede determinar a partir del día nueve. Los dientes incisivos inferiores se empiezan a notar debajo de las encías y en promedio brotan a los 10.9 ± 3.5 días (8-16) y los superiores a los 13 ± 4.0 días (8-

16). Al nacimiento los ojos se notan debajo del párpado con un borde circular oscuro y se abren a los 17.48 ± 2.2 días (15-20).

Edad de destete. Comienza entre los 15 y los 20 días de edad, tiempo en que las crías se vuelven más independientes, tienen mayor actividad, se acicalan de manera autónoma, tratan de escapar dando saltos y sus movimientos son rápidos. Las vibrisas de las mejillas alcanzan los 20 mm, los dientes incisivos inferiores miden 4 mm y los superiores un milímetro, lo cual les permite alimentarse con comida sólida que mezclan con la leche materna. A 23 días de edad una cría que fue destetada mantuvo su peso, aunque el destete de las demás crías ocurrió entre los 27 y 30 días de edad; tiempo en que la madre ya no las alimentó o las apartaba cuando éstas trataban de tomar la teta. A esta edad, todas las crías incrementaron su peso consumiendo alimento comercial (Nutricubos, Purina).

Cambios en la coloración del pelaje. Al nacer las crías son de coloración rosa y su cuerpo está desnudo. Al quinto día los bordes de las orejas se pigmentan de negro. En el sexto día, el vello del dorso se vuelve denso con pelos negros cortos y otros blancos más largos, esparcidos; el dorso y los costados tienden a ser grises y la parte ventral se cubre de pelo blanco. A los diez días el dorso es negro y la parte ventral blanca. Después de dos semanas el color del pelo cambia de negro a gris en el dorso, pero el color negro permanece alrededor del ojo; el vientre se mantiene blanco. En la cara, los carrillos son blancos y un poco atrás justo abajo del ojo se hace más evidente una mancha blanca. A partir del día 21 y hasta el día 35, se hace notar la línea lateral de color ocre y en algunos ratones ya se aprecia lo que va a conformar la mancha pectoral pardo-canela característica de algunos especímenes de esta especie. El dorso se va oscureciendo, con el color pardo negruzco. Al día 50 el color del dorso tiene el tono de los ejemplares adultos. A partir del día 53, la mancha blanca abajo del ojo se torna poco a poco pardo grisáceo y contrasta con la parte oscura alrededor del mismo.

Edad a la madurez. Después de la tercera semana, los machos se vuelven inquietos y están constantemente dando vueltas en la jaula. Tanto las hembras madres como las hijas toleran su comportamiento, hasta que aparentemente se vuelve insoportable, y entonces las hembras se muestran agresivas hacia estos machos. Por esta razón, al cumplir el mes de edad se separaron las crías machos de las hembras. Las hembras jóvenes se mantuvieron con la madre hasta el día 37 de edad, tiempo en que presentaron la vagina abierta, lo que indicaba el inicio de la madurez sexual. Sin embargo, no entraron en estro, ni siquiera cuando a los 53 días de edad. En los machos, los testículos descienden al escroto hasta los 70 días (66 a 78) y a los 94 días de edad los testículos alcanzan un tamaño de 6 x 2 mm.

Crecimiento de Medidas Somáticas y Peso. En el cuadro 3.2 se muestran las medidas somáticas promedio, mínima y máxima que se obtuvieron para las crías.

La longitud total tiene un incremento casi constante desde el primer día hasta los 38 días de edad, cuando alcanza alrededor del 80% del tamaño del adulto. El 90% de la longitud se logra entre los 53 y 57 días, y a los 77 días alcanza 98% de la longitud total del adulto. El crecimiento inicia con una tasa rápida la que disminuye gradualmente, formando la típica curva de crecimiento del modelo de Bertalanffy (Fig. 3.1).

El crecimiento de la longitud del cuerpo sigue el mismo patrón que la longitud total pues presenta una curva similar (Fig. 3.1) Las crías nacen con el cuerpo grande (36% de la longitud del cuerpo del adulto), a la primera semana alcanzan 50% de la longitud del cuerpo del adulto y a los 53 días de edad, alcanzan el 90% respecto al adulto.

Cuadro 3. 2.- Crecimiento de las crías de *Osgoodomys banderanus*. Promedio \pm desviación estándar (mínimo y máximo) y % respecto al adulto.

Edad	N	Longitud Total	Cuerpo	Cola Vertebral	Pata	Oreja	Peso
0 día	14	59.0 \pm 4.4 (55-67) 26.1%	40.6 \pm 3.5 (35-47) 36.3%	18.4 \pm 2.2 (15-22) 16.1%	9.4 \pm 0.6 (8.5-10) 40.5%	3.2 \pm 0.4 (3-4) 18.5%	5.3 \pm 1.4 (4-7.5) 13.2%
1 día	10	51.9 \pm 1.2 (4.4-61) 23%	37.2 \pm 1.3 (3.5-43) 33.3%	16.9 \pm 1.9 (2.2-21) 14.8%	11.3 \pm 0.5 (0.6-40.5) 48.9%	4.3 \pm 0.5 (0.4-18.5) 24.9%	5 \pm 1.1 (1.6-13.2) 12.4%
2 días	7	65 \pm 2.4 (61-67) 28.8%	43.8 \pm 2.2 (41-46) 39.2%	21.2 \pm 1.3 (20-23) 18.5%	11.4 \pm 0.5 (11-12) 49.2%	5.4 \pm 0.5 (5-6) 31%	5.5 \pm 1.1 (4.4-6.7) 13.6%
3 días	7	71.7 \pm 3.5 (68-75) 31.8%	47.4 \pm 3 (42-50) 42.4%	24.3 \pm 4.2 (20-33) 21.2%	11.7 \pm 1 (10-13) 50.5%	5.6 \pm 0.5 (5-6) 32%	6.2 \pm 1.1 (4.9-7.5) 15.5%
4 días	7	72.8 \pm 4.3 (67-79) 32.3%	48.2 \pm 3 (44-52) 43.1%	24.7 \pm 1.4 (23-27) 21.5%	12.5 \pm 1.4 (11-14) 53.9%	5.5 \pm 0.5 (5-6) 31.6%	6.2 \pm 1.1 (5-7.5) 15.4%
5 días	11	74.3 \pm 5.8 (67-85) 32.9%	48.4 \pm 3.9 (43-56) 43.2%	25.9 \pm 4.4 (20-31) 22.6%	12.9 \pm 0.8 (12-14) 55.7%	5.9 \pm 0.7 (5-7) 34%	7.3 \pm 0.7 (6-8) 18.1%
7 días	11	78.8 \pm 12.6 (5.8-116) 34.9%	51.1 \pm 8.7 (3.9-71) 45.7%	30.5 \pm 6.8 (4.4-48) 26.6%	17.6 \pm 1.1 (0.8-55.7) 75.8%	8.5 \pm 0.8 (0.7-34) 48.9%	7.8 \pm 1.1 (0.7-18.1) 19.3%
9 días	7	100 \pm 15.6 (80-118) 44.3%	58.2 \pm 11.8 (44-76) 52%	41.8 \pm 6 (36-53) 36.5%	16.7 \pm 1.5 (15-19) 71.9%	7.8 \pm 0.8 (7-9) 45%	8.7 \pm 0.7 (7.2-9) 21.5%
11 días	7	102.4 \pm 10.3 (90-116) 45.4%	60.3 \pm 6.9 (53-70) 53.9%	42.1 \pm 4.6 (37-49) 36.8%	16.7 \pm 1.7 (15-71.9) 72.1%	9.3 \pm 0.5 (9-45) 53.4%	9 \pm 0.9 (8-21.5) 22.5%
13 días	11	113.8 \pm 14.5 (90-130) 50.4%	65.7 \pm 6.9 (53-74) 58.8%	48.1 \pm 8.4 (35-59) 42%	18.4 \pm 2.1 (15-21) 79.2%	10.4 \pm 1.3 (9-12) 59.6%	9.2 \pm 1.2 (7.75-11) 22.8%
15 días	7	118.7 \pm 6.5 (111-128) 52.6%	65.9 \pm 5 (60-75) 58.9%	52.9 \pm 2.9 (51-59) 46.1%	19 \pm 1.2 (17-21) 81.9%	11.6 \pm 0.8 (10-12) 66.5%	9.7 \pm 0.6 (8.7-10.3) 24.1%
17 días	8	121.1 \pm 9.9 (110-138) 53.7%	67.5 \pm 7.6 (57-79) 60.3%	53.6 \pm 6 (45-64) 46.8%	19.4 \pm 1.8 (16-81.9) 83.6%	11.8 \pm 0.7 (10-66.5) 67.5%	10.4 \pm 1.6 (8.7-24.1) 25.8%
19 días	12	126.3 \pm 11.9 (106-144) 55.9%	71.9 \pm 7.5 (57-83) 64.3%	54.3 \pm 8.1 (41-70) 47.4%	19.7 \pm 1.5 (17-21) 84.8%	12.3 \pm 0.9 (11-14) 70.9%	10.4 \pm 0.9 (9.6-13) 25.9%
21 días	14	133.9 \pm 6.3 (125-144) 59.3%	72.3 \pm 5.3 (63-81) 64.6%	62.4 \pm 4.4 (56-67) 54.4%	20.6 \pm 0.5 (20-21) 89%	13.2 \pm 0.8 (12-14) 75.8%	11.8 \pm 1.8 (9.8-16.2) 29.3%
23 días	10	138.8 \pm 11.5 (125-155) 61.5%	73.3 \pm 10.4 (56-92) 65.5%	66.1 \pm 5.2 (59-73) 57.6%	21.2 \pm 0.6 (20-22) 91.3%	13.8 \pm 0.7 (13-15) 79.1%	13.2 \pm 1.3 (11.4-15.1) 32.8%
25 días	7	145 \pm 8 (131-154) 64.2%	77.4 \pm 3.8 (72-84) 69.2%	67.6 \pm 5 (59-74) 58.9%	21.3 \pm 0.8 (20-22) 91.8%	14.1 \pm 0.4 (14-15) 81.3%	13.9 \pm 1.7 (10.9-16.3) 34.7%
27 días	7	153.3 \pm 4.5 (147-161) 67.9%	81.3 \pm 4.2 (73-87) 72.6%	72.4 \pm 2.1 (69-75) 63.2%	21.6 \pm 0.5 (21-22) 93%	15 \pm 0.7 (14-16) 86.2%	16.1 \pm 2.3 (13.2-19.3) 40.1%
28 días	8	154.3 \pm 5.3 (147-160) 68.3%	81.4 \pm 5.4 (75-91) 72.7%	72.9 \pm 3.4 (69-79) 63.6%	21.3 \pm 0.5 (21-22) 91.7%	15 \pm 0.5 (14-16) 86.2%	16.2 \pm 2 (13.4-18.4) 40.4%
29 días	12	160 \pm 7.3 (146-168) 70.9%	81.5 \pm 5 (74-91) 72.9%	78.8 \pm 4.8 (70-86) 68.7%	21.7 \pm 0.8 (20-23) 93.6%	15.2 \pm 0.9 (14-17) 87.5%	17.4 \pm 2.5 (13-21.5) 43.2%

Cuadro 3. 2. (Continuación)

Edad	N	Longitud Total	Cuerpo	Cola Vertebral	Pata	Oreja	Peso
31 días	7	161.3 ±8.7 (150-173) 71.5%	82.9 ±6.2 (74-91) 74.1%	78.8 ±3.5 (75-85) 68.8%	21.3 ±0.5 (21-93.6) 91.8%	15.3 ±0.8 (14-87.5) 87.8%	17 ±2.2 (13.7-43.2) 42.4%
33 días	12	167.3 ±10.7 (146-177) 74.1%	85.3 ±6.2 (74-92) 76.2%	81.6 ±6.3 (69-89) 71.2%	22.2 ±0.9 (20-23) 95.8%	15.4 ±0.8 (14-17) 88.3%	19.7 ±2.5 (14.3-23.9) 49.1%
35 días	12	173.2 ±12 (151-191) 76.7%	87.9 ±7.8 (79-109) 78.6%	84.7 ±6.1 (72-92) 73.9%	22 ±0.8 (21-23) 94.9%	15.6 ±0.7 (14-17) 89.4%	20.1 ±2.3 (16.2-22.8) 50.1%
37 días	7	178.6 ±6.8 (172-188) 79.1%	91.1 ±5.4 (83-101) 81.4%	85.6 ±7.5 (73-93) 74.6%	22.5 ±0.9 (22-25) 96.8%	15.7 ±0.5 (15-16) 90.4%	22.5 ±2.5 (18.6-26.7) 56.1%
38 días	7	181.1 ±10.8 (169-200) 80.2%	91.3 ±6.3 (82-101) 81.6%	90 ±6.8 (81-99) 78.5%	22.8 ±1 (22-24) 98.5%	16.2 ±0.8 (15-17) 92.9%	22.2 ±2.3 (19-24.4) 55.3%
39 días	7	187.1 ±7.8 (174-198) 82.9%	96 ±4.9 (89-105) 85.8%	91.2 ±6.1 (84-99) 79.5%	22.8 ±0.9 (22-24) 98.1%	16.1 ±0.6 (15-17) 92.7%	24.9 ±2.4 (21.9-28.8) 62.1%
41 días	8	190.1 ±10.8 (171-210) 84.2%	94.1 ±6.4 (85-108) 84.1%	93.6 ±6.7 (84-104) 81.7%	22.8 ±0.8 (22-24) 98.5%	15.9 ±0.6 (15-17) 91.5%	24.2 ±1.3 (22-26.3) 60.2%
43 días	7	190.6 ±10.2 (172-201) 84.4%	94.2 ±6.4 (83-105) 84.2%	95 ±4.3 (89-100) 82.9%	22.8 ±1.1 (21-25) 98.5%	16 ±0.7 (15-17) 92%	23.6 ±1.6 (21-26.5) 58.7%
47 días	7	193.3 ±6.9 (184-200) 85.7%	97.7 ±5.8 (90-109) 87.3%	95.3 ±2.6 (91-99) 83.2%	23.5 ±1.1 (22-25) 101.4%	16.2 ±0.6 (15-17) 93.1%	25.8 ±2.7 (22.3-29.7) 64.2%
49 días	7	199.3 ±6.2 (193-207) 88.3%	99.3 ±4.4 (93-105) 88.8%	100.3 ±2.8 (97-103) 87.5%	23.6 ±1 (22-25) 101.7%	16.9 ±0.7 (16-18) 96.9%	27.1 ±2.2 (24.2-30.7) 67.5%
53 días	7	202.4 ±9.7 (192-221) 89.7%	101 ±3.6 (95-104) 90.3%	101.4 ±9.1 (90-117) 88.5%	23.7 ±1.1 (22-25) 102.3%	16.6 ±1.1 (15-18) 95.2%	27.5 ±2.1 (24.6-31.4) 68.6%
57 días	7	207.3 ±6 (202-215) 91.8%	101.3 ±1 (100-102) 90.5%	106 ±5.7 (102-114) 92.5%	24.3 ±0.5 (24-25) 104.6%	17 ±0.8 (16-18) 97.7%	28.7 ±2.5 (25.3-31.4) 71.5%
61 días	7	213 ±11.7 (196-229) 94.4%	102.1 ±6.5 (92-109) 91.3%	109 ±8.1 (96-118) 95.1%	24.3 ±0.5 (24-25) 104.7%	17 ±1 (16-18) 97.7%	30.5 ±2.5 (26.2-33.5) 76%
67 días	6	217.7 ±9.9 (207-235) 96.4%	105.3 ±7.1 (96-117) 94.2%	112.2 ±5.8 (107-120) 97.8%	24 ±0.6 (23-25) 103.5%	17 ±0 (17-17) 97.7%	31.2 ±2.4 (27.1-34.2) 77.6%
71 días	8	221.3 ±12 (205-238) 98.1%	107.6 ±6.3 (101-119) 96.2%	112.9 ±6.7 (104-123) 98.5%	24 ±0.8 (23-25) 103.5%	17.1 ±0.4 (17-18) 98.4%	31.1 ±3 (27.5-35.4) 77.4%
77 días	7	221.3 ±8.6 (210-231) 98.1%	107.4 ±7.5 (100-117) 96%	113.3 ±5.6 (106-120) 98.8%	24 ±0.7 (23-25) 103.5%	17.4 ±0.7 (16-18) 100.3%	32.8 ±2.4 (28.6-36.3) 81.8%
Adulto	22*	225.7 ±14.3 (180-250)	111.96 ±7.2 (98-130)	114.63 ±7.9 (99-126)	23.18 ±3.4 (14-34)	17.4 ±1.1 (15-20)	40.0 ±6.6 (23.9-49.9)

*Datos de los organismos adultos capturados, sin tomar en cuenta hembras preñadas.

La longitud de la cola es muy corta al nacimiento (16.1% del adulto) y alcanza un tamaño de 50% respecto al adulto hasta la tercera semana, mientras que entre los 53 y 57 días de edad ya tiene el 90%. La longitud de la cola y la del cuerpo se cruzan en el día 57, cuando ambas variables tienen el mismo tamaño, posteriormente la cola alcanza una mayor longitud que la del cuerpo.

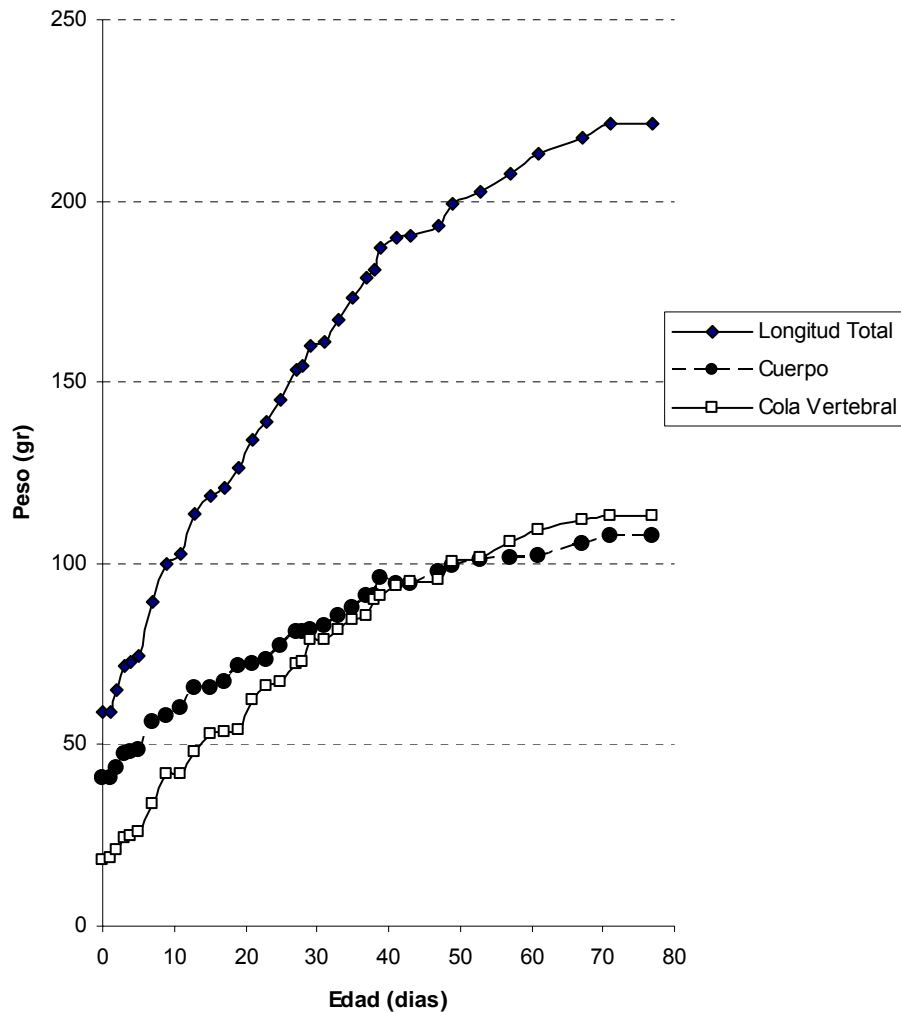


Figura 3.1. Crecimiento promedio de la longitud total, longitud del cuerpo y de la cola vertebral, registrado en las crías de *Osgoodomys banderanus*.

La pata tiene un crecimiento muy rápido, al nacimiento de las crías la longitud de la pata tiene 40.6% de la del adulto y al tercer o cuarto día, ya alcanza el 50%, mientras que a los 23 días ya mide 91.3% de la del adulto (Cuadro 3.2). De modo

que su crecimiento es más rápido que las otras variables registradas, así como de la oreja (fig. 3.2). Al respecto, las crías nacen con las pinas dobladas, pero al tercer o cuarto día en que se despegan, ya tienen 31% del adulto. Para los 11 días alcanzan más de 50% y a los 37 días el 90%. El 100% del tamaño adulto lo alcanzan a los 77 días.

