



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:

“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Raja equatorialis* Jordan & Bollman, 1890, DESEMBARCADAS EN SANTA ROSA, SALINAS, ECUADOR.”

AUTOR:

TENELEMA DELGADO CECIBEL MONSERRATE

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. MARIBEL CARRERA FERNÁNDEZ

CO-DIRECTORA DE TESIS:

BLGA. TANIA LIN MALDONADO SABANDO Mg. GA.

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

FEBRERO 2015

**“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE
Raja equatorialis Jordan & Bollman,
1890, DESEMBARCADAS EN SANTA
ROSA, SALINAS, ECUADOR.”**

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

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **Cecibel Monserrate Tenelema Delgado**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, realizado dentro de las actividades del proyecto “Biología reproductiva de elasmobranchios 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 los derechos intelectuales correspondientes de esta tesis titulada “**Aspectos Reproductivos de *Raja equatorialis* Jordan & Bollman, 1890, Desembarcadas en Santa Rosa, Salinas, Ecuador**”, 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.

Cecibel Monserrate Tenelema Delgado

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.

Presidente del Tribunal

Dra. Maribel Carrera Fernández

Director de Tesis

Blga. Tania Lin Maldonado M.GA
Co-Director de Tesis
DECANA

Miembro Principal

Miembro Principal

DECLARACION 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**.

Cecibel Monserrate Tenelema Delgado

CERTIFICACIÓN

Dra. Maribel Carrera Fernández, investigador III del Departamento Central de Investigación, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico que la señorita: Cecibel Monserrate Tenelema Delgado, realizó la tesis de grado titulada: **“Aspectos Reproductivos de *Raja equatorialis* Jordan & Bollman, 1890, Desembarcadas en Santa Rosa, Salinas, Ecuador”** Bajo mi tutoría y responsabilidad.

Blga. Tania Lin Maldonado M.GA, decana de la Facultad Ciencias del Mar, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico que la señorita: Cecibel Monserrate Tenelema Delgado, realizó la tesis de grado titulada: **“Aspectos Reproductivos de *Raja equatorialis* Jordan & Bollman, 1890, Desembarcadas en Santa Rosa, Salinas, Ecuador”** Bajo mi tutoría y responsabilidad.

Atentamente,

Dra. Maribel Carrera Fernández

Blga. Tania Lin Maldonado M.GA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, el ser supremo que guía mi vida. A mis padres porque con sus esfuerzos y cariño constante e incondicional he logrado esta meta, a mis hermanas por ser mi fuerzas y a mis amigos, por llenar de alegrías mi existir.

Quiero agradecer a la institución por la cual este trabajo fue posible: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a su Departamento Central de Investigación por abrirme sus puertas y brindarme ésta gran oportunidad de aprendizaje y formación académica y científica.

De manera muy especial quiero agradecer a mi directora de tesis y amiga Dra. Maribel Carrera Fernández, quien desde un primer momento me brindó generosamente todo su apoyo, sabios consejos y conocimientos con mucha dedicación. Por haberme integrado en su proyecto “Biología reproductiva de los elasmobranchios en el Pacífico ecuatoriano”, le agradezco por sembrar en mí la semilla de investigador, y esa entrega a la investigación científica. Muchas gracias Doc Mary.

Al M.Sc. Andrés Romero Caicedo por compartir sus conocimientos, consejos y apoyo en todo momento muchas gracias Andrés.

A la Blga. Tanían Lín Maldonado Sabando M.Sc. G.A., por sus consejos, por ser guía como catedrático en los semestres de estudios y por su co-tutoría en esta investigación.

A los jurados, M.Sc. Sandra Solorzano, M.Sc. Klever Mendoza y M.Sc. Jaime Sanchez, por la buena predisposición y su mirada crítica hacia este trabajo.

A la Dra. Alicia Cruz, a la M.Sc. Peggi Loor, a la Dra Nancy Cabanillas Teran y al Dr. Rigoberto Rosas por los ánimos brindados en cada momento por compartir sus conocimientos de forma generosa y alegre.

Agradesco al Dr. Hanz Ruperti loor de la comisión de Investigación de la Facultad Ciencias del mar, por sus acertadas correcciones en la redacción del escrito. Muchas gracias.

Al M.Sc Klever Mendoza y al Blgo. Juan Pablo Napa España de la comisión de Investigación de la Facultad Ciencias del mar, por las correcciones y consejos brindados.

A la facultad Ciencias Del Mar y sus docentes y al personal administrativo muchas gracias.

A los comerciantes del Puerto Artesanal de Santa Rosa , por haberme facilitado la toma de datos y muestras para la realización de este trabajo y a los pescadores de rayas que me brindaron información de manera desinteresada. Muchas gracias

También a los compañeros de la Facultad Ciencias del Mar y del Laboratorio de Recursos Marinos: Jonathan, Javier, Jessica, Víctor, Jorge, José, Viví, Cecibel, Adriana, Chompoy, Vines, Mariel Geormery y Limber, con los que compartí diariamente y a cada paso el desarrollo de esta tesis y que me dejan gratos recuerdos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Pablo Tenelema Piguave y Margarita Delgado Chávez a mis hermanas que son lo más apreciado para mí: Narcisa y Paola. Y en especial mi abuelo: Hugo Alejandro Tenelema López.

Cecibel M. Tenelema Delgado

ÍNDICE

ÍNDICE.....	10
INDICE DE FIGURAS.....	12
INDICE DE TABLAS	13
Glosario.....	14
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
1.5 HIPÓTESIS.....	9
1.6 VARIABLES	9
1.6.1 Variables dependientes	9
1.6.2 Variables independientes	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	10
2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (EBERT & COMPAGNO 2007)	10
2.1.1 Descripción.....	11
2.1.2 Distribución.....	11
2.2 LA PESQUERÍA DE RAYAS EN EL ECUADOR	11
2.3 MODOS REPRODUCTIVOS EN CONDRICTIOS	12
2.3.1 Modo reproductivo vivíparo	12
2.3.2 Modo reproductivo ovíparo	13
2.4 DESARROLLO DE LA CÁPSULA	14
2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURAS DEL APARATO REPRODUCTOR DE CONDRICTIOS.....	15
2.5.1 Estructuras del aparato reproductor de los Machos.....	15
2.5.2 Estructuras del aparato reproductor de las hembras	17
2.6 MADUREZ Y CICLO OVÁRICO.	19
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	20
3.2 TRABAJO DE CAMPO.....	21
3.3 TRABAJO DE LABORATORIO	22
3.3.1 Estados de madurez en hembras	23

