



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE CIENCIAS

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA E HISTOLÓGICA DEL APARATO  
REPRODUCTOR DEL MACHO DE *Balantiopteryx plicata* (EMBALLONURIDAE).  
OBSERVACIONES SOBRE SU ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN LA REGIÓN  
DE CHAMELA, JALISCO, MÉXICO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O**

P R E S E N T A:

**FELIPE DE JESÚS RINCÓN VARGAS**

TUTOR: DR. CORNELIO SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

COTUTORA: M. EN C. LUZ EUGENIA ALCÁNTARA QUINTANA



CIUDAD UNIVERSITARIA

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.



LIBERTAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Votos Aprobatorios

**Act. Mauricio Aguilar González**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

**Descripción Anatómica e Histológica del Aparato Reproductor del Macho de *Balantiopteryx plicata* (Emballonuridae). Observaciones sobre su Actividad Reproductiva en la Región de Chamela, Jalisco, México**

realizado por **Rincón Vargas Felipe de Jesús** con número de cuenta **0-9833677-9** quien opta por titularse en la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz	
Propietario	Dra. María de Lourdes Romero Almaraz	
Propietario Tutor	Dr. Cornelio Sánchez Hernández	
Suplente	Dra. Marcela Esperanza Aguilar Morales	
Suplente Co-Tutor	M. en C. Luz Eugenia Alcántara Quintana	

**Atentamente,**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
**Ciudad Universitaria, D. F., a 3 de marzo de 2008**  
**EL COORDINADOR DEL COMITÉ ACADÉMICO DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**  
  
**DR. ZENÓN CANO SANTANA**

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGÍA

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

A mis padres y a mis hermanas.

## Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi tutor Dr. Cornelio Sánchez Hernández por sus enseñanzas, sin las cuales, no habría podido realizar este proyecto. A mi cotutora M. En C. Luz Eugenia Alcántara Quintana por colaborar conmigo en el procesamiento y análisis histológico. A la Dra. María de Lourdes Romero Almaraz por sus acertados comentarios acerca de este trabajo.

También agradezco a la División de Investigación Biomédica del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre por permitirme realizar la parte histológica de este trabajo en sus instalaciones. Y a todos los compañeros del laboratorio de Tejido Conjuntivo que me orientaron en el área histológica.

Igualmente quiero agradecer a la Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz y a la Dra. Marcela Esperanza Aguilar Morales que aceptaron cordialmente ser mis sinodales y que con sus opiniones ayudaron a perfeccionar esta obra.

A mis padres por su permanente apoyo y paciencia. A Muñeca e Itzel por ser mis grandes amigas. Gracias por alentarme a realizar todos los proyectos que me propongo.

A toda la familia Rincón, que a pesar de las distancias geográficas que nos separan, siempre he sentido su cercanía emocional, la cual me ha animado a seguir siempre adelante.

A la Familia Vargas, por los momentos que me formaron desde la infancia.

A todos mis amigos de la Preparatoria No. 9 "Pedro de Alba" por los momentos que tanto hemos disfrutado y que, aunque se han ido reduciendo, los sigo disfrutando igual que antes.

A todos los mis amigos y colegas de la Facultad de Ciencias que hicieron tan agradables los años que pasamos en la licenciatura.

A mis recientes pero también queridos y apreciados amigos del Museo Universum de los que he aprendido mucho en estos últimos meses.

A todos los que no he mencionado, pero que con alguna palabra o actitud me han impulsado a cerrar este ciclo. A todos: gracias, muchas gracias.

## Contenido

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES FAMILIA EMBALLONURIDAE</b> .....	3
Anatomía.....	5
Histología .....	12
<b>ANTECEDENTES <i>BALANTIOPTERYX PLICATA</i></b> .....	20
Patrones de Reproducción.....	21
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	23
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	23
Objetivos Particulares .....	23
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	24
<b>GENERALIDADES DE <i>BALANTIOPTERYX PLICATA</i> PETERS, 1867</b> .....	28
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
Anatomía.....	38
Histología .....	47
<b>CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	60

## RESUMEN

*Balantiopteryx plicata* es un murciélago embalonúrido de distribución neotropical que presenta un patrón reproductor monoéstrico estacional. Se analizó la estructura anatómica e histológica del aparato reproductor de los individuos machos de *B. plicata*, así como los cambios que se observan en las diferentes etapas del ciclo reproductor, se capturaron 28 especímenes adultos en la región de Chamela, Jalisco; 6 en el mes de abril (período de apareamientos) y 22 en los meses de mayo a julio. En general la morfología del aparato reproductor de *B. plicata* sigue el patrón general de los embalonúridos. En los especímenes examinados del mes de abril, los testículos se encontraron en la región abdominal y por lo tanto, el epidídimo se alargó significativamente. En los meses de mayo a julio los testículos se encontraron en la región inguinal y el epidídimo es corto. La distancia de los testículos al pene fue significativa en abril, sin embargo, los testículos no mostraron variación en su volumen entre ambos periodos. Debido a la posición de los testículos, el en el mes de abril y se acortó en los meses de mayo a julio. La cola del epidídimo se encontró cubierta por un saco de músculo estriado altamente pigmentado. *B. plicata* presenta las glándulas sexuales accesorias características de los murciélagos (dos vesículas seminales, la próstata única y dos glándulas de Cowper). La próstata es grande y rodea casi por completo a la uretra. Aparentemente ninguno de los ejemplares capturados en abril presentaba actividad reproductora, debido a que no se encontraron espermatozoides en la luz del tracto reproductor, y en los túbulos seminíferos la serie espermatogénica no estaba completa. Condiciones semejantes presentaron los individuos capturados en mayo a julio, lo que permite señalar que la espermatogénesis no es continua en esta especie.

## INTRODUCCIÓN

La reproducción es el proceso que poseen todos los seres vivos por medio del cual se forman nuevos individuos a partir de los ya existentes. La sobrevivencia de una especie como un todo requiere que sus miembros se multipliquen. En los mamíferos incluye cambios morfológicos, fisiológicos, bioquímicos y conductuales (Ville *et al.*, 1987).

Es por esto, que se deben conocer los factores externos e internos que regulan las funciones reproductoras. En los murciélagos al igual que en la mayoría de los mamíferos placentarios, el aparato reproductor de los machos y de las hembras está adaptado para realizar las funciones asociadas con la producción como: la transportación y la recepción de los gametos (Ville *et al.*, 1987).

Sin embargo, la mayoría de los estudios reproductores se enfocan a las hembras; mientras que los estudios en machos son escasos y son aún más raros en especies de murciélagos neotropicales. Por lo que es necesario conocer las características anatómicas e histológicas de los órganos reproductores en diferentes especies y relacionarlas con su ciclo reproductor.

Los estudios anatómicos e histológicos de esta familia de murciélagos se han realizado sobre todo en especies de los trópicos y subtropicos del viejo mundo, como *Taphozous georgianus* y *T. hilli* en Australia (figura 1; Kitchener, 1973; Kitchener, 1980; Jolly y Blackshaw, 1987 y 1988). *T. nudiventris* y *T. longimanus* en India e Irak (figura 1; Gopalakrishna, 1954; Krishna y Dominic, 1983), y *Coleura afra* en África (McWilliam, 1987). Asimismo, algunas especies de



embalonúridos americanos también han sido brevemente estudiadas, como es el caso de *Balantiopterix plicata* (López-Forment, 1979), *Diclidurus albus* (figura 1; Villegas, 1983) y *Rhynchonycteris naso* (figura 1; Plumpton y Jones, 1992). Posiblemente, una de las especies en donde el aparato reproductor del macho ha sido mejor estudiado es *Tadarida brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2002) una especie de la Familia Molossidae, que en este trabajo se utilizará como un modelo para su comparación.

#### ANTECEDENTES FAMILIA EMBALLONURIDAE

En los murciélagos el aparato reproductor de los machos sigue el patrón de todos los mamíferos placentarios y está constituido por: los testículos, un sistema de conductos genitales intratesticulares y extratesticulares, glándulas accesorias y un órgano copulador. Sin embargo, dependiendo de la especie se presentan variaciones tanto en la apariencia de los órganos y las glándulas accesorias, de acuerdo a la frecuencia de los ciclos reproductores y a la estación del año (Krutzsch, 2000).

embalonúridos americanos también han sido brevemente estudiadas, como es el caso de *Balantiopterix plicata* (López-Forment, 1979), *Diclidurus albus* (figura 1; Villegas, 1983) y *Rhynchonycteris naso* (figura 1; Plumpton y Jones, 1992). Posiblemente, una de las especies en donde el aparato reproductor del macho ha sido mejor estudiado es *Tadarida brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2002) una especie de la Familia Molossidae, que en este trabajo se utilizará como un modelo para su comparación.

#### ANTECEDENTES FAMILIA EMBALLONURIDAE

En los murciélagos el aparato reproductor de los machos sigue el patrón de todos los mamíferos placentarios y está constituido por: los testículos, un sistema de conductos genitales intratesticulares y extratesticulares, glándulas accesorias y un órgano copulador. Sin embargo, dependiendo de la especie se presentan variaciones tanto en la apariencia de los órganos y las glándulas accesorias, de acuerdo a la frecuencia de los ciclos reproductores y a la estación del año (Krutzsch, 2000).

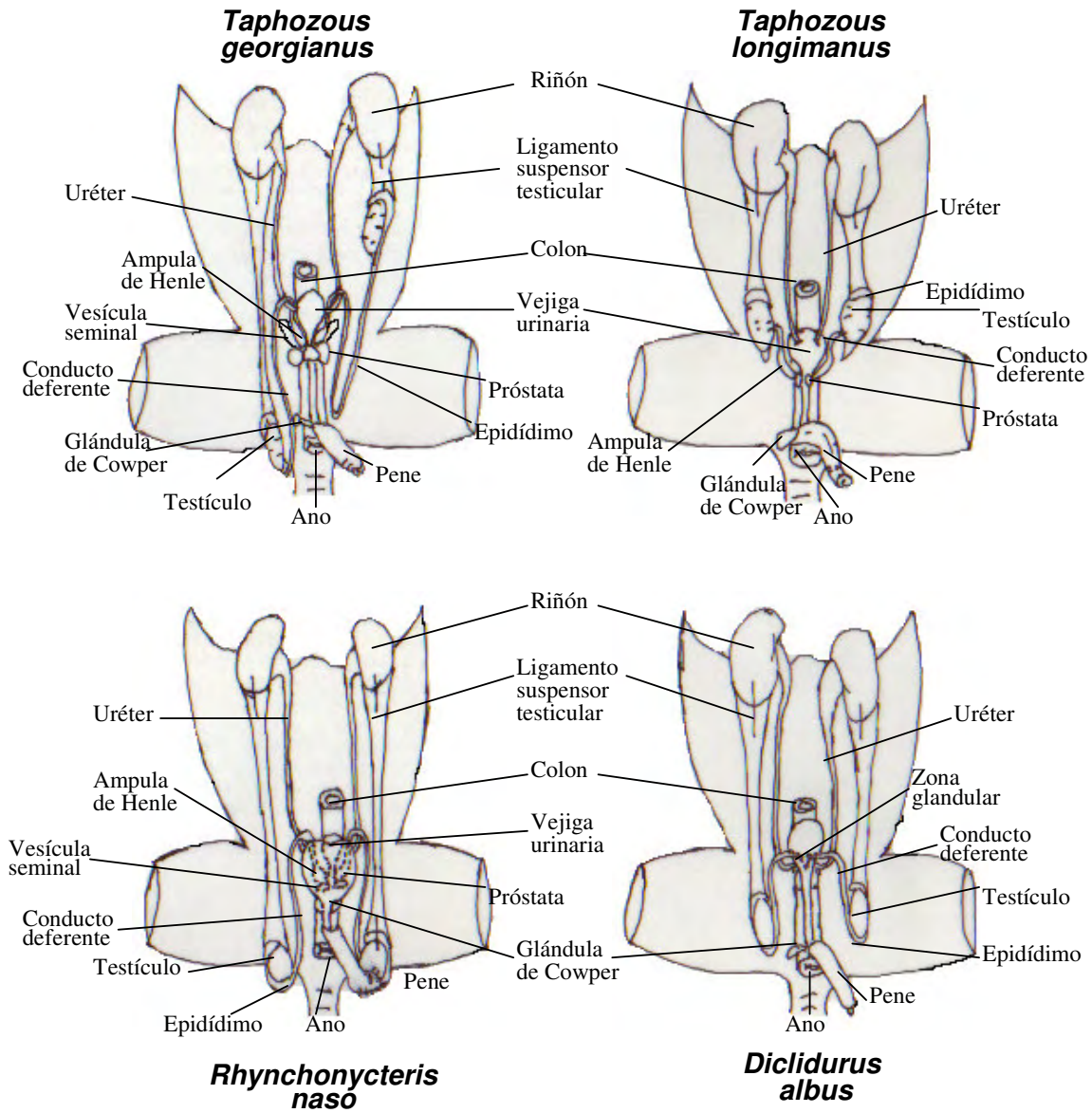


Figura 1. Aparato reproductor de algunas especies de la familia Emballonuridae. *Taphozous georgianus* (modificado de Kitchener, 1973); *T. longimanus* (modificado de Krutzsch, 1979); *Rhynchonycteris naso* (tomado de Krutzsch, 2000) y *Diclidurus albus* (modificado de Villegas, 1983).

## **Anatomía**

### *Testículos*

Se encargan de la producción de gametos masculinos, los espermatozoides, así como de la síntesis, almacenamiento y liberación de las hormonas sexuales masculinas, como son la testosterona y los estrógenos (Gartner y Hiatt, 2001; Setchell, 1978).

*Posición testicular.* Dependiendo de la especie, pero sobre todo del estado de madurez del individuo, los testículos pueden encontrarse en posición abdominal, inguinal o escrotados. En varias especies cuando los individuos entran en actividad reproductora, los testículos migran del abdomen a posición inguinal, al escroto o a los lados de la cola en el uropatagio a través del canal inguinal (Kruttsch, 2000).

En especies monoéstricas como *Taphozous georgianus* y *T. hilli* los testículos se encuentran escrotados en verano y abdominales el resto del año, aunque ocasionalmente puede hallarse un testículo escrotado y otro abdominal (Jolly y Blackshaw, 1988; Kitchener, 1973; Kitchener, 1980). Mientras que en *T. longimanus*, que tiene un patrón reproductor poliestrico continuo, los testículos se encuentran permanentemente escrotados (Gopalakrishna, 1954; Krishna y Dominic, 1983).

Villegas (1983) indica que los testículos de *Diclidurus albus*, especie monoéstrica, se encuentran en posición inguinal permanentemente. En *Tadarida brasiliensis* los testículos se encuentran simétricos dentro de un saco no

pigmentado, y durante la época reproductora se pueden ubicar apenas dentro del anillo inguinal o del canal inguinal (Krutzsch *et al.*, 2002).

En *Taphozous georgianus* y *T. hilli*, la migración testicular va del abdomen a la periferia de los anillos inguinales externos, y los testículos se ubican en un saco fascial pequeño no pigmentado, que se extiende del músculo oblicuo externo al anillo inguinal externo (Jolly y Blackshaw, 1988). El saco del escroto se observa como un abultamiento a los lados de la base del pene (Kitchener, 1973).

*Forma, tamaño y estructura de los testículos.* Son ovales y de tamaño variable. Dependiendo de la especie pueden tener desde pocos milímetros hasta más de un centímetro de largo y ancho. Se encuentran rodeados por la túnica albugínea, y generalmente está invade testículo formando septos, dentro de los cuales se hallan los tubulos seminíferos (figura 2).

Para los embalonúridos se han citado en promedio testículos de 4 mm de largo por 2.5 mm de ancho en *T. georgianus* (Kitchener, 1973) y de 3.4 mm de largo por 1.6 mm de ancho en *D. albus* (Villegas, 1983), ambos fuera de la temporada de apareamientos. Los testículos de *Tadarida brasiliensis* alcanzan su longitud máxima en febrero (6 mm), cuando inician los apareamientos, y a partir de este mes disminuye la longitud hasta el mes de julio (3 mm), que es la temporada de los nacimientos (Krutzsch *et al.*, 2002).

### *Conductos Genitales*

El sistema de conductos genitales se divide en dos tipos, los que se encuentran en el interior de los testículos (intratesticulares) y los que están fuera

(extratesticulares). Este sistema se encarga del transporte de los espermatozoides de los testículos a la uretra.

