

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS



ESTUDIO POBLACIONAL DE *Peromyscus zarhynchus* MERRIAM, 1898
(RODENTIA: MURIDAE) EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE
MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

YOL POKSICAL MONICA REYES MARTINEZ
Las Agujas, Zapopan, Jal. Febrero de 2001

B700

9.1

163289/02226



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. YOL POKSICAL MONICA REYES MARTINEZ
PRESENTE.**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "ESTUDIO POBLACIONAL DE PEROMYSCUS ZARHYNCHUS (*Rodentia : Muridae*) EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MEXICO", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptada como Directora de dicho trabajo a la M.C. ANNA HORVATH y como asesor al M.C. SERGIO GUERRERO VAZQUEZ.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., JUNIO 9 DE 1999


COMITE DE
TITULACION
DR. ARTURO OROZCO BAROJO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION




M. EN C. MARTHA GEORGINA OROZCO MEDINA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

c.c.p. M.C. ANNA HORVATH.- Director del Trabajo.
c.c.p. M.C. SERGIO GUERRERO VAZQUEZ.- Asesor del Trabajo.
c.c.p. Expediente del alumno

AOB/MGOM/bacg*

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

Por medio de la presente, nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante: YOL POKSICAL MONICA REYES MARTINEZ con el título: Estudio Poblacional de Peromyscus zarhynchus Merriam 1898 (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, México consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar da presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 12 de febrero del 2001

EL DIRECTOR DE TESIS

Anna Horváth

M.C. Anna Horváth
NOMBRE Y FIRMA

EL ASESOR

Sergio Guerrero

M.C. Sergio Guerrero
NOMBRE Y FIRMA

SINODALES

1. M.C. Sergio Guerrero
NOMBRE COMPLETO



SECRETARIA ACADEMICA
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

2. Biol. Guillermo Barba
NOMBRE COMPLETO

3. Ing. Rafael Hernandez
NOMBRE COMPLETO

FIRMA

FIRMA

FIRMA

*Graciela
Martínez
12-25-01*

Este trabajo se realizó con el apoyo de CONACyT
proyecto 4189PN "Impacto del Uso del Suelo en la Diversidad
de Vertebrados Terrestres en la Región de
Lagos de Montebello, Chiapas"
Departamento de Ordenamiento Ecológico y Áreas Silvestres
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

Con amor a mis padres:

Carmen Martínez

Antonio Reyes

AGRADECIMIENTOS

- De manera especial a mi directora de tesis M. C. Anna Horváth, por su apoyo, enseñanza y confianza
- A mi asesor M. C. Sergio Guerrero por sus enseñanzas y sugerencias muy acertadas que enriquecieron mucho este trabajo
- A El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), por la beca-tesis otorgada y por haberme brindado la oportunidad de trabajar en Chiapas
- A Idea Wild por el equipo proporcionado para la realización del trabajo de campo
- A José Rafael Castellanos Calvo, el mejor técnico de campo
- Al biol. Roberto Vidal y al M. en C. Darío Navarrete, quienes sin su beneficiosa ayuda hubiese sido difícil la realización de este estudio
- A las siguientes personas a quienes agradezco su muy valiosa amistad, apoyo y ayuda*: Mercedes Gordillo Ruiz*, biol. Jorge Cruz*, biol. Rausel Sarmiento*, Carlos Muench, Francisco y Hugo Pérez*, Charly, Malena, Teofilo, Norma y Verónica González, Raquel Valdivia, Paloma Gallegos, María Elena Ruiz, Patricia Rodríguez, y a Michelle Guerra por su apreciadísima ayuda en campo y sus consejos siempre tan certeros
- A los siguientes investigadores que de una u otra forma me brindaron su ayuda y amistad: M.C. Jorge Martínez, M.C. José Luis Navarrete, Biol. Georgina Quiroz, Dr. Jorge León, M.C. Rafael Martínez, M.C. Martín Huerta, M.C. Alejandro Muñoz
- A Daniel y Ramón Castellanos Calvo, a José Manuel e Iván Morales Solís, por su gran ayuda en campo y a la Sra. Estela Solís por su afecto y compañía
- A mis sinodales Biol. Guillermo Barba e Ing. Rafael Hernández
- A mis papas (Carmen y Antonio) y a mis carnales (Melany y Oscar), por su inmenso cariño y por que siempre me apoyaron en todos los aspectos para mi realización personal y profesional

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO.....	V
INDICE DE CUADROS	VI
INDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
II. ANTECEDENTES	4
2.1 CONCEPTO DE POBLACIÓN	4
2.2 DETERMINACIÓN DEL SEXO, LA EDAD Y DEL ESTADO REPRODUCTIVO	5
2.3 ESTIMACIONES POBLACIONALES	5
2.4 ESTUDIOS POBLACIONALES EN ROEDORES	6
2.5 ESTUDIOS DE MAMÍFEROS EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO... 7	
2.6 DESCRIPCIÓN DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i>	7
2.7 ESTUDIOS DE <i>P. ZARHYNCHUS</i>	8
III. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
IV. AREA DE ESTUDIO	10
4.1 GEOLOGÍA	10
5.2 GEOMORFOLOGÍA O TOPOGRAFÍA	10
5.3 EDAFOLOGÍA.....	11
5.4 HIDROLOGÍA	12
5.5 CLIMA	12
5.6 VEGETACIÓN.....	12
5.7 FAUNA.....	12
V. METODOLOGIA	14
5.1 SITIOS DE MUESTREO	14
5.1.1 <i>Grutas</i>	14
6.1.2 <i>Yalmuz</i>	14
6.2 MUESTREO.....	15
6.3 ANÁLISIS DE DATOS.....	16
VI. RESULTADOS.....	20
VII. DISCUSION.....	28
VIII. CONCLUSIONES	32
IX. RECOMENDACIONES.....	33
X. LITERATURA CITADA	34

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. NÚMERO DE CAPTURAS (INCLUYENDO RECAPTURAS) DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR SITIO POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	20
CUADRO 2. PROPORCIÓN Y PORCENTAJE DE SEXOS DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR SITIO Y TOTAL EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	24
CUADRO 3. RADIO PROMEDIO DE MOVIMIENTO DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR SEXO POR SITIO Y TOTAL EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	27

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN CHIAPAS, MÉXICO. FUENTE: LABORATORIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ECOSUR.....	11
FIGURA 2. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS. FUENTE: LABORATORIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ECOSUR.....	12
FIGURA 3. ÁREA EFECTIVA DE MOVIMIENTO DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO (1999-2000).....	18
FIGURA 4. NÚMERO DE CAPTURAS (Y RECAPTURAS) DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR TEMPORADA POR SITIO EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO (1999-2000).....	21
FIGURA 5. DENSIDAD DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR SITIO POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	21
FIGURA 6. ÍNDICE DE ABUNDANCIA RELATIVA DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR SITIO POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	23
FIGURA 7. PORCENTAJE DE MACHOS Y HEMBRAS DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	23
FIGURA 8. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE MACHOS Y HEMBRAS DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	25
FIGURA 9. ESTADO REPRODUCTIVO DE MACHOS Y HEMBRAS DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	25
FIGURA 10. PORCENTAJE DE ADULTOS Y JUVENILES DE <i>PEROMYSCUS ZARHYNCHUS</i> POR MES EN EL PARQUE NACIONAL LAGOS DE MONTEBELLO, CHIAPAS (1999-2000).....	26

RESUMEN

A pesar de que los roedores son el grupo de mamíferos mejor estudiados, existen especies de las que se desconoce su biología, una de ellas es *Peromyscus zarhynchus* que está considerada como rara y endémica con distribución restringida en el estado de Chiapas, México. El estudio se llevó a cabo de agosto de 1999 a julio del 2000 en el Parque Nacional Lagos de Montebello (PNLM), con el objetivo de Identificar tendencias en la dinámica y estructura poblacional de *P. zarhynchus* por temporada (lluvias, secas) en dos tipos de hábitats: bosque mesófilo (Grutas) y bosque de pino-encino-liquidámbar (Yalmuz). Los muestreos se realizaron durante seis días cada mes en cada sitio, se colocó una retícula (90x90) de 100 trampas tipo Sherman, con un esparcimiento de 10 m entre cada una y se aplicó el método de captura-marcaje-recaptura. Se calculó la densidad promedio total, por temporada (lluvias, secas) y para cada sitio (Grutas, Yalmuz); además del porcentaje de sexos, clases de edad y estado reproductivo. Se obtuvo un total de 751 capturas de 122 individuos, lo que representó un éxito de captura del 6.25%, aplicando un esfuerzo de captura total fue de 12,000 noches-trampa. La especie obtuvo una mayor densidad (80.0 ind/ha) y pico de actividad reproductiva en la temporada de lluvias en los dos sitios, lo cual probablemente esta relacionado con una mayor disponibilidad de alimento. El bosque mesófilo presentó mayor densidad poblacional (129.3 ind/ha) que el bosque de pino-encino-liquidámbar (38.2 ind/ha), esto posiblemente se deba a que *P. zarhynchus* se encuentra asociada a un mayor grado de complejidad estructural en cuanto a microhábitat (troncos caídos, grietas, etc.). Se encontró una proporción de sexos de 1.6 – 1 machos – hembra respectivamente. Además el 96.6% de los individuos fueron adultos y sólo el 3.4% fueron juveniles, los cuales, sólo fueron capturados en la época de lluvias. Ya que esta especie sólo se ha registrado en estos dos tipos de hábitat en el PNLM, es necesario conservarlos, para evitar la desaparición de la especie en el Parque.