3.3.2 Estados de madurez en machos	23
3.3.3 Descripción de las cápsulas ovígeras	27
3.4 TRABAJO DE GABINETE	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	30
4.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS.....	30
4.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ.....	31
4.2.1 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ EN MACHOS.	31
4.2.2 ANÁLISIS REPRODUCTIVO EN MACHOS	33
4.2.3 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ EN HEMBRAS	36
4.2.4 ANÁLISIS REPRODUCTIVO EN HEMBRAS	38
4.3 TALLA DE MADUREZ L ₅₀ DE <i>Raja equatorialis</i>	41
4.3.1 TALLA DE MADUREZ L ₅₀ DE MACHOS	41
4.3.2 TALLA DE MADUREZ L ₅₀ DE HEMBRAS	42
4.4 CICLO REPRODUCTIVO	43
4.5 DESCRIPCIÓN DEL MODO REPRODUCTIVO Y LAS CÁPSULAS OVÍGERAS.....	44
4.5.1 MODO REPRODUCTIVO	44
4.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA CÁPSULA OVIGERA.....	44
4.5.3 FORMACIÓN DE LA CÁPSULA OVÍGERA	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	51
5.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS.....	51
5.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ.....	54
5.3 TALLA DE MADUREZ L ₅₀ DE <i>Raja equatorialis</i>	55
5.4 CICLO REPRODUCTIVO	56
5.5 DESCRIPCIÓN DEL MODO REPRODUCTIVO Y LAS CÁPSULAS OVÍGERAS.....	57
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
6.1 CONCLUSIONES	59
6.2 RECOMENDACIONES	60
6.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
6.4 ANEXOS	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Especie <i>Raja equatorialis</i>	10
Figura 2. Estructuras del aparato reproductor de un macho de <i>Raja clavata</i> . E: Epidídimo, VD: Vasos Deferentes, T: Testículo. (Tomado de Serra-Perreira 2011).	16
Figura 3. Sistema reproductor femenino de un ejemplar en maduración de <i>Atlantoraja platana</i> . Gn: glándula nidamental, O: ovario, Ov: oviductos, U: útero. (Tomado de Coller 2012).	18
Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio. Santa rosa de salinas, Ecuador (0° 56'59"S; 80° 42'34"W).	20
Figura 5. Medidas tomadas a cada organismo. LT: Longitud total, AD: Ancho de disco.	22
Figura 6. Estado de madurez de hembras en condriictios. Las barras blancas indican 1 cm .A) Hembras juveniles estadio I.B) Hembras juveniles estado II. (Tomado de Colonello 2009).	24
Figura 7. Estado de madurez de hembras en condriictios. Las barras blancas indican 1 cm .A) Hembra maduras estadio III. B) Hembras adultas estadio VI. (Tomado de Colonello 2009).	25
Figura 8. Estado de madurez de machos en condriictios. Las barras blancas indican 1 cm. A) Macho juvenil estado I. B) Macho juvenil estado II. C) Macho adulto estadio III. (Tomado de Colonello 2009).	26
Figura 9. Organismos registrados a lo largo de los meses de <i>Raja equatorialis</i> en el puerto de Santa Rosa de Salinas durante el período de mayo 2013-febrero 2014.	30
Figura 10. Composición de las tallas de <i>Raja equatorialis</i> de los organismos registrados en el Puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas durante mayo 2013-febrero 2014.	31
Figura 11. EstadoII: Inmaduro en un macho de <i>Raja equatorialis</i> . Ti: Testículo izquierdo, Td: Testículo derecho, L: Lobulos, Op: Organo epigonal, Ce: Conducto deferentes, Ep: Epidídimo, Cd: Conductos derentes, V: Vesícula seminal.	32
Figura 12. Estado III: Adulto en un macho de <i>Raja equatorialis</i> . Testículo izquierdo, Td: Testículo derecho, L: Lobulos, Op: Organo epigonal, Ce: Conducto deferentes, Ep: Epidídimo, Cd: Conductos derentes, V: Vesícula seminal.	33
Figura 13. Longitud de gonopterigios (cm), en relación con la Longitud total de <i>Raja equatorialis</i>	34
Figura 14. Largo de los testículos en relación con la longitud total de <i>Raja equatorialis</i>	35
Figura 15. Ancho del testículo en relación con la Longitud total de <i>Raja equatorialis</i>	35
Figura 16. Aparato reproductor de una hembra de <i>Raja equatorialis</i> en estado de madurez III. Ovai: Ovario izquierdo, Ovad. Ovario derecho, Gl: Glándula, Is: Istmo, Útei: Útero izquierdo, Úted: Útero derecho, Se Uro: Seno urogenital.	36
Figura 17. Estado IV: Madura con cápsulas.Estructuras del aparato reproductor de una hembra de <i>Raja equatorialis</i> . Ovai: Ovario izquierdo, Ovad. Ovario derecho, Gl: Glándula, Is: Istmo, Útei: Útero izquierdo, Úted: Útero derecho, Cá: Cápsula, Se Uro: Seno urogenital.	37
Figura 18. Diámetro de la glándula oviducal (cm) en relación a la longitud total (cm) <i>Raja equatorialis</i>	39
Figura 19. Diámetro de los ovocitos (cm) observados durante el período de mayo 2013-febrero 2041.	40
Figura 20. Talla de madurez L ₅₀ de machos de <i>Raja equatorialis</i>	41
Figura 21. Talla de madurez L ₅₀ de las hembras de <i>Raja equatorialis</i>	42
Figura 22. Número de hembras en estado IV (con cápsulas) registradas durante el período de mayo 2013-febrero 2014.	43
Figura 23. Modo reproductivo ovíparo simple en <i>Raja equatorialis</i>	44
Figura 24. Vista dorso ventral de cápsula ovígera de <i>Raja equatorialis</i> . Cp: Cuernos posteriores, Cad: Cara dorsal, Cu: Cuerpo de la cápsula, Cav: Cara ventral, Ca: Cuernos anteriores.	46
Figura 25. Cápsula ovigera de <i>Raja equatorialis</i> . Cu: Cuerpo de cápsula, Bp: Borde posterior, Fai: Fibrilla de adhesión izquierda, Fad: Fibrilla de adhesión derecha, Cai: Cuerno anterior	