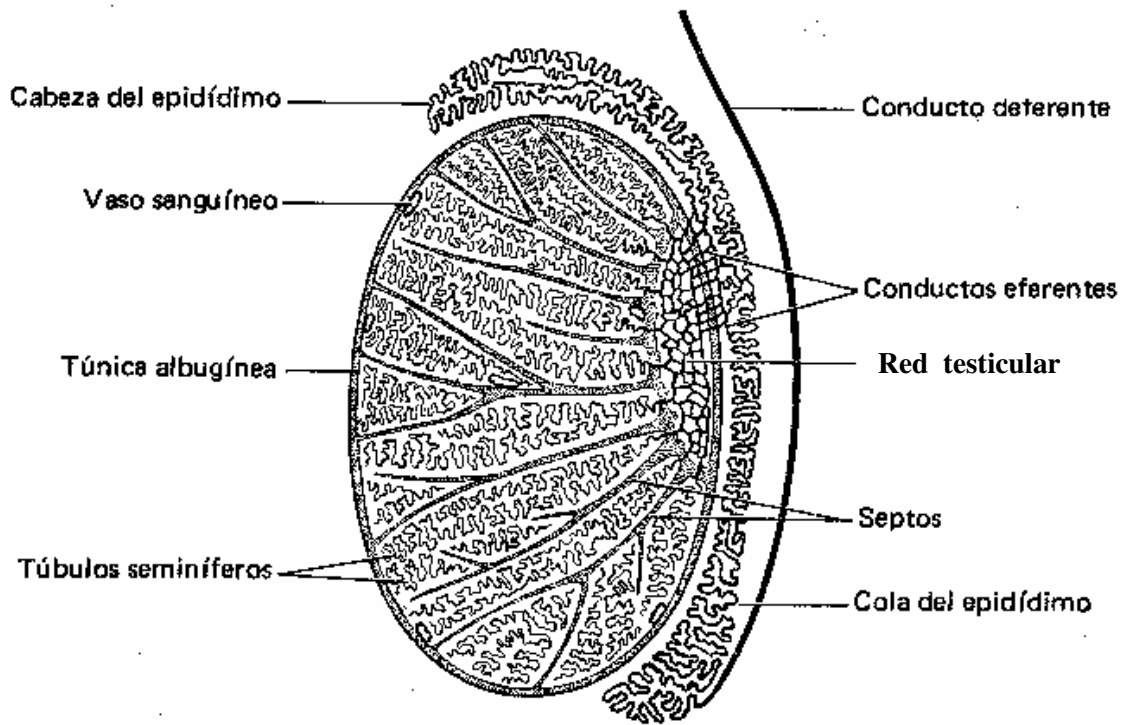


Figura 2. Estructura de un testículo, corte transversal (Tomado de Hildebrand, 1982).

*Conductos genitales intratesticulares.* Están formados por los *túbulos rectos* que conectan a los *túbulos seminíferos contorneados* a la *red testicular*. Esta red confluye a los túbulos rectos en 8 a 25 *conductos eferentes* que atraviesan la túnica albugínea del testículo y convergen en el epidídimo (figura 2; Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001).

*Conductos genitales extratesticulares.* El epidídimo es seguido por el conducto deferente que se une al conducto excretor de la vesícula seminal, ambos forman el conducto eyaculador, el cual pasa a través de la próstata y desemboca en la uretra (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000).

*Epidídimo.* Es un conducto sumamente tortuoso que se localiza lateralmente al testículo, desde su parte superior a la inferior, y se continúa con el conducto deferente. Macroscópicamente el epidídimo se puede dividir en cabeza, cuerpo y cola. Es un órgano sexual accesorio glandular que interviene en el proceso de maduración de los espermatozoides (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000). La cola del epidídimo puede almacenar espermatozoides por semanas e incluso por meses, cuando los individuos hibernan. Aunque también en especies tropicales almacenan espermatozoides por periodos largos (Krutzsch, 2000).

El epidídimo puede variar su longitud de acuerdo a la posición de los testículos. En *Taphozous georgianus* el epidídimo varía su largo de 4 a 17.6 mm. La cola del epidídimo es alargada y se ubica dentro del escroto (Kitchener, 1973). La cola del epidídimo de *Tadarida brasiliensis* se une siempre a la parte inferior del testículo (Krutzsch *et al.*, 2002).

*Conducto deferente.* Al perder el epidídimo su sinuosidad, éste se continúa por el conducto deferente, cuya función es el transporte de los espermatozoides hasta la unión con el conducto de la vesícula seminal para formar el conducto eyaculador, que finalmente se une a la uretra en su parte prostática (Gartner y

Hiatt, 2001; Kosco, 2000). En varias especies la parte terminal del conducto deferente se ensancha formando una glándula túbuloalveolar, llamada ámpula de Henle (Krutzschn, 2000).

El conducto deferente también puede presentar variaciones en su longitud y forma. En embalonúridos como *Taphozous georgianus* el conducto deferente mide 14 mm de largo, y la ámpula de Henle es alargada (2 mm) y tiene forma de pera (Kitchener, 1973). Esta glándula también se encuentra en *T. longimanus* (Krutzschn, 1979), *Diclidurus albus* (Villegas, 1983) y *Rhynchonycteris naso* (Krutzschn, 2000) e incluso en *Tadarida brasiliensis* (Krutzschn *et al.*, 2002).

#### *Glándulas accesorias*

Además del ámpula de Henle, el aparato reproductor tiene un par de vesículas seminales, la próstata y dos glándulas bulbouretrales o de Cowper. El funcionamiento conjunto de estas glándulas reflejan el estado reproductor, y manifiestan cambios estacionales en tamaño y actividad (Krutzschn, 2000).

*Vesículas seminales.* Se localizan regularmente entre la superficie posterior del cuello de la vejiga y la próstata, son dos estructuras tubulares sumamente enrolladas, que producen una sustancia, formada por fructuosa, fibrinógeno y vitamina C, que da sustento a los espermatozoides. Se han descrito en diferentes especies de varias familias pero se cree que las familias Nycteridae, Rhinopomatidae y Natalidae carecen de ellas (Krutzschn, 2000).

Las vesículas seminales en los embalonúridos generalmente son ovaladas. En *Taphozous georgianus* se encuentran próximas a la parte posterior de la



próstata y a lo largo del cuello de la vejiga y tienen un largo de 3.5 mm por 1.5 mm de ancho (Kitchener, 1973).

*Próstata.* Normalmente rodea el cuello de la vejiga urinaria y la parte superior de la uretra, es la más grande de las glándulas accesorias. Se encarga de la secreción de una sustancia blanca y serosa, compuesta de ácido cítrico y enzimas hidrolíticas que neutralizan el plasma seminal y favorece los movimientos activos de los espermatozoides eyaculados. Se encuentra en todas las familias de murciélagos (Krutzschn, 2000).

La próstata en los embalonúridos puede rodear parcialmente a la uretra en su parte cefálica, y se une a la vesícula seminal por una capa delgada de tejido conjuntivo (*Taphozous georgianus*; Kitchener, 1973), o bien, se encuentra en la parte dorsal a las vesículas seminales (*Diclidurus albus*; Villegas, 1983).

*Glándulas de Cowper.* Son un par de glándulas que se sitúan al dorso de la porción bulbar de la uretra. Liberan una solución que lubrica a la uretra, la cual precede al semen antes de la eyaculación. Estas glándulas parecen ser universales en los murciélagos (Krutzschn, 2000). En *T. georgianus* las glándulas de Cowper se ubican a ambos lados del recto y tiene conductos pequeños que entran por detrás de la uretra, miden en promedio un largo de 2.2 mm por 2.5 mm de ancho Kitchener, (1973).

### *Uretra*

Es el conducto a donde llegan los espermatozoides y los productos de las glándulas accesorias para constituir el semen, el cual conduce a través del pene

hasta llegar al aparato reproductor de la hembra. Se divide en tres porciones: 1) prostática, que va de la vejiga urinaria al vértice caudal de la próstata; 2) membranosa, que empieza al final de la parte prostática y termina cuando la uretra penetra al bulbo del pene; y 3) esponjosa, que continua hasta la apertura externa de la uretra (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001).

### *Pene*

Éste rodea a la uretra y es la parte terminal del aparato reproductor del macho, que se encarga de depositar el semen en el tracto reproductor de la hembra. La parte final de su cuerpo, se ensancha para formar el glande, el cual puede variar en tamaño y forma entre las diferentes especies (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Krutzsch, 2000). En *T. georgianus* mide alrededor de 3.5 a 6 mm de largo, el glande es elongado (1.5 mm de ancho), con apariencia glandular y tiene un prepucio retráctil (Kitchener, 1973). En *D. albus* mide 5.5 mm de largo y el glande 0.7 mm de ancho (Villegas, 1983).

## **Histología**

### *Testículos*

Se hallan rodeados por una *cápsula* de tres túnicas contiguas: 1) la vaginal, que es la más externa; 2) la albugínea, es la parte media; y 3) la vascular, que es la más cercana al parénquima (Dellmann y Wrobel, 1993; Kosco, 2000; Setchell, 1978).

La túnica vaginal es de origen peritoneal, consta de mesotelio y una capa de tejido conjuntivo que se fusiona con la siguiente túnica. La túnica albugínea es una cápsula sólida de tejido conjuntivo denso e irregular que invade al testículo y lo divide en un número variable de lóbulos testiculares (figura 2). Justo por debajo de esta última cubierta, se encuentra un tejido conjuntivo laxo muy vascularizado, que integra la túnica vascular (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000; Setchell, 1978).

En *Diclidurus albus* además de la túnica vaginal y albugínea, hay una densa cubierta de pigmento oscuro, que rodea al testículo e incluso se encuentran cúmulos de pigmento en el intersticio de los túbulos seminíferos, que le dan el color negro a los testículos. El pigmento también se extiende hacia el estroma del epidídimo y del conducto deferente (Villegas, 1983).

*Túbulos seminíferos.* Se hallan rodeados por la una membrana basal formada de colagena tipo IV, laminina y fibronectina. El túbulo seminífero está

compuesto por células de Sertoli y las células de la serie espermatogénica, las primeras alimentan y dan soporte a las últimas (Gartner y Hiatt, 2001; Setchell, 1978).

Los testículos de *Taphozous georgianus* durante la época de cópulas, presentan los túbulos seminíferos bien desarrollados con células de Sertoli y toda la serie espermatogénica, y posee una luz pequeña que se cierra frecuentemente (Kitchener, 1973). En *Diclidurus albus* los túbulos tienen una luz amplia y un epitelio que contiene dos capas de células germinales: las espermatogonias y los espermatoцитos primarios; los túbulos miden hasta 127  $\mu\text{m}$  de diámetro (Villegas, 1983).

*Compartimento intersticial.* Son los espacios que se forman entre los túbulos seminíferos contorneados y es donde se encuentran los vasos sanguíneos y las células intersticiales endócrinas, las células de Leydig (Dellmann y Wrobel, 1993; Setchell, 1978). Las células de Leydig son las encargadas de la producción de los andrógeno, son células grandes y poliédricas. El arreglo de los componentes intersticiales varía entre las especies (Kosco, 2000; Setchell, 1978). Por ejemplo, *Taphozous georgianus* carece de tejido intersticial entre los túbulos (Kitchener, 1973) y en *D. albus* se pueden encontrar células de Leydig y conglomerados de células libres (Villegas, 1983).

### *Conductos Genitales*

*Conductos genitales intratesticulares.* Los *túbulos rectos* están rodeados por una membrana basal, tejido conjuntivo laxo, su epitelio posee células

cuboides con microvellosidades y un cilio en su segunda mitad. La *red testicular* se envuelve de tejido conjuntivo vascular y tiene un epitelio cúbico semejante al de los túbulos rectos. Los *conductos eferentes* se hallan dentro de tejido conjuntivo delgado y una capa de células de músculo liso que aumenta hacia su parte distal; su epitelio se reviste de células cuboides no ciliadas y de células cilíndricas ciliadas (tabla 1) (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000).

*Epidídimo*. Está rodeado por una túnica vaginal, una túnica albugínea, una capa de músculo liso y tejido conjuntivo laxo. El epitelio del epidídimo está recubierto por un epitelio pseudoestratificado compuesto por células principales cilíndricas con microvellosidades y células basales poligonales pequeñas. Las células principales cilíndricas son más altas en la cabeza del epidídimo que en el resto del mismo (Dellmann y Wrobel, 1993; Kosco, 2000). En algunas especies la túnica vaginal que cubre la cola del epidídimo se encuentra con frecuencia muy pigmentada (tabla 1) (Krutzschnig, 2000).

En el epidídimo de *T. georgianus* el epitelio columnar pseudoestratificado es alto en la cabeza del epidídimo, lo que reduce su luz (Kitchener, 1973). En *D. albus* el conducto del epidídimo tiene un diámetro de 51  $\mu\text{m}$  y se halla dentro de tejido conjuntivo laxo con algunos vasos sanguíneos y el epitelio es cúbico simple y de una altura de 7.8  $\mu\text{m}$  (Villegas, 1983).

*Conducto deferente*. Bajo la túnica vaginal hay una capa triple de músculo liso: dos longitudinales (externa e interna) y una circular (media). Por debajo se encuentra una capa delgada de tejido conjuntivo. El epitelio es cilíndrico

pseudoestratificado estereociliado, similar al del epidídimo, pero con las células principales más cortas (tabla 1) (Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000).

Tabla 1. Características histológicas de los conductos genitales de murciélagos.

<b>Conducto</b>	<b>Recubrimiento epitelial</b>	<b>Tejido de apoyo</b>
Túbulos rectos	Células de Sertoli en la mitad proximal; epitelio cúbico con microvellosidades y cilio en la segunda mitad.	Tejido conjuntivo laxo.
Red testicular	Epitelio cúbico simple con microvellosidades y cilios.	Tejido conjuntivo vascular.
Conductos eferentes	Células cúbicas no ciliadas alternadas con células cilíndricas ciliadas.	Tejido conjuntivo delgado rodeada por una capa delgada de músculo liso circular.
Epidídimo	Epitelio pseudoestratificado, compuesto por células basales cortas y células principales altas estereociliadas con actividad secretora.	Tejido conjuntivo laxo delgado rodeada por una capa de músculo liso circular.
Conducto deferente	Epitelio cilíndrico pseudoestratificado estereociliado.	Tejido conjuntivo fibroelástico laxo; tres capas de músculo liso grueso, longitudinal-circular-longitudinal.
Conducto eyaculador	Epitelio cilíndrico simple.	Tejido conjuntivo subepitelial plegado.

En *T. georgianus* el conducto deferente está envuelto por una membrana basal delgada y una capa de músculo liso bien desarrollada, su epitelio es pseudoestratificado (Kitchener 1973). En *D. albus* hay una capa de músculo liso con orientación circular que rodea a este conducto. El ámpula de Henle posee un epitelio cúbico (Villegas, 1983).

*Conducto eyaculador.* Es un túbulo recto y corto, se forma después de la unión del conducto deferente y del conducto excretor de las vesículas seminales, atraviesa la próstata y deposita los espermatozoides en la uretra. El conducto eyaculador carece de músculo liso en su pared y su luz está recubierta por un epitelio cilíndrico simple (tabla 1) (Gartner y Hiatt, 2001).

#### *Glándulas accesorias*

*Vesículas seminales.* Se encuentran encapsuladas por una capa delgada de tejido conjuntivo fibroelástico, una capa doble de músculo liso (circular interna y longitudinal externa) y otra capa fibroelástica. La luz está revestida por un epitelio cilíndrico pseudoestratificado que se compone de células basales cortas y células cilíndricas bajas. Cada célula cilíndrica tiene múltiples microvellosidades cortas y un cilio que se proyecta a la luz de la glándula (Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000). Cuando son activas, la luz se llena por una secreción eosinófila ligeramente granular (Krutzschnig, 2000).

En las vesículas seminales de *Taphozous georgianus* la cápsula al igual que el estroma poseen fibras de músculo liso. Los acinos que componen a las vesículas se alinean y se hallan envueltas por una capa de células serosas con

una membrana basal delgada, poseen un epitelio pseudoestratificado secretor y epitelio cuboide estratificado, la luz del canal central es grande. Los acinos son más largos en la periferia, tienen 280  $\mu\text{m}$  de diámetro (Kitchener, 1973).

*Próstata.* La cápsula y el estroma están formados por tejido conjuntivo denso fibroso y fibras de músculo liso. Se compone de un número variable de glándulas tubuloalveolares individuales dividida en lóbulos glandulares cuyos conductos se vacían a la uretra prostática. El epitelio es simple cuboidal o cilíndrico con células basales ocasionales, el cual cambia a epitelio cilíndrico estratificado o epitelio de transición hacia las porciones terminales de los conductos. Las células cilíndricas altas poseen microvellosidades, y algunas veces, proyecciones apicales en forma de vesículas (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001). Su secreción es granulosa, eosinofílica y homogénea (Kruttsch, 2000).

