



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESPECIALIDAD BIOLOGÍA PESQUERA

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO PESQUERO

TÍTULO:

"BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS RAYAS: MARIPOSA *Gymnura marmorata* (COOPER, 1863) Y TORPEDO *Narcine entemedor* (JORDAN AND STARKS, 1895) DESEMBARCADOS EN SANTA ROSA-SALINAS"

AUTOR:

JAVIER JOSÉ PALMA CHÁVEZ

DIRECTOR DE TESIS:

BLGO. LUIS ALBERTO BRAVO

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MARIBEL CARRERA FERNÁNDEZ

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2014

**BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS RAYAS:
MARIPOSA *Gymnura marmorata* (COOPER,
1863) Y TORPEDO *Narcine entemedor*
(JORDAN AND STARKS, 1895)
DESEMBARCADOS EN SANTA ROSA-
SALINAS**

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Recursos Marinos del Departamento Central de Investigación (D.C.I.) de la U.L.E.A.M. Se enmarcó en el proyecto “Biología reproductiva de los elasmobranchios del Pacífico ecuatoriano”, bajo la dirección de la Dra. Maribel Carrera Fernández, Investigador III del D.C.I.

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Javier José Palma Chávez**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, realizado dentro de las actividades del proyecto “Biología reproductiva de elasmobranquios en el Pacífico ecuatoriano” desarrollado en el Departamento Central de Investigación, ULEAM, y bajo la dirección de la **Dra. Maribel Carrera Fernández PhD**; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las diferentes bibliografías que se incluyen en este documento. A través de la presente investigación informo que lo derechos intelectuales correspondientes de esta tesis titulada “**Biología reproductiva de las rayas: mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863) y torpedo *Narcine entemedor* (Jordan and Starks, 1895) desembarcados en Santa Rosa-Salinas**”, pertenecen a la “Facultad Ciencias del Mar” de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. Así también hago constar que cualquier publicación que se desprenda de esta tesis debe de ser avalada y aceptada por el Departamento Central de Investigación, ULEAM, según lo establecido por la Ley Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Javier José Palma Chávez

TESIS DE BIÓLOGO PESQUERO

Sometido a consideración del honorable Consejo de la Facultad Ciencias del Mar, como requisito para obtener el Título de Biólogo Pesquero, aprobado por el tribunal.

Blga. Tania Lin Maldonado Sabando

Presidente del Tribunal

DECANA

Blgo. Luis Alberto Bravo Delgado

Director de Tesis

Dra. Maribel Carrera Fernández

Co-Director de Tesis

Blgo. Lúber Javier Quijije López

Miembro Principal

Blgo. Isidro Walther Baque Macías

Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por las ideas, autenticidad, contenido y resultados expuestos en la presente tesis corresponde de manera exclusiva al autor y el patrimonio intelectual de la misma a la **UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**.

Javier José Palma Chávez

EGRESADO

VI

CERTIFICACIÓN

Biólogo Luis Alberto Bravo, profesor de la Facultad Ciencias del Mar, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico que el señor: Javier Palma Chávez, realizó la tesis de grado titulada: **“Biología reproductiva de las rayas: Mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863) y Torpedo *Narcine entemedor* (Jordan and Starks, 1895) desembarcados en Santa Rosa-Salinas”** Bajo mi tutoría y responsabilidad.

Dra. Maribel Carrera Fernández, investigador III del Departamento Central de Investigación, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico que el señor: Javier Palma Chávez, realizó la tesis de grado titulada: **“Biología reproductiva de las rayas: Mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863) y Torpedo *Narcine entemedor* (Jordan and Starks, 1895) desembarcados en Santa Rosa-Salinas”** Bajo mi tutoría y responsabilidad.

Atentamente,

Blgo. Luis Alberto Bravo

Dra. Maribel Carrera Fernández

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y por el amor que día a día me demuestra a través de todo lo bello que ha creado, gracias a Él he logrado esta meta, este sueño de ser profesional, a mis padres Juan y Jenny por su gran ejemplo de trabajo y esfuerzo por amor a sus hijos, y mis hermanos menores que me inspiran para ser su ejemplo, a mis amigos por el ánimo y los buenos consejos gracias por todo el apoyo brindado.

Al Departamento Central de Investigación por abrir sus puertas y permitir que este trabajo sea posible.

Muchas gracias querida Dra. Maribel Carrera Fernández por su apoyo incondicional en todo momento, por darme la oportunidad de formar parte de su excelente equipo de trabajo y a la vez realizar esta investigación que con esfuerzo y dedicación fue posible, gracias a sus conocimientos compartidos con gran humildad y profesionalismo en cada situación, como lo fue en el campo de trabajo, al identificar las especies y entrenar el espíritu de investigador dentro de mí y mis amigos, al ser ese gran ejemplo a seguir y formarme en el área de la investigación, gracias por su paciencia y sus sonrisas que brindan confianza al momento de enseñar, gracias por sus consejos querida MAESTRA.

Muchas gracias al M.S.C. Andrés Romero Caicedo. Gracias Andrés por tu gran e inagotable paciencia por estar siempre dispuesto a compartir tus conocimientos estadísticos y biológicos, con gran profesionalismo y a la vez entre bromas y risas siempre dispuesto a enseñar junto a la Dra. Maribel fueron mis primeros maestros y ejemplos a seguir GRACIAS MAESTROS de todo corazón.

A la Dra. Alicia Cruz por los ánimos y el incentivo en cada momento a cumplir esta meta, por su bonita y amable personalidad por compartir alegremente sus conocimientos y el afecto incondicional muchas gracias Alicia.

Al Blgo. Luis Alberto Bravo por sus consejos y apoyo durante el proceso de este trabajo, por ser guía como catedrático en los semestres de estudios, por su tutoría y apoyo en la esta investigación.

Al Blgo Lúber Quijije y al Blgo Isidro Baque por su apoyo consejos y correcciones en la revisión de este documento Gracias Biólogos.

A mis compañeros y más que eso mis queridos amigos que colaboraron todos de distintas maneras y lograron que el proceso de esta investigación sea tan agradable, por hacerme sentir en casa con tan buen afecto fraternal en especial para Jonathan Pincay, Cecibel Tenelema, José Vélez y Jennifer Arsenales gracias queridos amigos

Al proyecto “Biología reproductiva de los elasmobranquios en el Pacífico ecuatoriano” dirigido por la Dra. Maribel Carrera Fernández por aceptarme a participar en el mismo y brindar su gran apoyo.

A la universidad por abrirnos las puertas, a la facultad ciencias del mar y sus docentes y al personal administrativo muchas gracias.

A los comerciantes y evisceradores por el apoyo comprensión al facilitarnos la obtención de las muestras en campo.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, las fuerzas y la esperanza necesarias para encaminarla día a día, a mi padres Juan y Jenny por su esfuerzo y su ejemplo de responsabilidad y trabajo, a mis amigos y maestros por el ánimo brindado y aquellas personas que han estado conmigo apoyándome desinteresadamente. MUCHAS GRACIAS.

Javier Palma Chávez.

ÍNDICE

ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
GLOSARIO.....	XIX
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	XXI
ABSTRACT	XXIII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 HIPÓTESIS	8
1.6 VARIABLES	8
1.6.1 Variables dependientes	8
1.6.2 Variables independientes.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	9
2.1 GENERALIDADES EN LOS CONDRICTIOS.....	9
2.2 MODO REPRODUCTIVO	9
2.3 PESQUERÍAS DE LOS BATOIDEOS EN EL ECUADOR.....	10
2.3.1 La pesca artesanal en Santa Rosa	10
2.4 <i>Gymnura marmorata</i>	10
2.4.1 Clasificación taxonómica de la especie (Nelson, 2006)	12
2.4.2 Distribución geográfica	12
2.4.3 Hábitat y Ecología.....	13
2.4.4 Importancia económica y pesquerías	14
2.5 <i>Narcine entemedor</i>	14
2.5.1 Revisión taxonómica	16
2.5.2 Clasificación taxonómica de la especie (Nelson, 2006)	16
2.5.3 Distribución geográfica	17
2.5.4 Ecología trófica	17

2.5.5 Abundancia	18
2.5.6 Importancia económica y pesquería.	18
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 ÁREA DE ESTUDIO	19
3.1.1 Condiciones oceanográficas y biológicas	20
3.1.2 Puerto pesquero de Santa Rosa de Salinas	20
3.4 FASE DE CAMPO.....	21
3.5 FASE LABORATORIO	23
3.6 FASE DE ANÁLISIS.....	25
3.6.1 Estructura de tallas	25
3.6.2 Proporción por sexos	25
3.6.3 Talla media de madurez	26
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	27
4.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS	27
4.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR A NIVEL MACROSCÓPICO PARA AMBOS SEXOS EN CADA ESTADIO DE MADUREZ EN LAS DOS ESPECIES.....	35
4.2.1 Machos	35
4.2.2 Hembras	38
4.2.3 Escala de madurez para <i>Gymnura marmorata</i>	42
4.2.4 Escala de madurez para <i>Narcine entemedor</i>	45
4.3 TALLA MEDIA DE MADUREZ	48
4.3.1 Estadios de madurez en <i>Gymnura marmorata</i>	48
4.3.1.1 Relación ancho de disco-longitud del gonopterigio.....	48
4.3.1.2 Relación ancho de disco-largo de testículo	49
4.3.1.3 Relación ancho de disco-ancho de testículo.....	49
4.3.1.4 Relación ancho de disco-ancho de glándula nidamental.....	51
4.3.1.5 Relación ancho de disco-largo de ovario	52
4.3.1.6 Relación ancho de disco-ancho de ovario.	53
4.3.1.7 Relación ancho de disco-largo de útero.....	54
4.3.1.8 Relación ancho de disco-ancho de útero	55
4.3.2 Estadios de madurez en <i>Narcine entemedor</i>	58
4.3.2.1 Relación longitud total-longitud del gonopterigio	58

4.3.2.2 Relación longitud total-largo de testículo	58
4.3.2.3 Relación longitud total-ancho de testículo	59
4.3.2.4 Relación longitud total-ancho de glándula oviducal	61
4.3.2.5 Relación longitud total-largo de ovario.....	62
4.3.2.6 Relación longitud total-ancho de ovario	63
4.3.2.7 Relación longitud total-largo de útero	64
4.3.2.8 Relación longitud total-ancho de útero.....	65
4.4 FECUNDIDAD Y MODOS REPRODUCTIVOS.....	68
4.4.1 <i>Gymnura marmorata</i>	68
4.4.2 <i>Narcine entemedor</i>	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	70
5.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS	70
5.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR A NIVEL MACROSCÓPICO PARA AMBOS SEXOS EN CADA ESTADIO DE MADUREZ EN LAS DOS ESPECIES.....	71
5.3 TALLA MEDIA DE MADUREZ	73
5.3.1 Machos	73
5.3.2 Hembras	75
5.4 FECUNDIDAD Y MODO REPRODUCTIVO	76
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y LINEA BASE	79
6.1 CONCLUSIONES	79
6.2 RECOMENDACIONES	80
6.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
6.4 ANEXO	88
6.4.1 Anexo de foto.....	88
6.4.2 Anexo de ficha	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Raya mariposa (<i>Gymnura marmorata</i>).....	11
Figura 2. Distribución geográfica de la raya mariposa <i>G. marmorata</i> . Según (Santana-Morales et al., 2004). Tomada de d-maps.com.	13
Figura 3. Raya torpedo (<i>Narcine entemedor</i>).....	15
Figura 4. Distribución geográfica de la raya torpedo <i>N. entemedor</i> según Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013 tomada de d-maps.com.	17
Figura 5. Área de estudio donde se realizó la investigación, Santa Rosa-Salinas.	19
Figura 6. Medidas morfométricas comprendidas en <i>Narcine entemedor</i>	22
Figura 7. Medidas morfométricas comprendidas en <i>Gymnura marmorata</i>	22
Figura 8. Órganos copuladores (gonopterigios o clasper) visibles en los machos.	23
Figura 9. Composición de tallas en <i>Gymnura marmorata</i>	27
Figura 10. Composición de tallas en <i>Gymnura marmorata</i> para machos y hembras.	28
Figura 11. Porcentaje total de organismos registrados en <i>G. marmorata</i>	28
Figura 12. Porcentaje de organismos juveniles de <i>G. marmorata</i>	29
Figura 13. Porcentaje de organismos adultos de <i>G. marmorata</i>	30
Figura 14. Abundancia estacional de <i>G. marmorata</i>	30
Figura 15. Composición de tallas, en <i>Narcine entemedor</i>	31
Figura 16. Composición de tallas, de <i>Narcine entemedor</i> para ambos sexos.....	32
Figura 17. Porcentaje total de organismos registrados en <i>N. entemedor</i>	32
Figura 18. Porcentajes de organismos juveniles de <i>N. entemedor</i>	33

Figura 19. Porcentajes de organismos adultos de <i>N. entemedor</i>	33
Figura 20. Abundancia estacional de <i>N. entemedor</i> , representada en porcentaje.	34
Figura 21. Aparato reproductor de machos inmaduros (Estado I) de <i>G. marmorata</i> <i>Te</i> testículo.....	36
Figura 22. Figura. Aparato reproductor de machos inmaduros (Estado I) de <i>N. entemedor</i> <i>Te</i> testículo.....	36
Figura 23. Aparato reproductor de machos en maduración (Estado II) de <i>G. marmorata</i> <i>Te</i> testículo <i>Ep</i> epidídimo, <i>Cd</i> conducto deferente.....	37
Figura 24. Aparato reproductor de machos en maduración (Estado II) de <i>N. entemedor</i> <i>Te</i> testículo, <i>Ep</i> epidídimo, <i>Cd</i> conducto deferente.....	37
Figura 25. Aparato reproductor de machos maduros (Estado III) de <i>G. marmorata</i> <i>Te</i> testículo, <i>Ep</i> epidídimo, <i>Cd</i> conducto deferente.....	37
Figura 26. Aparato reproductor de machos maduros (Estado III) de <i>N. entemedor</i> <i>Te</i> testículo, <i>Ep</i> epidídimo, <i>Cd</i> conducto deferente.....	37
Figura 27. Aparato reproductor en hembra inmadura (Estado I) de <i>G. marmorata</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.	39
Figura 28. Aparato reproductor en hembra en maduración (Estado II) de <i>G. marmorata</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Ovo</i> ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.	39
Figura 29. Aparato reproductor en hembra en maduración (Estado II) de <i>N. entemedor</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Ovo</i> ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.	40
Figura 30. Aparato reproductor en hembra madura (Estado III) de <i>G. marmorata</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Ovo</i> ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Tr</i> trofonemata <i>Ut</i> útero.....	40
Figura 31. Aparato reproductor en hembra madura (Estado III) de <i>N. entemedor</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Ovo</i> ovocitos, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.....	40
Figura 32. Aparato reproductor en hembra madura (Estado IV) de <i>G. marmorata</i> , <i>Ov</i> ovario, <i>Ovo</i> ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Tr</i> trofonemata <i>Ut</i> útero.....	40

Figura 33. Aparato reproductor en hembra madura (Estado IV) de <i>N. entemedor</i> , Ov ovario, Ovo ovocito <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.	41
Figura 34. Aparato reproductor en hembra madura (Estado V) de <i>N. entemedor</i> , Ov ovario, Ovo ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero, <i>Em</i> embrión	41
Figura 35. Aparato reproductor en hembra madura (Estado V) de <i>G. marmorata</i> , Ov ovario, Ovo ovocito, <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero, <i>Em</i> embrión.	41
Figura 36. Aparato reproductor en hembra post-parto (Estado VI) de <i>N.</i> <i>entemedor</i> , Ov ovario, Ovo ovocito <i>Gl</i> glándula, <i>Ut</i> útero.	41
Figura 37. Relación ancho de disco-longitud de gonopterigio en <i>G. marmorata</i> .	48
Figura 38. Relación ancho de disco-largo de testículo en <i>G. marmorata</i>	49
Figura 39. Relación ancho de disco-ancho de testículo en <i>G. marmorata</i>	50
Figura 40. Porcentaje de hembras en los diferentes estados de madurez en <i>G.</i> <i>marmorata</i>	51
Figura 41. Relación ancho de disco-ancho de glándula nidamental en <i>G.</i> <i>marmorata</i>	52
Figura 42. Relación ancho de disco-largo de ovario en <i>G. marmorata</i>	53
Figura 43. Relación ancho de disco-ancho de ovario en <i>G. marmorata</i>	54
Figura 44. Relación ancho de disco-largo de útero en <i>G. marmorata</i>	55
Figura 45. Relación ancho de disco-ancho de útero en <i>G. marmorata</i>	56
Figura 46. Talla media de madurez para machos de <i>G. marmorata</i>	57
Figura 47. Talla media de madurez para hembras de <i>G. marmorata</i>	57
Figura 48. Relación longitud total-longitud de gonopterigio en <i>N. entemedor</i>	58
Figura 49. Relación longitud total-largo de testículo en <i>N. entemedor</i>	59
Figura 50. Relación longitud total-ancho de testículo en <i>N. entemedor</i>	60

Figura 51. Porcentajes de hembras en los diferentes estados de madurez en <i>N. entemedor</i>	61
Figura 52. Relación longitud total-ancho de glándula nidamental de <i>N. entemedor</i>	62
Figura 53. Relación longitud total-largo de ovario en hembras de <i>N. entemedor</i> . 63	
Figura 54. Relación longitud total-ancho de ovario en hembras de <i>N. entemedor</i>	64
Figura 55. Relación longitud total-largo de útero en hembras de <i>N. entemedor</i> . . 65	
Figura 56. Relación longitud total-ancho de útero en hembras de <i>N. entemedor</i> . 66	
Figura 57. Talla media de madurez para machos de <i>N. entemedor</i>	66
Figura 58. Talla media de madurez para hembras de <i>N. entemedor</i>	67
Figura 59. Velloosidades del trofonemata en una hembra con embriones de <i>G. marmorata</i>	68
Figura 60. Velloosidades del trofonemata en una hembra con embriones de <i>N. entemedor</i>	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios morfológicos internos utilizados para determinar el estadio de madurez sexual en machos por Colonello (2009).	24
Tabla 2. Estadios y criterios de madurez sexual interno en hembras y externo en machos de condrictios por Colonello (2009).	24
Tabla 3. Escala para machos de <i>G. marmorata</i> para macho juvenil estado I, macho juvenil estado II, macho maduro estado III.	42
Tabla 4. Escala para hembras de <i>G. marmorata</i> , hembra juvenil estado I, hembra juvenil estado II, hembra adulta estado III, hembra adulta estado IV, hembra adulta estado V.	43
Tabla 5. Escala para machos de <i>N. entemedor</i> para macho juvenil estado I, macho juvenil estado II, macho maduro estado III	45

Tabla 6. Escala para hembras de *N. entemedor*, hembra juvenil estado I, hembra juvenil estado II, hembra adulta estado III, hembra adulta estado IV, hembra adulta estado V, hembra juvenil estado VI. 46

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo de foto

Foto 1. Localidad de Santa Rosa.	88
Foto 2. Identificación de <i>G. marmorata</i>	88
Foto 3. Identificación de <i>N. entemedor</i>	88
Foto 4. Muestreo en Santa Rosa, toma de medidas morfológicas.	89
Foto 5. Muestreo en Santa Rosa, toma del aparato reproductor.....	89
Foto 6 . Toma de medidas en laboratorio del aparato reproductor de <i>N. entemedor</i>	90
Foto 7. Toma de medidas en laboratorio del aparato reproductor de <i>G. marmorata</i>	90
Foto 8. Embriones de <i>N entemedor</i>	90
Foto 9. Embriones de <i>G. marmorata</i>	91
Anexo de ficha	
Anexo de ficha 1. Ficha de registro de organismos en campo	91

GLOSARIO

Condriictios (Chondrichthyes): Grupos de peces que se caracterizan por poseer un esqueleto cartilagosos y sus órganos copuladores visibles (Nelson, 2006)

Diapausa: Detenimiento del desarrollo embrionario, en el cual el embrión después de una fase de gástrula continua sus divisiones para formar la capa de células que va a utilizar para alimentarse a partir del vitelo (Downton-Hoffmann, 2007).

Elasmobranquios (Elasmobranchii): Grupo de peces cartilagosos que comprende tiburones y rayas (Nelson, 2006).

Fecundidad: Capacidad reproductiva de un organismo, consiste en la cantidad de producción de embriones en los úteros de especies vivíparas y de huevos en especies ovíparas (Wourms, 1977).

Gonopterigios: En los machos es el órgano copulador que se muestran visibles externamente característicos de los elasmobranquios, son modificaciones en las aletas pélvicas que se prolongan hacia atrás, mucho más que las aletas mismas, (Álvarez del Villar, 1978).

Histótrofo: Substancia nutritiva secretada por el trofonemata uterino para el desarrollo embrionario (Hamlett et al., 1996).

Miliobatiformes: Orden taxonómico de peces batoideos que agrupa 10 familias dentro de ellos la familia Gymnuridae que comprende *Gymnura marmorata* (Nelson, 2006).

Torpediniformes: Orden taxonómico de peces batoideos que agrupa 2 familias 9 géneros y 24 especies dentro de ellas a *Narcine entemedor* (Nelson, 2006).

Trofonemata: vellosidades que forman el tejido uterino para la secreción de la sustancia nutritiva llamada histótrofo (Hamlett et al., 1996).

Viviparidad Aplacentaria: Es el desarrollo embrionario dentro del cuerpo de la madre sin conexión a la placenta, donde su alimentación depende hasta cierto periodo de vitelo del ovocito y puede recibir alimento por parte de la madre sin que haya una conexión directa. (Wourms, 1977).

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

LT: Longitud total

AD: Ancho de disco

LD: Largo de disco

cm: Centímetro

Kg: Kilogramo

gr: gramo

x^2 : ji-cuadrado

O : Valor observado

E : Valor esperado

P = Probabilidad de madurez

e = Exponente

$a + b$ = Parámetros del modelo

l = Longitud

RESUMEN

Los peces batoideos son susceptibles a la sobreexplotación en el Ecuador y la información que existe es casi nula por tanto esta investigación permitió generar información acerca de la biología reproductiva de las raya mariposa *Gymnura marmorata* y el torpedo *Narcine entemedor* en el desembarcadero de Santa Rosa-Salinas. Los muestreos se realizaron de abril 2013 hasta abril 2014, cada raya fue sexado y medido. Además se les colectó el aparato reproductor y se determinó el estadio de madurez. Para *Gymnura marmorata* se obtuvieron 151 ejemplares, de éstos 67 fueron machos con un AD (ancho de disco) entre 16-46 cm y 84 hembras con tallas de 29.5-93 cm de AD, para *Narcine entemedor* se registraron 260 ejemplares, 136 machos con tallas de 29-83 cm de LT (longitud total), y 124 hembras de 24-110 cm de LT, en ambas especies las hembras resultaron ser más grandes, la proporción sexual no registró diferencias significativas en juveniles y adultos en las dos especies a excepción de la proporción adulta de *Narcine entemedor*. El aparato reproductor en hembras de *Gymnura marmorata* mostró que solo el ovario izquierdo es funcional con ovocitos redondos y en *Narcine entemedor* ambos ovarios tienen ovocitos alargados y los huevos uterinos de color verde. La talla media de madurez sexual en machos de *Gymnura marmorata* fue de 35.8 cm de AD y en hembras de 61 cm de AD, para *Narcine entemedor* en machos fue de 47.7 cm de LT y en hembras 70 cm de LT. Los úteros de ambas especies mostraron las extensiones del trofonemata como evidencia en el modo reproductivo vivípara aplacentada con trofonemata.

ABSTRACT

Batoids are susceptible to overexploitation and there is a few biological information in Ecuador. So this project aims is to generate information about reproductive biology of the California butterfly ray *Gymnura marmorata* and giant electric ray *Narcine entemedor* in Santa Rosa-Salinas. Sampling was conducted from April 2013 to April 2014, each specimen was sexed and measured. The reproductive systems was collected and evaluated in its maturity stage. 151 rays of *Gymnura marmorata* were obtained, 67 were males with DW (disc width) between 16-46 cm and 84 females with 29.5-93.0 cm DW. 260 rays of *Narcine entemedor* were recorded with TL (total length) 29.5 – 93.0 cm, 136 males with 29-83 cm TL and 124 females 24-110 cm TL. Females of both species were larger than the males, the sex ratio between juveniles and adults did not show significant differences for the two species. However, in the proportion of adult of *Narcine entemedor* was different. The female reproductive system of *Gymnura marmorata* showed the left ovary functional and round oocytes. *Narcine entemedor* showed elongated oocytes and uterine eggs of green colour. Size at maturity in male of *Gymnura marmorata* was 35.8 cm DW, for female DW = 61 cm. On the other hand, *Narcine entemedor* males were 47.7 cm TL and females 70 cm TL. The uteri of both species showed trofonemata extensions as evidence of the viviparous reproductive mode: aplacentada with trofonemata.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

La clase Chondrichthyes es un grupo de peces que poseen un esqueleto cartilaginoso además de presentar sus órganos copuladores llamados mixopterigios o también gonopterigios visibles en los machos, de esta clase condriictios se desprenden dos subclases, la de los Elasmobranchii que comprende a los tiburones mantarrayas y rayas y la subclase Holocephali que comprende a las quimeras (Nelson, 2006). Los elasmobranquios o también llamados peces cartilagosos (Compagno, 1990), constan de un total de 13 órdenes. Para los tiburones comprende 9 órdenes divididos en 33 familias que agrupan a 403 especies, mientras que para los peces batoideos o rayas consta de 4 ordenes: Torpediniformes, Pristiformes, Rajiformes y Miliobatiformes divididas en 17 familias que agrupan 534 especies (Nelson, 2006).

Los peces batoideos y los tiburones al estar agrupados en una misma subclase comparten muchas características morfológicas, tales como un esqueleto cartilaginoso, escamas placoideas que son diferentes a las escamas corrientes de los peces, un par de espiráculos por encima de la cabeza y además no poseer una vejiga natatoria a diferencia de los peces óseos (Allen y Robertson, 1998).

Los condriictios ocupan una gran variedad de hábitats, éstos incluyen aguas fluviales, lacustres de agua dulce, estuarios de sistemas costeros, lagunas, aguas costeras, mar abierto, e incluso en las profundidades del océano (Camhi et al., 1998). A los peces batoideos o también denominados rayas se los encuentra principalmente en las zonas costeras de mares tropicales y templados pero se distribuyen en todos los océanos, debido a su ecosistema costero (Stevens et al., 2000).

La historia de vida de un individuo depende de sus características biológicas y su ciclo de vida, para los condriictios se resume en baja fecundidad, crecimiento lento

y madurez tardía, lo cual indica un bajo potencial reproductivo y por ende una baja capacidad en aumento a sus poblaciones (Pratt y Casey, 1990). Al ser depredadores predominantes en la cima de la cadena trófica poseen esta baja fecundidad en comparación a los peces teleósteos (Camhi et al., 1998), aunque son muy pocas las especies de elasmobranquios que pueden producir un número de crías considerable por camadas como el tiburón azul con 67 embriones (Carrera-Fernández, 2004).

Poseen variedades en sus estrategias reproductivas como la oviparidad, donde el desarrollo embrionario se completa fuera del cuerpo de la madre en un periodo de tiempo que puede variar entre menos de 2 meses a más de 1 año (Compagno, 1990); viviparidad placentaria que resulta de la formación del saco vitelino en una pared uterina para formar la placenta y por medio de un cordón umbilical recibir los nutrientes de forma directa y viviparidad aplacentaria, esta última se divide dependiendo de la cantidad de nutrientes proporcionados por la madre en lecitotróficas (los nutrientes son proporcionados al embrión en forma de saco vitelino) y matotróficas (el período de gestación se completa con nutrientes añadidos por la madre) (Wourms, 1977; Wourms, 1981; Koob, 1999).

