

UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



**DESCRIPCIÓN MACRO Y MICROSCÓPICA DEL SISTEMA
REPRODUCTOR DE LA RAYA TECOLOTE, *Rhinoptera steindachneri*
(EVERMANN & JENKINS, 1891), EN BAHÍA DE LA PAZ, BCS, MÉXICO**

TESIS

Que para obtener el Título Profesional de
Licenciada en Biología Marina

Presenta

Valeria Edith Chávez García

Director

Dra. María Itzigueri Burgos Vázquez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2018

DEDICATORIA

A Dios...

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor

A mi madre Margarita...

Por darme la vida, por creer en mí, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero principalmente, por su inigualable amor.

A mi padre Ricardo...

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha inundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo sin importar nuestras diferencias de opiniones y por su infinito amor.

A mis hermanos...

Julio, Marco y Ricardo, por estar conmigo y apoyarme siempre, cada uno con su particular estilo, los amo.

A mi abuelita Bertina...

Por el apoyo que siempre me brindas día a día y por tus increíbles anécdotas que no me canso de escuchar.

A los que se me adelantaron (QEPD)...

Abuelito Zacarías, por ser el pilar de la familia, quererme a tu manera y por tus valiosos consejos.

Anibal, por enseñarme lo que es el amor verdadero y sincero, a pesar de nuestra distancia física, sé que estás conmigo siempre.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haber financiado la obtención de muestras a través del proyecto SEP-CONACyT CB/180894 “Demografía de los batoideos costeros más abundantes en el Pacífico mexicano Centro – Norte”.

A mi directora de tesis la Dra. María Itzigueri Burgos, por la enseñanza, los consejos y la gran paciencia que me tuviste durante estos años. Gracias por aventarte el paquete, por tu amable tiempo, por tu conocimiento y por el constante seguimiento al desarrollo del presente proyecto.

Al Dr. Víctor Cruz, por sus observaciones y aportaciones a la tesis. Por el apoyo incondicional en todos los sentidos, y por haber depositado su confianza en mí, a pesar de ver un panorama gris.

Al comité revisor, quienes se tomaron el tiempo y la paciencia de leer, corregir y contribuir a mi tesis.

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. Por las personas que pusiste en mi camino y por aquellas que me quitaste, porque de cada una de ellas aprendí algo valioso y que gracias a eso me convertí en la persona que ahora soy.

A mis padres, quienes me dieron dos grandes regalos, la vida y la libertad, me enseñaron que el amor, el trabajo y el conocimiento deben ser parte de mi existencia y decisión; a quienes me mostraron que la consumación plena de mi existencia se logra con la fe puesta en lo que soy, puedo y hago, a quienes me han enseñado con sus hechos y convicciones, que existir es cambiar, que cambiar es madurar y que madurar es crearse uno así mismo. Gracias porque me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos, a ustedes quienes siempre han estado presentes en mi vida a pesar de la enorme distancia. Y sé que ahora sí estarán orgullosos de la persona en la cual me he convertido.

A mis tres hermanos, Gavy, Bolo y Ris por los momentos inolvidables que hemos pasado juntos, porque cada uno me ha demostrado quererme a su manera, y sé que cuento con ustedes para todo.

A Anibal, quien me enseñó que la vida se vive una sola vez, que se VIVE EL PRESENTE PORQUE EL FUTURO ES INCIERTO, quien me hizo valorar las cosas que tengo porque cada quien encuentra la felicidad en lo que hace, ya que cada quien es dueño de su felicidad. A pesar de la distancia física, y de haberte perdido tan rápido, siempre estás conmigo cuidándome desde el cielo.

A las Sherezadas, Mara y Kiks sin ustedes la vida no sería la misma, sus risas, bromas y enojos que no cambiaría por nada, son las hermanas que pude elegir en mi camino. Porque el destino nos hizo amigas y la vida nos convirtió en hermanas.

A Paquito, mi gran amigo, confidente y hermano del alma. Gracias por los consejos, el ánimo y todo el apoyo que siempre has mostrado durante estos 8 años.

A Lorem (Polli), por ser una gran amiga y hermana, porque tus consejos siempre fueron acertados, y porque cuando me quería salir del camino tú me hacías reflexionar y ver las cosas más centradas; por siempre escucharme y darme consejos a pesar de que no los seguía.

Al Chaman (Mau), gracias por alegrar mis fines de semana, por estas tardes de películas y relaxo, gracias por estar siempre para mí.