I. INTRODUCCION

México es considerado un país megadiverso, ya que cuenta con el 10% de la diversidad biológica del planeta (Ceballos *et al.*, 1998). Esto se debe a su posición geográfica, la heterogeneidad topográfica y climática que presenta, así como al traslape del país en dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, (Flores-Villela y Navarro, 1993; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1993; Fa y Morales, 1998). Estos factores generan una gran variedad de ecosistemas, hábitat y microhábitat, en los cuales ha habido una alta especiación. Este proceso ha favorecido no solo la presencia de una alta riqueza de especies sino también una gran cantidad de endemismos (Flores-Villela y Navarro, 1993; Fa y Morales, 1998).

El concepto endémico se refiere a especies con distribución geográfica restringida a un área determinada, por razones históricas, ecológicas o fisiológicas; esta región puede ser pequeña (por ejemplo una isla) o tan grande como un país o un continente (Ceballos y Rodríguez, 1993; Fa y Morales, 1998). Los endemismos poseen importancia biogeográfica, biológica y de conservación debido a su distribución restringida y a que tienen altas probabilidades de extinción, debido a la susceptibilidad que poseen por la reducción drástica de su hábitat con respecto a las especies no endémicas (Toledo, 1988).

En el territorio nacional se tienen registradas 462 especies de mamíferos terrestres (incluyendo las insulares), de las cuales 147 (32%) son endémicas al país (Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos *et al.* 1998; Ceballos, 1999). De éstas, 110 especies son roedores, siendo el orden con la mayor contribución de endemismos (Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos, 1999). Para Chiapas han reportado 198 especies de mamíferos, de las cuales ocho (4.04%) son endémicas para el estado (March *et al.* 1995).

A pesar de que los roedores son uno de los grupos de mamíferos mejor estudiados, hay muchas especies de las que todavía no se ha generado información sobre su biología y sobre el estado de sus poblaciones,

particularmente de las endémicas. Una de éstas es *Peromyscus zarhynchus* Merriam (1898), la cual a pesar de su estatus como especie rara (NOM-059-ECOL-1994) y endémica (Cervantes *et al.* 1994), prácticamente no existe información alguna de su biología, de su estructura y del estado de sus poblaciones. El área de estudio, es el Parque Nacional Lagos de Montebello, que esta considerada como una Área Natural Protegida (ANP), lo que implica que para el manejo adecuado y conservación de la biodiversidad que alberga esta área, se debe contar con la mayor cantidad de información posible sobre sus recursos bióticos y abióticos. Sin embargo, hasta la fecha se han realizado pocos estudios biológicos en este lugar, y no se tienen inventarios completos de su flora y fauna. Además de que esta ANP no cuenta con un Plan de Manejo, por lo que no se le esta dando un uso adecuado a sus recursos. Esta información podría ser de utilidad en los planes de manejo de la zona y de esta forma brindar un manejo de conservación de esta especie endémica.

II. ANTECEDENTES

2.1 Concepto de población

Una población se define como un grupo de individuos que se presentan en un mismo momento y están lo suficientemente cerca geográficamente que se pueden encontrar unos a otros y tienen la potencialidad de reproducirse (Krebs, 1985). Tiene tres características fundamentales: la distribución, la dispersión y el tamaño (Ricklefs, 1990). La distribución es el área geográfica determinada por la presencia del individuo (Ricklefs, 1990). La dispersión ó distribución interna de los individuos dentro de la población, se refiere al esparcimiento que existe entre unos y otros individuos en un área dada, formando los siguientes patrones: a) aleatoria, donde un individuo tiene la misma probabilidad de encontrarse en un sitio como en otro; b) regular o uniforme, cuando los organismos están distribuidos uniformemente; y c) agrupada, se refiere a aquella distribución en la cual cuando se encuentra un individuo la probabilidad de encontrar otro aumenta. Con frecuencia está determinada por la disponibilidad de los recursos como alimento, agua, refugio, etc. (Odum, 1983; Ricklefs, 1990).

La densidad se refiere al número de individuos que constituye una población y está dada como el número de individuos por unidad de área. Existen cuatro parámetros que afectan la densidad y son: natalidad (incremento o adición de individuos en la población debido a nacimientos), mortalidad (remoción de individuos de una población debido a muertes), inmigración y emigración (movimiento de individuos hacia dentro y hacia fuera de la población; Krebs, 1985; Ricklefs, 1990). Odúm (1983) agrega además los siguientes atributos: tasa de crecimiento de la población, distribución de edades, proporción de sexos y características genéticas.

La dinámica poblacional describe los cambios del tamaño poblacional en el tiempo (Krebs, 1985; Ricklefs, 1990). En la realidad es difícil conocer los límites espaciales y temporales de una población, por esta razón generalmente se establecen arbitrariamente por el investigador (Krebs, 1985; Ricklefs, 1990). La

estructura poblacional está compuesta por dos variables principales mediante las cuales se pueden diferenciar a sus individuos: el sexo y la edad (Krebs, 1985).

2.2 Determinación del sexo, la edad y del estado reproductivo

Para distinguir los machos de las hembras en algunos animales como en roedores, se pueden utilizar características como dimorfismo sexual, por ejemplo tamaño del cuerpo, peso, pelaje, diferencias en los genitales (el clítoris de muchas hembras se asemeja a la papila urinaria de los machos, y para poder distinguirlos, se toma en cuenta la distancia ano-genital, la cual es menor en las hembras que en los machos, Kunz *et al.* 1996).

La determinación de las clases de edad suele basarse en: la masa y el tamaño del cuerpo, características dentales como dientes gastados, calcificación de los huesos, características sexuales secundarias, y especialmente en los roedores los cambios en el color y calidad del pelaje (Kunz *et al.* 1996).

La actividad reproductiva se presenta en los machos cuando la posición de los testículos se encuentra en el escroto, en las hembras con la apertura de la vagina y con la capacidad de iniciar la gestación (Kunz *et al.* 1996).

2.3 Estimaciones poblacionales

Dado que es poco práctico y en la mayoría de los casos es imposible cuantificar una población completa de animales de vida silvestre, lo que generalmente se obtiene es una estimación del tamaño poblacional (Davis y Winstead, 1987; Ricklefs, 1990; Sánchez-Cordero, *et al.* 1997; Tellería, 1986). Los métodos de estimaciones poblacionales dependen de muchos factores, por ejemplo el tipo de organismos, su distribución, dispersión, movilidad, etc. En el caso de mamíferos específicamente de roedores, los métodos más empleados son los que se basan en la técnica de captura-recaptura, y se dividen en dos modelos generales: el primero asume que las poblaciones son demográficamente cerradas (PDC), es decir que durante las sesiones de trampeo no hay nacimientos, muertes, inmigración ni emigración. En el segundo, las

poblaciones son demográficamente abiertas (PDA), asume eventos como nacimientos, muertes, emigración e inmigración (Krebs, 1989). Ambos modelos se basan en el siguiente razonamiento: después de dos o más ocasiones de muestreo, la población consistirá en algunos individuos marcados y otros no marcados, y las muestras siguientes después del marcaje teóricamente contienen la misma proporción de marcados (o sea recapturas) y no marcados (o sea nuevas capturas) que en la población total. Es decir, la relación entre la población total (N) y el número total de individuos marcados (M) es igual a la relación entre el número total de los individuos en la muestra (marcados + no marcados; n) y el número de marcados recapturados (m; Krebs, 1985). Se expresa de la siguiente forma:

$$N/M=n/m \quad \text{arreglando la ecuación se puede calcular: } N = (nxM)/m$$

2.4 Estudios poblacionales en roedores

Algunos autores que han realizado estudios poblacionales de ratones en países como Estados Unidos y Panamá, mencionan que existe una gran variedad de factores probables que regulan directa o indirectamente las poblaciones de algunas especies. Para el género *Peromyscus*, algunos de éstos factores son la territorialidad, patrones reproductivos, depredación, clima, calidad y disponibilidad del alimento (Wolff, 1985; Kronhe *et al.* 1988; Terman, 1993; McCracken *et al.* 1999; Fleming, 1971).

En México, los trabajos ecológicos con roedores relacionan los picos poblacionales principalmente con la cantidad de precipitación pluvial, que a su vez tiene efecto sobre la disponibilidad de alimento. Estos estudios se han enfocado principalmente en hábitat áridos o semiáridos (Whitford, 1976; Grenot y Serrano, 1982; Brown and Zeng, 1989; Mellink, 1991; Rangel y Mellink, 1993; González-Romero, 1995; Mellink, 1995); y en menor grado en bosques tropicales (Sánchez-Cordero, 1993). Por otro lado en bosques templados se han realizado principalmente en el Eje Neovolcánico Transversal Mexicano (Sánchez-Cordero y Canela-Rojo, 1991; Chávez y Gallardo, 1993). Mientras que en otros sitios del país donde también hay bosques de pino y/o pino-encino,

existen pocos trabajos (López-Vidal y Álvarez, 1993). Para los bosques mesófilos de montaña se tiene escasa información publicada sobre las poblaciones de roedores (Vázquez *et al.* 2000).

Algunos trabajos han documentado que los incendios afectan negativa o positivamente (disminuyen o aumentan) las poblaciones de roedores silvestres (Fa y Sánchez-Cordero, 1993).

2.5 Estudios de mamíferos en el Parque Nacional Lagos de Montebello

En cuanto a los estudios de mamíferos realizados en el Parque Nacional Lagos de Montebello (PNLM), sólo se tiene un inventario de 28 especies de mamíferos, donde se menciona que este listado puede aumentar el número de registros de especies ya que todavía se encuentra incompleto (Horváth, 1998); además los estudios de pequeños mamíferos realizados por Horváth *et al.*, (en prensa) y Sarmiento (1999) son los únicos que se conocen en el Parque, esto muestra la necesidad de implementar una mayor cantidad de estudios en la zona.