izquierdo, Cad: Cuerno anterior derecho, Cpi: Cuerno posterior izquierdo, Cpd: Cuerno posterior derecho, 1) Largo del centro del cuerpo, 2) Ancho mínimo del cuerpo, 3) Largo del centro del cuerpo, 4) Longitud del borde anterior, 5) Longitud del posterior, 6) Longitud de la fibrilla de adhesión izquierda, 7) Longitud de la fibrilla de adhesión derecha, 8) Ancho de la fibrilla de adhesión izquierda, 9) Ancho de la fibrilla de adhesión derecha, 10) Longitud recta del cuerno anterior izquierdo, 11) Longitud recta del cuerno posterior izquierdo, 12) Longitud recta del cuerno anterior derecho, 13) Longitud recta del cuerno posterior derecho, 14) Longitud curva del cuerno anterior izquierdo, 15) Longitud curva del cuerno posterior izquierdo, 16) Longitud curva del cuerno anterior derecho, 17) Longitud curva del cuerno posterior derecho, 18) Longitud de la base del cuerno anterior, 19) Longitud de la base del cuerno posterior.	46
Figura 26. Alargamiento del ovocito para el ingreso a la cápsula. Ovo: Ovocito alargado, Ova: Ovario, Gl: Glándula oviducal, Cá: Cápsula, Úte: Útero.	49
Figura 27. Inicio de la formación de la cápsula. Gl: Glándula oviducal, Zb: Zona blanquecina, Cá: Cápsula: Cpi: Cuerno posterior izquierdo, Cpd: Cuerno posterior derecho, Úte: Útero.	49
Figura 28. Cápsula cerrada pero aun con los cuernos anteriores con zona blanquecina. Cai: Cuerno anterior izquierdo, Cad: Cuerno anterior derecho, Zb: Zona blanquecina, Ba: Base del borde anterior,	50
Figura 29. Las cápsulas formadas alojadas en los úteros. Ova. Ovario, Úte: Útero, Cá: Cápsula.	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas de las estructuras del aparato reproductor de las hembras de <i>Raja equatorialis</i> , n: Número de organismos, Ø Glándula: Diámetro de glándula oviducal, Útero L: Largo de útero, Útero A: Ancho de útero, Ovario L: Largo de ovario, Ovario A: Ancho de ovario, Ovocito: Diámetro del ovocitos mas grandes de ambos ovarios.	40
Tabla 2 Medidas de las estructuras que componen las cápsulas ovigeras de <i>Raja equatorialis</i> , n: Número de cápsula, Máx: Máximo, Mín: Mínimo, Media: Promedio: Desv. Est: Desviación estándar.	47

Glosario

Batoidea: Superorden de los elasmobranchii, que comprende a todas las especies de rayas (Nelson 2006).

Cápsula: Huevo de las especies ovíparas que es expulsado al medio marino y ahí en el medio acuático donde se desarrolla el embrión (Templeman 1987).

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

Clasper: Nombre común que se le da al gonopterigio, el cual es el órgano copulador de los organismos machos de las especies de condriictios (Walker 2005)

Elasmobranquios (Elasmobranchii): Grupo de peces cartilaginosos 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, (Walker 2005).

Ovocito: Célula germinal producida en los ovarios de las hembras de las especies ovíparas (Wourms 1977)

Rajidos (Rajidae) : Especies que pertenecen a la Familia Rajidae (Nelson 2006)

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

LT: Longitud total

AD: Ancho de disco

LD: Largo de disco

cm: Centímetro

Kg: Kilogramo

g: gramo

χ^2 : ji-cuadrado

O : Valor observado

E : Valor esperado

PT: Peso total

P = Probabilidad de madurez

e = Exponente

$a+b$ = Parámetros de madurez

RESUMEN

El conocimiento de los requerimientos reproductivos es una información necesaria e importante para la adecuada gestión de las poblaciones de los peces cartilaginosos, *Raja equatorialis* es una especie de batoideo que se encuentra en la categoría de Datos insuficientes en la lista roja de la Unión Internacional para el Conservación de la Naturaleza, por lo que el objetivo de este trabajo es investigar aspectos de la biología reproductiva de *R. equatorialis*, a partir de datos obtenidos del descarte de la pesquería comercial del Puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas, Ecuador (0° 56' 59" S; 80° 42' 34" W), durante el periodo de mayo del 2013 a febrero del 2014. Se registraron un total de 104 organismos (48 hembras y 56 machos), la proporción sexual fue de 0,85H: 1M, sin presentar diferencias significativas ($\chi^2 = 1,26$; $P = 0,26$). Las hembras variaron en longitud total (LT) de 45,0 a 57,0 cm y los machos de 41,0 a 58 cm LT. El macho maduro más pequeño fue de 45,5 cm LT, y la hembra madura más pequeña fue de 45,0 cm LT. La talla de madurez L_{50} se estimó en 46,39 cm LT para hembras y 43,49 cm LT para machos, que corresponde al 81,3% y el 74,9% de la longitud máxima respectivamente. Las hembras maduras que tenían cápsulas ovígeras en sus tractos reproductivos (29 % de las hembras) presentaron una cápsula por útero. Por lo que el modo de reproducción de *R. equatorialis* es la ovíparidad simple. Se observaron ovocitos vitelogénicos, además de cápsulas ovígeras dentro de los úteros continuamente durante todo el año, así como la presencia de esperma en la vesícula seminal en ejemplares adultos; por este motivo, se propone para esta especie un ciclo reproductivo a lo largo del año. Un total de 25 cápsulas ovígeras de *R. equatorialis* fueron examinadas en este estudio. El largo del cuerpo de la cápsula del huevo del útero izquierdo varió entre 35,5 mm a 59,4 mm ($=51,2 \pm 6,7$), el ancho máximo del cuerpo entre 30,2 a 37,0 mm ($=32,7 \pm 1,7$) y el peso estuvo entre 2,7 g a 10,0 g ($=7,1 \pm 2,3$). Mientras que de la derecha osciló entre 29,7 a 58,2 mm ($=51,0 \pm 7,6$), 30,0 a 33,4 mm ($=32,0 \pm 0,9$), 2,6 a 10,4 g ($=7,4 \pm 2,0$), respectivamente. La Cápsula ovígera presenta amplias fibrillas de adhesión, por lo que se sugiere que éstas serían la principal estructura de fijación al sustrato bentónico marino.

Palabras claves: Elasmobranquios, Rajidae, cápsulas ovígeras, Ecuador.

