



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE LAS GÓNADAS MASCULINAS
DE *Artibeus jamaicensis* EN RELACION CON EL AMBIENTE DE
HUEHUETLAN EL GRANDE, PUEBLA.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

ANA BELÉN LÓPEZ TORRES

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ANGÉLICA TRUJILLO HERNÁNDEZ



SEPTIEMBRE 2015

INDICE

INTRODUCCION.....	4
Reproducción en murciélagos	5
Diapausa embrionaria.....	7
Ciclo del epitelio seminífero	7
JUSTIFICACIÓN.....	11
Objetivo	12
Objetivos particulares	12
Metodología.....	13
Especie de estudio y estatus de conservación	13
Descripción del área de estudio.....	16
Ubicación	16
Orografía.....	17
Hidrografía	17
Clima.....	17
Captura de los especímenes	18
Esfuerzo de muestreo.....	18
Estado reproductivo externo.....	18
Histología	18
Índice espermatogénico	19
Factores ambientales.....	20
Resultados.....	21
Captura.....	21
Esfuerzo de muestreo.....	21
Peso corporal	21
Posición testicular.....	22
Índice espermatogénico	36
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	41

Resumen

Los quirópteros representan el segundo orden más diverso después de los roedores. En México este orden está conformado por 138 especies, tienen una gran relevancia biológica desde su desempeño ecológico en el mantenimiento de ecosistemas naturales hasta características especiales de sus fenómenos reproductivos. Se ha observado que los quirópteros buscan sincronizar sus periodos reproductivos con la disponibilidad de alimento misma que está relacionada con los factores ambientales. La morfología de los órganos reproductores externos de los quirópteros muchas veces no es específica para la determinación exacta del estado reproductivo del mismo, es por ello que el objetivo de este trabajo fue analizar histológicamente los cambios en las estructuras gonadales de machos en relación a los cambios ambientales en los murciélagos filostómidos *Artibeus jamaicensis*. La captura fue hecha en el municipio de Huehuetlán el Grande Puebla. Se realizaron 6 muestreos dentro de tres estaciones del año. Se obtuvo un total de 10 ejemplares. Las gónadas masculinas fueron procesadas para su análisis histológico, inclusión en parafina y tinción con hematoxilina-eosina. El índice espermatogénico 1, que se caracteriza por presentar túbulos seminíferos cerrados y espermatogonias prevaleció en otoño, en invierno los índices mayoritarios fueron 3 y 4 caracterizados por tener túbulos con luz y presentar espermatozoides, en primavera predominó el índice espermatogénico 5 donde se observan espermatozoides agregados en racimos en la mayoría de los túbulos seminíferos. Por tanto se infiere que en el macho los índices 3, 4 y 5 de la espermatogénesis se correlacionan con periodos reproductivos fértiles y con finales de la temporada seca lo cual sugiere que para la temporada de lluvias se llevara a cabo el parto dado que se eleva la cantidad de recursos que garantizan la supervivencia de las crías.

INTRODUCCION

Los quirópteros, conocidos comúnmente como murciélagos, representan el segundo orden de mamíferos más diverso después de los roedores. Actualmente, se conocen más de 1,232 especies de murciélagos en todo el mundo. En México, este orden está conformado por 138 especies, son los únicos mamíferos realmente voladores y por sus hábitos alimenticios desempeñan funciones fundamentales para el mantenimiento de ecosistemas naturales (Simmons, 2005). Los quirópteros tienen una gran relevancia biológica, ya que desempeñan papeles ecológicos tales como el control de plagas que llevan a cabo los murciélagos insectívoros, la dispersión de semillas llevada a cabo por murciélagos frugívoros o la polinización que se lleva a cabo por murciélagos nectarívoros por mencionar algunos, esta relevancia ha tenido también una particular atención por las características especiales de sus fenómenos reproductivos mismos que han motivado a realizar diversos estudios tanto de reproducción como de fisiología general (Ishiyama, 1980). El estudio de los patrones reproductivos de los murciélagos, nos conlleva a entender las estrategias que estos mamíferos han adaptado para sobrevivir ya sea por la influencia de factores ambientales naturales o por afectaciones del ser humano. En especies frugívoras como lo es *Artibeus jamaicensis* se ha dado por hecho en algunos trabajos de investigación que sus ciclos reproductivos pueden estar en relación con periodos de precipitación lo cual dispara la fructificación de muchas plantas cuyos frutos son consumidos por los murciélagos (León, 2004).

Aunque se han publicado varios trabajos sobre los ciclos reproductivos de murciélagos muchos de estos estudios presentan información sólo para las hembras o basan su descripción de la reproducción masculina en las características externas como la posición testicular y el tamaño de los testículos, Son pocos los estudios que se enfocan a los ciclos reproductivos basados en datos histológicos. Un trabajo que combina las características internas como las características externas se realizó en Jalisco con *Leptonycteris yerbabuena* en

el cual se relacionan las características reproductivas externas como proporción macho-hembra tamaño testicular y tamaño del parche dorsal con las características internas donde histológicamente se clasificaron 11 pasos de la espermatogénesis (Rincón *et al*, 2013). La comprensión de la fisiología y la estacionalidad del ciclo reproductivo en poblaciones naturales de animales es crucial para mejorar nuestro conocimiento sobre el comportamiento reproductivo de las especies en la naturaleza, Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo ampliar el conocimiento sobre la reproducción de estos murciélagos tanto a nivel externo como a nivel interno con una descripción histológica estacional que aportará nueva información acerca de la biología reproductiva de estos quirópteros.

Reproducción en murciélagos

Los murciélagos poseen varios patrones reproductivos como: monoestro estacional, monoestro asincrónico, poliestro estacional, y poliestro asincrónico. El poliestro con dos o más ciclos reproductivos es el más común. Los murciélagos tienden a mostrar una serie de patrones anuales de reproducción, como son el período del año en el que se producen embarazos en relación a las condiciones climáticas anuales y ciclos estacionales, así como el grado de sincronía de eventos reproductivos dentro de una población (Duarte, 2009). En la familia Phyllostomidae se tienen más de dos ciclos reproductivos al año uno antes de comenzar la estación lluviosa y otra al término de la estación húmeda (Neuweiler, 2000).

La reproducción estacional es típica de las especies de filostómidos que viven en las regiones templadas, las crías nacen en primavera. Estos murciélagos poseen una marcada estacionalidad climática, dependiendo de las condiciones ambientales pueden controlar la fenología reproductiva para que coincidan con el

pico de disponibilidad de alimento para asegurar la supervivencia de las crías (Martínez, 2012).

La regulación endocrina de la espermatogénesis, se realiza por interacciones entre el hipotálamo, la hipófisis y el testículo. La producción de espermatozoides depende de una estimulación por las gonadotrofinas como: la hormona luteinizante (LH) y la folículo estimulante (FSH), que se secretan en el torrente sanguíneo de la hipófisis anterior en respuesta a la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) hipotalámica. LH actúa sobre las células de Leydig en los testículos para producir esteroides, principalmente testosterona (T), que pueden ser aromatizados a estradiol (E2). Mientras que la T y E2 tienen efectos locales sobre la espermatogénesis, estos esteroides también tienen un efecto de retroalimentación negativa a nivel del hipotálamo (a través de controlar la secreción de GnRH) y la glándula hipofisiaria limita la secreción de LH y FSH (Martínez, 2012).

El ambiente externo puede actuar sobre la reproducción de los murciélagos en dos diferentes formas: en primer lugar, las condiciones físicas extremas, alteran las tasas de desarrollo y crecimiento de los embriones e inhiben la fisiología reproductiva. En segundo lugar, puede influir en las vías neuroendocrinas como la vía hipotálamo-hipófisis-gonadal en una respuesta a las variaciones de precipitación y por consiguiente a la disponibilidad de alimento, de manera que cuando se induce el ayuno se suprime la LH y FSH, que es consecuencia de una reducción en la liberación de GnRH. La hormona derivada de los adipocitos, la leptina, refleja el estado de nutrición y reservas energéticas, sirve como una puerta metabólica del sistema reproductivo. La producción de espermatozoides depende de una estimulación por las gonadotrofinas como: la hormona luteinizante y la folículo estimulante, que se secretan en el torrente sanguíneo de la hipófisis anterior en respuesta a la GnRH hipotalámica (Martínez, 2012).

Diapausa embrionaria.

En especies poliestricas neotropicales como *Artibeus jamaicensis* el óvulo fecundado en el primer ciclo estral en la primavera se implanta inmediatamente, y avanza el desarrollo embrionario sin interrupción hasta el nacimiento de las crías en julio o agosto. Un segundo estro se presenta inmediatamente, esta vez, el blastocisto implantado entra en una fase de reposo, el desarrollo se reanuda 2,5 meses más tarde para que las crías nazcan en marzo, justo antes de la maduración de los frutos (Neuweiler, 2000).

Ciclo del epitelio seminífero

El conocimiento de las etapas que componen el ciclo del epitelio seminífero y la determinación de su frecuencia, asociado con morfometría testicular, son fundamentales para medir y comprender la dinámica de la espermatogénesis (Morais *et al.* 2013). Cerca del 90% del volumen testicular de murciélago consiste en los túbulos seminíferos donde son producidos los espermatozoides, entre los túbulos seminíferos se encuentran las células intersticiales o células de Leydig las cuales son secretoras de hormonas esteroideas como la testosterona, androsterona y estrógenos (Neuweiler, 2000). Los espermatozoides se forman en el testículo (Figura 1) mediante un proceso conocido como espermatogénesis, el cual involucra una serie sucesiva de fases que incluyen: (i) varias divisiones mitóticas por parte de las espermatogonias, dando como resultado a los espermatocitos primarios; (ii) la división por meiosis de los espermatocitos, donde cada uno produce a cuatro espermátidas redondas haploides, las cuales permanecen unidas entre sí por puentes citoplasmáticos; (iii) la diferenciación de las espermátidas a través de varios pasos denominados en su conjunto como espermiogénesis para quedar como células elongadas y con muy poco citoplasma; los espermatozoides (Rodríguez, 2010).