2.6 Descripción de *Peromyscus zarhynchus*

Taxonómicamente *P. zarhynchus* pertenece al orden Rodentia, dentro de la familia Muridae, subfamilia Sigmodontinae (Wilson and Reeder, 1993), y se incluye dentro del grupo *mexicanus* (Hall, 1981; Huckaby, 1980; Kirkland and Layne, 1989). Es una especie del género *Peromyscus* de tamaño grande; el color de su dorso es café-gris, en los costados es amarillo-café y el vientre es blanquecino; los ojos son estrechos, oscuros y anillados; el hocico es largo y estrecho; las orejas son grandes; la cola es larga, gruesa y ligeramente peluda, bicolor, rara vez uniformemente oscura. Pelaje largo, suave (Hall, 1981; Reid, 1997). La longitud total se encuentra en el intervalo de los 270-329 mm; la cola suele medir de 135-178 mm (Reid, 1997); y los adultos pesan en promedio 76.2 g (Horváth y Navarrete, 1997).

P. zarhynchus sólo se encuentra registrada en el estado de Chiapas, México; en bosques de niebla de elevaciones altas (1700 – 2900 msnm) del norte y

centro de Chiapas (Huckaby, 1980; Wilson and Reeder, 1993; Horváth y Navarrete, 1997; Reid, 1997) y en los bosques de pino-encino-liquidámbar y mesófilo de montaña del Parque Nacional Lagos de Montebello de los 1450 – 1740 msnm (Horváth y Navarrete, 1997).

2.7 Estudios de *P. zarhynchus*

P. zarhynchus es una especie que está considerada como rara según la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-1994 (SEDESOL, 1994), y como endémica para el estado de Chiapas (Cervantes *et al.*, 1994; Hall, 1981; Huckaby, 1980; King, 1968; Kirkland and Layne, 1989; Wilson y Reeder, 1993). Esta especie solo había sido registrada en Los Altos de Chiapas (Hall, 1981; Huckaby, 1980). Recientemente se reportó su presencia en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas, en Bosque Mesófilo de Montaña y en Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar (Horváth y Navarrete-Gutiérrez, 1997). Adicional a los registros que se tienen de esta especie, estudios recientes sobre roedores heteromidos y muridos en el área de estudio muestran que *P. zarhynchus* es la especie más abundante en Bosque Mesófilo y se asocia a hábitat con un alto grado de complejidad estructural; además, junto con *Heteromys desmarestianus*, se considera como especie característica de Bosque Mesófilo y Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar (Horváth *et al.*, en prensa). Sarmiento (1999) confirma que *P. zarhynchus* es la especie más abundante de pequeños mamíferos en los dos tipos de hábitat donde se encuentra (bosques mesófilo y pino-encino-liquidámbar, él encontró que las diferencias en el índice de abundancia relativa entre los dos sitios si fueron significativas), y menciona además, que presenta pocas variaciones en sus abundancias a lo largo del año, siendo en la temporada de lluvias donde se reporta la mayor abundancia (aunque no hubo diferencias significativas por temporada) y la más alta actividad reproductiva.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Identificar tendencias en la dinámica y estructura poblacional de *Peromyscus zarhynchus* en el Parque Nacional Lagos de Montebello

3.2 Objetivos particulares

- Estimar la densidad poblacional de *P. zarhynchus* en el PNLM
- Identificar si existen diferencias en la densidad en dos épocas del año (lluvias / secas)
- Determinar si hay diferencias en la densidad poblacional en dos tipos de vegetación (bosque mesófilo y bosque pino- encino- liquidámbar)
- Identificar la proporción de sexos, clases de edad y tendencias en el patrón reproductivo de *P. zarhynchus* en la zona de estudio

IV. AREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Lagos de Montebello se localiza en el estado de Chiapas, México, dentro de los municipios de La Independencia y La Trinitaria, limita al Sur con Guatemala. Se ubica entre las coordenadas 91°38' y 91°48' de longitud oeste y a los 16°09' y 16°04' de latitud norte. El Parque tiene una superficie de 6,022 has y la cota altitudinal va de los 1380 a los 1740 msnm (Figura 1 y 2).

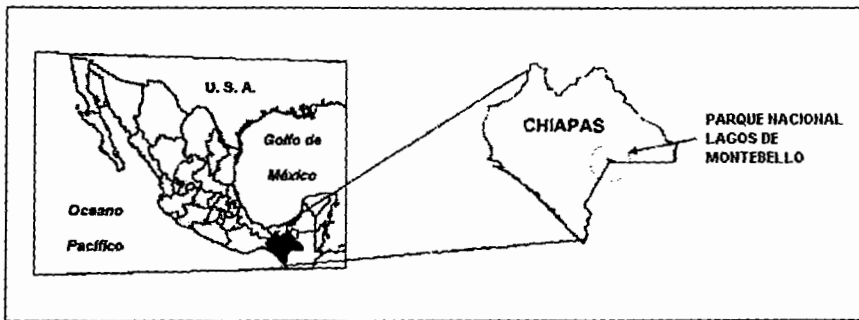


Figura 1. Localización del Área de Estudio en Chiapas, México. Fuente: Laboratorio de Información Geográfica, ECOSUR

4.1 Geología

El material predominante de la región es de origen marino. En toda el área afloran rocas calizas estratificadas y dispuestas en forma de bancos, aunque también en capas y lajas (Mülleried, 1957; Melo y Cervantes, 1986).

5.2 Geomorfología o topografía

El conjunto de estructuras formadas por rocas calizas dispuestas en bloques afallados y dislocados conforman un sistema de cerros; además son comunes las laderas con pendientes que van del 3% hasta más del 100% (Mülleried, 1957; Melo y Cervantes, 1986).

5.3 Edafología

Existen los siguientes tipos de suelo: litosol, vertisol, gleysol, fluvisol, acnisol y rendzina; éstos suelos pertenecen a un sistema climático de zonas templadas húmedas. Los suelos sufren modificaciones en su desarrollo debido a factores como la pendiente, la vegetación y la disponibilidad acuífera (Melo y Cervantes, 1986).

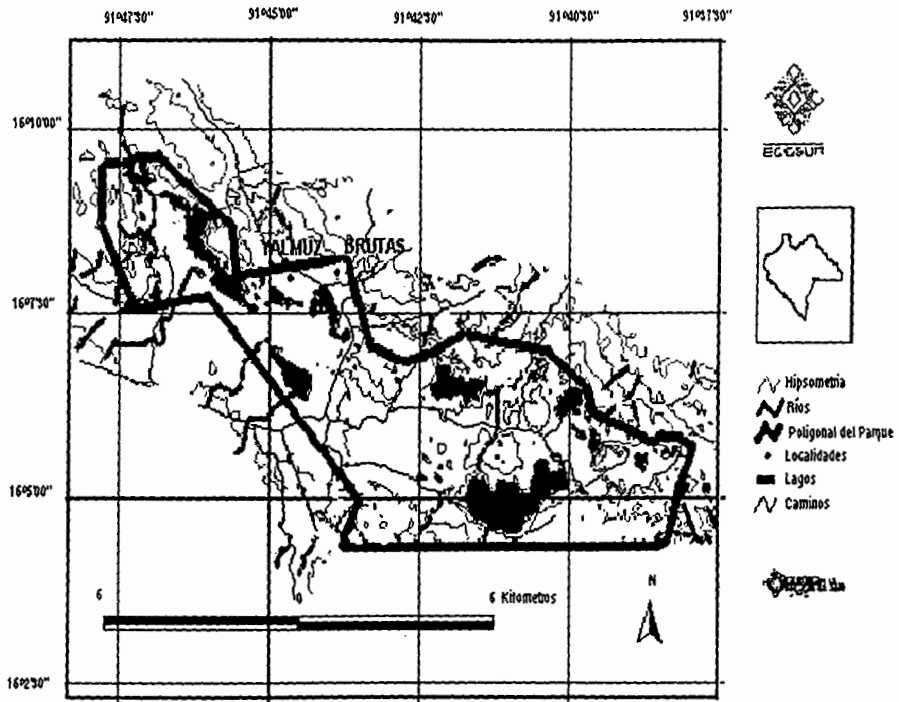


Figura 2. Ubicación de los Sitios de Muestreo en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas.

Fuente: Laboratorio de Información Geográfica, ECOSUR

5.4 Hidrología

Existen alrededor de 60 lagos de diferentes tamaños, los cuáles son de origen cárstico. Únicamente los lagos Tepancoapan, Bosque Azul y San Lorenzo son alimentados por el Río Grande de Comitán, mientras que los demás tienen alimentación subterránea (Melo y Cervantes, 1986).

5.5 Clima

El clima presente en esta zona es semicálido con lluvias en verano $Aw''2(w)$ según la clasificación de Köppen modificado por García (1973). La precipitación promedio anual es de 1836.1 mm y la temperatura media anual es de 18°C (García, 1973). La temporada de lluvias se considerada de los meses de agosto a noviembre de 1999 y junio, julio de 2000, y la temporada de secas de los meses de enero a mayo de 2000 (Comisión Internacional de Límites y Aguas, Tuxtla Gutierrez, Chiapas).

5.6 Vegetación

Las principales asociaciones de vegetación predominante en la zona son: Pino, Pino–Encino, Pino–Encino–Liquidámbar, con las siguientes especies: *Pinus montezumae*, *P. oocarpa*, *Quercus candicans*, *Q. crispipilis*, *Q. peduncularis*, *Q. polymorpha*, *Q. sapotaefolia*, *Liquidambar styraciflua*. También se encuentra Bosque Mesófilo con elementos caducifolios y perennifolios como *Podocarpus matudai*, *Q. Crispipilis*, *Q. Sapotaefolia*; algunas especies de Epífitas son: *Tillandsia* spp., *Peperomia galioides*, *P. quadrifolia*; Vegetación hidrófila, Vegetación Secundaria y Pastizal–Matorral (Carlson, 1954; Miranda, 1975).