Este tipo de reproducción vivípara puede durar de menos de 6 meses a más de 2 años (Compagno, 1990), además las hembras logran desarrollar más que los machos en cuanto a tamaño, ya que es normal que alcancen longitudes mayores, mientras que en las especies de reproducción ovíparas no se observa un patrón definido (Cortés, 2000).

El Pacífico ecuatoriano consta de varios puertos en desembarques pesqueros y de acuerdo a Revelo y Guzmán (1997), uno de los principales es el puerto pesquero artesanal Santa Rosa, ubicado en la Provincia de Santa Elena, que depende económicamente de ésta actividad desarrollada por los pescadores ya que explotan una gran variedad de recursos costeros y de altura (Saa-Vera, 2012).

Entre las especies de rayas que se capturan en esta zona se destacan: La raya mariposa *Gymnura marmorata*, es una especie que presenta un cuerpo romboide aplanado más ancho que largo, es de tipo bentónica y prefiere las aguas tropicales, se alimenta de peces óseos, crustáceos y cefalópodos. En países como México se captura durante todo el año, donde las flotas pesqueras artesanales emplean redes de fondo de arrastre en la zona noroeste del país (Santana-Morales et al., 2004).

El torpedo *Narcine entemedor*, es una especie que se localiza en mares templado-cálidos y con mayor frecuencia en aguas costeras someras, estuarios y lagunas (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995), que comercialmente su carne es aprovechada por los pescadores, económicamente su captura representa sólo un ingreso complementario, en ciertas zonas como en Bahía Almejas-México (Villavicencio-Garayzar, 2000).

A pesar que los peces batoideos poseen baja fecundidad lo cual es un factor desfavorable para su manejo y conservación, los estudios realizados acerca de la biología reproductiva de estas dos especies ya mencionadas son nulos para el Ecuador por lo que el objetivo de esta investigación es determinar la biología reproductiva de las rayas: mariposa *Gymnura marmorata* y torpedo *Narcine entemedor* desembarcados en Santa Rosa-Salinas.

1.2 ANTECEDENTES

La información que existe para estas especies es escasa y en cuanto a la biología reproductiva de *Gymnura marmorata*, se registra un estudio en Bahía Almejas Baja California Sur México, por Dávila-Ortiz (2002), quien reportó una talla máxima para las hembra de 122 cm de ancho de disco y una talla máxima en machos de 91.5 cm de (AD), la talla de primera madurez en los machos fue de 41 cm (AD); mientras que para las hembras fue considerada desde 68 cm de (AD). Su periodo de gestación es anual entre 9 y 12 meses de duración, la expulsión embrionaria ocurre en los meses de primavera-verano. Su fecundidad es de 2 a 9 embriones por hembra con una talla de nacimiento entre los 21 y 26.5 cm de AD. Además presenta el ovario izquierdo y los dos oviductos funcionales.

Burgos-Vásquez (2013), en un estudio realizado en la costa occidental de Baja California Sur, México acerca de la biología reproductiva de la raya mariposa donde registra la talla máxima en machos de 99 cm de ancho de disco y en hembras una talla máxima de 131 cm de (AD), la proporción sexual en adultos fue de 2,15 H:1M mientras que para los embriones fue de 1,18 H:1M. La talla de primera madurez sexual en machos fue de 46.8 cm de (AD), mientras que para las hembras fue de 73,3 cm de (AD). Su periodo de gestación es anual de 9 a 12 meses con una fecundidad uterina de 8 embriones por cada hembra y con una talla embrionaria de nacimiento de 23 cm de (AD). También se presentaron resultados sobre la morfología del aparato reproductor.

En otro estudio a manera de catálogo realizado en el Golfo de California por Santana-Morales et al., (2004). Donde reporta un organismo de 150 cm de ancho de disco como talla máxima, y un promedio de tallas para las hembras de 74.17 cm de (AD) mientras que para los machos obtiene un promedio de 43.86 cm (AD). La talla inicial de primera madurez en hembras fue de 74 cm de AD y en machos de 45 cm de (AD). Presenta un tipo de reproducción vivípara aplacentada, con una fecundidad embrionaria de 4 a 16 embriones por hembra y un ciclo reproductivo anual. La talla de la especie al año de nacida fue de 14.5 cm de (AD).

Para la raya torpedo *Narcine entemedor* se registra información por Villavicencio-Garayzar (2000) de un estudio en Bahía almejas- México la cual es el único realizado en esta especie acerca de la reproducción, donde se reportó , para los machos una talla máxima encontrada de 67 cm de longitud total y la talla máxima para hembras fue de 93 cm de (LT), además propone la talla de primera madurez en machos desde los 45 cm de (LT), mientras que para las hembras se registró entre los 62 y 63 cm de (LT). Su fecundidad es dependiente a la talla materna con una producción de embriones de 4 a 20 embriones por hembra y con una talla de nacimiento que oscila entre los 14 y 16 cm de (LT), Villavicencio menciona que los ovocitos son de forma alargada y una longitud que alcanza hasta los 50 cm por un centímetro de ancho, observando que la glándula nidamental está reducida en esta especie y que los dos oviductos son funcionales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los peces batoideos son especies susceptibles a la sobre-explotación al tener historias de vida como baja fecundidad, madurez tardía crecimiento lento y largos periodos de gestación (Pratt y Casey, 1990). A pesar de éstos, los estudios realizados son pocos, y en las costas ecuatorianas del Pacífico son escasos y hasta la actualidad no se han registrado estudios acerca de la biología reproductiva de rayas en especies como la raya mariposa (*Gymnura marmorata*) y la raya torpedo (*Narcine entemedor*) en el puerto pesquero de Santa Rosa del cantón Salinas.

La presente investigación generará información con respecto a la reproducción de estas dos especies de rayas en tallas y estados de madurez, proporción de sexos, fecundidad, desarrollo embrionario y composición de tallas. lo cual servirá en las pesquerías en futuras estrategias para el manejo sustentable de estas especies, diseñando metodologías y normas que lleven a la conservación del recurso siendo empleadas por las autoridades responsables de la administración pesquera.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la biología reproductiva de las rayas: mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863) y torpedo *Narcine entemedor* (Jordan y Starks, 1895) desembarcados en Santa Rosa-Salinas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la composición de tallas y proporción de sexos en *G. marmorata* y *N. entemedor*
- Describir el aparato reproductor a nivel macroscópico para ambos sexos en cada estadio de madurez en las dos especies.
- Establecer la talla media de madurez en machos y hembras de ambas especies
- Determinar la fecundidad y el modo reproductivo para ambas especies

1.5 HIPÓTESIS

Debido a que en *N. entemedor* y *G. marmorata* presentan viviparismo, se espera que la talla máxima y de madurez sea mayor en las hembras que en los machos.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables dependientes

- Talla de madurez
- Modo reproductivo

1.6.2 Variables independientes

- Biología reproductiva

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 GENERALIDADES EN LOS CONDRICTIOS

La diferencia que existe entre los peces batoideos o rayas, tiburones y quimeras está en la forma del cuerpo ya que las rayas son organismos deprimidos dorso ventralmente y sus aletas pectorales fusionadas a la cabeza y tronco (Compagno, 1990). La biología reproductiva de los elasmobranquios tiende a caracterizarse por tener una baja fecundidad de crías, largos periodos de gestación, y una gran longevidad, lo cual ha dado como resultado una tasa de crecimiento poblacional baja, lo que agrupa a los elasmobranquios como organismos con distintas estrategias reproductiva (Hamlett, 2005).

2.2 MODO REPRODUCTIVO

En cuanto a *Gymnura marmorata* y *Narcine entemedor* a pesar que son dos especies distintas que mantienen taxonómicamente un orden diferente se agrupan en el mismo modo reproductivo vivípara aplacentaria matotrófica (Villavicencio-Garayzar, 2000; Dávila-Ortiz, 2002; Burgos-Vásquez, 2013). El tipo de reproducción matotrófica con histotrofia y trofonemata, generalmente se produce en el orden de los Myliobatiformes el cual consiste en unas largas extensiones de vellosidades llamadas trofonemata que envuelven al embrión, estas secretan la histotrofia o también llamada leche uterina la cual es el alimento rico en proteínas y lípidos para los embriones una vez consumida la reserva del vitelo, al parecer este modo reproductivo ofrece mayor ventaja de supervivencia a los neonatos de vida libre ya que al nutrirse de esta sustancia llamada leche uterina alcanzan un mayor desarrollo a diferencia de las especies con reproducción placentaria (Wourms, 1981).

2.3 PESQUERÍAS DE LOS BATOIDEOS EN EL ECUADOR.

Las pesquerías en el Ecuador son de gran importancia ya que generan grandes ingresos por sus productos frescos comercializados al mercado interno, las capturas se estiman entre las 30.000 y 50.000 TM al año de estas el 50% es comercializada como producto fresco internamente y el 50% exportada como producto enlatado, Las rayas son capturadas como pesca incidental o acompañante principalmente por las flotas artesanales de muchos lugares del planeta (Stevens et al., 2000).

La pesquería de rayas, es una actividad poco desarrollada en cuanto a su comercialización, ya que los especímenes aprovechados son los de mayor tamaño y dependiendo de la especie, extrayendo así la mayor cantidad de carne del disco para luego ser comercializada fresca, congelada, salada o ahumada (Compagno et al., 1995).

2.3.1 La pesca artesanal en Santa Rosa

Se compone de embarcaciones pequeñas las más grandes entre los 10 y 12 metros pero con mucha abundancia de especies (Leantes-Darricau y García-Marugán, 2012) y en ocasiones las pesquerías artesanales capturan rayas como fauna acompañante (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995; Márquez-Farías, 2002). En el Ecuador está prohibida la pesca de mantarrayas desde el Acuerdo Ministerial 093 de 2010. Las especies de rayas más representativas de la pesca artesanal son *Raja sp.*, *Gymnura spp.*, *Dasyatis spp.* (Leantes-Darricau y García-Marugán, 2012).

2.4 *Gymnura marmorata*

La familia Gymnuridae está representada por peces batoideos de tallas medianas a grandes, poseen una apariencia muy distintiva al presentar un disco grande de forma romboidal con una cola muy corta demarcada en el tronco sin presencia de

aleta dorsal y algunas veces provista de una espina en su base, con ojos y espiráculos situados en el dorso de la cabeza, su coloración en la parte dorsal es café clara u olivácea a café oscura o negra, ya sea uniforme o con manchas o con líneas reticuladas y su parte ventral es generalmente blanquecina, generalmente son de fondos arenosos de mares tropicales y subtropicales, incluye 2 géneros y 12 especies. (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995; Allen y Robertson 1998) (Figura 1).



Figura 1. Raya mariposa (*Gymnura marmorata*).

Gymnura marmorata pertenece a la familia Gymnuridae y en particular esta especie se ha destacado por presentar problemas de sinonimia con *G. crebripunctata*; sin embargo la información acerca de su biología y las características para su diferenciación morfológica no han sido muy claras, ésta presenta en su identificación un disco más o menos triangular o romboide más ancho que largo con grandes alas de márgenes ventrolaterales suavemente redondeados, márgenes antero laterales del disco cóncavos, hocico ligeramente triangular y protráctil, con una cola corta sin presencia de aleta caudal pero con un pequeño pliegue dorsal y otro ventral. (Allen y Robertson 1998; Dávila-Ortiz, 2002; Santana-Morales et al., 2004).

Dávila-Ortiz (2002) propone tres patrones de coloración el primero es de dorso negro o café oscuro con puntos blancos a verde claro o amarillo, el segundo de dorso café claro a verde claro o verde fuerte con puntos generalmente negro y el tercero con varias tonalidades en el dorso de café, verde, grisáceo pero sin presencia de puntos o manchas. En cuanto a la dentición una de las maneras para diferenciar su dimorfismo sexual es su mandíbula ya que las hembras poseen dientes más anchos y con un mayor número que los machos, incluso existe dimorfismo para el mismo sexo en estados maduros e inmaduros lo que es muy probable para el momento del cortejo cuando el macho sujeta a la hembra con su mandíbula para iniciar la copulación (De la Rosa, 2010).

2.4.1 Clasificación taxonómica de la especie (Nelson, 2006)

PHYLUM: Chordata

SUBPHYLUM: Craniata

SUPERCLASE: Gnathostomata

CLASE: Chondrichthyes

SUBCLASE: Elasmobranchii

DIVISIÓN: Neoselachii

SUBDIVISIÓN: Batoidea

ORDEN: Myliobatiformes

FAMILIA: Gymnuridae

GÉNERO: *Gymnura*

ESPECIE: *Gymnura marmorata* (Cooper, 1863)

2.4.2 Distribución geográfica

Se encuentra dentro de la familia Gymnuridae que es conocida comúnmente con el nombre de raya mariposa o tortilla (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995). Esta familia se distribuye en los mares tropicales y subtropicales de climas templado-cálidos (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995; Allen y Robertson, 1998).

Gymnura marmorata habita desde las costas de California, hasta Perú incluyendo el Golfo de California, México, donde se la puede encontrar hasta los 150 metros de profundidad (Santana-Morales et al., 2004) (Figura 2).



Figura 2. Distribución geográfica de la raya mariposa *G. marmorata*. Según (Santana-Morales et al., 2004). Tomada de d-maps.com.

2.4.3 Hábitat y Ecología

Su hábitat se localiza en mares templados-cálidos de aguas costeras someras, estuarios y lagunas, ocasionalmente pueden sobrepasar profundidades mayores a las plataformas continentales e insulares (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995). Se considera a esta especie de raya como semi-nadadora por su preferencia de hábitat, al encontrarse en la plataforma continental (Márquez-Farías y Blanco-Parra, 2006).

2.4.4 Importancia económica y pesquerías

La raya mariposa *Gymnura marmorata* se la captura a menudo con redes de enmalle de fondo (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995). Estas tienen como función retener al pez pudiendo quedar atrapado ya sea por los dientes maxilares o por cualquier otra saliente corporal (Pope, 1983) Y se lo hace intensamente durante todo el año en la pesquería de rayas con redes de fondo y por las embarcaciones de arrastre dadas en la pesca artesanal de la zona noroeste de México (Santana-Morales et al., 2004).

La raya mariposa o también llamada raya cometa tiene importancia económica en ciertas localidades del Ecuador y una de estas es Santa Rosa de Salinas ya que se comercializa internamente. Aunque diferentes autores para otras partes mencionen poca importancia económica por ser su pesquería incidental (Bigelow y Schroeder, 1953) con un uso marginal para consumo humano (De la Cruz-Agüero et al., 1996), No obstante en otras regiones como el golfo de California es capturada durante todo el año y comercializadas en conjunto a otras especies de rayas, ya que en tiempos de escases de otro tipo de pesquerías tienen una gran importancia para el sustento de las comunidades pesqueras al ser comercializadas en filetes frescos y congelados (Dávila-Ortiz, 2002; Santana-Morales et al., 2004).

2.5 *Narcine entemedor*

La familia narcinidae presenta un cuerpo achatado con sus aletas pectorales y tronco fusionados a la cabeza formando un disco redondeado con bordes blandos y flácidos, cola moderadamente corta y aproximada en tamaño a la longitud del disco con 2 aletas dorsales grandes a lo largo de la columna vertebral y con 2 bordes en la aleta caudal uno superior y otro inferior, sin presencia de dentículos con piel suave, su boca es pequeña y protractil la cual forma un corto tubo, quizás la característica más relevante sea la presencia de órganos eléctricos muy desarrollados que se derivan de la musculatura branquial y son muy visibles a

ambos lado de la cabeza, las cuales la utilizan para cazar sus presas y a menudo en forma de defensa ante enemigos e incluso el hombre, además los narcinidos presentan un órgano eléctrico adicional con bajo voltaje para su comunicación intraespecífica, se los considera como batoideos perezosos que prefieren zonas lodosas y a menudo se esconden enterrándose en el sustrato (Allen y Robertson 1998; McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995) (Figura 3).



Figura 3. Raya torpedo (*Narcine entemedor*).

Narcine entemedor presenta un disco redondo con poca variación en sus diferentes etapas de desarrollo biológico, de neonato a juvenil, adulto y entre sexos. Aunque, en ciertos sitios como en el Golfo de California se registra con una forma de coloración diferente (Breder, 1928).

Su coloración en la parte dorsal es café olivácea, puede presentar a menudo 4-5 centros oscuros, ocelos o manchas oscuras (Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013). Algunos ejemplares muestran dos pequeñas manchas circulares amarillentas entre los ojos y los espiráculos, y posteriormente sobre los órganos eléctricos de la aleta pectoral otro par de manchas de un color más oscuro. Aunque se ha observado que esas manchas desaparecen según la edad. Otra variación es que en vez de presentar el primer par de manchas, sólo presenta una posterior a los espiráculos y sobre la línea media del cuerpo. Este patrón de coloración no se encontró en ningún individuo del Pacífico sudcaliforniano (Villavicencio-Garayzar, 2000), posee espiráculos pequeños que presentan

papilas en sus bordes, los márgenes anteriores de las aletas pélvicas están cubiertas por las aletas pectorales, la punta de sus aletas dorsales y caudales son algo angular, el margen posterior de las aletas con una banda blanca angosta, presenta dientes muy expuestos con la boca cerrada, sus órganos eléctricos visibles en la cabeza emiten descargas suficientes como para dejar sin sentido a un ser humano. (Allen y Robertson, 1998; Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013; Santana-Morales et al., 2004).

2.5.1 Revisión taxonómica

La familia Narcinidae está conformada por 9 géneros y 24 especies (Nelson, 1994). En el Pacífico oriental se han descrito tres especies del género *Narcine*, estas son: *N. vermiculatus* (Breder, 1928) *N. entemedor* (Jordán y Starks 1985), y *N. leoparda* (Carvalho. 2001) (Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; Carvalho, 2001).

2.5.2 Clasificación taxonómica de la especie (Nelson, 2006)

PHYLUM: Chordata

SUBPHYLUM: Craniata

SUPERCLASE: Gnathostomata

CLASE: Chondrichthyes

SUBCLASE: Elasmobranchii

DIVISIÓN: Neoselachii

SUBDIVISIÓN: Batoidea

ORDEN: Torpediniformes

FAMILIA: Narcinidae

GÉNERO: *Narcine*

ESPECIE: *Narcine entemedor* (Jordan and Starks, 1895)

2.5.3 Distribución geográfica

Su distribución se conoce desde la laguna Ojo de Liebre en la costa occidental de Baja California Sur-México (De La Cruz-Cruz-Agüero et al., 1996), Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador y Perú (Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013) (Figura 4).



Figura 4. Distribución geográfica de la raya torpeda *N. entemedor* según Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013 tomada de d-maps.com.

2.5.4 Ecología trófica

Narcine entemedor es una especie con adaptación al medio bentónico en particular su alimentación es selectiva y se compone principalmente de poliquetos en específico la especie *Diopatra obliqua*, estomatópodos, moluscos, Sipuncúlidos, anfípodos, camarones y resto de peces. Debido a su amplio espectro trófico posee una capacidad enorme como depredador para el

requerimiento de alimento, a pesar de ser un animal bentónico no precisamente se alimenta solo de este medio ya que también se alimenta de pequeños peces del necton (Valadez-González et al., 2000).

2.5.5 Abundancia

La raya torpedo *N. entemedor* es muy abundante en ciertas partes del mundo como lo es en México bahía almejas donde Villavicencio-Garayzar (2000) dice que la inmigración en hembras se da en marzo y abril ya que la temperatura alcanza sus valores más bajos. Los machos no inmigran junto con las hembras, sino que la realizan hasta finales de julio y permanecen un poco después de que las hembras han iniciado su emigración en agosto y septiembre. Este comportamiento se puede asociar también al ciclo reproductivo (Villavicencio-Garayzar, 2000). Los juveniles de ambos sexos aparentemente no frecuentan la bahía hasta alcanzar la talla de madurez, los neonatos no son frecuentes. Lo que permite suponer que los neonatos se distribuyen en áreas no accesibles a las artes de pesca con redes, probablemente abandonan la bahía un poco después de su nacimiento (Villavicencio-Garayzar, 2000).

2.5.6 Importancia económica y pesquería.

Debido a su gran tamaño *Narcine entemedor* es una especie que comercialmente su carne fresca tiene un valor económico para ciertas zonas del Ecuador como Santa Rosa de Salinas. A pesar de ser catalogada como pesca acompañante (Martínez-Ortiz y Domínguez-García, 2013). En México se captura como una pesca incidental en las pesquerías de mantas con redes de arrastre (Santana-Morales et al., 2004). Estas redes selectivas que envuelven al animal se caracterizan por poseer un copo donde aprisionan la pesca selectiva (Pope et al, 1983). En ciertas zonas como en Bahía Almejas (México), se captura durante todo el año y solo representa un ingreso complementario, aunque la captura por unidad de esfuerzo es de mayo hasta agosto, lo que hace sugerir en una inmigración a la bahía durante estos meses, esto se debe al cambio de temperatura en la bahía (Villavicencio-Garayzar, 2000).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El puerto pesquero de Santa Rosa de Salinas se encuentra en la provincia de Santa Elena (02° 12' 56'' S; 80° 57' 26'' W) al sur de la costa continental del Ecuador (Figura 5).

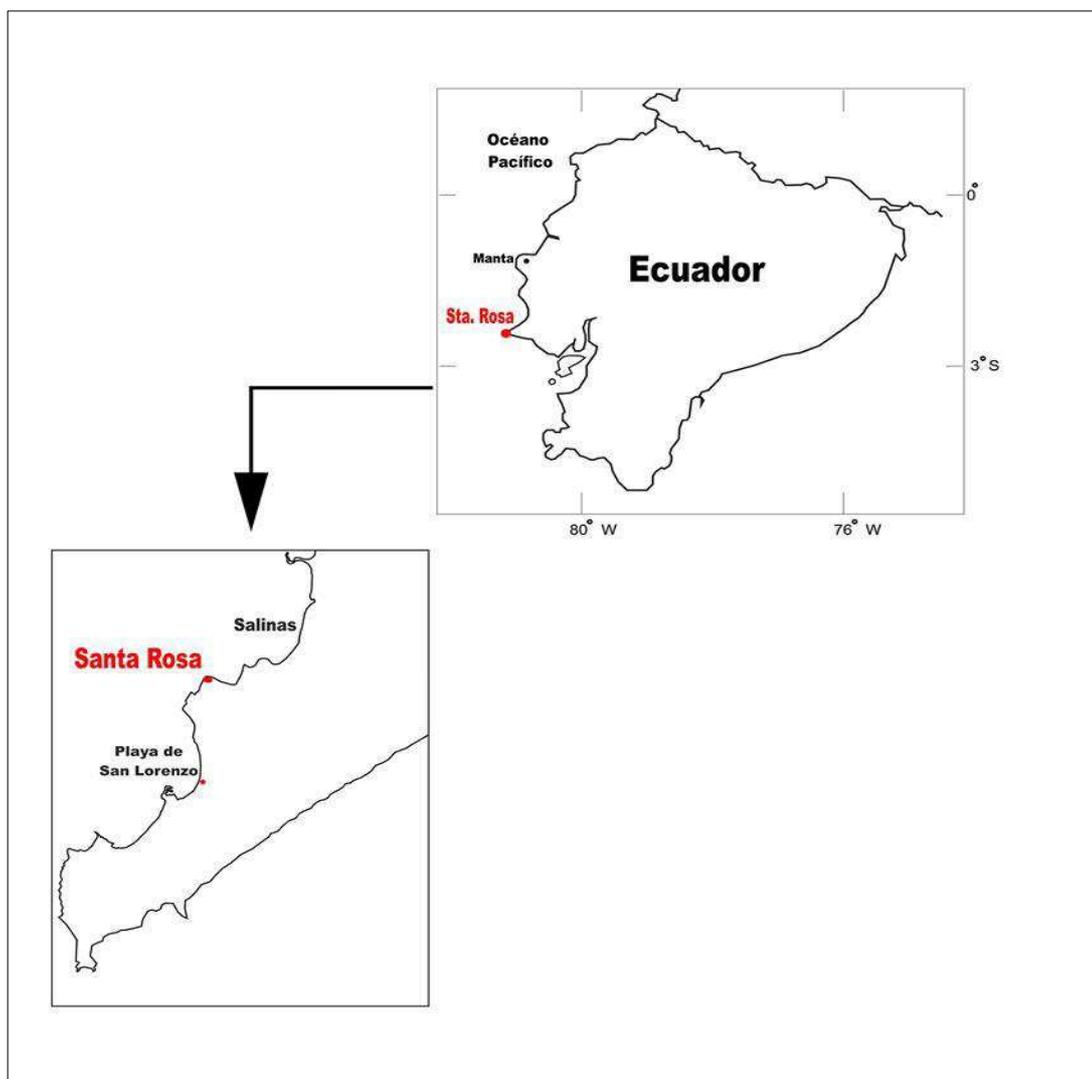


Figura 5. Área de estudio donde se realizó la investigación, Santa Rosa-Salinas.

3.1.1 Condiciones oceanográficas y biológicas

La región costanera central está influenciada por aguas frías de la corriente de Humboldt ricas en nutrientes, la cual disminuye la temperatura de las aguas. La región litoral está influenciada por la Corriente ecuatorial la cual provoca un aumento de temperatura. El frente ecuatorial ubicado entre las islas Galápagos y Ecuador continental debido a la convergencia y divergencia de las aguas determina la condición de la biomasa en la producción primaria, el aumento de zooplancton y peces pelágicos de menor tamaño y de igual forma los de mayor tamaño. La divergencia ecuatorial transporta las masas de agua de la profundidad a la superficie este fenómeno es el responsable de la fertilidad para la región con relación a otras áreas tropicales, este depende también de los vientos alisios ya que cuando son con intensidad bajan la temperatura del mar produciendo el afloramiento (Jiménez, 2009).

La temperatura de la zona varía de acuerdo a las estaciones, en la estación lluviosa la temperatura fluctúa en 24 y 26°C, la estación seca varía entre 21 y 25°C, esta última estación tiene un mayor índice de diversidad debido a que las corrientes no son muy fuertes y las condiciones climatológicas y oceanográficas son diferentes a la lluviosa provocando que la disponibilidad de las especies influyan por estas condiciones (Saa-Vera, 2012)

Los muestreos se realizaron en el periodo de 1 año, iniciaron desde el mes de abril del 2013 y finalizaron en abril del 2014.

3.1.2 Puerto pesquero de Santa Rosa de Salinas

El puerto pesquero Santa Rosa de Salinas posee un gran movimiento económico con una población alrededor de 10.000 habitantes, en el Ecuador se estiman alrededor de 176 caletas o puertos pesqueros (Leantes-Darricau y García-Marugán 2012).

Santa Rosa es una comunidad pesquera que depende económicamente del oficio pesquero ya que existen oportunidades de trabajo debido a los grandes volúmenes de desembarques (Solís, 1998). En esta localidad operan embarcaciones artesanales como botes o fibras de vidrio los cuales dirigen el esfuerzo pesquero al recurso demersales, los mayores desembarques se dan en la época seca del año ya que las corrientes marítimas no son fuertes a diferencia de la época lluviosa donde las corrientes son más precipitadas. Las flotas artesanales utilizan el arte de pesca denominado enmalle de fondo y trasmallo de fondo para la pesca del lenguado y peces de mersal de los cuales la pesquería de elasmobranquios está representada en 10 familias (Saa-Vera, 2012).