La próstata de *T. georgianus* posee una cápsula y un estroma de músculo liso y tejido conectivo fibroso, donde fibras simples de músculo liso separan a los acinos de forma oval (100  $\mu\text{m}$  de diámetro) muy estrechamente unidos (Kitchener, 1973). En *Diclidurus albus* la próstata es tubular, la cápsula y el estroma se compone de tejido conjuntivo y músculo liso, el epitelio varía de cúbico simple a columnar bajo (Villegas, 1983). En *Tadarida brasiliensis* es una glándula tubuloalveolar (Kruttsch *et al.*, 2002).

La próstata de *T. brasiliensis* se agranda durante la época reproductora (febrero-abril), los alvéolos crecen y se llenan de una secreción que es variable en



su composición, por lo que en ocasiones se ven granulaciones. La secreción en la luz puede variar debido a la constancia de los apareamientos (Krutzsch *et al.*, 2002).

*Glándulas de Cowper.* Son tubuloalveolares, también se hallan encapsuladas en tejido conjuntivo fibroelástico y el estroma de tejido conjuntivo denso e irregular y con células de músculo liso y esquelético. El epitelio va de cúbico simple a cilíndrico simple (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001). Poseen un epitelio columnar secretor en la temporada reproductora activa, mientras que en la época inactiva, involucionan y el epitelio se vuelve cúbico (Krutzsch, 2000).

### *Uretra*

Este conducto se encuentra formado por una túnica adventicia de tejido conjuntivo laxo, seguida de una túnica de músculo liso en la parte más cercana a la vejiga y de músculo estriado en el resto. Toda la uretra en su interior está cubierta por una mucosa provista de pliegues longitudinales que se aplanan durante la erección y la micción, cuyo recubrimiento principal es un epitelio de transición con zonas de tamaño variable con epitelio cilíndrico, cilíndrico estratificado o cúbico (Dellmann y Wrobel, 1993). Puede tener glándulas secretoras de moco dentro del estroma muscular, pequeñas y tubulares con epitelio cilíndrico, que se conocen como glándulas uretrales o de Littre. Se encuentran a lo largo de la uretra, aunque son más prominentes en la región prostática (Krutzsch, 2000).

## *Pene*

Consta de tres estructuras eréctiles encerradas cada una por la túnica albugínea, que es una cápsula de tejido conjuntivo denso y fibroso. Dos de estas estructuras son los cuerpos cavernosos que se encuentran en posición dorsal, mientras que la tercera estructura, el cuerpo esponjoso, se halla en posición ventral y alberga la parte peneana de la uretra. El cuerpo esponjoso termina en una porción bulbar crecida, denominada glande del pene. Esta última sección se encuentra perforada por la uretra en forma de hendidura vertical (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000). El pene puede o no presentar un hueso dentro del tejido eréctil del glande, que se conoce como báculo y puede estar al final del cuerpo cavernoso (Krutzschnig, 2000).

El pene de *Taphozous georgianus* tiene dos cuerpos cavernosos accesorios, cartílago bipartido con cavidades medulares, que se unen a la altura del glande. Además está rodeado por músculos, glándulas mucosas en el prepucio y parte del glande está ornamentado con espinas (Kitchener, 1973).

*Báculo.* Aparentemente se encuentra en todas las especies de embalonúridos, y se ha descrito para varias especies como *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx bilineata*, *Cormura brevirostris*, *Peropteryx macrotis*, *P. kappleri*, *Balantiopteryx plicata* y *B. io* (Brown et al., 1971).

*Espermatogénesis.* La producción de espermatozoides es continua en especies poliéstricas no estacionales como *T. longimanus* (Gopalakrishna, 1954), e inclusive en algunas especies monoéstricas como *T. georgianus* (Kitchener,

1973). Un caso particular es el de *T. nudiventris*, en la cual el apareamiento se realiza en el otoño, la hembra almacena los espermatozoides y la fertilización se realiza hasta la primavera siguiente (Basra, 1967, citado en Krutzsch, 1979). Los machos de *Coleura afra* reflejan el patrón poliéstrico bimodal estacional de las hembras, al incrementar el peso testicular al final de cada una de las temporadas de lluvias (McWilliam, 1987).

En *Tadarida brasiliensis* los espermatoцитos comienzan a dividirse desde el mes de agosto y para diciembre se encuentran las primeras espermátidas. A finales de febrero los espermatozoides son abundantes en la luz del túbulo y en el epidídimo. A mediados de abril no hay espermatozoides en los testículos y algunos permanecen en la cola del epidídimo (Krutzsch *et al.*, 2002).

#### ANTECEDENTES *BALANTIOPTERYX PPLICATA*

La información sobre el aparato reproductor de los machos de *Balantiopteryx plicata* es la siguiente: López-Forment (1979) cita que los machos almacenan espermatozoides tanto en los testículos como en el epidídimo durante todo el año; con menor cantidad en mayo y agosto, y sugiere que se incrementa gradualmente de octubre a diciembre, descendiendo finalmente en febrero y marzo, como resultado de los apareamientos. El báculo es plano en la parte proximal y redondeado en su parte distal, es muy variable en forma y el tamaño promedio es de 0.65 mm de largo por 0.55 mm de ancho en su base (Brown *et al.*, 1971).

## Patrones de Reproducción

La mayoría de las especies de murciélagos que habitan ambientes templados tienen un sólo período de reproducción al año, una sola cría y se denominan monoestras; otras especies son poliestras porque desarrollan más de un período reproductor al año. Las hembras que tienen una sola cría por parto se les conocen como monotocas y a los que tienen más de una, como politocas (Jerret, 1979; Neuweiler, 2000; Romero-Almaraz *et al.*, 2006; Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz, 1995b).

Los murciélagos tropicales pueden ser monoéstricos estacionales estrictos o monoéstricos no estacionales; poliéstricos bimodales estacionales o continuos; y poliestros multimodales estacionales o continuos (Racey y Entwistle, 2000).

Los ciclos reproductores de los machos no siempre coinciden con los ciclos de la hembra; sin embargo, también están sujetos a los cambios climáticos y a la disponibilidad de alimento (McWilliam, 1987). En los machos de climas tropicales la espermatogénesis coincide con la temporada de lluvias y al consecuente incremento de insectos, y puede interrumpirse en los meses más fríos o más secos (Jolly y Blackshaw, 1987).

Cuando las hembras son monoéstricas los machos también presentan un sólo período de espermatogénesis, aunque se ha reportado que *Taphozous hildegardeae*, especie monoéstrica, presenta una segunda espermatogénesis no funcional, lo cual puede reflejar un patrón poliéstrico ancestral que fue mantenido por el cuidado del harem durante todo el año (McWilliam, 1988). En el caso de un

patrón poliéstrico bimodal, los machos presentan dos espermatogénesis. Para las especies poliéstricas estacionales o continuas, la espermatogénesis se presenta de manera continua (Racey y Entwistle, 2000).

En general, la mayoría de los murciélagos insectívoros, como es el caso de *B. plicata*, se reproducen estacionalmente, y las especies sincronizan sus etapas reproductoras a fin de que las crías nazcan en el tiempo en que la disponibilidad de recursos es mayor; que en el caso de los animales tropicales, coincide con la temporada de lluvias (Bradbury, 1979; Racey y Entwistle, 2000).

## JUSTIFICACIÓN

Considerando la información anterior, se observa que los estudios descriptivos sobre el aparato reproductor de los machos en los embalonúridos son escasos. De las nueve especies que habitan nuestro país sólo se ha descrito el aparato reproductor de *Diclidurus albus*. Por lo anterior, es mi interés contribuir en este trabajo con el estudio de la anatomía e histología descriptiva del aparato reproductor de *Balantiopteryx plicata*. Lo cual nos permitirá establecer de manera apropiada el período reproductor de la especie en estudio y de esta forma contribuir con el establecimiento de estrategias para su conservación.

## OBJETIVO GENERAL

Describir el aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata* (Chiroptera: Emballonuridae), tanto a nivel anatómico como histológico.

## Objetivos Particulares

- 1) Describir la anatomía e histología del aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata*.
- 2) Identificar si existen variaciones anatómicas e histológicas en el aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata* en dos temporadas del ciclo reproductor.

## ÁREA DE ESTUDIO

Este trabajo se realizó en el municipio de la Huerta, Jalisco, en la región de Chamela, que se localiza en la vertiente occidental del Pacífico mexicano, dentro de la zona intertropical. La región se limita por el río San Nicolás al noroeste y el río Cuixmala al suroeste. Dentro de estos límites se encuentra la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (figura 3).

*Geología.* Se encuentra situada dentro de la unidad geológica llamada Bloque de Jalisco, que pertenece a la placa continental Norteamericana (Schaaf, 2002). El substrato contiene basalto, reolita y conglomerados no consolidados (Bullock, 1988).

*Topografía.* La región se caracteriza por tener en algunas partes de la costa planos de regular importancia; hacia el interior, tiene lomeríos y pequeñas cañadas, las cuales algunas confluyen en arroyos, de los cuales, algunos conservan agua cerca de sus desembocaduras en el océano Pacífico, como el arroyo Chamela. En promedio el terreno no sobrepasa los 150 msnm, pero la altitud varía de 10 a 580 msnm (Bullock, 1988).

*Hidrología.* El área cuenta con dos ríos permanentes San Nicolás y Cuixmala; los cuales al igual que numerosos arroyos tienen agua corriente durante el periodo de lluvias; y en el resto del año, el agua es permanente sólo cerca a las desembocaduras donde se forman esteros.

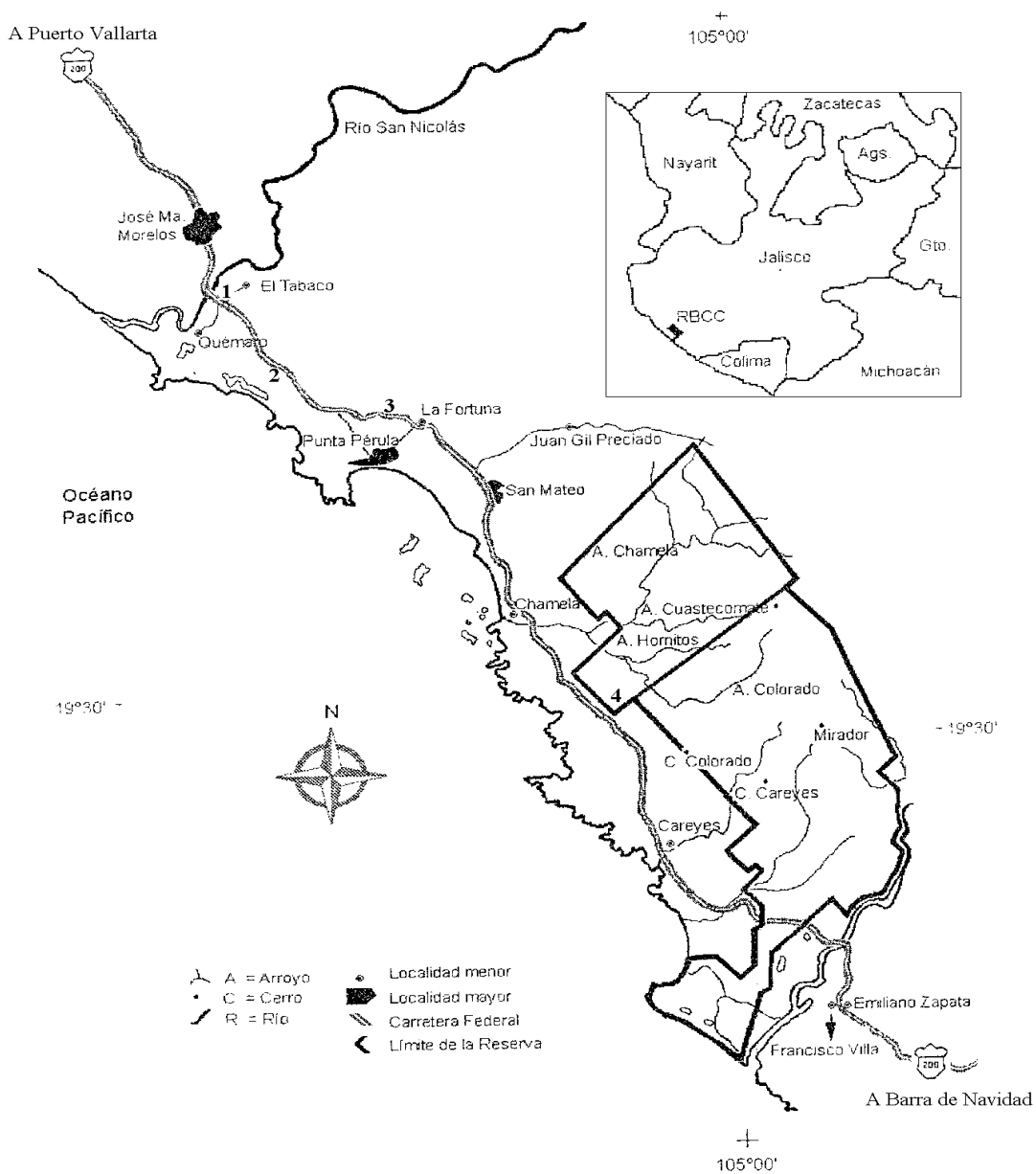


Figura 3. Área de estudio mostrando la ubicación de los sitios de colecta en la región de Chamela: 1) Puente Guayabiloso, km 80 de la carretera Barra de Navidad – Puerto Vallarta; 2) Túnel de riego, km 78 de la carretera Barra de Navidad – Puerto Vallarta; 3) Casa, km 75.2 de la carretera Barra de Navidad – Puerto Vallarta y 4) Instalaciones de la Estación de Biología Chamela. Modificado de Noguera *et al.* (2002).



*Clima.* De acuerdo con la clasificación de Köppen, la región de Chamela pertenece al tipo de clima  $Aw_0$ , es decir, cálido subhúmedo, con lluvias en verano y un régimen isotermal. Este clima es el más seco de los tipos subhúmedos. La temperatura media anual es de 24.6°C (1978-2000), el promedio de la temperatura máxima anual es de 30°C (1978-2000) y el de la mínima anual es de 19.5°C (1978-2000) (figura 4). Los valores máximos de temperatura se presentan entre junio y septiembre (Bullock, 1988; García-Oliva *et al.*, 2002). La precipitación media anual es de 788 mm (1977-2000), el patrón de precipitación es marcadamente estacional, y se concentra entre junio y octubre (Bullock, 1988; García-Oliva *et al.*, 2002) (figura 4).

*Vegetación.* Los principales tipos son la selva baja caducifolia, la selva mediana subperennifolia, la vegetación riparia, el matorral espinoso y el manglar. También son importantes las tierras de cultivo y las zonas dedicadas a la ganadería (Lott, 1993).

*Quiropterofauna asociada a *Balantiopteryx plicata*.* En los refugios estudiados también se observaron algunas veces especímenes de *Pteronotus parnellii*, *Glossophaga soricina*, *Desmodus rotundus* *Natalus stramineus* y muy rara vez *Leptonycteris yerbabuena*.