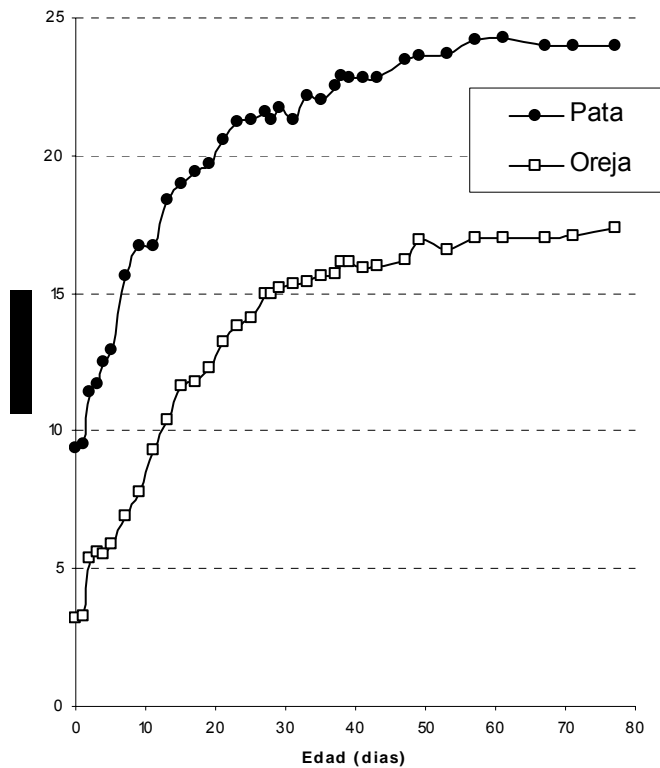


Figura 3.2. Patrón de crecimiento promedio de la pata y oreja registrados en *Osgoodomys banderanus*.

Como se ve en la Fig. 3.3 y en el Cuadro 3.2, en general las crías disminuyen de peso en el primer día después del nacimiento, pero al segundo día lo recuperan. A partir del segundo día, se observa un aumento constante de peso, manteniendo un crecimiento muy rápido hasta el séptimo día. Después del octavo día, la tasa de crecimiento se mantiene casi constante, pero disminuye paulatinamente hasta la edad de casi dos meses, cuando el crecimiento se estabiliza y es más lento. Las crías alcanzan más de 50% del peso adulto al cumplir los 33 días y llegan al 85% a los 77 días.

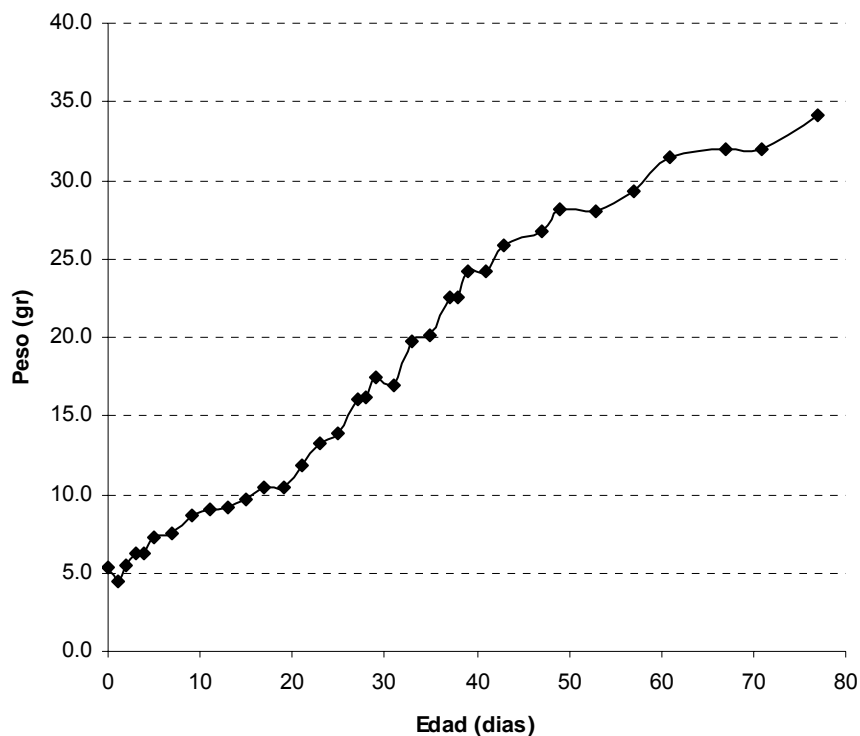


Figura 3.3. Aumento de promedio del peso registrado en *Osgoodomys banderanus* desde el nacimiento hasta los 77 días.

Modelo de crecimiento. Las regresiones con el modelo de Bertalanffy (Cuadro 3.3) para cada una de las variables analizadas dieron un ajuste con coeficientes de determinación (r^2) iguales o mayores a 0.98 para la mayoría, con excepción del peso en los machos, en donde $r^2 = 0.96$. La prueba de *T de Hotelling* (Cuadros 3.4 y 3.5) no mostró diferencias significativas en cuanto al crecimiento de la longitud total y el peso entre los machos y las hembras con 99% como se ve en la distribución de puntos y curvas estimadas en la fig. 3.4. Sin embargo, los machos tienen una longitud máxima (L_{max}) mayor. Con respecto al peso la variación entre individuos es mayor que la variación entre los sexos por lo que no es posible observar si hay diferencias significativas, aún cuando al trazar las curvas estimadas se hace evidente una tendencia a tener menor peso que las hembras.

Estas diferencias de peso entre machos y hembras se hacen más notorias después de que alcanzan la mitad del peso adulto (fig. 3.4).

Cuadro 3.3. Coeficiente de determinación (r^2) y valores obtenidos para los parámetros (L_{max} , K , t_0) de la ecuación de Bertalanffy en el desarrollo postnatal de machos y hembras de *Osgoodomys banderanus*. Las medidas están en milímetros. Veáanse los métodos.

Var	Longitud total		Cola vertebral		Pata		Oreja		Peso	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra
r^2	.99	0.99	0.99	0.98	0.96	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
L_{max}	227.1	216	117	102.8	48	57	23	23	18	17.3
K	0.029343	0.03607	0.02863	0.0411775	0.011367	0.010689	0.073167	0.079733	0.04846	0.060930
t_0	-9.4561	-7.5882	-4.7675	-2.4228	-6.9512	-5.3871	-6.2873	-5.9120	-3.3755	-2.4227

Abreviaturas Var. = variable.

Cuadro 3.4. Análisis de covarianza de la T^2 de Hotelling entre la longitud total de los machos y las hembras, considerando la edad y la interacción con el sexo en *Osgoodomys banderanus*.

Termino Fuente	DF Alpha=0.05	Suma de cuadrados	Promedio Cuadrado	Valor de F	Nivel de probabilidad	Resultado
A: sexo	1	50	50	0.38	0.537054	0.094249
B: edad	51	354927.1	6959.355	53.31	0.000000*	
AB	51	2345.585	45.99187	0.35	0.999975	0.376329
S	134	17493.54	130.5488			
Total (ajustado)	237	425098.1				
Total	238					

*Con valor de significancia solo entre los diferentes días de edad.

Cuadro 3.5. Análisis de covarianza de la T^2 de Hotelling entre el peso de los machos y las hembras, considerando la edad y la interacción con el sexo en *Osgoodomys banderanus*.

Termino Fuente	DF Alpha=0.05	Suma de cuadrados	Promedio Cuadrado	Valor de F	Nivel de probabilidad	Resultado
A: sexo	1	0.98	0.98	0.15	0.701904	0.066772
B: edad	50	9621.33	192.4266	28.89	0.000000*	1.000000
AB	50	95.82906	1.916581	0.29	0.999999	0.294438
S	132	879.1802	6.660456			
Total (Ajustado)	233	11890.51				
Total	234					

*Con valor de significancia solo entre los diferentes días de edad.

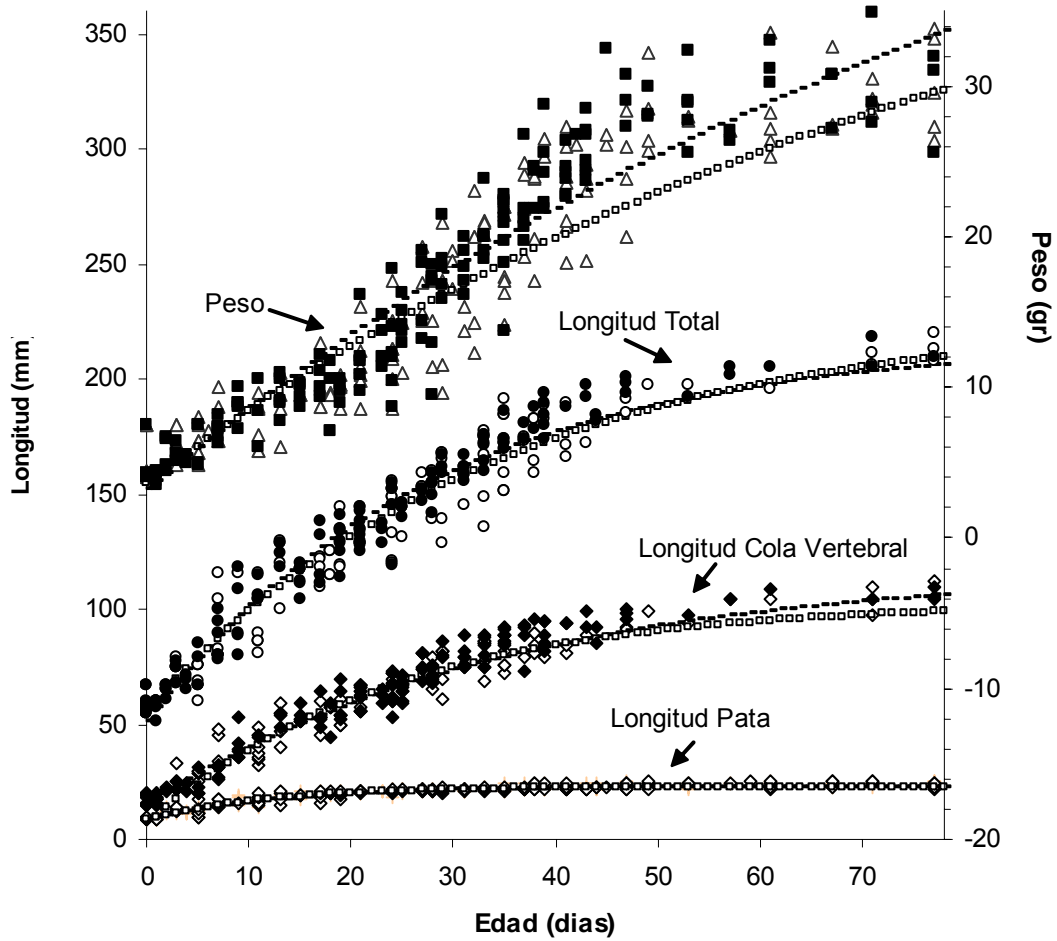


Figura 3.4. Crecimiento postnatal de *Osgoodomys banderanus* desde el nacimiento hasta la edad de 77 días. Los puntos oscuros corresponden a datos de hembras y los grises a machos. Las líneas corresponden a las curvas estimadas.

DISCUSIÓN

Hembras preñadas. Un día antes del nacimiento, las hembras gestantes de *Osgoodomys banderanus* tendieron a moverse menos dentro de su jaula como lo hace *Podomys floridanus* y poco antes del parto, la hembra se restregó contra las paredes de la jaula como ocurre en *P. polionotus* (Layne, 1968).

Comportamiento de la hembra durante el parto. Las hembras de *Osgoodomys banderanus* presentaron contracciones antes del nacimiento de la cría y durante el parto una hembra se colocó en posición cuadrúpeda, mientras que otras asumieron una posición bípeda, al nacer las crías como ha sido descrito para *Peromyscus maniculatus* (Svihla, 1932; Layne, 1968), *P. gossypinus* (Pournelle, 1952; Layne, 1968) y *P. polionotus* (Layne, 1968). La posición bípeda al momento del parto permitió que la hembra se ayudara con los dientes o las patas delanteras para jalar y sacar a la cría de su cuerpo, después corto al cordón umbilical, limpio su área genital y a la cría recién nacida. Este comportamiento ha sido también citado para *Neotomodon alstoni* (Olivera et al., 1986).

Tamaño y características de la camada. El número de crías promedio de *Osgoodomys banderanus* fue de 2.7 (1-3), lo cual es cercano a similar al de *Peromyscus perfulvus* de 2.6 (1-3; Helm et al., 1974), semejantes a tres, y diferente del de 2.0 de *Nyctomys sumichrasti* (1-3; Birkenholz y Wirtz, 1965). Estas tres especies son simpátricas, pero la masa corporal de *P. perfulvus* (44 g; Helm et al., 1974) es semejante a la de *Osgoodomys banderanus* y *Nyctomys sumichrasti* es mas grande por que tiene una masa corporal de 60 gr (Birkenholz y Wirtz, 1965). Otras especies con tamaño de camada cercano a 3 son: *P. mexicanus* (2.6; Rickart, 1977; 2.8, Anderson, 1982), *Peromyscus yucatanicus* (2.8, Lackey, 1976; 3.0 Lawlor, 1965), y *Ochrotomys nuttalli* (2.7; Linzey y Packard, 1977). También es similar a las 2.75 crías que tiene en promedio *Neotomodon alstoni* (Martín y Álvarez, 1982), que habita lugares de clima templado; y a *Onychomys torridus longicaudus* que tiene una camada de 2.6 crías

en promedio (Pinter, 1970) y que habita zonas áridas bajas. Mientras que otras especies es también similar a dos el tamaño de camada como *Podomys floridanus* (2.2; Layne, 1968), *P. melanocarpus* (2.3; Rickart, 1977).

Al comparar el número de embriones de esta subespecie de *Osgoodomys banderanus* con datos de colecciones científicas y las de literatura, se obtiene para *Osgoodomys banderanus banderanus* un promedio de 2.67 ± 0.98 crías, con una variación de 2 a 5 ($n = 12$), mientras que *Osgoodomys banderanus viciniior* tiene en promedio 3.26 ± 1.38 crías, con una variación de 1 a 7, ($n = 23$). Así existe una variación importante en el número de embriones entre las dos subespecies, siendo mayor para *O. b. viciniior* que también se distribuye a mayor altitud. Esto es similar a lo observado en diferentes especies del género *Peromyscus* que muestran con gran variación en el tamaño de camada entre especies, e incluso entre subespecies, asociado con la influencia del ambiente. De hecho, en este género el tamaño de la camada tiende a aumentar a mayor altitud y latitud (Millar, 1989). Asimismo, en *Ochrotomys nuttalli* también existe variación entre poblaciones, siendo que en el norte de su distribución el promedio de camada es de 3.11, mientras que en el sur es de 2.47 (Blus, 1966).

Proporción de sexos. La proporción encontrada fué de un macho por 0.96 hembras en *Osgoodomys banderanus*, muy semejante a la registrada para *Nyctomys sumichrasti* que es de 1:1, tanto para toda la población como para las diferentes clases de edad (Genoways y Jones, 1972). Esta proporción también es cercana a 1:1 en diferentes especies de *Peromyscus*; por ejemplo, en *P. eremicus* es de 1:0.8; en *P. interparietalis*, 1:0.9 (Brand y Rycman, 1968); y en *P. gossypinus*, 0.9:1 (Pournelle, 1952). Por su parte un estudio de campo arrojó también una proporción simétrica entre sexos en *Neotomodon alstoni* de 1:1 (Sánchez-Hernández *et al.*, 1989) mientras que Martín y Álvarez (1982) también obtuvieron esa proporción en condiciones de bioterio; Olivera *et al.* (1986), encontraron 1:1.6, en esas condiciones.

Peso por cría y camada. Las crías de *Osgoodomys banderanus* nacen con peso promedio de 5.3 g, que corresponde a 9% del peso adulto (Cuadro 3.2). Lo cual es superior a los 4.7 g de peso de las crías de *Nyctomys sumichrasti* (Birkenholtz y Wirtz, 1965). Y es claramente más grande a *Peromyscus perfulvus* de 3 g (Helm *et al.*, 1974). También es más grande a los neonatos del género *Peromyscus* que tienen una media entre 1.3 a 3 g y es ligeramente más alto al encontrado en *P. californicus* de 4.31 g (McCabe y Blanchard, 1950; 4.92, Svihla, 1932) o al de *Megadontomys thomasi* que es la especie mas grande de ratón silvestre, nacen con 4.5 g de peso (Layne, 1968).

El promedio del peso de las neonatos con respecto al del adulto, varia entre 4 y 16% (promedio= 9%) en 10 especies de *Peromyscus*; (Layne, 1968). En *Osgoodomys banderanus* se observó variación entre distintas camadas; siendo que el peso más alto lo alcanzó una cría única en su camada que al nacer pesó 7.5 g (Cuadro 3.2), mientras que dentro de otra camada de tres, hubo también variación en el peso de los recién nacidos (5.4 ± 1.1 ; 4.3-6.5).

Actividad del neonato. Al nacer las crías de *Osgoodomys banderanus* tienen movimientos limitados, en las mandíbulas hay movimiento continuo de manera espasmódica y pueden producir silbidos similares a los producidos en especies de *Peromyscus* (Layne, 1968).

Primeros eventos del desarrollo. En *O. banderanus* la secuencia en el desarrollo es la siguiente: primero se eleva el pabellón de la oreja y se abre el meato auditivo. En segundo lugar, ocurre la erupción de los dientes, primero los incisivos inferiores y luego los superiores y en tercer lugar se abren los ojos. Esta secuencia es parecida a diferentes especies de neotomicinos y peromicinos (Creighton y Strauss, 1986), excepto porque en *Osgoodomys banderanus* la apertura del meato auditivo ocurre antes que la erupción de los incisivos inferiores. La edad a la que las crías de *O. banderanus* abren los ojos (figura 3.5) es similar a la de las crías de *N. alstoni* (18 días) y *Onchomys leucogaster* (18 y 19 días; . Sin embargo, la

elevación de las pinas y la subsecuente apertura del meato auditivo es antes (ver figura 3.5 para comparación con otras especies de ratones).

O. banderanus no presenta los tubérculos plantares pigmentados como las crías de *P. perfulvus* (Helm *et al.*, 1974). Tampoco presenta pelo en el dorso como *Nyctomys sumichrasti* (Birkenholtz y Wirtz, 1965), aunque si lo tienen pigmentado de un tono oscuro, similar a lo observado en *Peromyscus crinitus*, *P. californicus*, *P. eremicus* (Layne, 1968) y *P. hooperi* (Schmidly *et al.*, 1985).

En algunas especies en las cuales los adultos tienen un peso bajo, las crías se desarrollan más rápido que las especies de tamaño grande (Millar, 1989). No obstante, a pesar de que *Osgoodomys banderanus* no es una especie de talla muy grande (peso promedio = 40.0 g), su desarrollo es lento similar al de especies más grandes como *P. californicus* y *P. mexicanus* (peso promedio = 53.1 y 52.5; respectivamente, Millar, 1989).

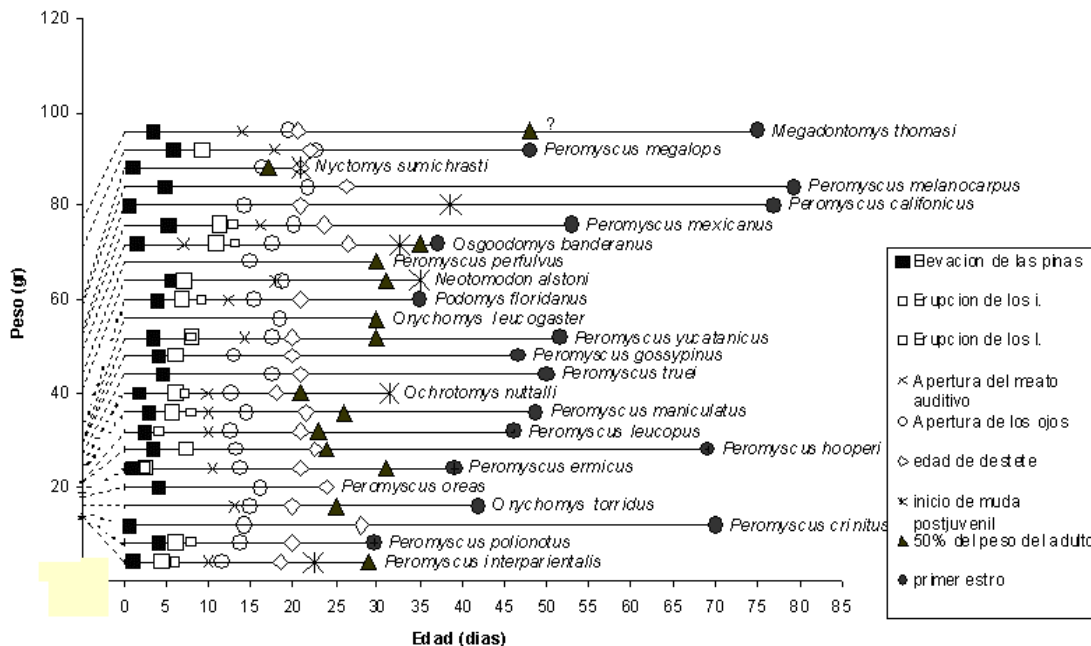


Figura 3.5. Comparación del tamaño y desarrollo de *Osgoodomys banderanus* y de otras 23 especies de ratones. i= incisivos inferiores, I= incisivos superiores

Edad de destete

Como en varias especies de *Peromyscus* (Layne, 1968) en *Osgoodomys banderanus* el destete se realiza entre los 23 y 30 días de edad, es decir, a una mayor edad que en *Nyctomys sumichrasti* que se da a los 21 días (Birkenholtz y Wirtz, 1965); y un poco mayor que los 20 a 23 días registrados para *Onchomys arenicola* (Godinez-Álvarez, 2005).