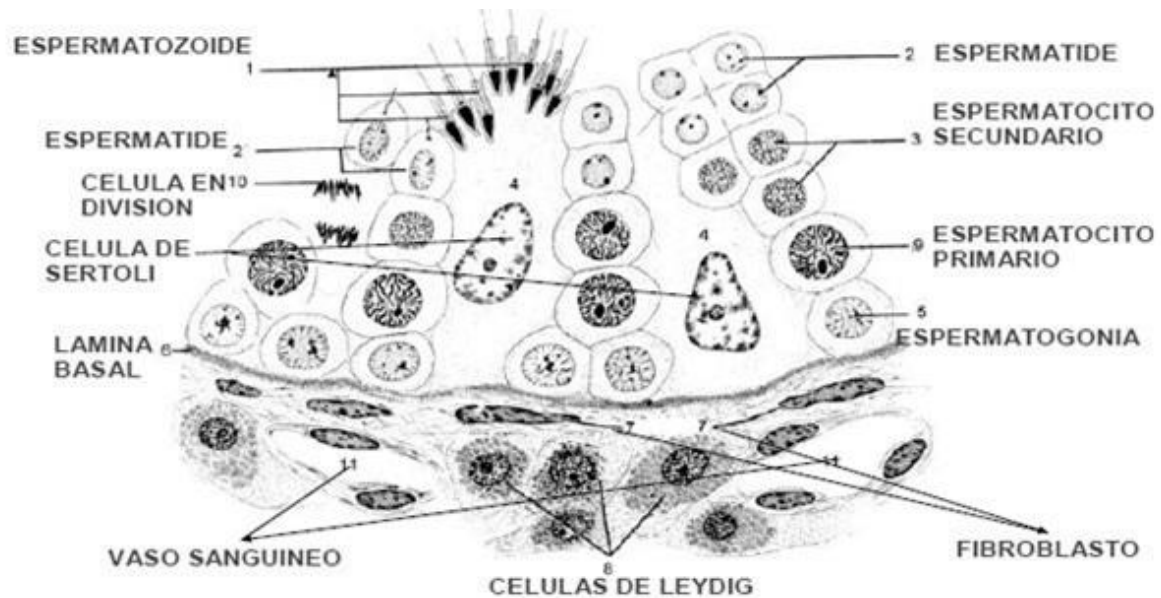


Figura 1. Túbulo seminífero. Disposición de las células que componen el epitelio seminífero (<http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/vision-fisiologica-reproduccion-bovina-t4565/103-p0.htm>)

En cuanto a características externas, los parámetros para determinar el estado reproductivo de los quirópteros son variados; en machos, se basa en la posición de los testículos, considerando a los que se encuentran en posición abdominal como infértiles y a los escrotados fértiles (Torres et. al. 2001).

Existen algunos trabajos enfocados en la reproducción de los quirópteros tal es el caso del estudio de la ecología y reproducción del murciélago filostómico *Centurio senex* hecho en Oaxaca en el cual dividen las temporadas en seca (diciembre a mayo) y lluviosa (junio a noviembre), para el estado reproductivo se clasificaron las hembras como preñadas, lactantes e inactivas; los machos se clasificaron con actividad reproductiva, cuando presentaron testículos escrotados e inactivos. Sus resultados mostraron que estos murciélagos poseen un patrón bimodal reproductivo; El primer periodo se observa en el inicio de la temporada de lluvias, de julio a octubre de 2006, con la abundancia máxima de hembras preñadas en agosto, y el otro a finales de la temporada seca, en abril de 2007. Los

machos con testículos escrotados se capturaron únicamente en la temporada lluviosa, en el mes de junio y de agosto a octubre (Santos et al. 2010).

Un estudio más específico en cuanto a nivel celular fue realizado por Martínez en 2012 el cual tuvo como objetivo determinar si existe relación entre el número de células de Leydig, productoras de testosterona, el fotoperiodo y la temperatura con el patrón reproductivo del murciélago *Corynorhinus mexicanus*; durante los meses mayo - agosto se registraron los valores más altos del número total de células de Leydig, así mismo se registró mayor intensidad luminosa de las marcas fluorescentes para testosterona en comparación con los meses de noviembre-enero, que se presenta en el invierno, el número de horas luz disminuye así como el número de células de Leydig, mostrando diferencias significativas por lo tanto hay una relación entre el fotoperiodo y el número de células de Leydig productoras de testosterona.

Los murciélagos de zonas templadas tienden a mostrar patrones reproductivos como monoestro y reproducción estacional asociada o no asociada a la hibernación durante la temporada de baja temperatura. Araujo en el año 2013 en su investigación acerca de la reproducción estacional de *Myotis levis* muestra que el nacimiento de las crías se produce a finales de primavera y principios de verano, cuando la disponibilidad de los insectos es la más grande. Por otro lado, los patrones reproductivos estacionales de los vespertilionidos insectívoros tropicales están estrechamente relacionados con la precipitación en lugar de los ciclos de temperatura. La abundancia de insectos sigue los patrones de lluvia y es bien sabido que un pico de disponibilidad de insectos coincide con la temporada de lluvias (Araujo et al. 2013).

En el estudio realizado por León en 2004 muestra que *Artibeus intermedius* presenta un periodo de preñez entre marzo-abril (estación seca) y en julio (estación lluviosa). El periodo de lactancia se presenta entre abril-mayo (estación seca) y junio-octubre (estación lluviosa). Por lo tanto, esta especie al parecer presenta un patrón reproductivo poliéstrico estacional.

Otro trabajo con filostómidos en el cual realizan una descripción histológica estacional del epitelio seminífero, se comparó la posición testicular con índices espermatogénicos dio como resultado que los testículos en posición escrotada y con una longitud mayor a 4 mm, indican que la espermatogénesis ha concluido, lo cual se puede interpretar como fertilidad. Los testículos en posición inguinal pueden estar en condiciones de fertilidad o infertilidad, la diferencia se encuentra en el tamaño testicular: son fértiles si su tamaño es mayor a 4 mm. La población estudiada de *Leptonycteris curasoae* es fértil durante la primavera y verano, dando indicios del inicio de esta etapa desde el invierno (Torres y Rojas, 2001).

En estudios con *Leptonicterys yerbabuena* se identificaron 11 etapas bien diferenciadas en el epitelio seminífero. Se completó la secuencia espermatogénica entre septiembre y enero, tiempo durante el cual los túbulos seminíferos continuaron su ampliación hasta lograr su mayor diámetro en octubre. Sin embargo, en septiembre no todos los individuos mostraron un desarrollo completo de túbulos seminíferos algunos individuos tenían túbulos con una forma irregular debido al plegado de la lámina basal. En enero, grandes cantidades de células epiteliales fueron sometidas a desprendimiento de los túbulos seminíferos, seguidos de involución de los mismos, y una disminución en el diámetro de los túbulos. La involución de la línea basal y la reducción del diámetro se produjo en marzo (Rincón, 2013).

JUSTIFICACIÓN

Para comprender la biología de una especie es necesario un buen conocimiento sobre su reproducción. Hay trabajos de investigación en mamíferos silvestres que relacionan la reproducción con características ambientales, los cuales son de particular interés debido a las adaptaciones que los organismos han tenido que desarrollar en respuesta a los cambios ambientales que están sucediendo en la actualidad. Los quirópteros son mamíferos voladores que tienen una gran importancia ecológica por ser considerados dispersores de semillas, polinizadores de plantas, controladores de plagas etc. Sin embargo se han realizado pocos trabajos que aborden la reproducción de los quirópteros en relación con el ambiente y los que existen se han limitado a caracterizar la morfología de los órganos reproductores externos. Es por ello que el presente trabajo pretende responder y aportar información en torno a la siguiente pregunta ¿Existe alguna relación entre la precipitación y la temperatura con las características histológicas de los testículos de *Artibeus jamaicensis*?

Hipótesis

La presencia de índices espermatoogénicos altos (3, 4, 5) de *Artibeus jamaicensis* se relaciona directamente con la temporada de lluvias época en la que la disponibilidad de alimentos es mayor.

Objetivo

Analizar histológicamente los cambios en las estructuras gonadales en relación a los cambios ambientales de los murciélagos *Artibeus jamaicensis*.

Objetivos particulares

1. Identificar de la especie *Artibeus jamaicensis*.
2. Obtener los datos reportados por la estación climática Piaxtla para la zona de Huehuetlán el grande.
3. Caracterizar el estado reproductivo de *Artibeus jamaicensis* según la morfología de las estructura reproductivas externas en las distintas estaciones del año
4. Determinar la influencia de las características ambientales sobre la estructura histológica de los túbulos seminíferos.

Metodología

Especie de estudio y estatus de conservación

Los murciélagos colectados para esta investigación no se encuentran en ningún estatus de conservación según The IUCN Red list of Threatened Species. Son especies consideradas de menor preocupación y las poblaciones de murciélagos se mantienen estables dentro de su hábitat natural (IUCN 2013).

Las especies de *A. jamaicensis*, son stenodermatinos frugívoros de amplia distribución geográfica en toda América (Acosta, 2006).

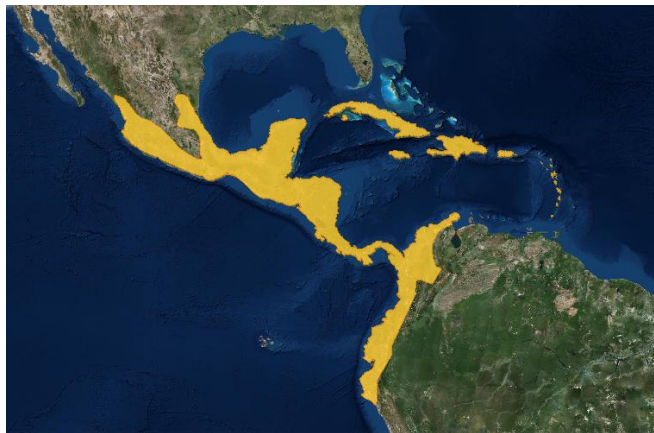


Figura 2. Distribución de Artibeus jamaicensis.

(<http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=2135>)

Es un murciélago de tamaño medio con hoja nasal bien desarrollada y bandas faciales blanquecinas. Posee verrugas en el labio inferior, y tanto el labio inferior como el labio superior poseen glándulas sebáceas holocrinas. El pelaje dorsal

varía de gris cenizo a pardo cenizo, tiene cola externa ausente, con una membrana interfemorales estrecha y desnuda (Ortega y Castro, 2001).