ABSTRACT

The knowledge of reproductive requirements is a necessary and important information for the proper management of stocks of cartilaginous fish, *Raja equatorialis* is kind of batoid found in the Data Deficient category on the Red List of the International Union for the conservation, so the aim of this work is to investigate aspects of the reproductive biology of *R. equatorialis*, using data collected from bycatch of commercial fishery off the artisanal fishing port Santa Rosa of Salinas, Ecuador (0° 56' 59" S; 80° 42' 34" W), during May 2013 to February 2014. A total of 104 specimens (56 males and 48 females) were collected, sex ratio was 0,85H: 1M ($\chi^2 = 1, 26$; $P = 0, 26$), not presented significative differences (: Females ranged from 45, 0 to 57,0cm total length (TL) and males from 41, 0 to 58, 2 cm TL. The smallest mature male was 45, 5 cm TL, and the smallest mature female was 45, 0 cm TL. Length at maturity L_{50} was estimated at 46, 39 cm TL for females and 43, 49 cm TL for males, corresponding to 81, 3% and 74, 9 % of maximum length, respectively. The mature females with egg cases in their reproductive tracts (26 % of the females) presented one egg case per uteri. So the reproductive mode of *Raja equatorialis* is single oviparity. Vitellogenic oocytes were observed, besides egg- capsule within the uteri and presence of sperm in the seminal vesicle were observed all year round; for this reason, it is proposed for this species, a reproductive cycle throughout the year. A total of 25 egg capsules of *Raja equatorialis* were examined in this study. The body length of the egg capsule of the left uteri ranged from 35.5mm to 59,4mm ($= 51.2 \pm 6.7$), the maximum width of the body between 30.2 to 37.0 mm ($= 32, 7 \pm 1.7$) and the weight ranged from 2.7g to 10.0 g ($= 7.1 \pm 2.3$). While right ranged from 29.7 to 58.2 mm ($= 51.0 \pm 7.6$) 30.0 to 33.4 mm ($= 32.0 \pm 0.9$), 2.6 to 10.4 g ($= 7.4 \pm 2.0$), respectively. The egg capsule have adhesion large fibrils, so it is suggested that these fibrils would be the principal structure of fixing to the marine benthic substrate.

Key words: Elasmobranchs, Rajidae, eggs capsule, Ecuador.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

El término *peces* incluye dos grandes grupos, por un lado están los **osteíctios** o peces de esqueleto óseo, y por otro, los **condrictios** o peces cartilagosos. Dentro de estos últimos, están los tiburones, las quimeras y las rayas.

La evolución de este grupo de peces data de hace más de 400 millones de años (Compagno 1990, Grogan & Lund 2004), su historia de vida presenta características tales como crecimiento lento, alta longevidad, estados de madurez a edades tardías, largos períodos de gestación y baja fecundidad (Stevens *et al.* 2000, Carrier *et al.* 2004). Las diferentes especies pertenecientes a este grupo poseen modos reproductivos específicos, presentan fertilización interna y diferentes estrategias reproductivas (vivíparidad y ovíparidad) (Wourms 1977, Compagno 1990, Joung *et al.* 1996). Estas tipologías están estrechamente relacionadas de igual forma al bajo potencial reproductivo de diversas especies marinas y terrestres, a diferencia de los peces óseos que se especializan por poseer altas tasas de fecundidad.

Ciertas especies de condrictios como el tiburón alcanzan valores económicos significativos, producto de la comercialización de ciertas partes del cuerpo (aletas), cuya demanda proviene en gran medida del mercado asiático. Otras especies como las quimeras y rayas tienen un escaso valor comercial, siendo utilizadas para el consumo humano o para la elaboración de harina de pescado. En este mismo sentido, tanto tiburones como rayas han constituido la captura incidental en las pesquerías mundiales de arrastre. Son también explotados de forma dirigida o incidental por la flota pesquera artesanal en muchas zonas costeras, afectando a un número importante de especies en el ecosistema marino (Holden 1974, Camhi *et al.* 1998, Ishihara 1990, Walker & Hessen 1996, Stevens *et al.* 2000).

Las rayas constituyen un componente importante de las comunidades de peces bentónicos y demersales en muchos ecosistemas mundiales (McEachran & Musick 1975, Ajayi 1982, Ebert *et al.* 1991, Ellis *et al.* 1996, Orlov 1998). Cumplen un importante rol en la transferencia de energía en los ambientes marinos, en la estructuración de las comunidades bentónicas y una esencial función como

depredadores o carroñeros ocasionales en diferentes niveles de la trama trófica (García de la Rosa 1998, Koen Alonso *et al.* 2001, Cousseau y Perrotta 2004, Cousseau *et al.* 2007).

Frisk *et al.* (2002) sugieren que las rayas son los elasmobranquios (subclase de peces cartilaginosos o condriktios) más vulnerables, mostrando altos niveles de riesgo de sobreexplotación pesquera. Esta alta susceptibilidad a la presión por pesca, asociada a la estrategia K de vida de estos organismos, incide directamente en la estabilidad estructural del ecosistema (Hueter 1998, Stevens *et al.* 2000).

La subclase Elasmobranchii, a diferencia de las quimeras que pertenecen a la subclase Holocephalii, se divide en dos superórdenes: Selachimorpha y Batoidea. El primero incluye al grupo de los tiburones, el segundo a las rayas. El superorden Batoidea comprende cuatro órdenes: Torpediniformes (rayas eléctricas), Pristiformes (peces sierra), Miliobatiformes (rayas de aguijón) y Rajiformes (rayas verdaderas) (Nelson 2006). La familia Rajidae (orden Rajiformes) es la más importante en número de especies, comprende 27 géneros y 245 especies de rayas (Ebert & Compagno 2007).

En la costa continental del Ecuador se ha registrado la presencia de cinco especies de rayas verdaderas (Rajiformes), siendo estas: *Bathyraja acuta*, *Sympterigia brevicaudata*, *Rajella niguerrina*, *Raja equatorialis* y *Raja velezi* (Martínez - Ortiz & García - Domínguez 2013). De estas especies, *Raja equatoriales* forma parte de la composición de la pesca acompañante de las capturas de peces bentónicos/demersales y de crustáceos (camarón marino) (Aguilar *et al.* 2005). Entre los principales puertos pesqueros, está el de Santa Rosa (cantón Salinas, provincia de Santa Elena), en el cual opera un número importante de embarcaciones que dirigen su esfuerzo a diferentes recursos a lo largo del año (Coello *et al.* 2010).