5.7 Fauna

Se tienen registradas un total de 198 especies de fauna silvestre en el Parque, repartidas en los siguientes grupos: 72 especies de mariposas (de las familias Nymphalidae, Pieridae y Noctuidae; Ruiz-Montoya, 1998); 10 especies de anfibios (de las familias Plethodontidae, Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Ranidae); 18 especies de reptiles (de las familias Phrynosomatidae, Polichridae,

Scincidae, Anguidae, Colubridae y Elapidae; Martínez, 1998); 70 especies de aves (Enríquez y Rangel, 1998) y 28 especies de mamíferos que se encuentran en las familias Marmosidae, Didelphidae, Dasypodidae, Mormoopidae, Phyllostomidae, Canidae, Mustelidae, Procyonidae; Cervidae, Sciuridae, Leporidae, Heteromyidae y Muridae (*Reithrodontomys mexicanus*, *R. fulvescens*, *Oryzomys alfaroi*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Peromyscus mexicanus* y *P. zarhynchus*; Horváth, 1998).

V. METODOLOGIA

5.1 Sitios de muestreo

Selección de Sitios de Muestreo

Se seleccionaron dos sitios de muestreo uno denominado Grutas y el otro Yalmuz, basándose en que en estudios previos sólo se encontró a la especie en estos dos lugares (Horváth *et al.*, en prensa; Sarmiento, 1999). De cada sitio se obtuvo la ubicación geográfica con un Posicionador Geográfico (GPS, marca Magellan 2000) y se llevó a cabo una descripción general del hábitat. En estos dos sitios de muestreo se estableció una parcela de 90 x 90 m² cada uno.

5.1.1 Grutas

Esta parcela se encuentra localizado en los 91°43'33" de longitud oeste y a los 16°08'07" de latitud norte; presenta una altitud de 1465 msnm (Figura 2). El tipo de vegetación original es Bosque Mesófilo de Montaña, pero a causa de los incendios ocurridos en 1998, la vegetación actual da una apariencia similar a la de un acahual. A lo largo del año en que se realizó el estudio, se cayeron varios árboles, encontrándose troncos caídos formando distintos microhábitats de forma más o menos homogénea en todo el cuadrante, existe además una alta presencia de rocas y helechos (*Pteridium* sp.). Algunos árboles que aún están en pie, cuentan con epifitas, pero la gran mayoría están secos. El sotobosque es muy espeso y durante todo el año presentó hojas. La pendiente es mediana. El cuerpo de agua permanente más cercano es un arroyo que se encuentra a 300 m. En este sitio la actividad humana es mínima, pues se observó a pocos pescadores a las orillas del cuadrante.

6.1.2 Yalmuz

Esta parcela se localiza en los 91°43'51" de longitud oeste y a los 16°07'53" de latitud norte, a 1460 msnm (Figura 2). El tipo de vegetación predominante es Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar. Aproximadamente el 30% de la vegetación que se encuentra dentro de la retícula esta constituida por pinos. Sin embargo los árboles presentes ahí están quemados, pero comienzan a

presentarse plántulas y renuevos de pinos, encinos y liquidámbares más o menos de 1 m de tamaño. Existe también gran cantidad de helechos del género *Pteridium*. En la parte de pino- encino- liquidámbar, la mayor parte de los árboles no están quemados y también hay muchos retoños y poca cantidad de helechos. En dirección SE la vegetación del sotobosque es un poco más densa que en las demás partes de la retícula (excepto la parte NE y NW, donde hay gran cantidad de helechos). Existe poca presencia de rocas y de troncos caídos, hay epifitas, y hojarasca de pino (juncia). La pendiente es mediana,. El cuerpo de agua permanente (arroyo) más cercano está a 100 m. Este sitio también estuvo expuesto a los incendios ocurridos en 1998. Debido a la obtención de leña y a que se encuentra a 100 m aproximadamente de un camino de terracería, aquí la perturbación por parte del hombre es mayor.

6.2 Muestreo

La duración del trabajo fue de un año, a partir del mes de Agosto de 1999 a Julio del 2000. Durante agosto de 1999, sólo se muestreó el sitio de Grutas, pues aun no se establecía la parcela del sitio Yalmuz. Para tener la misma cantidad de eventos de muestreo, en julio sólo se visitó el cuadrante de Yalmuz. Se realizaron 10 salidas de campo en el transcurso de un año, una cada mes con duración de 6 días en cada sitio y para cada uno de los meses de muestreo.

Se utilizó la técnica de captura-recaptura con trampas tipo Sherman con diseño en cuadrado de 10x10. En cada cuadrante se colocó una retícula de 100 estaciones de trapeo en retícula con un esparcimiento de 10 m entre sí. La numeración de las trampas se mantuvo estable en los dos sitios durante el estudio. Se realizaron series de seis días de captura-recaptura. Las trampas se cebaron con una mezcla de avena con esencia de vainilla y se revisaron diariamente a partir de las 8:00 a.m. Los organismos capturados se manejaron vivos con guantes de carnaza. Se les aplicó marcaje individual permanente en la oreja (Horváth *et al.*, en prensa) y se tomaron las medidas convencionales para mamíferos pequeños: Longitud Total (LT), Longitud de Cola (LC), Longitud

de Pata trasera (LP), Longitud de Oreja (LO); además del peso (P). También se obtuvieron los siguientes datos: sitio, fecha, No. Individual, No. de trampa, sexo, estado reproductivo, clase de edad, microhábitat, estado de tiempo, y observaciones. Después de la toma de datos y marcaje los animales fueron liberados en el lugar de captura. La determinación de los organismos se basó en la observación de las características externas, y debido a que *Peromyscus zarhynchus* es muy diferente a los demás ratones capturados en el área (*Reithrodontomys mexicanus*, *R. fulvescens*, *Oryzomys alfaroi*, *Oligoryzomys fulvescens* y *P. Mexicanus*), su determinación no causó problema.

6.3 Análisis de Datos

El esfuerzo de captura se obtuvo con la siguiente formula:

número de noches muestreadas (6) x número de trampas utilizadas en cada sitio (100)

El tamaño poblacional se estimó utilizando el modelo de Jolly-Seber para poblaciones abiertas, usando el programa de Krebs, (1989). Este modelo asume los siguientes supuestos (Krebs, 1989):

1. Las poblaciones son demográficamente abiertas, es decir que puede haber nacimientos, inmigraciones, muertes y emigraciones, durante el estudio.
2. Cada muestra es una muestra al azar de la población y los animales se distribuyen por sí mismos luego de su liberación, de tal manera que los animales marcados y los no marcados tienen la misma probabilidad de ser capturados en la siguiente muestra.
3. Los animales deben ser marcados de tal manera que los individuos puedan ser identificados. Estas marcas deben durar mientras el estudio se lleva a cabo, deben ser plenamente identificables, no se pierden o se confunden, además no afectan la conducta de los animales.
4. Tanto las trampas como el manejo de los individuos no afectan la probabilidad de captura.

5. Cada individuo marcado tiene la misma probabilidad de supervivencia en el período de tiempo que pasa de una muestra (t) a la otra ($t + 1$).

6. El evento de captura es independiente de cada recaptura.

Las estimaciones sobre el tamaño de población pueden ser hechas mediante la siguiente ecuación (Krebs, 1989):

$$N_i = M_i / \alpha_i$$

$$M_i = [(s_i + 1) \times Z_i / R_i + 1] + m_i$$

$$\alpha_i = m_i + 1 / n_i + 1$$

donde:

N_i = tamaño poblacional estimado cuando la i -ésima muestra es capturada

M_i = estimación del número total de individuos marcados en la población al momento de la toma de la muestra i

α_i = estimación de la proporción de animales recapturados en la muestra i

s_i = número de animales liberados de la i -ésima muestra luego de su marcación

m_i = número de animales marcados en la i -ésima muestra

n_i = número total de animales capturados en la i -ésima muestra

Z_i = número de individuos marcados antes del tiempo i que no fueron capturados en la i -ésima muestra sino en muestras subsiguientes

R_i = número de animales liberados de la i -ésima muestra que fueron capturados en muestras siguientes

Para obtener la densidad (número de individuos / unidad de área), se obtuvo el área efectiva muestreada (figura 3), con la siguiente fórmula (Tellería, 1986):

$$\text{Área Efectiva} = 4 (r) (90) + r^2 (\pi) + (90) (90)$$

para posteriormente extrapolarla a 1 ha

donde

r = es el radio promedio de movimiento de la especie en estudio. Este se obtuvo sumando y promediando las distancias recorridas para cada individuo, por mes y total.