Figura 3. Murciélago de la especie *Artibeus jamaicensis* (Reid, 1997)

Artibeus jamaicensis posee un patrón poliéstrico bimodal, con picos de producción de crías probablemente relacionados con la disponibilidad de frutos. Cada hembra tiene 2 períodos de celo al año y produce una sola cría, en raras ocasiones gemelos. El pico de apareamiento se produce al final de la temporada de lluvias y el parto tiene lugar durante los meses secos. En la segunda temporada de reproducción, las hembras pueden mostrar el desarrollo embrionario retardado (período de 2,5 meses) y las crías nacen en el próximo período de reproducción (Ortega y Castro, 2001).

El tamaño de los testículos de los machos adultos se correlaciona con la producción de la espermatogénesis y los testículos aumentan de tamaño durante el posparto de las hembras. Los machos que viven en harems tienen testículos un poco más grandes y muestran una mayor cantidad de desgaste en los dientes caninos que machos solteros (Kunz et al. 1982). Durante la cópula, el aro vaginal de la vulva se vuelve oscuro y extenso. La gestación normal es de 3 a 5 meses, pero puede extenderse a 7 meses con el desarrollo embrionario tardío. Durante los primeros días después del nacimiento, los jóvenes son llevados por la madre luego permanecen en la zona de refugio. Durante la lactancia, los pezones se agrandan y se pigmentan mientras que el pelo circundante se pierde. La madurez sexual se alcanza en 8 meses para las mujeres y 12 meses para los varones (Ortega y Castro, 2001).

Descripción del área de estudio

Ubicación

El municipio de Huehuetlán el Grande se localiza en la parte central del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos $18^{\circ} 41' 06''$ y $18^{\circ} 53' 12''$ de latitud norte, y los meridianos $98^{\circ} 03' 18''$ y $98^{\circ} 15' 06''$ de longitud occidental. Tiene una distancia aproximada de 46 Km. a la capital del estado de Puebla y sus colindancias son: Al norte con la ciudad de Puebla y Tzicatlaycoyan, al sur limita con Huatlatlauca, al oeste limita con la Magdalena Tlatlauquitepec y al poniente limita con Teopantlán.

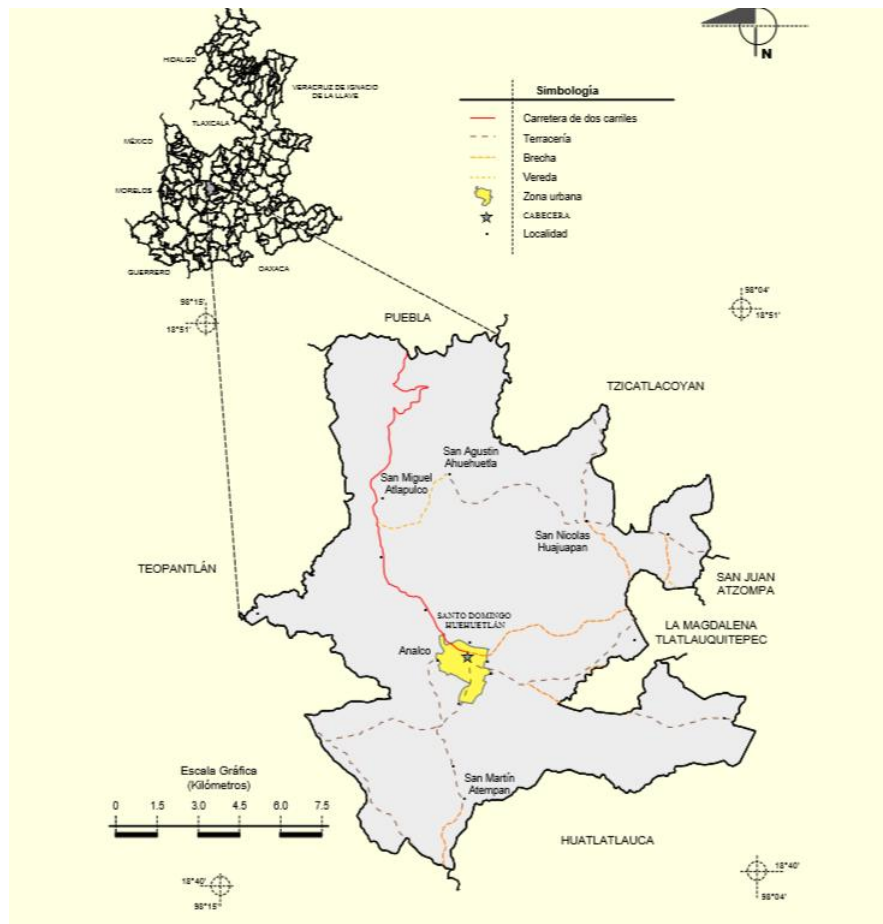


Figura 4. Localización de Huehuetlán el grande Puebla.

Orografía

El municipio forma parte de tres regiones morfológicas; a partir de la cota 2,000 hacia el norte, forma parte de la Sierra del Tentzo; el área comprendida entre el río Huehuetlán y la cota 1,500 al suroeste pertenece al Valle de Matamoros; el resto del municipio, constituye el extremo oriental del valle de Atlixco.

Hidrografía

El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac; es bañado por numerosas corrientes intermitentes originadas en la sierra del Tentzo al norte; recorren el municipio de norte a sur, formando algunas barrancas importantes como La Barranca Grande y Barranca Tepeyole; terminan concentrándose en el río Huehuetlán, que es el único de carácter permanente y que más al sur se une al Atoyac.

Clima

En el municipio se pueden identificar tres tipos de climas, uno cálido, uno semicálido y uno templado: Se localiza al norte, en la sierra del Tentzo. Con clima semicálido subhúmedo y lluvias en verano. Es el clima característico del centro del municipio. El municipio muestra la transición entre los climas cálidos del sur del estado y los templados del norte.

El relieve en general es accidentado, presenta sus mayores alturas en la sierra del Tentzo y desciende el nivel hacia el Sur de una manera abrupta y constante, de más de 2,000 metros sobre el nivel del mar hasta de menos de 1,400.

Captura de los especímenes

La captura de los especímenes se llevó a cabo de Noviembre de 2013 a Noviembre de 2014. Se realizaron diez muestreos durante las cuatro estaciones del año, para la captura se utilizaron cuatro redes de niebla (2 redes de 12 metros por 1.5 de ancho y 2 redes de 6 metros por 1.5 de ancho) que se abrieron a partir del crepúsculo durante 5 horas.

Se utilizó la clave para la identificación de los murciélagos de México de Medellín para la cual se registraron la longitud de antebrazo y longitud de la falange del tercer dedo dichas medidas se tomaron con un vernier así como el peso del ejemplar por medio de una pesola (Medellin, 1997).

Esfuerzo de muestreo

Se calculó el esfuerzo de muestreo multiplicando los metros de red desplegados por las horas que estuvieron abiertas las redes.

Estado reproductivo externo

Los individuos se clasificaron por su posición testicular en: testículos escrotados que refiere a los individuos con actividad reproductiva, inguinales que refieren a individuos adultos con actividad reproductiva ausente y abdominales que refieren a individuos juveniles.

Histología

Los ejemplares colectados fueron transportados al laboratorio y sacrificados con una inyección de pentobarbital (0.9 mg/g pc).

Para la fijación de las muestras se utilizó líquido de Bouin durante 24 hrs posteriormente se realizó la deshidratación en alcohol etílico. Las muestras se incluyeron en parafina. Se cortaron con el micrótopo de rotación a un grosor de 5 μm .

Se tiñeron utilizando la técnica hematoxilina eosina para su posterior análisis a través del microscopio óptico.

Se hicieron cortes seriados los cuales fueron observados cada 100 μm .

Índice espermatogénico

Se empleó el índice espermatogénico propuesto por Grocock y Clare para obtener el estado reproductivo histológico de los machos que se describe en la siguiente tabla (Grocock y Clarke, 1973).

Índice	Tubulos Seminíferos	Células Intersticiales	Espermatogonias	Espermatocitos I	Espermatocitos II	Espermatidas	Espermatozoides
0	Muy pequeños	Sin nucleo	Presentes	Muy pocos	Ausentes	Ausentes	Ausentes
1	Pequeños	Algunas presentan nucleo	Presentes	Pocos	Ausentes	Ausentes	Ausentes
2	Pequeños	Muy pequeñas nucleo redondo	Presentes	En aumento	Pocos	Pocas	Ausentes
3	Medianos	Ligeramente pequeñas	Presentes	Presentes	Presentes	En aumento	Pocos
4	Grandes	Largas y nucleo redondo	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes
5	Muy grades	Muy largas nucleo redondo	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Muchos en el lumen

Cuadro 1. Muestra los índices espermatogénicos y las características de cada uno conforme el tamaño y los tipos de células presentes en los túbulos seminíferos (Grocock y Clarke, 1973).

Factores Ambientales

Por medio de los datos obtenidos por el climograma de la estación Piaxtla para Huehuetlán el Grande Puebla.

Los meses que comprenden la estación seca son Noviembre- Abril y estación húmeda Mayo- Octubre. La temperatura fluctúa en un rango de los 20 a los 25°C.