A Luis, quien me apoyo muchísimo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo 6 años de alegrías, éxitos y fracasos.

A mis tíos Chava, Juan, Jaime, Oscar, Lety, Guicho, por su apoyo incondicional.

A Araceli, Servando y toda la familia Salgado, por siempre brindarme su apoyo de manera incondicional y ser como mi segunda familia, gracias.

A mis maestros, quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no podía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABLAS.....	5
RESÚMEN.....	6
ABSTRACT	7
GLOSARIO	8
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. ANTECEDENTES.....	12
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. HIPÓTESIS.....	15
5. OBJETIVOS	16
5.1 General	16
5.2 Particulares	16
6. MATERIALES Y MÉTODOS	17
6.1 Área de estudio	17
6.2 Trabajo de campo.....	18
6.3 Trabajo de laboratorio	19
6.3.1 Proceso histológico.....	19
6.4 Análisis de datos.....	20
6.4.1 Relación AD y longitud interna del gonopterigio	20
7. RESULTADOS.....	21
7.1 Relación ancho de disco-longitud interna del gonopterigio	21

7.2 Descripción macroscópica del sistema reproductor de hembras.....	22
7.2.1 Estadios de madurez sexual en hembras.....	23
7.2.1.1 Estadio reproductivo 1 (Inmadura - Indiferenciada)	23
7.2.1.2 Estadio reproductivo 2 (Inmadura - En desarrollo).....	24
7.2.1.3 Estadio reproductivo 3 (Madura - No preñada).....	25
7.2.1.4 Estadio reproductivo 4 (Madura - Preñada)	26
7.3 Estructuras inusuales en el sistema reproductor de hembras.....	31
7.4 Descripción macroscópica del sistema reproductor de machos	32
7.4.1 Estadios de madurez sexual en machos	33
7.4.1.1 Estadio reproductivo 1 (Inmaduro – Nada desarrollado).....	33
7.4.1.2 Estadio reproductivo 2 (Inmaduro - En desarrollo)	34
7.4.1.3 Estadio reproductivo 3 (Maduro - No reproductivo).....	35
7.4.1.4 Estadio reproductivo 4 (Maduros - Actividad reproductiva)	36
7.5 Descripción microscópica del sistema reproductor de hembras	41
7.5.1 Ovarios	41
7.5.2 Oviductos.....	43
7.5.3 Glándulas oviducales	44
7.5.4 Útero.....	47
7.6 Descripción microscópica del sistema reproductor de machos	51
7.6.1 Testículos	51
7.6.1.1 Espermatogénesis.....	51
7.6.2 Conductos eferentes.....	57
7.6.3 Epidídimo	60
7.6.4 Conducto deferente	61
7.6.5 Vesícula seminal.....	63

8. DISCUSIÓN	67
8.1 Relación AD y LIG.....	67
8.2 Descripción del sistema reproductor femenino.....	68
8.3 Descripción del sistema reproductor masculino	73
9. CONCLUSIONES	75
10. REFERENCIAS.....	76
11. ANEXOS	83
11.1 ANEXO I. Descripción del procedimiento de preparación de muestras.....	83
11.2 ANEXO II. Procedimiento de tinción Hematoxilina de Gill-Eosina y Floxina .	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista dorsal de una hembra de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	11
Figura 2. Distribución de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	12
Figura 3. Zona de estudio, estaciones de muestreo en la Bahía La Paz, Baja California Sur.....	17
Figura 4. Medida corporal de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	18
Figura 5. Relación entre la longitud del gonopterigio (clasper) y el ancho de disco de machos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	22
Figura 6. Sistema reproductor de una hembra madura de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	23
Figura 7. Estadio reproductivo 1 (Nada desarrollada) de una hembra de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	24
Figura 8. Estadio reproductivo 2 (En desarrollo) de una hembra de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	25
Figura 9. Estadio reproductivo 3 (Madura, no preñada) de una hembra de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	26
Figura 10. Estadio de desarrollo 4 (Preñada) de una hembra de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	27
Figura 11. Cápsula café embebida en material viscoso, encontradas en la cavidad uterina de una hembra en estadio 3 de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	31
Figura 12. Primordio de la cápsula ovígera encontrada en la glándula oviducal derecha de una hembra en estadio 3 de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	31
Figura 13. Sistema reproductor de un macho maduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	33
Figura 14. Estadio reproductivo 1 (Inmaduro) de un macho de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	34
Figura 15. Estadio reproductivo 2 (En desarrollo) de un macho de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	35
Figura 16. Estadio reproductivo 3 (Maduro no reproductivo) de un macho de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	36