3.4 FASE DE CAMPO

En la fase campo se trabajó primordialmente en la recolección de muestras de los aparatos reproductores tanto de hembras como de machos en ambas especies para ser analizados en el laboratorio. Los muestreos se realizaron de 4 a 6 días por mes en el periodo de abril 2013 y abril 2014. Los ejemplares fueron capturados por los pescadores como pesca incidental con el arte de red de enmalle de fondo de 8 pulgadas de paso de maya a una distancia de 10 millas 30 a 40 brazas de profundidad en la pesca del lenguado y desembarcados en el puerto de Santa Rosa traídos por embarcaciones de fibra de vidrio. Los muestreos iniciaron en horas del medio día ya que las redes de enmalle de fondo eran depositadas en horas de la madrugada y caladas al medio día.

Se utilizó una bitácora para el registro de datos, morfométricos, los cuales considerados en campo fueron: la longitud total (LT), que comprende desde la punta del rostro hasta el final de la aleta caudal para *Narcine entemedor* (Figura 6) y desde la punta del rostro hasta la punta de la cola para *Gymnura marmorata* (Figura 7), en ambas el ancho del disco (AD), que comprende la medida más grande entre los extremos de las aletas pectorales, y la longitud del disco (LD) que es la distancia comprendida entre la punta del hocico y el margen posterior de las aletas pectorales, todos en medidas de centímetros. Se diferenció a hembras y machos ya que estos presentan los órganos copuladores visibles (Figura 8)

(Álvarez del Villar, 1978) a los cuales se midió desde el punto de inserción o rotación hasta la punta distal considerada como longitud de clasper (LC) y se le determinó el grado de calcificación dependiendo de la rigidez del mismo, 0= sin calcificar, 1= semi-calcificado y 2= calcificado, características de la rotación, abertura del rifiodón y presencia de semen (Colonello, 2009) (Tabla I). Se tomó el peso total de cada espécimen en kilogramo (Kg), una vez obtenidos estos datos y registrados en la bitácora se realizó la incisión abdominal en el vientre para extraer los aparatos reproductores, los cuales se guardaron en fundas plásticas con su debida etiqueta para ser analizadas en laboratorio.

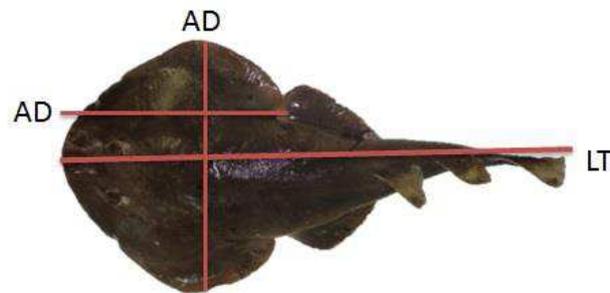


Figura 6. Medidas morfométricas comprendidas en *Narcine entemedor*.

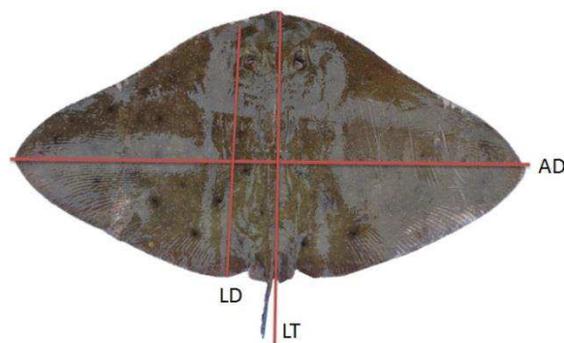


Figura 7. Medidas morfométricas comprendidas en *Gymnura marmorata*.

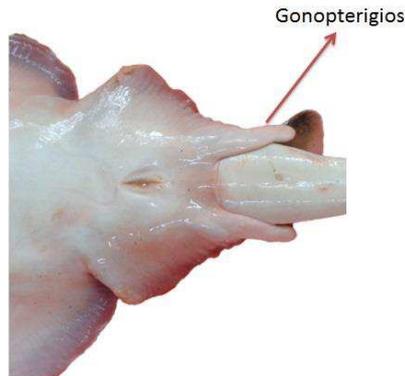


Figura 8. Órganos copuladores (gonopterigios o clasper) visibles en los machos.

3.5 FASE LABORATORIO

El trabajo de laboratorio se realizó examinando las muestras colectadas, se tomó el peso en gramo (gr.) de cada gónada, considerando en las hembras la presencia de los ovarios y sus ovocitos, la glándula nidamental y oviductos, estos fueron contados, medidos en milímetros (mm) con un calibrador y pesados considerando su ubicación y patrón de coloración. En machos la presencia de los testículos, el epidídimo, los ductos deferentes y vesícula seminal, el estado de madurez se determinó según la escala de madurez para especies vivíparas propuesta por Colonello (2009), en varios estados para machos (Tabla 1) y hembras (Tabla 2), a éstos se le adiciono un estado más, estableciéndolo como estado 6 en el cual eran hembras posparto con características en sus ovarios ensanchados con o sin ovocitos, úteros extendidos con coloración roja y las vellosidades del trofonemata negras sin embriones o huevos de acuerdo a la clasificación de Mejía-Falla y colaboradores (2012).

Tabla 1. Criterios morfológicos internos utilizados para determinar el estadio de madurez sexual en machos por Colonello (2009).

Estadio		Características macroscópicas
Juveniles	1	Testículos poco desarrollados con vesículas espermáticas apenas distinguibles y abundante órgano epigonal, epidídimos y ductos deferentes delgados y adheridos a la pared dorsal de la cavidad abdominal, los claspers no sobrepasan el extremo de las aletas pélvicas y no están calcificados.
	2	Testículos en maduración con vesículas espermáticas desarrolladas pero con abundante órgano epigonal entre estas, epidídimos y ductos deferentes poco enrollados y con escaso desarrollo de glándulas anexas, los claspers sobrepasan el extremo de las aletas pélvicas pero no están calcificados.
Adultos	3	Testículos con vesículas vitelinas y escaso órgano epigonal entre estas, deprimidos dorso-ventralmente (rayas), con lóbulos separados por tejido conjuntivo (tiburones) o en forma esférica (pez gallo y torpedo). Epidídimos y ductos deferentes contorneados y con glándulas accesorias, los claspers sobrepasan el extremo de las aletas pélvicas y están calcificados.

Tabla 2. Estadios y criterios de madurez sexual interno en hembras y externo en machos de condictios por Colonello (2009).

		Hembras	Machos
Juveniles	1	Ovocitos y glándulas oviducuales no distinguibles a simple vista	Claspers no sobrepasan el extremo de las aletas pélvicas
	2	Ovarios con ovocitos transparentes	Claspers sobrepasan el extremo de las aletas pélvicas, pero sin calcificar
Adultos	3	Ovarios con ovocitos vitelados (amarillos) y úteros vacíos.	Claspers sobrepasan el extremo de aletas pélvicas y están calcificados
	4	Úteros con huevos coriáceos (ovíparas) u ovocitos fecundados envueltos por membrana proteica (vivíparas)	-
	5	Con embriones en úteros (vivíparas)	-

3.6 FASE DE ANÁLISIS

3.6.1 Estructura de tallas

Para describir las estructuras de tallas se elaboraron histogramas de distribución de frecuencias para ambos sexos considerando la longitud total para *Narcine entemedor* y el ancho de disco para *Gymnura marmorata* utilizando intervalos de 8 y 9 cm, las estructuras de tallas fueron comparadas entre hembras y machos.

3.6.2 Proporción por sexos

Se determinó la proporción sexual con el total de los ejemplares de cada sexo para ambas especies, se dividió el número de hembras para el número de machos lo obtenido se analizó bajo la hipótesis nula que existe entre la proporción de 1:1 y se corroboró con la prueba estadística del χ^2 (Daniel, 2002) con una confianza del 95%, empleado el programa R.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Dónde:

χ^2 = Ji-cuadrado

O = Valor Observado

E = Valor Esperado

3.6.3 Talla media de madurez

La talla media de madurez, que es la talla a la cual el 50% de los organismos son maduros (Pratt y Otake, 1990) calculando la longitud total en *Narcine entemedor* y el ancho de disco en *Gymnura marmorata*, empleando una curva de regresión logística a la cual se ajustó a los datos binomiales de madurez en el programa R. (R Development Core Team, 2014).

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(a+b*l)}}$$

Dónde:

P = Probabilidad de madurez

e = función exponencial

a y b = Parámetros del modelo

l = longitud

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS

En los muestreos realizados durante 12 meses se registraron 151 individuos para *Gymnura marmorata* (67 machos y 84 hembras) con tallas entre 16 a 95 cm de ancho de disco (AD), y con una mayor frecuencia en los intervalos de 32 a 47 cm de AD (Figura 9).

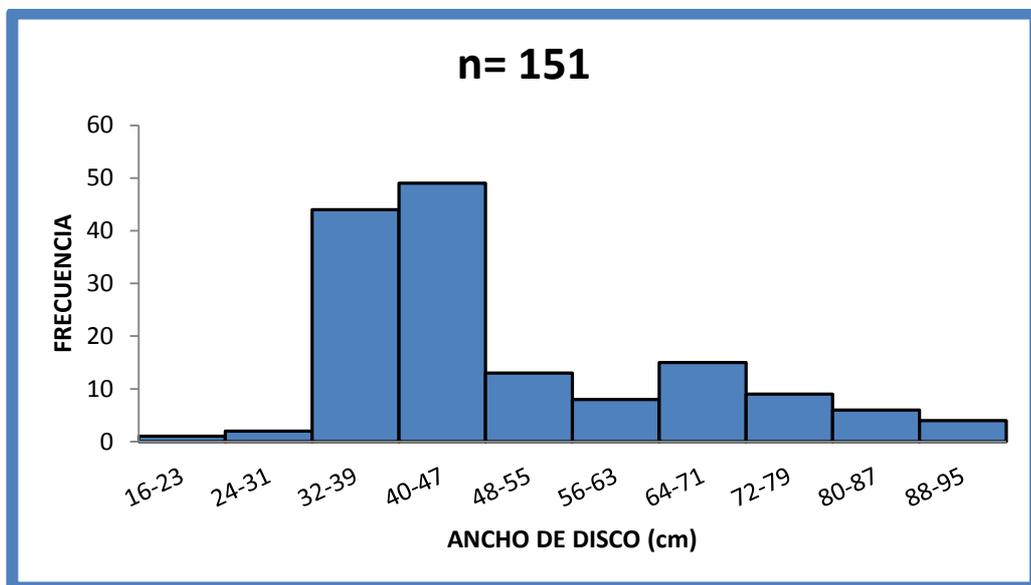


Figura 9. Composición de tallas en *Gymnura marmorata*.

Se registraron 84 hembras, las cuales presentaron tallas desde los 29.5 cm hasta los 93 cm de AD, éstas dominaron en la captura alcanzando un mayor índice de abundancia en el intervalo 48-93 cm de AD, mientras que los machos capturados fueron 67 los cuales iniciaron en tallas de 16 a 46 cm de AD, dominaron en abundancia desde el intervalo 32-47 cm de AD. Considerando las tallas máximas entre hembras y machos se observó que las hembras resultaron ser casi en un 50% más grande que los machos (Figura 10).

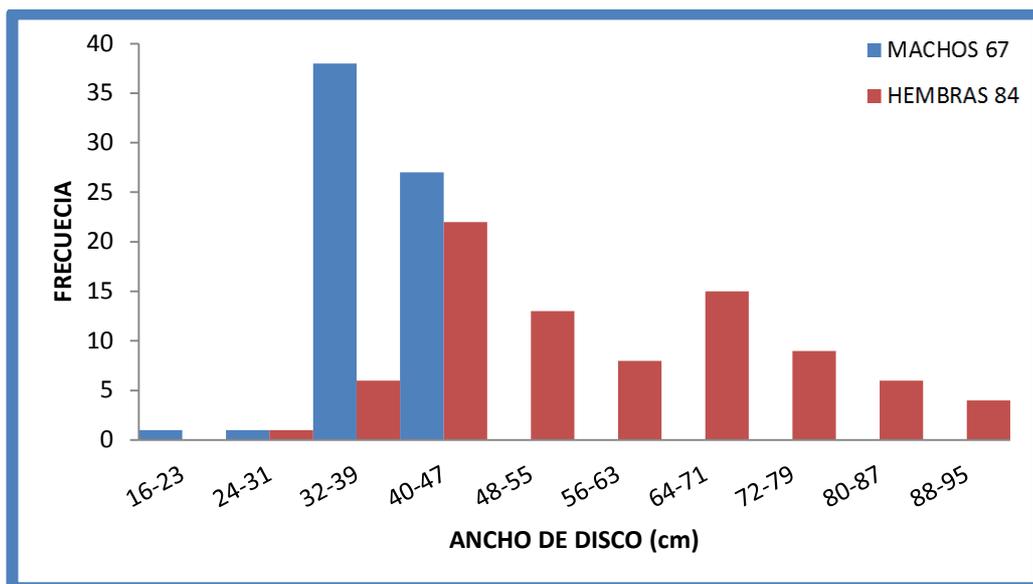


Figura 10. Composición de tallas en *Gymnura marmorata* para machos y hembras.

De los 151 individuos registrados, 84 fueron hembras con un 56% y 67 fueron machos con un 44%; la proporción sexual fue de 1,25H: 1M que no difiere significativamente de 1:1, confirmada con la prueba del χ^2 ($\chi^2= 1,91$ $p>0.05$) (Figura 11).

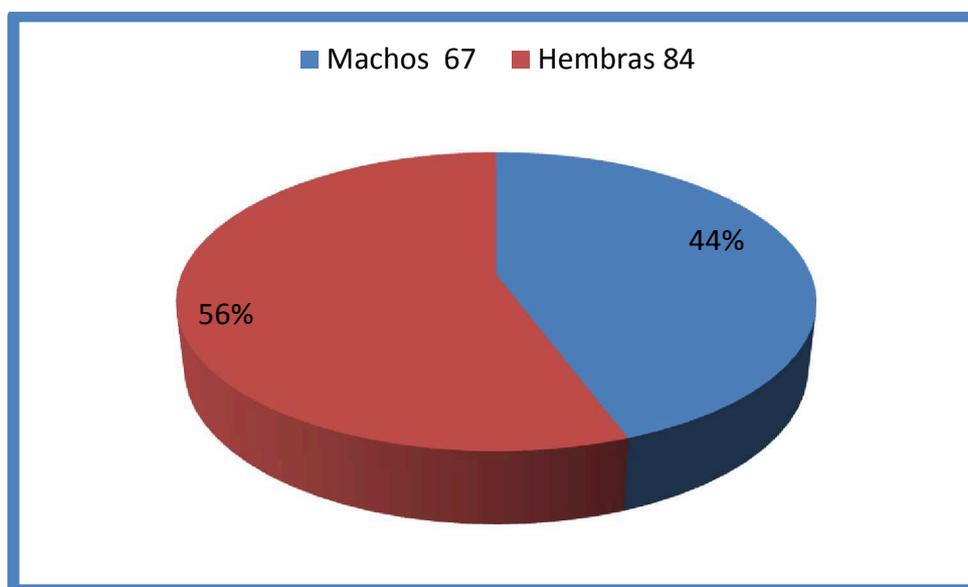


Figura 11. Porcentaje total de organismos registrados en *G. marmorata*.

La proporción sexual en la captura de juveniles fue de 1.51H: 1M lo cual no mostró diferencia significativa y fue corroborada con la prueba estadística del χ^2 ($\chi^2 = 2.52$ $p > 0.05$). Las hembras presentaron el 60% de la captura de juveniles y los machos el 40% (Figura 12).

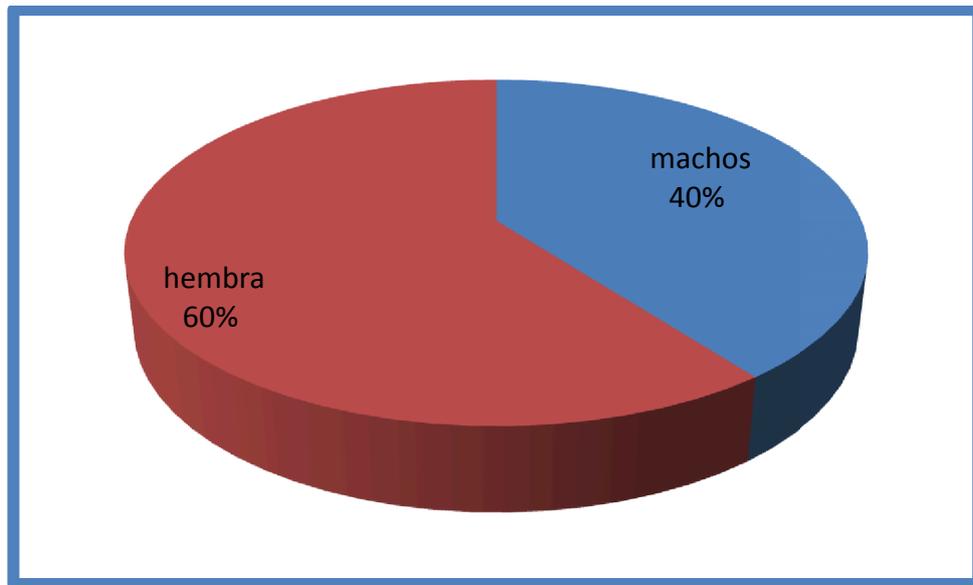


Figura 12. Porcentaje de organismos juveniles de *G. marmorata*.

La proporción sexual en adultos fue de 1,90M: 1H, la regla de χ^2 indicó que la probabilidad no superó el nivel de confianza del 95%, ($\chi^2 = 3,12$ $p > 0.05$) por lo que no existe diferencia significativa en proporción. Las hembras adultas alcanzaron el 34% y los machos el 66% (Figura 13).

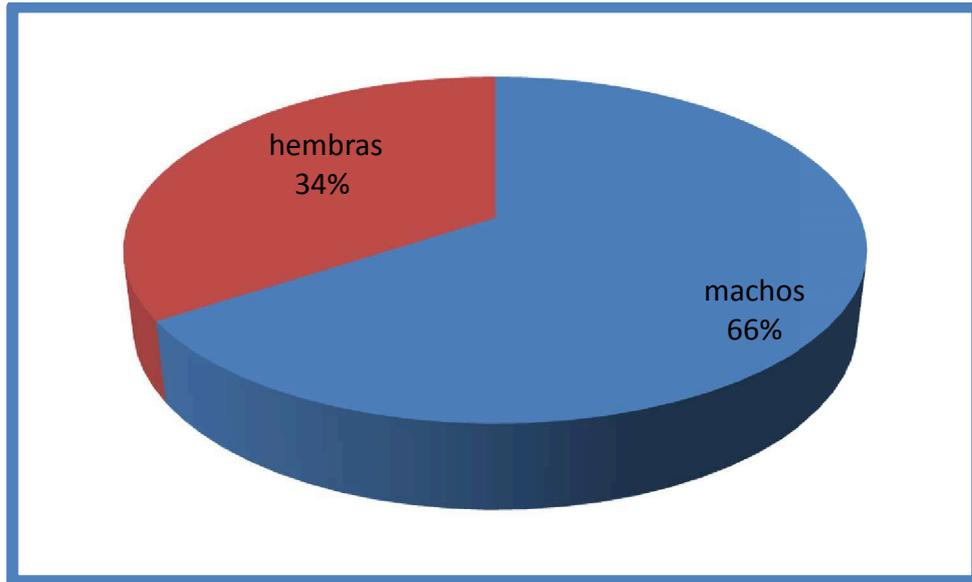


Figura 13. Porcentaje de organismos adultos de *G. marmorata*.

Se determinó la abundancia estacional desde abril del 2013-abril del 2014; en los meses de junio, agosto y noviembre del 2013 las hembras mostraron un mayor índice de abundancia que los machos, pero éstos fueron más abundantes en septiembre y diciembre del 2013, En mayo del 2013, en enero, marzo y abril del 2014 solo se registraron hembras y solo machos en el mes de abril del 2013 y febrero del 2014 (Figura 14).

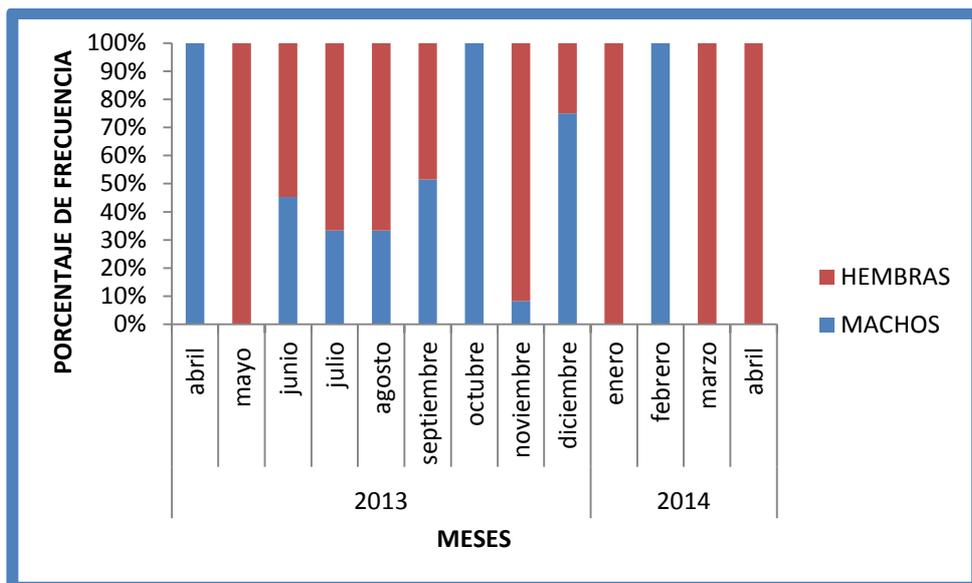


Figura 14. Abundancia estacional de *G. marmorata*.

Para *Narcine entemedor* se registraron 260 organismos (136 machos y 124 hembras) con tallas desde 24 a 110 cm de longitud total (LT), y con una mayor frecuencia en los intervalos de 42 a 59 cm de LT (Figura 15).

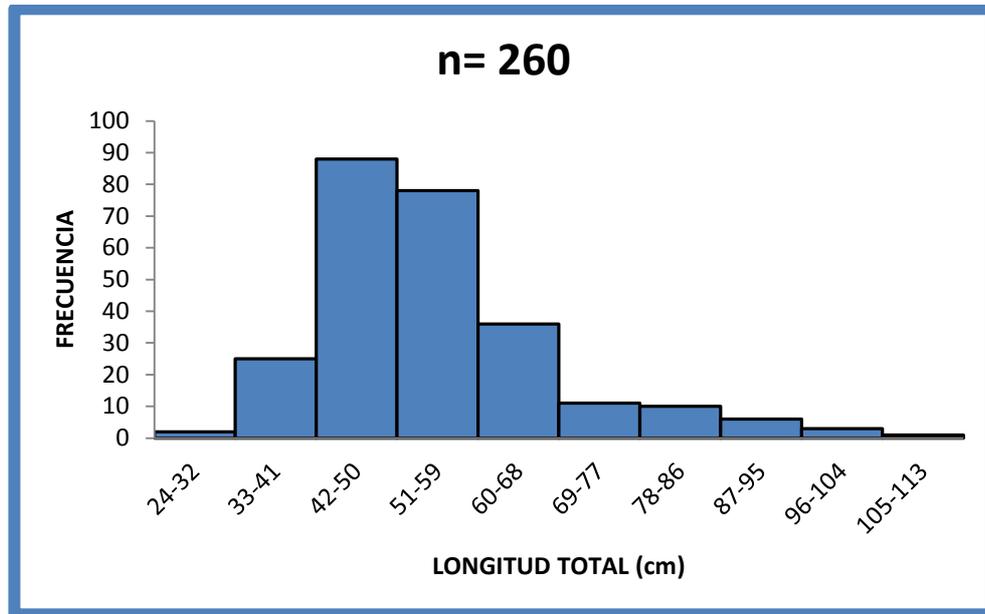


Figura 15. Composición de tallas, en *Narcine entemedor*.

Las hembras presentaron tallas de 24-110 cm de LT y los machos de 29-83 cm de LT, éstas fueron más abundantes que los machos en los intervalos de 60 a 113 cm de LT, pero la mayor frecuencia fue representada por los machos en el intervalo de 42-59 cm de LT. Se diferenció el tamaño en 27 cm de LT entre ambos sexos considerando que las hembras alcanzan una mayor longitud (Figura 16).

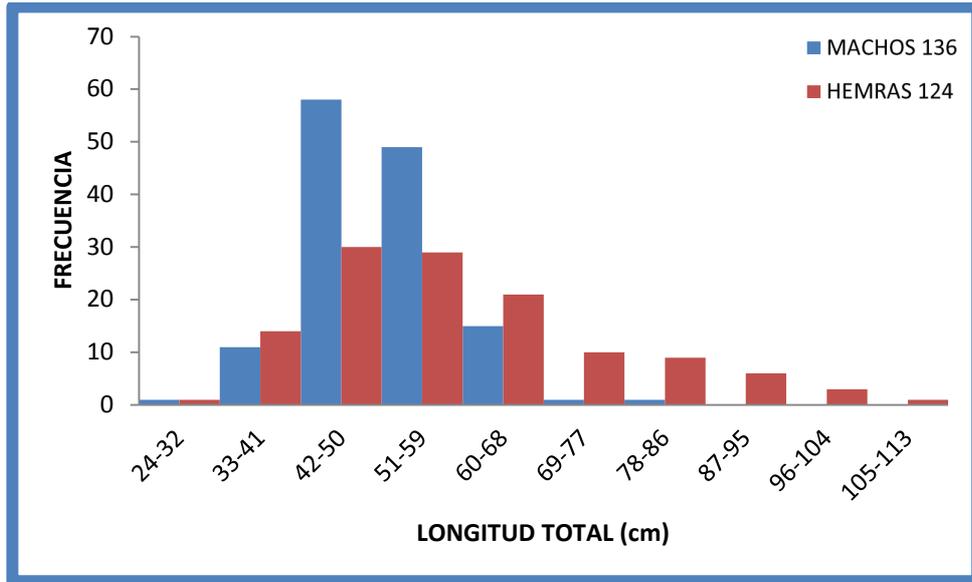


Figura 16. Composición de tallas, de *Narcine entemedor* para ambos sexos.

Del total de individuos registrados 124 fueron hembras y 136 machos. Las hembras contribuyeron en un 48% y los machos el 52% de la captura. La proporción sexual fue de 1,09M: 1H sin presentar diferencias significativas ($\chi^2=0.55$ $p>0.05$) (Figura 17).

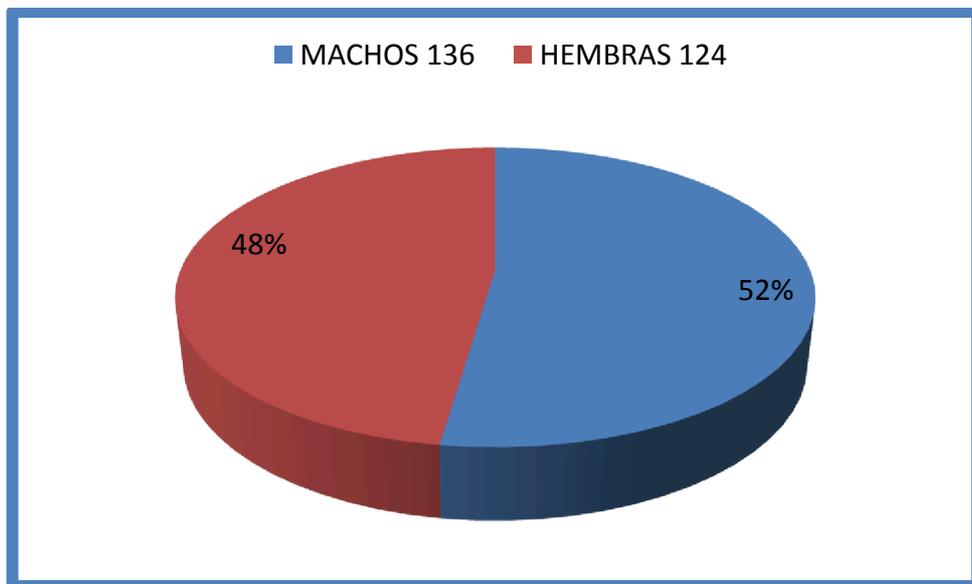


Figura 17. Porcentaje total de organismos registrados en *N. entemedor*.