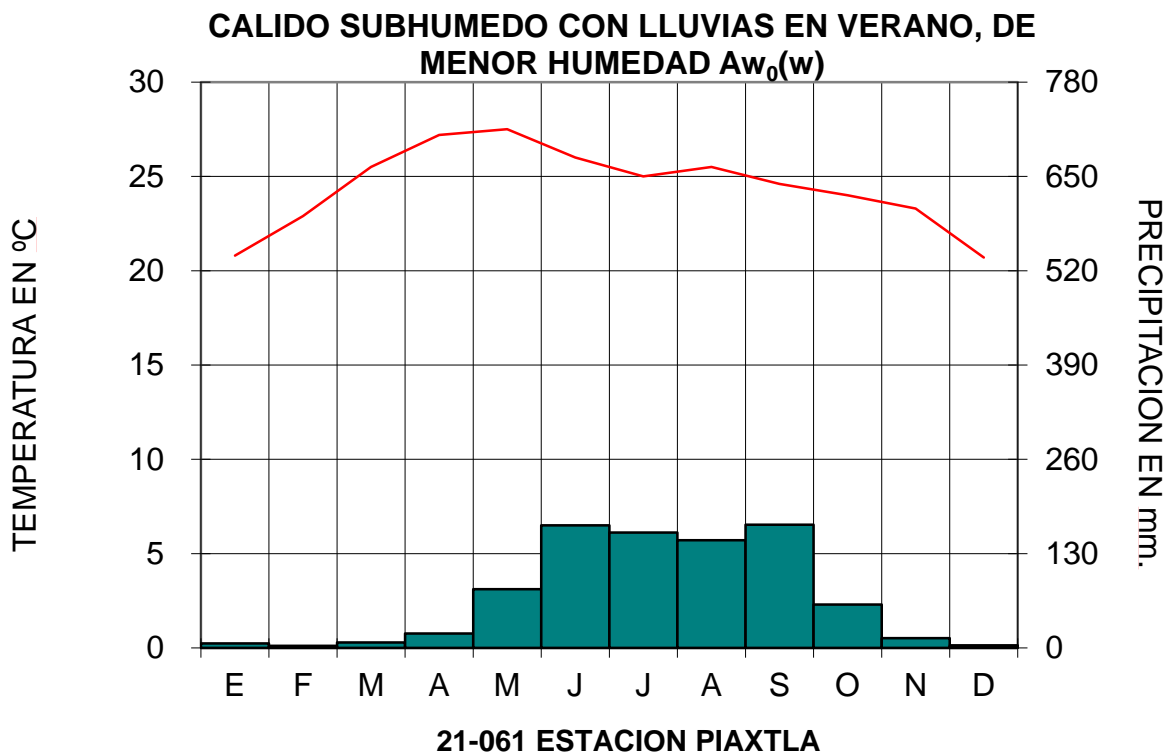


Figura 5. Climograma de la estación piaxtla para Huehuetlán.

Análisis estadístico

Se realizó la prueba estadística t de student para observar si existen diferencias significativas entre el peso corporal y las diferentes estaciones del año tomando como intervalo de confianza $p= 0.05$. Se correlaciono el índice espermatogénico obtenido con la precipitación de la zona de huehuetlán el grande.

Resultados

Captura

Se colectaron un total de 10 ejemplares de *Artibeus jamaicensis* durante los meses Noviembre de 2013 a Noviembre de 2014. 1 individuo se colecto en otoño, 3 individuos en invierno, 2 en primavera y 4 en verano.

Esfuerzo de muestreo

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 2,700 metros de red por hora.

Peso corporal

Para el caso del peso corporal respecto a las estaciones del año se distingue que el promedio más alto de peso se registró en primavera mientras que el peso corporal más bajo fue observado en invierno (Figura 6). La prueba t de student muestra que hay diferencias significativas entre los pesos de primavera comparados con los obtenidos en verano ($p= 0.005$).

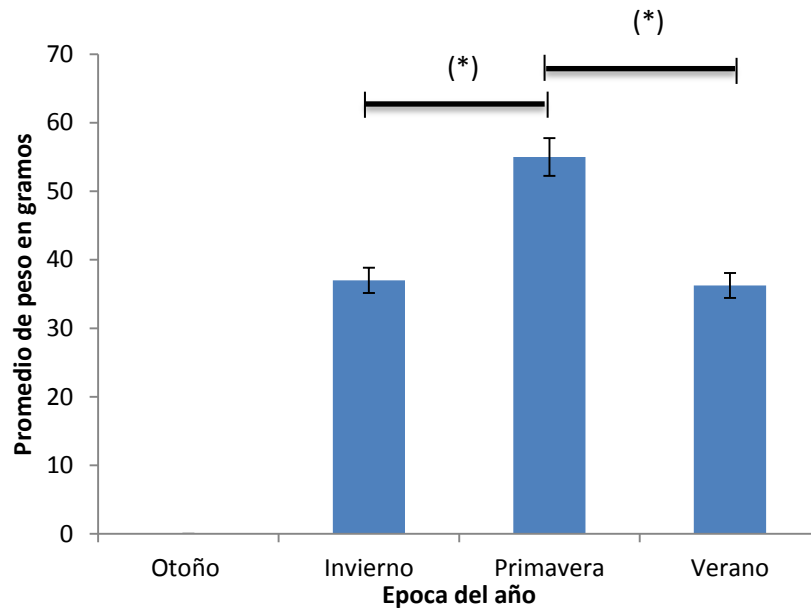


Figura 6. Media±e.e.m. del peso corporal en gramos por estación del año. Prueba t de student; *p= 0.005.

Posición testicular

En otoño se capturó un individuo con testículos inguinales. En invierno se colectaron dos individuos con testículos escrotados y uno con testículos inguinales. En primavera solo fueron colectados dos especímenes con testículos escrotados y para el caso de verano se obtuvieron tres individuos con testículos inguinales y un individuo con testículos abdominales (Figura 7). Del total de individuos capturados se obtuvo un total de 40% de murciélagos reproductivamente activos según su posición testicular (Testículos escrotados); 30% de individuos reproductivamente activos en lo que corresponde a la temporada húmeda y un 10% de individuos reproductivamente activos durante la temporada seca (Cuadro 2).

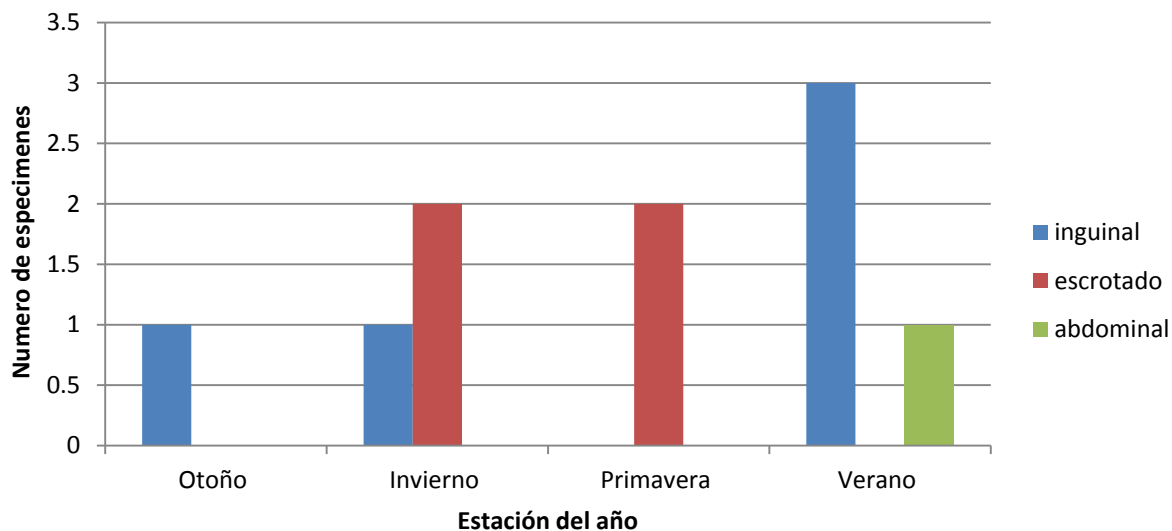


Figura 7. Posición testicular y número de especímenes por estación del año.

La mayoría de individuos con testículos inguinales se presentaron en verano siendo esta la temporada de lluvias y continuaron presentándose hasta comienzos de la temporada seca. A finales de la temporada húmeda destacó la posición testicular inguinal.

	Estación	
	Húmeda	Seca
Escrotados	10%	30%
Inguinales	30%	20%
Abdominales	10%	0%

Cuadro 2. Porcentajes de incidencia de posición testicular en estaciones húmeda y seca.

Análisis Histológico

Otoño

El individuo capturado en otoño presento testículos inguinales. En el análisis histológico se observan túbulos seminíferos cerrados sin luz, espermatogonias dispuestas en la parte distal del túbulo, espermatocitos primarios adyacentes a las espermatogonias y muy pocos espermatocitos secundarios (figura 8 y 9).

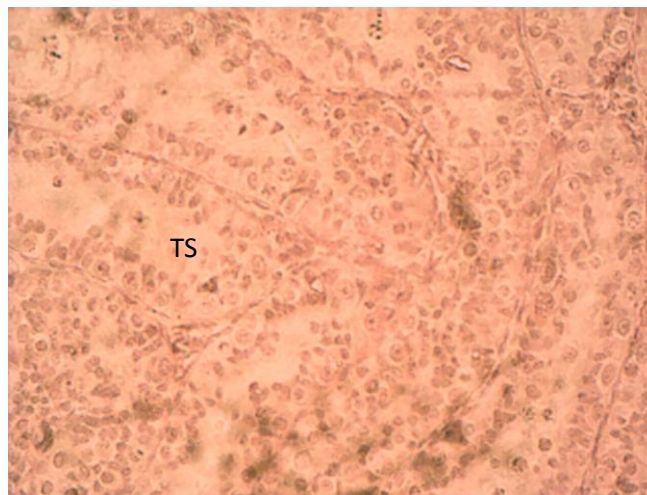


Figura 8. Testículo derecho capturado en otoño. Tubulos seminiferos (TS) (40x).

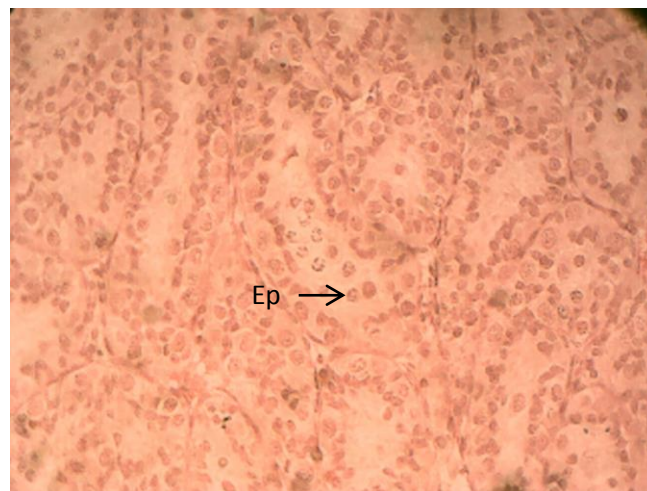


Figura 9. Testículo izquierdo capturado en otoño. (40x). Espermatocito primario (Ep).

Invierno

En invierno se capturaron tres individuos, el espécimen capturado en enero presentó testículos inguinales, en el análisis histológico se observaron algunos túbulos seminíferos con poca luz o semiabiertos, pocas espermatogonias, espermatocitos primarios abundantes, presencia de espermátidas y pocos espermatozoides dispuestos en la luz del túbulo.