Cambios en la coloración del pelaje

Los recién nacidos son de coloración rosa y su cuerpo está desnudo. Los bordes de las orejas de *O. banderanus* se pigmentan de negro al quinto día; esto sucede al sexto día en *P. leucopus* y al noveno en *P. polionotus* (Layne, 1968). Al quinto día el dorso de *O. banderanus* tiene el pelo oscuro, lo que es similar a lo que sucede en *Podomys floridanus* (Layne, 1968), *Peromyscus gossypinus* (Pournelle, 1952) y *N. alstoni* (Olivera et al., 1986) Al sexto día el pelo del dorso es abundante en *O. banderanus* mientras que el vientre tiene menor abundancia de pelo, aunque poco a poco se cubre de pelo blanco; como sucede en *P. leucopus* (Layne, 1968).

A los diez días las crías ya tienen el pelaje en todo el cuerpo, esta condición en *Peromyscus gossypinus* (Pournelle, 1952) y *P. megalops* es similar por que se presenta entre los 8 y 11 días. Esta condición se presenta en diferentes edades en algunas es unos días antes como en *P. polionotus* y *Podomys floridanus* que sucede a los 7 días (Layne, 1968); mientras que en otras es después, en *N. alstoni* ocurre hasta los 11 días (Martín y Álvarez, 1982), en *Megadontomys thomasi* a los 12 días y en *Peromyscus californicus* a los 14 días (Layne, 1968).

La primeras muda del juvenil para adquirir la tonalidad y textura del pelo del adulto en *Osgoodomys banderanus* comienza entre el día 21 y 35. En otras especies de *Peromyscus*, la adquisición del pelaje adulto se presenta entre los 30 y 45 días de edad (Layne, 1968). Las especies que inician esta muda en un tiempo similar son *Ochrotomys nuttalli*, entre los días 28 y 35 (Linzey y Linzey, 1967). En *N. alstoni*

que es a los 30 a 40 días de edad (Martín y Álvarez, 1982), en *P. californicus* a los 35 a 42 días (Layne, 1968), y en *Peromyscus nudipes* entre los días 40 a 50 (Heideman y Bronson, 1992).

El pelaje y coloración del adulto de *Osgoodomys banderanus* se presenta alrededor del día 50 a 53. Mientras que en otras especies es después como en *Ochrotomys nuttalli*, hasta los 63 días (Linzey y Linzey, 1967) en *P. californicus* a los días 63 y 119 (Layne, 1968), y en *Peromyscus nudipes* a los 60 a 70 días de edad (Heideman y Bronson, 1992).

Los cambios de pelaje en *Osgoodomys banderanus* comprenden nueva coloración en los costado en línea media lateral que hacia un café pálido y en algunos individuos el vientre vira de blanco para formar una mancha pectoral, como en *N. alstoni*, aunque en éste, cambia a un color amarillo pálido (Martín y Álvarez, 1982).

Edad de la madurez. Las hembras de *O. banderanus* presentan la vagina abierta a los 37 días. Esto es similar a lo observado en *P. leucopus* en lo que ocurre a la edad de 38 días; a *Podomys floridanus* con 35 días y a *Peromyscus maniculatus* con 32 días.

Sin embargo, en *O. banderanus* ninguna hembra mostró madurez reproductora hasta que alcanzaron el 90% del tamaño adulto (edad de 77 días). Aunque una hembra con pelaje juvenil de *O. banderanus* que se capturó en el área de estudio pesó 36.2 g y ya estaba preñada con un embrión. La literatura señala que a esa edad, en la mayoría de las especies del género *Peromyscus*, la actividad reproductora es notoria. Por ejemplo en *P. californicus*, se inicia a los 77 días (Merritt, 1978) y en *P. melanocarpus* a los 79 días. ocurre la perforación de la vagina (Rickart, 1977). En *Onchomys arenicola* la actividad reproductiva comienza en el día 56 (Godinez-Álvarez, 2005) y en *O. torridus* a los 49 días de edad (Taylor, 1968).

El descenso de los testículos al escroto en los machos de *Osgoodomys banderanus* ocurrió a los 70 días (66-78 r). En cambio, en *P. maniculatus* ha sido registrado a los 40 y 60 días y en *P. eremicus* a los 40 días (Clark, 1938), aunque de manera silvestre es capaz de producir crías entre los 35 y 42 días de edad (Layne, 1968). En *P. gossypinus*, el esperma es abundante en los túbulos seminíferos hasta el día 70; sin embargo, puede tener cópulas fértiles antes de esa edad (Pournelle, 1952). En los machos de *P. crinitus* la reproducción comienza a los 70 días. En *P. truei* los testículos presentan poco desarrollo a los 63 días de edad. En *Podomys floridanus* los testículos ocupan la cavidad del escroto entre los 44 y los 52 días, pero se observa esperma en el epidídimo hasta los 49 y 56 días mientras que hasta los 77 días son fértiles (Layne, 1968).

En machos de *O. banderanus* depositados en colecciones con un peso de 24.6 g, se observaron con testículos escrotados, aún cuando presentaban pelaje de juveniles; sus testículos midieron de 9 a 15 mm y no son maduros. Pero los machos pesaron más de 40 gr, tenían testículos de 16 a 26 mm que si son maduros (Capítulo IV). En el material de colecciones, la coloración y las diferencias de peso indican que los machos de *O. banderanus* maduraron después que las hembras, al igual que en *Peromyscus leucopus*, *P. maniculatus*, *P. gossypinus* y *Podomys floridanus* (Layne, 1968).

Es importante citar que un macho se escapó a los 23 días de edad y una hembra también lo hizo a los 28 días de edad. Después de 18 días de vida libre ambos se observaron en el techo del cuarto, y se observó que habían construido un nido. Se recapturaron después de que cumplieron 33 días juntos (de 56 la hebra y 61 días el macho de edad). Sin embargo, la hembra no estaba preñada ni manifestaba indicios de actividad reproductora.

Patrón de Crecimiento de las Medidas Somáticas y del Peso

Al nacer la longitud total de *O. banderanus* es de 59 mm (Fig. 3.7), y este tamaño es similar al de *Peromyscus perfulvus* (58 Helm *et al.*, 1974) y *N. alstoni* (Olivera *et al.*, 1986), pero similar a los 62 mm de *Megadonthomys thomasi* (Layne, 1968).

En las primeras semanas de vida de *O. banderanus*, la curva de crecimiento debe de ser similar a la de *M. thomasi* para la cual sólo se tienen tres puntos de crecimiento (Layne, 1968). Sin embargo, la tasa de crecimiento de *M. thomasi* es menor a la de *O. banderanus*, porque en la segunda semana este último ya tiene 50% de la longitud total del adulto y a los 35 días, el 95%. Por su parte, *M. thomasi* hasta el día 75 solo alcanza 95% de la longitud total del adulto (Layne, 1968). Las especies del género *Peromyscus* en promedio tienen menos de 50 mm al nacer por lo que la ordenada al origen se encuentra más abajo que en *O. banderanus*. Sin embargo, la forma de la curva es similar a la de *O. banderanus*. La mayoría de las especies de *Peromyscus* presentan antes de las dos semanas 50% de la longitud del adulto y 95% entre los 49 y 56 días de edad (Layne, 1968).

La curva de crecimiento del cuerpo de *O. banderanus* es muy similar a la de *P. perfulvus* (Helm *et al.*, 1974) y *N. alstoni* (Olivera *et al.*, 1986), por lo que se hace evidente que las diferencias en cuanto a las curvas de la longitud total se deben principalmente a la variación de la longitud de la cola vertebral. También es similar a la curva de crecimiento de los machos y hembras de *Onychomys leucogaster* (Pinter, 1970).

El crecimiento de la cola vertebral de *O. banderanus* es muy semejante a la de especies de *Peromyscus* (Figura 3.6) de cola más larga en el adulto como son *Peromyscus perfulvus* (Helm *et al.*, 1974), *P. yucatanicus* y *P. hooperi* (Schmidly *et al.*, 1985).

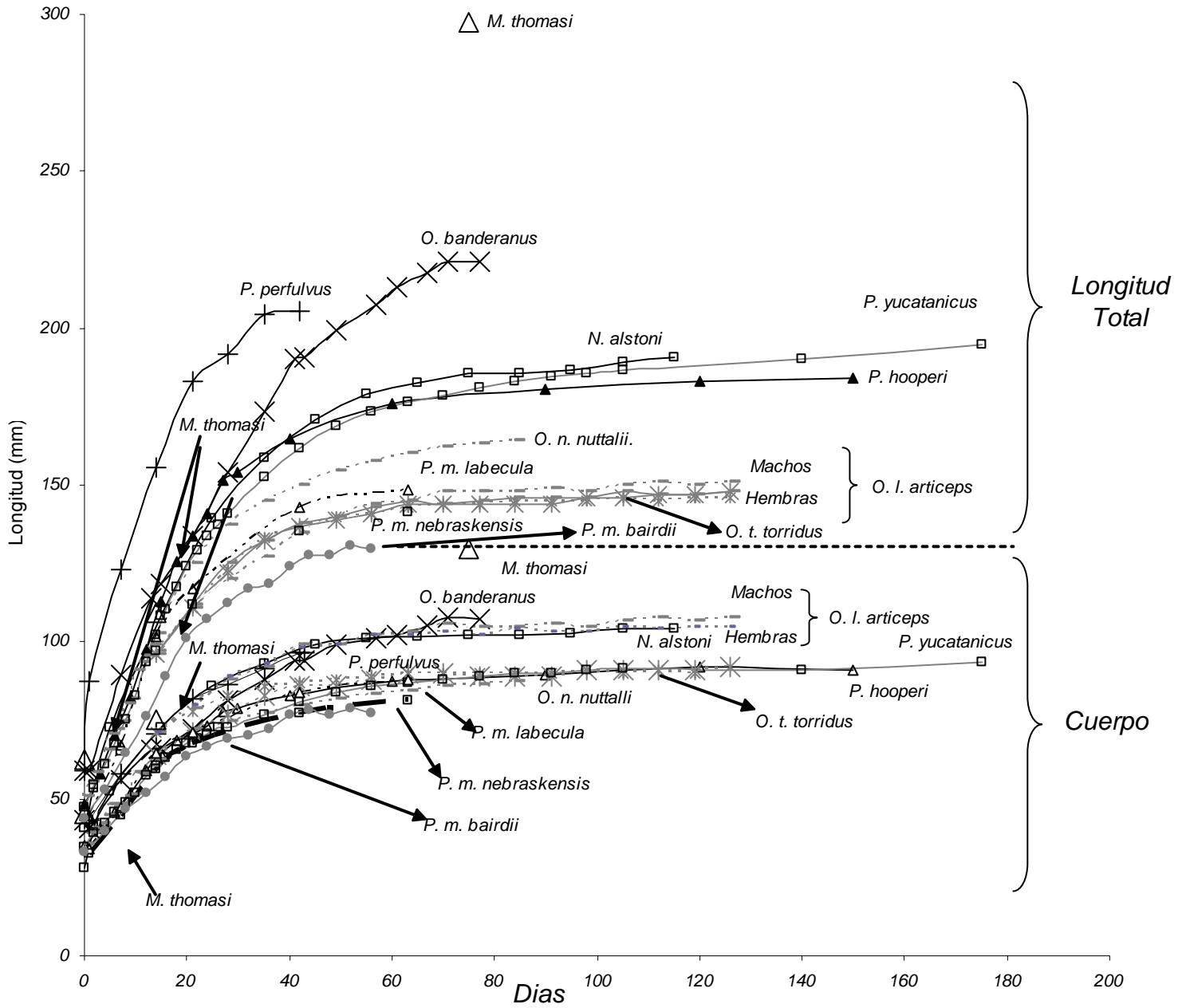


Figura 3.6. Comparación del crecimiento de longitud total y la longitud del cuerpo de *Osgoodomys banderanus* con otras especies de ratones.

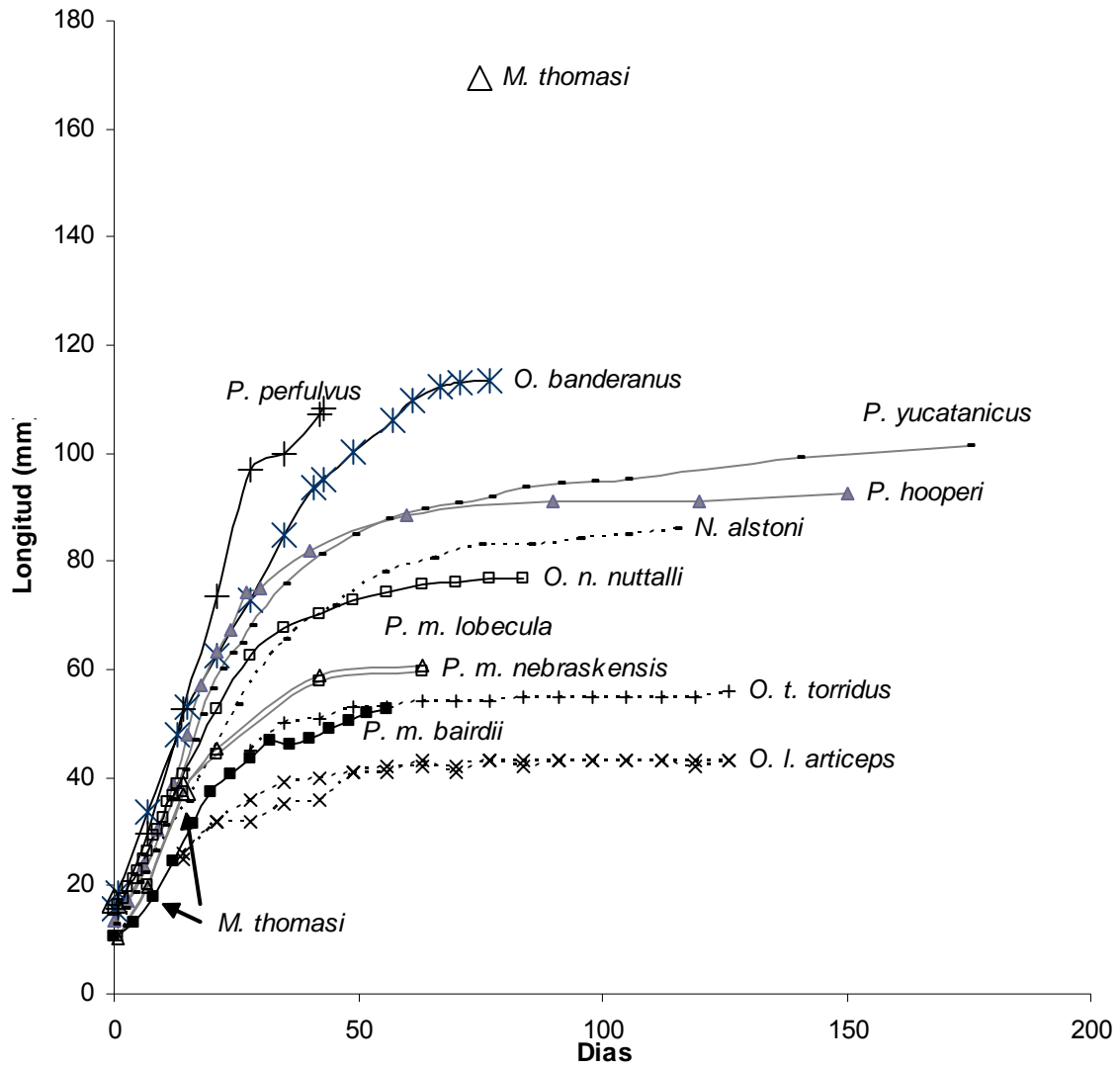


Figura 3.7. Comparación del crecimiento de la cola vertebral de *Osgoodomys banderanus* con otras especies de ratones

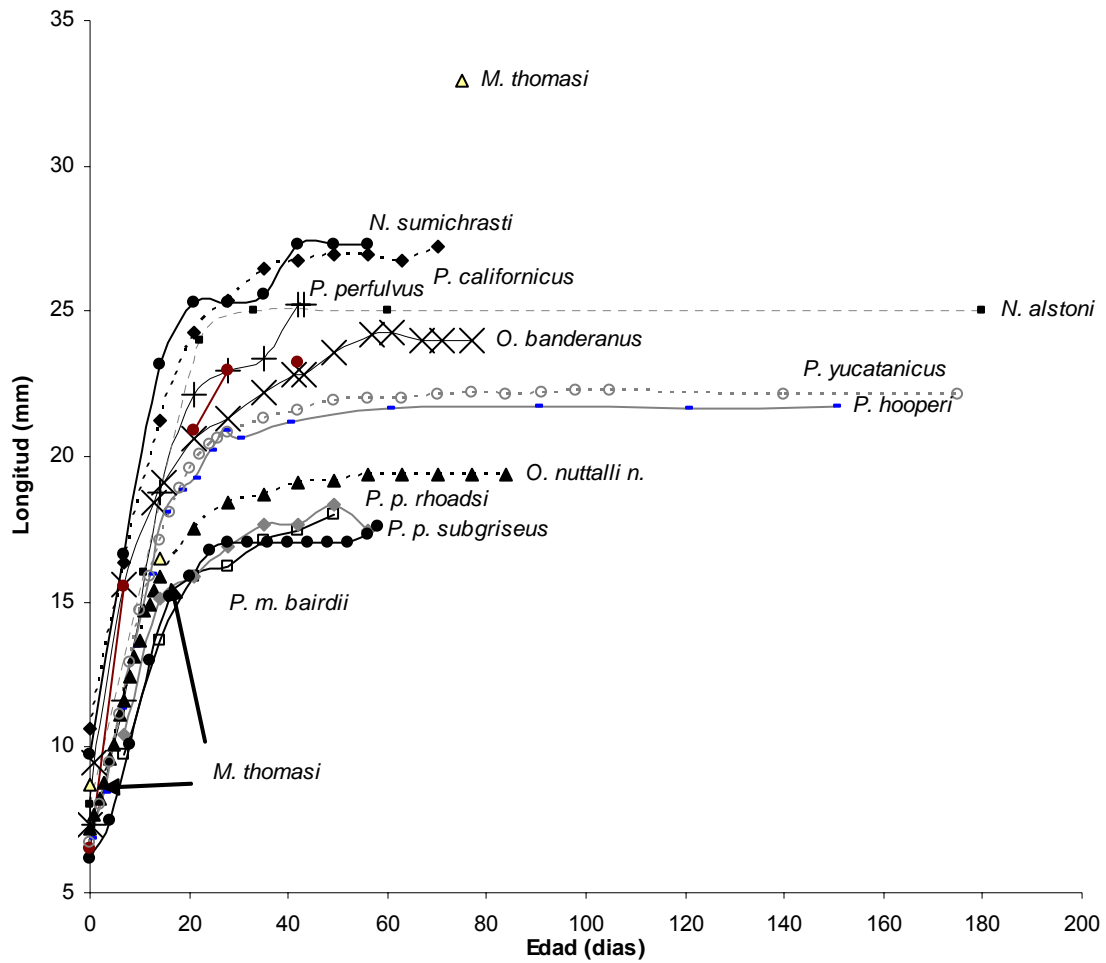


Figura 3.8. Comparación del crecimiento de la pata de *Osgoodomys banderanus* con otras especies de ratones.