Figura 17. Estadio reproductivo 4 (Maduro en actividad reproductiva) de un macho de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	37
Figura 18. Microscopía del ovario (OV) izquierdo de una hembra en estadio 2 “En desarrollo” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	42
Figura 19. Microscopía del ovario (OV) izquierdo de una hembra en estadio 2 “En desarrollo” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	42
Figura 20. Microscopía del ovario (OV) izquierdo de una hembra en estadio 2 “En desarrollo” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	43
Figura 21. Microscopía del oviducto (OD) derecho (corte transversal) de una hembra en estadio 1 “Nada desarrollada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	43
Figura 22. Microscopía del oviducto (OD) izquierdo (corte transversal) de una hembra en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	44
Figura 23. Microscopía del oviducto (OD) derecho (corte longitudinal) de una hembra en estadio 3 “No preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	44
Figura 24. Microscopía de la glándula oviducal (GO) derecha (corte transversal) de una hembra en estadio 3 “No preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	45
Figura 25. Microscopía de la glándula oviducal (GO) derecha (corte transversal) de una hembra en estadio 1 “Nada desarrollada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	45
Figura 26. Microscopía de la glándula oviducal (GO) derecha (corte transversal) de una hembra en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	46
Figura 27. Microscopía de la glándula oviducal (GO) derecha (corte longitudinal) de una hembra en estadio 3 “No preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	46
Figura 28. Microscopía de la glándula oviducal (GO) (corte longitudinal) de una hembra en estadio 4 “Preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	47
Figura 29. Microscopía del útero (U) de una hembra en estadio 1 “Nada desarrollada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	48
Figura 30. Microscopía del útero (U) de una hembra en estadio 2 “En desarrollo” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	48
Figura 31. Microscopía del útero (U) de una hembra en estadio 3 “No preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	48

Figura 32. Microscopia del útero (U) de una hembra en estadio 4 “Preñada” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	49
Figura 33. Microscopia del útero (U) de una hembra en estadio 5 “Post-parto” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	49
Figura 34. Microscopia del testículo (T) de un macho inmaduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	52
Figura 35. Fase I de la espermatogénesis de un macho inmaduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	53
Figura 36. Fase II, cistos tempranos compuestos de capas de espermatogonias de un macho inmaduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	53
Figura 37. Fase III, a) cistos compuestos de espermatoцитos primarios y secundarios de un macho maduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	54
Figura 38. Fase IV, espermátidas de un macho maduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	54
Figura 39. Fase V, espermatozoides inmaduros de un macho maduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	55
Figura 40. Fase VI, cistos caracterizados por espermatozoides, de un macho maduro de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	55
Figura 41. Microscopia del testículo de un macho en estadio 1 “Nada desarrollado” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	56
Figura 42. Microscopia del testículo de un macho en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	56
Figura 43. Microscopia del testículo de un macho en estadio 3 “Sin actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	57
Figura 44. Microscopia del testículo de un macho en estadio 4 “En actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	57
Figura 45. Microscopia del conducto eferente de un macho en estadio 1 “Nada desarrollado” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	58
Figura 46. Microscopia del conducto eferente de un macho en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	58

Figura 47. Microscopia del conducto eferente de un macho en estadio 3 “Sin actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	59
Figura 48. Microscopia del conducto eferente de un macho en estadio 4 “En actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	59
Figura 49. Microscopia del epidídimo de un macho en estadio 1 “Nada desarrollado” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	60
Figura 50. Microscopia del epidídimo de un macho en estadio 4 “En actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	61
Figura 51. Microscopia del conducto deferente de un macho en estadio 1 “Nada desarrollado” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	62
Figura 52. Microscopia del conducto deferente de un macho en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	62
Figura 53. Microscopia del conducto deferente de un macho en estadio 3 “Sin actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	63
Figura 54. Microscopia de la vesícula seminal de un macho en estadio 1 “Nada desarrollado” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	64
Figura 55. Microscopia de la vesícula seminal de un macho en estadio 2 “En maduración” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	64
Figura 56. Microscopia de la vesícula seminal de un macho en estadio 3 “Sin actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	65
Figura 57. Microscopia de corte transversal de la vesícula seminal de un macho en estadio 4 “En actividad sexual” de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	65