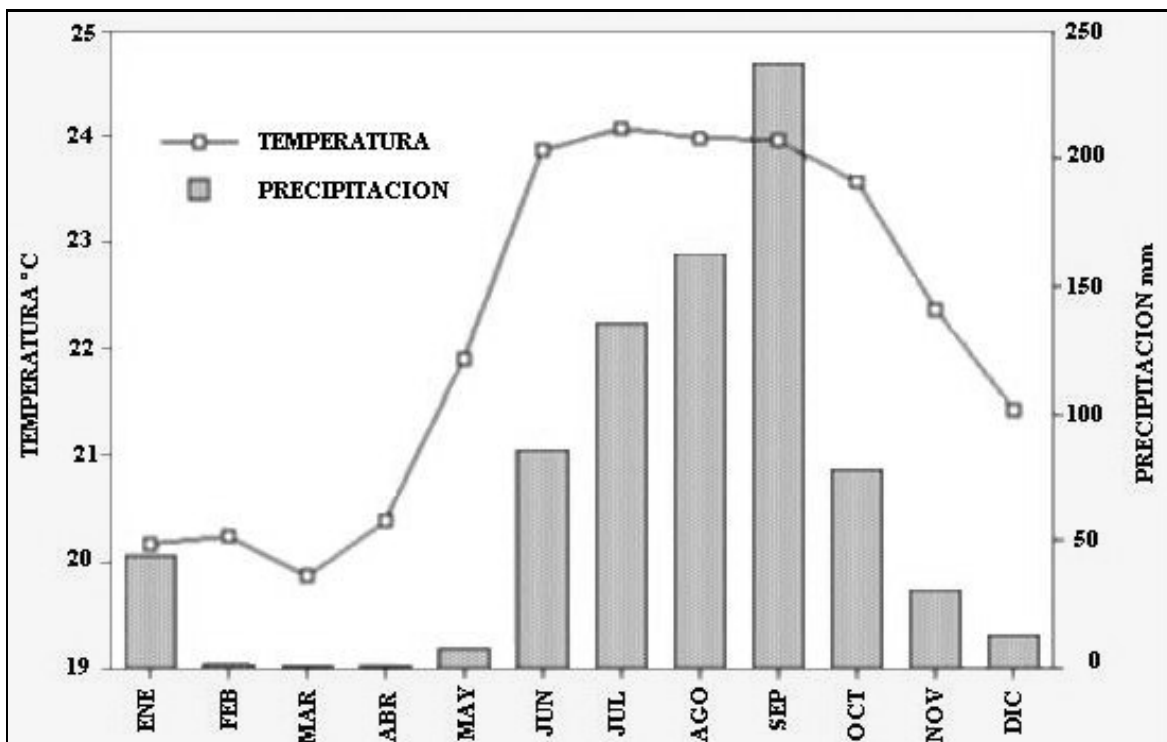


Figura 4. Climograma para la Estación de Biología de Chamela. Modificado de <http://www.ibiologia.unam.mx/ebchamela/>.

## GENERALIDADES DE *BALANTIOPTERYX PPLICATA* PETERS, 1867

El género *Balantiopteryx* se ubica dentro de la Familia Emballonuridae, que pertenece al Suborden Microchiroptera (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988, Hall, 1981). En México se encuentran seis géneros y nueve especies, siendo *B. plicata* y *Saccopteryx bilineata* las más abundantes y las de mayor distribución (Romero-Almaraz *et al.*, 2006). La familia presenta básicamente tres patrones reproductores: monoestro estacional, poliestro bimodal estacional y poliestro no estacional. El género incluye tres especies: *B. infusca*, *B. io* y *B. plicata*, las dos últimas habitan en México (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

A *B. plicata* se le conoce comúnmente como murciélago azulejo, es de las especies más pequeñas dentro de los embalonúridos, pero es la más grande del género. Su longitud total es de alrededor de 50 mm y el largo del antebrazo puede ir de los 38 a los 46 mm. Tiene un color gris azulado o moreno grisáceo, con una línea blanca al borde del ala que va del calcáneo hasta el cuarto dedo (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988; Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

La frente se eleva del rostro y no se levanta abruptamente, aunque puede haber una depresión entre la frente y la nariz. Los márgenes de la fosa interpterigoidea son rectos. El proceso postorbitario es largo y delgado y se dirige al último molar superior. Los incisivos superiores tienen una sola cúspide, pero los inferiores son trilobulados. Los incisivos superiores son largos, puntiagudos y aparecen como una continuación de los premaxilares rudimentarios (figura 5) (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988; Hall, 1981; Villa y Cervantes 2003).

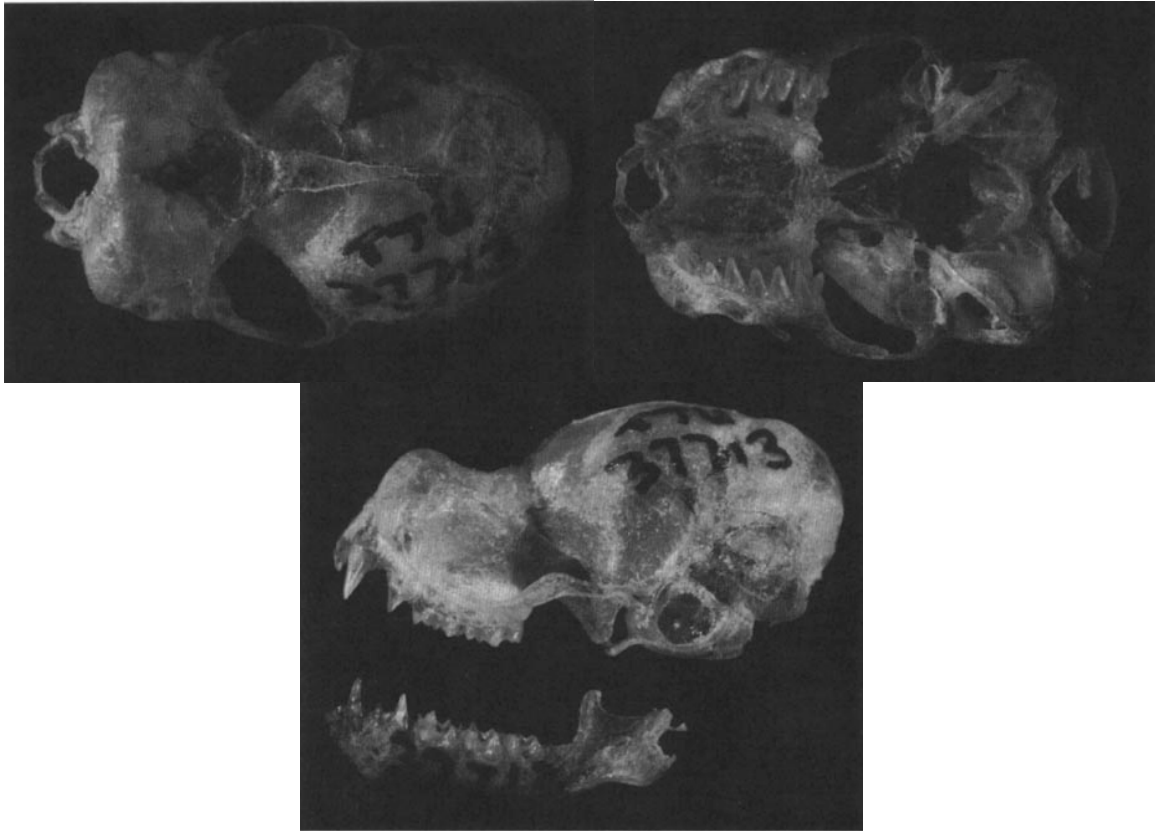


Figura 5. Cráneo de *Balantiopteryx plicata* (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988).

*Distribución.* En la vertiente del Pacífico, desde el sur de Baja California y Sonora, por la costa del Golfo de México a partir del sur de Tamaulipas y al sur hasta Costa Rica (figura 6). Habita desde el nivel del mar hasta los 1700 msnm, en diferentes tipos de vegetación como selva baja caducifolia, chaparral espinoso, sabana y selva alta. Sus refugios diurnos van desde cuevas, grietas y edificaciones humanas, como alcantarillas, puentes y construcciones semi o abandonadas (Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

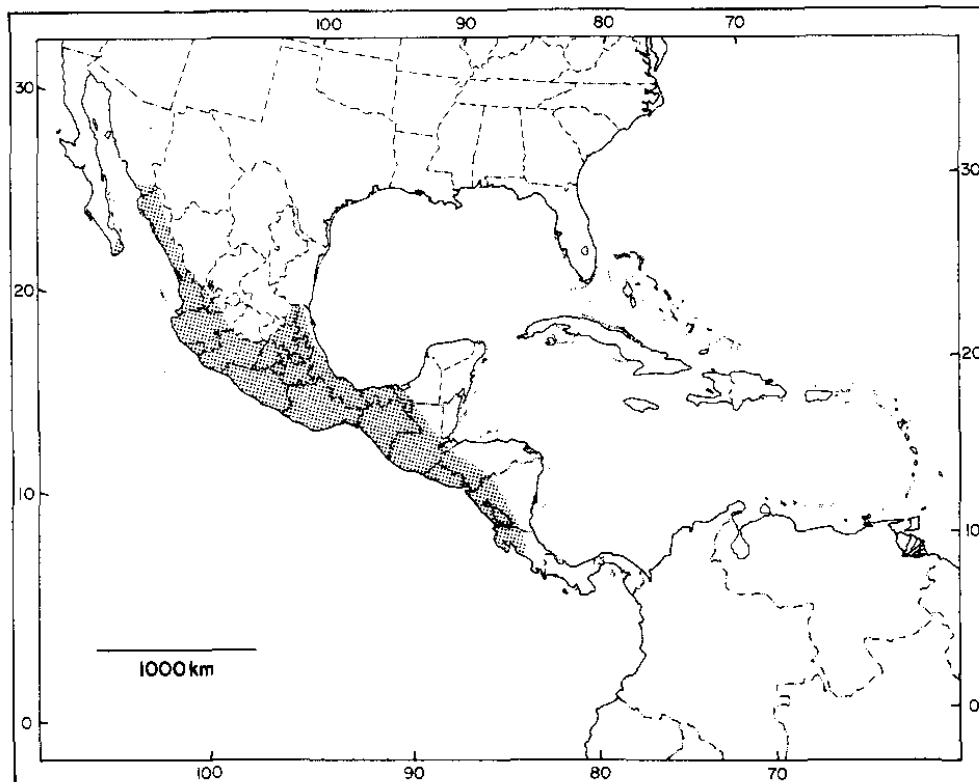


Figura 6. Distribución de *Balantiopteryx plicata*. Tomado de Arroyo-Cabrales y Knox (1988).

*Ecología.* En los refugios diurnos las colonias de *B. plicata* están compuestas de unos cuantos individuos hasta algunos miles, sin embargo, el número puede cambiar día con día (López-Forment, 1979). Dentro de refugios, los individuos se acomodan con una separación de aproximadamente 20 cm entre cada uno, suficiente distancia para que pueden extender sus alas libremente. Se han encontrado asociados a *Glosophaga sp.*, *Peropteryx macrotis*, *Artibeus jamaicensis*, *A. hirsutus*, *Carollia subrufa*, *Anoura geoffroyi* y *Desmodus rotundus*. El murciélago azulejo se alimenta exclusivamente de insectos, es oportunista y come cualquier insecto que pueda matar de hasta 9 mm de largo (López-Forment,

1979; Villa 1966).

*Reproducción.* Esta especie es monotoca y monoestra estacional. Las cópulas inician en enero y terminan en abril, la gestación dura cuatro meses y medio, los nacimientos tienen lugar de junio a agosto y la lactancia dura dos o tres meses. Las crías son precoces, al nacer pesan 2 g, casi un tercio del peso de la madre, a la segunda semana de nacidos pueden realizar sus primeros vuelos (Bradbury, 1979; Cockrum, 1955; Davis, 1944; Davis y Russell, 1952; López-Forment, 1979; Romero-Almaraz *et al.*, 2006; Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz, 1995a y 1995b).

El inicio de la actividad reproductora puede variar entre regiones. Se observó que en la región de Chamela las cópulas se dan en el período de sequía (figura 4), inician en marzo, siendo abril el mes de mayor actividad; de abril a julio, registró hembras preñadas; de julio a octubre, se da la lactancia y el destete de los jóvenes durante la temporada de lluvias (García 2007).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se recolectaron 28 ejemplares de *Balantiopteryx plicata* durante las prácticas de campo del curso taller “*Contribución a la reproducción de murciélagos en refugios artificiales de la región occidental de México*” impartido por el Dr. Cornelio Sánchez Hernández y la Dra. María de Lourdes Romero Almaraz, durante los meses de abril y julio del 2003 y de abril a junio del 2004 (figura 3).

*Trabajo de campo.* Los refugios diurnos de *B. plicata* se taparon con una atarraya y cortinas de arpillas de plástico, y los murciélagos se capturaron en el interior con redes entomológicas o directamente con la mano y se mantuvieron en bolsas de tela o arpillas. A todos los individuos se les tomaron medidas somáticas básicas, como largo del antebrazo (Ant), 3er metacarpo, 1a. 2a. y 3a. falange del tercer dedo, tibia (T), peso, sus condiciones de edad y de reproducción, para después marcarlos en el antebrazo o en las falanges con anillos de plástico de colores siguiendo un código previamente establecido (Romero-Almaraz *et al.*, 2000). Posteriormente los especímenes se regresaron al refugio. De aquellos individuos que murieron por el estrés de la captura y el manejo, se registraron las medidas somáticas básicas (longitud total, LT; cola vertebral, C; pata trasera, P; oreja, O), y se colocaron en alcohol al 96% para conservarlos y después realizar el trabajo de laboratorio.

De acuerdo al patrón reproductor que se ha reportado para *B. plicata* en la región de Chamela (García, 2007), esperábamos encontrar individuos que

estuvieran en su mayor actividad reproductora, mientras que para los especímenes de los meses de mayo a julio considerábamos que presentarían un periodo de inactividad. Es por esto que el trabajo con los especímenes capturados se dividió en activos (abril) e inactivos (mayo-julio).

*Anatomía.* Los 28 machos adultos se separaron en el laboratorio en estados reproductores de acuerdo con la fecha de captura y el grado de osificación de las articulaciones metacarpo-falange (Anthony, 1988), y se agruparon en tres categorías: subadultos y adultos inmaduros y adultos maduros.

Los tractos reproductores se extrajeron, midieron y fotografiaron. Las medidas obtenidas fueron: largo y ancho de ambos testículos y de las glándulas accesorias (vesícula seminal, próstata y glándulas de Cowper); largo de los conductos genitales (epidídimo y conducto deferente); largo del pene y ancho del glande; largo y ancho del saco que cubre a los testículos y distancia de los testículos a la base del pene. Con las medidas de los testículos se obtuvo el volumen testicular a partir de la siguiente fórmula:  $0.523 \times \text{largo} \times \text{ancho}^2$  (Wilkinson y McCracken, 2003). Las medidas se obtuvieron con la ayuda de un microscopio estereoscópico (SZ-ST Olympus) y un vernier digital (Zylvac) con una precisión de  $\pm 0.01\text{mm}$ . A estos datos se les calculó la media ( $\bar{x}$ ), el error estándar (EE) y se aplicó una prueba t de student para encontrar diferencias significativas entre las dos etapas reproductoras: los individuos de abril y los de mayo a julio.

*Histología.* Esta parte del trabajo se realizó en el área de histología del Laboratorio de Tejido Conjuntivo del Hospital 20 de Noviembre del ISSSTE, y se



analizaron cuatro ejemplares de cada una de las temporadas reproductoras. Para facilitar el análisis histológico el aparato reproductor se dividió en cuatro secciones: 1 y 2) testículos, tanto derecho como izquierdo, incluyendo sus respectivos epidídimos, conductos deferentes y membranas pigmentadas; 3) la zona glandular, que comprende a las vesículas seminales, la próstata y las partes prostática y membranosa de la uretra; y 4) el pene, con la uretra esponjosa y las glándulas de Cowper.

Cada sección del aparato reproductor se fijó en formol (10%), se deshidrató progresivamente en alcoholes de 80, 90, 96, y 100 % (durante 30 minutos en cada uno), se aclararon en xileno al 100% (durante 30 minutos), se incluyeron en Paraplast derretido toda la noche y se cortaron a 5  $\mu$ m en un microtomo Leica RM2125RT (Aguilar *et al.*, 1996; Uría y Mora, 1996).

Posteriormente los cortes se desparafinaron con xileno (100%), xileno/alcohol (1:1), una sucesión de alcoholes (100, 96, 80, 70 y 50 %), agua destilada y agua corriente, durante 5 minutos en cada fase. Los cortes se tiñeron con Hematoxilina (2 minutos), se hicieron virar con solución carbonatada, alcohol acidulado y agua corriente (cada corte por 5 minutos) y se contrastó con Eosina (10 segundos). Las preparaciones obtenidas se pasaron por agua destilada, agua corriente (5 minutos en cada una), en alcoholes (50, 70 y 100%) xileno/alcohol (1:1) y xileno (100%) cada uno durante 2 minutos. Finalmente se montaron con entellan (Aguilar *et al.*, 1996; Uría y Mora, 1996).

El análisis de las muestras se realizó en un microscopio óptico Leica DMLB,

donde se tomaron las fotomicrografías con el programa de computo PixeLINK. Finalmente con el programa de cómputo Image Pro Plus 6.0 se analizaron las fotomicrografías y se tomaron las siguientes medidas: diámetro de los túbulos seminíferos, epidídimo y alvéolos de la próstata y el largo del epitelio del epidídimo y de la próstata. A partir de estos datos se calcularon la media ( $\bar{x}$ ), el error estándar (EE) y se les aplicó una prueba t de student para encontrar diferencias significativas entre las medidas de las dos diferentes etapas reproductoras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 28 especímenes capturados, los seis machos recolectados en abril se consideraron activos, mientras que los 22 especímenes capturados entre mayo y julio (posterior al periodo de apareamientos), se consideraron machos inactivos sexualmente.