En este puerto, existe una pequeña flota de embarcaciones menores (botes de fibra de vidrio), la pesca objetivo la constituye el recurso lenguado, a más de una gran cantidad de otras especies con poco valor comercial, entre estas, *Raja equatorialis*. Conocer los aspectos referentes a la biología reproductiva de esta especie resulta de especial interés para una apropiada gestión de la pesquería, ya que al ser explotada como captura accesoria (bycatch), es posible que se produzcan cambios sobre uno de los eslabones de la trama trófica, alterando la estructura y organización del ecosistema.

1.2 ANTECEDENTES

La biología reproductiva de la familia Rajidae ha sido ampliamente estudiada alrededor del mundo. Sin embargo sobre la especie *Raja equatorialis* no se registra estudio sobre reproducción o de otro parámetro de historia de vida. La bibliografía acerca de esta especie se enmarca en listados taxonómicos (Beárez 1996, Coello & Herrera 2010) y en guías de identificación (Mejía-Ladino *et al.* 2011, Martínez-Ortiz & García-Domínguez, 2013). A continuación se hace referencia a los estudios más representativos en cuanto a la biología reproductiva de las especies de la familia Rajidae:

Braccine & Chiaramonte (2002), estudiaron la biología reproductiva de *Psamobatis extenta* en el Puerto Quequén de Argentina, en el cual observaron que el tamaño de la longitud del L_{50} de la madurez de los machos era 26,2 cm de longitud total (LT) (83,6% del tamaño máximo alcanzado), mientras que el 50% de las hembras maduran es en 24,9 cm LT (80,0 % del tamaño máximo alcanzado). La frecuencia de organismos capturados de *P. extenta* estuvo dominado por los peces grandes. Los autores concluyen que la escasez de las categorías de tamaño pequeños podría estar marcada debido a que los juveniles de esta especie viven fuera de las zonas de pesca o a la selectividad del arte de pesca.

Ebert *et al.*, (2008a) presentaron información de la biología reproductiva de veinte y dos especies de rayas del sur de África de la familia Rajidae, de las cuales dos pertenecen al genero *Raja*: *Raja miraletus* y *Raja straeleni*. Estos autores tambien realizan la descripción de las cápsulas ovígeras de quince especies de rayas, las cápsulas se recolectaron en *in situ* o en el útero de las hembras durante el estudio y las cuales utilizaron para desarrollar una clave taxonómica de cápsulas para la identificación de los individuos en las costas de sur de África.

Ebert *et al.*, (2008b) proporcionan información detallada sobre la biología reproductiva de dos especies abundantes del Océano Pacífico del Norte, *Raja binoculata* y *Raja rhina*, ambas especies parecen ser reproductivamente activas durante todo el año ya que no observaron un ciclo estacional ordenado.

Oddone *et al.*, (2008) estudiaron la biología reproductiva de *Atlantoraja cyclophora* en São Paulo, Brasil, a profundidades entre 10 y 146 m. es éste estudio los organismos machos y las hembras se someten a un ciclo anual, con ligeras variaciones estacionales en la actividad reproductiva y un pico en la proporción de hembras con huevos entre

abril y julio. Los autores observaron que para el sur de Brasil, las hembras de *A. cyclophora* alcanzan la madurez en un tamaño más grande que machos.

Paesch & Odone (2008) estudiaron los cambios en la talla de madurez, además de aspectos de la reproducción y proporcionan observaciones preliminares sobre la descripción de las cápsulas de *Dipturus chilensis*. Composición Longitud total de las capturas agrupadas difirió significativamente entre los sexos, las hembras son más grandes que los machos. La proporción de sexos favoreció a las hembras. En aquel trabajo, la madurez calculada para ambos sexos refleja una clara disminución del tamaño de madurez en la zona, en comparación con la estimación anterior realizada por Oddone *et al.*, (2005) para el período de 1994-1995.

Bustamante *et al.*, (2013) estudiaron los aspectos reproductivos de la especie *Zearaja chilensis* en las costas de Chile, observaron que el 89% de los desembarques estaban compuestos relativamente de organismos inmaduros, sugiriendo que esta situación puede poner en peligro la integridad de la especie, si ésta acción continua intrínseca y perdurable. La proporción de sexos en *Z. chilensis* fue sesgada hacia los machos, por lo que los autores sugieren cierta segregación sexual en el área de estudio, aunque desconocieron la razón de el fenómeno.

Las cápsulas ovígeras (los huevos en donde se realiza el desarrollo embrionario) de las especies de Elasmobranchios ovíparas, proporcionan información relevante en concordancia con la biología reproductiva, además de que, la morfología que exhiben éstas estructurasson esencialmente significativas en la identificación de las especies de la familia Rajidae (Oddone *et al.*, 2004). Debido a la importancia que representan las envolturas se han realizado estudios muy puntuales sobre las mismas, los cuales se enlistan a continuación:

Ebert & Davis, (2007) describieron las cápsulas ovígeras de diez especies de Rajidos en el Norte del Pacífico Oriental, entre éstas dos especies del género *Raja*, en el estudio detallaron características como los tamaños, las coloraciones, y las formas.

Concha *et al.*, (2012) examinaron las cápsulas de *Sympterygia lima* estableciendo que las coloraciones de éstas varían dependiendo del tiempo que se mantienen fuera del cuerpo de la hembra, al momento de la expulsión son pálidos amarillos-marrón y en el agua del mar se convierten a marrón oscuro. En cuanto a la forma, la superficie dorsal y ventral son suaves levemente estriadas, conjuntamente las tasas de oviposición fueron

discutidas, demostraron que varían de cuatro a veinte días, con dos huevos depositados a la vez. La presencia de astas en la parte posterior de la cápsula en forma de zarcillo, no es común en las rayas, parece ser exhibidas sólo dentro del género *Sympterygia*, por lo que se convierten en una característica ventajosa para distinguirlas de las otras cápsulas de huevos que se puedan encontrar en la misma numeración latitudinal.

Rocha *et al.*, (2010) detallaron las cápsulas ovígeras de *Psammobatis extenta*, especie pequeña común del Atlántico Sur Occidental. Las características de la morfología general fueron puntualizadas: el color, la textura, la presencia, la posición de las fibrillas de fijación, la anchura de la quilla (Borde lateral de la cápsula) y las formas de fisuras de ventilación con sus respectivas posiciones fueron registrados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los tiburones y las rayas, son los grupos más amenazados de animales marinos en todo el mundo, ya sea por pesca objetivo o pesca incidental (Lucifora *et al.* 2011). Debido a sus características de historia de vida, la mayoría de las especies son vulnerables a la sobrepesca (Walker & Hislop 1998).