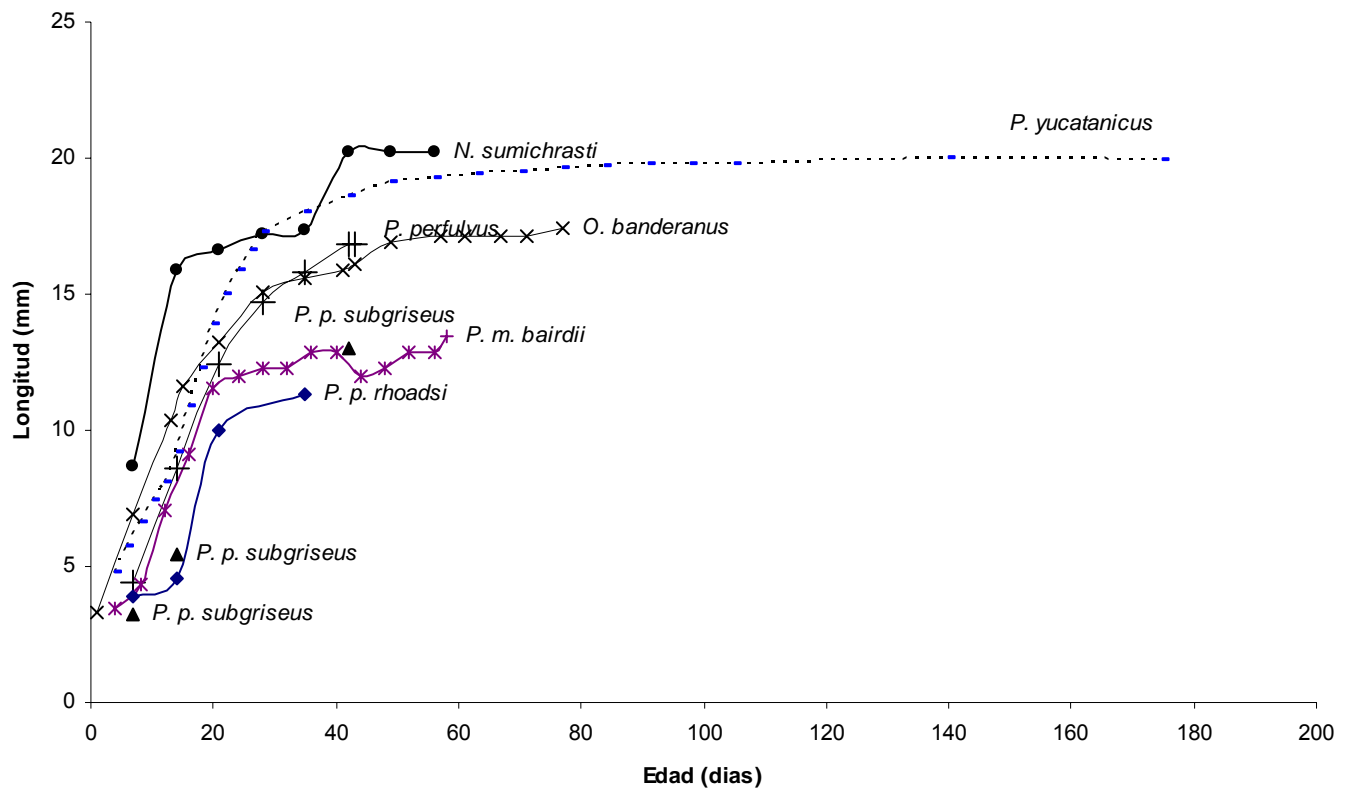


Figura 3.9. Comparación del crecimiento de la oreja de *Osgoodomys banderanus* con otras especies de ratones.

El peso de *Osgoodomys banderanus* y en algunas especies de *Peromyscus* se incrementa gradualmente en las primeras semanas y comienza disminuir cuando se acerca a la asíntota. El punto de inflexión no se nota porque el cambio de velocidad en el aumento de peso es gradual (Schmidly *et al.*, 1985). Sin embargo, el periodo en el que se gana mas peso es en la primera semana. La curva más similar a la de *O. banderanus* es la de *P. perfulvus*, este al nacer pesa 3 gramos, en la primera semana alcanza el mismo peso (7.5 gr Helm *et al.*, 1974) que *O. banderanus* y después la curva es casi la misma (Figs. 3.10). También es similar al de las especies que tienen un peso inicial grande como *Neotomodon alstoni* (3.4, Olivera *et al.*, 1986), *P. californicus*, *P. megalops* y *Megadontomys thomasi* (4.92, 3.9, 4.5 respectivamente Layne, 1968).

En *Osgoodomys banderanus*, la mitad del peso del adulto se alcanza a los 35 días, al igual que en *P. perfulvus* (Helm *et al.*, 1974), mientras que en *Podomys floridanus* se alcanza a los 28 días (Layne, 1968).

Modelo de crecimiento. Los datos obtenidos para *O. banderanus* se ajustan al modelo de Bertalanffy (1938). No hubo diferencias significativas en cuanto al crecimiento en longitud total entre machos y hembras, aunque en general los machos tienden a ser más grandes (Fig. 3.4).

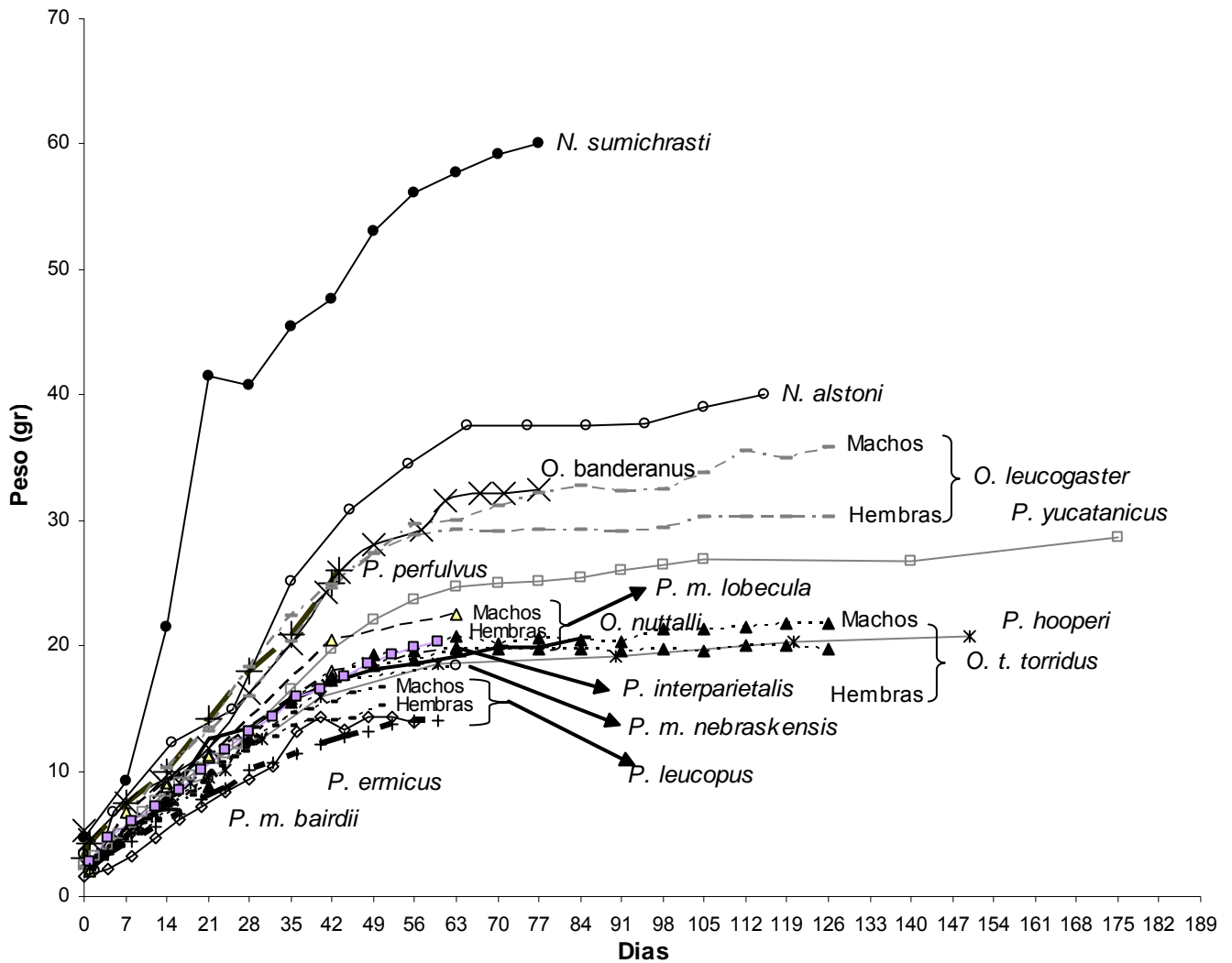


Figura 3.10. Comparación del crecimiento del peso de *Osgoodomys banderanus* con otras especies de ratones.

CONCLUSIONES

El promedio de crías por camada de *Osgoodomys banderanus* fue de 2.7.

A pesar de que *Osgoodomys banderanus* no es una especie de talla muy grande (peso promedio= 40 g) su desarrollo es lento y similar a especies más grandes como *P. californicus* y *P. mexicanus*.

El meato auditivo de *Osgoodomys banderanus* abre a una edad más temprana (7.1 días de edad) que en *Neotomodon alstoni*, *Ochrotomys nuttali*, *Onychomys torridus*, *P. eremicus*, *P. interparietalis*, *P. leucopus*, *P. maniculatus*, y *P. yucatanicus*.

El dorso de *O. banderanus* adquiere un tono oscuro al quinto día de edad. El cambio de pelo de los juveniles a los adultos es entre el día 21 y 35.

Aunque a los 37 días de edad las hembras tuvieron la vagina abierta no se observó ninguna manifestación de madurez reproductora, y ninguna hembra joven inició el ciclo estral.

El descenso de los testículos al escroto ocurrió hasta los 70 días.

Los datos obtenidos para *O. banderanus* se ajustan al modelo de Bertalanffy y no hubo diferencias significativas en cuanto al crecimiento en longitud total entre machos y hembras, aunque en general los machos tienden a ser más grandes.

CAPÍTULO IV

PATRÓN REPRODUCTIVO DE *OSGOODOMYS BANDERANUS*

INTRODUCCIÓN

Los roedores viven en gran diversidad de ambientes, desde extremadamente fríos, pasando por los templados hasta climas altamente tropicales. Por otra parte, los estudios sobre reproducción con estos mamíferos, se han realizado principalmente en las zonas templadas, en donde las especies tienen varias adaptaciones para maximizar su adecuación, como es la sincronización de los nacimientos y destete con el tiempo de la abundancia de recursos, lo que conlleva a que el gasto energético se optimice (Bronson, 1989). En regiones tropicales donde la estacionalidad no es marcada, es común encontrar alimento a través de todo el año y si la temperatura y la precipitación son favorables, la reproducción se realiza varias veces al año (Barrington, 1975). Sin embargo, algunas regiones de los trópicos presentan cambios estacionales marcados, que no favorecen la reproducción de los roedores a través de todo el año y, dependiendo de la especie, el patrón reproductivo puede variar. Para entender los factores que influyen en el comportamiento reproductor de las especies es necesario hacer un análisis que incluya varios procesos.

Factores que afectan la estacionalidad reproductiva de los roedores

Algunos mamíferos maximizan su éxito reproductivo utilizando los cambios y duración del fotoperíodo como predictor para prepararse e iniciar su actividad reproductiva en el periodo favorable del año., pero, se cree que el final del periodo reproductivo no está determinado por el fotoperíodo, sino frecuentemente por los factores sociales denso-dependientes de las poblaciones (Bronson, 1989). Otros factores que influyen en la regulación de la reproducción son las variaciones ambientales tales como la precipitación, humedad y temperatura, cuya influencia se observa de manera indirecta en la productividad y disponibilidad de los alimentos y del agua, además de que afectan en el comportamiento social y reproductivo de los organismos (Fig. 4.1; Bronson, 1989).

Por otra parte, la actividad reproductiva es sensible a la restricción del alimento, de tal forma que la duración del período reproductivo se puede ampliar o reducir cuando existe aumento o escasez en la disponibilidad de éste; este elemento, junto con la temperatura y precipitación, pueden favorecer el inicio y término de la reproducción (Bronson, 1989).

En zonas templadas, la sucesión de las estaciones es clara y hay un período óptimo definido para la reproducción, lo que se correlaciona principalmente con la temperatura. Pero en las especies que habitan las regiones tropicales y semiáridas, el periodo óptimo se correlaciona principalmente con la precipitación y se determina por la disponibilidad del alimento (Mares, 1993).

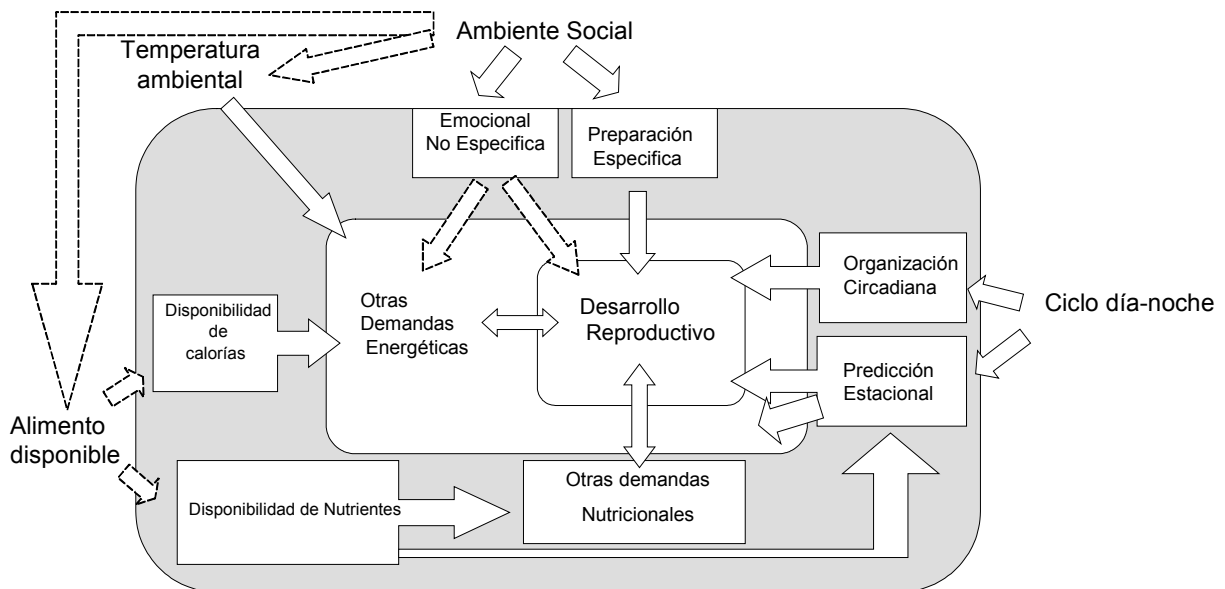


Figura 4.1. Regulación ambiental en el desarrollo reproductivo de los mamíferos. Los factores de mayor importancia están fuera del área gris, mientras que las interacciones de las especies están en el área gris (Tomado de Bronson, 1989).

En especies del género *Peromyscus* con distribución en zonas templadas la reproducción ha sido estudiada por varios autores (Asdell, 1964), no así en las especies de regiones neotropicales (Mares y Ernest, 1995). Este desconocimiento aumenta si se consideran las variaciones en la distribución, topografía, clima y tipos de vegetación en que puede encontrarse una especie y más aún si se considera que la fragmentación natural o provocada por la destrucción y contaminación del ambiente, forma mosaicos con diferente disponibilidad de recursos o microambientes para las especies. Como resultado, existen marcadas diferencias en la disponibilidad de alimento, por lo tanto, en los patrones de reproducción. Sin embargo, dado que los ratones tienen vida corta, su adecuación puede ser muy rápida y en general son especies oportunistas que toleran bastante bien los cambios ambientales y sociales, por lo que una misma especie puede tener diferentes patrones reproductivos dependiendo del lugar en que habite (Bronson, 1989).

Patrones de reproducción

Los patrones de reproducción pueden ser monoestro o poliestros, dependiendo del número de veces que una hembra entre en estro a lo largo del año (Bronson, 1989). Si todos los individuos de una especie se reproducen de manera simultánea, la reproducción es sincrónica. De otra manera, es asincrónica. El patrón sincrónico es muy raro y puede ocurrir en lugares donde las condiciones ambientales solo permiten la reproducción en un período determinado del año.

Los patrones de reproducción pueden ser de varios tipos (adaptado de Sánchez-Hernández et al. 1985);

1. Monoestro estacional sincrónico, cuando los nacimientos, cuidados y el destete de las crías, se realizan en un periodo corto de tiempo una sola vez al año.

2. Monoestro estacional asincrónico, cuando los nacimientos, cuidados y el destete de las crías no presentan sincronización en el periodo de mayor abundancia de recursos, pero las hembras sólo se reproducen una vez al año.

3. Patrón reproductor bimodal sincrónico, donde las hembras tienen dos periodos reproductivos bien definidos al año; el primer parto es seguido de un periodo de inactividad y posteriormente se inicia el segundo periodo de actividad reproductiva.

4. Patrón reproductor bimodal continuo. Donde las hembras tienen dos periodos reproductivos al año. Las hembras suelen estar gestantes o en lactancia en los periodos del año con mayor abundancia de recursos. Generalmente después del parto uno o varios días después las hembras presentan otro estro, que se conoce como estro posparto y el segundo periodo reproductivo inicia de manera casi inmediata.

5. Patrón reproductor poliestro continuo, cuando las hembras presentan tres o más periodos de reproducción durante el año y los eventos no están sincronizados, por lo que se pueden encontrar diferentes estados de desarrollo en cualquier periodo del año. En este tipo de patrón reproductivo, es común encontrar hembras con estro de posparto.

Datos reproductivos anuales de Osgoodomys b. banderanus

En *O. b. banderanus*, se observa en el cuadro 1, en literatura (Cuadro 1) se ha documentado hembras lactantes en enero (García-Ruiz, 2000) y en febrero hembras preñadas (Álvarez *et al.*, 1987; Núñez-Garduño, 1993). En mayo y agosto se citaron hembras gestantes (Álvarez, 1968; Núñez-Garduño *et al.*, 1980; Álvarez *et al.*, 1987) y de octubre a diciembre nuevamente hembras lactantes (Ramírez-Pulido *et al.*, 1977; Lechuga, 1993; Núñez-Garduño, 1993). Se ha considerado a *O. b. banderanus* es una especie poliestra (Núñez-Garduño y Pastrana, 1990), y se cree que esta subespecie presenta dos máximos reproductivos en el año, uno en abril y otro en octubre (Lechuga, 1993).

Cuadro 4.1. Condiciones reproductivas de hembras activas de *O. b. banderanus*.

Autor, Año	Localidad	Periodo/Mes	N	Lac.	Preñadas	Emb.	Tamaño (mm)
Davis, 1944	Guerrero	agosto	2		1	3	a term.
Álvarez, 1968	Michoacán	mayo	1		1	3	15
Collet <i>et al.</i> , 1975	Jalisco	agosto	6		1		
Ramírez-Pulido <i>et al.</i> , 1977	Guerrero	diciembre	3	1			
Álvarez <i>et al.</i> , 1987	Michoacán	febrero	13		2	3	20
		mayo	3		1	2	32
Núñez-Garduño <i>et al.</i> , 1980	Jalisco	mayo	1		1	4	15
		agosto	1		1	2	22
Núñez-Garduño 1993	Michoacán	febrero			Presentes		
		octubre			Presentes		
Lechuga, 1993	Michoacán	noviembre	18	2			
García-Ruiz, 2000	Colima	enero	4	1			
Ceballos y Miranda, 2000	Jalisco	Reproducción de abril a octubre					
Mendoza y Miranda, 2002	Jalisco	Hembras receptoras en lluvias y secas					
Arroyo-Cabrales, 2005	Michoacán y Jalisco.	febrero a octubre					

Abreviaturas utilizadas: lac.= lactantes, emb.= embrión, a ter.= a termino.

Para la costa de Jalisco se ha citado que en *O. b. banderanus* hay hembras receptoras, machos con testículos escrotados y juveniles de ambos sexos en el periodo de lluvias y de secas. Con un máximo de la actividad reproductiva entre septiembre y noviembre. Los juveniles tienen su mayor abundancia entre octubre y noviembre (Mendoza y Miranda, 2002). Mayor información sobre la reproducción de las hembras de *O. b. banderanus*, así como para los embriones su número y tamaño se pueden ver en el cuadro 4.1. Los machos de *O. b. banderanus* con testículos en el escroto se registran de enero a mayo (Núñez-Garduño *et al.*, 1980; Álvarez *et al.*, 1987; García-Ruiz, 2000), y de julio a noviembre (Lechuga, 1993; Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Condiciones reproductivas de machos de *O. b. banderanus*.

Autor, Año	Localidad	Periodo/Mes	N	Testículos			
				ab.	ing.	esc.	Longitud X (mm)
Davis, 1944	Guerrero	agosto	4	s/d	s/d	s/d	
Álvarez, 1968	Michoacán	mayo	1			1 juv.	16
Collet <i>et al.</i> , 1975	Jalisco	agosto	6	s/d	s/d	s/d	
Ramírez-P. <i>et al.</i> , 1977	Guerrero	diciembre	5	s/d	s/d	s/d	
Álvarez <i>et al.</i> , 1987	Michoacán	febrero	2			16 adul.	19.4
			5			9 juv.	15
		marzo	4	s/d	s/d	3 adul.	17.7
		mayo	3			3 adul.	20.3
		julio	1			10 adul.	17.2
			8			8 juv.	14.3
Núñez <i>et al.</i> , 1980	Jalisco	marzo	1				
		abril	2			2	15.5
Lechuga, 1993		abril	1	1			
		agosto	1		1		
		noviembre	1		3	7	
			0				
García-Ruiz, 2000	Colima	enero	6			6	
Ceballos y Miranda, 2000	Jalisco	Reproducción de abril a octubre				Presente	
Mendoza y Miranda, 2002	Jalisco	Lluvias y secas				Presente	

Abreviaturas ab. = abdominales, ing.= inginales, esc.= escrotados, s/d= sin datos adul. = adultos, juv. = juveniles.