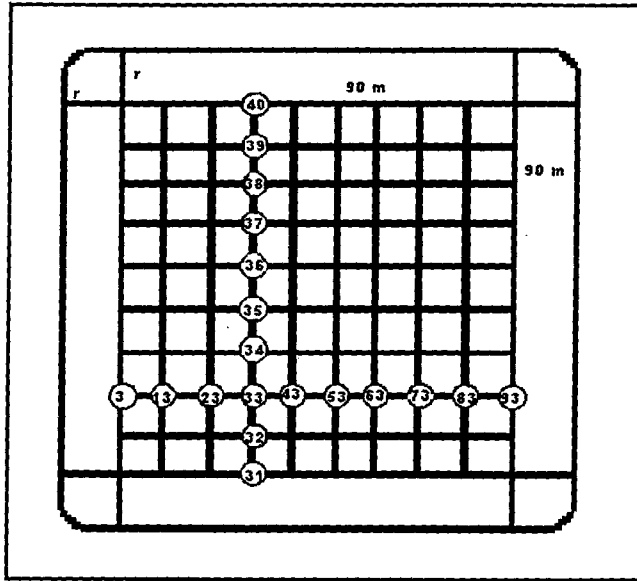


Figura 3. Área Efectiva de Movimiento de *Peromyscus zarhynchus* en el Parque Nacional Lagos de Montebello (1999-2000)

Se calculó el Índice de Abundancia Relativa (IAR) con la siguiente fórmula (Tellería, 1986):

$$\text{IAR} = \text{Número de individuos capturados} / \text{Esfuerzo de captura} \times 100$$

En cuanto a la estructura poblacional, para obtener la proporción de sexos, se agrupó a los individuos en machos y hembras, y se dividió el número mayor entre el menor, se obtuvo además el porcentaje de los individuos de cada sexo. Para la estructura de edades se agruparon y se sumaron los individuos adultos y juveniles. Para obtener la actividad reproductiva también se agrupó y se sumó a los individuos activos (machos con testículos escrotados, hembras preñadas y lactantes) y no activos (machos con testículos inguinales y hembras inactivas). Todo esto se obtuvo por sitio y por mes, por área total y por mes.

Se determinó si existieron diferencias significativas en los siguientes resultados: en las densidades entre la época de lluvias y la de secas, así como entre sitios de muestreo; en la proporción de sexos por sitio y total; debido a que surgió información adicional sobre el movimiento promedio de la especie, también se identificó si había diferencias en el movimiento promedio de la especie por sitios, por sexos por sitios, por sexos por temporada. Para probar la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Bondad de Ajuste de Kolmogorov-Smirnov, cuando la información se distribuyó de forma normal, se aplicó la prueba de t para saber si hubo o no diferencias significativas, y cuando los datos no se ajustaron a la distribución normal se utilizó la contraparte no paramétrica con la prueba de U de Mann Withney (Johnson, 1996), para estos cálculos se corrieron los datos en el programa de SigmaStat.

VI. RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 751 capturas correspondientes a 122 individuos, lo que representó un éxito de captura del 6.25%. Se observó un alto porcentaje de recaptura (83.75%) con 629 individuos recapturados. El esfuerzo de captura por mes por sitio fue de 600 noches-trampa, obteniendo así, 12,000 noches-trampa como esfuerzo total de captura. El área efectiva de muestreo para el PNLM fue de 16,175 m² (1.61 has).

El mes donde se registro la mayor cantidad de capturas (incluyendo recapturas) fue septiembre para los dos sitios (112 y 95 capturas para Grutas y Yalmuz, respectivamente) y los meses de menos capturas para Grutas fueron enero y abril (n= 22), y para Yalmuz fue julio (n= 0; cuadro 1). Aunque la diferencia en el número de capturas entre los dos sitios es grande, (Grutas n= 468 y Yalmuz n= 283) éstas diferencias no fueron significativas (U= 127.5 n= 20 p= 0.0963). El sitio Grutas presentó mayor cantidad de capturas en la época de lluvias (n= 341) que en la época de secas (n= 127), siendo estas diferencias significativas (U= 39 n= 10 p= 0.0159); y aunque en el sitio Yalmuz también hubo mayor cantidad de capturas en la temporada de lluvias (n= 208) que en la de secas (n= 75), éstas diferencias no fueron significativas (U= 30 n= 10 p=0.6905; Figura 4).

Cuadro 1. Número de capturas (incluyendo recapturas) de *Peromyscus zarhynchus* por sitio por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Grutas	88	112	74	41	22	25	25	22	33	26	
Yalmuz		95	44	64	26	16	10	12	11	5	0

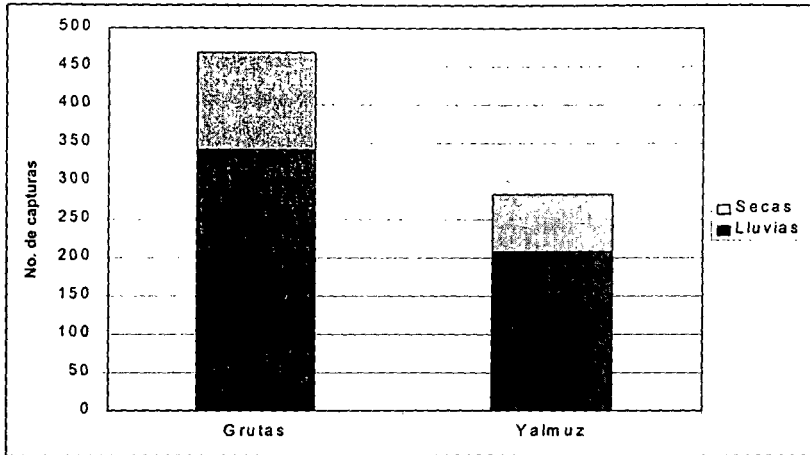


Figura 4. Número de capturas (y recapturas) de *Peromyscus zarhynchus* por temporada por sitio en el Parque Nacional Lagos de Montebello (1999-2000)

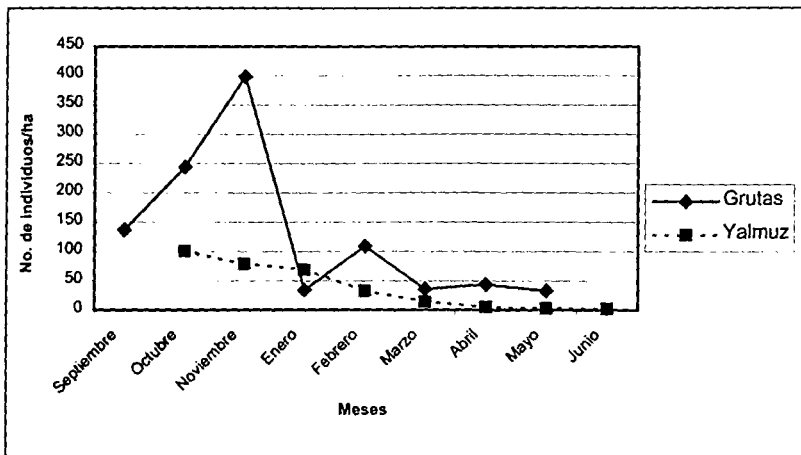


Figura 5. Densidad de *Peromyscus zarhynchus* por sitio por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

La densidad poblacional promedio de *Peromyscus zarhynchus* en el PNLM fue de 41.9 individuos /ha (d.e. 52.3). En bosque mesófilo la densidad promedio fue de 129.3 ind/ha (d.e. 131.0) y en bosque de pino- encino- liquidámbar fue de 38.2 ind/ha (d.e. 39.3), y aunque en casi todos los meses (excepto enero) la densidad poblacional fue mayor en el sitio Grutas que en el sitio Yalmuz ($U=27.5$ $n=16$ $p=0.089$) no hubo diferencias significativas, además a partir de la época de secas la diferencia de las densidades entre los dos sitios fue menor, (Figura 5).

En el sitio Grutas, el pico en la densidad poblacional se presentó en la temporada de lluvias (398 ind/ha) para después sufrir un decremento notorio en la temporada de secas (33 ind/ha) siendo la época lluviosa en la que se registraron mayores densidades ($U=21$ $n=8$ $p=0.0357$). Y aunque en el sitio Yalmuz, no se encontraron diferencias significativas en la densidad por temporada ($T=1.31$ $g.l.=6.0$ $p=0.2375$) si existe una tendencia a una mayor densidad en la época de lluvias (101 ind/ha) que en la época de secas con 2 ind/ha (Figura 5). En general los dos sitios mostraron mayores densidades en la temporada de lluvias.

El índice de abundancia relativa promedio para el área total fue de 2.1 (d.e. 1.7), para el sitio Grutas fue de 2.9 (d.e. 1.8), y para Yalmuz de 1.4 (d.e. 1.3), siendo significativamente diferente en los dos sitios ($U=133.5$ $n=20$ $p=0.0343$). La especie presentó el mayor índice de abundancia relativa en los meses de agosto y septiembre en Grutas (5.5 y 5.7) mostrando un mayor IAR en la temporada de lluvias que disminuyó en la temporada de secas (2.1 en Grutas: $T=3.18$ $g.l.=8.0$ $p=0.0129$). El sitio Yalmuz mostró una tendencia de mayor abundancia en la temporada de lluvias (4.1) que en la época de secas, sin embargo éstas diferencias no fueron significativas ($T=1.72$ $g.l.=8.0$ $p=0.1236$; Figura 6).