La anatomía e histología del tracto reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata* es similar a la de otros murciélagos y mamíferos en general, es decir, presenta dos testículos, un sistema de conductos genitales intratesticulares y extratesticulares, glándulas accesorias y un órgano copulador, lo cual puede observarse en la figura 7, donde se muestra el aparato reproductor masculino de *Balantiopteryx plicata*, mientras que las medidas de largo, ancho u volumen de las diferentes estructuras anatómicas, se indican en la tabla 2.

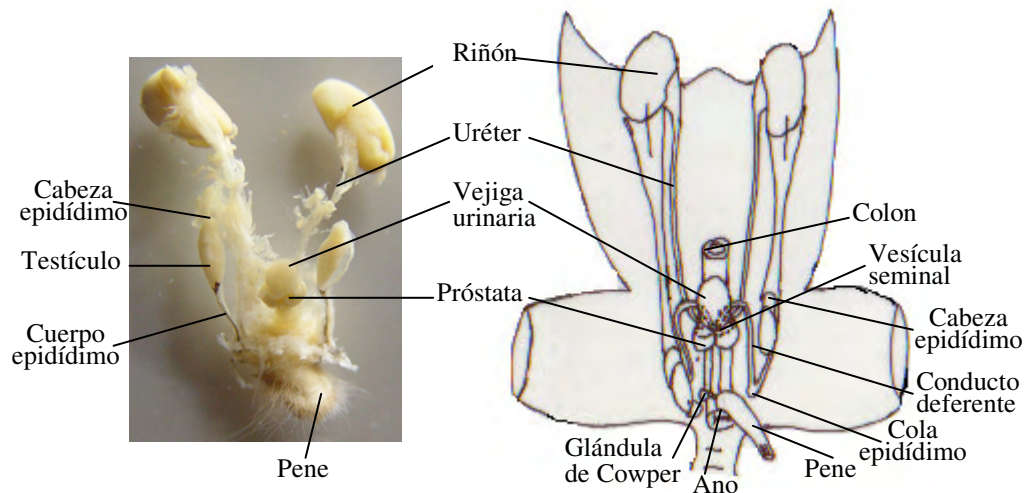


Figura 7. Anatomía del aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata*.

Tabla 2. Medidas de las estructuras del aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata*.

Estructuras (mm)	Maduros				Inmaduros				t
	X	EE	Máx	Mín	X	EE	Máx	Mín	
Largo de los testículos	2.26	0.07	2.55	1.67	2.34	0.04	2.89	1.56	0.29644
Ancho de los testículos	1.16	0.04	1.45	0.89	1.23	0.02	1.53	0.88	0.14923
Volumen de los testículos <sup>1</sup>	1.62	0.15	2.80	0.86	1.90	0.08	3.23	0.63	0.11601
Distancia de los testículos a la base del pene	2.98	0.34	4.51	1.00	1.58	0.18	4.81	0.37	0.00048*
Largo de la membrana obscura	3.68	0.34	5.10	1.58	3.40	0.15	4.89	1.22	0.41346
Largo del epidídimo	7.48	0.23	8.39	5.67	5.71	0.17	7.40	3.63	0.00003*
Largo del conducto deferente	6.71	0.22	8.03	5.73	6.27	0.14	9.61	4.80	0.13307
Largo de la vesícula seminal	0.68	0.04	0.81	0.53	0.62	0.03	0.87	0.34	0.38533
Ancho de la vesícula seminal	0.39	0.04	0.49	0.26	0.42	0.02	0.70	0.26	0.55420
Largo de la próstata	1.35	0.06	1.52	1.18	1.33	0.05	1.79	0.82	0.81743
Ancho de la próstata	2.84	0.23	3.92	2.34	2.47	0.09	3.32	1.84	0.09687
Largo de la glándula de Cowper	0.91	0.04	1.00	0.79	0.85	0.03	1.12	0.58	0.40126
Ancho de la glándula de Cowper	0.85	0.10	1.09	0.42	0.76	0.04	1.03	0.44	0.30674
Largo del pene	3.02	0.15	3.66	2.61	2.91	0.07	3.52	2.24	0.50398
Ancho del glande	1.97	0.26	2.46	0.80	2.09	0.09	2.64	0.86	0.59307
	n = 6				n = 22				

<sup>1</sup>Medidas en mm<sup>3</sup>; \* Diferencia significativa  $p \geq 0.05$ .

## Anatomía

*Tamaño y forma de los testículos.* En general los testículos son ovalados y miden en promedio 2.3 mm de largo por 1.19 mm de ancho y tienen un volumen de 1.75 mm<sup>3</sup> (tabla 2). En la figura 8 se muestra el volumen testicular de los machos activos ( $x = 1.62 \text{ mm}^3$ ) y de los machos inactivos ( $x = 1.90 \text{ mm}^3$ ), en donde no se encontraron diferencias significativas ( $t = 0.11601$ ,  $p \geq 0.05$ ) (tabla 2).

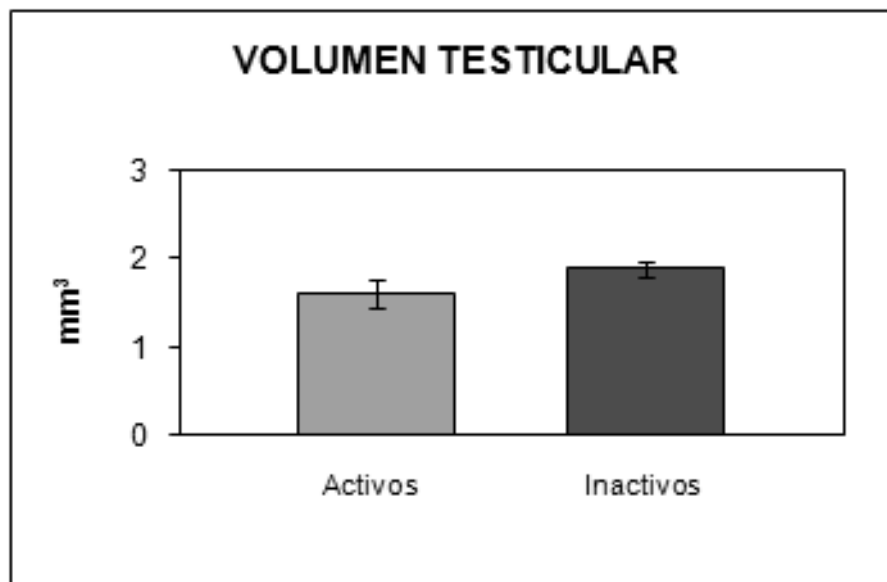


Figura 8. Promedio del volumen testicular entre individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*.

Los testículos de *B. plicata* son ovalados como los embalonúridos *Diclidurus albus* (Villegas, 1983) y *Taphozous georgianus* (Kitchener, 1973) y los del molósido *Tadarida brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2002). Además se puede observar que los testículos de *B. plicata* presentan en promedio un tamaño menor

a lo que se han citado para *D. albus*, donde miden 3.4 x 1.6 mm de largo por ancho (Villegas 1983) y en *Taphozous georgianus* que miden 4 x 2.5 mm de largo por ancho (Kitchener, 1973).

No se observaron diferencias significativas en el tamaño de los testículos de *Balantiopteryx plicata* en ninguno de los dos periodos de captura o de actividad reproductora ( $t = 0.11601$ ,  $p \geq 0.05$ ), lo que es contrario a lo citado para *Tadarida brasiliensis* (Krutzschn *et al.*, 2002), en donde los testículos alcanzan un tamaño mayor durante la etapa de apareamientos. Probablemente los testículos de los individuos considerados maduros, aún no se encontraban maduros.

*Posición de los testículos.* Regularmente los testículos de un individuo no son simétricos, y no se encuentran a la misma distancia del pene; pudiendo incluso estar uno en posición abdominal y otro en posición inguinal. En los machos capturados en abril y considerados como activos, los testículos se encontraron generalmente en posición abdominal (figura 9), con una distancia promedio al pene de  $x = 2.98$  mm. Por el contrario, en los individuos considerados como inactivos, los testículos se encontraron en posición inguinal o más cercanos a la base del pene ( $x = 1.58$  mm de distancia). La diferencia fue significativa entre ambos estados de actividad ( $t = 0.00048$ ,  $p \geq 0.05$ ; tabla 2).

*Movimiento testicular.* Los testículos descienden a la región de la ingle, y se mantienen por debajo de la piel sin desarrollar un verdadero escroto. En los especímenes del mes de abril (considerados como activos) los testículos estuvieron más alejados del pene, y las diferencias con los de los especímenes de

mayo a julio (considerados inactivos) fueron significativas. Lo que hace pensar que los individuos de abril no se hallaban maduros reproductivamente. Para los organismos considerados como inactivos, los testículos ocupaban una posición inguinal, debido al descenso de los testículos ya se había completado. En *Taphozous georgianus* la migración testicular va del abdomen al escroto (Jolly y Blackshaw, 1988; Kitchener, 1973).

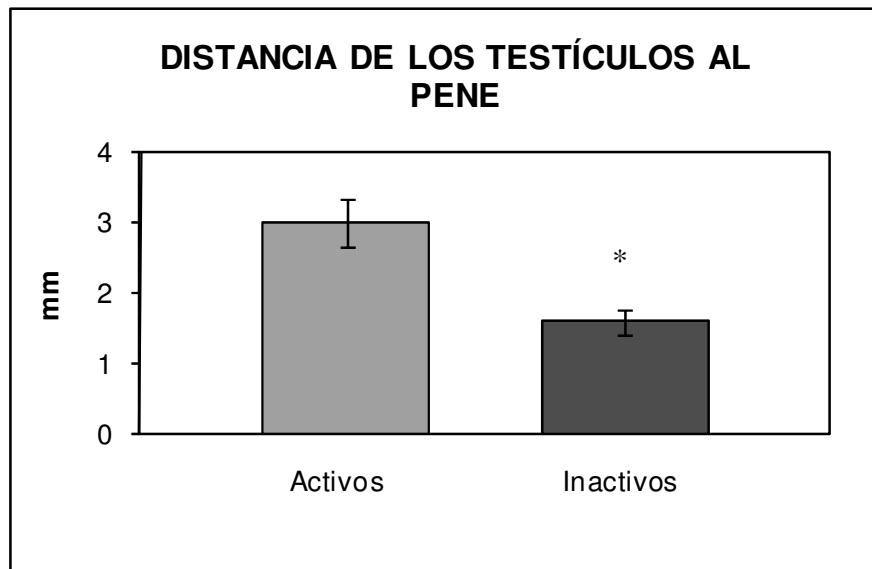


Figura 9. Comparación de los promedios de la distancia de los testículos al pene entre individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*. El asterisco (\*) representa diferencia significativa.

### *Conductos genitales*

*Epidídimo*. Sale de la parte anterior de los testículos y está formado de tres partes: la cabeza, el cuerpo y la cola. La primera se localiza por arriba del testículo; el cuerpo va por el costado del testículo hasta llegar a la base del pene;

donde forma la cola del epidídimo. La cabeza y la cola son más anchos que el cuerpo del epidídimo. De esta forma, cuando el testículo se ubica en posición abdominal como en los individuos considerados activos, el epidídimo es más largo ( $x = 7.48$  mm) que cuando se encuentra en posición inguinal ( $x = 5.71$  mm; figura 10). Por lo tanto, el epidídimo de los ejemplares activos es significativamente más largo que el de los no reproductores ( $t = 0.00003$ ,  $p \geq 0.05$ ) (tabla 2).

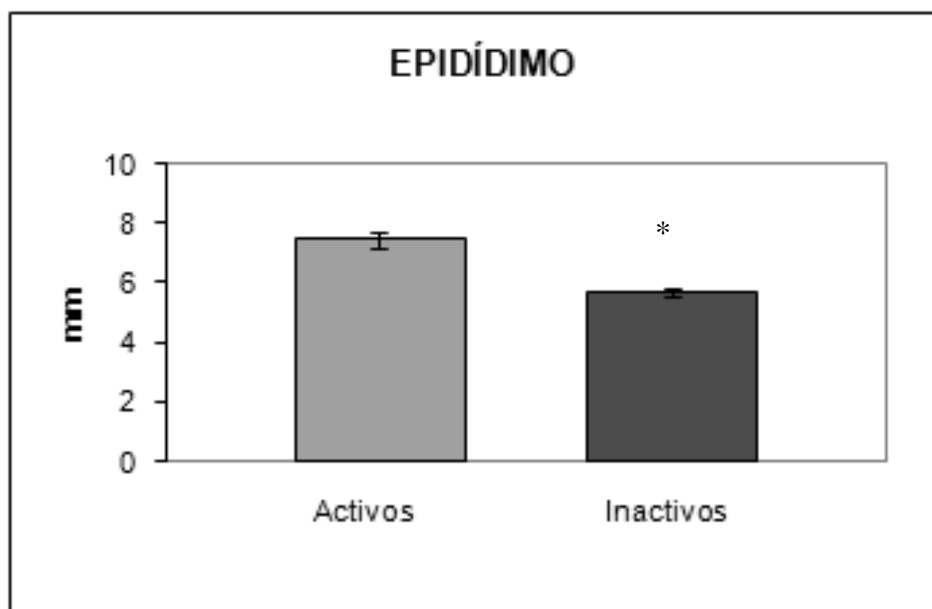


Figura 10. Comparación de los promedios de la longitud de los epidídimos de individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*. El asterisco (\*) representa diferencia significativa.

En *Balantiopteryx plicata* la longitud del epidídimo es significativa de una a otra etapa reproductora, siendo mayor en los individuos de abril, que es cuando los testículos se hallan en posición abdominal, a diferencia de lo que sucede en



los especímenes de mayo a julio. En *Taphozous georgianus* el cuerpo del epidídimo varía su largo de 4 a 17.6 mm de acuerdo a la posición de los testículos (Kitchener, 1973).

*Saco pigmentado.* Es una bolsa altamente pigmentada que sale del anillo inguinal y envuelve la cola y parte del cuerpo del epidídimo, tanto de los individuos activos como inactivos.

En los ejemplares activos la bolsa cubre la cola del epidídimo y no llega a los testículos, tiene un largo promedio de 3.68 mm. En los individuos inactivos, este saco envuelve a los testículos completa o parcialmente, y tiene un largo promedio de 3.40 mm (tabla 2). No hay diferencias significativas entre los individuos activos e inactivos ( $t = 0.41346$ ,  $p \geq 0.05$ ). Este saco también puede manifestar asimetría de longitud entre los testículos de un mismo individuo.

*Conducto deferente.* Es la continuación del epidídimo y corre por la parte posterior del testículo a través del canal inguinal, pasa por encima del uréter y descende por la parte dorsal de la próstata, para unirse al conducto excretor de la vesícula seminal y formar el conducto eyaculador, que se continúa con la uretra prostática. En los individuos activos el conducto alcanzó una media de 6.71 mm, casi medio milímetro mayor, que la media de los individuos inactivos, de 6.27, no obstante, no hay diferencia significativa entre estas dos etapas reproductoras ( $t = 0.13307$ ,  $p \geq 0.05$ ) (tabla 2). En ningún individuo examinado se encontró ensanchada la parte distal del conducto deferente. Sin embargo, creemos que el ámpula de Henle podría desarrollarse en individuos maduros sexualmente. Como

sucede en otros embalonúridos como *T. georgianus* (Kitchener, 1973), *T. longimanus* (Krutzsch, 1979), *Diclidurus albus* (Villegas, 1983) y *Rhynchonycteris naso* (Krutzsch, 2000), además del molósido *Tadarida brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2002).

#### *Glándulas accesorias*

*Vesícula seminal.* Esta glándula es pequeña, pareada y con forma de pera; se ubica en la parte anterodorsal de la próstata, justo en la parte ventral de la vejiga. En promedio los especímenes de abril tenían la vesícula seminal más larga (0.68 mm) y más angosta (0.39 mm), que la de los especímenes de mayo a julio (0.62 mm x 0.42 mm, respectivamente) (figura 11), aunque las diferencias no fueron significativas (largo  $t = 0.38533$ , ancho  $t = 0.55420$ ,  $p \geq 0.05$ ) (tabla 2). La forma de la vesícula seminal de *B. plicata* es la misma que la de otras especies de embalonúridos como *Taphozous georgianus* (Kitchener 1973), pero son más pequeñas.