La proporción sexual de juveniles fue de 1.4H: 1M ($\chi^2=2.88$ $p>0.05$). Las hembras mostraron el 58% de la captura de juveniles y los machos el 42% (Figura 18).

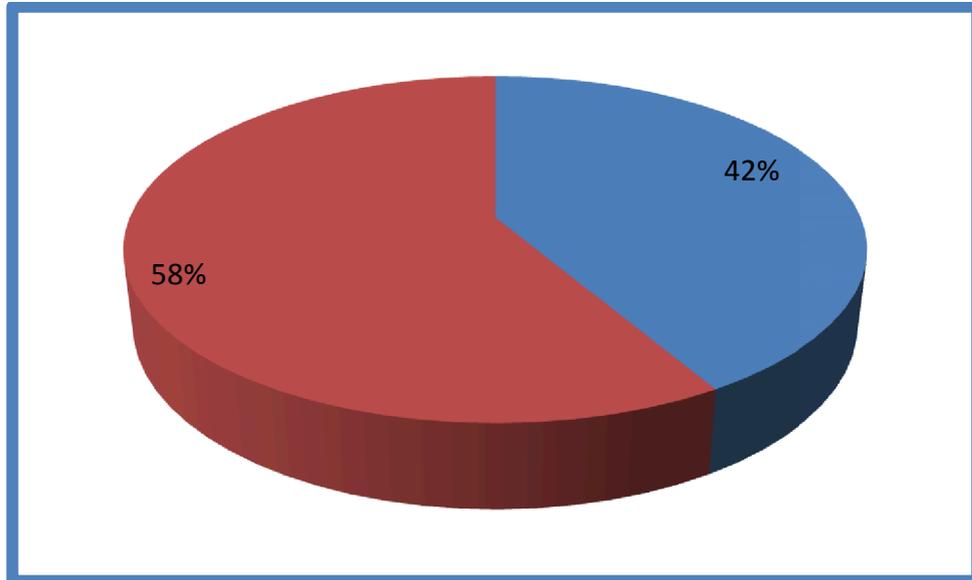


Figura 18. Porcentajes de organismos juveniles de *N. entemedor*.

Mientras que la proporción sexual en adultos fue de 2.28M: 1H, con diferencia significativa ($\chi^2= 14.08$ $p<0.05$). Las hembras adultas alcanzaron el 30% y los machos el 70% (Figura 19).

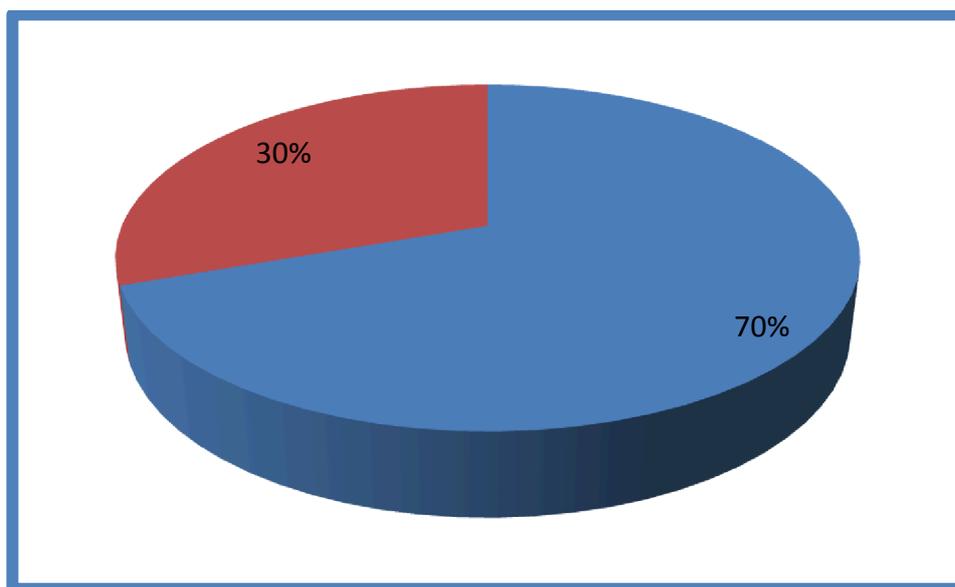


Figura 19. Porcentajes de organismos adultos de *N. entemedor*.

La mayor abundancia la mostraron las hembras ya que dominaron sobre los machos en los meses de abril, octubre y diciembre del 2013 y en marzo del 2014. Mientras que la mayor presencia de machos fue de junio a septiembre del 2013 y en abril del 2014. En los meses de mayo 2013 y febrero 2014 solo se registraron hembras (Figura 20).

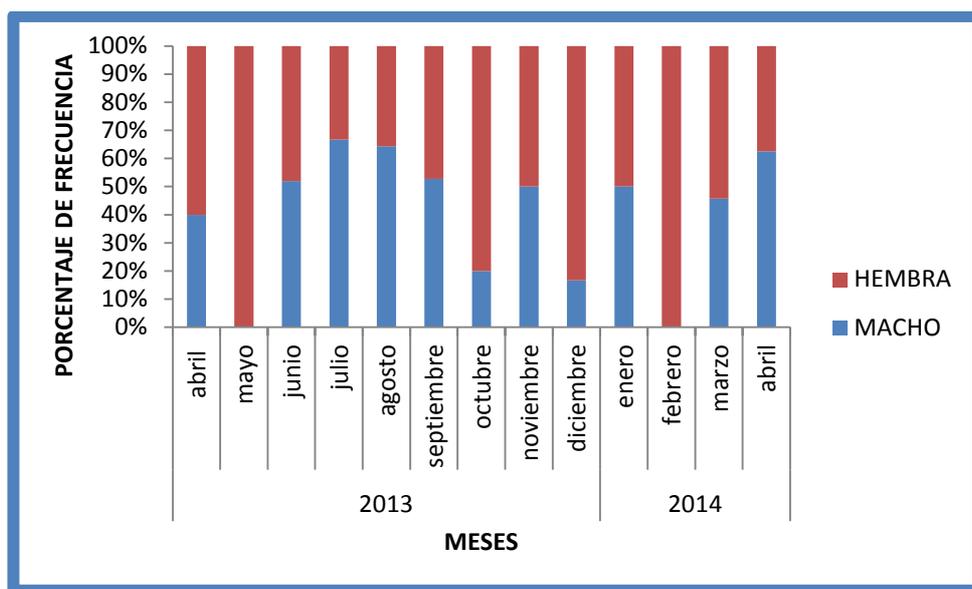


Figura 20. Abundancia estacional de *N. entemedor*, representada en porcentaje.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR A NIVEL MACROSCÓPICO PARA AMBOS SEXOS EN CADA ESTADIO DE MADUREZ EN LAS DOS ESPECIES.

4.2.1 Machos

Los machos de ambas especies estuvieron representados en todos los estadios reproductivos, los juveniles inmaduros (Estado I) de *Gymnura marmorata* presentaron los testículos no desarrollados pareados y alargados con las vesículas espermáticas no desarrolladas, el izquierdo levemente mayor que el derecho y rodeados de abundante órgano epigonal, ubicados en la parte anterior de la cavidad del abdomen, el complejo ductal que comprende al epidídimo, los conductos deferentes y las vesículas seminales fueron poco visibles (Figura 21). Los gonopterigios sin calcificar con el rifiodón cerrado y sin rotación, no sobrepasaron el borde posterior de las aletas pélvicas. En *Narcine entemedor* los testículos están alojados en las concavidades del cuerpo alado de la columna vertebral, son pareados con un mismo tamaño de forma semicircular y pequeños, recubiertos de abundante órgano epigonal de color rosa a crema y textura acuosa, el resto de sus estructuras no son visible (Figura 22). Los gonopterigios sin calcificar, sin rotación ni abertura del rifiodón, éstos sobrepasaron levemente el borde de las aletas pélvicas.

Los juveniles en proceso de maduración (Estado II) de *G. marmorata* presentaron los testículos con poco órgano epigonal, las vesículas espermáticas visibles y en desarrollo, el epidídimo empieza a enrollarse, los conductos deferentes son visibles, gruesos y de color blanco brillante (Figura 23). En *N. entemedor* los testículos continúan recubiertos de órgano epigonal su textura empieza a endurecer y desarrollar pequeños lóbulos, el epidídimo empieza a enrollarse pero es poco visible, los ductos deferentes y las vesículas seminales son transparentes y visibles (Figura 24). Los gonopterigios semi-calcificados en ambas especies sobrepasaron el borde posterior de las aletas pélvicas.

Los machos maduros (Estado III) de *G. marmorata* presentan el testículo izquierdo más desarrollado que el derecho con lóbulos prominentes y rojizos; el epidídimo pequeño y contorneado, los conductos deferentes visibles, gruesos de color blanco (Figura 25), en el caso de *N. entemedor* los testículos son redondeados recubiertos levemente y sostenidos por tejido conectivo con pequeños lóbulos diferenciados, en ambas el epidídimo es contorneado, los ductos deferentes visibles de apariencia rígida y paralelos a la columna vertebral hasta llegar a las vesículas seminales que contienen abundante semen (Figura 26). Los gonopterigios con total calcificación sobrepasaron el borde posterior de las aletas pélvicas.

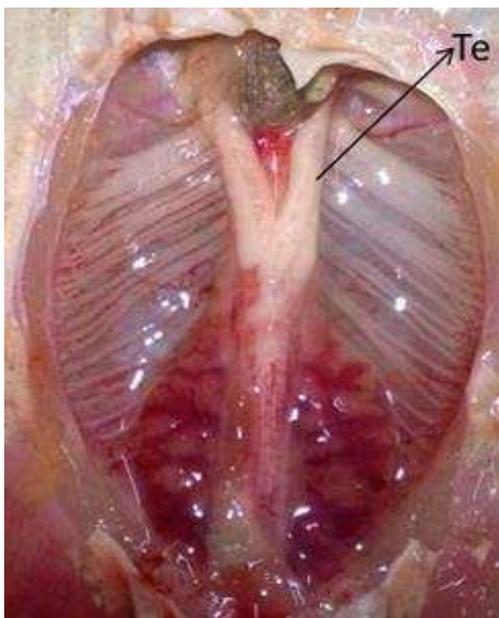


Figura 21. Aparato reproductor de machos inmaduros (Estado I) de *G. marmorata* Te testículo.

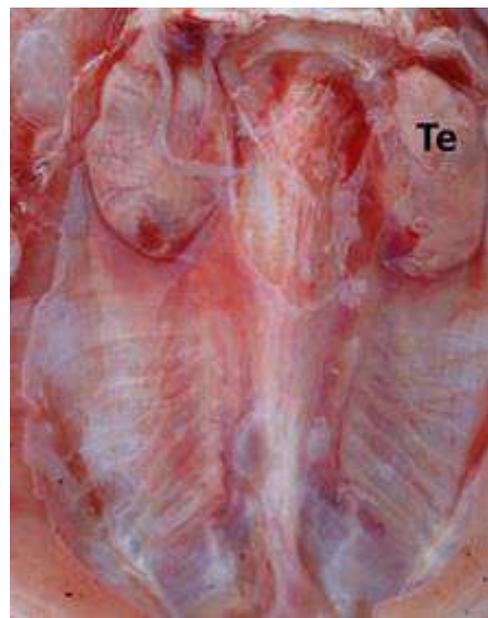


Figura 22. Aparato reproductor de machos inmaduros (Estado I) de *N. entemedor* Te testículo.

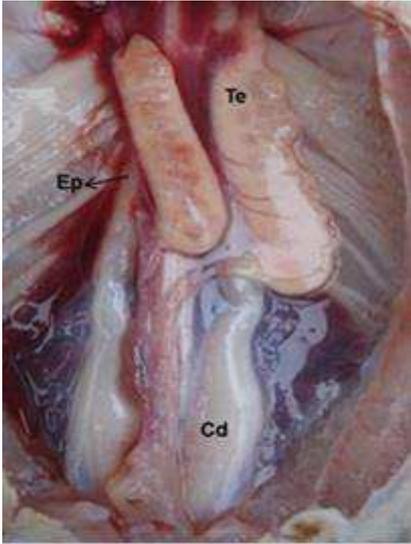


Figura 23. Aparato reproductor de machos en maduración (Estado II) de *G. marmorata* Te testículo Ep epidídimo, Cd conducto deferente.

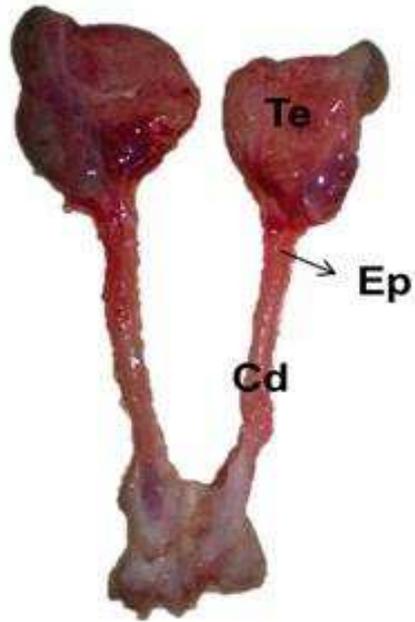


Figura 24. Aparato reproductor de machos en maduración (Estado II) de *N. entemedor* Te testículo, Ep epidídimo, Cd conducto deferente.

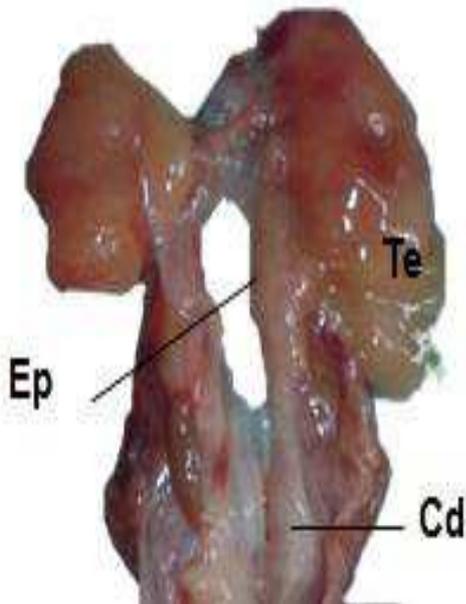


Figura 25. Aparato reproductor de machos maduros (Estado III) de *G. marmorata* Te testículo, Ep epidídimo, Cd conducto deferente.

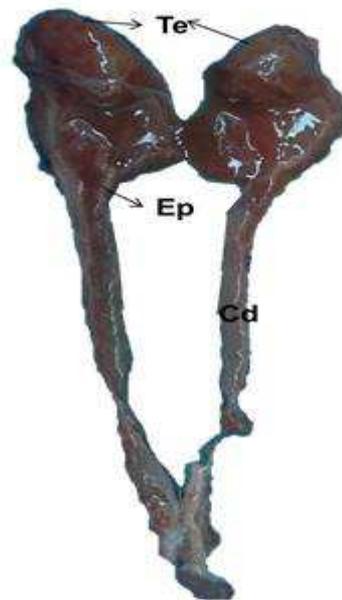


Figura 26. Aparato reproductor de machos maduros (Estado III) de *N. entemedor* Te testículo, Ep epidídimo, Cd conducto deferente.

4.2.2 Hembras

Las hembras de ambas especies presentaron todos los estadios a excepción del estado post-parto en *G. marmorata*. Las hembras inmaduras (Estado I) en *G. marmorata* presentaron ovarios no desarrollados alargados de coloración rosado, el izquierdo levemente mayor que el derecho (Figura 27), y en *N. entemedor* estas estructuras fueron semicirculares, de color rosado claro y de un mismo tamaño, en ambas rodeados de abundante órgano epigonal de aspecto acuoso; la glándula nidamental y los oviductos indiferenciado, debido a la complejidad y fragilidad de la muestra no fue posible obtener una fotografía.

Las hembras en proceso de maduración (Estado II) de *G. marmorata* mostraron los folículos ováricos en desarrollo y de forma esférica, transparentes solo en el ovario izquierdo, con la glándula nidamental diferenciada y pegada a la parte anterior del útero el cual es visible (Figura 28), mientras que en *N. entemedor* los ovarios presentaron una forma de saco recubiertos por tejido conjuntivo y órgano epigonal; los folículos ováricos de tamaños pequeños y de forma alargada no fueron visibles externamente, la glándula nidamental pequeña casi indiferenciada y sus úteros blancos son visibles (Figura 29).

Las hembras maduras (Estado III) de *G. marmorata* mostraron los ovocitos del ovario izquierdo llenos de vitelo de color naranja y de forma esférica, la glándula nidamental es diferenciada y de forma tubular unida a la parte anterior de los úteros que presentan paredes gruesas con las extensiones del *villi* uterino poco alargadas (Figura 30), mientras que para *N. entemedor* los dos ovarios desarrollaron en un mismo tamaño, sus ovarios en forma de saco y con la característica en sus ovocitos de forma alargadas de un extremo semiesférico y el otro puntiagudo con tamaños de hasta 50 μ m, recubiertos por tejido conjuntivo pero se mostraron visibles y de color amarillento externamente debido a la expansión de los ovarios, la glándula es reducida y se encuentra ligada a la parte anterior de los úteros que mostraron paredes gruesas de color blanquecino y rosa, con las extensiones del *villi* pequeñas (Figura 31).

Las hembras maduras con huevos uterinos (Estado IV) en *G. marmorata* presentan ovarios pequeños, sus úteros ensanchados por el vitelo depositado en ellos y las extensiones del villi alargadas (Figura 32), en *N. entemedor* los ovarios fueron reducidos con pocos ovocitos de color amarillento, la glándula es pequeña y se oculta dentro sus úteros los cuales son ensanchados por los huevos uterinos de color verde claro que se depositan dentro de ellos (Figura 33).

La hembra madura con embriones (Estado V) de *G. marmorata* mostró ovocitos grandes de color naranja en el ovario izquierdo (Figura 35), mientras que en *N. entemedor* los ovocitos pequeños eran alargados y de color negro, la glándula reducida y oculta por los úteros, ambas especies mostraron sus úteros ensanchados debido a la presencia de los embriones y el villi uterino o trofonemata desarrollado, alargado y grueso de color rojizo por la irrigación sanguínea, sus paredes finas y expandidas, con la presencia del material nutritivo llamado histotrofo o leche uterina (Figura 34).

La hembra post-parto de *N. entemedor* presentó ovarios con ovocitos alargados llenos de vitelo, sus úteros ensanchados con paredes finas sin presencia de embriones y el trofonemata de color oscuro (Figura 36).

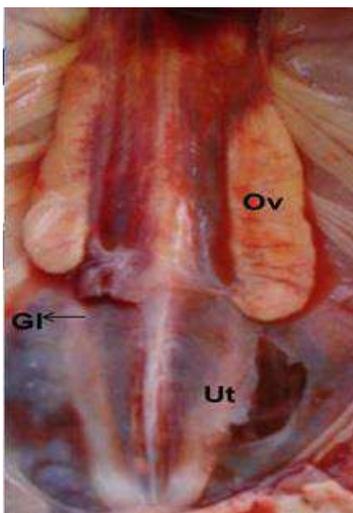


Figura 27. Aparato reproductor en hembra inmadura (Estado I) de *G. marmorata*, Ov ovario, Gl glándula, Ut útero.

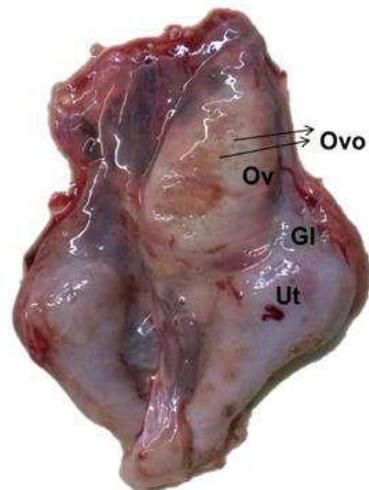


Figura 28. Aparato reproductor en hembra en maduración (Estado II) de *G. marmorata*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Ut útero.

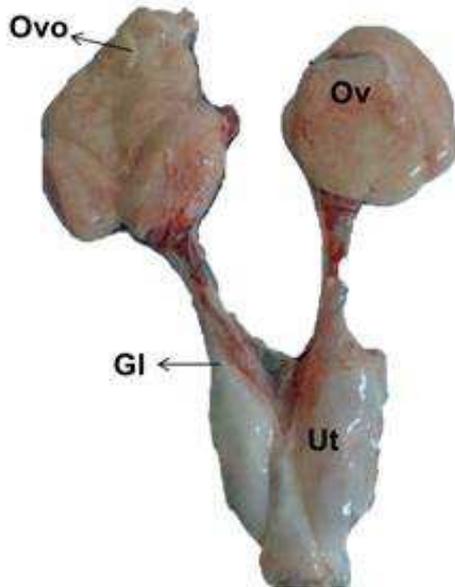


Figura 29. Aparato reproductor en hembra en maduración (Estado II) de *N. entemedor*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Ut útero.

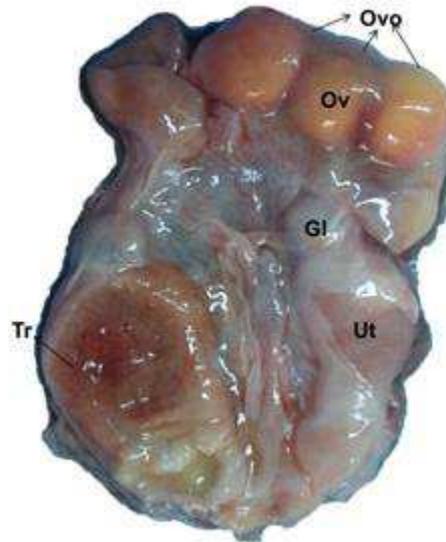


Figura 30. Aparato reproductor en hembra madura (Estado III) de *G. marmorata*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Tr trofonemata Ut útero.

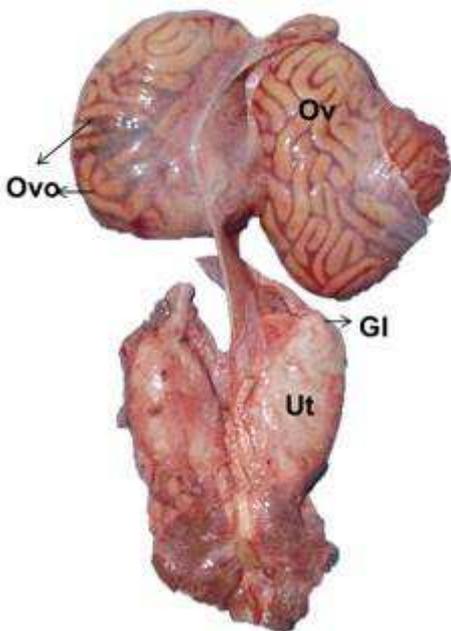


Figura 31. Aparato reproductor en hembra madura (Estado III) de *N. entemedor*, Ov ovario, Ovo ovocitos, Gl glándula, Ut útero.

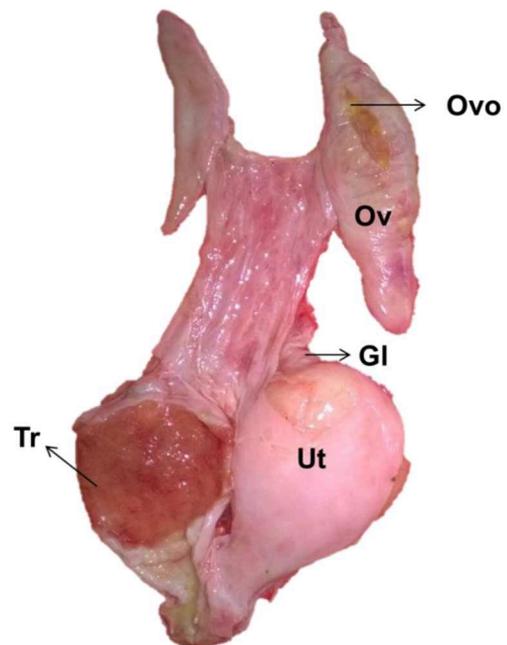


Figura 32. Aparato reproductor en hembra madura (Estado IV) de *G. marmorata*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Tr trofonemata Ut útero.

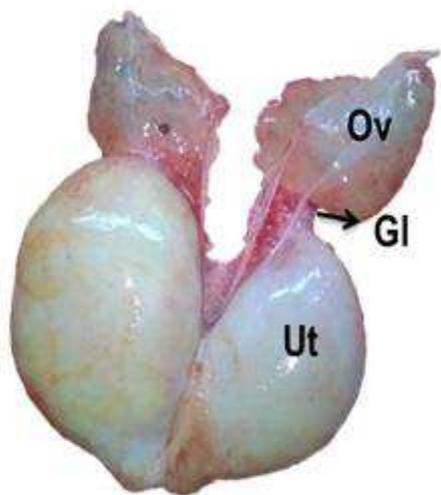


Figura 33. Aparato reproductor en hembra madura (Estado IV) de *N. entemedor*, Ov ovario, Ovo ovocito Gl glándula, Ut útero.

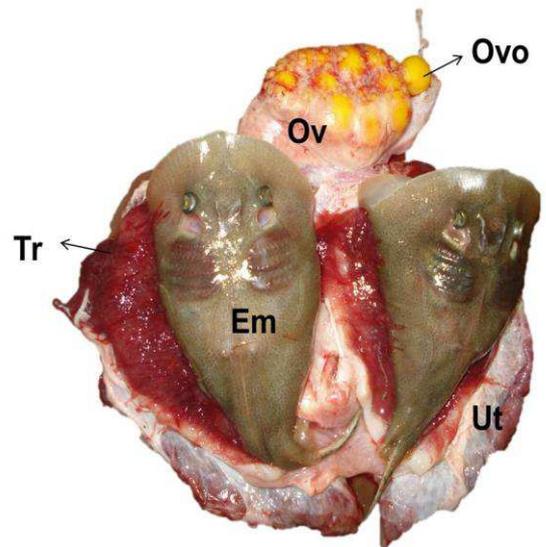


Figura 35. Aparato reproductor en hembra madura (Estado V) de *G. marmorata*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Ut útero, Em embrión.