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Condición macroscópica de las estructuras reproductivas de hembras por tallas y estadios reproductivos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	28
Tabla II. Valores máximos y mínimos de medidas registradas en las estructuras reproductivas por estadios en hembras de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	29
Tabla III. Estructuras encontradas en el lumen de la glándula oviducal y el útero de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	32
Tabla IV. Condición macroscópica de las estructuras reproductivas de machos por tallas y estadios reproductivos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	38
Tabla V. Valores máximos y mínimos de medidas registradas en las estructuras reproductivas por estadios en machos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	39
Tabla VI. Condición microscópica de las estructuras reproductivas de hembras por estadios reproductivos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	50
Tabla VII. Condición microscópica de las estructuras reproductivas de machos para distinguir los estadios reproductivos de <i>Rhinoptera steindachneri</i>	66

RESÚMEN

La mayoría de los estudios realizados sobre batoideos en el Golfo de California y la costa oeste de la península de Baja California, están dirigidos hacia la caracterización de su pesquería. Uno de los componentes principales de grupo de especies es la raya tecolote *Rhinoptera steindachneri*, de la cual se carece de información biológica de línea de base. Específicamente se desconocen a detalle los aspectos reproductivos de la especie para la Bahía de la Paz, por tal motivo, el objetivo del presente estudio consistió en describir las estructuras reproductivas de hembras y machos capturados mediante muestreos realizados mensualmente durante los años 2014 y 2015, en tres localidades ubicadas en la Bahía de La Paz. En campo se registró la talla y se evaluaron las estructuras reproductivas para definir la madurez sexual y se obtuvieron muestras para el análisis histológico de hembras y machos, basado en la técnica de tinción Hematoxilina-Eosina. Se recolectaron un total de 216 organismos, 43 hembras y 54 machos. El intervalo de tallas fue de 40.1 – 91.6 cm AD, las tallas máximas registradas fueron 89 cm AD en machos y 91.6 cm AD en hembras. A partir del análisis macroscópico se identificaron un par de ovarios y úteros asimétricos, glándulas oviduciales y; en el caso de los machos, estructuras pareadas: testículos compuestos semialargados, epidídimo, conducto deferente embebido en la glándula de Leydig, vesícula seminal y glándula alcalina. Sobre la base del análisis macroscópico se definió a *R. steindachneri* como una especie vivípara matrotrofica con modo reproductivo histotrofia lipídica. A nivel histológico se observó que en las hembras solo las estructuras del lado izquierdo del aparato reproductor son funcionales; a diferencia de los machos, en los cuales las estructuras de ambos lados son funcionales, éstos mostraron testículos de tipo compuesto, la espermatogénesis fue descrita en seis fases de desarrollo. La escala de madurez propuesta para hembras comprende cinco etapas, mientras que para los machos la escala consta de cuatro etapas.

Palabras clave: vivíparo matotrófico, trofonemata, espermatogénesis, escala de madurez

ABSTRACT

Most of the studies on batoids in the Gulf of California and the west coast of the Baja California peninsula are directed towards the characterization of their fishery. One of the main components of this group is the stingray *Rhinoptera steindachneri*, which lacks biological baseline information. Specifically, the reproductive aspects of this species for Bahía de La Paz are not known in detail, for this reason, the objective of this study was to describe the reproductive structures of females and males captured by monthly sampling during 2014 and 2015 in three locations in Bahía de La Paz. The size was registered on field, the gonads were evaluated to define sexual maturity and samples were obtained for the histological analysis of females and males, and processed by the Hematoxylin-Eosin staining technique. A total of 216 organisms, 43 females and 54 males were collected. The length range was 40.1 – 91.6 cm of disc width (DW), the maximum sizes recorded were 89 cm DW in males and 91.6 cm DW in females. In relation to the macroscopic analysis a pair of ovaries and asymmetric uterus, oviducal glands were identified; in the case of males, a paired structures were described: semi-elongated compound testes, epididymis, deferens was embedded in the Leydig's gland, seminal vesicle and alkaline gland. On the basis of the macroscopic analysis, *R. steindachneri* was defined as matrotrophic viviparous specie with a lipid histotrophy reproductive mode. At the histological level it was observed that the females only the structures of the left side of the reproductive system are functional; unlike the males, in which the structures of both sides are functional, they showed compound testicles, the spermatogenesis was described in six phases of development. The scale of maturity proposed for females comprises five stages, while for males the scale consists of four stages.

Keywords: matrotrophic viviparous, trophonema, spermatogenesis, maturity scale.