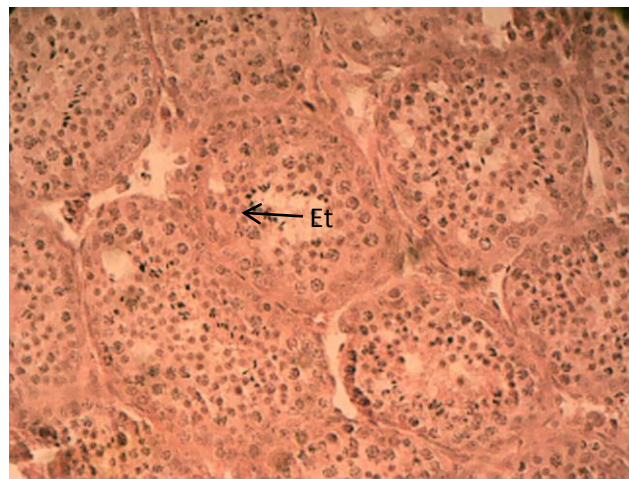


Figura 10. Testículo derecho individuo capturado en invierno. (40x). Espermátidas (Et).

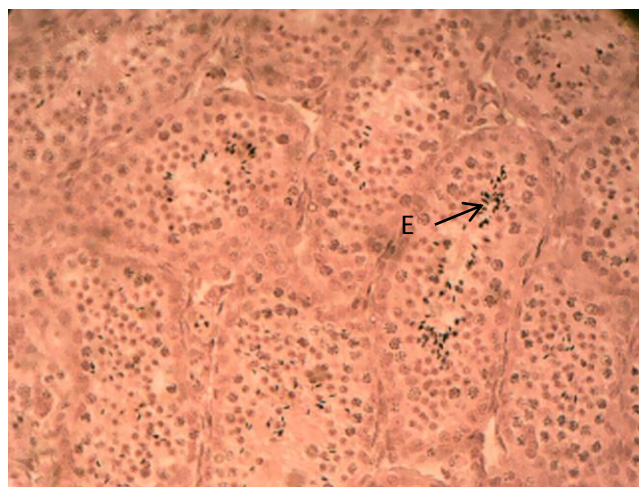


Figura 11. Testículo Izquierdo individuo capturado en invierno. (40x). Espermatozoides (E).

Dos individuos fueron capturados en febrero ambos con testículos escrotados,

Macho 1 (M1) se observó en el análisis histológico túbulos seminíferos comparablemente más abiertos, algunos túbulos presentaron en su mayoría varios espermatozoides agrupados en el lumen y con presencia de espermátidas redondeadas (Figura 12) algunos túbulos se observan muy abiertos y con mayor cantidad de espermatozoides. (Figura 13).

Macho 2 (M2) se presentaron túbulos seminíferos ligeramente abiertos pero con gran cantidad de espermatozoides y abundantes espermátidas (Figuras 14 y 15).

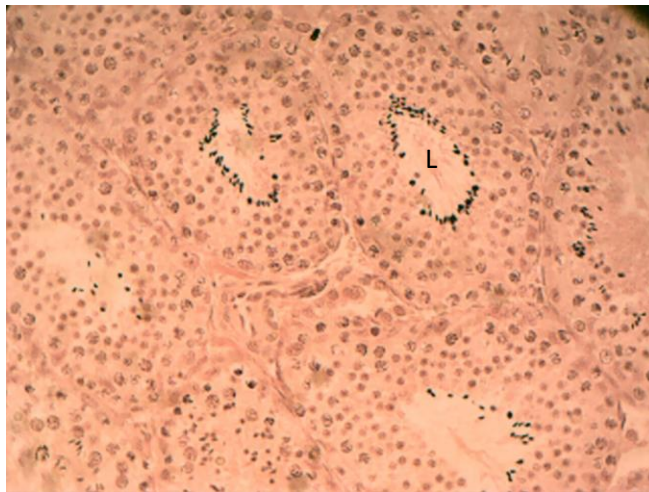


Figura 12. Corte de testículo derecho de individuo M1 capturado en invierno. (40x). Luz del Túbulo seminífero (L).

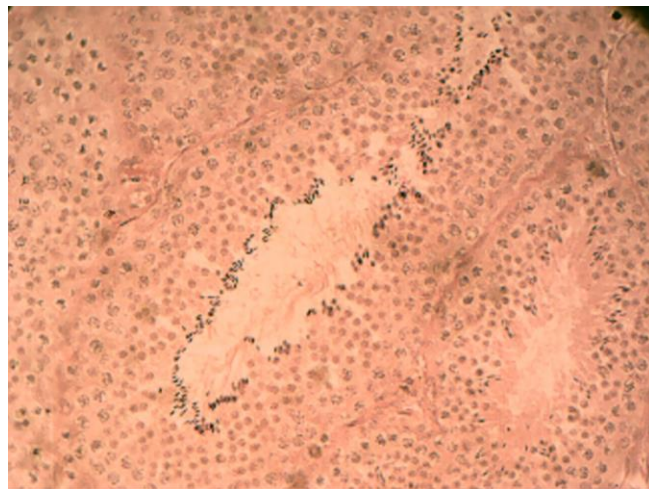


Figura 13. Testículo izquierdo de individuo capturado en invierno. (40x).

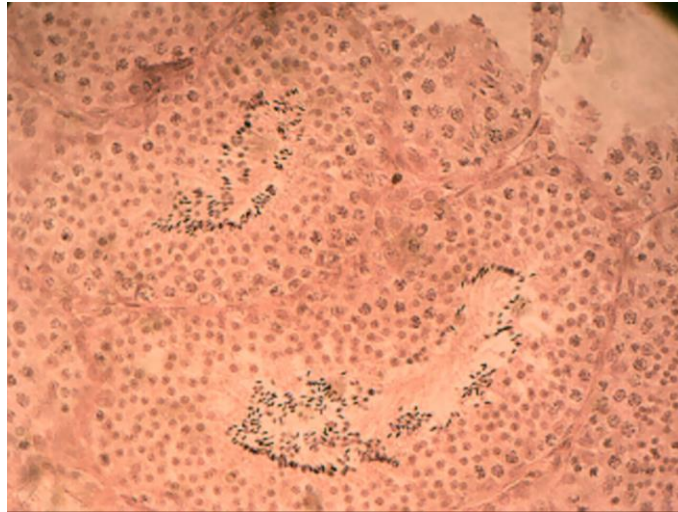


Figura 14. Corte testículo derecho individuo M2 capturado en invierno. (40x).

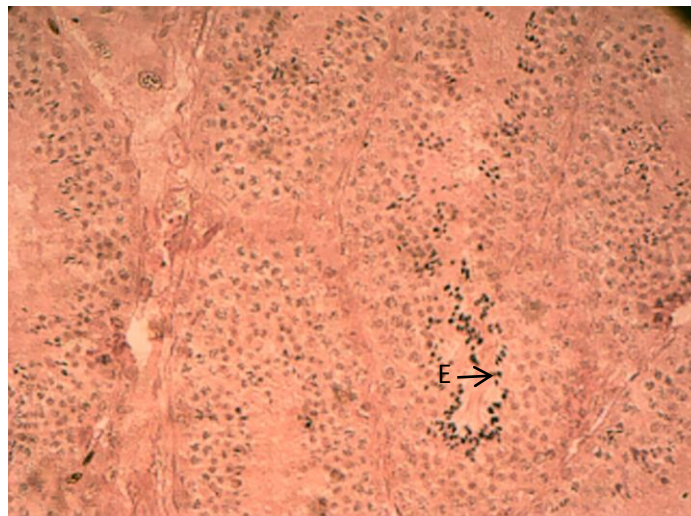


Figura 15. Corte testículo izquierdo individuo M2 capturado en invierno. (40x).
Espermatozoides (E).

Primavera

Macho con testículos escrotados capturado en marzo se distinguen claramente mayor presencia de espermatozoides dispuestos en el lumen, la espermatogénesis es completa, túbulo seminífero más abierto (Figura 16).

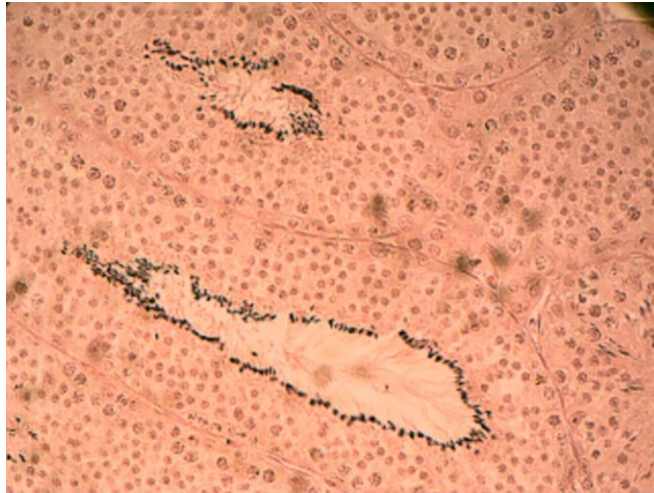


Figura 16. Corte de testículo derecho de individuo colectado en primavera. (40x).

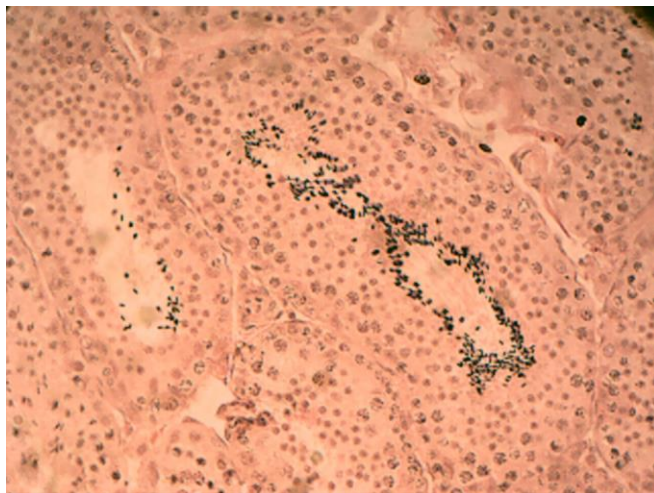


Figura 17. Corte de testículo izquierdo de individuo colectado en primavera.
(40x).

Individuo con testículos escrotados, sin embargo en el análisis histológico se demuestra que los túbulos seminíferos se encuentran cerrados sin presencia de espermatozoides, muy pocas espermatidas (Figura 18).