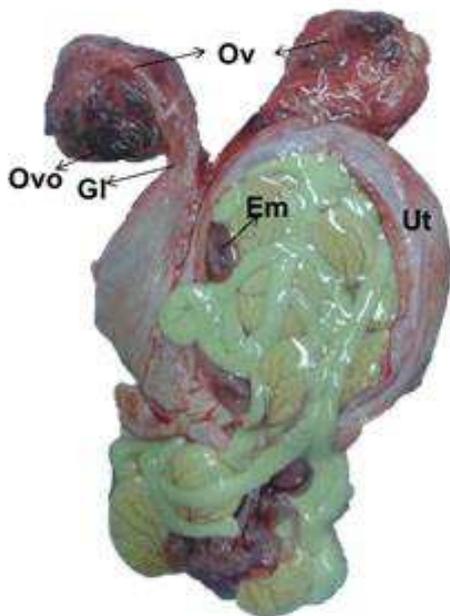


Figura 34. Aparato reproductor en hembra madura (Estado V) de *N. entemedor*, Ov ovario, Ovo ovocito, Gl glándula, Ut útero, Em embrión

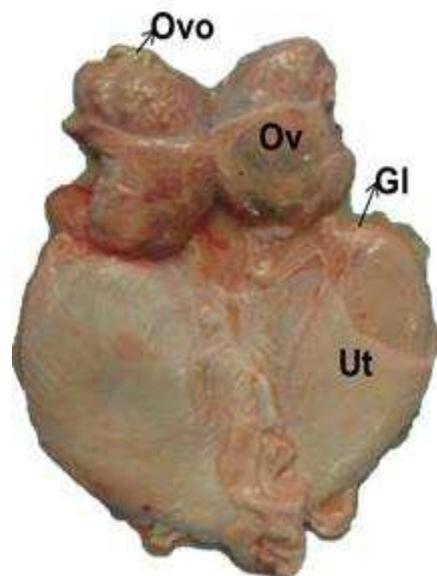


Figura 36. Aparato reproductor en hembra post-parto (Estado VI) de *N. entemedor*, Ov ovario, Ovo ovocito Gl glándula, Ut útero.

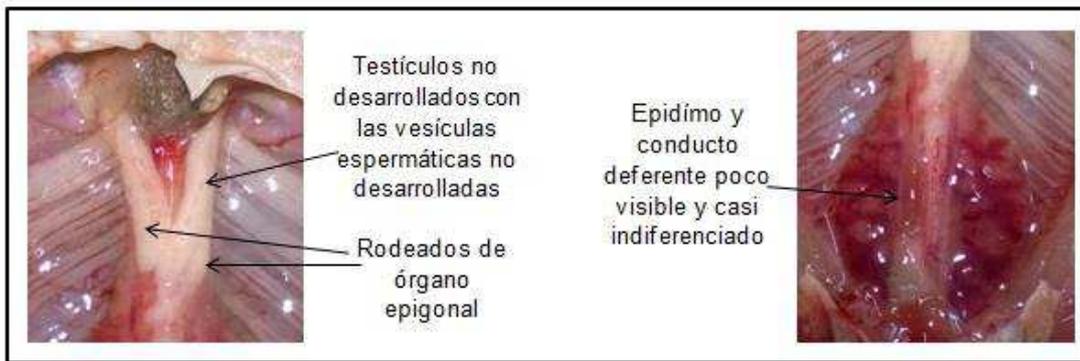
4.2.3 Escala de madurez para *Gymnura marmorata*

Se realizó una escala detallada para la identificación de machos (Tabla 3) y hembras (Tabla 4).

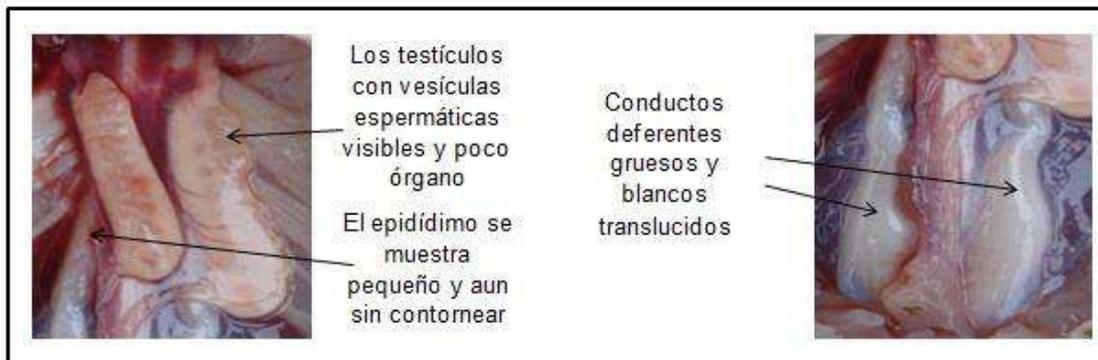
Tabla 3. Escala para machos de *G. marmorata* para macho juvenil estado I, macho juvenil estado II, macho maduro estado III.

Escala de madurez en *Gymnura marmorata*

Macho juvenil estado I



Macho juvenil estado II



Macho maduro estado III

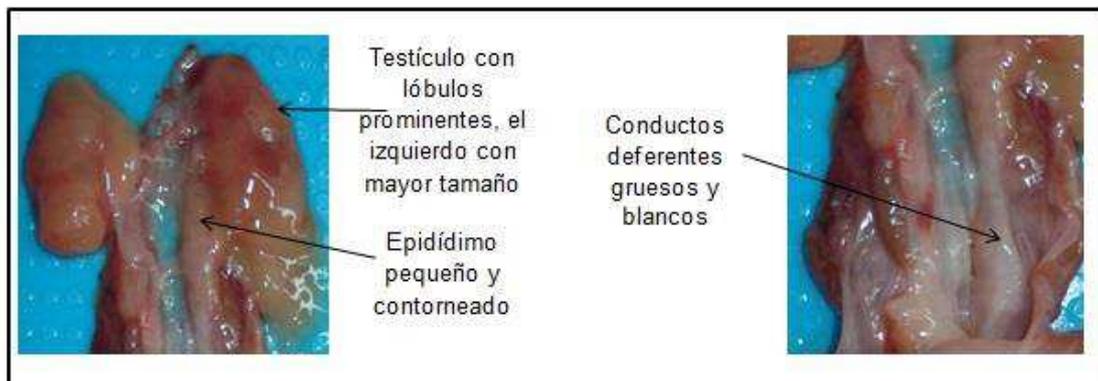
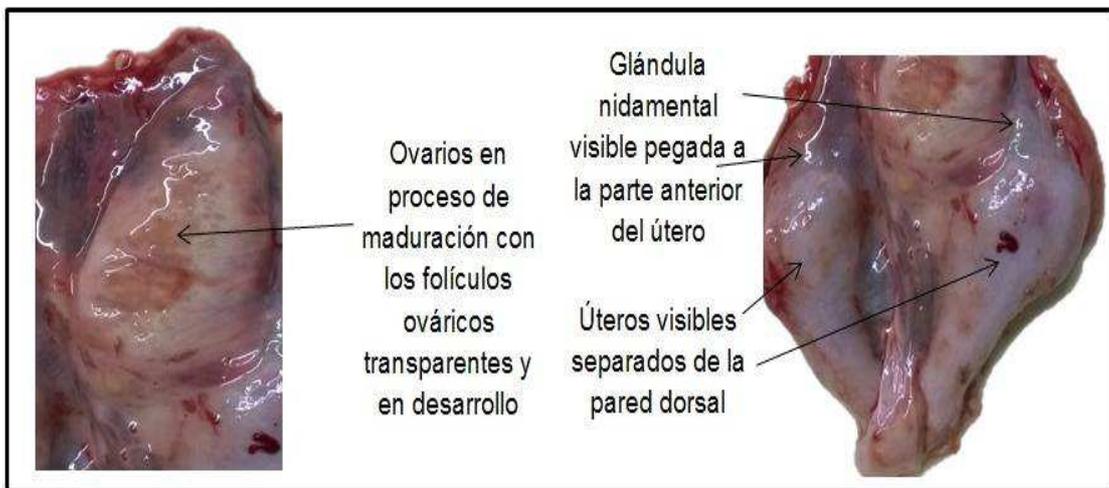


Tabla 4. Escala para hembras de *G. marmorata*, hembra juvenil estado I, hembra juvenil estado II, hembra adulta estado III, hembra adulta estado IV, hembra adulta estado V.

Hembra juvenil estado I



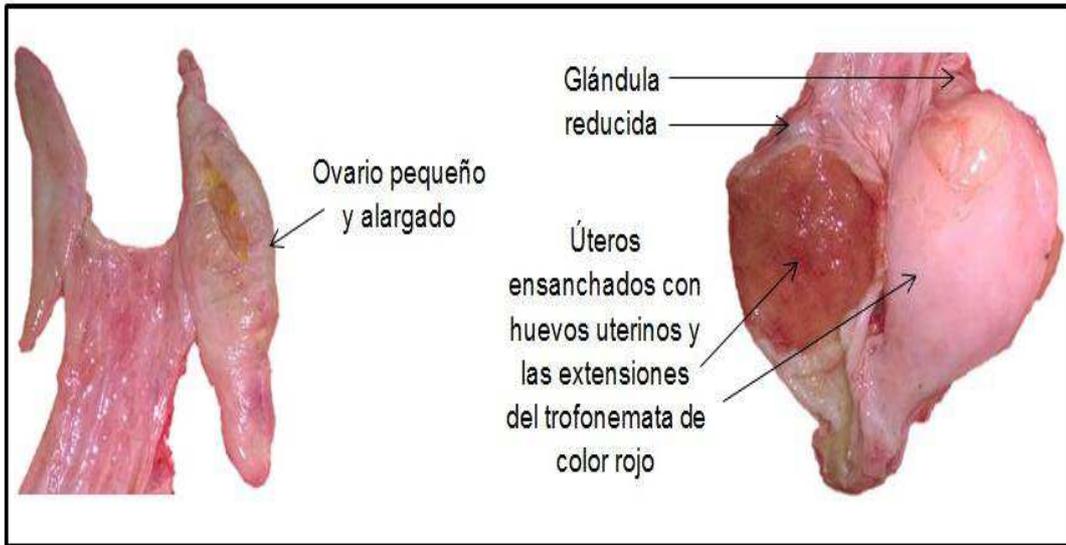
Hembra juvenil estado II



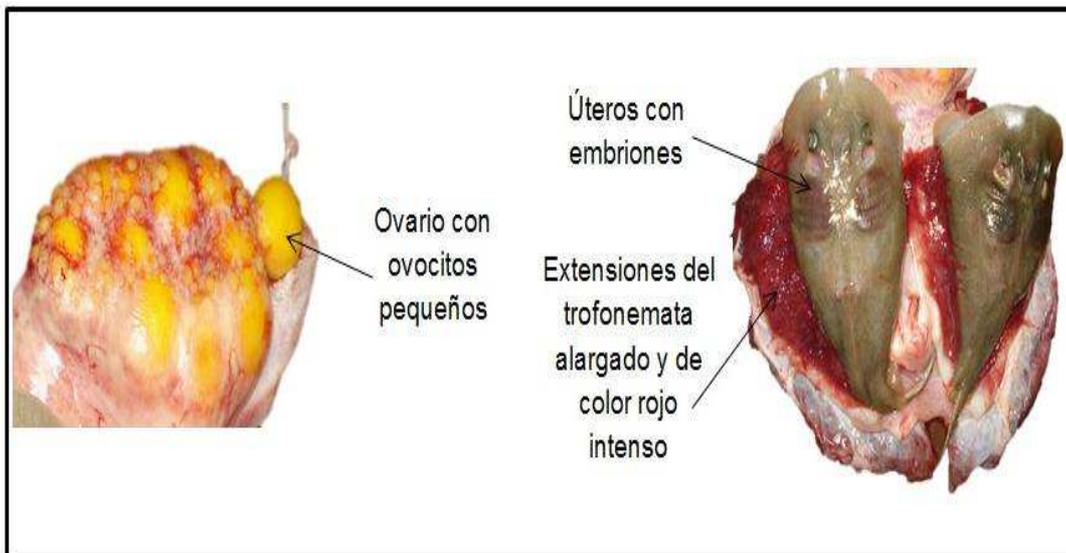
Hembra adulta estado III



Hembra adulta estado IV



Hembra adulta estado V



4.2.4 Escala de madurez para *Narcine entemedor*

Se realizó una escala detallada para la identificación de machos (Tabla 5) y hembras (Tabla 6).

Tabla 5. Escala para machos de *N. entemedor* para macho juvenil estado I, macho juvenil estado II, macho maduro estado III

Macho juvenil estado I



Macho juvenil estado II

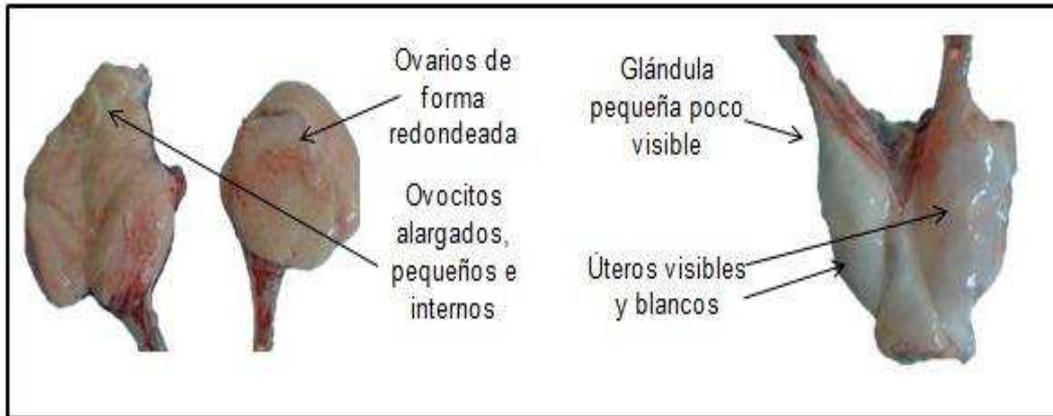


Macho juvenil estado III

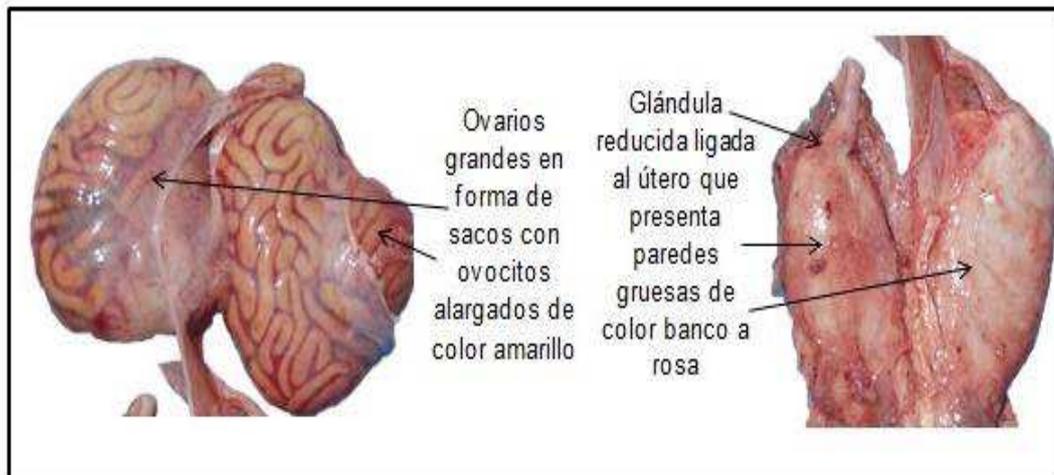


Tabla 6. Escala para hembras de *N. entemedor*, hembra juvenil estado I, hembra juvenil estado II, hembra adulta estado III, hembra adulta estado IV, hembra adulta estado V, hembra juvenil estado VI.

Hembra juvenil estado II



Hembra adulta estado III



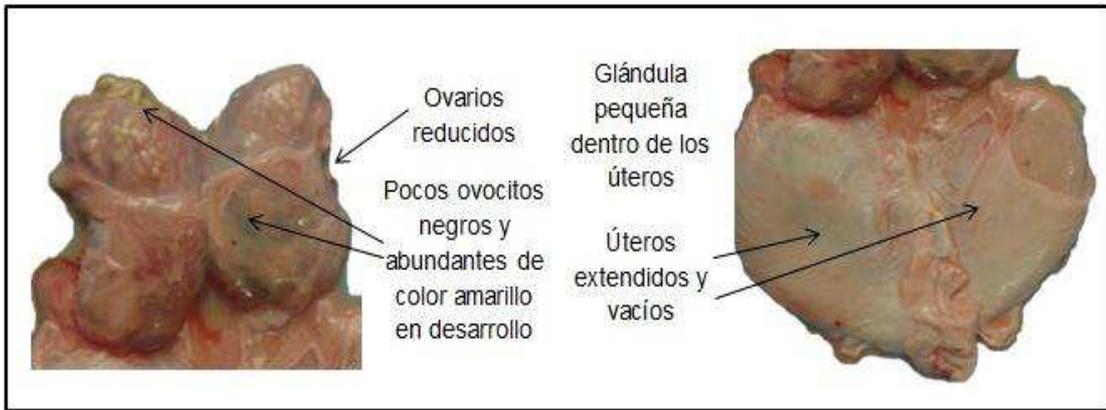
Hembra adulta estado IV



Hembra adulta estado V



Hembra adulta estado VI



4.3 TALLA MEDIA DE MADUREZ

4.3.1 Estadios de madurez en *Gymnura marmorata*

4.3.1.1 Relación ancho de disco-longitud del gonopterigio

Los machos inmaduros con gonopterigios sin calcificar alcanzaron tallas de 37 cm de AD y con gonopterigio que no sobrepasaron de 3.5 cm de longitud en un individuo de 35 cm de AD (13% de inmaduros), mientras que los semi calcificados estuvieron en tallas de AD desde los 33.5 a 42 cm, estos presentaron sus gonopterigios de 4 a 4.5 cm (14% en maduración), en este intervalo el órgano copulador se encuentra en la fase de transición donde se registraron machos inmaduros y maduros; de allí en adelante los machos empiezan a desarrollar todas sus características de madurez sexual y alcanzan hasta los 6 cm de clasper ya calcificados con anchos de disco de hasta 46.4 cm (76 % de maduros). Entre la relación del órgano copulador con el ancho de disco se puede estimar que la total madurez en machos esta desde los 42 cm de AD con 5 cm de gonopterigios ya que en esta talla el órgano copulador alcanza total calcificación y abundante semen (Figura 37).

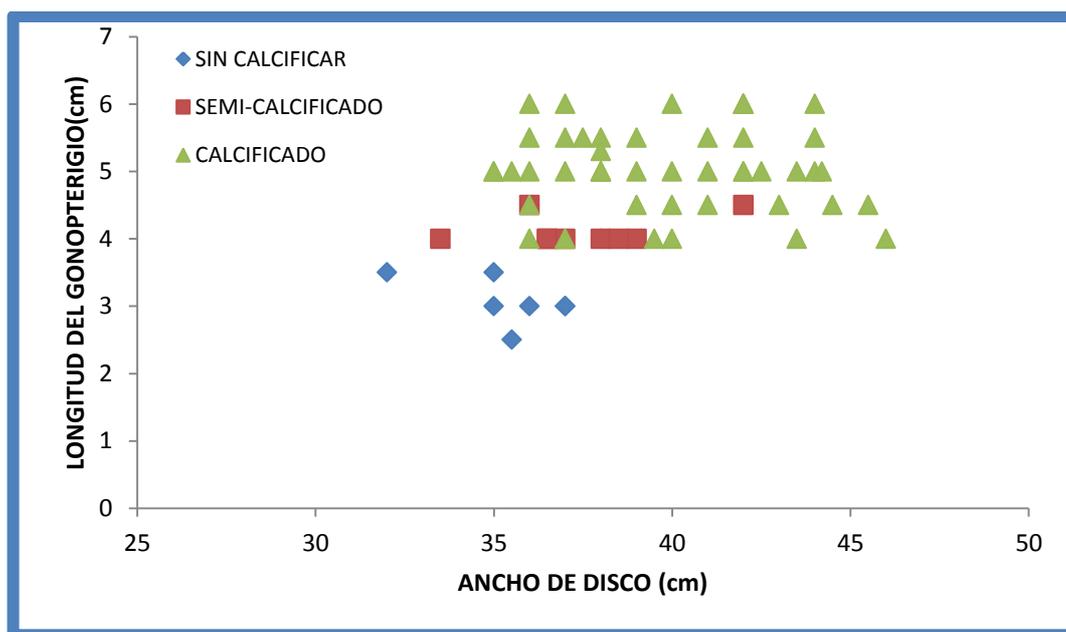


Figura 37. Relación ancho de disco-longitud de gonopterigio en *G. marmorata*.

4.3.1.2 Relación ancho de disco-largo de testículo

Se examinaron 42 machos en cuanto a la relación del ancho de disco con el largo del testículo y se encontró que existe poca variación en los 3 estados de madurez alcanzando en los inmaduros 3.3 cm de largo de testículo pero se pudo observar que en tallas de 39 cm de AD en adelante el testículo de todos los machos alcanzan características de total madurez (Figura 38).

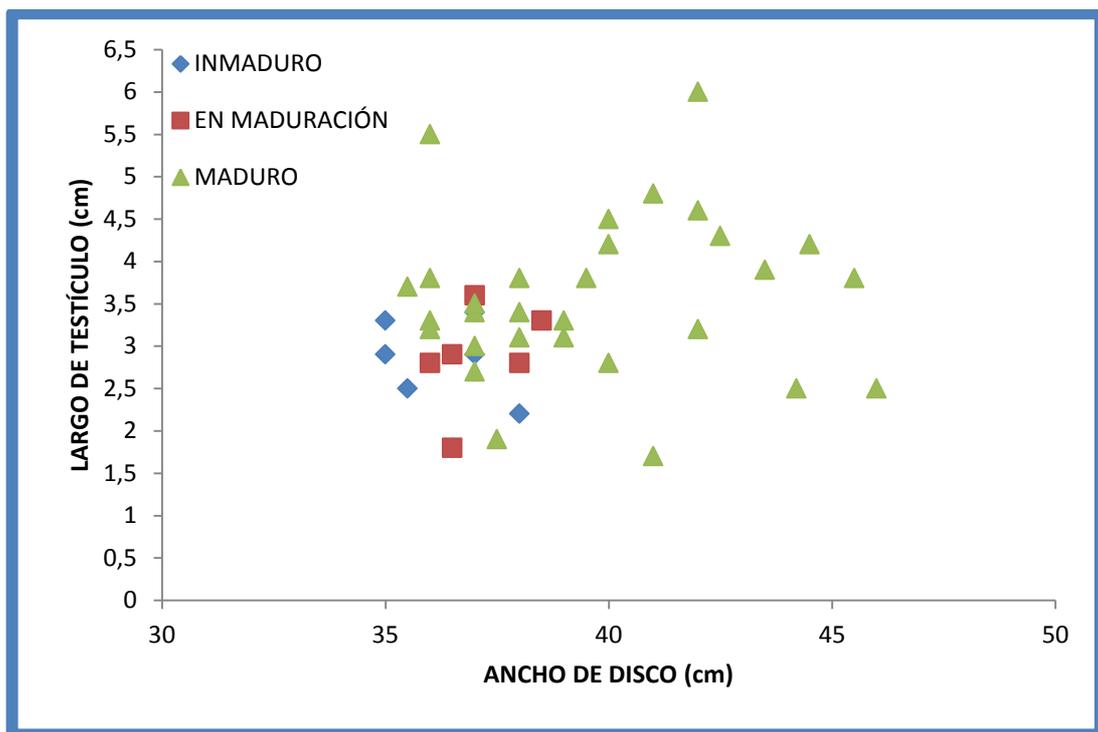


Figura 38. Relación ancho de disco-largo de testículo en *G. marmorata*.

4.3.1.3 Relación ancho de disco-ancho de testículo

La variación que presenta el ancho de testículo con el ancho de disco es muy poca debido a que los 3 estados de maduración presentaron tallas de ancho de testículo muy similares, en machos inmaduros estuvo de 0.2-1.3, en este intervalo se mostraron también machos en proceso de maduración y maduros. Se observó que el testículo madura a los 0.9 cm de ancho en un individuo de 39 cm de AD pudiendo alcanzar hasta 1.9 cm de ancho en un macho de 46 cm de AD (Figura 39).

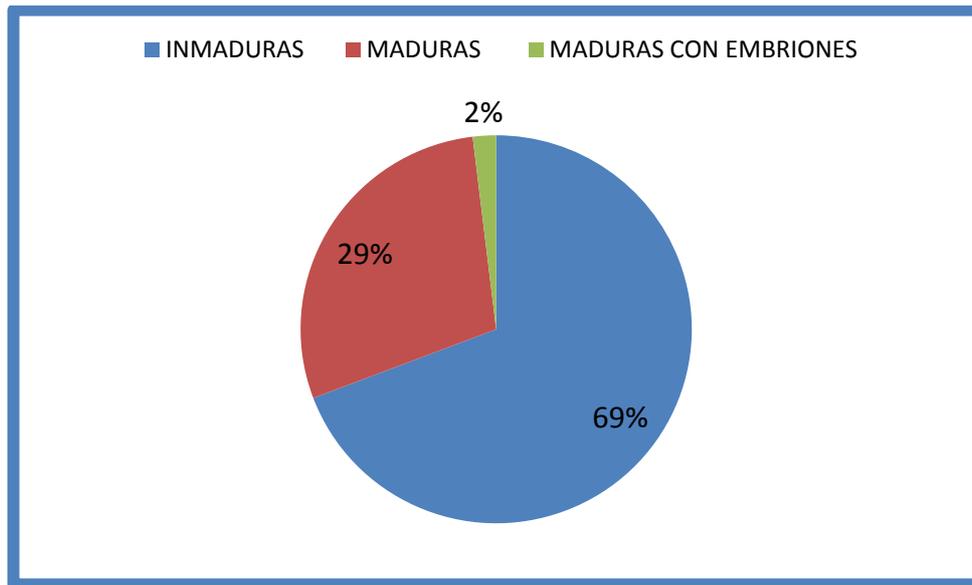


Figura 40. Porcentaje de hembras en los diferentes estados de madurez en *G. marmorata*.

4.3.1.4 Relación ancho de disco-ancho de glándula nidamental.

La glándula nidamental en *G. marmorata* es de forma tubular más o menos redondeada y reducida cubierta por tejido conectivo. Se observó en las hembras juveniles poco desarrollo en sus glándulas y en algunos casos poco visible, de 0.1 cm hasta 1.1 cm de ancho, en los individuos juveniles más pequeños es casi imperceptible por lo que no se pudo tomar datos de la hembra más pequeña registrada con 29,5 cm de AD. En hembras maduras la glándula alcanzó su desarrollo en 1.7 cm lo cual fue semejante a 1.5 cm de la hembra que presentó huevos uterinos, la cual no se reduce mientras inicia el periodo de desarrollo embrionario ya que se ensancha hasta 2.2 cm en una hembra grávida de 72 cm de AD (Figura 41).

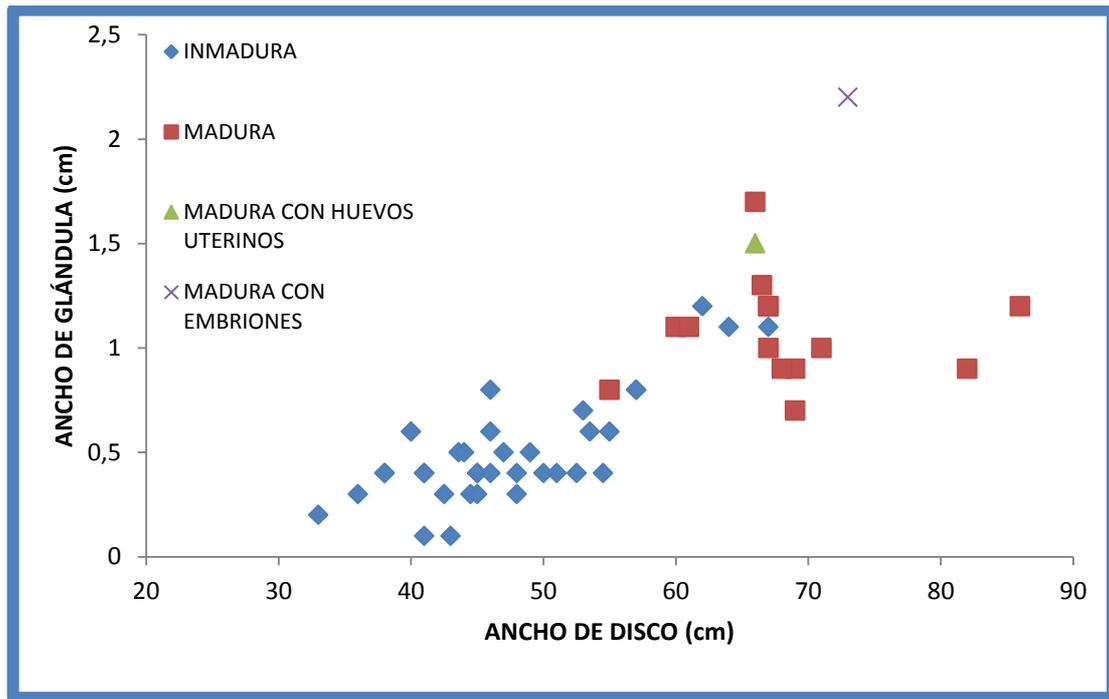


Figura 41. Relación ancho de disco-ancho de glándula nidamental en *G. marmorata*.