*Próstata.* Es la más grande de las glándulas accesorias, tiene forma de un anillo incompleto y se encuentra alrededor de la uretra prostática, en la parte posterior de la vejiga. No se encontraron diferencias significativas entre los individuos de los dos periodos reproductores (largo  $t = 0.81743$ , ancho  $t = 0.09687$ ,  $p \geq 0.05$ ; figura 12, tabla 2). En los ejemplares activos se observó una media mayor en el tamaño (largo = 1.35 mm, ancho = 2.84 mm) que en los especímenes inactivos (largo = 1.33 mm, ancho = 2.47 mm). La próstata de *Balantiopteryx plicata* ocupa la misma posición que en *T. georgianus* (Kitchener

1973).

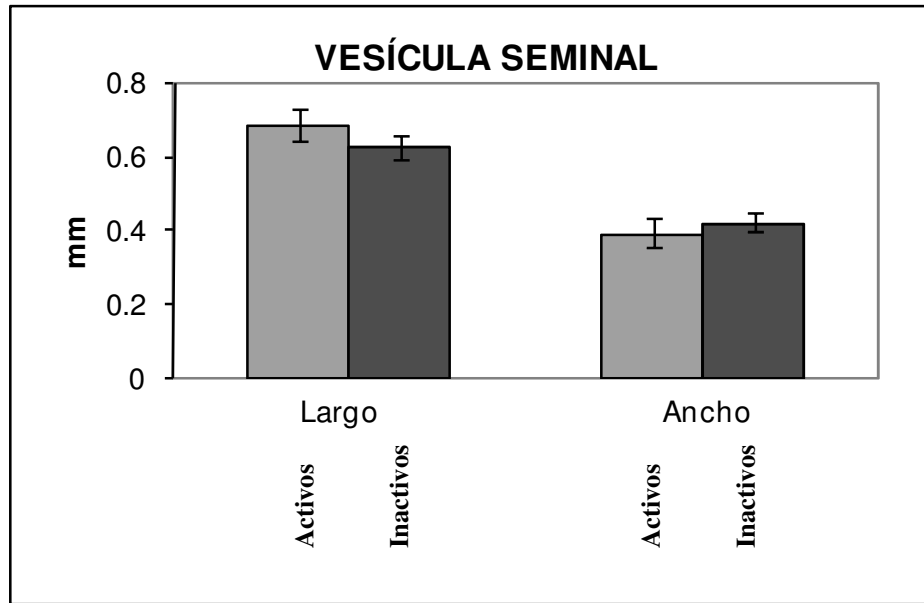


Figura 11. Comparación de los promedios del largo y el ancho de las vesículas seminales de individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*.

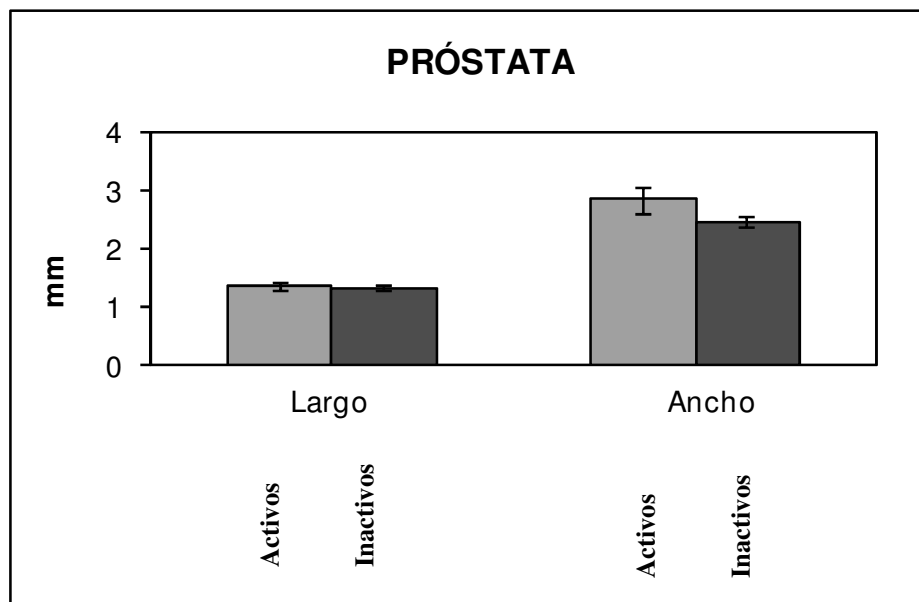


Figura 12. Comparación de los promedios del largo y ancho de la próstata de individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*.

*Glándulas de Cowper.* Son dos glándulas pequeñas, ovales y aplanadas, que se localizan en la base del pene y en posición dorso-lateral a la uretra, su límite dorsal es el ano. De manera similar a lo que sucede con la próstata, las glándulas de Cowper son de mayor tamaño en los individuos de abril (largo = 0.91 mm, ancho = 0.85 mm), a los de los individuos mayo y julio (largo = 0.85 mm, ancho = 0.76 mm). Sin embargo, tampoco se encontró alguna diferencia significativa entre ellas (largo  $t = 0.40126$ , ancho  $t = 0.30674$ ,  $p \geq 0.05$ ; figura 13, tabla 2).

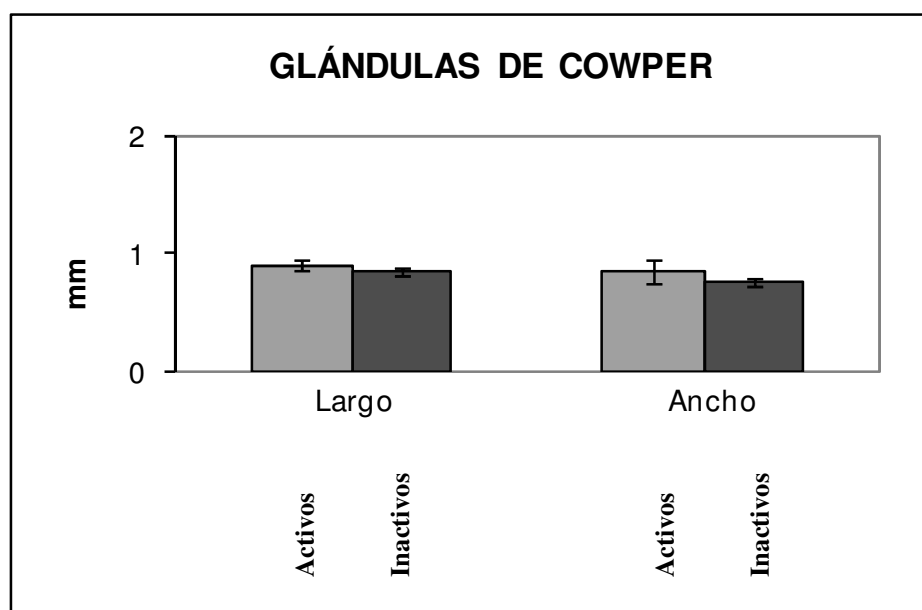


Figura 13. Comparación de los promedios del largo y ancho de la glándula de Cowper de individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*.

La posición de las glándulas de Cowper de *Balantiopteryx plicata* es la misma que en la mayoría de los murciélagos (Kruttsch, 2000). Pero son más pequeñas con relación a las de *T. georgianus* que miden 2.2 x 2.5 mm de largo por ancho (Kitchener, 1973).

Pene. El cuerpo tiene un largo de 2.24 a 3.66 mm y el glande mide 2.02 mm de ancho (tabla 2). El glande es prominente y está formado por dos lóbulos. No se encontraron diferencias significativas ni en la longitud del pene ( $t = 0.50398$ ) ni en el ancho del glande ( $t = 0.59307$ ,  $p \geq 0.05$ ; tabla 2).

El pene de *Balantiopteryx plicata* es de menor longitud que el de otras especies de embalonúridos, pero el *glande* es tan prominente que incluso supera al de otras especies como *T. georgianus*, cuyo pene tiene un largo de 3.5 a 6 mm, mientras que el glande tiene un ancho de 1.5 mm (Kitchener 1973), mientras que en *D. albus* el pene mide 5.53 mm de largo y el glande 0.7 mm de ancho (Villegas, 1983).

## Histología

En los *testículos* la *cápsula* está compuesta por dos capas: la *túnica vaginal*, que es la capa más exterior y está formada por una membrana de células aplanadas simples, que rodean a la *túnica albugínea*, que es una capa más gruesa, compuesta de fibroblastos y fibras de colágena. No se observó que las tunicas invadieran al testículo para formar septos (figura 14, C y D).

*Túbulos seminíferos*. Se hallan en el interior de la cápsula testicular y están acomodados irregularmente. Están formados de tejido conjuntivo y células de músculo liso, que rodean al epitelio germinal (figura 14, C y D).

*Epitelio germinal*. Dentro de los túbulos se pueden observar *células de Sertoli*, de forma irregular, que se proyectan a la luz del túbulo y sirven de sostén a las *células de la serie espermatogénica* o células germinales. En la luz de los túbulos no se observaron espermatozoides pero si una gran cantidad de secreción eosinófila (figura 14, C y D).

En los túbulos de los individuos activos se distinguen dos capas de células espermatogénicas, la luz es ligeramente más amplia y la secreción es mayor que en los inactivos, en los cuales se observa una sola capa de células espermatogénicas, con los túbulos prácticamente cerrados, casi no hay luz y existe menos secreción, el tejido es más compacto. No hay diferencias en los diámetros de los túbulos entre los especímenes del mes de abril y los de mayo a julio ( $t = 0.07778$ ,  $p \geq 0.05$ ) (figura 14 y 15, tabla 3).

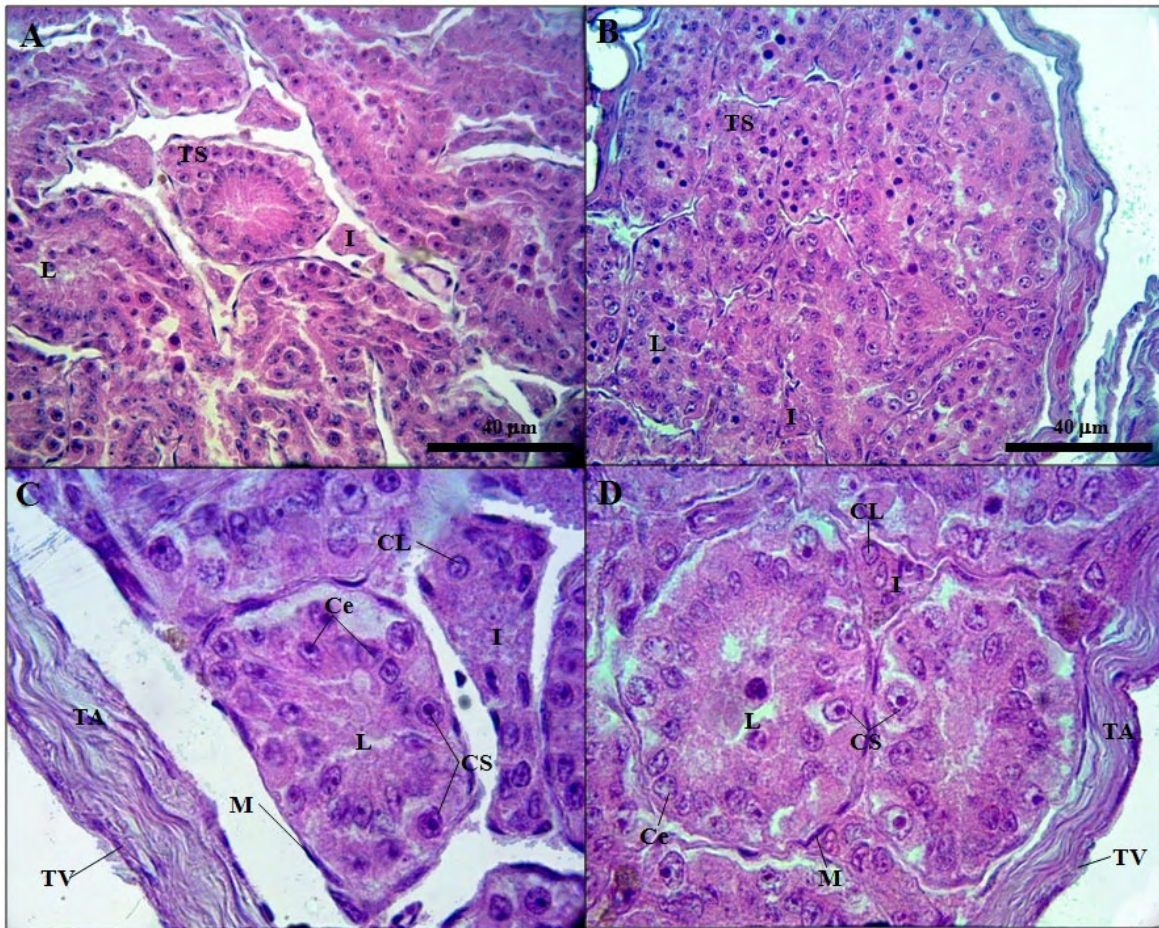


Figura 14. Fotomicrografías de testículo de *Balantiopteryx plicata*. A) espécimen activo (40x), B) espécimen inactivo (40x); se observan los túbulos seminíferos (TS) con la luz (L) en su centro y en los espacios intertubulares se encuentran cúmulos de células intersticiales (I). C) espécimen activo (100x), D) espécimen inactivo (100x); la túnica vaginal (TV) junto con la túnica albugínea (TA) rodea todo el testículo. Los túbulos seminíferos se hallan rodeados por células mioides, y dentro de éstos, las células de Sertoli (CS) que sirven de sostén a las células de la serie espermatogénica (Ce), entre las células intersticiales (I), se resaltan las células de Leydig (CL).

Tabla 3. Medidas de las estructuras histológicas del aparato reproductor del macho de *Balantiopteryx plicata*.

Estructuras (μm)	Maduros				Inmaduros				t
	X	EE	Máx	Mín	X	EE	Máx	Mín	
Diámetro túbulos seminíferos	32.25	1.48	61.36	12.76	29.51	1.47	57.26	16.38	0.07778
Diámetro epidídimo	23.29	1.16	38.41	15.67	19.76	0.79	29.17	13.66	0.01561*
Largo epitelio epidídimo	6.34	0.20	8.15	4.36	6.43	0.25	8.78	4.19	0.77561
Diámetro alveolos de la próstata	25.86	1.02	36.80	16.27	23.13	0.96	35.10	15.21	0.01684*
Largo epitelio próstata	4.76	0.17	6.41	2.93	4.07	0.14	5.17	2.72	0.00001*
	n = 6				n = 22				

p ≥ 0.05

\* Diferencia significativa

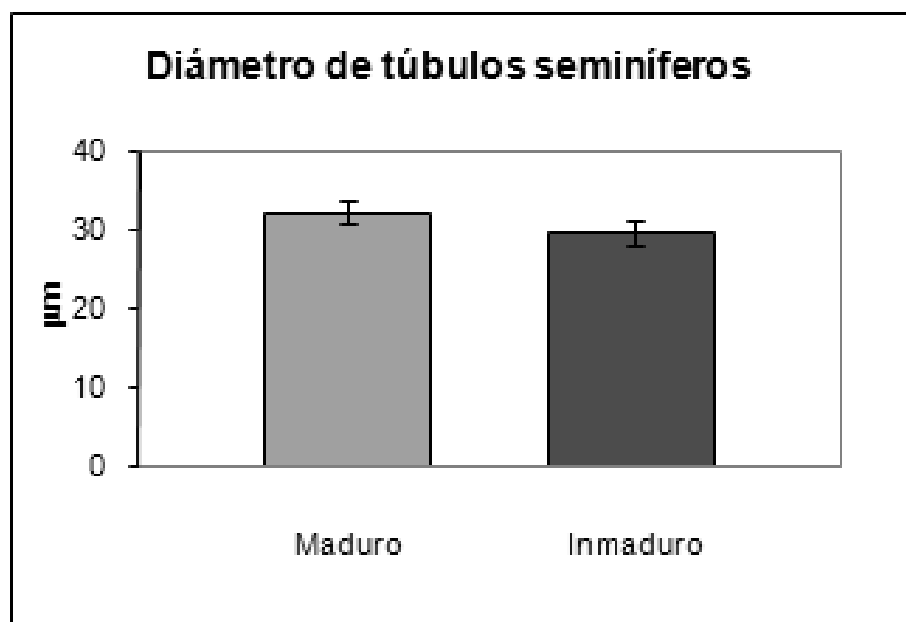


Figura 15. Comparación del diámetro de los túbulos seminíferos en los testículos de individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*.