Datos reproductivos anules de Osgoodomys b. vicinior

Las observaciones sobre la actividad reproductora de las hembras de *O. b. vicinior* comprende los meses de enero a marzo, mayo a septiembre y diciembre, cuando se observan la presencia de hembras preñadas y lactantes.

Cuadro 4.3. Condiciones reproductivas de hembras activas de *O. b. vicinior*.

Autor, año	Localidad	Periodo/Mes	N	Lac.	Preñadas	Emb.	Tamaño
Hall y Villa, 1949	Michoacán	diciembre	14		1	2	24
Álvarez, 1968	Michoacán	mayo	3				
Hernández-Chávez, 1990	Estado de México.	febrero	15	2			
		marzo	3	1			
		junio	2	1	1	4	8
		julio	2				
Flores-Oviedo, 1996	Michoacán	febrero	1		1	2	15
		mayo	1		1	?	6
		agosto	3	2	1	42y2	25
		diciembre	6	1			
Almazán, 2003	Guerrero	enero	5		2	52y3	7 y 25
					1	22y0	15
					1	21y1	2.4
		febrero	8	1	2	21y1	1 y 3
		marzo	1				
		mayo	1		1	22y0	13 y 12
		julio	5		1	21y1	23
					1	33y0	17
		agosto	5		1	32y1	6
1	imp.						
septiembre	6		2	52y3	14 y 25		
			2	73y4	18		
			2	32y1	18 y 30		

Abreviaturas lac. = lactantes, emb.= embrión imp. = implantación. Tamaño indica longitud de los embriones en milímetros. Los superíndices indican el número de embriones izquierdos y derechos.

Las hembras gestantes se han citado en enero y febrero (Flores-Oviedo, 1996; Almazán, 2003); de mayo a septiembre (Flores-Oviedo, 1996; Almazán, 2003), y en diciembre (Hall y Villa, 1949); las hembras lactantes para febrero y marzo (Hernández-Chávez, 1990; Flores-Oviedo, 1996; Almazán, 2003); junio (Hernández-Chávez, 1990); y agosto y diciembre (Flores-Oviedo, 1996; cuadro 4.3).

Los machos con testículos en el escroto se observan en la mayoría de los meses, excepto abril, octubre y noviembre. Los machos inactivos con testículos inguinales o abdominales han sido citados de enero a marzo y de mayo a octubre (Flores-Oviedo, 1996; Almazán 2003).

Por otra parte, algunos autores como Ceballos y Miranda (1986) y Ceballos (2000), consideran que la reproducción de *O. b. banderanus* es poliestro estacional y se lleva a cabo entre los meses de abril a octubre. Lo anterior es apoyado por Arroyo-Cabrales (2005) quién también señala que esta subespecie es poliestro estacional y considera un periodo más amplio a partir de febrero a octubre. Mientras que Núñez-Garduño (1993), considera que la subespecie se reproduce a través de todo el año y que manifiesta un patrón reproductor poliestro continuo.

Por lo anterior, el propósito de este capítulo es contribuir con información inédita que permita integrar de manera más apropiada el comportamiento reproductor de estas subespecies.

OBJETIVO

1. Contribuir a la determinación del patrón reproductivo de *O. b. banderanus* y de *O. b. vicinior*.

HIPÓTESIS

Se espera que *Osgoodomys banderanus* por ser una especie tropical tenga un patrón reproductor poliestro a través de todo el año acorde con Núñez-Garduño (1993).

ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio es el área de distribución de *Osgoodomys banderanus*, y se localiza en el occidente de nuestro país, comprende parte de la vertiente costera

del océano Pacífico y parte de la sierra montañosa de Jalisco y Colima, y de la provincia biótica de Nayarit a Guerrero (Figura 4.2).

Hidrología: Entre los ríos importantes se encuentran los de provincia Nayarit-Guerrerense: Ameca, San Blas, El Naranjo, El Tuito, San Nicolás, Cuitzmala, Purificación, Cihuatlán, Marabasco, Armería, Ostula, Salado, Tepalcatepec, Coalcomán, Balsas, Atoyac, Papagayo, Ometepec, Azul, Unión, Cupatitzio, Grande Amacuzac (Figura 4.3; Maderey-R y Torres-Ruata, 1990).

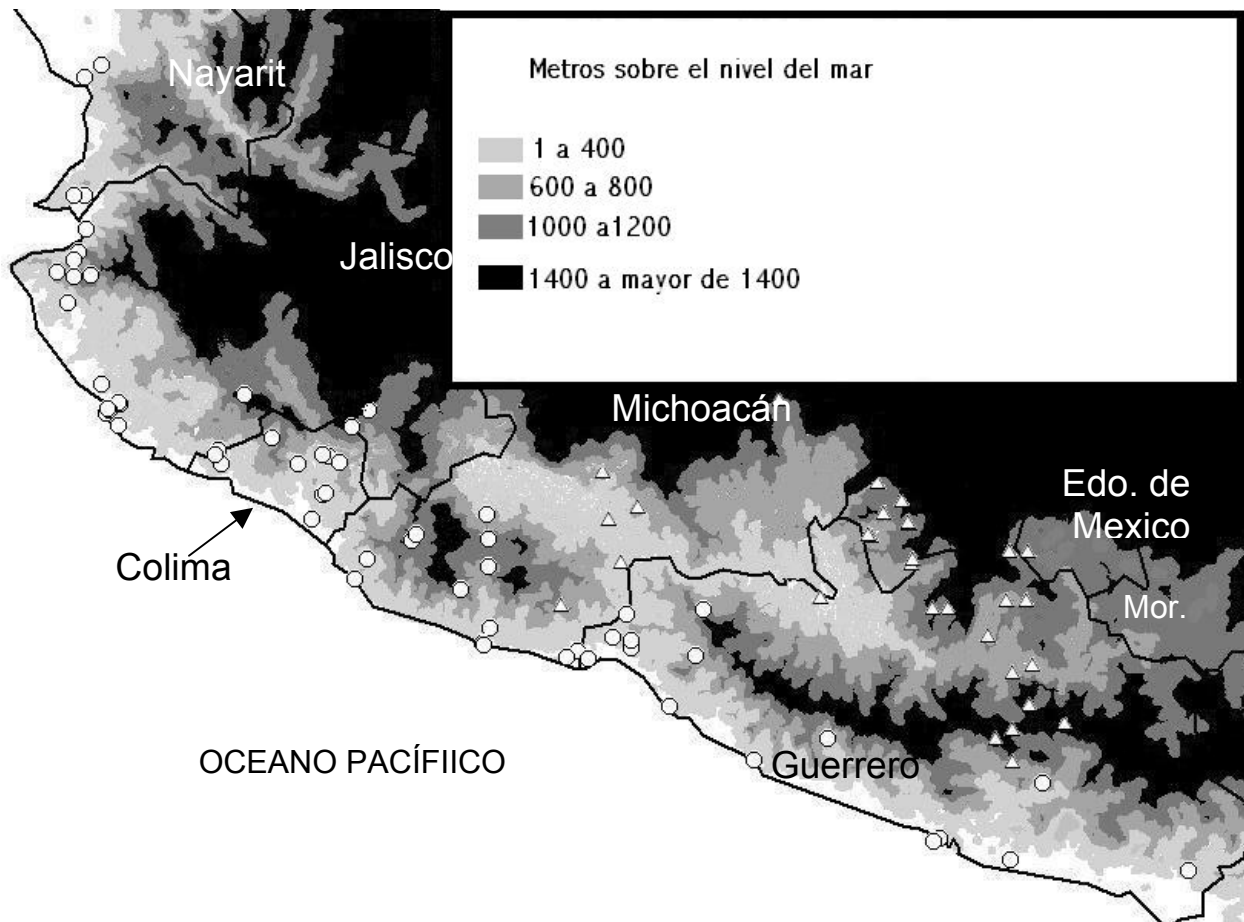


Figura 4.2. Distribución geográfica de *Osgoodomys banderanus*, acorde a su altitud sobre el nivel del mar. Sitios de procedencia de los especímenes examinados, en círculos *O. b. banderanus* y los triángulos *O. b. vicinior*.

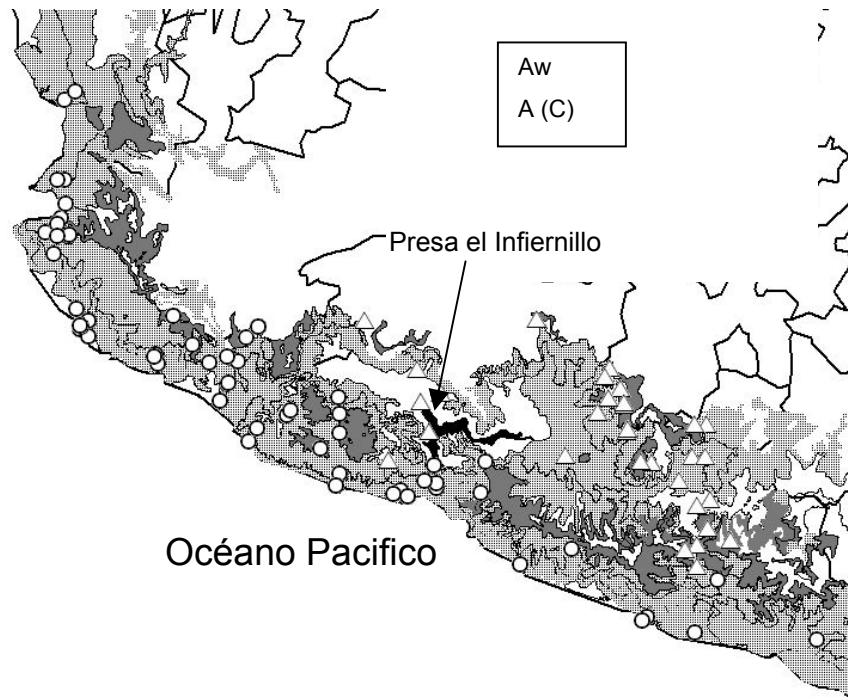


Figura 4.4. Tipos de climas y algunos ríos en la región de la distribución de *Osgoodomys banderanus* (Aw cálido subhúmedo, A(C) semicálido subhúmedo (García, 1998).

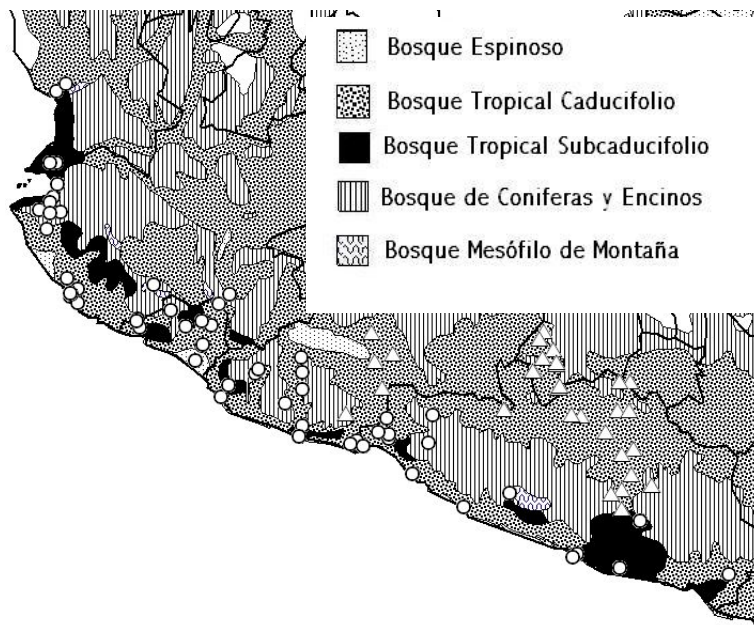


Figura 4.5. Tipos de vegetación en la región de distribución de *Osgoodomys banderanus*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvo información sobre su condición reproductora de 342 especímenes de *Osgoodomys banderanus*, de éstos 306 provienen de las siguientes colecciones mastozoológicas: Colección Nacional de Mamíferos, del Instituto de Biología, UNAM (CNMA: 71 ejemplares), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional (ENCB, IPN: 219 ejemplares) y de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAMI: 16 ejemplares). Además de los 36 especímenes capturados en la región de Chamela (capítulos II y III).

Los especímenes se separaron por medio de la coloración del dorso y vientre en adultos activos e inactivos y juveniles,. Si el color era gris en el dorso y blanquecino en el vientre se le considero como juvenil, o si presentaba el color moreno oscuro o vino con el pelo mas grueso y áspero, y el vientre blanco con manchas gulares o pectorales morenas se le consideró adultos.

La condición reproductora de los especímenes se obtuvo de las observaciones anotadas en las etiquetas; cuando un ejemplar no tenía información reproductora se le anotó sin datos (s/d). En las hembras se anotó la presencia de embriones y eran consideradas como gestantes, asimismo, se registró el número de embriones, su tamaño en milímetros (largo por ancho); así como el cuerno del útero de implantación, izquierdo o derecho. También se anotó el tamaño de las glándulas mamarias, si eran grandes y si alrededor tenían alopecia se les consideró en lactancia. En los ejemplares vivos se observó si había secreción en las glándulas mamarias y en ese caso se consideraron en lactancia; por medio de palpación abdominal se determinó la presencia o ausencia de embriones y se consideraron si estaban preñadas o no (Romero-Almaraz *et al.*, 2000). A los machos adultos se les consideró activos si los testículos estaban en la cavidad del escroto, y se anotaron las medidas de longitud y anchura. Se consideraron activos cuando la posición de los testículos era abdominal o inguinal.

El patrón reproductor para cada subespecie se determinó por el análisis e integración de diversos cuadros por sexos, edad y actividad reproductora. En la integración de los cuadros se consideró la información obtenida anteriormente.

Para los machos adultos se registró el número de individuos con testículos que ocuparon la cavidad del escroto. De estos especímenes con medidas de longitud en milímetros, se elaboró un cuadro separando a los que tenían poco desarrollados sus testículos (menores a 10 mm) a los cuales se les consideraron inactivos, y activos si eran mayores a 10 mm, pues de acuerdo con Linzey y Layne (1969) a partir de este tamaño se encuentran espermatozoides maduros.

RESULTADOS

De los 342 especímenes examinados, 226 corresponden a la subespecie *Osgoodomys banderanus banderanus* y 116 a *O. b. vicinior*.

Patrón reproductor de *Osgoodomys banderanus banderanus*

Comportamiento reproductor de las hembras. De los 226 especímenes examinados, 207 fueron adultos y 19 juveniles. De los adultos, 112 son hembras y 95 machos, mientras que de los juveniles, 11 son hembras y 8 machos.

De las 112 hembras adultas, 51 fueron activas sexualmente y de éstas 15 fueron gestantes y se encontraron representadas en casi todo el año (excepto en marzo, , abril, junio, noviembre y diciembre); 4 tienen datos del tamaño de los embriones, una de febrero tenía 2 embriones de 3 mm; una de julio, 2 embriones de 30 mm, una de octubre tenía 2 embriones de 10 mm y la otra del mismo mes 3 embriones de 30 mm; 27 hembras estuvieron en lactancia, con representantes en casi todo el año (excepto junio y diciembre). Además se encontraron 9 hembras gestantes y en lactancia, en abril (1), mayo (4), septiembre (3) y octubre (1) (cuadro 4.4)

Cuadro 4.4. Condición reproductiva para hembras adultas de *O. b. banderanus*.

Mes	Actividad	Condición reproductiva de los ejemplares de colecciones	Condición reproductiva de los ejemplares capturados
enero (5)	5 activas	3 L	1 C/E (2 crías nacieron el 22 de enero). 1 L
febrero (12)	3 activas	2 C/E (1 s/d y 1 c/2 E. 1 y 1 de 3 mm). 1 L	
marzo (8)	3 activa	3 L	
abril (7)	2 activas	1 C/EYL (s/d.) 1 L	
mayo (20)	7 activas	4 C/EYL (4 s/d) 1 C/E (s/d) 2 L	
julio (7)	2 activas	1 C/E (c/2 E de 30 mm) 1 L	
agosto (7)	4 activas	1 C/E (c/2 E. 2 y 0 de 3 mm) 3 L	
septiembre (12)	11 activas	1 C/EYL (1 s/d)	2 C/EYL (2 c/3E, nacieron el 4 y 10 de octubre) 3 C/E (1 c/ 1 E nació el 7 octubre, 2 c/3 E nacieron el 5 y 20 octubre) 5 L
octubre (18)	9 activas	2 C/E (2 c/2 E. de 10 mm y de 30 mm) 1 L.	1 C/EYL (c/ 3 E nacieron el 21 octubre). 4 C/E. (3 c/2 E nacieron el 12, 13, 16 de octubre; 1 c/3 E nacieron el 26 octubre) 1 L.
noviembre (16)	5 activas	5 L.	
diciembre		Probablemente existan hembras con indicios de preñez, así como de jóvenes	
Total de hembras adultas 112 (51 activas e 61 inactivas)			

Abreviaturas C/E= con embriones, C/EYL= con embriones y lactancia, L= lactancia, E=embriones y s/d= sin datos

Los jóvenes se registraron en casi todo el año, excepto en julio, agosto y septiembre.

Comportamiento reproductor de los machos. De los 95 machos adultos, 64 tuvieron los testículos en el escroto, y se registraron a lo largo del año (con excepción de junio). De los 64 machos, sólo 11 tenían la medida de la longitud

testicular, 2 de enero (16 y 18 mm), 4 de abril (15, 17, 18 y 20 mm); 3 de septiembre (19, 22x11 y 18x8 mm) y 3 de octubre (2, 6, 9 mm). De los 53 machos restantes se sabe sólo que tenían testículos escrotados en febrero, 8; marzo, 9; abril, 3; mayo, 15; julio, 4; noviembre, 4; agosto, 1; octubre, 1; septiembre, 1; noviembre, 10; y diciembre, 1. Y 2 machos con testículos inguinales, uno en septiembre y otro de octubre. 29 especímenes no tenían los testículos escrotados.

Presencia de Juveniles. La presencia de 19 jóvenes, 11 hembras y 8 machos se registró a través de la mayor parte del año, excepto en junio, septiembre y diciembre.

*Patrón reproductor de *Osgoodomys banderanus vicinior**

Para determinar el patrón reproductor de esta especie se revisaron 116 especímenes, de los cuales 55 son hembras (50 adultas y 5 juveniles) y 61 machos (48 adultos y 13 juveniles).

Comportamiento reproductor de las hembras. De las 50 hembras adultas; 17 son activas. De las cuales 2 son gestantes, una de junio (con 4 embriones de 8 mm) y otra de septiembre (con un embrión de 29 mm). Otras 12 hembras están en lactancia; 2 de febrero, 2 de marzo, 1 de abril, 3 de mayo, 2 de junio, 1 de noviembre y 1 de diciembre. Y otras 3 hembras son gestantes y en lactancia, una de febrero, otra de junio y otra de octubre (cuadro 4.5).

Comportamiento reproductor de los machos. De los 48 machos adultos, 43 tienen los testículos escrotados. Y 5 machos adultos no son escrotados. Con testículos escrotados son: en febrero (17), marzo (7), mayo (2), junio (9), julio (3), agosto (1), septiembre (1), octubre (3) (cuadro 4.9). De estos 43 machos se registró la longitud testicular para 11: en febrero (3 machos promedio 14.5 mm), en marzo (3 machos de 17.33), en junio (2 machos promedio 15.5 mm), en julio (1 macho de 20), en septiembre (1 macho de 17), en octubre (1 macho de 15). Los otros 32 machos carecen de información sobre el tamaño.

Cuadro 4.5. Condición reproductiva de las hembras adultas de *O. b. vicinior*.

Mes	Actividad	Condición Reproductiva
febrero (18)	activas (3)	1 gestante y lac (c/2 emb. de 25 mm) 2 lac.
marzo (8)	activas (2)	2 lac.
abril (2)	activas (1)	1 lac.
mayo (6)	activas (3)	3 lac.
junio (8)	activas (4)	1 gestante y lac (c/ 4 emb. de 8 mm) 1 gestantes (c/4 emb. de 8 mm) 2 lac.
julio (2)	inactivas (2)	2 sin emb.
agosto (2)	inactivas (2)	2 sin emb.
septiembre(1)	activas (1)	1 gestantes (c/ 1 emb. de 29 mm)
octubre (3)	activas (1)	1 gestante y lac.
noviembre (1)	activas (1)	1 lac.
diciembre (1)	activas (1)	1 lac.
Total de hembras adultas 50 (17 activas y 33 inactivas)		

Abreviaturas lac. = lactantes, emb.= embrión.

Presencia de juveniles Se registraron juveniles solo para seis meses del año, febrero, 9; marzo, 4; mayo, 1; junio, 1; julio; 1; y agosto, 2.