4.3.1.5 Relación ancho de disco-largo de ovario

El ovario presentó una longitud de 2.1 a 5.4 cm en hembras juveniles al parecer no existe diferencia en cuanto al largo de ovario entre hembras juveniles y adultas, ya que éstas presentaron similitud al medir para ambos estados desde 2,9 hasta 6,3 cm de largo. La hembra grávida presentó un ovario de 7 cm de largo (Figura 42).

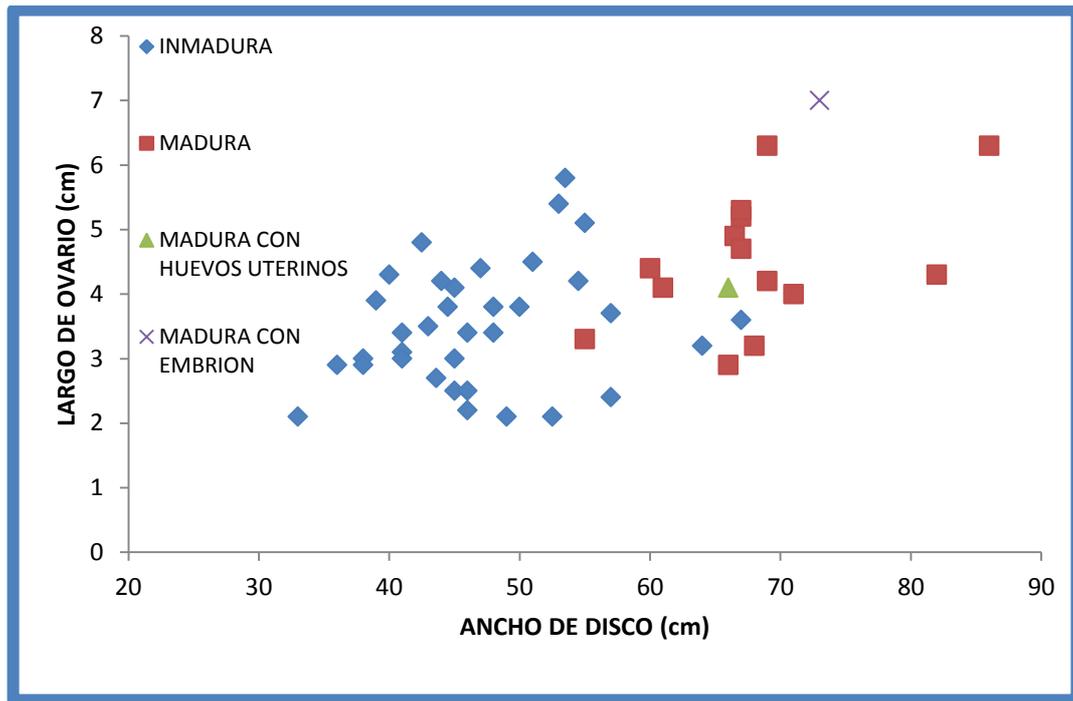


Figura 42. Relación ancho de disco-largo de ovario en *G. marmorata*.

4.3.1.6 Relación ancho de disco-ancho de ovario.

Se observó en *Gymnura marmorata* que el ovario izquierdo alcanza un mayor desarrollo y se considera funcional, mientras el derecho es casi vestigial. Las hembras inmaduras presentaron ovarios desde 0.4 cm de ancho logrando ensanchar hasta 1,9 cm en las hembras más grandes. Se encontró poca relación entre el ancho de ovario y el AD en las hembras maduras, ya que en tallas de 66-71 cm de AD presentaron de 1.3 a 4.3 cm de ancho, esto debido al desarrollo de los ovocitos y en este mismo intervalo una hembra madura con huevos uterinos con un ovario de 1.9 cm de ancho, la hembra grávida tuvo un ovario de 5.8 cm de ancho, esto indica que el ovario es activo en la producción de ovocitos en el desarrollo embrionario (Figura 43).

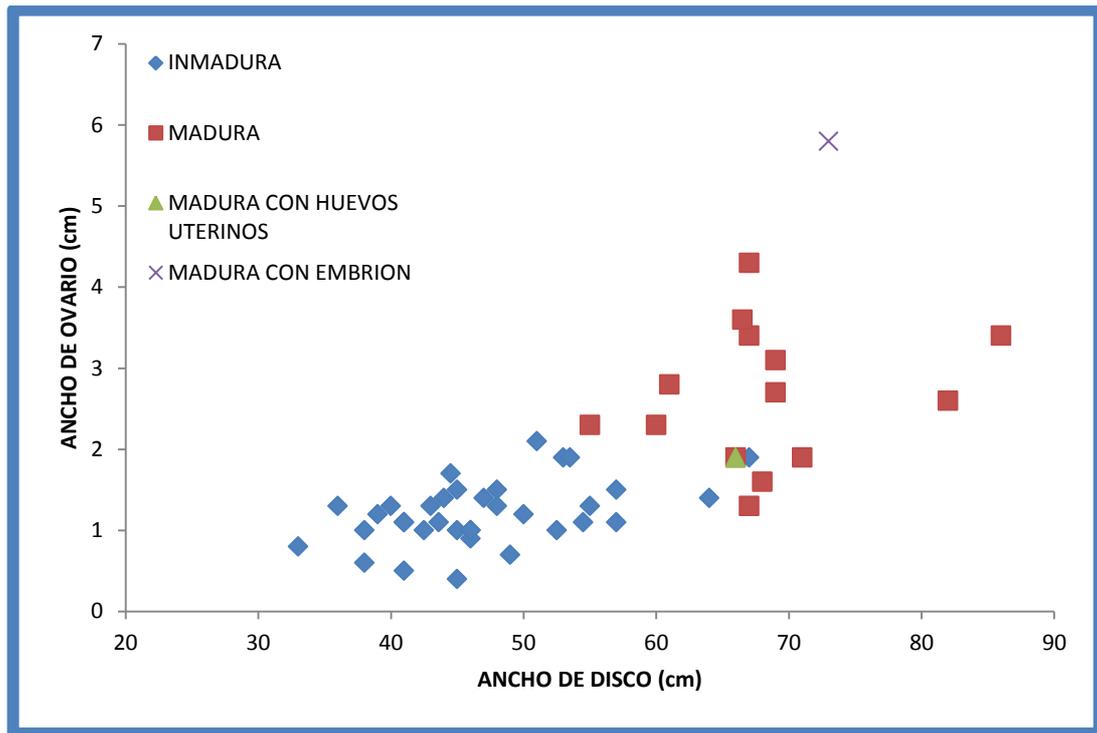


Figura 43. Relación ancho de disco-ancho de ovario en *G. marmorata*.

4.3.1.7 Relación ancho de disco-largo de útero.

Los úteros mostraron relación en cuanto al ancho de disco ya que se observó que a medida que el organismo se desarrolla los úteros aumentan su largo para preparar el alojamiento de los embriones, las hembras juveniles presentaron úteros desde 1 cm de largo y la más grande de 67 cm de AD 4.3 cm de largo. Las hembras maduras tuvieron úteros de 3.6 a 6.7 cm de largo, en este intervalo se mostró una hembra con huevos uterinos con un ovario en 5 cm, y una hembra con embriones alcanzando los 9.9 cm de largo de útero (Figura 44).

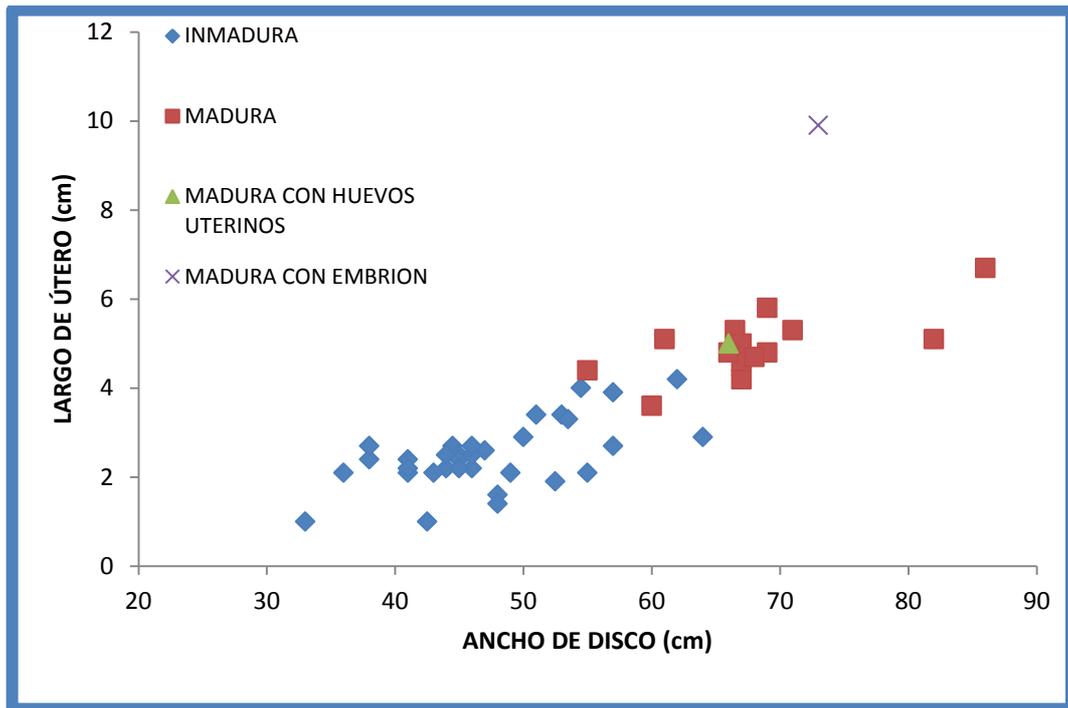


Figura 44. Relación ancho de disco-largo de útero en *G. marmorata*.

4.3.1.8 Relación ancho de disco-ancho de útero

En cuanto al ancho de útero se observó un crecimiento gradual, es decir que los úteros se ensanchan de acuerdo el organismo crece. las hembras inmaduras de tallas más pequeñas presentaron úteros de 0.1 cm de ancho siendo casi imperceptibles, conforme se crecieron los organismos, los úteros se ensancharon, una vez alcanzada la madurez, midieron desde 3.5 cm mostrando una textura gruesa, se registró una hembra madura con huevos uterinos y úteros de 4.5 cm y en una hembra madura con embriones se observaron sus úteros expandidos de color rojizo por la irrigación sanguínea de los cuales se desprendían largas vellosidades con secreciones de leche uterina (histotrofia), estos se ensancharon aún más alcanzando 5.7 cm de ancho (Figura 45).

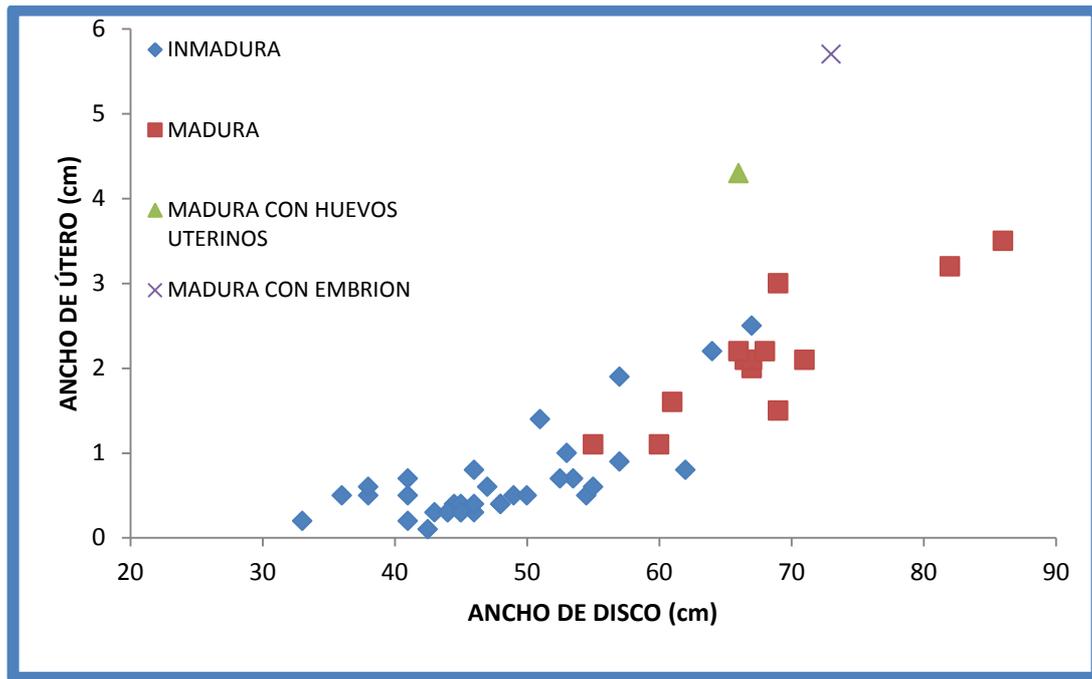


Figura 45. Relación ancho de disco-ancho de útero en *G. marmorata*.

Para estimar la talla media de madurez se consideraron 64 machos donde el de menor talla considerado en este análisis fue de 32 cm de AD y el mayor de 46.4 cm de AD. De acuerdo a la proporción estimada donde el 50% de los individuos fueron maduros la talla media de madurez en machos fue 35.8 cm de AD (Figura 46). En el caso de las hembras se consideraron 52 ejemplares, donde la de menor tamaño fue de 33 cm de AD y la de mayor 86 cm de AD, la talla de primera madurez en hembras se estimó en 61 cm de AD (Figura 47).

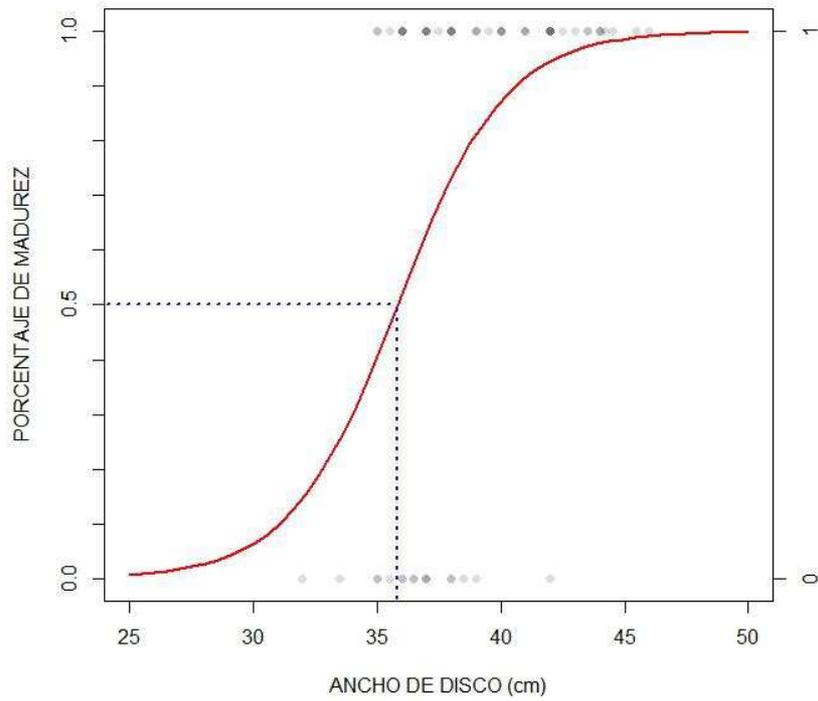


Figura 46. Talla media de madurez para machos de *G. marmorata*.

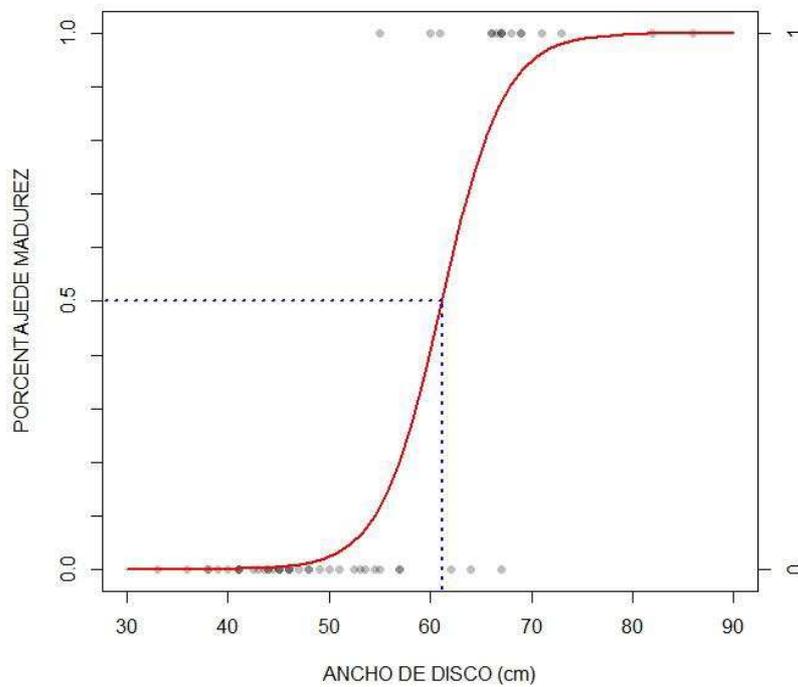


Figura 47. Talla media de madurez para hembras de *G. marmorata*.

4.3.2 Estadios de madurez en *Narcine entemedor*

4.3.2.1 Relación longitud total-longitud del gonopterigio

Los machos que presentaron sus órganos copuladores no calcificados alcanzaron tallas de 44 cm de LT con gonopterigios que no sobrepasaron los 6.5 cm, éstos fueron considerados inmaduros, mientras que los machos en proceso de maduración alcanzaron tallas hasta los 53 cm de LT con gonopterigios de 8.5 cm madurez, se observó que la etapa de transición esta cuando los órganos copuladores alcanzan de 6 a 8.5 cm y en este intervalo pueden haber machos en proceso de maduración y machos maduros los cuales desarrollan los gonopterios hasta en 12 cm presentando todas sus características de madurez (Figura 48)

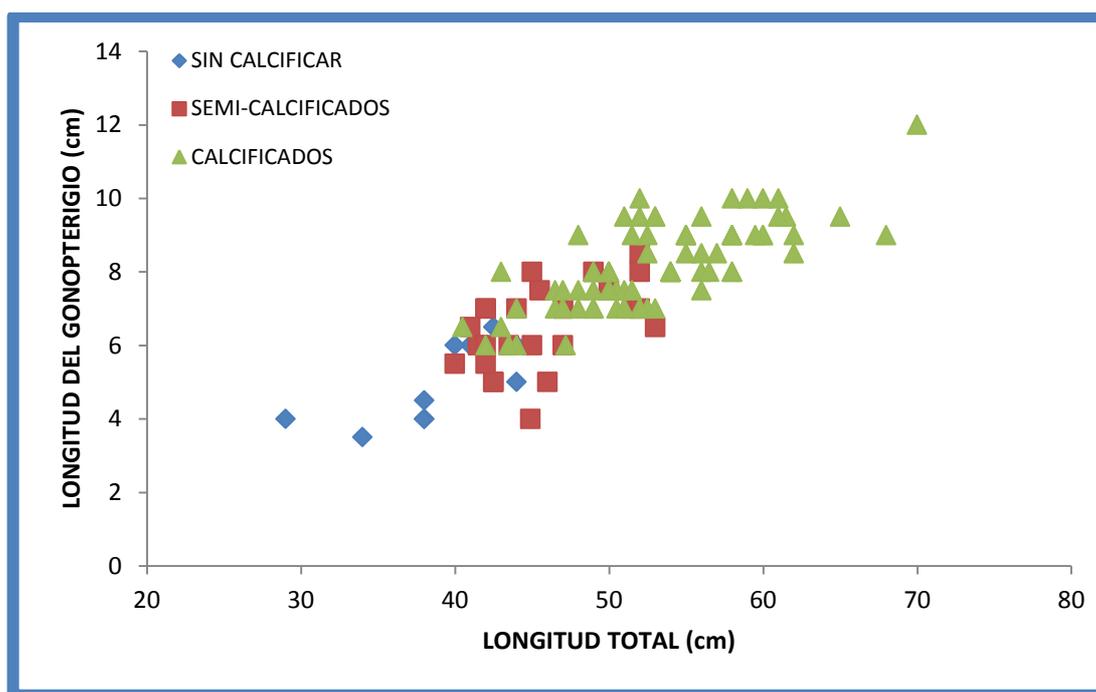


Figura 48. Relación longitud total-longitud de gonopterigio en *N. entemedor*.

4.3.2.2 Relación longitud total-largo de testículo.

Se analizó el largo del testículo con la relación entre la longitud total, en el análisis no se encontró relación debido a que los testículos en los 3 estadios son muy irregulares en su forma, el largo de testículo inició en juveniles con 1.1

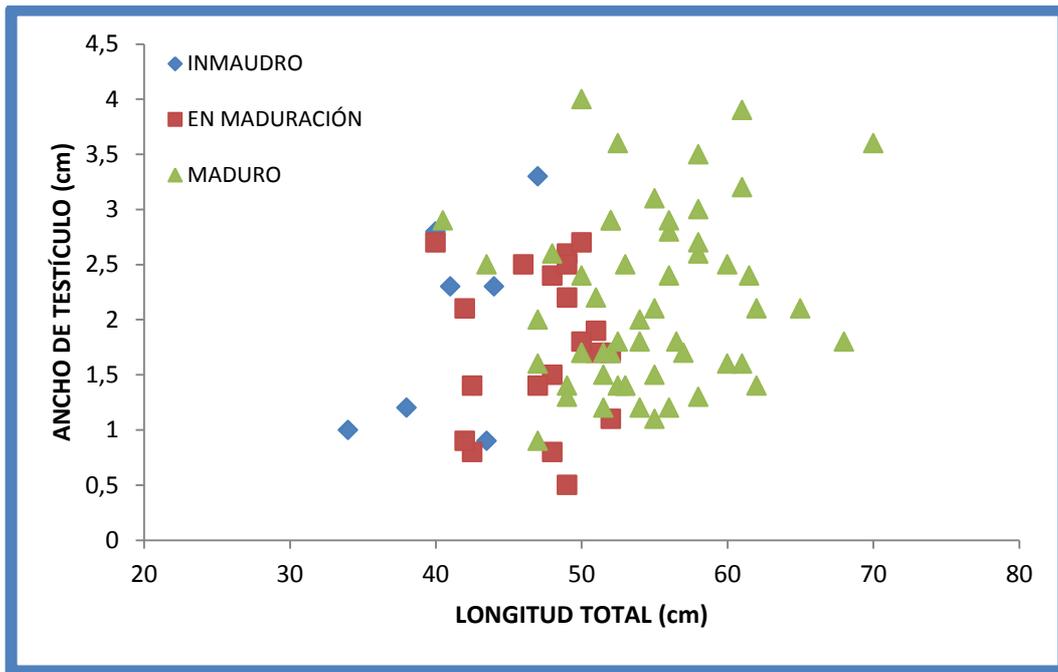


Figura 50. Relación longitud total-ancho de testículo en *N. entemedor*.

Se registró un total de 80 hembras para analizar sus diferentes estadios de madurez sexual las cuales fueron en su mayoría hembras inmaduras con el 67% éstas presentaron estructuras de sus órganos reproductores aun no desarrollados, se observó el 23% de hembras maduras al presentar características de madurez, aquellas que presentaron huevos uterinos fueron el 6%, se observó el 1% en hembras con embriones y el 3% para las postparto que presentaron úteros ensanchados y sin embriones (Figura 51).

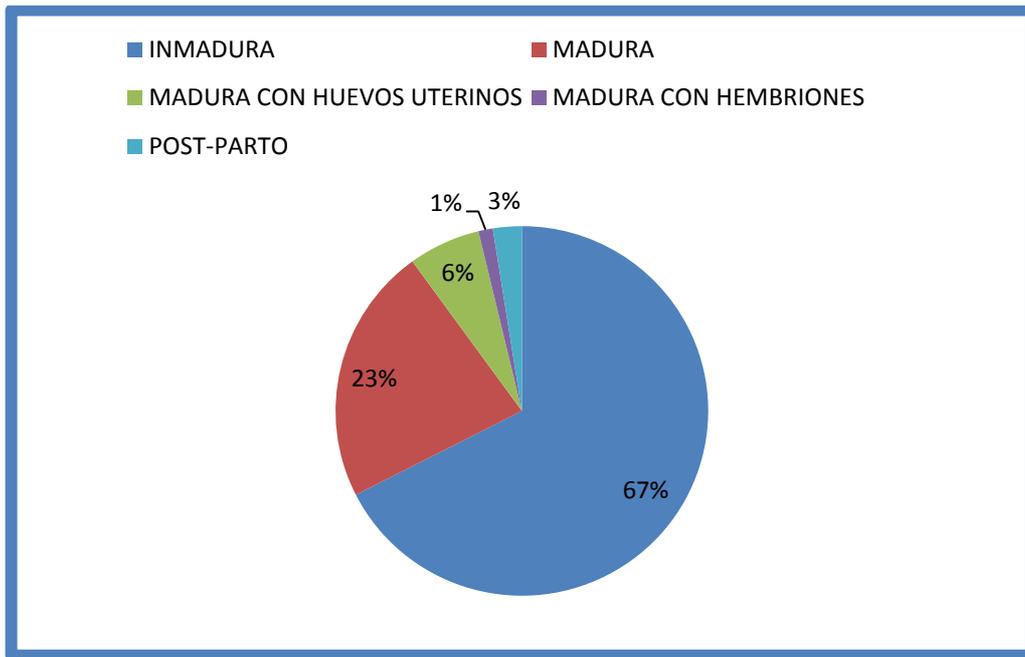


Figura 51. Porcentajes de hembras en los diferentes estados de madurez en *N. entemedor*.

4.3.2.4 Relación longitud total-ancho de glándula oviducal

La glándula nidamental en *N. entemedor* muestra un desarrollo reducido en comparación al tamaño de los úteros, que al desarrollar se encuentra ligada a la parte anterior de ellos. Se analizaron 24 hembras en los diferentes estadios. En la etapa de inicio las hembras juveniles mostraron 0.4 cm de ancho y desarrollaron a 0.8 cm de ancho, una vez que alcanzan la madurez sexual llegan a medir 1.2 cm de ancho de glándula. Las hembras con huevos uterinos mostraron glándulas de tamaños similares de 0.6 a 1.1 cm de ancho (Figura 52).