Tener un conocimiento sobre la reproducción de los condriktios es esencial para realizar una adecuada evaluación de la población de estas especies, en base a información científica y veraz, para realizar análisis de las estructuras de las poblaciones obteniendo como derivación el conocer la talla de primera madurez sexual de machos hembras y también para evaluar el potencial reproductivo de las puestas individuales de estas especies. Para que las entidades administradoras ejecuten una apropiada toma de decisiones y con ello una apropiada gestión que garantice la conservación de estas especies.

Para comprender la dinámica de las poblaciones sujetas a la explotación pesquera y el esfuerzo que se ejerce sobre ellas se requiere procesar información sistemática biológico-pesquera para generar indicadores clave y modelos predictivos para así implementar programas para el manejo sustentable (Coello 2005).

En el Ecuador la captura de los tiburones y rayas es incidental no deseada y está vinculada con los distintos arte de pesca tanto industrial como artesanal (Coello 2005) generado preocupación por los organismos reguladores que desde el 2006 el Ecuador cuenta con un Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de los Tiburones (PAT-EC), en el marco de Plan de Acción Internacional propuesto por la FAO, en el cual el objetivo principal es la conservación y el manejo sostenible de tiburones, rayas y quimeras, que se encuentran en las aguas ecuatorianas (Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad 2006) .

Aunque ya existen estos avances en la regularización de los recursos de peces cartilaginosos, los estudios con respecto a la biología de especies de rayas, y en especial de la familia Rajidae son nulos en Ecuador y es precisamente en este plan PAT-Ec en donde se invita a incrementar el conocimiento biológico de las poblaciones de los tiburones y rayas que habitan en aguas ecuatorianas.

La especie *Raja equatorialis* se sitúa en la categoría de datos insuficientes, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la

Naturaleza ([Kyne & Valenti 2009](#)), esta lista juega un papel cada vez más importante en la orientación de las actividades de conservación de los gobiernos, organizaciones no gubernamentales e instituciones científicas, y una especie en esta categoría puede estar bien estudiada, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos adecuados sobre su abundancia y distribución ([UICN, 2001](#)). Se considera que una especie con datos insuficientes no está amenazada, pero se indica que se requiere más información que demuestre si este estado debe ser replanteado. Por lo que el generar información sobre los parámetros reproductivos de esta especie es un indicio de tener una pesca responsable para un adecuado manejo de una pesquería sustentable.

Además la descripción de las cápsulas de esta especie sería de amplia importancia; ya que las cápsulas de los condriktios son reconocidas como substanciales para la identificación de especies y la expulsión de los huevos es un proceso importante en el desarrollo y supervivencia de la descendencia de las especies ovíparas, así mismo proporcionan información relevante en relación a la biología reproductiva ([Odone 2004](#)).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Describir los aspectos reproductivos de *Raja equatorialis*, desembarcadas en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas en Santa Elena, Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ❖ Establecer composición de tallas y la proporción de sexos de los individuos capturados de la especie *Raja equatorialis* en el Puerto artesanal de Santa Rosa.
- ❖ Descripción del aparato reproductor y los estados de madurez en hembras y machos de *Raja equatorialis*.
- ❖ Establecer la talla de madurez sexual L_{50} en hembras y machos de *Raja equatorialis*.
- ❖ Conocer el ciclo reproductivo de la especie.
- ❖ Describir el modo reproductivo y las cápsulas ovígeras de la raya ecuatorial.

1.5 HIPÓTESIS

De acuerdo a bibliografía estudiada, el modo reproductivo que se presenta en las especies del género *Raja* es el ovíparo simple, que es donde se halla una sola cápsula por útero. Por lo que *Raja equatorialis* se halla en este género, se esperaría que presente el mismo modo reproductivo.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables dependientes

- ❖ Longitud de gonopterigios
- ❖ Ancho y largo de testículos
- ❖ Ancho y largo de los ovarios

1.6.2 Variables independientes

- ❖ Longitud total
- ❖ Estado de madurez

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (EBERT & COMPAGNO 2007)

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Chondrichthyes

Subclase: Elasmobranchii

Orden: Rajiformes

Familia: Rajidae

Género: Raja

Especie: *Raja equatorialis* (Fig. 1)

Nombre común: Raya ecuatorial

Nombre en inglés: Equatorial Skate



Figura 1. Especie *Raja equatorialis*.

2.1.1 Descripción

Disco en forma romboide, su ancho es menos del 70% de la longitud total. La cola es moderadamente estrecha y alargada y presenta dos aletas dorsales al final de la misma. Presenta una hilera de aguijones en la línea media anterior del disco y hasta tres en la parte posterior; de 1 a 3 aguijones en la región escapular, de 4 a 5 hileras de aguijones sobre la cola, 2 hileras sobre el hocico y aguijones alrededor de los ojos y posterior a ellos (Mejía-Ladino *et al.* 2011, Martínez-Ortiz & García-Domínguez 2013).

Dorso café claro; en el centro de cada aleta pectoral presenta numerosas manchas oscuras, pero no en forma de ocelo; posee puntos negros sobre la zona interorbital y alrededor de los ojos. (Mejía-Ladino *et al.* 2011). La cara ventral es blanca con bordes de las aletas pectorales de color café claro a violeta.

2.1.2 Distribución

Se encuentra distribuida desde el Golfo de California hasta Perú, incluyendo las islas Galápagos. Es una especie de hábitats bentónicos, que habita en la plataforma continental del Pacífico Oriental a profundidad de entre de 20 a 200 metros (Kyne & Valenti 2009).

2.2 LA PESQUERÍA DE RAYAS EN EL ECUADOR

En el Ecuador los listados de las especies reportadas de Rajiformes han aumentado a lo largo de los años, hasta el 2005 se reportaban 26 especies (Herrera *et al.*, 2003; Aguilar *et al.*, 2005; Coello, 2005), y Martínez-Ortiz & García-Domínguez 2013 reportaron 33 especies, aun así se conoce que existen otros registros pero no han sido publicados, por lo que el número total de especies presentes en Ecuador seguramente es mucho mayor.