*Espacio intersticial.* En el espacio que hay entre los túbulos se encontraron vasos sanguíneos y cúmulos de células de Leydig, las cuales son grandes y tienen un núcleo y nucléolo muy claros y (figura 14, C y D).

En el interior de los túbulos seminíferos de los individuos activos de *Balantiopteryx plicata* no se observó la serie espermatogénica completa, como en el caso de *D. albus* (Villegas, 1983): Lo anterior pudo deberse a que los especímenes de *B. plicata* no estaban maduros, como ha sido citado para *Tadarida brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2002), donde los individuos inmaduros no presentan espermatozoides dentro de los túbulos seminíferos. Además en los especímenes inactivos los túbulos se hallan más compactos. En el intersticio de los túbulos seminíferos se puede distinguir las células de Leydig en los espacios intertubulares, al igual que en *D. albus* (Villegas, 1983).

### *Conductos genitales*

*Epidídimo.* Este conducto tiene un recorrido muy sinuoso; el conjunto de circunvalaciones está cubierto por la túnica vaginal y la túnica albugínea, mientras que entre los giros de éste órgano se puede hallar tejido conjuntivo laxo (figura 16).

La pared del conducto del epidídimo tiene una capa de células musculares que rodea al conducto del epidídimo. El epitelio es cilíndrico pseudoestratificado y se reconocen dos tipos de células: las células principales, altas, cilíndricas y estereociliadas, y las células basales cortas. La luz del epidídimo es amplia, y en general se encontró vacía o con un poco de secreción. No se observaron

espermatozoides en los ejemplares colectados en el mes de abril ni en los de mayo a julio (figura 16). El diámetro del conducto del epidídimo en los ejemplares activos ( $x = 23.29 \mu\text{m}$ ) es significativamente mayor ( $t = 0.01561$ ,  $p \geq 0.05$ ), que en los inactivos ( $x = 19.76 \mu\text{m}$ ), sin embargo, en el largo del epitelio no se registraron diferencias significativas ( $t = 0.77561$ ,  $p \geq 0.05$ ), aunque fue ligeramente mayor en los ejemplares inactivos ( $6.43 \mu\text{m}$ ), que en los activos ( $6.34 \mu\text{m}$ ; figura 16 y 17, tabla 3).

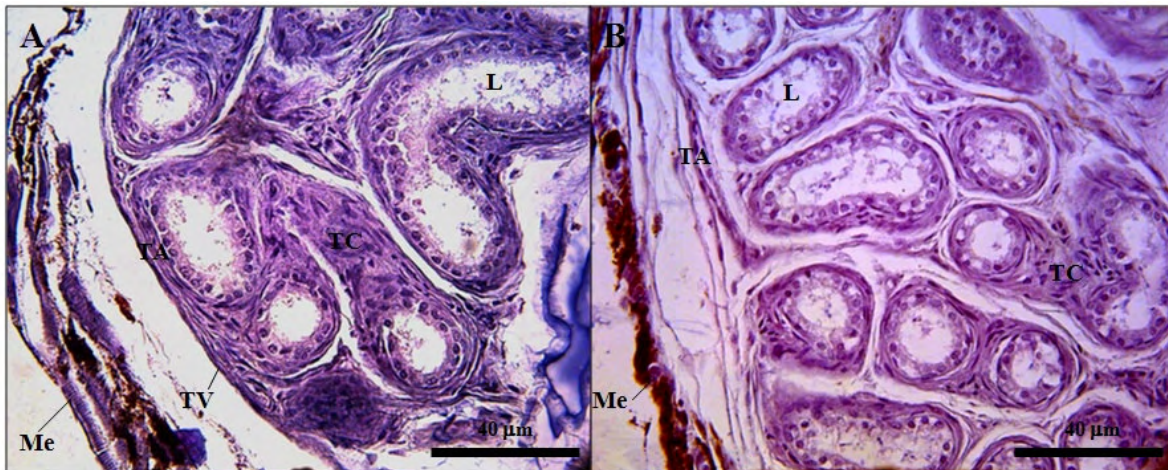


Figura 16. Fotomicrografías de la cola del epidídimo de *Balantiopteryx plicata*. A) espécimen activo (40x), B) espécimen inactivo (40x); la cola del epidídimo está rodeada por el saco pigmentado, conformado por músculo estriado (Me), aunque también está rodeado por la túnica vaginal (TV) y la túnica albugínea (TA), al interior entre los conductos se halla tejido conjuntivo (TC).

*Saco pigmentado.* Es una bolsa que surge del anillo inguinal y cubre la cola del epidídimo en los individuos activos y en los inactivos puede llegar a cubrir todo el testículo, está integrado de músculo estriado, cuyas fibras se hallan pigmentadas de un color oscuro (figura 16).

Este saco es diferente a la membrana pigmentada que se observa en

*Diclidurus albus*, porque en esta especie el pigmento se encuentra dentro del testículo, en la túnica vaginal y albugínea (Villegas, 1983).

*Conducto deferente*. Este conducto está rodeado por varias capas de músculo liso, seguidas de una capa de tejido conjuntivo fibroelástico laxo. El epitelio es cilíndrico pseudoestratificado esterociliado.

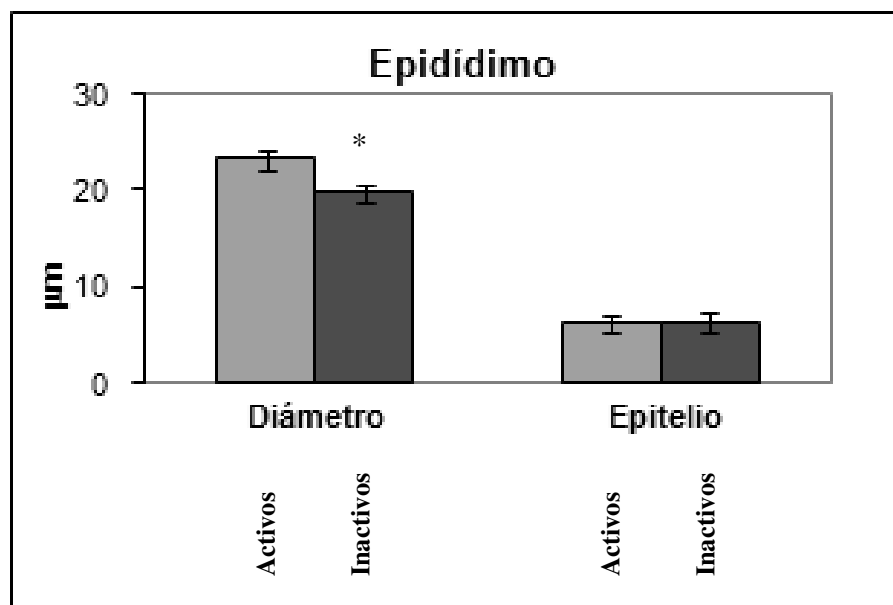


Figura 17. Comparación de los promedios del diámetro de los conductos del epidídimo y del largo de su epitelio en individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*. El asterisco (\*) señala diferencia significativa.

#### *Glándulas accesorias*

*Vesícula seminal*. Es una glándula tubular que se encuentra rodeada de músculo liso y tejido conjuntivo fibroelástico. El epitelio es cilíndrico y su luz es irregular. En los individuos activos la luz es mayor y hay poca secreción; por el

contrario, en los inactivos los túbulos se hallan más cerrados y con mayor secreción (figura 18).

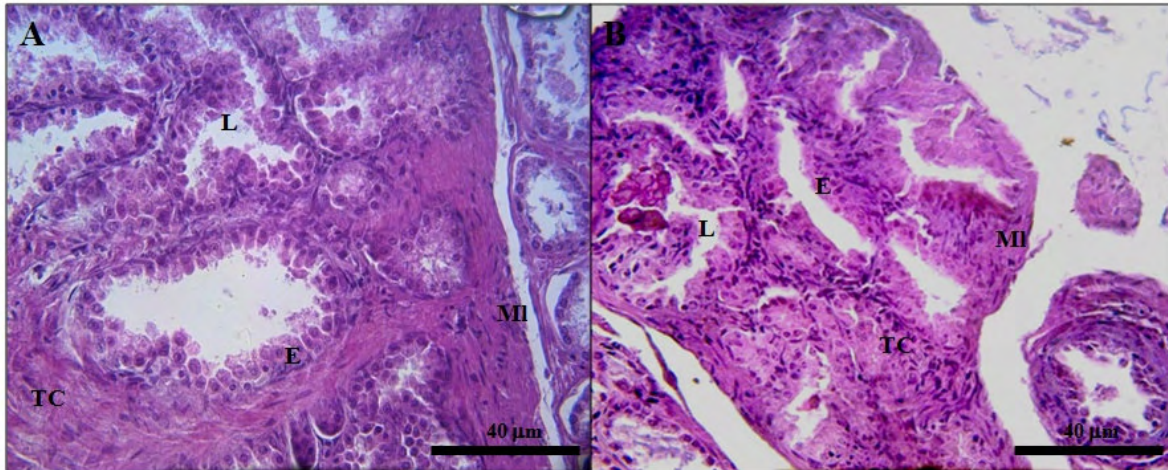


Figura 18. *Fotomicrografías de vesícula seminal de Balantiopteryx plicata. A) espécimen activo (40x), B) espécimen inactivo (40x)*; Las vesículas están encapsuladas por músculo liso (MI) que rodea al estroma de tejido conjuntivo (TC). Los túbulos poseen un epitelio secretor (E) con luz amplia (L).

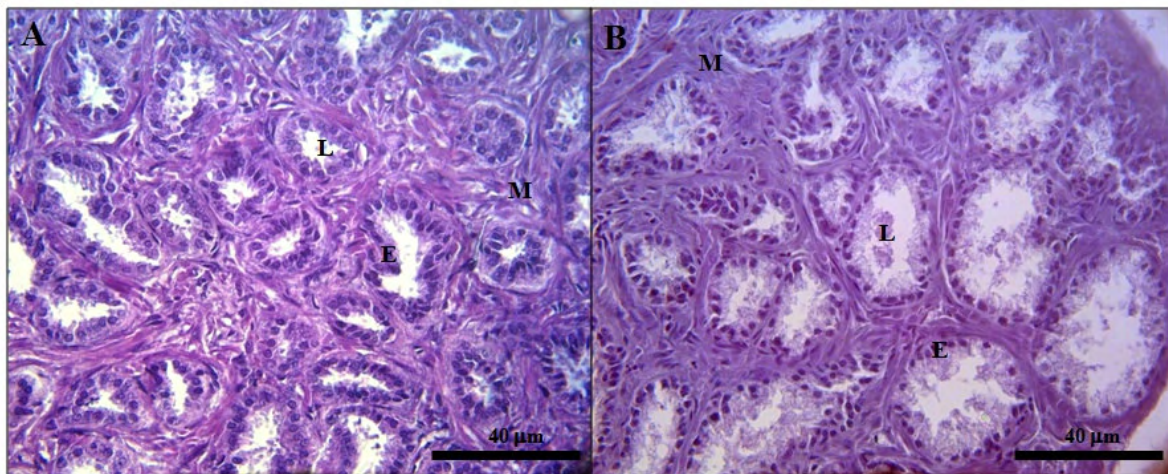


Figura 19. *Fotomicrografías de próstata de Balantiopteryx plicata. A) espécimen activo (40x), B) espécimen inactivo (40x)*; La cápsula de esta glándula está formada por músculo (M), el cual también forma su estroma. También se observa el epitelio glandular (E) y la luz de los alveolos (L).

*Próstata.* Es una glándula alveolar, que se halla rodeada por músculo liso y tejido conjuntivo denso fibroso. Los alvéolos poseen un epitelio cilíndrico (figura 19). Aunque a nivel macroscópico no se identificaron diferencias entre los ejemplares activos y los inactivos. En los cortes histológicos se observó que el diámetro de los alvéolos en los especímenes activos ( $x = 25.86 \mu\text{m}$ ) es significativamente mayor ( $t = 0.01684$ ,  $p \geq 0.05$ ), al de los inactivos ( $x = 23.13 \mu\text{m}$ ). De la misma manera, el epitelio secretor de los individuos activos ( $x = 4.76 \mu\text{m}$ ) es significativamente mayor ( $t = 0.00001$ ,  $p \geq 0.05$ ), al de los inactivos ( $x = 4.07 \mu\text{m}$ ) (figura 20, tabla 3).

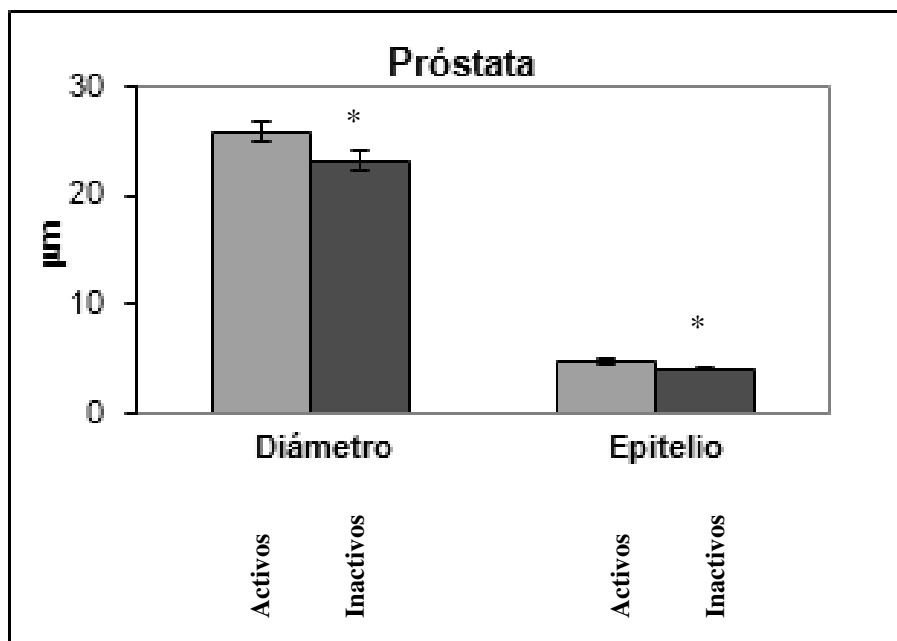


Figura 20. Comparación de los promedios del diámetro de los alveolos y el largo del epitelio de la próstata en individuos activos e inactivos de *Balantiopteryx plicata*. El asterisco (\*) indica diferencia significativa.

*Glándulas de Cowper.* Son unas glándulas alveolares compuestas, encapsuladas por músculo liso, estriado y tejido conjuntivo denso e irregular. El epitelio es cilíndrico simple, cuyas células poseen un membrana muy bien definida. La luz en los individuos inactivos posee mayor cantidad de secreción que en los individuos activos (figura 21).

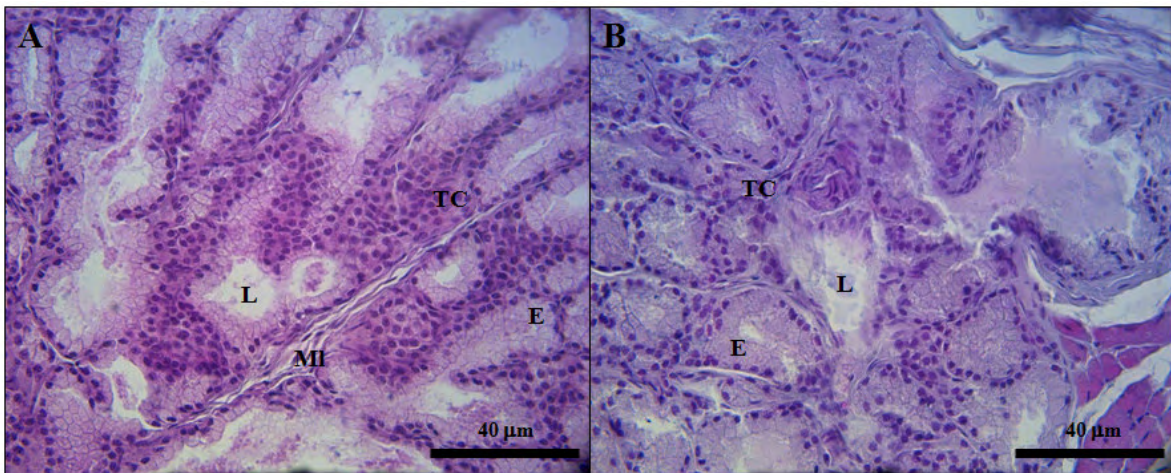


Figura 21. Fotomicrografías de las glándulas de Cowper de *Balantiopteryx plicata*. A) *Espécimen activo (40x)*, B) *espécimen inactivo (40x)*; tanto músculo liso (MI) como estriado conforman la cápsula de estas glándulas, además se puede observar el epitelio secretor (E), su luz (L) y el estroma de Tejido conjuntivo (TC).