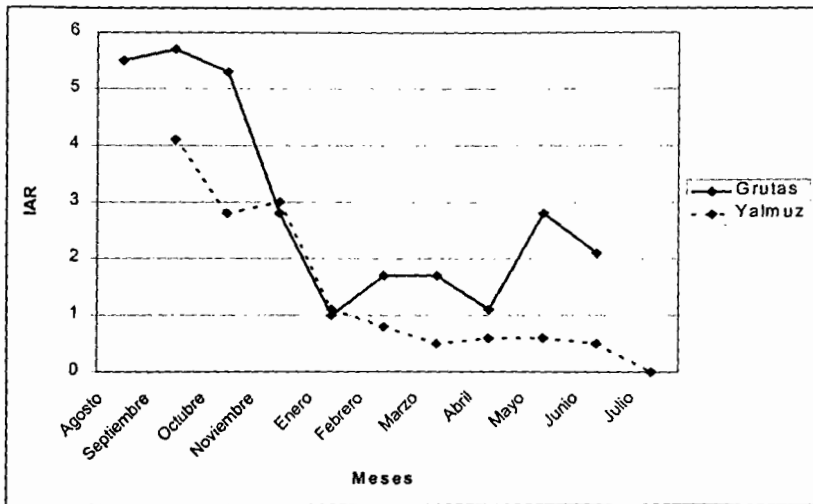


Figura 6. Índice de Abundancia Relativa de *Peromyscus zarhynchus* por sitio por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

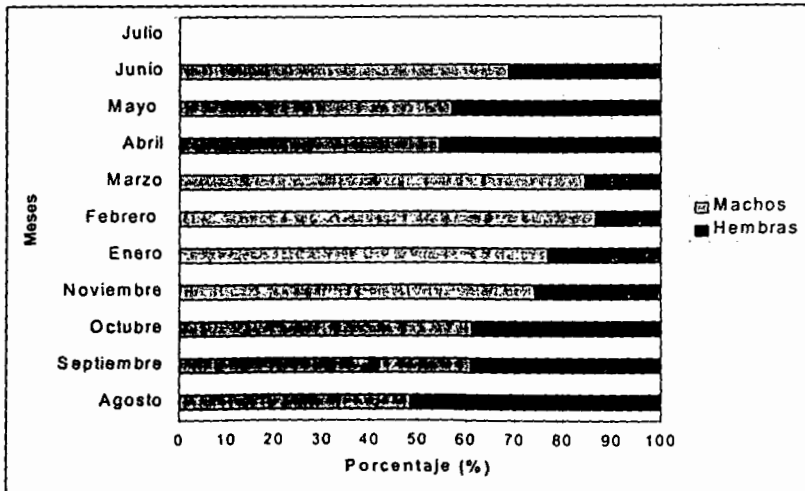


Figura 7. Porcentaje de Machos y Hembras de *Peromyscus zarhynchus* por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

La proporción de sexos fue de 1.6 machos : 1 hembra para toda el área, aunque estas diferencias no fueron significativas ($U= 153.3$ $n= 22$ $p= 0.0818$; Cuadro 2). En el PNLM, los machos tuvieron porcentajes mayores al 50% durante la mayor parte del año, excepto en agosto (Figura 7). Además en los meses de enero, febrero y marzo, el porcentaje de hembras fue menor al 30%.

Cuadro 2. Proporción y porcentaje de sexos de *Peromyscus zarhynchus* por sitio y total en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

Sitios	Proporción y porcentaje (%) de	
	machos	hembras
Grutas	1.5 (59.3%)	1 (40.7%)
Yalmuz	2 (66.67%)	1 (33.33%)
Total	1.6 (61.48%)	1 (38.52%)

En cuanto a la actividad reproductiva, los machos presentaron testículos escrotados la mayor parte del periodo de muestreo (excepto en octubre y sólo 1 en noviembre), sin embargo, las hembras sólo se encontraron reproductivamente activas en la temporada de lluvias (agosto-octubre 1999) y a principios de la siguiente temporada (abril-mayo-junio 2000). De octubre a febrero no se encontraron hembras activas y en marzo sólo se capturó a una. No hubo diferencias significativas en la actividad reproductiva por temporada ($T= -1.22$ $g.l.= 9.00$ $p= 0.2545$), aunque las gráficas muestran tendencias diferentes (Figuras 8 y 9).

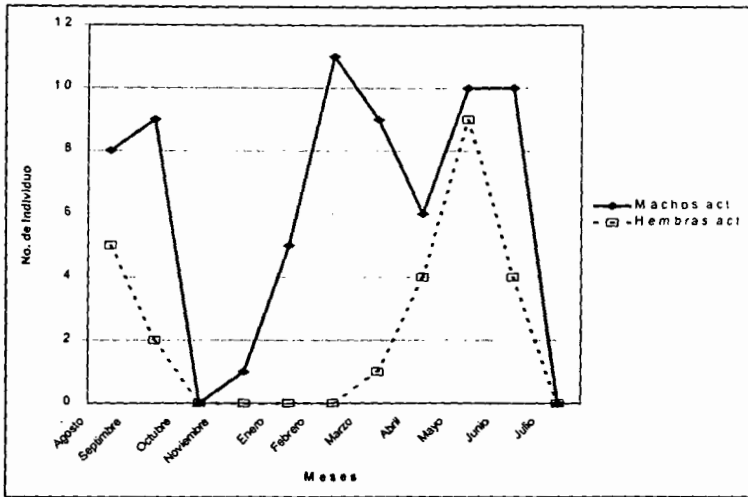


Figura 8. Actividad Reproductiva de Machos y Hembras de *Peromyscus zarhynchus* por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

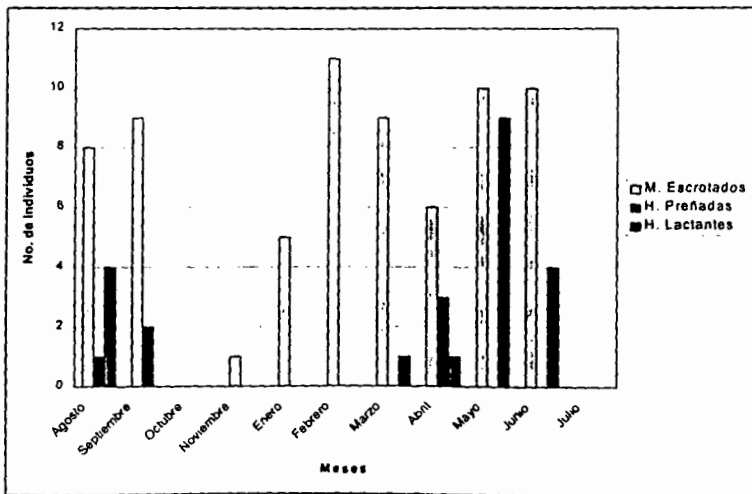


Figura 9. Estado Reproductivo de Machos y Hembras de *Peromyscus zarhynchus* por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

P. zarhynchus en los dos sitios presentó un porcentaje mayor de individuos adultos (>88%) que juveniles. De hecho, solo en agosto de 1999, el porcentaje de juveniles fue mayor al 10%, mientras que en los demás meses que aparecieron (septiembre y octubre de 1999 y mayo y junio de 2000) conformaron un porcentaje menor de 6.3%. Además en el año 2000 no se capturaron individuos juveniles en el sitio Yalmuz, sólo en Grutas. El incremento de individuos juveniles esta relacionado con los meses de la temporada lluviosa y la actividad reproductiva de las hembras (Figuras 9 y 10).

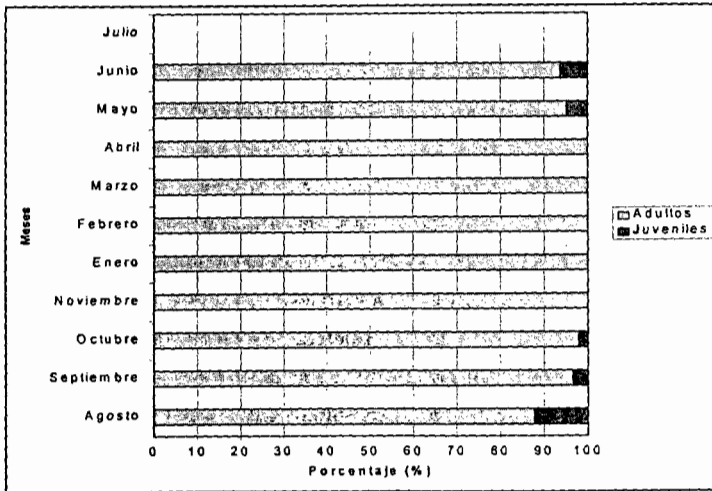


Figura 10. Porcentaje de Adultos y Juveniles de *Peromyscus zarhynchus* por mes en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

De acuerdo con los resultados del análisis de los movimientos de los individuos, *P. zarhynchus* presenta en el Parque Nacional Lagos de Montebello (PNLM) un radio promedio de movimiento de 19.2 m (d.e. 5.4).

Los resultados obtenidos de movimiento de la especie en los dos sitios se muestran en el cuadro 3. En el sitio las Grutas la diferencia entre sexos en la distancia promedio solo es por centímetros, y en Yalmuz por aproximadamente 3 m. Estas diferencias no fueron significativas (Grutas: $U = 17284.0$ $n = 83$ $p = 0.2073$; Yalmuz: $U = 5297.5$ $n = 188$ $p = 0.4228$). Tampoco hubo diferencias significativas en el movimiento de los individuos por temporada para el sitio Grutas ni para el PNLM (Grutas: $U = 11267.5$ $n = 287$ $p = 0.6026$; PNLM: $U = 28485.0$ $n = 475$ $p = 0.1361$). Sin embargo para Yalmuz se detectaron diferencias significativas mostrando una mayor movilidad durante la temporada de lluvias ($U = 3904.5$ $n = 188$ $p = 0.0025$).

Cuadro 3. Radio promedio de movimiento de *Peromyscus zarhynchus* por sexo por sitio y total en el Parque Nacional Lagos de Montebello, Chiapas (1999-2000)

Sitios	Mov. Machos (m)	Mov. Hembras(m)
Grutas	23.8	23.6
Yalmuz	16.1	13.0
PNLM	19.9	18.3

VII. DISCUSION

En la mayoría de los trabajos poblacionales con roedores, se ha encontrado que las mayores densidades ocurren cuando hay una mayor cantidad de precipitación pluvial (Vázquez, *et al.*, 2000; Chávez y Gallardo, 1993; Grenot y Serrano, 1982; Lopez-Vidal y Alvarez, 1993; Sánchez-Cordero, 1993). Este pico poblacional probablemente está relacionado con una mayor disponibilidad de alimento, como sucede de forma similar con el comportamiento poblacional de otras especies de *Peromyscus* y de otros roedores tanto en zonas áridas (Grenot y Serrano, 1982), y en selvas (Sánchez-Cordero, 1993) como en bosques templados (Chávez y Gallardo, 1993; López-Vidal y Álvarez, 1993; McCracken *et al.*, 1999). Estos autores mencionan que los picos poblacionales ocurren en la época de lluvias y los asocian con una mayor disponibilidad de alimento. *Peromyscus zarhynchus* presentó un pico poblacional en la temporada de lluvias de 1999 en el sitio de bosque mesófilo y tendencias de mayor densidad en esta temporada en el sitio de bosque de pino-encino-liquidámbar, aunque al inicio de la temporada de secas del 2000 sufrió decrementos, mostrando densidades bajas hasta el final del estudio.