Las rayas de agua dulce del género *Potamotrygon* están presentes en la Amazonía ecuatoriana y han sido tradicionalmente consumidos por las poblaciones orientales. No obstante no existe un inventario de rayas de agua dulce (Coello, 2005)

Como método de regulación del recurso condricthios existe El Plan de Acción Internacional, en donde se emplea el término “tiburones” para referirse a todas las especies de la Clase Chondrichthyes (tiburones, rayas, y quimeras) (Coello, 2005).

Las especies del género *Mobula* se encuentran protegidas por este plan de regularización en donde se prohíbe la captura de éstas especies en todo el territorio

ecuatoriano, y también las especies de mantas están en el apéndice 1 de la CITES, en donde es una especie protegida a nivel mundial.

En Ecuador las rayas han sido tradicionalmente aprovechadas por los pescadores artesanales del continente. Las etnias de la Amazonía tradicionalmente consumen rayas de agua dulce (género *Potamotrygon*) que capturan con lanza; el nombre local es Raya en Kichwa y Kashap en Shuar. Se consume la carne de las aletas tanto frita como en Maito, que es un bollo que se envuelve con hojas y se cuece a la brasa. El aguijón lo utilizan las parteras para acelerar el parto, para esto se hace beber agua con raspado del aguijón a las parturientas (Aguilar 2005).

2.3 MODOS REPRODUCTIVOS EN CONDRICTIOS

Los condrictios o peces cartilaginosos (tiburones, rayas, y quimeras) son una de la más antigua vida de grupos de vertebrados con mandíbulas (Wourms 1977).

La fecundidad es baja con pocas excepciones, es decir que producen una cantidad relativamente pequeña de huevos grandes, los condrictios son ovíparos o vivíparos (Wourms *et al* 1988). Emplean la fecundación interna a través de órganos copuladores pareados, tienen elaborados y complejos sistemas y estructuras reproductivas (Wourms 1977, 1981).

Los peces cartilaginosos muestran una diversidad de modos reproductivos que se derivan por el lugar donde se lleva a cabo el desarrollo embrionario y la fuente de energía para este desarrollo (Wourms 1977, 1981). Si se completa cualquier parte del desarrollo embrionario fuera del cuerpo de la madre, el modo de reproducción es ovíparo, si se da el desarrollo total hasta el parto dentro del cuerpo de la madre, se define como viviparidad (Wyffels 2009).

2.3.1 Modo reproductivo vivíparo

Las especies vivíparas conservan los huevos dentro del útero donde los embriones se desarrollan. Este modo reproductivo se divide en vivíparas placentarias y aplacentarias. En los primeros, el saco vitelino se interdigita con la pared uterina para formar una placenta en el que los nutrientes de la madre se transfieren al embrión directamente, al menos 70 de las 250 especies de tiburones (alrededor del 28%) presentan este modo reproductivo (Wourms & Demski 1993).

Las especies vivíparas aplacentarias pueden ser lecitotróficas o matrotroóficas. El desarrollo lecitotrófico se produce cuando los embriones derivan su nutrición exclusivamente a partir de reservas del vitelo mientras que el desarrollo matrotroífico se produce cuando embriones complementan las reservas de vitelo mediante la obtención de nutrientes procedentes de la madre durante la gestación, éstos pueden ser por medio de trofonemata, oofagia, adelfofagia (Wourms & Lombardi 1992); la primera es la liberación de nutrientes por medio de fluidos del utero o también llamada leche uterina y ésta es absorbida por el embrión, la segunda se caracteriza por alimentar al embrión con ovocitos, estos ovocitos pueden o no estar fértiles. Cuando los ovocitos si se fertilizan dan como resultado la tercera, en donde se presenta el canibalismo intrauterino (Wourms 1981, Koob 1999; Wyffels 2009). La ventaja del modo reproductivo matrotroífico es el aumento en el tamaño de la talla en el nacimiento y por lo tanto aumento de la supervivencia de las crías.

Otra consideración importante en la evolución de los elasmobranquios y sus estrategias reproductivas es la presencia o ausencia de compartimentos uterinos, éstos se forman en todas las especies con el desarrollo placentario y algunas especies con desarrollo aplacentario y se proponen como un paso importante en la evolución de viviparidad placentaria (Otake 1990).

2.3.2 Modo reproductivo ovíparo

El modo reproductivo ovíparo se produce en aproximadamente el 43% de las diferentes especies de elasmobranquios. Heterodontiformes, Orectolobiformes, Scyliorhinidae y en todas las especies de la familia Rajidae (rayas verdaderas) (Compagno 1990, Compagno 2001).

En este modo reproductivo no hay una inversión directa de la madre con respecto a la alimentación del embrión, la nutrición a éste es puramente lecitotrófica. El desarrollo embrionario se da dentro de una envoltura llamada cápsula ovígera (formada por tyrosina, glicina, serina, incorporación de calcio y magnesio) de consistencia coriácea y semipermeable, que es depositada en el medio ambiente (Koob 1991), por lo que permite el paso de nutrientes, sales y solutos con el medio (Hamlett & Koob 1999). Las cápsulas adquieren varias formas interesantes, tradicionalmente se han denominado monederos de sirena o cajas de tabaco marino debido a sus diversas formas (Libby 1959). Lo que ha desarrollado la capacidad de distinguir especies utilizando la morfología de la cápsula (Beard 1890, Hussakof 1914).

El modo reproductivo ovíparo en las rayas se clasifica en dos formas de oviparidad: simple o extendida y múltiple o retenida (Nakaya 1975, Compagno 1990). La oviparidad simple o extendida es cuando se realiza la oviposición de los huevos de manera continua e individual en toda la temporada reproductiva. El desarrollo embrionario se produce exclusivamente externo a la hembra con la excepción de las primeras etapas de desarrollo, la oviparidad múltiple o retenida se produce muy raramente y se refiere cuando se encuentra mantenidos en las hembras uno o más huevos en cada oviducto de una porción significativa de su incubación pero son depositados al medio antes de la eclosión. Una forma de oviparidad retenida se produce en algunas pintarrojas scyliorhinidos (Compagno 1988, Compagno 1990, Wyffels 2009).

Existe también la cápsula poliovular que se da en las especies *Raja binoculata* y *Raja pulchra*. Esta cápsula consiste en encapsular varios huevos fertilizados dentro de una sola cápsula ovígera (Ishiyama 1958, Hitz 1965).