En las glándulas de *Balantiopteryx plicata* no se observaron variaciones grandes entre la época de actividad e inactividad reproductora, como en *T. brasiliensis* (Krutzsch *et al.*, 2000) y *Taphozous georgianus* (Kitchener, 1973) donde las glándulas activas sufren hipertrofia. Sin embargo, los tres tipos de glándulas accesorias (vesículas seminales, próstata y glándulas de Cowper) poseen una estructura histológica muy similar a la que se presenta en otras

especies de murciélagos (*Taphozous georgianus*: Kitchener, 1973; *Diclidurus albus*: Villegas, 1983; *Tadarida brasiliensis*: Krutzsch, et al., 2000).

### *Uretra*

Tiene un epitelio cilíndrico pseudoestratificado. No se localizaron glándulas uretrales. Se puede identificar cartílago dentro de la uretra, correspondiente al báculo (figura 22).

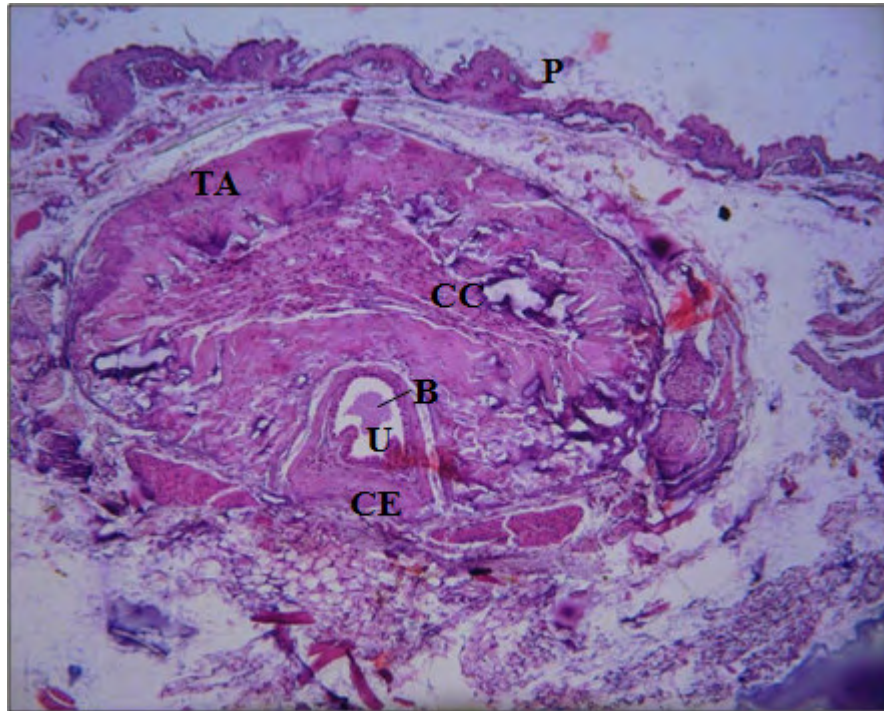


Figura 22. Fotomicrografía de pene de *Balantiopteryx plicata* (10 x). Rodeado por piel (P) y por debajo se encuentra la túnica albugínea (TA), posee dos cuerpos cavernosos (CC) y un cuerpo esponjoso (CE) que rodea a la uretra (U). En su interior se encuentra el cartílago que corresponde al báculo (B).

## *Pene*

Posee dos cuerpos cavernosos y un cuerpo esponjoso, el cual cubre a la uretra esponjosa. No se encontró separación entre los cuerpos cavernosos, los espacios entre la túnica albugínea y la red de trabéculas representan al tejido eréctil (figura 22). El pene de *Balantiopteryx plicata*, tiene la misma histología y arreglo que poseen otros murciélagos (Dellmann y Wrobel, 1993; Gartner y Hiatt, 2001; Kosco, 2000). Cabe destacar que no se observaron glándulas uretrales.

## *Espermatogénesis*

El análisis de los cortes histológicos no evidenció la presencia de espermatozoides en ningún sitio del tracto reproductor, su ausencia en los individuos considerados como activos puede deberse aparentemente a que los especímenes examinados, eran adultos inmaduros, que no habían alcanzado su madurez reproductora. Lo que podría indicar que algunos individuos no alcanzan su madurez en la primera temporada reproductora.

Para los individuos adultos de mayo a julio la falta de la serie espermatogénica completa en los túbulos seminíferos y la ausencia de espermatozoides en el resto del tracto reproductor puede deberse a que los especímenes se encontraban en su período de inactividad ya que en esta temporada las hembras se encuentran gestando o empezando la lactancia (García, 2007). Por lo cual creemos que la espermatogénesis no es continua en los machos de *B. plicata* de esta región. Esto difiere de lo que cita de López-



Forment (1979) quién encontró que los individuos de *B. plicata* de la costa de Guerrero presentan espermatozoides en diferentes cantidades a lo largo de todo el año.

## **CONCLUSIONES**

1.- El aparato reproductor de *Balantiopteryx plicata* es estructuralmente similar al de otros murciélagos de la misma familia, está integrado por los testículos, un sistema de conductos genitales intratesticulares y extratesticulares, glándulas accesorias (dos vesículas seminales, la próstata única y dos glándulas de Cowper) y un órgano copulador. La próstata es grande y rodea casi por completo a la uretra. Sin embargo, el Ámpula de Henle no se desarrolla a diferencia de otros embalonúridos.

2.- En los especímenes analizados de *B. plicata*, los testículos se encuentran en posiciones diferentes; en la región abdominal en el mes de abril y en la inguinal en los meses de mayo a julio. Los testículos no muestran variación de tamaño entre ambos periodos reproductores. Estas características se deben probablemente a que los individuos examinados en éstas temporadas aún no alcanzaban su madurez, o bien, que se encontraban al final del periodo de apareamientos, respectivamente.

Forment (1979) quién encontró que los individuos de *B. plicata* de la costa de Guerrero presentan espermatozoides en diferentes cantidades a lo largo de todo el año.

## **CONCLUSIONES**

1.- El aparato reproductor de *Balantiopteryx plicata* es estructuralmente similar al de otros murciélagos de la misma familia, está integrado por los testículos, un sistema de conductos genitales intratesticulares y extratesticulares, glándulas accesorias (dos vesículas seminales, la próstata única y dos glándulas de Cowper) y un órgano copulador. La próstata es grande y rodea casi por completo a la uretra. Sin embargo, el Ámpula de Henle no se desarrolla a diferencia de otros embalonúridos.

2.- En los especímenes analizados de *B. plicata*, los testículos se encuentran en posiciones diferentes; en la región abdominal en el mes de abril y en la inguinal en los meses de mayo a julio. Los testículos no muestran variación de tamaño entre ambos periodos reproductores. Estas características se deben probablemente a que los individuos examinados en éstas temporadas aún no alcanzaban su madurez, o bien, que se encontraban al final del periodo de apareamientos, respectivamente.

3.- Como resultado de la posición testicular, el epidídimo es más largo en el mes de abril y es más corto en los meses de mayo a julio. Además, la cola del epidídimo se halla cubierta por un saco de músculo estriado muy pigmentado, el cual no se ha reportado en ningún otro embalonúrido. Creemos que éste saco puede proteger a las espermáticas de la luz y por consiguiente de las altas temperaturas.

4.- Consideramos que la espermatogénesis en los machos de *Balantiopteryx plicata* de ésta región no es continua, debido a que en los individuos adultos que fueron examinados, no presentaron espermatozoides a lo largo del tracto reproductor, además de que no se encontró en los túbulos seminíferos la serie espermatogénica completa.

5.- El pene de *B. plicata* es corto, pero su glande es ancho, y alcanza dos tercios del largo de éste.

Este trabajo aporta información al conocimiento del aparato reproductor del macho de *B. plicata*, además esperamos, que ayude también a comprender la biología reproductora de otros murciélagos insectívoros del neotrópico mexicano, con lo cual, se puedan implementar estrategias para su conservación.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, A., B. Coutiño y P. Salinas. 1996. Manual General de Técnicas Histológicas y histoquímicas. Prensas de Ciencias, México. 130 p.
- Anthony, L. P. E. 1988. Age Determination in Bats. Pp. 47-58. En: Kunz, T. H. (ed.). Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats. Smithsonian Institution Press. 533 p.
- Arroyo-Cabrales, J. y J. Knox J. 1988. *Balantiopteryx plicata*. Mammalian Species 301: 1 – 4.
- Bradbury, J. W. 1979. Behavioural Aspects of Reproduction in Chiroptera. Journal of Reproduction and Fertility 56: 431-438.
- Brown, R. E., Genoways, H. H. y Jones, J. K., Jr. 1971. Bacula of Some Neotropical Bats. Mammalia 35: 456 - 464.
- Bullock, S. H. 1988. Rasgos del Ambiente Físico y Biológico de Chamela, Jalisco, México. Folia Entomológica Mexicana 77(1):5-17.
- Cockrum, E. L. 1955. Reproduction in North American Bats. Transactions of the Kansas Academy of Sciences 58(4):487-511.
- Davis, W. B. 1944. Notes of Mexican Bats. Journal of Mammalogy 370 - I.
- Davis, W. B. y R. J. Russell, Jr. 1952. Bats of the Mexican State of Morelos. Journal of Mammalogy 33(2): 234-239.
- Dellmann, H.-D. y K.-H. Wrobel 1993. Sistema Reproductor Masculino. Pp. 245 - 266. En: Dellmann, H-Dieter (ed.). Histología Veterinaria. Acribia. 529 p.
- García F., Y. 2007. Dinámica Poblacional de *Balantiopteryx plicata* Peters, 1867

- (Chiroptera: Emballonuridae) en Tres Refugios Diurnos de la Región de Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México. 69 p.
- García-Oliva, F., A. Camou y J. M. Mass. 2002. El Clima de la Región Central de la Costa del Pacífico Mexicano. Pp. 3 – 10. En: Noguera, F. A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada A. (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. 568 p.
- Gartner, L. P. y J. L. Hiatt. 2001. Texto Atlas de Histología. McGraw Hill. México. 539 p.
- Gopalakrishna, A. 1954. Breeding Habits of the Indian Sheath Tailed Bat *Taphozous longimanus* (Hardwicke). Current Science 2:60-61.
- Hall, E. R. 1981. Mammals of North America, John Willey & Sons, New York. 690p.
- Hildebrand, M. 1982. Anatomía y Embriología de los Vertebrados. Limusa, México. 844 p.
- Jerret, D. P. 1979. Female Reproductive Patterns in Nonhibernating Bats. Journal of reproduction and Fertility 56:369-378.
- Jolly, S. E. y Blackshaw, A. W. 1987. Prolonged Epididymal Sperm Storage, and the Temporal, Dissociation of Testicular and Accesory Gland Activity in the Common Sheath-tail bat, *Taphozous georgianus*, of Tropical Australia. Journal of Reproduction and Fertility 81:205:211.
- Jolly, S. E. y Blackshaw, A. W. 1988. Testicular migration, spermatogenesis, temperature regulation and enviroment of the sheath-tailed bat, *Taphozous*

- georgianus*. Journal of Reproduction and Fertility 84: 447 - 455.
- Kitchener, D. J. 1973. Reproduction in the common sheath-tailed bat *Taphozous georgianus* (Thomas) (Microchiroptera: Emballonuridae). Western Australian Journal of Zoology 21: 375 - 389.
- Kitchener, D. J. 1980. *Taphozous hilli* sp. nov. (Chiroptera: Emballonuridae), a new sheath-tailed bat from Western Australia and Northern Territory. Records of the Western Australian Museum 8: 161 - 169.
- Kosco, M. 2000. Mammalian Reproduction. Allegheny Press. 123 p.
- Krishna, A. y Dominic, C. J. 1983. Growth of young and sexual maturity in three species of indian bats. Journal of Animal Morphology and Physiology 30: 162 - 168.
- Krutzsch, P. H. 1979. Male Reproductive Patterns in Nonhibernating Bats. Journal of Reproduction and Fertility 56:333-334.
- Krutzsch, P. H. 2000. Anatomy, Physiology and Cyclicity of the Male Reproductive Tract. Pp. 157 - 219. En: Crichton y Krutzsch, P. H. (eds.). Reproductive Biology of Bats. Academic Press. 510 p.
- Krutzsch, P. H., T. H. Fleming y E. G. Crichton. 2002. Reproductive Biology of Male Mexican Free-Tailed Bats (*Tadadira brasiliensis mexicana*). Journal of Mammalogy 83: 489 - 500.
- López-Forment, W. 1979. Algunos aspectos ecológicos del murciélago *Balantiopteryx plicata plicata* Peters, 1867 (Chiroptera: Emballonuridae) en México. Anales del Instituto de Biología UNAM, serie zoológica 50: 673 - 699.

- Lott, E. J. 1993. Annotated Checklist of the Vascular Flora of the Chamela Bay Region, Jalisco, México. Occasional Papers of the California Academy of Sciences 146.
- McWilliam, A. N. 1987. The Reproductive and Social Biology of *Coleura afra* in a Seasonal Environment. En: Fenton, M. B., P. A. Racey y J. M. V. Rayner (eds.). Recent Advances in the Study of Bats. Cambridge University Press. 470 p.
- McWilliam, A. N. 1988. The Reproductive Cycle of Male Tomb Bats, *Taphozous hildegardeae* (Chiroptera: Emballonuridae), in a Seasonal Environment of the African Tropics. Journal of Zoology 215: 433 – 442.
- Neuweiler, G. 2000. The Biology of Bats. Oxford University Press. Londres. 310 p.
- Noguera, F. A., J. H. Vega R., A. N. García A y M. Quesada A. 2002. Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México. 568 p.
- Plumpton, D. L. y J. K. Jones. 1992. *Rhynchonycteris naso*. Mammalian Species 413: 1 - 5.
- Racey, P. A. y A. C. Entwistle. 2000. Life-history and Reproductive Strategies of Bats. Pp. 363 – 414. En: Crichton, E. G. y P. H. Krutzsch (eds.). Reproductive Biology of Bats. Academic Press. 510 p.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana, nueva serie 21:21-82.
- Romero-Almaraz, M. L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen.

2000. Mamíferos Pequeños, Manual de Técnicas de Captura, Preparación, Preservación y Estudio. Facultad de Ciencias, UNAM, Instituto de Biología, UNAM y Centros de Investigaciones Biológicas, UAEM. México. 151 p.
- Romero-Almaraz, M. L., A. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández. 2006. Murciélagos Benéficos y Vampiros. AGT Editor, México. 213 p.
- Sánchez-Hernández, C. y M. L. Romero-Almaraz. 1995a. Mastofauna Silvestre del Área de Reserva Sierra de Huautla, con Énfasis en la Región Noreste). Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 151 p.
- Sánchez-Hernández, C. y M. L. Romero-Almaraz. 1995b. Murciélagos de Tabasco y Campeche una Propuesta para su Conservación. Instituto de Biología, UNAM. México. 215 p.
- Schaaf, P. 2002. Geología y Geofísica de la Costa de Jalisco. Pp. 11 – 16. En: Noguera, F. A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete y M. Quesada A. (eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. 568 p.
- Setchell, B. P. 1978. The Mammalian Testis. Paul Elek, Londres. 450 p.
- Uría, G., E. y C. Mora V. 1996. Apuntes para el Curso Teórico Práctico de Histología Animal. Instituto Politécnico Nacional, México. 277 p.
- Villa, R. B. 1966. Los Murciélagos de México. Instituto de Biología, UNAM, México. 491 p.
- Villa, R. B. y F. A. Cervantes. 2003. Los Mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, México. 140 p.
- Ville, C. A., W. F. Walker y R. D. Barnes. 1987. Zoología. Nueva Editorial



Interamericana, México. 971 p.

Villegas, S., C. 1983. Anatomía e Histología del Aparato Reproductor del Murciélago Blanco *Diclidurus albus virgo* Thomas (Chiroptera: Emballonuridae). Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México. 86 p.

Wilkinson, G. S. y G. F. McCracken. 2003. Bats and Balls: Sexual Selection and Sperm Competition in the Chiroptera. Pp. 128 – 155. En: Kunz, T. H. y M. B. Fenton (eds.). Bat Ecology. The University of Chicago Press. 779 p.