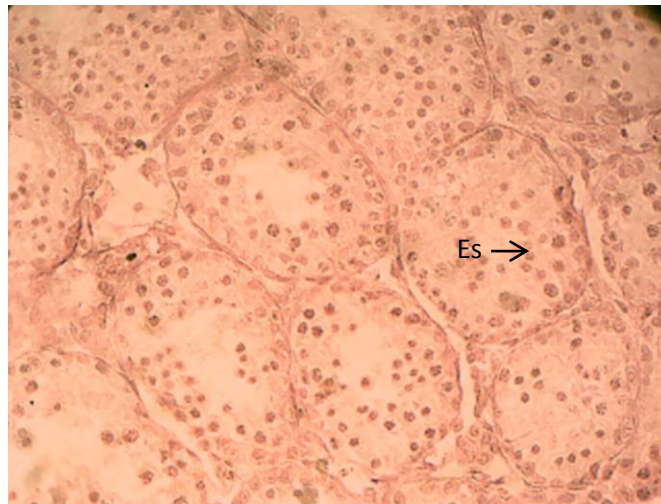


Figura 18. Corte de testículo derecho colectado a finales de primavera. (40x).
Espermatocitos Secundarios (Es).

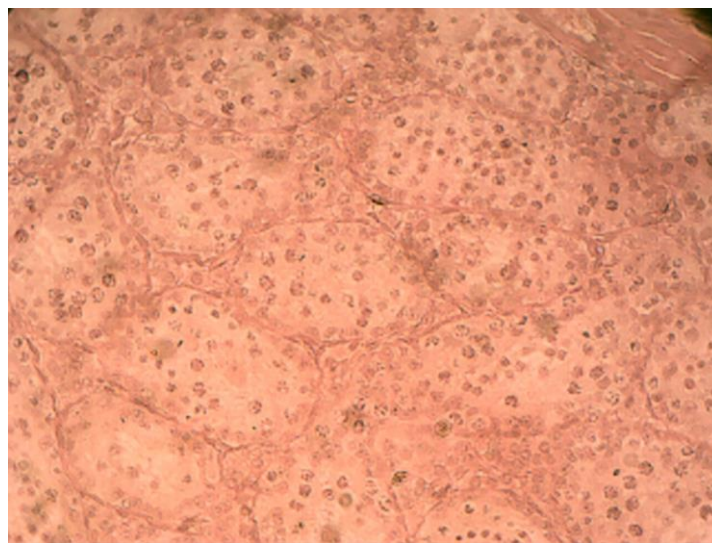


Figura 19. Corte de testículo izquierdo colectado a finales de primavera. (40x).

Verano

En verano fueron colectados cuatro ejemplares de *Artibeus jamaicensis* tres de ellos inguinales y uno abdominal. Individuo con posición testicular inguinal capturado en julio muestra varios espermatocitos primarios (Figura 20). En el corte de testículo izquierdo se puede distinguir pocos espermatocitos secundarios, no se observa la presencia de espermátidas (Figura 21).

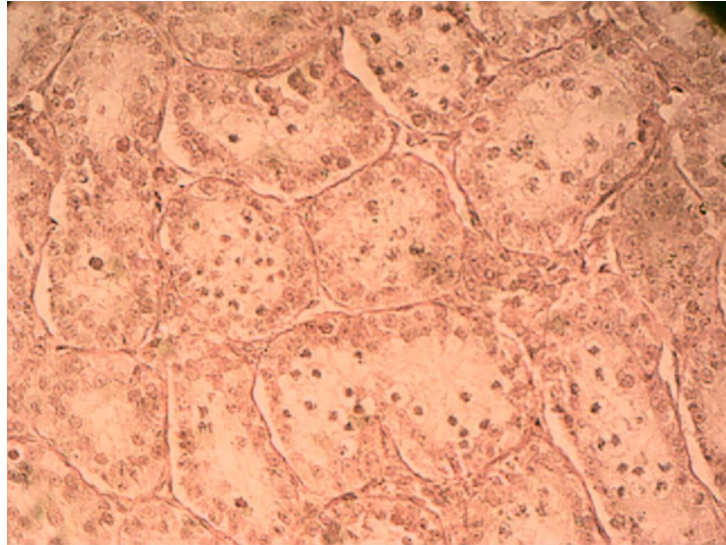


Figura 20. Corte de testículo derecho individuo con testículos inguinales. (40x).

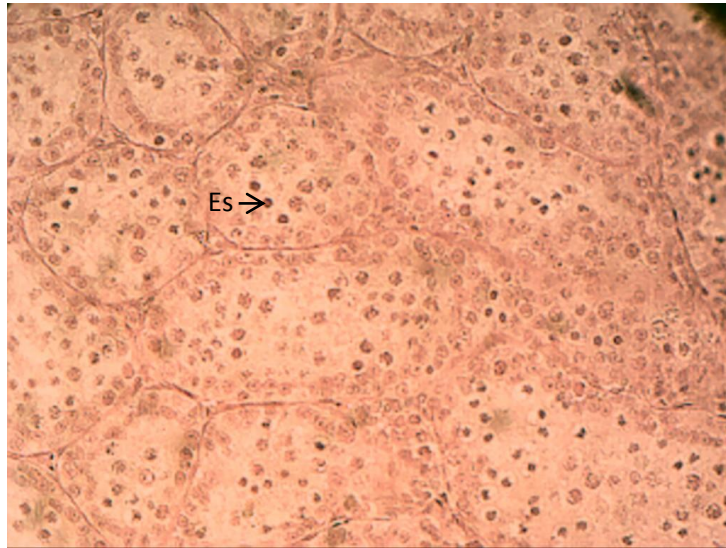


Figura 21. Corte testículo izquierdo ejemplar capturado en verano. (40x).
Espermatocitos secundarios (Es).

Macho colectado en septiembre durante la estación húmeda con testículos inguinales; en el análisis histológico se observan túbulos seminíferos cerrados con espermatogonias en la parte más distal del lumen, muy pocos espermatozoides primarios (Figura 22).

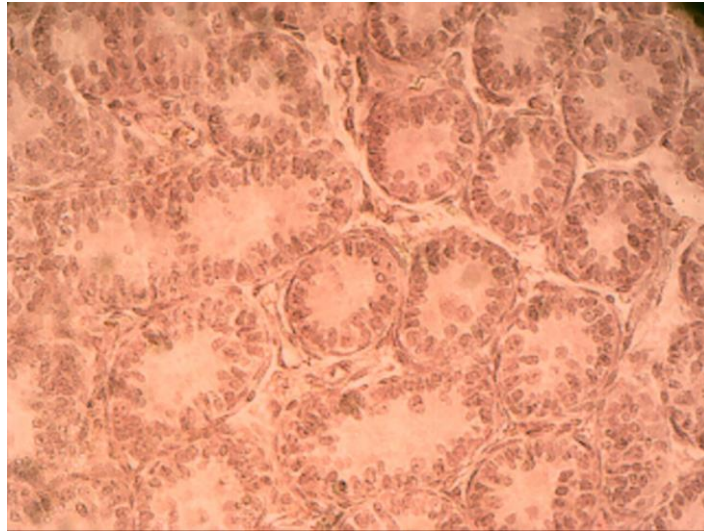


Figura 22. Corte de testículo derecho individuo capturado en septiembre. (40x).

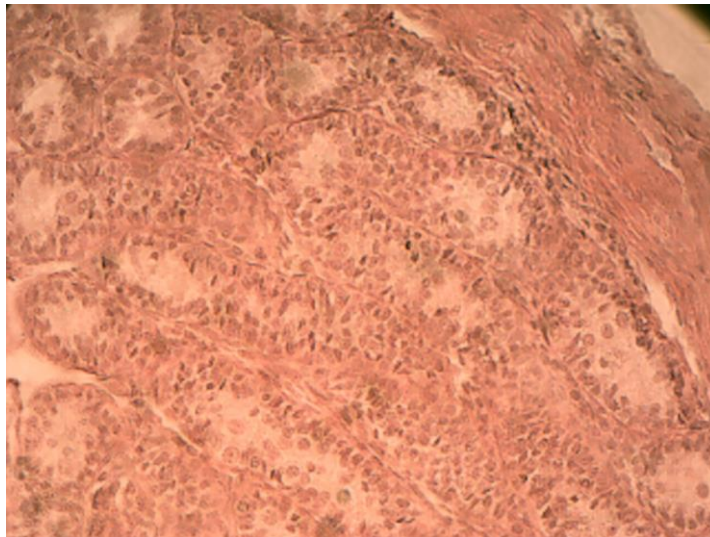


Figura 23. Corte de testículo izquierdo de individuo capturado en septiembre.
(40x).

Individuo capturado en septiembre con testículos inguinales a comparación con el anterior se distinguen más espermatocitos primarios sin embargo no hay presencia de espermatogonias, (Figura 24).

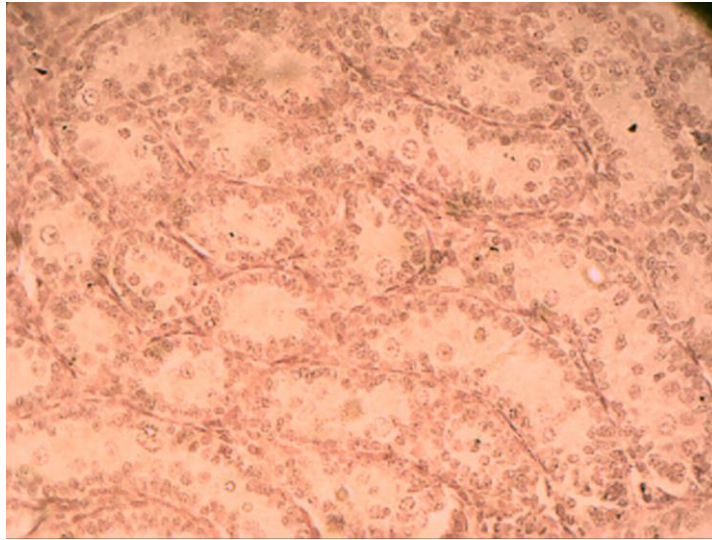


Figura 24. Corte de testículo derecho de ejemplar capturado en septiembre. (40x).

