



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA RAYA
ELÉCTRICA, *Narcine vermiculatus* (BRINEDER,
1928), DE LA ENTRADA AL GOLFO DE
CALIFORNIA**

T E S I S

Que para obtener el Título Profesional de

Licenciado en Biología Marina

Presenta

Hammurabi Ramírez Hernández

Director de tesis:

Javier Tovar Ávila

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2022

Somos seres pensantes; nuestras mentes constituyen nuestra característica diferencial como especie. No somos ni más fuertes ni más activos que muchos otros de los animales que comparten con nosotros el planeta. Lo único que somos es más ingeniosos.

Carl Sagan -El cerebro de Broca-

Dedicatoria

A mis padres que con su esfuerzo y sacrificio hicieron posible mi sueño, gracias por confiar en mí y por animarme a conseguir mis metas. Ellos siempre me dijeron: no hay mejor herencia que el estudio y hoy han cumplido como padres al brindarme una carrera universitaria. Siéntanse orgullosos de ello. Gracias por enseñarme el valor de las cosas y por orientarme con sus llamadas de atención, consejos y sabias palabras.

Gracias por enseñarme a no darme por vencido y a ser fuerte en momentos difíciles, por enseñarme que hay que trabajar duro y honestamente, que las grandes recompensas implican grandes sacrificios y mucho trabajo. Gracias por enseñarme el valor de la humildad y saber valorar una sonrisa.

A mis abuelos por su apoyo incondicional. Gracias por sus palabras de ánimo y superación. Son ejemplo de perseverancia y continuidad. Me han enseñado con el ejemplo el valor del trabajo en equipo y han contribuido en mí el valor de la perseverancia, gracias por enseñarme a trabajar la tierra con su ejemplo.

A mi tía Blanca Estela, a mi tío Esaú y a mi tío Félix quienes siempre me apoyaron en momentos difíciles. Ellos siempre estuvieron cuando más los necesité. Gracias por ser un aliado en momentos críticos. Sin su ayuda nunca habría podido llegar hasta aquí.

Y por supuesto con mucho cariño a mi hermana por su apoyo todo el tiempo sin importar las consecuencias, gracias por brindarme tu apoyo incondicional y por estar para mí cuando así lo requerí. Gracias por robarme sonrisas y por ser mi cómplice de travesuras todo el tiempo.

A Betsabe N. Pérez Hernández quien con su compañía y apoyo incondicional contribuyó a mi formación personal y académica. Gracias por ser más que una compañera; al final, te convertiste en una persona especial. Gracias por ser enseñarme el sacrificio del estudio.

Agradecimientos

Esta sección es complicada de redactar pues no me quiero olvidar de ninguna persona que haya contribuido a mi formación como biólogo marino durante estos seis años. Éste camino fue difícil de recorrer; sin embargo, conocí diversas personas que de algún modo u otro contribuyeron a mi formación profesional, espiritual y personal, aunque muy probablemente me olvide de alguna que otra, ofrezco una disculpa por las omisiones y agradezco a todos el haber estado presentes

Muchas gracias al Dr. Javier Tovar Ávila que desde la primera vez que lo contacté me trató con la mejor calidad posible. Cuando llegué por primera vez con él le propuse hacer mi tesis de licenciatura y finalmente aquí estamos. Gracias por abrirme las puertas por creer y confiar en mí, gracias por darme la oportunidad de involucrarme en el estudio de las rayas y tiburones fue grande el aprendizaje que me llevo; aunque siempre hay más por aprender.

Agradezco a la profesora Ana Torres Huerta por la orientación y el apoyo académico brindado durante toda la carrera. Gracias por su dedicación y consejos. Gracias por la amistad brindada, por la oportunidad brindada y las aportaciones académicas para concluir mi trabajo.

Agradezco a mis revisores de tesis enormemente por sus cuestionamientos y comentarios sobre mi trabajo, por su constante participación e involucramiento, por su disponibilidad siempre para comentar y resolver dudas. Gracias por hacer realidad esta investigación

Agradezco al Centro regional de Investigaciones Acuáticas y Pesqueras (CRIAP) de Bahía de Banderas, Nayarit, del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), por las facilidades brindadas durante mis estadías como estudiante En especial agradezco al director M. en C. J. Alberto Rodríguez Preciado y a la administradora del centro Lic. Kenia M. Domínguez Bañuelos, por brindarme las facilidades de alojamiento y el uso de instalaciones durante mis estancias profesionales en el CRIAP bajo su cargo.

Agradezco al Programa Camarón del CRIP Mazatlán, en particular al Ing. Darío Chávez Arrenquín, por las muestras biológicas e información de captura proporcionadas. Gracias a ellas este trabajo fue posible.