DISCUSIÓN

Patrón Reproductor de Osgoodomys banderanus banderanus

La presencia de hembras gestantes, lactantes, gestantes y en lactancia, así como de juveniles, de casi todo el año excepto junio y diciembre (Figura 4.6), indican que la actividad reproductiva es poliestra, lo que coincide con Núñez (1993). Aunque, la ausencia de hembras activas en diciembre podría deberse a que las capturas no han sido muy intensas. Sin embargo, la presencia de hembras preñadas con embriones pequeños o medianos en enero, indica que podría haber cierta actividad reproductora en diciembre. Asimismo, la presencia de hembras lactantes en noviembre señala la probable existencia de jóvenes en diciembre (cuadro 4.3). Lo anterior indica que para las hembras hay actividad reproductora a través de todo el año. También el comportamiento reproductor de los machos basado en 95 adultos, de los cuales, 64 tienen los testículos escrotados a lo largo de casi todo el año (excepto junio), refuerza esta idea.

Esta información de los resultados amplia en tiempo y en observaciones, las citadas por Ceballos y Miranda (1986), Ceballos (2000), y por Arroyo-Cabrales (2005) para *O. b. banderanus*. Quienes difieren de nuestros resultados, por que además señalan que tiene un patrón reproductor poliestro estacional. Sin embargo, nuestros resultados muestran que la actividad reproductora es continua a través de todo el año, y que hay dos períodos de máxima actividad reproductora, con mayor incidencia de hembras gestantes y en lactancia; uno en mayo y otro en septiembre-octubre (Figura 4.7).

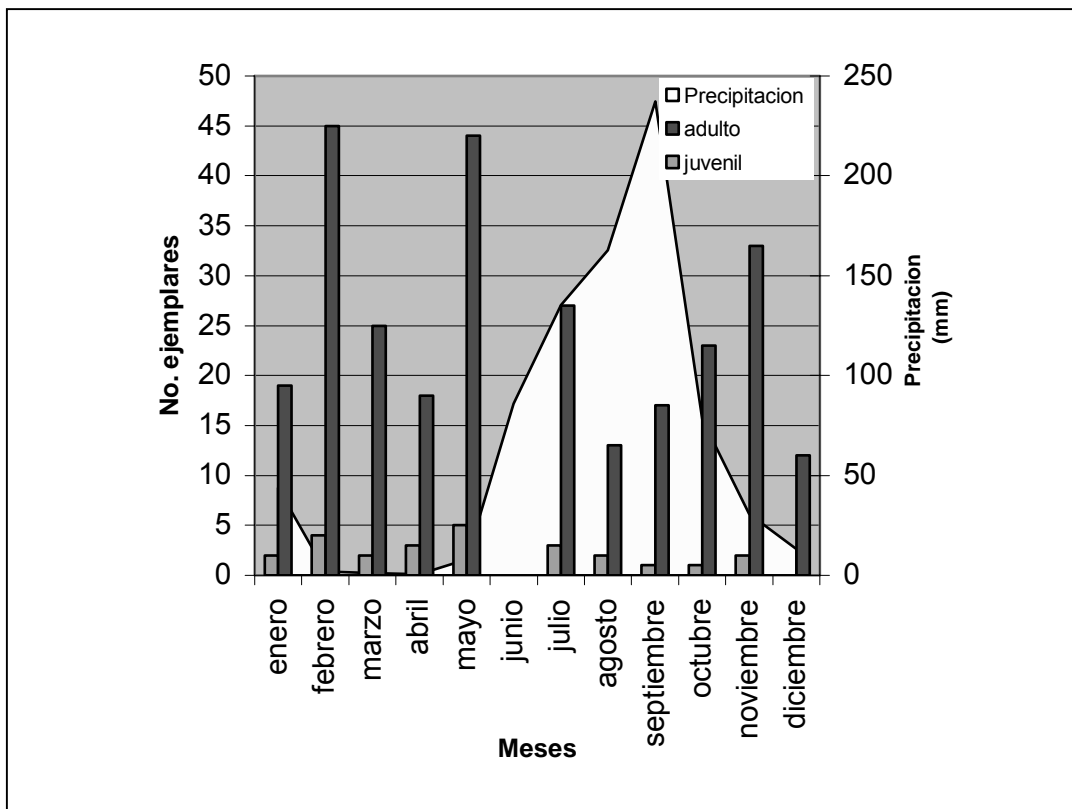


Figura 4.6. Número de juveniles y adultos por mes de *O. b. banderanus*.

Este comportamiento corresponde parcialmente los picos de mayor actividad reproductora, uno en abril y otro en octubre-noviembre Lechuga (1993) para el estado de Michoacán, y con el máximo de octubre y noviembre citado para la región de Chamela, Jalisco (Mendoza y Miranda, 1997). Además, se observa en la

figura 4.7 que hay asincronía en la actividad reproductora, por que en varios meses del año, se observa la presencia de de hembras gestantes y en lactancia al mismo tiempo, y además, de hembras en lactancia y hembras gestantes en el mismo mes o en meses diferentes (figura 4.7).

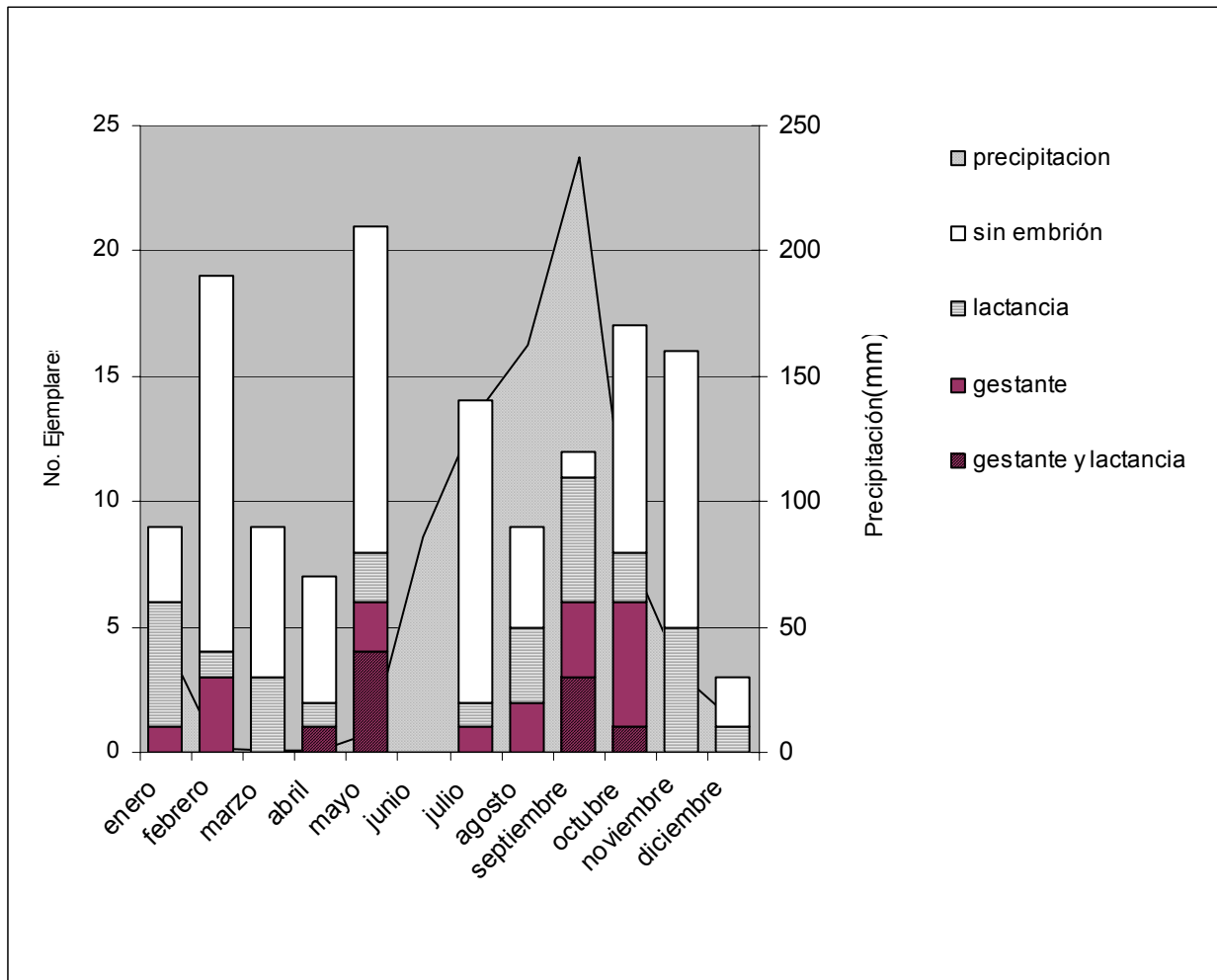


Figura 4.7. Estadios reproductores de las hembras de *O. b. banderanus*.

La figura 4.8 se manifiesta la continuidad de la actividad reproductiva de los machos por existir machos con testículos escrotados a través de todo el ciclo anual.

La variación de los picos de máxima actividad reproductora de las hembras de *O. b. banderanus*, que se manifiestan en el ciclo anual, podrían estar relacionados

con los cambios estacionales y en la cantidad de la precipitación durante ese tiempo, lo que determinaría la disponibilidad del alimento. Además, existen años en el área de distribución de *O. b. banderanus* que tiene un periodo de precipitación muy regular a través del año; pero en otros años, la precipitación se retarda extendiéndose el periodo de sequía por más de un mes y la precipitación se presenta de manera irregular en agosto y se continúa hasta principios de octubre. Por lo que el registro de su máxima actividad reproductiva se ve alterada y esto nos permite señalar, que esta actividad tiene influencia indirecta de la precipitación, la que influye directamente sobre la disponibilidad de los recursos, como ha sido citado (Bronson, 1989).

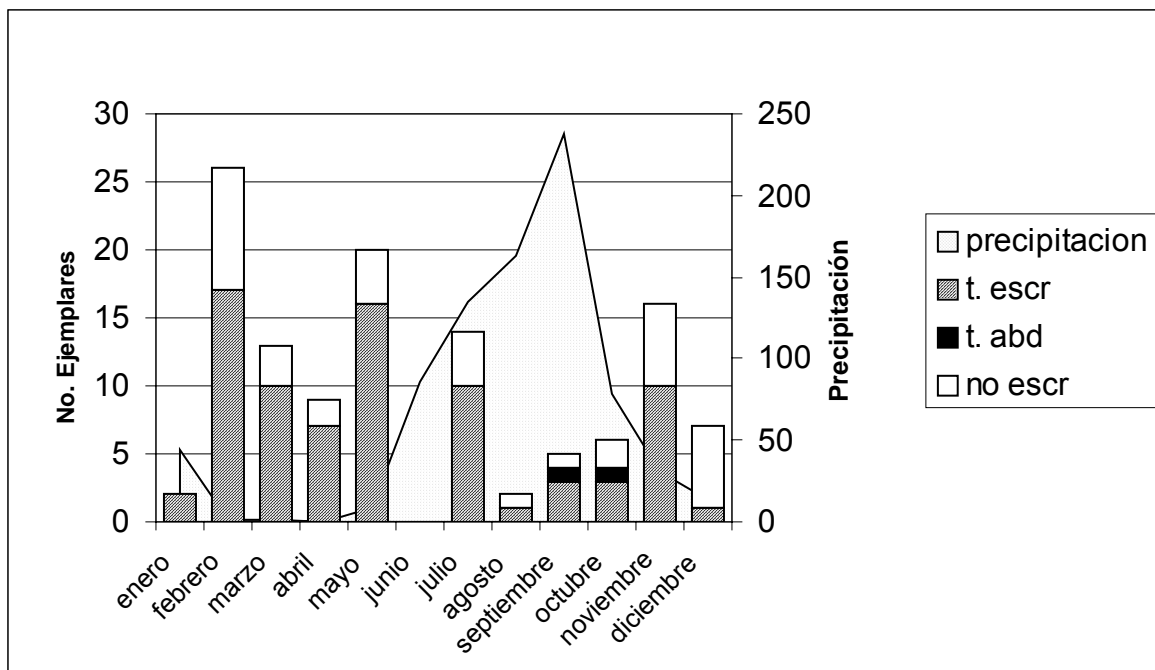


Figura 4.8. Variación de la posición de los testículos de los machos de *O. b. banderanus*, y su relación con la precipitación.

Patrón Reprodutor de Osgoodomys banderanus vicinior

La figura 4.11 manifiesta que la presencia de jóvenes que existe actividad reproductiva de enero a septiembre

Los resultados indican que al igual que en *O. b. banderanus*, el patrón reproductor de *O. b. vicinior* es poliestro continuo, por la presencia de hembras en diferentes

estadios de actividad reproductiva a través del año, lo que pero además saber que es asincrónico con hembras gestantes y lactantes durante la mayor parte del año excepto los meses de enero, julio y agosto (Figura 4.10). Los machos adultos tienen actividad reproductiva continúa, como lo demuestra el hecho de tener machos con testículos en el escroto durante la mayor parte del año (excepto, enero, abril, noviembre y diciembre; cuadro 4.8), y lo anterior probablemente relacionado con la falta de especímenes debido: a que el área de su distribución, tiene en su mayor parte algunos problemas con la falta de vías de acceso y a que existen problemas político sociales. Sin embargo, la información existente en literatura sobre las condiciones de actividad reproductora de hembras y machos, corroboran su actividad para todo el año, excepto para abril y noviembre (Figura 4.10 y 4.12). Por lo anterior, creemos que al igual que la otra subespecie *O. b. vicinior* tiene un patrón reproductor poliestro continuo asincrónico.

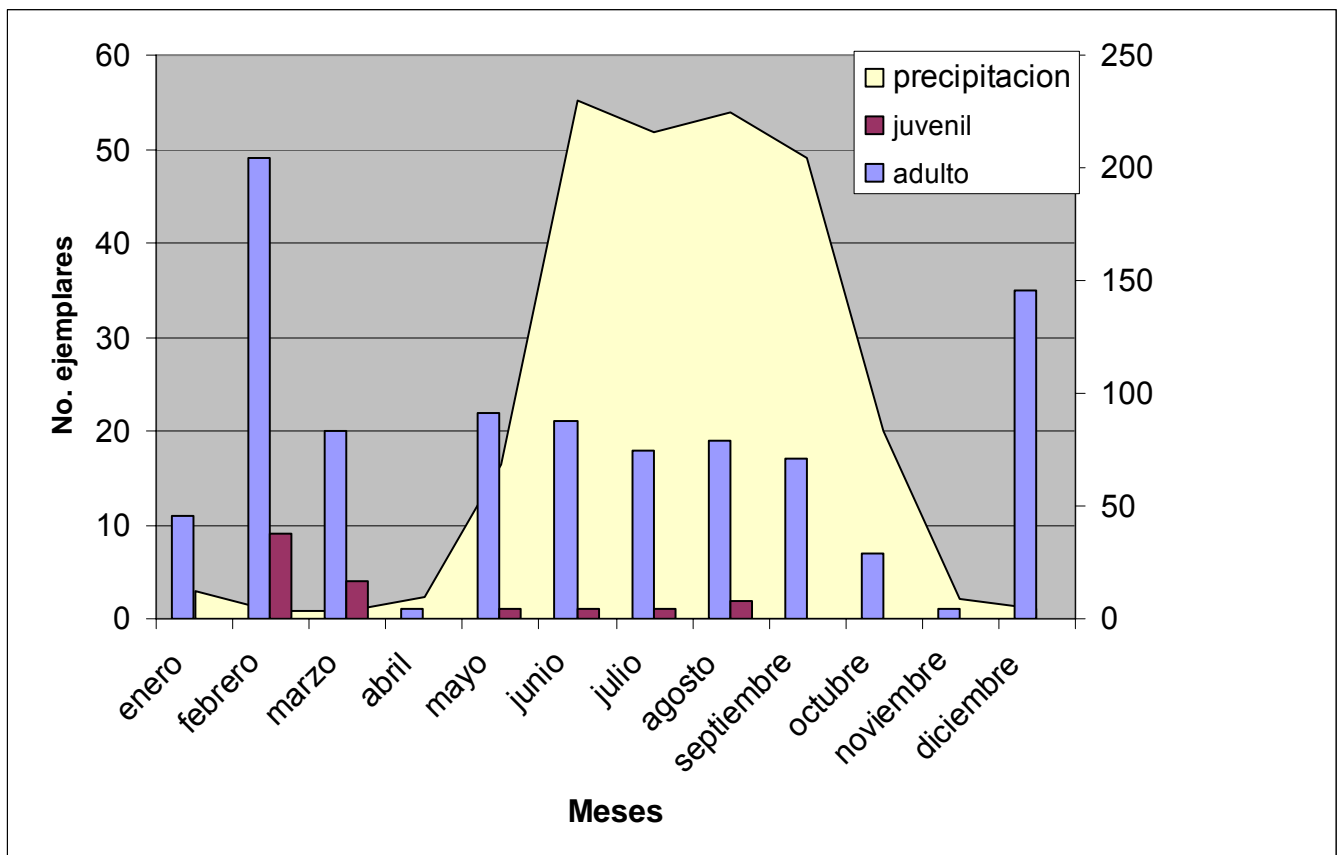


Figura 4.9. Número de juveniles y adultos por mes de *O. b. vicinior*.

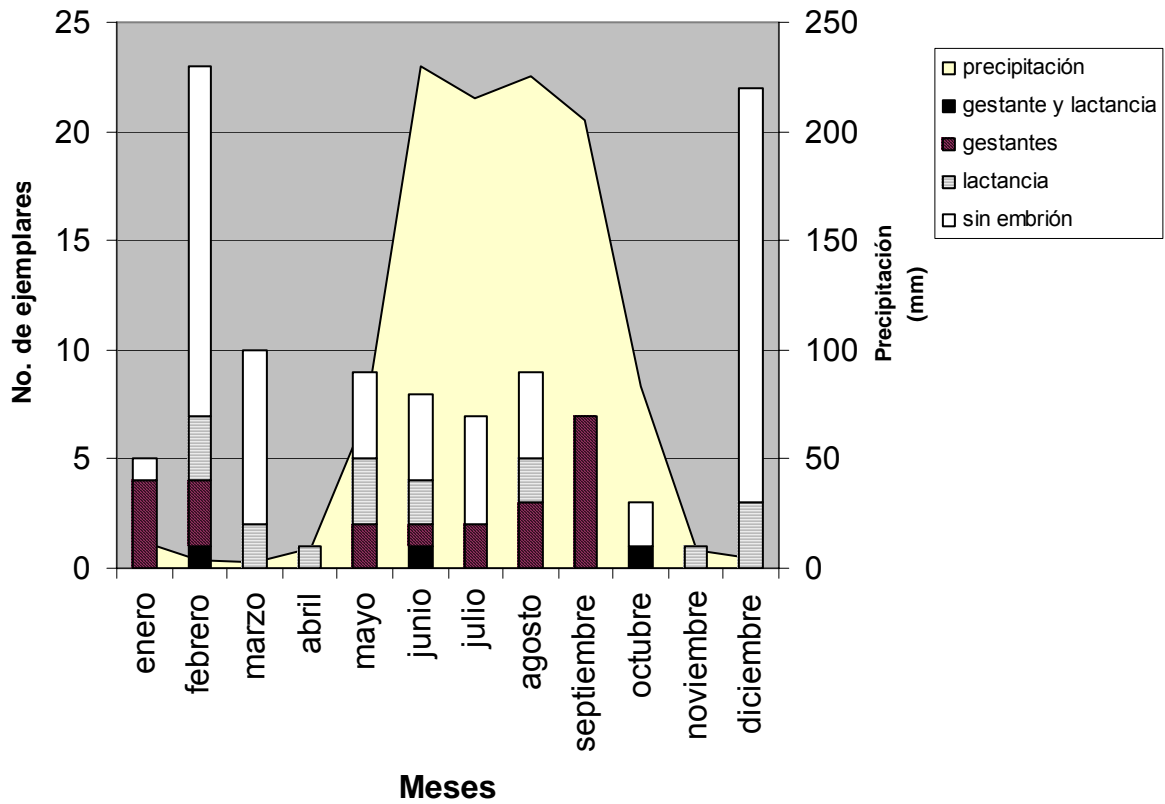


Figura 4.10. Condición reproductiva de las hembras adultas de *O. b. vicinior*.

No existen observaciones en literatura sobre la presencia de máximos de mayor actividad reproductora en *O. b. vicinior*, y nuestra información es mas limitada, con relación a la señalada para *O. b. banderanus*. Sólo se hace referencia al patrón reproductor de la especie como patrón poliestro estacional de febrero a octubre (Arroyo-Cabrales, 2005).

Nuestros resultados permiten señalar que las hembras y los machos, probablemente manifiestan dos periodos de máxima actividad reproductora. En las hembras se encuentra uno en febrero y otro de agosto-septiembre (Figura 4.12), cuando se observan además mayor número de hembras gestantes en enero-febrero y septiembre-y octubre (Figura 4.11).