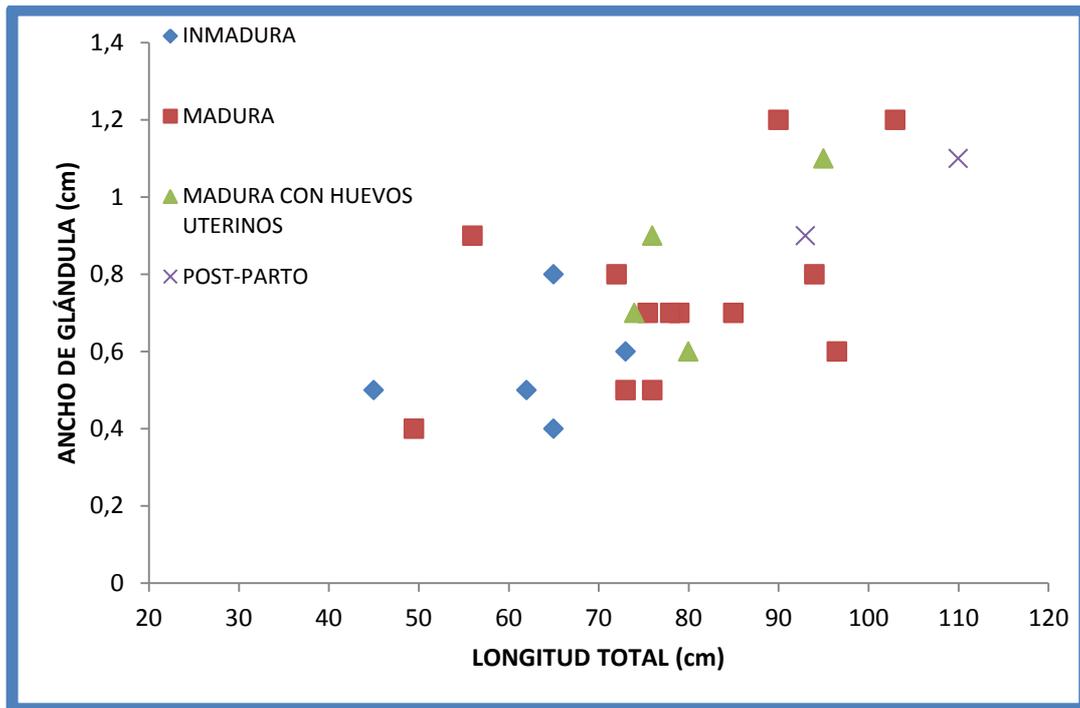


Figura 52. Relación longitud total-ancho de glándula nidamental de *N. entemedor*.

4.3.2.5 Relación longitud total-largo de ovario.

Se analizaron 70 hembras en los diferentes estadios de madurez sexual se observó que el largo de ovario presentó crecimiento gradual respecto a la longitud total en los primeros estadios. Las hembras juveniles tenían ovarios de 1.7 cm, mientras que en hembras adultas llegan a medir hasta 10.7 cm. Las hembras con huevos uterinos alcanzaron de 4.9-8.6 cm de largo y las hembras post-parto presentaron ovarios 9-9 y 8-1 cm de largo (Figura 53).

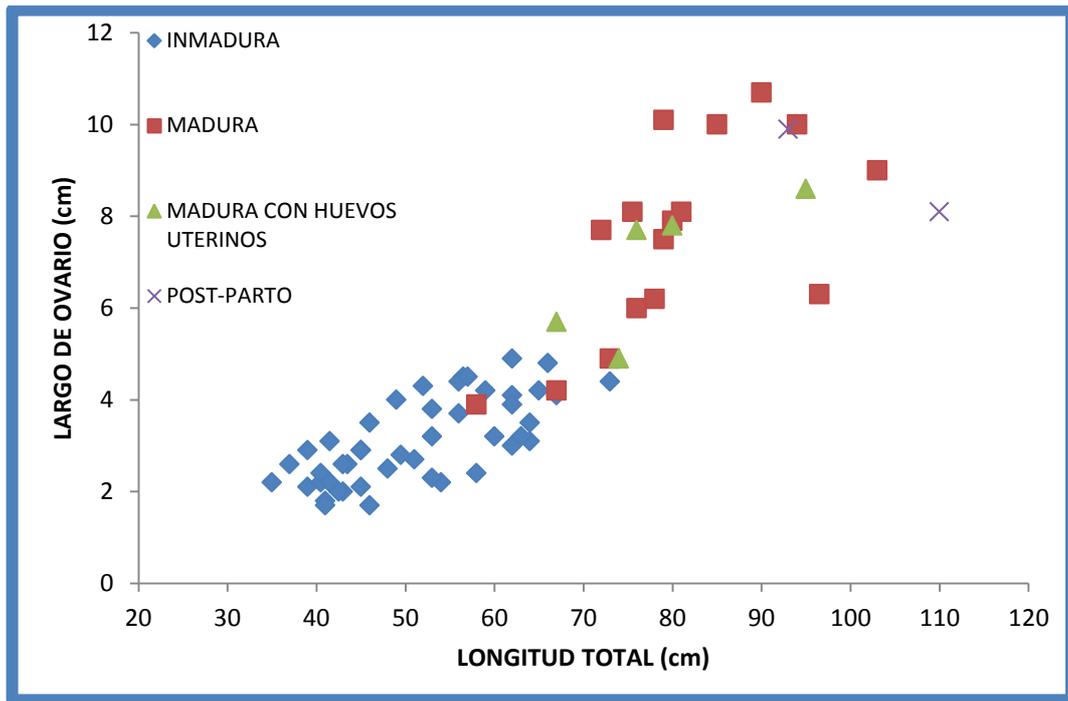


Figura 53. Relación longitud total-largo de ovario en hembras de *N. entemedor*.

4.3.2.6 Relación longitud total-ancho de ovario

Los ovarios en forma de sacos se localizan en la parte anterior de la cavidad visceral a un lado de la columna vertebral, los ovocitos se encuentran dentro de éstos y no son visibles en los primeros estadios. Se observó relación en cuanto al crecimiento de la longitud total y el ancho de ovario. Las hembras inmaduras se presentaron en tallas de hasta 73 cm de longitud total con un intervalo para el ancho de ovario de 0.8 cm a 3.4 cm, mientras que en las hembras adultas presentaron ovarios de 1.9 cm a 9.2 cm, de ancho en sus tallas más grandes. Las hembras con huevos uterinos mostraron ovarios de 4.1-7 cm de ancho y se registraron dos hembras postparto las cuales presentaron ovarios con 6.2 cm y 5.2 cm de ancho (Figura 54).

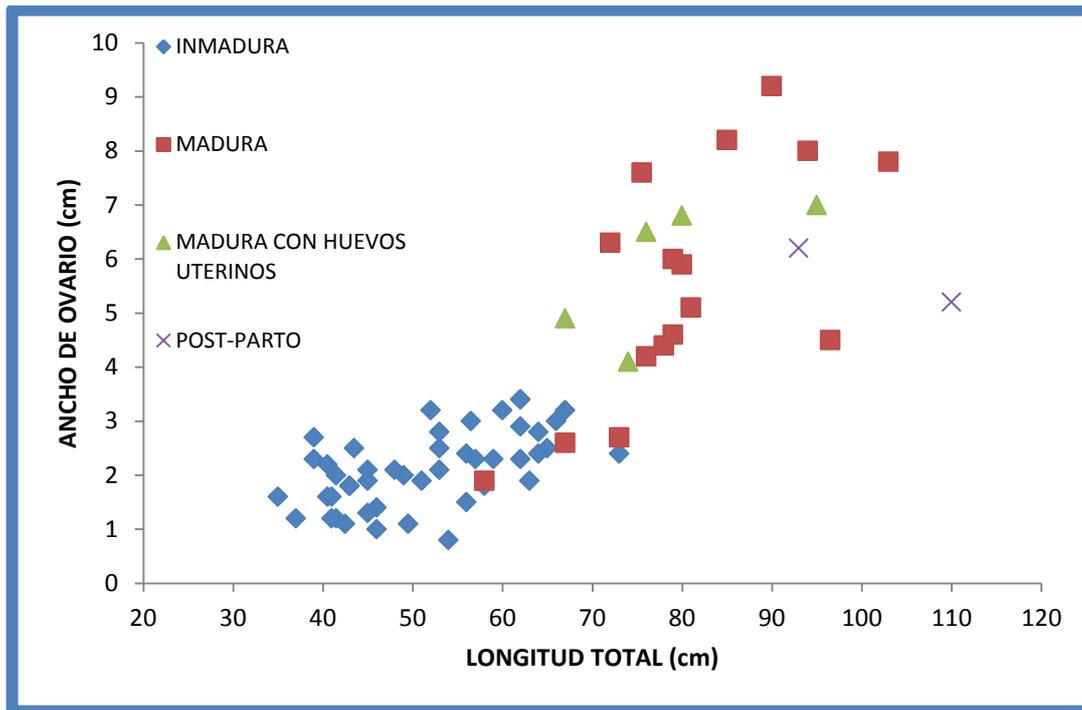


Figura 54. Relación longitud total-ancho de ovario en hembras de *N. entemedor*.

4.3.2.7 Relación longitud total-largo de útero

En cuanto a la relación entre el largo de útero y la longitud total se observó que las hembras inmaduras presentaron úteros de 2.3 cm de largo, una vez que alcanza su etapa adulta los úteros se desarrollan hasta en 10 cm, en las hembras con huevos uterinos se observó que pueden tener largo de útero de 7.9 a 12.1 cm y que al momento del desarrollo embrionario aumenta hasta 14 cm en la hembra con embriones, cuando estos son expulsados el útero disminuye de tamaño en una hembra post-parto de 10.8 cm de largo de útero (Figura 55).

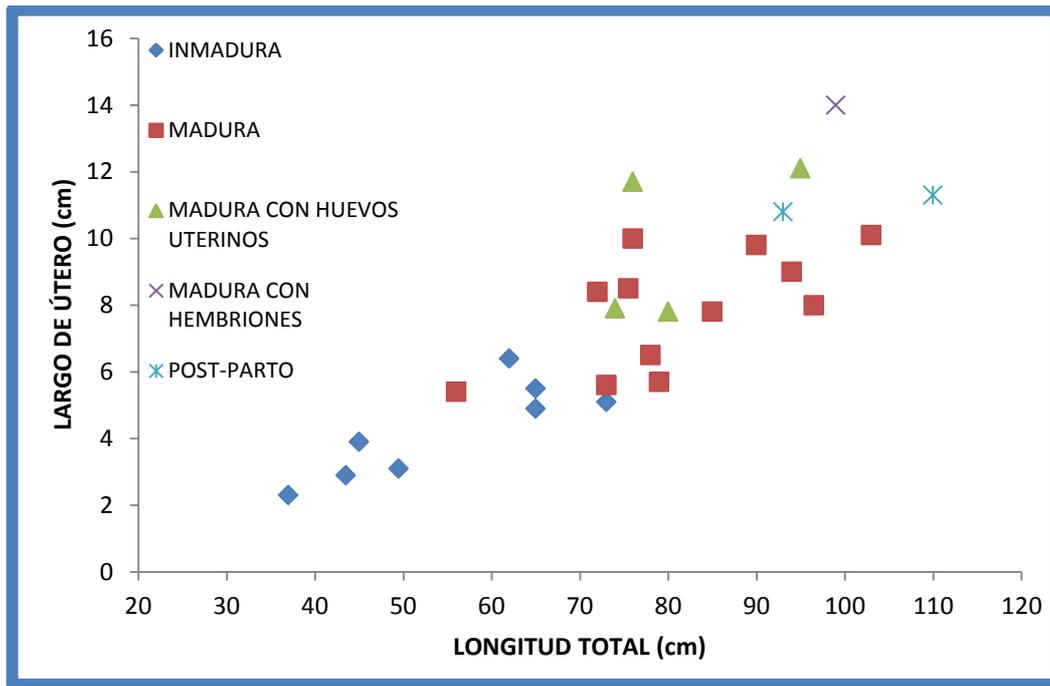


Figura 55. Relación longitud total-largo de útero en hembras de *N. entemedor*.

4.3.2.8 Relación longitud total-ancho de útero

Las hembras que alcanzaron un ancho de útero en el intervalo de 0.2 cm a 2,3 cm fueron consideradas inmaduras y alcanzaron los 73 cm de longitud total. Las hembras maduras alcanzaron hasta 5.3 cm de ancho de útero en una hembra de 103 cm de longitud total. Las hembras con huevos uterinos presentaron tallas de 74 cm LT con 6.3 cm de ancho de útero, en esta etapa éstos se ensancharon en 9.2 cm en una hembra de 95 cm de LT. La presencia de embriones hizo que los úteros se ensancharan hasta alcanzar 11 cm. Se registraron 2 hembras postparto de 93 y 110 cm de LT (Figura 56).

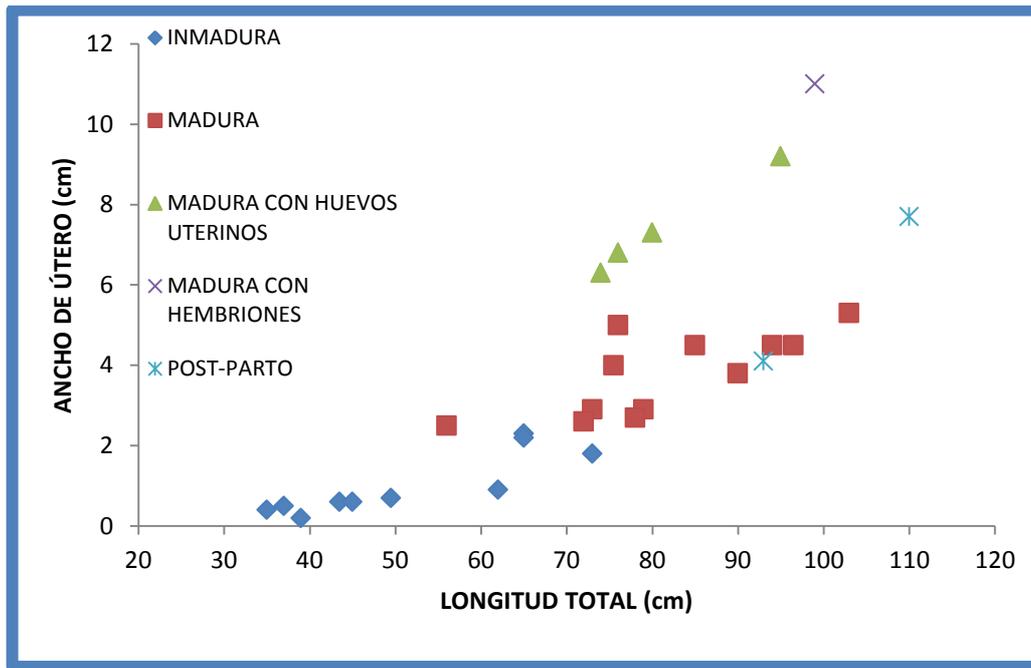


Figura 56. Relación longitud total-ancho de útero en hembras de *N. entemedor*.

Para *N. entemedor* se estimó la talla media de madurez en machos a los 47.7 cm LT (Figura 57). Mientras que en las hembras la talla se estimó a los 70 cm de LT (Figura 58).

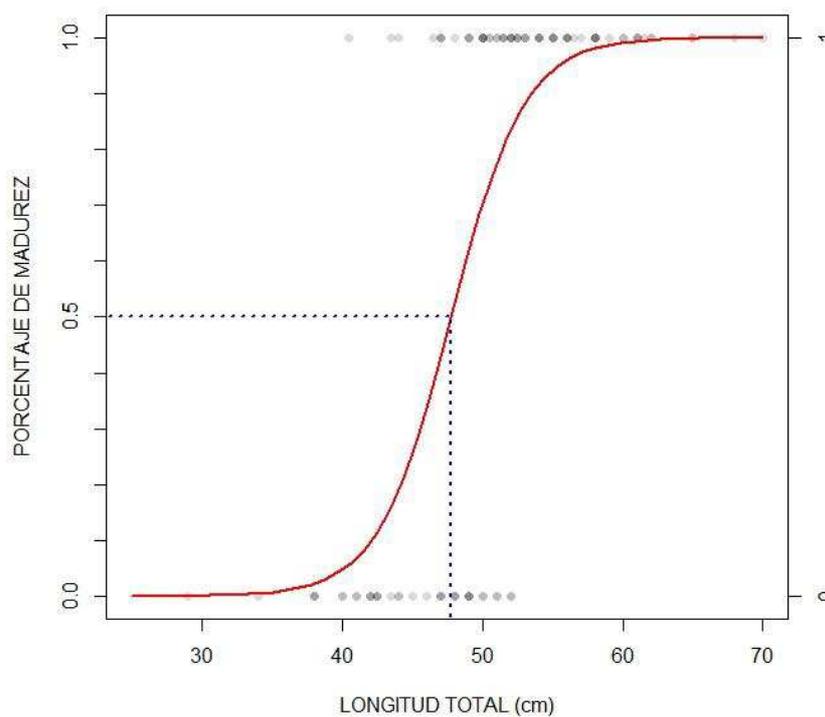


Figura 57. Talla media de madurez para machos de *N. entemedor*.

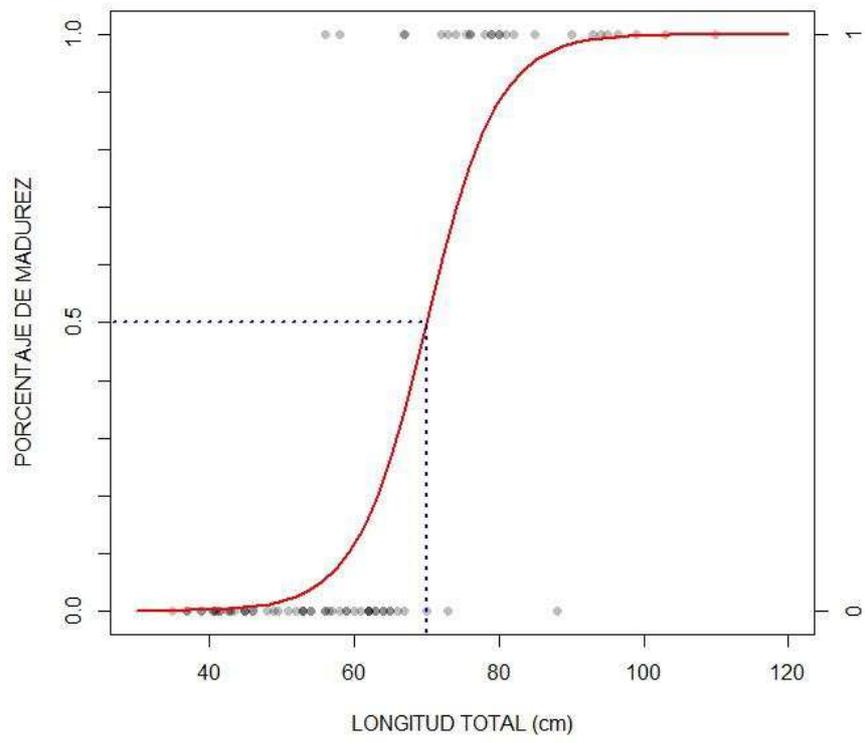


Figura 58. Talla media de madurez para hembras de *N. entemedor*.

4.4 FECUNDIDAD Y MODOS REPRODUCTIVOS

4.4.1 *Gymnura marmorata*

En el mes de julio se registró una hembra grávida con 3 embriones en sus últimos estadios de desarrollo (una hembra de 21.7 cm de AD y dos machos de 22 cm de AD). En el mes de agosto se registró un individuo de vida libre de 16 cm de AD por lo que se podría estimar que la talla de nacimiento estaría cercana del intervalo de 16-22 cm de AD y entre el mes de junio y agosto. La hembra con embriones mostró abundantes extensiones de vellosidades en las paredes de los úteros (trofonemata) y un líquido viscoso o leche uterina (histotrofia), esto indica claramente el tipo de reproducción para *Gymnura marmorata* como vivípara aplacentaria con trofonemata (Figura 59).

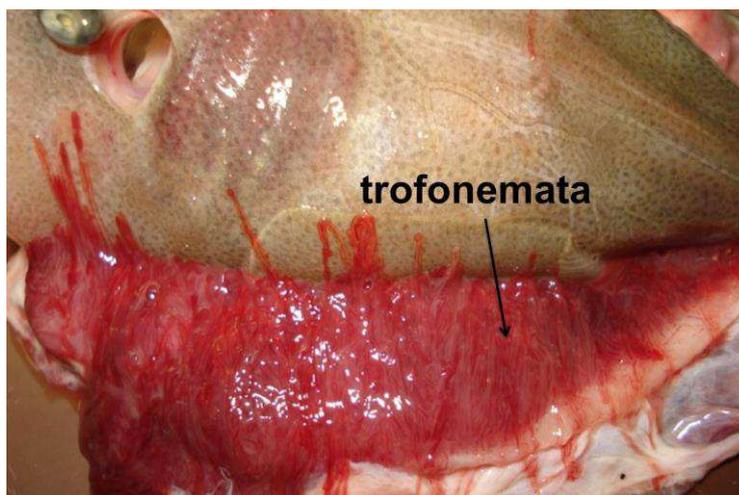


Figura 59. Vellosoidades del trofonemata en una hembra con embriones de *G. marmorata*.

4.4.2 *Narcine entemedor*

En el mes de abril se registró una hembra con embriones de 99 cm de longitud total, esta presentó sus úteros alargados y ensanchados, con 14 cm de largo y 11 de ancho con un total de 11 embriones, 5 en su útero izquierdo y 6 en el derecho con avanzado desarrollo y próximos al nacimiento, de estos embriones 7 fueron hembras y 4 machos en un rango de 13.6-14.5 cm de longitud total.

Ambos úteros mostraron un color rojizo con la evidencia del trofonemata muy desarrollado, estas largas extensiones rodeaban a los embriones introduciéndose por los espiráculos, hendiduras branquiales y boca proporcionando el alimento complementario para el desarrollo llamado leche uterina (histotrofia). Es evidente que *Narcine entemedor* presenta un modo reproductivo vivípara aplacentada con trofonemata (Figura 60).

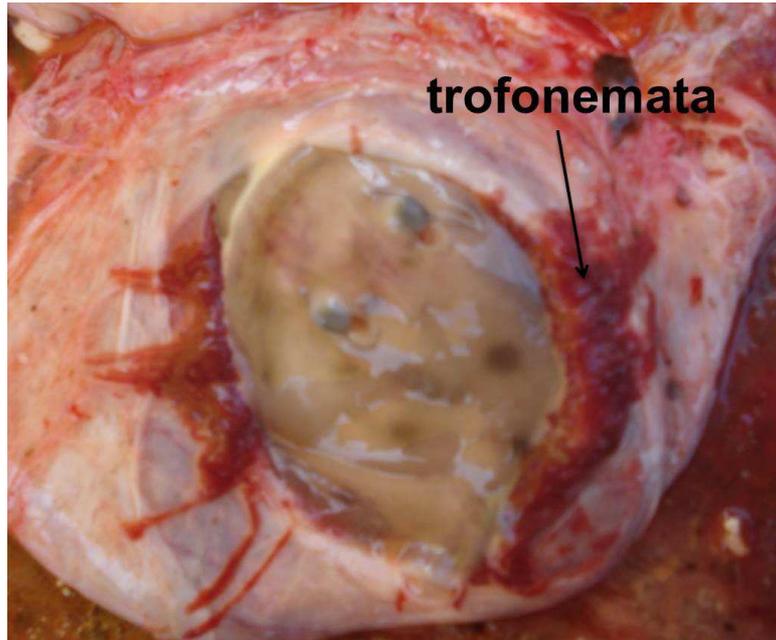


Figura 60. Vellosoidades del trofonemata en una hembra con embriones de *N. entemedor*.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS

En el puerto de Santa Rosa-Salinas, ambas especies son comercializadas como filete fresco debido a que alcanzan grandes longitudes corporales, en especial las hembras que alcanzan tamaños superiores que los machos. En el caso de *Gymnura marmorata* la talla máxima registrada es de una hembra con un ancho de disco de 93 cm esta talla es similar a *Gymnura australis* en el norte y noreste de Australia con 93.8 cm de AD (Jacobsen et al., 2009) pero es menor a las siguientes tallas de *G. marmorata* en los siguientes sitios: en Bahía Almejas, Mex. (122 cm AD) (Dávila-Ortiz, 2002), en la costa occidental de Baja California Sur, Mex. (131 cm AD) (Burgos-Vásquez, 2013) y en el Pacífico Oriental (150 cm de AD) (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995). En comparación a las tallas reportadas por estos autores la diferencia es notoria pero esto podría ser debido a que en estas localidades la pesca a peces batoideos es dirigida. Dávila-Ortiz (2002) propone que la talla de nacimiento está entre los 21 y 26.5 cm de ancho de disco por lo que es posible que el único individuo de 16 cm de AD encontrado en el intervalo de 15 a 32 cm es un neonato de vida libre por su completo desarrollo ya que en la parte ventral presentó la cicatriz del cordón vitelino.

En el caso de *Narcine entemedor* las hembras alcanzaron tallas mayores que los machos pero no fueron superiores en el número de capturas ya que en la localidad de Santa Rosa de Salinas la pesca no se dirige específicamente a esta especie lo cual es contrario a lo que reporta Villavicencio-Garayzar (2000) en Baja California Sur, manifestando un dominio de hembras maduras ya que la captura comercial se compone de ellas. El macho más grande fue de 83 cm de LT, y la talla máxima fue de una hembra de 110 cm de LT, el macho es superior en 16 cm a lo reportado por Villavicencio-Garayzar (2000) en un macho de 67 cm de LT y la hembra superior en 27 cm a la hembra reportada como talla máxima de 93 cm de LT y aun mayor en tamaño a los 76,2 cm de LT de un individuo por registrado por McEachran y Notarbartolo Di Sciara (1995) en el Pacífico Oriental. Las especies del género *Narcine* registradas para el

Pacífico oriental son tres; *N. vermiculatus*, *N. leoparda*, *N. entemedor* (Carvalho, 2001), la familia narcinidae presenta tamaños pequeños y medianos *N. leoparda* con 30 cm de LT como talla máxima (Payan et al., 2011) *N. vermiculatus* en tallas de 60 cm de LT (McEachran y Notarbartolo Di Sciara, 1995), Lo cual es muy diferente a la talla de la hembra de 110 cm de LT como talla máxima reportada para este estudio, esto indica que para este género y en el Pacífico oriental *Narcine entemedor* es la especie más grande.

Para *Gymnura marmorata* la proporción sexual encontrada en los diferentes estadios juvenil y adultos no fue diferente de 1:1; la proporción total fue de 1,15H:1M por lo que se deduce que en la zona de captura no existe una segregación sexual entre machos y hembras, similar a la proporción embrionaria obtenida en Bahía almejas (1,15M:1H) (Dávila-Ortiz, 2002). Burgos-Vásquez, (2013) en la Costa Occidental B.C.S registró más hembras que machos (2.15H:1M) explicando esta diferencia en que al terminar la época de reproducción los machos migran a otras zonas. En el caso de *Narcine entemedor* la proporción sexual obtenida en este estudio (1,09 M: 1H) fue diferente a la encontrada en el Golfo de California (11,15H: 1M), debido a que en esta zona la captura comercial se compone de hembras de gran tamaño y por ende adultas, esto es propiamente por el arte de pesca utilizado. En otras áreas como el caribe colombiano se muestra segregación en *Narcine bancroftii* con abundancia en hembras 0.4M:1H (Grijalba-Bendeck et al., 2012) aunque esto podría ser por el tipo de arte de pesca utilizado en la captura debido a la selectividad del mismo ya que las hembras podrían quedar atrapadas al presentar mayor tamaño que los machos (Downton -Hoffmann, 1996).