En este ámbito, McCracken *et al.* (1999) encontraron relaciones significativas entre las poblaciones de *P. leucopus* y las variaciones temporales y espaciales de la caída de semillas del encino rojo (*Quercus rubra*), además mencionaron que cuando hay una buena producción de semillas del pino blanco (*Pinus strobus*) ésta afecta el tamaño poblacional del ratón en la primavera del año siguiente. Fleming (1971) menciona que "para roedores de zonas tropicales y templadas los cambios poblacionales se presentan mientras las variables ambientales fluctúen estacionalmente". En el PNLM, Sarmiento (1999) encontró que el índice de abundancia relativa (IAR) de *P. zarhynchus*, presentaba incrementos en la temporada lluviosa, aunque se mantenía sin fluctuaciones notorias. Aunque el IAR del presente trabajo fue mayor que el obtenido por Sarmiento (1999), mostró la misma tendencia, siendo la época de lluvias la de mayor abundancia en general para los dos sitios, Sin embargo, no existe ningún

trabajo sobre disponibilidad de alimento por temporadas para pequeños mamíferos en el Parque. Además de que tampoco se han realizado estudios sobre hábitos alimenticios de la especie, lo que sería importante para analizar el grado de asociación del tamaño poblacional de esta especie con la disponibilidad y calidad del alimento en el PNLM, también se podría analizar si la disponibilidad de alimento es diferente en los tipos de vegetación (pino-encino-liquidámbar y mesófilo), y por esta razón pudieran ser diferentes las abundancias en las poblaciones.

Ya que el sitio Yalmuz no presentó diferencias significativas en la abundancia (tampoco en la densidad ni en el número de capturas) entre las dos temporadas, aunque las gráficas muestran ciertas tendencias diferentes; esto hace pensar que la población de la especie en este sitio está siendo afectada por un factor diferente a la precipitación pluvial. Sánchez-Cordero y Canela-Rojo (1991) asocian decrementos poblacionales durante la época de lluvias con interacciones agonísticas (emigración y/o muerte), sin embargo existen otros factores que con una mayor o menor importancia pueden afectar la población, como competencia interespecífica, también probablemente la vegetación no presenta una marcada estacionalidad por lo que el alimento está más o menos disponible la mayor parte del año,

Peromyscus zarhynchus presenta mayores abundancias en el bosque mesófilo del PNLM, esto puede deberse a que esta especie se encuentra asociada a un alto grado de complejidad estructural en el microhábitat (Horváth *et al.*, en prensa; Sarmiento, 1999). Las características de este hábitat pueden ser uno de los factores para que este sitio presente mayor abundancia (Sarmiento, 1999). Sin embargo, aún cuando los dos sitios no fueron significativamente diferentes respecto a la densidad (aunque sí en el IAR), sí mostró una tendencia de mayor densidad (así como un mayor número de capturas) en el sitio Grutas.

También es importante considerar que los resultados de Sarmiento (1999) se obtuvieron antes del incendio ocurrido en 1998, en este sentido algunos autores (Fa y Sánchez-Cordero, 1993; Kaufman *et al.*, 1988; Ojeda, 1989) mencionan que ciertas poblaciones de roedores pueden verse influenciadas por los

incendios, probablemente este factor pudo afectar las poblaciones de esta especie.

Fleming (1971), Wolf (1985) y Krohne *et al.* (1988) mencionaron que la depredación tiene un papel muy importante en la disminución de las densidades de roedores en lugares templados. Sin embargo, este factor no se ha cuantificado como probable causa de regulación poblacional. En el PNLM, se tienen registradas varias especies de mamíferos (Horváth, 1998), que potencialmente pueden ser depredadoras de *P. zarhynchus*. De hecho, en noviembre de 1999 en el sitio Grutas, se encontraron evidencias de depredación en las trampas (todas las trampas movidas todos los días, además de 3 ratones muertos con mordidas). Esto sugiere, que al menos en este mes, la presión por parte de depredadores a las poblaciones de roedores en el PNLM probablemente pudo haber sido mayor que durante el resto del año.

P. zarhynchus presentó una proporción de sexos alrededor de 1:1, aunque se inclina a favor de los machos, esto corresponde con lo encontrado por Sarmiento (1999), además tuvieron casi el mismo radio promedio de movimiento; aunque la mayoría de los estudios reportan una proporción favorable a los machos, pues éstos presentan mayor movilidad y rango hogareño más grande que las hembras, por lo que aumenta su probabilidad de ser capturados (Terman, 1968; Terman, 1993; Quintero y Sánchez-Cordero, 1989). Kaufman y Kaufman (1989) mencionan que esta es la "explicación más recurrida debido a la ausencia de información de la proporción de sexos verdadera de las poblaciones", señalan que pueden existir además otros factores que están relacionados con la proporción de sexos como categorías de tamaño del cuerpo y la densidad (con una menor densidad existe un mayor porcentaje de machos).

P. zarhynchus presentó mayor actividad reproductiva en la temporada lluviosa, por lo tanto puede estar relacionado con una mayor disponibilidad de alimento (Krohne, *et al.*, 1988; McCracken *et al.*, 1999; Sánchez-Cordero y Canela-Rojo, 1991; Vázquez *et al.*, 2000), esto debido a que las hembras tienen mayores

requerimientos energéticos durante esta época (Stebbins en Seabloom, 1994), además siempre hubo una mayor cantidad de machos escrotados y menor de hembras reproductivamente activas, coincidiendo con lo reportado por Sarmiento (1999). Aunque estos resultados quizá pudieron verse afectados por que en la mayoría de los meses se capturaron mas machos que hembras, de hecho los meses que registraron los porcentajes más bajos de hembras, éstas no presentaron actividad reproductiva.

Además esta especie presenta un ciclo reproductivo unimodal (Sarmiento, 1999), a diferencia de *P. maniculatus*, *P. leucopus* y *P. aztecus* que presentan ciclos bimodales (Krohne, *et al.*, 1988; Terman, 1993; Wolff, 1985; Vázquez *et al.*, 2000).

La diferencia encontrada en la cantidad de individuos adultos y juveniles puede deberse a que éstos últimos suelen ser más tímidos ante elementos extraños de su hábitat, como las trampas (Sánchez-Cordero, 1993) y a que probablemente son los más afectados por las presiones hacia la población (Terman, 1968).

VIII. CONCLUSIONES

- *Peromyscus zarhynchus* presentó mayor densidad poblacional en la temporada lluviosa en el sitio Grutas, y una tendencia a mayor densidad durante esta temporada en el sitio Yalmuz, por lo tanto esta sujeta a fluctuaciones estacionales
- Una tendencia a mayor densidad poblacional de *P. zarhynchus* en el bosque mesófilo (Grutas).
- La proporción de sexos fue de 1.6 machos : 1 hembra para el PNLM
- La actividad reproductiva se presentó en la temporada de lluvias
- Los juveniles conformaron un porcentaje menor al 22%, presentándose únicamente en la temporada lluviosa, que corresponde a la de mayor actividad reproductiva.

IX. RECOMENDACIONES

- Debido a que no existen estudios de hábitos alimentarios ni sobre la disponibilidad de alimento por temporada de *Peromyscus zarhynchus*, es recomendable que se realicen; y de esta forma conocer la relación que pudiera existir de éstos dos factores con la densidad y actividad reproductiva.
- Se debe continuar con estudios de ecología poblacional con *P. zarhynchus* a largo plazo con el método ya empleado, de esta forma conocer las fluctuaciones poblacionales de la especie, y así contribuir a la conservación y manejo de este roedor endémico así como del área donde se encuentra.
- Ya que *P. zarhynchus* sólo se ha registrado en bosque mesófilo y bosque de pino-encino-liquidámbar (en el PNLN), es necesario conservar éstos tipos de hábitat, para evitar la desaparición de la especie en el Parque.
- Cuando se utilice el modelo de Jolly-Seber, se recomienda realizar muestreos un mes antes y otro al final del período que se tenga planeado muestrear, esto debido a que el modelo no estima la densidad del primer y último mes.

X. LITERATURA CITADA

- BROWN, J.H. Y Z. ZENG. 1989. Comparative population ecology of eleven species of rodents in the Chihuahuan desert. *Ecology*. 70 (5): 1507-1525.
- CARLSON, M.C. 1954. Floral elements of the pine-oak-liquidambar forest of Montebello, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 81 (5): 387-399.
- CEBALLOS G., P. RODRÍGUEZ Y R.A. MEDELLÍN. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*. 8 (1): 8-17.
- CEBALLOS, G. 1999. Conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas*. 27: 1-8.
- CEBALLOS, G. Y P. RODRÍGUEZ. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de endemism. Pp 87-108. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos (eds). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México.
- CERVANTES, A.F., A. CASTRO-CAMPILLO Y J. RAMÍREZ-PULIDO. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 65(1):177-190.
- CHÁVEZ, T.B.C., Y R. GALLARDO V. 1993. Demografía y reproducción de *Neotodom alstoni* en la Sierra del Ajusco, México. Pp 317-331. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos (eds). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. I. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- DAVIS, D.E. Y R.L. WINSTEAD. 1987. Estimación de tamaños poblacionales de vida silvestre. En: Rodríguez-Torres, R. (ed). *Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. The Wildlife Society. Bethesda. USA. 233-558.