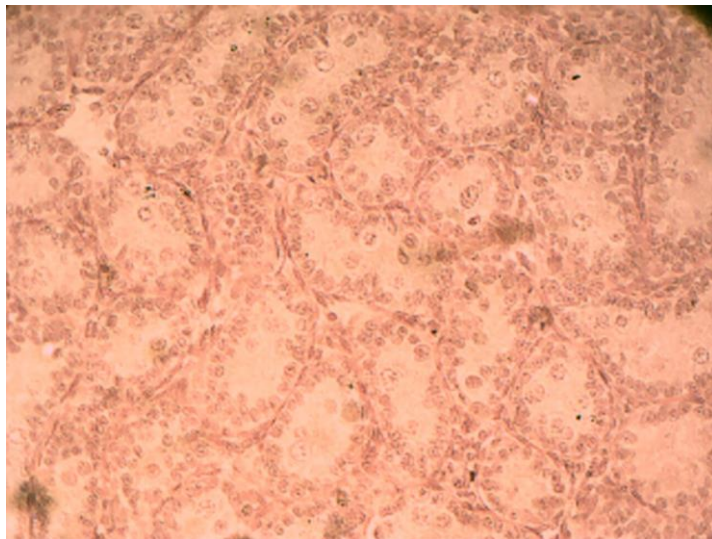


Figura 25. Corte de testículo izquierdo capturado en septiembre. (40x).

El último individuo capturado en verano posee túbulos seminíferos cerrados con espermatogonias alrededor de pocos espermatocitos primarios no se observan espermatocitos secundarios ni espermatidas.

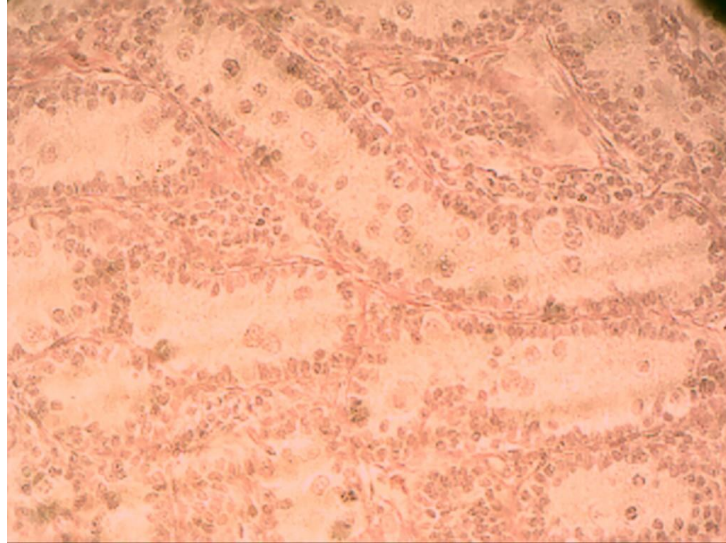


Figura 26. Corte de testículo derecho capturado en septiembre. (40x).

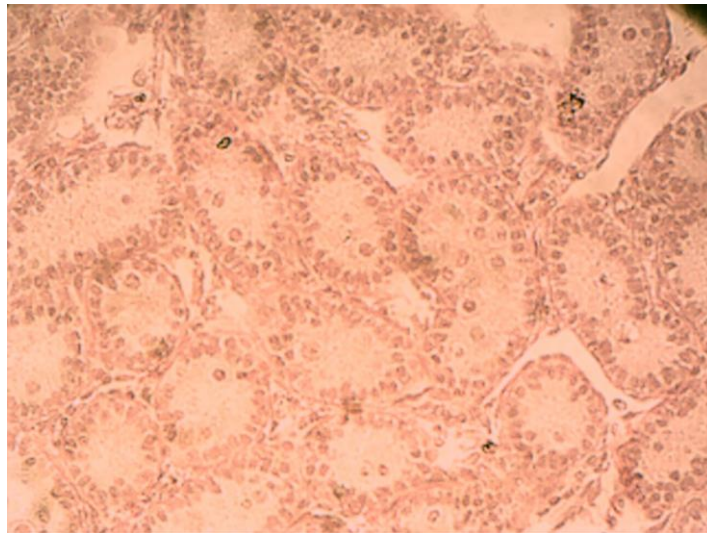


Figura 27. Corte de testículo izquierdo capturado en septiembre. (40x).

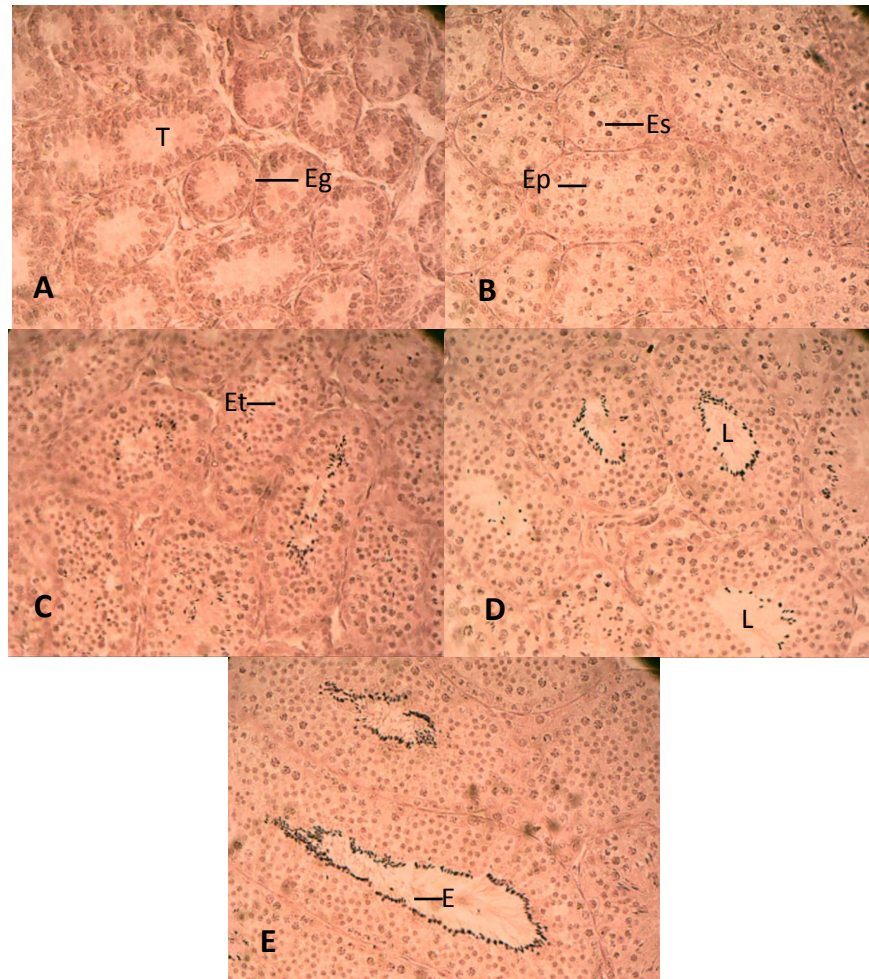


Figura 28. A. Índice 1. Se distinguen solo espermatogonias (Eg) en la parte más distal del centro del túbulo, túbulos seminíferos cerrados (T). B. Índice 2, algunos espermatocitos primarios (Ep), espermatidas en algunos túbulos, pocos espermatocitos secundarios(Es). C. Índice 3, presencia de espermatidas (Et) alargadas se observan pocos espermatozoides. D. Índice 4, túbulos con luz (L) sin embargo no todos los túbulos contienen espermatozoides E. Índice 5, espermatogénesis completa, espermatozoides (E) se distinguen agrupados en la luz del túbulo. (40x).

Índice espermatoogénico

Los índices espermatoogénicos bajos como índice 1 y 2 se caracterizaron por poseer en su mayoría solo espermatoogonias dispuestas en la parte más distal del lumen con algunos espermatoocitos primarios y secundarios, túbulos cerrados o con muy poca luz (figura 28 a y b).

Respecto al índice espermatoogénico se percibieron índices bajos durante las temporadas de verano y otoño. Mientras que niveles más altos se presentaron en invierno y primavera lo que corresponde a la estación seca.

El índice espermatoogénico 5 solo se presentó en primavera, sin embargo también se observó un índice espermatoogénico bajo. Índices 1 y 2 se hicieron más evidentes en otoño y verano durante la estación húmeda.

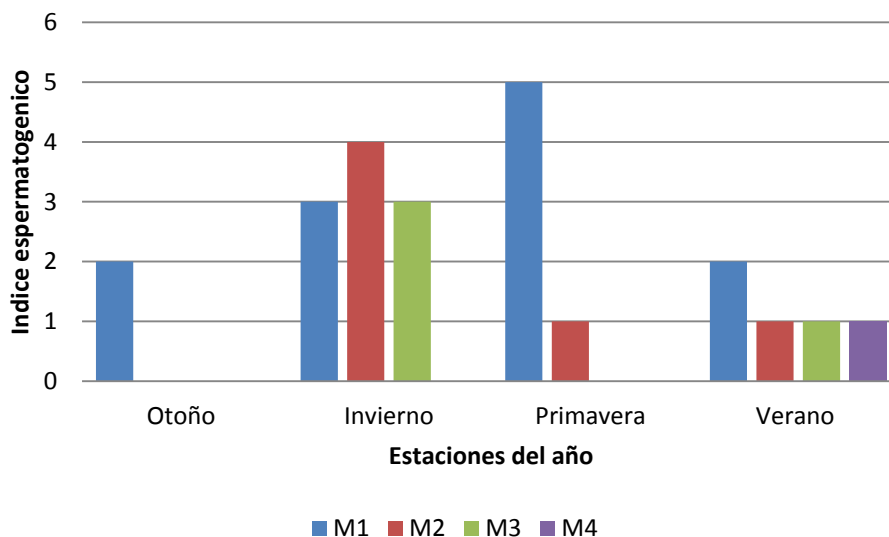


Figura 29. Índice espermatoogénico por estaciones del año.

Entre la relación entre la posición testicular y los índices espermatogénicos, en otoño el individuo con testículos escrotados presento índice espermatogénico 1, para el caso de invierno los testículos inguinales tuvieron un índice espermatogénico 3 y un índice 4 en testículos escrotados. En primavera se tuvieron dos individuos con testículos escrotados con índice espermatogénico 5 y otro presento índice espermatogénico 1. En verano los tres individuos que presentaron posición testicular abdominal tuvieron un índice espermatogénico 1 y un individuo con posición inguinal presento índice espermatogénico 2.