5.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR A NIVEL MACROSCÓPICO PARA AMBOS SEXOS EN CADA ESTADIO DE MADUREZ EN LAS DOS ESPECIES

Los machos en ambas especies estuvieron presentes en todos los estadios de madurez, para describir dichos estadios es importante utilizar una escala de madurez. En general las estructuras de los machos inmaduros en condriictios son poco diferenciados con características en sus testículos no desarrollados

rodeados de abundante órgano epigonal, y con gonopterigios que teóricamente no sobrepasan el borde posterior de las aletas pélvicas (Pratt, 1979; Mollet et al., 2000; Colonello, 2009), este es el caso de *G. marmorata* y *N. entemedor* en cuanto a sus estructuras gonadales internas, pero no para los gonopterigios en *N. entemedor* debido a que estos sobrepasaron las aletas pélvicas, los individuos maduros de *G. marmorata* presentaron sus estructuras desarrolladas y visibles, el testículo izquierdo mostró mayor desarrollo que el derecho pero en ambos desarrollaron los lóbulos testiculares, esta información la detalla Burgos-Vásquez (2013) al realizar análisis histológicos donde también propone que solo el testículo izquierdo es funcional, y el derecho no desarrolla los lóbulos que contienen el material espermático, otros autores mencionan en *G. australis* solo el desarrollo del testículo izquierdo y el derecho considerado vestigial (Jacobsen et al., 2009), en el caso de *N. entemedor* los machos adultos presentaron los ductos deferentes de forma alargada y cilíndrica con apariencia translúcida y con la función de permitir el paso de los espermatozoides (Conrath, 2005) sus testículos con un mismo desarrollo y de igual tamaño además de contener abundante semen en sus vesículas tal como lo menciona Villavicencio-Garayzar (2000).

Las hembras inmaduras en los estadios 1 y 2 de ambas especies presentaron sus órganos reproductivos no desarrollados lo cual es común en especies de batoideos y condrictios en general (Colonello, 2009) en el caso de las hembras maduras dichos órganos logran alcanzar total desarrollo para poder reproducirse y asegurar su descendencia, la característica de la glándula nidamental es almacenar semen y fertilizar los ovocitos (Carrera-Fernández, 2004) y en esta etapa dicha glándula de ambas especies logra desarrollar con una apariencia pequeña en comparación a sus otros órganos lo cual hace imposible el almacenamiento del material espermático y necesario realizar la cópula para poder fertilizar los ovocitos (Villavicencio-Garayzar, 2000; Burgos-Vásquez 2013), el ovario izquierdo de *G. marmorata* presenta total desarrollo a diferencia del derecho (Dávila-Ortiz, 2000) y se lo considera funcional debido a que solo en este ovario izquierdo desarrollan los ovocitos (Burgos-Vásquez, 2013) y en algunos casos como en *G. australis* el derecho se considera vestigial (Jacobsen et al., 2009), para *N. entemedor* los ovarios mostraron una

particularidad en sus ovocitos de forma alargada estos pueden medir hasta 50 cm de largo (Villavicencio-Garayzar, 2000) al parecer esta característica es única ya que especies del mismo género como en *N. bancroftii* (Moreno-Rodríguez, 2007) y de la misma familia como en *Diplobatis guamachensisy* presentan ovocitos redondos (Acevedo et al., 2007), las extensiones del trofonemata en los úteros fueron evidentes en ambas especies con su máximo desarrollo en las hembras con embriones (estado V) característico en las especies de batoideos vivípara aplacentadas (Wourms, 1977), además de presentar un color rojizo en las paredes uterinas debido a la irrigación sanguínea (Burgos-Vásquez, 2013) y en la hembra post-parto de *N. entemedor* un color rojo intenso casi oscuro (Mejía-Falla, 2012).

5.3 TALLA MEDIA DE MADUREZ

5.3.1 Machos

Para determinar la madurez en machos se considera como característica principal la calcificación del órgano copular (Carrera-Fernández, 2004). En *Gymnura marmorata* los machos presentaron diferentes estadios. Dependiendo las características de los órganos copuladores, la relación del gonopterigio y el ancho de disco mostró que los machos alcanzan la talla media de madurez sexual en 35.8 cm de AD, similar para los machos reportados en Bahía Almejas B.C.S. con una talla de primera madurez desde los 41 cm de AD por Dávila-Ortiz (2002). El mismo autor registra el crecimiento máximo de gonopterigios en 9 cm, medidos desde la parte posterior de la cloaca, mientras que para este estudio fue de 6 cm medidos desde el punto de rotación, esta diferencia se puede justificar por las diferentes metodologías empleadas, además en Bahía Almejas se registraron machos más grandes debido a que la presencia de machos en esa zona es con fines reproductivos. Las condiciones que mostró el gonopterigio con el ancho de disco no mostraron relación con los diferentes estadios de madurez más que con la talla, este comportamiento fue similar a lo reportado en la Costa Occidental de B.C.S. donde los gonopterios no mostraron relación con el ancho de disco, aunque también se explica que probablemente el crecimiento de los gonopterigios se detiene en ciertas tallas o

estados de madurez (Burgos-Vásquez, 2013), por otra parte *G. australis* muestra un crecimiento sigmoideo en su órgano copulador (Jacobsen et al., 2009) lo cual no se mostró en *G. marmorata*. Los testículos no mostraron el mismo tamaño, el izquierdo mostró mayor desarrollo al parecer el testículo derecho presenta un crecimiento isométrico tal como lo registra Burgos-Vásquez (2013) además de mencionar que solo el izquierdo presenta actividad espermatogénica. Pero para *G. australis* el testículo derecho es casi vestigial y solo el izquierdo alcanza su total desarrollo y funcionalidad (Jacobsen et al., 2009).

En el caso de *Narcine entemedor* la talla media de madurez fue de 47.7 cm de LT, la relación que hubo entre el gonopterigio y la longitud total permitió estimar la talla de madurez en machos, éstos presentaron todas sus características de madurez desde la talla de 53 cm de longitud total, estos resultados muestran un parecido a la talla de madurez en machos de 45 cm de LT registrado por Villavicencio-Garayzar (2000). La calcificación de los gonopterigios en estado adulto alcanza su máximo a los 6 cm de longitud, debido a que la distancia comprendida en su medición fue desde el punto de inserción o rotación hasta la parte más distal, este tamaño fue diferente del órgano copulador de *Narcine entemedor* en Bahía Almejas que sobrepasando los 8 cm de longitud fueron maduros, esta diferencia es debido a que estos fueron medidos desde la parte posterior de la cloaca a la parte más distal (Villavicencio-Garayzar, 2000). Este mismo autor menciona un crecimiento lineal pero a falta de datos de organismo juveniles no fue comprobado, también menciona que de ser así podría ser el primer batoideo que presentara un crecimiento isométrico en los gonopterigios, pero los resultados obtenidos en este estudio mostraron un crecimiento sigmoideo lo cual es diferente a lo mencionado. Tal como *Narcine bancroftii* que muestra un crecimiento similar en su curva de madurez con relación al gonopterigio el cual alcanza total calcificación superando los 4 cm medidos desde el punto de inicio a la parte más distal, esta es una talla menor a lo registrado en este estudio pero se considera esta diferencia ya que la especie es más pequeña y alcanza la madurez en un rango de 23-25 cm de LT (Moreno-Rodríguez, 2007).

5.3.2 Hembras

En *Gymnura marmorata* la glándula nidamental presentó tamaño similar a lo registrado por Burgos-Vázquez (2013) quien menciona que su función es fertilizar los ovocitos. Los ovarios presentaron un crecimiento asimétrico siendo el más desarrollado el izquierdo, esto es característico de las especies con modo reproductivo vivíparo aplacentado con trofonemata debido a que presentan solo el ovario izquierdo funcional *Gymnura marmorata*, *Gymnura australis*, *Urotrygon rogersi*, *Gymnura micrura* (Dávila-Ortiz, 2002; Jacobsen et al., 2009; Mejía-Falla et al., 2012; Yokota et al., 2012). El ovario de la hembra grávida mostró el proceso de vitelogénesis por lo que es probable que el ciclo ovárico sea simultáneo con el periodo de gestación tal como en *G. micrura* (Yokota et al., 2012).

En *G. marmorata* ambos úteros son funcionales estos presentaron prolongaciones alargadas en forma de vellosidades (trofonemata) (Burgos-Vázquez, 2013), éstas cumplen la función de secretar los nutrientes necesarios para el desarrollo de los embriones y son introducidas por los espiráculos, por la boca y aberturas branquiales (Wyffels, 2009) en las hembras inmaduras no se observó dicha característica pero en las maduras fueron visibles y pequeñas. El desarrollo de estas vellosidades se encontró en la hembra con embriones de 73 cm de AD con úteros de 9.9 cm de largo y 5.7 de ancho este resultado difiere a lo reportado por Burgos-Vázquez (2013) en 18.5 cm de largo de útero y 10 cm de ancho, pero esto se explica debido a que este autor encontró hembras con embriones en tallas mayores y además una mayor carga de embriones en sus úteros con fecundidad de 8 embriones.

La talla media de madurez (AD_{50}) fue de 61.1 cm de AD, este resultado es diferente a lo reportado por Dávila-Ortiz (2002) en una hembra con talla de primera madurez de 68 cm de AD al haber alcanzado todas sus características reproductivas desarrolladas.

La glándula de *Narcine entemedor* se mostró reducida y de acuerdo a Villavicencio-Garayzar (2000) esto hace imposible el almacenamiento de

esperma, por lo que la fertilización debe ser inmediata después del apareamiento. Los dos ovarios son funcionales y se mostraron en forma de saco con ovocitos no visibles en sus primeros estadios pero se visualizan en su etapa de madurez. La característica especial en sus ovarios es que los ovocitos son de tamaño alargado y de acuerdo a Villavicencio-Garayzar (2000) pueden medir hasta 50 μ m de largo, diferentes a otras especies de batoides de su mismo género como *N. bancroftii* que presenta ovocitos redondos (Moreno-Rodríguez, 2007) y de la misma familia *Diplobatis guamachensis* con ovocitos redondos y grandes.

Los úteros mostraron trofonemata desarrollado (Villavicencio-Garayzar, 2000) en la hembra grávida a pesar de pertenecer al orden Torpediniformes presenta esta característica en sus úteros típica de las especies del orden Miliobatiformes (Wourms, 1977). Se estimó la talla de madurez en hembras de acuerdo al desarrollo de sus estructuras gonadales las cuales mostraron total desarrollo desde los 73 cm de LT en adelante, este resultado es diferente a la talla de madurez de *N. entemedor* en Bahía Almejas que se estima de 62-63 cm de LT (Villavicencio-Garayzar, 2000).

5.4 FECUNDIDAD Y MODO REPRODUCTIVO

Debido a la falta de información no se pudo estimar la fecundidad ni el desarrollo embrionario de *Gymnura marmorata*, ya que el esfuerzo pesquero está dirigido a la captura del lenguado y los peces batoideos son incidentales en Santa Rosa-Salinas (Saa-Vera, 2012) y al parecer los sitios de faena no incluyen hembras grávidas a excepción de una que presentó 3 embriones en el útero izquierdo lo cual no entra en el intervalo de 4-16 embriones en hembras reportadas por Dávila-Ortiz (2002) en Bahía Almejas, ni a la fecundidad de 8 embriones por Burgos-Vázquez (2013) en la Costa Occidental de Baja California. Yokota y colaboradores (2012) en la costa norte del Estado de Rio reportaron para *Gymnura micrura* un estimado de 1.3 y 3.8 embriones por hembras, pero esto se debe a que esta especie presenta tamaños pequeños, ya que el tamaño influye en la capacidad del número de crías (Yokota et al., 2012). Esta cantidad de 3 embriones registrados para este estudio en *G.*

marmorata, es muy bajo en comparación a los anteriores estudios por lo cual se supone un aborto en el momento de la captura ya que es común que los embriones sean expulsados por la manipulación de los pescadores o el estrés de la captura (Villavicencio-Garayzar, 2000). Los embriones se registraron en el mes de junio y en el mes de agosto se registró un neonato de 16 cm de AD, y es probable que la talla de nacimiento se encuentre en este rango de 16-22 cm de AD, la talla más grande es similar a la talla de nacimiento de 23 cm de AD reportada por Burgos-Vázquez (2013), y entra en el intervalo propuesto por Dávila-Ortiz (2002) de 21-26.5 cm de AD.

La función que cumplen los úteros en todos los elasmobranquios es de proveer protección y soporte al desarrollo de los embriones. Y a pesar de la falta de hembras grávidas, se pudo precisar el modo reproductivo por las características que éstos presentaron.

Se estimó como vivípara aplacentada con trofonemata (Wourms, 1977) ya que se observó el trofonemata de color rojizo por la irrigación sanguínea con las extensiones de vellosidades desarrollada y la secreción de la sustancia nutritiva (leche uterina) como lo describe Burgos-Vázquez (2013).

En el caso de *Narcine entemedor* no se registraron hembras grávidas en los sitios de faena a excepción de una hembra de 99 cm de LT, con 11 embriones en sus úteros lo cual entra en el rango de fecundidad de 1 a 14 embriones en *N. bancroftii* (Moreno-Rodríguez, 2007) y en la capacidad embrionaria de 4 a 20 registrada para *N. entemedor* por Villavicencio-Garayzar (2000) además de mencionar que en los muestreos para determinar la fecundidad solo consideró hembras que no presentaron abortos al momento de la captura, ya que esto es común por el esfuerzo pesquero. El mismo autor propone que el proceso de vitelogénesis es simultáneo al periodo de gestación de 3 meses con diapausa embrionaria lo cual es posible así como en el caso de *R. productus* (Downton, 1996), los embriones se registraron en el mes de abril, y presentaron tallas de 13.6 cm a 14.5 cm de LT y aunque entran en el intervalo de talla de nacimiento de 14-16 cm de LT registrado por Villavicencio-Garayzar (2000) en Bahía almejas no puede ser talla de nacimiento para las aguas ecuatorianas de Santa

Rosa, debido a que éstos aún presentaban el cordón umbilical pero con totales características morfológicas desarrolladas.

Debido a las características que presentaron sus úteros se estimó como vivípara aplacentada con trofonemata (Wourms, 1977) ya que la irrigación sanguínea fue muy notoria dando una tonalidad rojiza a las paredes uterinas además de mostrar abundantes extensiones de vellosidades que rodeaban a los embriones y secretaban leche uterina (histotrofia) lo cual es característico de este modo reproductivo (Burgos-Vázquez, 2013) y presenta las mismas características antes mencionadas Bahía Almejas (Villavicencio-Garayzar, 2000).

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y LINEA BASE

6.1 CONCLUSIONES

Narcine entemedor y *Gymnura marmorata* también conocida como raya cometa en el puerto de Santa Rosa-Salinas a pesar de que ambas provienen de la pesca acompañante del lenguado son especies que se comercializan por su gran tamaño.

En ambas especies las hembras superaron en tamaño a los machos.

La proporción total y en los diferentes estadios, juvenil y adultos de ambas especies no fue diferente de 1:1 a excepción de la proporción de *Narcine entemedor* en adultos.

El aparato reproductor de ambas especies redujo el órgano epigonal conforme a al crecimiento del organismo.

Los testículos de *Narcine entemedor* se mostraron pequeños y redondeados en sus diferentes estadios y en *Gymnura marmorata* el izquierdo alcanzo mayor desarrollo.

En *Gymnura marmorata* el ovario izquierdo mostro mayor desarrollo por lo que se consideró como funcional a diferencia del derecho que es vestigial, mientras que en *Narcine entemedor* mostró sus dos ovarios funcionales y la glándula nidamental reducida.

Los machos alcanzaron la talla media de madurez en tallas más pequeñas que las hembras

Los úteros de ambas especies mostraron las extensiones de trofonemata como evidencia de que su modo reproductivo es vivípara aplacentada con trofonemata.

Las hembras grávidas de ambas especies mostraron embriones desarrollados con características próximas al nacimiento.

6.2 RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos en otros puertos pesqueros del Ecuador donde el desembarque de batoideos proporcione hembras en estado de gravidez para poder determinar con exactitud la fecundidad y el periodo embrionario.

La investigación enfocada en reproducción es importante para conocer la situación de una especie, y aportar elementos que puedan ser utilizados en el manejo de las pesquerías.

Realizar un estudio del tiempo de sobrevivencia post-captura de batoideos para su posible liberación al no ser pesca objetivo.

Es importante realizar estudios no solo de *Narcine entemedor* y *Gymnura marmorata* sino también de la diversidad de batoideos desembarcados en el puerto de Santa Rosa-Salinas, ya que los estudios de batoideos son muy pocos.

6.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, K., J. Bohórquez-Herrera, F. Moreno, C. Moreno, E. Molina, M. Grijalaba-Bendeck. y P. Gómez-Canchong. 2007. Aspectos reproductivos de tres Rajiformes capturados incidentalmente en la pesquería camaronera de arrastre en el Mar Caribe de Colombia. *Gulf and Fisheries Institute* 58:219-225.

Álvarez del Villar, J. 1978. Los Cordados. Origen, evolución y hábitos de los vertebrados. Ed. CECSA. México D. F. 372pp.

Allen, Gerald. R. y D. Ross Robertson. 1998. Peces del Pacífico oriental tropical. Crawford House Press Pty Ltd PO Box 1484. Segunda edición en español. México. 327 pp.

Bagenal, T.B. y F.W. Tesch. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3ed. Blackwell Scientific Publications. 365p.

Breder, C.M. Jr. 1928. Elasmobranch from Panamá to Lower California. *Bull. Bingham Oceanographic Collection*. New York. 2(1): 1-18.

Bigelow, H.B. y W. C. Schroeder. 1953. Fishes of the western North Atlantic. Part 2 Saw fishes guitarfishes skates and rays. Sears Foundation for Marine Research New Haven 588 p.

Burgos-Vázquez, M. I., 2013. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper, 1864) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz Baja California Sur, México. 74 pp.

Camhi, M., S.L. Fowler, J. Musick, A. Bräutigam, y S.V. Fordham 1998. Sharks and their Relatives – Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. iv + 39 pp.

Carrera-Fernández, M. 2004. Biología reproductiva del Tiburón Azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C. S. México. 67 pp.

Carvalho, M. R DE. 2001. A new species of electric ray, *Narcine leoparda*, from the tropical eastern Pacific Ocean (Chondrichthyes: Torpediniformes: Narcinidae) Proceedings of The Biological Society of Washington 114:561-573

Castro-Aguirre, J.L. y H. Espinosa-Pérez. 1996. Listado Faunístico de México VII Catalogo Sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes Elasmobranchii: Rajiformes Batoideimorpha). Instituto de Biología U.N.A.M. México 75 p.

Colonello, J. 2009. Ecología reproductiva de tres batoideos (Chondrichthyes): *Atlantoraja castelnaui* (Rajidae), *Rioraja agassizi* (rajidae) y *Zapteryx brevirostris* (Rhinobatidae): implicancias de distintas estrategias adaptativas en un escenario de explotación 89 comercial intensiva. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 181pp.

Compagno, L.J.V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Environmental Biology of Fishes 28: 33-75.

Compagno L. J. V., F. Krupp. y W. Schenneider. 1995. Tiburones. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacifico centro oriental W. Fischer, F. Krupp, W. Schenneider, C. Sommer, K. E. Carpenter and V.H Niem (Eds), Vd. II: 648-746

Conrath, C. 2005. Chapter 7. Reproductive biology. En Music, J. y Bonfil, R Managment techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. 474 Roma. 251 p.

Cortes, E. 2000. Life history patterns and correlations in sharks. Reviews in Fisheries Science Vol 8: 299-344.

Daniel, W. W. 2002. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición. Editorial Limusa. México. 755 pp.

Dávila-Ortiz, J. 2002. Biología reproductiva de la raya mariposa *Gymnura marmorata* (Cooper 1863) en Bahía Almejas B.C.S. México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 45pp.

De La Cruz-Aguero, J., M. Arellano. y V.M. Cota. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S., México. Ciencias Marinas. 22 (1):111-126 pp.

De la Rosa, K. Ecomorfología mandibular y dietas de batoideos en el golfo de california. Tesis doctorado en ciencias Ensenada, Baja California, México. 308 pp.

Downton-Hoffmann, C. 1996. Estrategia reproductiva de la guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres 1856) en la Costa Occidental de B.C.S México. Tesis. Licenciatura en biología marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz. B.C.S.

Downton-Hoffmann, C.A. 2007. Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en Baja California Sur, México. Tesis doctorado en ciencias marinas. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S. México. 194 pp.

Grijalba-Bendeck, M., C. Polo-Silva, K. Acevedo, F. Moreno. Y D. Mojica. 2012 Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(2): 300-315.

Jacobsen, I. P., J. W. Johnson. y M. B. Bennett. 2009. Diet and reproduction in the Australian butterfly ray *Gymnura australis* from northern and north-eastern Australia . *Journal of Fish Biology.* 75, 2475–2489

Jiménez, R. 2009. Aspectos biológicos de El Niño en el océano Pacífico ecuatorial: Guayaquil, Ecuador. 307 pp.

Koob, T. J. 1999. Elasmobranch reproduction. In Encyclopedia of Reproduction. Vol.1 (ed. E. Knobil and J. D. Neill). San Diego: Academic Press. 1009-1018 pp.

Leante-Darricau, D. y L. A. García Marugán. 2012 Proyecto para el desarrollo de las comunidades pesqueras de la República del Ecuador. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Universidad Politécnica de Madrid proyecto 082 .

Martínez-Ortiz J. y García-Domínguez M. 2013. Guía de campo Condrictios del ECUADOR. Quimeras, Tiburones y Rayas. Martínez-Ortiz J. (Ed). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) / Viceministerio de Acuacultura y Pesca (VMAP) / Subsecretaria de Recursos Pesqueros (SRP). 246 pp.

Márquez-Farías, F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: development, fisheries research and managment issues. Shark News (IUCN Shark Specialist Group) 14, 12–13.

Márquez-Farias, F. y M. Blanco-Parra. 2006. Las rayas del Golfo de California. 303-321 In: INP-SAGARPA, (ed), Sustentabilidad y Pesca responsable en México. Evaluación y manejo. INP-SAGARPA. 303-321.

McEachran, J. D. y G. Notarbartolo Di Sciara. 1995. Peces Batoideos. Pertenece a Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental, Volumen II, Vertebrados parte 1. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación Roma. 1200 p.

Mejía-Falla P. A., Navia A. F. and Cortés E. 2012. Reproductive variables of *Urotrygon rogersi* (Batoidea: Urotrygonidae): a species with a triannual reproductive cycle in the eastern tropical Pacific Ocean. *Journal of Fish Biology*. 80:1246-1266.

Mollet Henry F., G. Cliff, Jr. Pratt, L. Harold. y John D. Stevens. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. Fishery Bulletin. 98(2): 299-318.

Moreno-Rodrigues, F. 2007. Reproduccion y habitos trofico de la raya electrica *Narcine bancroftii* (Griffith & Smith, 1834) En la playa Salguero, Santa Marta, Caribe de Colombia. Tesis de licenciatura. Universidad Jorge Tadeo Lozano Facultad Ciencias Naturales Programa de Biologia Marina Santa Marta Colombia. 104 pp.

Nelson, J. 1994. Fishes of the world. 3ed. John Willey and Sons, Inc.600 pp.

Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World. Fourth Edition. John Wiley and Sons. USA. 622 pp.

Payan, L. F., P.A. Mejía-Falla, y A.F. Navia. 2011. Aportes al conocimiento de la historia de vida de la raya eléctrica *Narcine leoparda* en el pacífico colombiano y validación de su estado de amenaza a nivel local. Documento técnico Fundación SQUALUS N. FS0310. 25pp.

Pope, J.A., A.R. Margetts, J. Hamley. y E.F.Akyüz. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO Documento Técnico de Pesca 41(1): 1-56.

Pratt, H. L. 1979. Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*. Fish. Bull. 77: 445-470.

Pratt, H. L. y Casey, J. G. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor indirected fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth-parameters. *En: Elasmobranchs as living resources: Advances in biology, ecology, systematics and status of the fisheries.* H. L. Pratt, Jr., S. H.

Gruber, y T. Taniuchi, (Eds.), U.S. Dep. Comer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 90, 97-109 pp.

Pratt, H. L. y Otake, T. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management NOAA Tech. Rep. NMFS, 90:509-510.

R Development Core Team. 2014. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. www.R-project.org/

Revelo, W. y M. Guzman. 1997. Estudio sobre la gestión de la pesca artesanal en regiones pobres: La pesca artesanal en Santa Rosa de Salinas – Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador. FAO. 44 pp.

Saa-Vera, I. 2012. Diagnóstico pesquero artesanal en la caleta de Santa Rosa del cantón Salinas: artes de malla de fondo para la captura de peces demersales (enero-diciembre 2011). Tesis de licenciatura. UPSE. Facultad ciencias del mar escuela de biología marina. La Libertad-Ecuador. 145 pp.

Santana-Morales, O., Castillo-Géniz, J.L. Sosa-Nishizaki, O y Rodríguez-Medráno, C. 2004. Catálogo de tiburones, rayas y quimeras (chondrichthyes) que habitan en las aguas del norte del Golfo de California. Reporte técnico Laboratorio de Ecología Pesquera. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 119pp.

Stevens, J., R. Bonfil, N. Dulvy y P. Walker. 2000. The effects of fishing on shark, rays and chimaeras (chondrichyans), and the implications for marine ecosystems. ICES Journal of Marine Science V. 57. 476-494 pp.

Solís, P. 1998. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Santa Rosa, Provincia del Guayas. INP. Bol. Cient. y Téc., 16 (1): 55 pp.

Valadez-González, C., B. Aguilar-Palomino. y S. Hernández-Vázquez. 2000. Dieta de la raya (*narcine entemedor*) en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Bol. Centro Invest. Biol. Vol. 34(1): 1 -20 pp.

Villavicencio-Garayzar, C.J. 2000. Taxonomía, abundancia estacional, edad y crecimiento y biología reproductiva de *Narcine entemedor* Jordán y Starks (Chondrichthyes; Narcinidae), en Bahía Almejas, B.C.S., México. Tesis. Doctor en ciencia con especialidad ecología acuática y pesca. UANL monterrey-México. 138 pp.

Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in chondrichthyan fishes. Am. Zool. 17:379-410.

Wourms, J.P. 1981. Viviparity: The Maternal-Fetal Relationship in Fishes. American Zoologist 17: 473-515.

Wyffels, J. T. 2009. Embryonic Development of Chondrichthyan Fishes-A Review. En; Yvette W. Kunz. Carl A. Luer. B.G. Kapoor. Development of Non-Teleost Fishes. 1-104 pp.

Yokota, L., R. Goitein, M. D. Gianeti. y R. T. P. Lessa. 2012. Reproductive biology of the smooth butterfly ray *Gymnura micrura*. Journal of Fish Biology 81, 1315–1326.

6.4 ANEXO

6.4.1 Anexo de foto



Foto 1. Localidad de Santa Rosa.



Foto 2. Identificación de *G. marmorata*



Foto 3. Identificación de *N. entemedor*



Foto 4. Muestreo en Santa Rosa, toma de medidas morfológicas.



Foto 5. Muestreo en Santa Rosa, toma del aparato reproductor.



Foto 6 . Toma de medidas en laboratorio del aparato reproductor de *N. entemedor*.



Foto 7. Toma de medidas en laboratorio del aparato reproductor de *G. marmorata*.



Foto 8. Embriones de *N entemedor*.