- ENRÍQUEZ, P. Y J.L. RANGEL. 1998. Aves del Parque Nacional Lagos de Montebello: Curso-Taller de orientación ecológica (Chis RNA -056-96). Informe final. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México: 65-75.
- FA, J.E. Y L.M. MORALES. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos en México. Pp 315-352. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot and J. Fa (ed.). Diversidad Biológica de México Orígenes y Distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- FA, J.E. Y SÁNCHEZ-CORDERO, V. 1993. Small mammal population responses to fire in a mexican high-altitude grassland. *Journal of Zoology London*. 230: 343-347.
- FLEMING, T.H. 1971. Population ecology of three species of neotropical rodents. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*. 143. 77 p.
- FLORES-VILLELA, O. Y A.G. NAVARRO S. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. En: *Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Pp 387-395.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México*. 246 p.
- GONZALEZ-ROMERO, A. 1995. Cambios en la composición de las comunidades de roedores en relación a los tipos de vegetación y geomorfología en el Pinacate, Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 64: 45-58.
- GRENOT, C., Y V. SERRANO. 1982. Densidad y estructura de la comunidad de roedores en el Bolson de Mapimí (Desierto Chihuahuense, México). En: Salina, P.J. (ed). *Zoología Neotropical. Actas de VIII Congreso Latinoamericano de Zoología*. Tomo II. 1531 p.
- HALL, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. Vol. II. John Wiley & Sons. USA. Pp. 601-1177.

- HORVÁTH, A. Y D.A. NAVARRETE-GUTIÉRREZ. 1997. Ampliación del área de distribución de *Peromyscus zarhynchus* Merriam, 1898 (Rodentia:Muridae). Revista Mexicana de Mastozoología. 2:122-125.
- HORVÁTH, A. 1998. Mamíferos del Parque nacional Lagos de Montebello: Curso-Taller de orientación ecológica (Chis RNA -056-96). Informe final. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México: 76-81.
- HORVÁTH, A., I. J. MARCH Y J. H. D. WOLF. En Prensa. Rodent diversity and land use in Montebello, Chiapas, Mexico. Studies on Neotropical Fauna and Environment 00:00-00.
- HUCKABY, D.G. 1980. Species limits in the *Peromyscus mexicanus* group (Mammalia: Rodentia: Muroidea). Contribution of Science, Natural History Museum Los Angeles County. 326:1-24.
- JOHNSON, R. 1996. Estadística elemental. Ed. Iberoamericana. México. 593 p.
- KAUFMAN, G.A., D.W. KAUFMAN Y E.J. FINCK. 1988. Influence of fire and topography on habitat selection by *Peromyscus maniculatus* and *Reithrodontomys megalotis* in ungrazed tallgrass prairie. Journal of Mammalogy. 69 (2): 342-352.
- KAUFMAN, D.W. Y G.A. KAUFMAN. 1989. Population biology. En: Kirkland, Jr., G.L. and J.N. Layne (eds.). Advances in the Study of *Peromyscus* (Rodentia). 233-270.
- KING, J.A. 1968. Biology of *Peromyscus* (Rodentia). The American Society of Mammalogists. USA. 593 p.
- KIRKLAND, G. L., JR. Y J. LAYNE. 1989. Advances in the study of *Peromyscus* (Rodentia). Texas Tech University Press. USA.
- KREBS, CH.J. 1985. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Harper & Row Latinoamericana. USA. 753 p.
- KREBS, CH.J. 1989. Ecological methodology. Harper &Row, Publishers. USA. 654 p.
- KROHNE, D.T., J.F. MERRITT, S.H. VESSEY Y J.O. WOLFF. 1988. Comparative demography of forest *Peromyscus*. Canadian Journal of Zoology. 66: 2170-2176.

- KUNZ, T.H., C. WEMMER Y V. HAYSSSEN. 1996. Sex, age and reproductive condition in mammals. En: Wilson, D.E., E.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran y M.S. Foster (eds). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. USA. 405 p.
- LÓPEZ-VIDAL, J.C., Y T. ALVAREZ. 1993. Biología de la rata montera *Neotoma mexicana* en la Michilia, Durango, México. Pp 185-195. En: Medellín, R.A., y G. Ceballos (eds). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. I Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.
- MARCH, I.J., A. MUÑOZ, D. NAVARRETE, C. MACÍAS, M.P. ALBA, M. FULLER, M.E. UTRERA, R. DOMÍNGUEZ, R.M. VIDAL, P. BUBB, Y. REYES E I. FUENTES. 1995. Evaluación y análisis geográfico de la diversidad faunística de Chiapas (primera etapa). El Colegio de la Frontera Sur-Ecosfera-Pronatura: Chiapas. Informe para la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México. 337 p.
- MARTÍNEZ, C., R. 1998. Anfibios y reptiles del Parque Nacional Lagos de Montebello: Curso-Taller de orientación ecológica (Chis RNA -056-96). Informe final. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México: 58-64
- MCCRACKEN, K.E., J.W. WITHMAN Y M.L. HUNTER, JR. 1999. Relationships between seed fall of three tree species and *Peromyscus leucopus* and *Clethrionomys gapperi* during 10 years in a oak-pine forest. Journal of Mammalogy. 80 (4): 1288-1296.
- MELO, G.C. Y J. CERVANTES. 1986. Propuestas para el programa integral de manejo y desarrollo del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Instituto de Geografía, Boletín No. 16. Universidad Nacional Autónoma de México. 24 p.
- MELLINK, E. 1991. Rodent communities associated with three traditional agroecosystems in the San Luis Potosi Plateau, Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment. 33: 363-375.

- MELLINK, E. 1995. Uso del hábitat, dinámica poblacional y estacionalidad reproductiva de roedores en el Altiplano Potosino, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 1: 1-8.
- MIRANDA, F. 1975. La vegetación de Chiapas. Primera parte. México. 261 p.
- MÜLLERIED, F.K.G. 1957. Geología de Chiapas. Ed. Cultura. México. 180 p.
- ODUM, E.P. 1983. *Ecología*. Continental. 295 p.
- OJEDA, R.A. 1989. Small-mammal responses to fire in the monte desert, Argentina. *Journal of Mammalogy*. 70 (2): 416-420.
- QUINTERO, G. Y V. SÁNCHEZ-CORDERO. 1989. Estudio del área de actividad de *Heteromys desmarestianus* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva alta perennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 60 (2): 223-240.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. Y A. A. CASTRO-CAMPILLO. 1993. Diversidad mastozoológica en México. En: *Diversidad biológica en México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. Esp. (XLIV). Pp 413-427.
- RANGEL, M.G., Y E. MELLINK. 1993. Historia natural de la rata magueyera (*Neotoma albigula*) en el altiplano mexicano. Pp 173-183. En: Medellín, R.A., y G. Ceballos (eds). *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. I, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.*
- REID, F. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press. USA. 334 p.
- RICKLEFS, R.E. 1990. *Ecology*. W.H. Freeman and Company. USA. 898 p.
- RUIZ-MONTOYA, L. 1998. Lepidópteros del Parque Nacional Lagos de Montebello: Curso-Taller de orientación ecológica (Chis RNA -056-96). Informe final. El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas. México: 30-57.
- SÁNCHEZ-CORDERO, V., Y M. CANELA-ROJO. 1991. Estudio poblacional de roedores en un bosque de pino del Eje Neovolcánico Transversal Mexicano. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 62 (2): 319-340.

- SÁNCHEZ-ČORDERO, V. 1993. Estudio poblacional de la rata espinosa *Heteromys desmarestianus* en la selva húmeda en Veracruz, México. En: Medellín, R.A. y G. Ceballos (eds). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. 301-316.
- SÁNCHEZ-CRODERO, V., G. MAGAÑA C. Y M.A. BRIONES. 1997. Modelos de captura y recaptura en cinco especies de roedores. En: Arroyo, A. y O. Polaco (eds). Homenaje a Ticul Álvarez. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 297-324.
- SARMIENTO, A.R. 1999. Estudio poblacional de tres especies de roedores. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 75 p.
- SEABLOOM, R.W., R.G. SCHWAB Y S.C. LOEB. 1994. Seasonal activity and feeding patterns in a population of deer mice (*Peromyscus maniculatus gambelii*). Canadian Journal of Zoology. 72: 2238-2243.
- SEDESOL. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, CDCXXXVIII (10):2-56.
- TELLERÍA, J.J. 1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raices. Universidad Complutense. España. 272 p.
- TERMAN, C.R. 1968. Population dynamics. En: King, J.A. (ed). Biology of *Peromyscus* (Rodentia). 412-450.
- TERMAN, C.R. 1993. Studies of natural populations of white-footed mice: reduction of reproduction at varying densities. Journal of Mammalogy. 74 (3): 678-687.
- TOLEDO, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo. 81: 30 p.

- VÁZQUEZ, L.B., R.A. MEDELLÍN Y G.N. CAMERON. 2000. Population and community ecology of small rodents in montane forest of western Mexico. *Journal of Mammalogy*. 81 (1): 77-85.
- WILSON, E.R. Y D. REEDER M. (eds). 1993. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Smithsonian Institution Press. USA. 1206 p.
- WHITFORD, W.G. 1976. Temporal fluctuation in density and diversity of desert rodent population. *Journal of Mammalogy*. 57 (2): 351-369.
- WOLFF, O.J. 1985. Comparative population ecology of *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus*. *Canadian Journal of Zoology*. 63: 1548-1555.