Analizando los datos por correlación entre precipitación e índices espermatogénicos se obtuvo una $R^2 = 0.6339$.

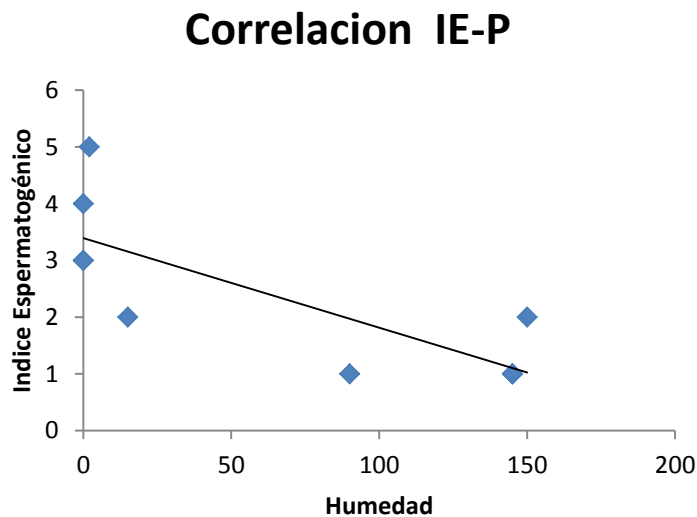


Figura 30. Correlación de Pearson de índice espermatogénico (IE) contra humedad (H). $R^2 = 0.6339$.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se logró la captura de dieciséis murciélagos de la especie *Artibeus jamaicensis*, de los cuales diez individuos fueron machos, en la región de Huehuetlán el grande Puebla, corroborando que la especie en cuestión es de amplio margen de presencia en la mixteca poblana.

Se logró cumplir con los objetivos del trabajo mediante la captura mensual del quiróptero *Artibeus jamaicensis*, se identificó correctamente la especie por medio de la clave de campo (Medellín, 1997).

La región de trabajo es una zona de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Se obtuvieron los datos climáticos reportados por la estación piactla para la zona de Huehuetlán el grande con el fin de tener datos precisos para observar las variaciones en temperatura y precipitación durante el año.

Se caracterizó el estado reproductivo según la morfología de las características reproductivas externas y se determinó la influencia de las características ambientales sobre la histología de los túbulos seminíferos.

Durante el año de captura se obtuvieron machos de *Artibeus jamaicensis* con testículos escrotados en la temporada seca que corresponde a invierno, parte de los comienzos de la temporada de lluvias y principios de primavera, esto coincide con los resultados obtenidos por Díaz en el 2013 donde los machos de *Artibeus lituratus* y *Artibeus jamaicensis* presentaron testículos escrotados en su mayoría en la estación seca, contrario a los resultados obtenidos con Santos en 2010 y su trabajo con la especie *Centurio senex* donde los machos con testículos escrotados fueron capturados únicamente en temporada de lluvias en el mes de junio y de agosto a octubre (Santos et al. 2010).

El único trabajo similar en cuanto a histología de los túbulos seminíferos y estacionalidad es el reportado por Torres y Rojas en 2001 en que hacen la descripción del ciclo seminífero en la especie *Leptonicterys curasoae*, sus resultados concuerdan con este trabajo en un aspecto particular, la posición escrotada se relacionó con índices espermatogénicos altos (4 y 5) aunque con excepciones ya que algunos individuos con testículos escrotados presentaron índices espermatogénicos bajos, tal como sucede para este trabajo con el individuo capturado en julio a finales de la primavera donde se observó índice 1 con testículos escrotados, lo cual sugiere que la posición testicular como único indicador de actividad reproductiva tiene un margen de error. Por otro lado la posición inguinal de los testículos mostró tener índices espermatogénicos bajos de igual forma como se encontró en este trabajo con *Artibeus jamaicensis*. En cuanto a la captura de machos fértiles fueron ausentes durante el otoño coincidiendo con los presentes resultados. Machos fértiles de *Leptonicterys curasoae* se observaron desde finales de invierno tal como para el caso de *Artibeus jamaicensis* (Torres y Rojas, 2001).

Como se mencionó anteriormente en este trabajo se presentó un macho de *Artibeus jamaicensis* durante la primavera que mostro testículos escrotados con un índice espermatogenico bajo, esto podría deberse a que se registró un aumento de temperatura para esa estación del año, se sabe que los testículos poseen diferente temperatura que la temperatura interna del cuerpo esto dado gracias al escroto que mantiene los testículos en temperatura óptima para desarrollar la espermatogénesis al aumentar la temperatura del ambiente se relaciona con infertilidad o inclusive anticoncepción (Martínez, 2012).

En verano cuando se encontró el punto máximo de precipitación se observaron individuos con testículos inguinales e índices espermatogénicos 1 y 2 de igual forma que en primavera la temperatura se mantiene más elevada.

Para el caso de otoño que representa el paso a la temporada seca se encontró solo un macho con testículos inguinales e índice espermatogénico 2, esto pudiera deberse a la temperatura que oscilaba entre los 26°C y 24°C.

En invierno durante la temporada seca se observó un individuo con testículos inguinales e índice espermatogénico 3 y la mayoría de individuos con testículos escrotados e índices espermatogénicos 4 y 5 siendo el índice 5 presente en el límite entre invierno y primavera épocas en las que se presentan temperaturas más bajas y por ende condiciones más óptimas para la espermatogénesis. Por tanto se infiere que en el macho los índices 3, 4 y 5 de la espermatogénesis se correlacionan con periodos reproductivos fértiles y con finales de la temporada seca lo cual sugiere que para la temporada de lluvias se llevará a cabo el apareamiento y el parto dado que se eleva la cantidad de recursos que garantizan la supervivencia de las crías.

En este trabajo se describe por primera vez el estado reproductivo de los machos de la especie *Artibeus jamaicensis* a lo largo de las temporadas del año según la histología testicular.

El trabajo además contribuye al conocimiento de la especie de murciélago *Artibeus jamaicensis* en el Estado de Puebla y en particular de la región de Huehuetlán el Grande. El conocimiento del ciclo reproductivo de una especie en relación con el ambiente es de gran importancia para la comprensión de la fisiología y la estacionalidad de los procesos reproductivos, conocimiento que puede ser aplicado para el diseño de planes de conservación integrales y en general para saber de qué manera afectan los cambios que está sufriendo el ambiente hoy en día en la fisiología reproductiva de las especies de animales.

BIBLIOGRAFIA

1. **Acosta L. S., Franklin A. A. 2006.** New contribution on the diet of the frugivorous bats *artibeus lituratus* and *a. jamaicensis*. 2(1):127-133
2. **Álvarez, S. 2004.** Distribución y abundancia de una comunidad de murciélagos en el municipio de Jolalpan Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología BUAP.
3. **Araujo, A. Amaro, B. Talamoni, A. Godinho, P. 2013.** Seasonal Reproduction of Yellowish Myotis, *Myotis levis* (Chiroptera: Vespertilionidae), from a Neotropical Highland. Journal of morphology. Brasil.
4. **Grocock, C. A. y Clarke, R. 1973.** Photoperiodic control of testis activity in the vole *Microstus agestis*. J. Reprod. Fert., 39, 337-347.
5. **INEGI, 2009.** Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Huehuetlán el Grande, Puebla Clave Geoestadística 21087.
6. **IUCN 2013.** The IUCN Red list of Threatened Species.
7. **Ishiana, V. C.** Revista de ciencias U.N.M.S.M., Vol. 72, No. 1, Junio 1980, Perú. Pag.57-65. Adaptación y reproducción en el laboratorio del

murciélago *Artibeus Lituratus* Allen y CHampman (Chiroptera, Phyllostomidae)

8. **Kunz, T. H. 1982.** Ecology of bats. Plenum Publishing Corporation. New York. p.425.

9. **León M. P. N. 2004.** Estudio preliminar de los patrones reproductivos de *Dermanura phaeotis* y *Artibeus intermedius* (Chiroptera: Phyllostomidae) en petenes del noroeste de la Península de Yucatán, México. Tesis licenciatura en biología. Universidad Autónoma de Yucatán.

10. **Martínez J. M. D. 2012.** Relación de la testosterona testicular, el fotoperiodo y la temperatura con el patrón reproductivo asincrónico en murciélagos machos *Corynorhinus mexicanus*. Tesis maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana.

11. **Medellín A. R. Arita H. y Sánchez O., 1997.** Identificación de los murciélagos de México. (clave de campo) Primera edición, Asociación Mexicana de Mastozoología.

12. **Morais B. D., Tarcizio A. R., Barros M. S., Balarini M. T., Freitas B. D. 2013.** Stages and duration of the seminiferous epithelium cycle in the bat *Sturnira lilium* *Journal of Anatomy*. 222, pp372—379

13. **Neuweiler G. 2000.** The biology of bats. Primera edición. Oxford University Press. USA.

- 14. Ortega J. y Castro A. I. 2001.** *Artibeus jamaicensis*. Mammalian species. 662: 1-9.
- 15. Rincón V. F., Stoner E. K. Viguerras V. R. 2013.** Internal and external indicators of male reproduction in the lesser long-nosed bat *Leptonycteris yerbabuenae*. *Journal of Mammalogy*, 94(2):488–496.
- 16. Rodriguez, M. 2005.** Densidad poblacional del murciélago Hematófago *Desmodus rotundus* y su impacto en el ganado en la comunidad Rancho El Salado en Jolalpan Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología BUAP
- 17. Rodriguez T. A., Arenas R. E y León G. M. 2010.** El almacenamiento prolongado de espermatozoides en el epidídimo, adaptación que permite sincronizar el periodo de apareamientos en murciélagos. Tesis maestría. Universidad Autónoma Metropolitana.
- 18. Simmons NB. 2005.** Order Chiroptera. Pp. 312-529. En: Wilson, D.E. y D.M. Reeder (eds). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3^a edition, vol 1. Johns Hopkins University Press Baltimore, Maryland.
- 19. Santos M. A., Garcia G.J. y Rodriguez A.A. 2010.** Ecología y reproducción del murciélago *Centurio senex* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 847 – 852.

20. Torres K. C. y Rojas A. 2001. Descripción histológica estacional del epitelio seminífero de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera Phyllostomidae).