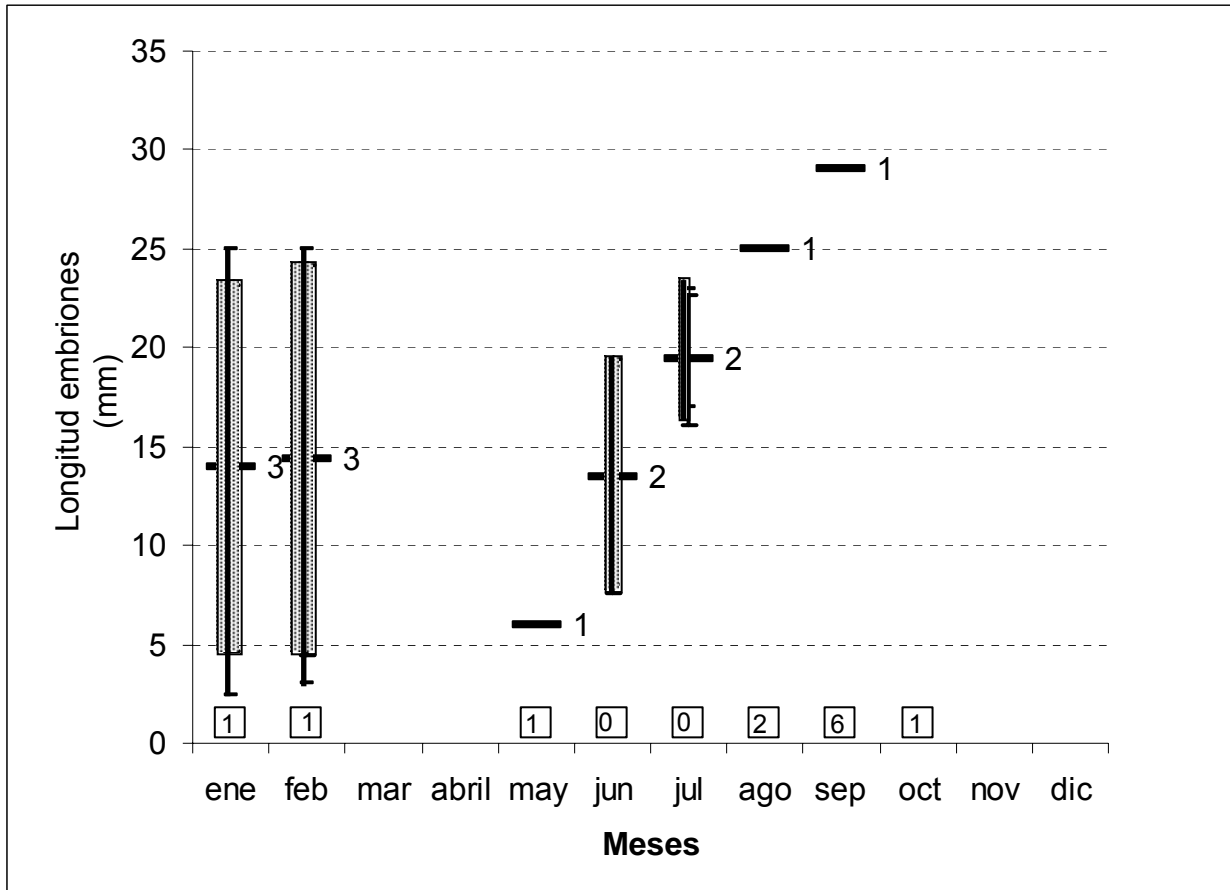


Figura 4.11. Hembra gestantes de *Osgoodomys b. vicinior*, promedio, desviación estándar, máximos y mínimos por mes de la longitud de los embriones. Los números en los cuadros indican las hembras preñadas sin datos de número, ni de longitud de los embriones.

El mayor número de machos con testículos escrotados se representó en los meses de febrero y de junio a julio (Figura 4.12). Asimismo, se observan las medidas máximas de los testículos, para marzo, agosto y diciembre, antes de la máxima actividad reproductora de las hembras.

Los máximos de actividad reproductiva de las hembras de *Osgoodomys b. vicinior* son diferentes a los de *O. b. banderanus* que son en mayo y septiembre-octubre. Esta variación en los periodos de máxima actividad reproductora para las hembras, podría deberse a que en las áreas de la distribución de las dos subespecies se presentan diferencias en humedad y recursos alimenticios.

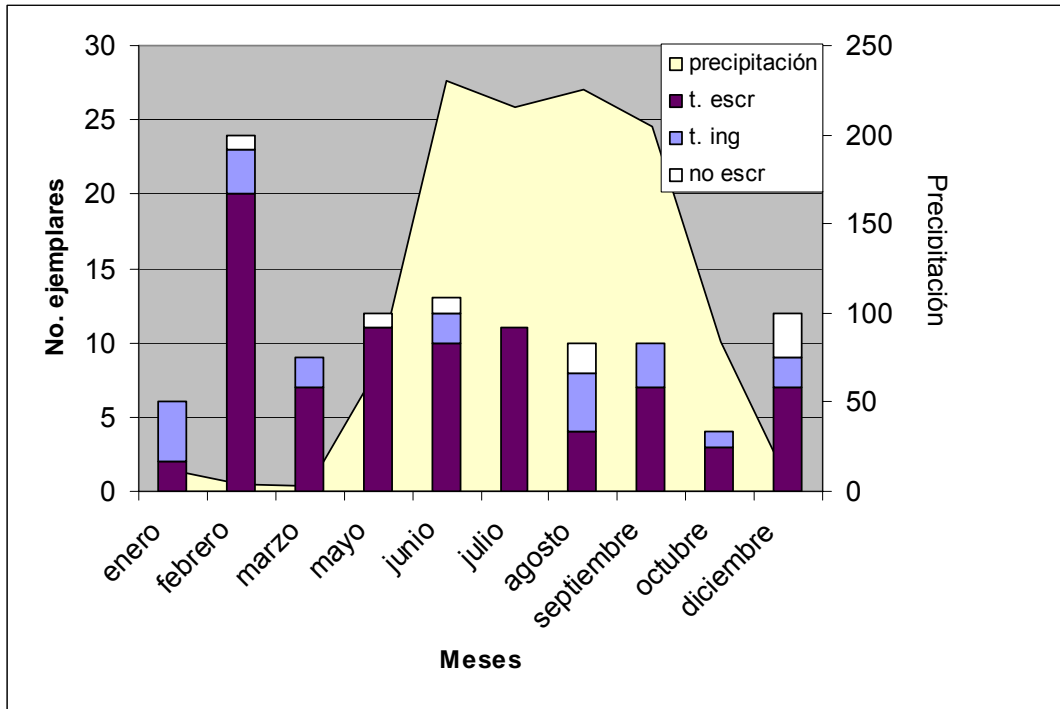


Figura 4.12. Condición reproductiva de los machos adultos de *O. b. vicinior*.

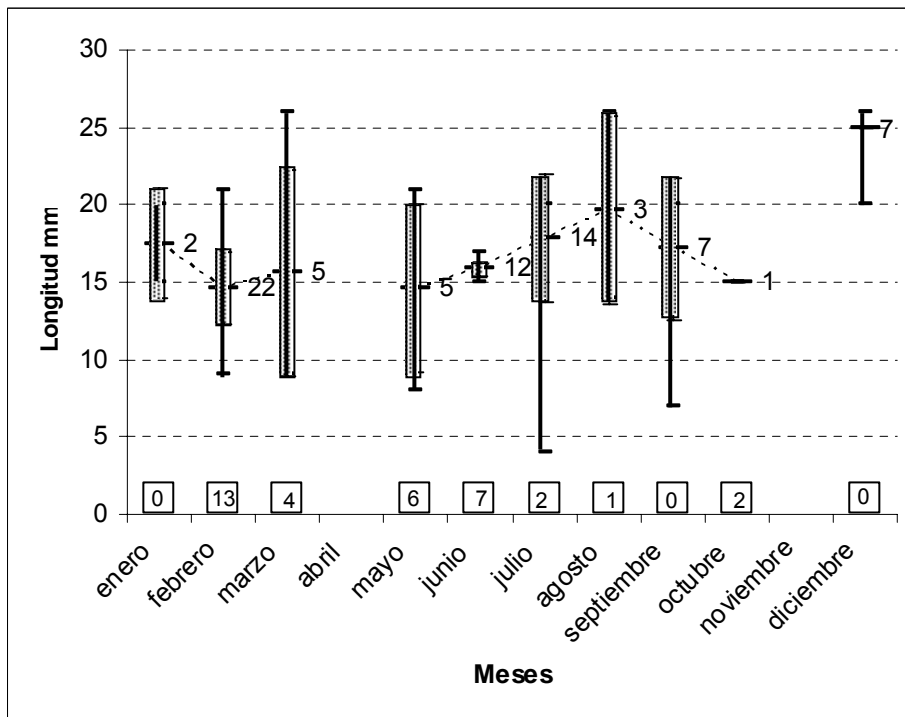


Figura 4.12. Machos con testículos escrotados de *Osgodomys b. vicinior*. Cuadros con número interior sin datos de longitud. Las barras con promedio, desviación estándar, máximos y mínimos por mes, los números indican los machos examinados

Comparación del patrón reproductor de Osgoodomys banderanus con otros ratones

Nuestros resultados concuerdan con la información existente para otros ratones como *Peromyscus perfulvus* y *Nyctomys sumichrasti*, especies que son simpátricas con *O. banderanus* y por tener un tamaño similar. De *Peromyscus perfulvus* se conoce que su actividad reproductiva comprende los meses de enero (Ceballos y Castro-Arellano, 2005), febrero (Helm *et al.*, 1974; Hernández-Chávez, 1990), mayo (Helm, *et al.* 1974, Mendoza, 1997); y de agosto a noviembre (Helm *et al.*, 1974). Además, se ha definido que tiene un patrón reproductivo continuo asincrónico (Helm *et al.*, 1974). Por otra parte, *Nyctomys sumichrasti* también tiene un patrón reproductivo poliestro continuo (Genoways y Jones, 1972; cuadro 4.10) y *Peromyscus mexicanus* se reproduce de manera continua en Oaxaca y Veracruz (Hall y Dalquest, 1963).

En condiciones de laboratorio varias especies de *Peromyscus* tienen un fuerte elemento de oportunismo, y pueden ser poliestros (Drickamer y Vestal, 1973; Millar, 1989), aunque de manera silvestre la actividad se interrumpe o se modifica si el ambiente no les favorece. Por ejemplo en ratones, como *Ochrotomys nuttalli* (Linzey y Packard, 1977), *Onychomys torridus* (Taylor, 1968) y *Onychomys leucogaster* (McCarty, 1978), que tienen una distribución geográfica en latitudes de alrededor de los 40°, su reproducción es de manera estacional (cuadro 4.10), pero en cautiverio son poliestros continuos.

Para especies de *Peromyscus* con amplia distribución en zonas templadas su patrón reproductor es poliestro estacional; pero cuando su distribución comprende zonas tropicales entonces su patrón reproductor es poliestro continuo, como se puede observar en *P. maniculatus* y *P. leucopus*, quienes modifican su reproducción acorde a latitudes cercanas a los 60° hasta latitudes cercanas a los 30° (Bronson, 1989; Hall y Dalquest, 1963; Jameson, 1953).

Los ratones de lugares templados como *Neotomodon alstoni* que habita las partes altas de las montañas del sur de la ciudad de México, su patrón reproductor es poliestro continuo en años favorables, pero en años fríos se vuelve estacional y tanto los machos como las hembras disminuyen su actividad reproductiva al mínimo (Sánchez-Hernández *et al.*, 1989).

Cuadro 4.6. Patrones reproductivos de roedores no simpátricos con *Osgoodomys banderanus*.

Patrón Reproductor	Ubicación Geográfica	Especies y Duración de la Actividad Reproductiva.
Monoestro estacional (uní modal)	Cerca de los 60° de latitud	3 meses del verano <i>P. maniculatus</i> (Bronson, 1989) <i>P. leucopus</i> (Bronson, 1989)
Poliestro bimodal (bimodal)	Alrededor de los 40° de latitud.	5 a 8 meses. <i>Ochrotomys nuttalli</i> (Linzey y Packard, 1977) <i>Onichomys torridus</i> (Taylor, 1968) <i>Onichomys longicaudus</i> (McCarty, 1978) <i>P. maniculatus</i> (Bronson, 1989) <i>P. leucopus</i> (Bronson, 1989)
Poliestro continuo. (polimodal)	Menores de 30° latitud	Durante todo el año. <i>P. boylii</i> (Jameson, 1953) <i>P. leucopus</i> (Hall y Dalquest, 1963) <i>P. maniculatus</i> (Jameson, 1953; Bronson, 1989) <i>P. melanocarpus</i> (Rickart, 1977) <i>P. yucatanicus</i> (Lackey, 1976) <i>Peromyscus nudipes</i> (Heideman y Bronson, 1992).

CONCLUSIONES

Se determinó que *Osgoodomys b. banderanus* manifiesta un patrón reproductor poliestro asincrónico continuo. Con dos periodos de máxima actividad reproductora: uno en mayo y otro en septiembre-octubre,

Por otra parte el patrón reproductivo de *Osgoodomys b. vicinior* es también poliestro asincrónico continuo. Con dos periodos de máxima actividad reproductora: uno, en febrero, y otro en agosto-septiembre, los cuales son diferentes a los de la otra subespecie.

LITERATURA CITADA

- Almazán-Catalán, J. A. 2003. Mamíferos de la región de Tlaxmalac, Municipio de Huitzuc, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Ingeniería en Ecología. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Iguala, Guerrero. 117 p.
- Álvarez, T. 1968. Notas sobre una Colección de Mamíferos de la Región Costera del Río Balsas entre Michoacán y Guerrero. *Revista de la Sociedad Mexicana Historia Natural*, 29:21-32.
- Álvarez, T., J. Arroyo-Cabrales y M. E. González. 1987. Mamíferos (excepto Chiroptera) de la Costa de Michoacán. México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 31:13-62.
- Arroyo-Cabrales, J. 2005. *Osgoodomys banderanus* (J. A. Allen, 1897). P. 717-718. En: *Los Mamíferos Silvestres de México* (G. Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Asdell, S. A. 1964. *Patterns of Mammalian Reproduction*. Cornell University Press. Ithaca, N. Y. XI+670 p.
- Barrington, E. J. W. 1975. *Endocrinología General y Comparada*. Blume. Madrid. 305 p.
- Bernard, D. R. 1981. Multivariate Analysis as a Means of Comparing Growth in Fish. *Canadian Journal of Fish Aquatic Science*, 38:233-236.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A Quantitative Theory of Organic Growth (Inquiries on Growth Laws. II). *Human Biology*, 10 (2):181-213.
- Bester-Meredith, J. K. y C. A. Marler. 2001. Vasopressin and Aggression in Cross-fostered California mice (*Peromyscus californicus*) and White-footed Mice (*Peromyscus leucopus*). *Hormones and Behaviour*, 40:51-64.
- Birdsall, D. A. y D. Nash. 1973. Occurrence of Successful Multiple Insemination of Females in Natural Populations of Deer Mice (*Peromyscus maniculatus*). *Evolution*, 27:106-110.
- Birkenholz, D. E. y W. O. Wirtz II. 1965. Laboratory Observations on the Vesper Rat. *Journal of Mammalogy*, 46(2):181-189.

- Blus, L. J. 1966. Relationships Between Litter Size and Latitude in Golden Mouse. *Journal of Mammalogy*, 47:546-547.
- Botten, J., R. Nofchissey, H., Kirkendoll-Ahern, P. Rodríguez-Moran, I. A. Wortman, D. Goade, T. Yates y B. Hjelle. 2000. Outdoor Facility for Quarantine of Wild Rodents Infected with Hantavirus. *Journal of Mammalogy*, 81:250-259.
- Bradley, R. D. N. D. Durish, D. S. Rogers, J. R. Miller, M. D. Engstrom y C. W. Kilpatrick. 2007. Toward a Molecular Phylogeny for *Peromyscus*: Evidence from Mitochondrial Cytochrome-b sequences. *Journal of Mammalogy*, 88(5): 1146-1159.
- Brand, L. R. y R. E. Ryckman. 1968. Laboratory Life History of *Peromyscus eremicus* and *Peromyscus interparietalis*. *Journal of Mammalogy*, 49:495-501.
- Bronson, F. H. 1989. *Mammalian Reproductive Biology*. University of Chicago Press. Chicago. 325 p.
- Bruce, H. M. 1959. An Exteroceptive Block to Pregnancy in the Mouse. *Nature*, 184:105.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del Ambiente Físico y Biológico de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77:5-17.
- Carleton, M. D. 1980. Phylogenetic Relationships in Neotomine-Peromysine Rodents (Muroidea) and a Reappraisal of Dichotomy within New World Cricetinae. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology University Michigan*, 157:1-146.
- Carleton, M. D. 1989. Systematics and Evolution. Cap. 1, p. 7-142. En: *Advances in the Study of Peromyscus (Rodentia)*. (Kirkland, G. L. Jr., y J. N. Layne Ed.). Texas Tech University Press. Lubbock, Texas, 367 p.
- Carlson, B. M. 2000. *Embriología y Biología del Desarrollo*. Segunda edición. Harcourt. Madrid, España. 496 p.
- Carmona, A., J. Luis Díaz y R. Cárdenas. 1999. Comportamiento Paterno en los Roedores. *Ciencias*, 50 (4):26-30.

- Castro-Arellano, I. 2005. *Peromyscus hooperi* Lee y Schmidly, 1977. P. 740-741. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Castro-Arellano, I. 2005. *Peromyscus melanocarpus* Osgood, 1904. P. 752-753. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Ceballos, G. 1990. Comparative Natural History of Small Mammals from Tropical Forest in Western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71 (2):263-266
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 436 p.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de Campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 502 p.
- Ceballos, G. y I. Castro-Arellano. 2005. *Peromyscus perfulvus* Osgood, 1945. P. 764-765. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Chapman, A. O. 1951. The Estrous Cycle in Woodrat *Neotoma floridana*. University of Kansas, Science Bulletin, 34:267-299.
- Chávez-Tovar, C. 2005. *Peromyscus gratus* Merriam, 1898. Pp 735-736. En: Los Mamíferos Silvestres de México. (G. Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986.
- Chu, Y. K., R. D. Owen, C. Sánchez-Hernández, M. L. Romero-Almaraz, y C. B. Jonsson. En prensa. Genetic Characterization and Phylogeny of a Hantavirus from Western Mexico, *Virus Research*.
- Clark, F. H. 1936a. The Estrous Cycle of Deer-Mouse *Peromyscus maniculatus*. Contributions from the Laboratory of Vertebrate Genetics, University of Michigan, (1):1-7.
- Clark, F. H. 1936b. The Estrous Cycle of Cotton-Rat, *Sigmodon hispidus*. Contributions from the Laboratory of Vertebrate Genetics Universidad de Michigan, (2):1-2.

- Clark, F. H. 1938. Age of Sexual Maturity in Mice of Genus *Peromyscus*. *Journal of Mammalogy*, 19:230-234.
- Collet, S. F., C. Sánchez-Hernández, K. A. Shump, Jr. W. R. Teska y R. H. Baker. 1975. Algunas Características Poblacionales y Demográficas de Pequeños Mamíferos en Dos Hábitats Mexicanos. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 46:101-124.
- Conaway, C. H. 1954. The Reproductive Cycle of Rice Rats (*Oryzomys palustris*) in Captivity. *Journal of Mammalogy*, 35:263-266.
- Creighton, G. K. y R. E. Strauss. 1986. Comparative Patterns of Growth and Development in Cricetine Rodents and the Evolution of Ontogeny. *Evolution*, 40(1):94-106.
- Cushing, B. S. 1985. A Comparison of Activity Patterns of Estrous and Diestrous Prairie Deer Mice, *Peromyscus maniculatus bairdi*. *Journal of Mammalogy*, 66:136-139.
- Davidson, D. W., R. S. Inouye y J. H. Brown. 1984. Granivory in a Desert Ecosystem: Experimental Evidence for Indirect Facilitation of Ants by Rodents. *Ecology*, 65(6):1780-186.
- Davis, W. B. 1944. Notes on Mexican Mammals. *Journal of Mammalogy*, 25:370-403.
- Davis, W. B. y D. E. Davis, 1947. Notes on Reproduction of *Peromyscus eremicus* in Laboratory Colony. *Journal of Mammalogy*, 28:181-183.
- Derrickson, E. M. 1988. Patterns of Postnatal Growth in a Laboratory Colony of *Peromyscus leucopus*. *Journal of Mammalogy*, 69(1):57-66.
- Dewsbury, D. A. 1988. A Test of the Role of Copulation Plugs in Sperm Competition in Deer Mice (*Peromyscus maniculatus*). *Journal of Mammalogy*, 69:854-857.
- Dewsbury, D. A., D. Q. Estep, y D. L. Lanier. 1977. Estrous Cycles of Nine Muroid Rodents. *Journal Mammalogy*, 58:89-92.
- Donald, J. E., 1984. Roedores como Plagas de Productos Almacenados; Control y Manejo. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 42 p.