Contenido

Resumen	1
I. Introducción	2
I.I Reproducción en elasmobranquios.....	4
II. Justificación	6
III. Antecedentes	8
IV. Hipótesis	11
V. Objetivos	12
V.I Objetivo general.....	12
V.II Objetivos específicos	12
VI. Material y métodos	13
VI.I Área de estudio	13
VI.II Trabajo en campo.....	17
VI.III Trabajo de laboratorio	18
VII. Análisis de datos	21
VII.I Distribución batimétrica.....	22
VII.II Morfometría	23
VII.III. Relación longitud total – peso total y peso eviscerado	23
VII.V. Maduración sexual.....	24
VII.VI. Estimación de la talla media de madurez	24
VII.VIII. Fecundidad.....	25
VIII Resultados	27
VIII.I Tallas.....	27
VIII.II. Distribución vertical de la captura	29
VIII.III. Relación entre la longitud total-la longitud y ancho de disco para ambos sexos.....	30
VIII.IV. Relación longitud total contra peso total y peso eviscerado.....	32
VIII.V. Relación peso eviscerado – longitud total.....	34
VIII.VI. Relación peso del hígado – longitud total.	36
VIII.VII. Madurez sexual.....	38
Hembras.....	38
Machos.....	41
VIII.VIII. Índice hepatosomático	44

VIII.IX. Índice gonadosomático	46
VIII.X. Fecundidad	48
VIII.XI. Crecimiento embrionario	50
IX. Discusión	52
IX.I. Distribución vertical	53
IX.II. Relaciones morfométricas	54
IX.III. Relación longitud total – peso total y peso eviscerado	55
IX.VI. Relación ancho del útero – longitud total	56
IX.IX. Fecundidad	58
IX.X. Índice Hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS)	59
X. Conclusiones	62
XI. Referencias	63

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de <i>N. vermiculatus</i> en el Pacífico oriental central (Tomado de IUCN 2017).	3
Figura 2. Ejemplar de <i>N. vermiculatus</i> hembra de 23.6 cm de LT.	4
Figura 4. Localización de los lances en donde se capturó organismos de <i>N. vermiculatus</i> en la entrada del Golfo de California por el INAPESCA en el periodo 2011–2018.	14
Figura 5. Ejemplar macho de <i>N. vermiculatus</i> con medidas morfométricas LT= Longitud total; AD= Ancho del disco; LD= Longitud del disco, nótese la presencia de mixopterigio. Tomado y modificado de Last et al. 2016.	18
Figura 6. Ejemplar macho de <i>N. vermiculatus</i> de 19. 5 cm de LT. a) Vista dorsal b) vista ventral.	19
Figura 7. Frecuencia de tallas usando EDKS de hembras (a) y machos (b) de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012–2018.	28
Figura 8. Profundidad de captura para ambos sexos de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	29
Figura 9. Relación longitud total- a) ancho de disco y b) largo de disco de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California durante 2012-2018.	31
Figura 10. Relación entre la longitud total y el peso total para hembras y machos de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012–2018.	33
Figura 11. Relación entre la longitud total y el peso eviscerado para hembras y machos de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	35
Figura 12. Relación entre la longitud total y el peso total del hígado para hembras y machos de <i>N. vermiculatus</i> , capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012–2018.	37
Figura 13. Relación entre la longitud total y el ancho del útero para hembras de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	39
Figura 14. Proporción de individuos maduros a la longitud total para hembras de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	40
Figura 15. Relación entre LT y el largo de los mixopterigios de machos de <i>N. vermiculatus</i> capturados den la entrada del Golfo de California de 2012-2018.	42
Figura 16. Proporción de individuos maduros a la longitud total para machos de <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	43
Figura 17. Índice hepatosomático de (a) hembras y (b) machos de la raya eléctrica <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	45
Figura 18. Índice gonadosomático de (a) hembras y (b) machos de la raya eléctrica <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	47
Figura 19. Relación entre la longitud materna (longitud total) y el número de embriones de la raya eléctrica <i>N. vermiculatus</i> capturados en la entrada del Golfo de California de 2012-2018.	49
Figura 20. Longitud de los embriones por mes de captura la raya eléctrica <i>N. vermiculatus</i> capturados en los arrastres de camarón de la zona de entrada al Golfo de California de 2012-2018.	51

Índice de tablas

- Tabla 1.** *Meses y años de captura de la raya eléctrica N. vermiculatus en las prospecciones de camarón en la entrada del Golfo de California 2012 – 2018.* _____ 17
- Tabla 2.** *Características de maduración tomadas en cuenta para la raya eléctrica N. vermiculatus. Tomado y modificado de Hamlett (2005).* _____ **¡Error! Marcador no definido.**