- Donat, F. 1933. Notes on the Life History and Behaviour of *Neotoma fuscipes*. Journal of Mammalogy, 14(1):19-26
- Drickamer, L. C. y B. M. Vestal. 1973. Patterns of Reproduction in a Laboratory Colony of *Peromyscus*. Journal Mammalogy, 54 (2):523-528.
- Drickamer, L. C. y J. Bernstein. 1972. Growth in Two Subspecies of *Peromyscus maniculatus*. Journal of Mammalogy, 53:228-231.
- Dunmire, W. W. 1960. An Altitudinal Survey of Reproduction in *Peromyscus maniculatus*. Ecology, 41:82-174.
- Ebensperger, L. A. 2001. A Review of Evolutionary Causes of Rodent Group-living. Acta Theriologica, 46(2):115-144.
- Egoscue, H. J. 1960. Laboratory and Field Studies of the Northern Grasshopper Mouse. Journal of Mammalogy, 4(1):99-110.
- Egoscue, H. J. 1964. Ecological Notes and Laboratory Life History of the Canyon Mouse. Journal of Mammalogy, 45:387-396.
- Eisenberg, J. F. 1963. The Intraspecific Social Behavior of some Cricetine Rodents of the Genus *Peromyscus*. American Midland Naturalist, 69 (1):240-246
- Eisenberg, J. F. 1968. Behaviour Patterns. Cap. 12, p. 451-490. En: Biology of *Peromyscus* (Rodentia). (J. A. King Ed.). Special Publication Num. 2. American Society of Mammalogists. Lubbock, 593 p.
- Espinosa, L. A. y C. B. Chávez-Tapia. 2005 *Peromyscus boylii* (Baird, 1855). P. 723-724. En: Los mamíferos silvestres de México (G. Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Ferkin, M. H. 1987. Reproductive Correlates of Aggressive Behaviour in Female *Peromyscus melanophrys*. Journal of Mammalogy, 68(3):698-701.
- Finn, C. A. 2001. Reproduction in Eutherian Mammals. 1-5 p. En: Encyclopedia of Life Sciences. Nature Publishing Group. www.els.net.
- Flores-Oviedo, A. 1996. Mamíferos Silvestres de Tierra Caliente del Estado de Michoacán. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 106 p.
- Flowerdew, J. R. 1987. Mammals, their Reproductive Biology and Population Ecology. Edward Arnold. Maryland. U. S. A., 241 p.

- García E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 217
- García, E. 1998. Climas (Clasificación de Köppen modificado por García). Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto>
- García-Oliva, F, A. Camou y J. M. Mass. 2002. El Clima de la Región Central de la Costa del Pacífico Mexicano. Cap. 1. Ambiente Físico, p. 3-10. En: Historia Natural de Chamela. (F. A. Noguera, J. H. Vega, A. N. García A. M. Quesada A, Ed.). Instituto de Biología. UNAM. 568 p.
- García-Ruiz, G. F. 2000. Mamíferos Silvestres de la Región Noroccidental del Estado de Colima. México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México. 122 p.
- Genoways, H. H. y J. K. Jones, Jr. 1972. Variation and Ecology in a Local Population of the Vesper Mouse (*Nyctomys sumichrasti*). Occasional Papers, of the Museum, Texas Tech University, 3:1–22.
- Genser, F. A. 1990. Histología. Segunda Edición. Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 768 p.
- Gilbert, B. S. y C. J. Krebs. 1981. Effects of Extra Food on *Peromyscus* and *Clethrionomys* Populations in the Southern Yukon. *Oecologia*, 51:326-331.
- Godínez-Álvarez, H. 2005. *Onchomys arenicola*. 704-705. En: Los Mamíferos Silvestres de México. (G. Caballos y G. Oliva, Ed.). 987 p.
- Gubernick, D. J. 1988. Reproduction in the California Mouse, *Peromyscus californicus*. *Journal of Mammalogy*, 69 (4):857-860.
- Gubernick, D. J., S. L. Wright y R. E. Brown. 1993. The Significance of Father's Presence for Offspring Survival in the Monogamous California mouse, *Peromyscus californicus*. *Animal Behaviour* 46 (1993), p. 539–546
- Gyug, L. W. y J. S. Millar. 1980. Fat Levels in a Subarctic Populations of *Peromyscus maniculatus*. *Canadian Journal of Zoology*, 58:1341-1346.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons. Vol I XV+600+90 Vo II. VI:601-1181+90.

- Hall, E. R. y Dalquest, W. W. 1963. The Mammals of Veracruz. University of Kansas Publications. Museum Natural of History, 14:165-362.
- Hall, E. R. y Villa R. 1949. An Annotated Checklist of Mammals of Michoacán. University of Kansas Publications of the Museum of Natural History, 1:431-472.
- Hayden, P., J. J. Gambino, y R. G. Lindberg. 1966. Laboratory Breeding of Little Pocket Mouse, *Perognathus longimembris*. Journal of Mammalogy, 47:412-423.
- Hayssen, V., A. Van Tienhoven, y A Van Tienhoven. 1993. Asdell Patterns of Mammalian Reproduction. Comstock Publishim Association. Cornell University Press. Ithaca. viii+1023 p.
- Heideman P. D. y F. H. Bronson. 1992. A Pseudoseasonal Reproductive Strategy in a Tropical Rodent, *Peromyscus nudipes*. Journal of Reproduction and Fertility, 95:57-67.
- Helm III, J. D. y P. L. Dalby. 1975. Reproductive Biology and Postnatal Development of the Neotropical Climbing Rat, *Tylomys*. Laboratory Animal Science, 25 (6):741-747.
- Helm III, J. D., C. Sánchez H., R. H. Baker 1974. Observaciones sobre los Ratones de las Marismas, *Peromyscus perfulvus* Osgood (Rodentia Cricetidae). Anales del Instituto de Biología. UNAM. México. Serie Zool, 45:141-146.
- Helm III. 1975. Reproductive Biology of *Otodylomys* (Cricetidae). Journal of Mammalogy, 56:575-588.
- Hernández-Chávez, J. J. 1990. Taxonomía y Distribución del género *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae) en el Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 110 p.
- Hill, J. L. 1972. The Amount of Maternal Care in *Peromyscus leucopus* and its Thermal Significance for the Young. Journal of Mammalogy, 53:744-790.
- Hooper, E. T. 1968, Classification of *Peromyscus* (Rodentia). Cap. 2, p. 27-70. En: Biology of *Peromyscus* (Rodentia). (J. A. King, Ed.). Special Publication Number 2. American Society of Mammalogist. Lubbock, 593 p.

- Hooper, E. T. y Musser G. G. 1964. Notes on Classification of the Rodent Genus *Peromyscus*. Occasional Papers. Museum of Zoology University of Michigan, 635:1-33.
- Horner, B. E. 1947. Parental Care of Young Mice of the Genus *Peromyscus*. Journal of Mammalogy, 28:31-36.
- Horner, B. E. y J. M. Taylor. 1968. Growth and Reproductive Behavior in Northern Grasshopper Mouse. Journal of Mammalogy, 49:644-660.
- Horvát, A. 2005. *Peromyscus mexicanus* (Saussure, 1860). P.758-759. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Hudson, J. W. 1974. The Estrous Cycle, Reproduction, Growth, and Development of Temperature Regulation in the Pygmy Mouse, *Baiomys taylori*. Journal of Mammalogy, 55(3):572-588.
- Jackson, R. K. 1997 Unusual Laboratory Rodent Species: Research Uses, Care, and Associated Biohazards. Institute Laboratory Animal Research Journal, 38(1):1-16
- Jameson, E. W. Jr. 1953. Reproduction of Deer Mice (*Peromyscus maniculatus* and *boylei*) in the Sierra Nevada, California. Journal of Mamalogy, 34:44-58.
- Kavanau, J. L. 1967. Behavior of Captive White-Footed Mice. Science, 155 (3770):1623-639.
- Lackey, J. A. 1976. Reproduction, Growth, and Development in the Yucatan Deer Mouse, *Peromyscus yucatanicus*. Journal of Mammalogy, 57(4):638-655.
- Lackey, J. A. 1978. Reproduction, Growth and Development in High-Latitude and Low-Latitude Populations of *Peromyscus leucopus* (Rodentia). Journal of Mammalogy, 59:69-83.
- Lawlor, T. E. 1965. The Yucatan Deer Mouse, *Peromyscus yucatanicus*. Universidad Kansas Publications Museum Natural History, 16:421-438.
- Layne, J. N. 1968. Ontogeny. Cap. 6 p. 148-253. En: Biology of *Peromyscus* (Rodentia). (J. A. King, Ed.). Special Publication Number 2. American Society of Mammalogist. Lubbock, 593 p.

- Lechuga G., A. 1993. Mastofauna Silvestre de la Región de los Reyes Michoacán, México. Tesis Licenciatura Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 102 p.
- Linzey, A. V. y J. N. Layne. 1969. Comparative Morphology of the Male Reproductive Tract in the Rodent Genus *Peromyscus* (Muridae). American Museum Novitates, 2355:1-47.
- Linzey, A. V. y J. N. Linzey. 1967. Growth and Development of Golden Mouse. *Ochrotomys nuttalli nuttalli*. Journal of Mammalogy, 48:445-458.
- Linzey, L. W. y R. L. Packard, 1977. *Ochrotomys nuttalli*. Mammalian Species, 75:1-6.
- López-Forment, C. W., C. Sánchez, H. y B. Villa R., 1971. Algunos Mamíferos de la región de Chamela, Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología, 42 (1):99-106.
- Maderey-R., L. E. y C. Torres-Ruata. 1990. Hidrografía. En: Hidrografía e Hidrometría IV.6.1 (A) Atlas Nacional de México, Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. <http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl/>.
- Mares, M. A. 1993. Heteromyids and Their Ecological Counterparts: A Pandedertic View of Rodent Ecology and Evolution. En: Biology of the Heteromidae. (H. H. Genoways y J. H. Brown Ed.). Special Publication. Num. 10. The American Society of Mammalogist. U. S. A.
- Mares, M. A. y K. A. Ernest. 1995. Population and Community Ecology of Small Mammals in a Gallery Forest of Central Brazil. Journal of Mammalogy, 76 (3):750-768.
- Martín F., E y T. Álvarez. 1982. Crecimiento y Desarrollo en el Laboratorio de *Neotomodon alstoni* (Rodentia: Cricetidae). Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, 26:55-84.
- McCarty, R. 1978. *Onychomys leucogaster*. Mammalian Species, 87:1-6
- McClure, P. A. y J. C. Randolph. 1980. Relative Allocation of Energy to Growth and Development of Homoeothermy in the Eastern Wood Rat (*Neotoma*

- floridana*) and Hispid Cotton Rat (*Sigmodon hispidus*). Ecological Monographs, 50(2):199-219.
- Mendoza A., y A. Miranda. 2002. *Osgoodomys banderanus*. Cap. IV, pp 431 -432. En: Historia Natural de Chamela. (Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García A. M. Quesada A Ed.). Instituto de Biología. UNAM. México, 568 p.
- Mendoza, A. 1997. Heterogeneidad Ambiental, Dinámica de Poblaciones de Pequeños Mamíferos en una Selva Tropical Caducifolia. Tesis de Maestría Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 72 p.
- Mendoza, A. y A. Miranda. 2002. *Osgoodomys banderanus*. Cap. IV, p. 431 -432. En: Historia natural de Chamela. Instituto de Biología. (Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García A. M. Quesada A. Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 568 p.
- Merritt, J. F. 1978. *Peromyscus californicus*. Mammalian Species, 85:1-6.
- Meyer, B., J. y R. K. Meyer. 1944. Growth and Reproduction of the Cotton Rat, *Sigmodon hispidus*, Under Laboratory Conditions. Journal of Mammalogy, 25:107-129.
- Millar, J. S. 1975. Tactics of Energy Partitioning in Breeding *Peromyscus*. Canadian Journal of Zoology, 53:967-976.
- Millar, J. S. 1977. Adaptive Features of Mammalian Reproduction. Evolution, 31:370-386.
- Millar, J. S. 1978. Energetics of Reproduction in *Peromyscus leucopus*: the Cost of Lactation. Ecology, 59: 1055-1061.
- Millar, J. S. 1989. Reproduction and development. Cap. 4, p. 169–232. En: Advances in the study of *Peromyscus* (Rodentia). (G. L. Kirkland, Jr., and J. N. Layne Ed.). Texas Tech University Press, Lubbock. 367 p.
- Millar, J. S. y D. A. L. Threadgill. 1987 The Effect of Captivity on Reproduction and Development in *Peromyscus maniculatus*. Canadian Journal of Zoology, 65:1713-1719.
- Modi, W. S. 1984. Reproductive Tactics Among Deer Mice of the Genus *Peromyscus*. Canadian Journal of Zoology, 62:2576-2581.

- Noguera, A. F., J. H. Vega y A. N. García. 2002. Introducción. p. XV-XXI. En: historia natural de Chamela. (F. A. Noguera, J. H. Vega, A. N. García A. M. Quesada A Ed.). Instituto de Biología. UNAM. 568 p.
- Numan, M. 1999. Parental Behaviour, Mammals. p. 684-694. En: Encyclopedia of Reproduction. Volumen 3.
- Núñez-Garduño, A. 1993. Sistemática y Distribución del Género *Peromyscus* (Cricetidae) en el Estado de Michoacán, México. Tesis de Maestría Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 126.
- Núñez-Garduño, A., C. Chávez-Tapia y C. Sánchez-Hernández. 1980. Mamíferos Silvestres de la Región del Tuito, Jalisco. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 51(1):647-668.
- Núñez-Garduño, A., R. López-Wilchis y F. A. Cervantes. 1999. Chromosomal Variation of *Osgoodomys banderanus* (Rodentia: Muridae). Cytologia, 64:319-326.
- Núñez-Garduño, A. y Pastrana, G. 1990. Los Roedores Michoacanos: Manual de Identificación. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Morelia. Michoacán. México. 124 p.
- O'Keefe, T. R., L. C. Pinkston y C. R. Terman-Olivera. 1985. Pregnancy Failure in *Peromyscus maniculatus bairdii*: Influence of Post Insemination Latency in Exposure of the Female to the Strange Male. Journal of Mammalogy, 66 (4): 800-802.
- Olf, H y Ritchie, M. E. 1998. Effects of Herbivores on Grassland Plant Diversity. Trends Evolution and Ecology, 13:261-265.
- Olivas, M., M. 2002. Características Reproductivas de la Rata Magueyera (*Neotoma albigula*) en Cautiverio. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 86:139-144.
- Olivera, J., J. Ramírez-Pulido y S. L. Williams. 1986. Reproducción de *Peromyscus* (*Neotomodon*) *alstoni* (Mammalia: Muridae) en Condiciones de Laboratorio. Acta Zoológica Mexicana. Nueva Serie, 16:1-27.

- Ortega, R., J. y H. T. Arita. 2005. *Peromyscus yucatanicus* Allen y Chapman, 1897. P. 775-776. En: Los Mamíferos Silvestres de México (Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Osgood, W. H. 1909. Revision of the Mice of the American Genus *Peromyscus*. North American Fauna, 28:1–285.
- Pinter, A. J. 1970. Reproduction and Growth for Two Species of Grasshopper Mice (*Onychomys*) in the Laboratory. Journal of Mammalogy, 51:236-243.
- Pournelle, G. H. 1952. Reproduction and Early Post-natal Development of the Cotton Mouse, *Peromyscus gossypinus gossypinus*. Journal of Mammalogy, 33(1):1-20
- Price, E. 1967. The Effect of Reproductive Performance on the Domestication of the Prairie Deermice, *Peromyscus maniculatus bairdii*. Evolution, 21: 762-770.
- Quedango, D. M., J. T. Allin, R. J. Brooks, R. D. S. John y E. M. Banks. 1970. Some Aspects of the Reproductive Biology of *Baiomys taylori ater*. American Midland Naturalist, 84:550-551.
- Ramírez-Pulido J., A. Martínez y G. Urbano. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 48:243-292.
- Ramírez-Ruíz, J. y R. Ávila-Flores. 2005. *Peromyscus interparientalis* Burt, 1932. P. 742-743. En: Los Mamíferos Silvestres de México (G. Ceballos y G. Oliva Ed.). Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, 986 p.
- Ribble, D. O. 1991. The Monogamous Mating System of *Peromyscus californicus* as Revealed by DNA Fingerprinting. Behaviour, *Ecology and Sociobiology*, 29:161–166.
- Ribble, D. O., y Salvioni, M. 1990. Social Organization and Nest Occupancy in *Peromyscus californicus*, a Monogamous Rodent. Behaviour Ecology and *Sociobiology*, 26:9–15.
- Rickart, E. A. 1977. Reproduction, Growth and Development in Two Species of Cloud Forest *Peromyscus* from Southern Mexico. Occasional Papers Museum of History Natural, Universidad de Kansas, 67:1-22.

- Rogers P. S., I. F. Greenbaun, S. J. Gunn y M. D. Engstron. 1984. Cytosystematic Value of Chromosomal Inversion Data in the Genus *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae). *Journal of Mammalogy*, 65:457-465.
- Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada, R. D. Owen. 2007. Mamíferos Pequeños, Manual de Técnicas de Captura, Preparación, Preservación y Estudio. Segunda Edición. Facultad de Ciencias, Instituto de Biología, UNAM. 201 p.
- Rood, J. D. 1966. Observations on the Reproduction of *Peromyscus* in Captivity. *American Midland Naturalist*, 76:496-503.
- Ruiz D., M. F. 1988. Fundamentos de Embriología y Fisiología de la Reproducción. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 374 p.
- Sánchez-Hernández, C. y M. L. Romero-Almaraz. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche. Una Propuesta para su Conservación. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuadernos 24. 215 p.
- Sánchez-Hernández, C., A. E. Rojas-Martínez, C. B. Chávez T. 1989. Fluctuación de la Población de *Neotomodon alstoni alstoni* (Rodentia: Cricetidae) en la Sierra del Ajusco, México. 105-116. En: *Ecología Urbana*. (R. Gio-Argaez, I. Hernández R., E. Sainz-Hernández Ed.) Sociedad Mexicana de Historia Natural, Volumen Especial. México. 220 p.
- Schmidly, D. J., M. R. Lee W. S. y E. G. Zimmerman. 1985. Systematics and Notes on the Biology of *Peromyscus hooperi*. *Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University*, 97:1-40.
- StataCorp, 2001. *Stata Statistical Software: Release 7.0*. College Station Texas, Stata Corporation. USA.
- Svihla, A. 1932. A Comparative Life History Study of the Mice of Genus *Peromyscus*. University of Michigan, Museum of Zoology, Miscellaneous Publications, 24:1-39.
- Svihla, A. 1936. Development and Growth of *Peromyscus maniculatus oreas*. *Journal of Mammalogy*, 17:132-137.

- Swilling, Jr. y M. C. Wooten. 2002. Subadult Dispersal in a Monogamous Species: the Alabama Beach Mouse (*Peromyscus polionotus ammobates*). *Journal of Mammalogy*, 83(1):252–259.
- Taylor, J. M. 1968. Reproductive Mechanisms of the Female Southern Grasshopper Mouse, *Onychomys torridus longicaudus*. *Journal of Mammalogy*, 49 (2):303-309.
- Waynforth H. B. y Flecknell P. A. 1992. *Experimental and Surgical Technique in the Rat*. Second edition. Academic Press, 382 p.
- Whitten W. K. y A. K. Champlin. 1978. Pheromones, Estrus, Ovulation and Mating. Chap. 19, p. 403-417. En: *Methods in Mammalian Reproduction*. (Daniel, Ed.). New York. 760 p.
- Williams, R. G., F. B. Golley y J. L. Carmon. 1965. Reproductive Performance of a Laboratory Colony of *Peromyscus polionotus*. *American Midland Naturalist*, 73:101-110.
- Wilson, M., M. Daly, y P. Behrends. 1985. The Estrous Cycle of Two Species of Kangaroo Rats (*Dipodomys microps* and *D. merriami*). *Journal of Mammalogy*, 66(4):726-732.
- Wolff, J. O. 1989. Social Behaviour. Cap. 6, pp 271-291. En: *Advances in the Study of Peromyscus* (Rodentia). (G. L. Kirkland y J. N. Layne Ed.). Lubbock, Texas. Texas Tech Press. 367 pp.
- Wolff, J. O. y D. M. Cicirello. 1989. Mobility Versus Territoriality: Alternative Reproductive Strategies in White-Footed Mice. *Animal Behaviour*, 36:1222-1224.
- Worth, C. B. 1950. Reproduction, Development and Behavior of Captive *Oryzomys laticeps* and *Zygodontomys brevicauda* in Trinidad. *Laboratory Animal Care*, 17:355-361.
- Yates, T. L., J. N. Mills, Ch. A. Paramenter, T. G. Ksiazek, R. R. Permenter, J. V. Castle, C. H. Caslier, S. T. Nichol, K. D. Abbott, J. C. Young, M. L. Morrison, B. J. Beaty, J. L. Dunnum, R. J. Baker, J. Salazar-Bravo y C. J. Peters. 2002. The Ecology and Evolutionary History of an Emergent Disease: Hantavirus Pulmonary Syndrome. *Bioscience*, 52 (11):989-998.

- Zarrow, M. X. 1964. *Experimental Endocrinology Source Book of Basic Techniques*. Academic Press. New York. 519 p.
- Zullinger, E. M., R. E. Ricklefs, K. H. Redford y G. M. Mace. 1984. Fitting Sigmoidal Equation to Mammalian Growth Curves. *Journal of Mammalogy*, 65:607-636.