2.4 DESARROLLO DE LA CÁPSULA

La cápsula empieza su formación en la glándula oviducal para posteriormente en el útero llevarse a cabo la esclerotización (proceso de recubrimiento de quinona) y posteriormente son depositadas en el medio marino, la periodicidad de este evento puede ser de horas, días semanalmente o de varios meses (Castro *et al.* 1988). La formación de la cápsula es similar para todas las especies, pero su forma final depende de la actividad y la disposición de los túbulos dentro de la glándula oviducal (Smith *et al.*, 2004)

La descripción del desarrollo de la cápsula se realiza de acuerdo a la descrita por Templeman (1987):

Los cuernos posteriores de la cápsula son los primeros en desarrollarse, éstos crecen de izquierda a derecha del surco profundo transversales de la glándula oviducal. El borde posterior de la cápsula se va formando desde la parte posterior de la glándula, es decir, que la cápsula se desarrolla desde la parte posterior a la anterior (Templeman 1987).

El ovocito, entra en el ostium de cada oviducto y es fertilizado a medida que pasa por el tubo hacia la cápsula abierta en la glándula oviducal. Las partes posteriores de la cápsula en desarrollo son de color marrón o verdoso y se endurecen gradualmente, y la parte anterior son más blancos suaves. Los cuernos anteriores son más cortos que los

posteriores y es la última sección que produce la glándula oviducal. Normalmente, la cápsula completa dentro de la raya se encuentra en el útero inmediatamente por detrás de la glándula oviducal. Las superficies de la cápsula son convexas dorsalmente y ventralmente más bien plana, en los extremos, la cápsula se cubierte con una masa de fibras (Templeman 1987).

El ovocito fecundado ingresa a la cápsula cuando ésta se ha formado aproximadamente del 30 al 50% de su desarrollo total, el huevo fertilizado entra al lumen y posteriormente la cápsula se cierra y se finaliza la formación de la parte anterior de la cápsula. Una cápsula se forma en un promedio aproximado de doce horas (Koob & Callard 1999)

2.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURAS DEL APARATO REPRODUCTOR DE CONDRICTIOS

2.5.1 Estructuras del aparato reproductor de los Machos

Los organismos machos de las diversas especies de rayas, al igual que los demás condrictos, presentan aparatos reproductor interno y externo, el interno lo forman los testículos, conductos eferentes, epidídimo, glándula de Leydig, conductos deferentes y vesícula seminal (Fig.2). El externo está compuesto por un par de órganos copuladores pareados llamados gonopterigios, myxopterygios o “claspers” que son extensiones de las bases posteriores de las aletas pélvicas (Walker 2005).

Los testículos

Son las gonadas de los machos, tienen dos funciones primordiales: La espermatogénesis (Generación de células germinales) y la esteroidogénesis (secreción de hormonas esteroides) (Walker 2005). Los espermatozoides maduros son descargados desde el testículo a través de los conductos eferentes después al epidídimo que se presenta de manera de finos tubos enrollados y de ahí pasa a los vasos deferentes, para luego llegar hasta la vesícula seminal (Hamlett 1999, Wourms 1977, Conrath 2005).

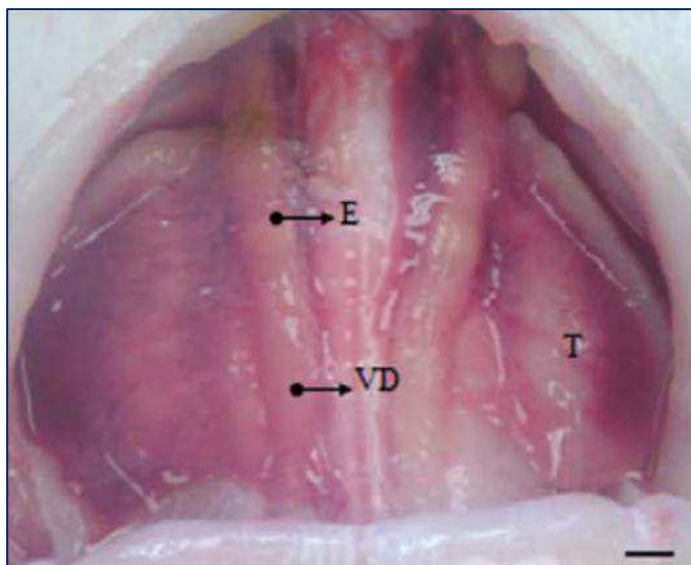


Figura 2. Estructuras del aparato reproductor de un macho de *Raja clavata*. E: Epidídimo, VD: Vasos Deferentes, T: Testículo. (Tomado de Serra-Perreira 2011).

Conductos espermáticos

El proceso de la espermiogénesis, donde espermátidas maduran hasta convertirse en espermatozoides móviles, se produce en estos conductos (Walker 2005). Las secreciones de la glándula de Leydig facilitan la maduración de los espermatozoides, esta parte anterior del riñón que ha perdido su función excretora para adquirir una función secretora de una gran parte de los fluidos seminales (Wourms 1977).

Gonopterigios

Los gonopterigios son una prolongación de las aletas pélvicas, cuya función es de órganos copuladores, los cuales son introducidos en la hembra en el momento de la cópula (Walker 2005). Esta estructura está formada por la base, que es el punto de inserción en donde se observa la rotación, lo cual es indicador de que el macho ya ha realizado la cópula, presenta una abertura que se extiende desde la base hasta la punta distal en donde toma el nombre del rifiodón, en la parte interna del rifiodón presenta una estructura en forma de garfio, que de acuerdo Wourms (1977) le sirve de anclaje en el útero para el momento del apareamiento y no se remueven hasta que se completa la transferencia de esperma (Jones *et al.* 2005)

2.5.2 Estructuras del aparato reproductor de las hembras

Las rayas tienen un aparato reproductor compuestos de diferentes estructuras y cada una de ellas con una funcionalidad específica, las cuales son :ovarios ,oviductos, cada, ostium, , glándula oviducal, istmo,úteros, el cuello uterino, seno urogenital (Fig. 3) ([Hamlett & Koob 1999](#)).

Ovarios

Las funciones de los ovarios es de generar de células germinales, generar y acumular vitelo y la biosíntesis y secreción de hormonas. El ovario consta de oocitos, folículos ováricos y órgano epigonal. Este último está presente en la mayoría de las especies y le sirve de soporte al ovario. El ostium es el túnel anterior y apertura del oviducto que funciona para recoger los huevos ovulados ([Wourms 1977](#))

Están unidos en cada lado de la columna vertebral a la pared anterior-dorsal de la cavidad del cuerpo por un mesenterio, el mesovario, estructura y forma son variables ([Wourms 1977](#)).

Ovocitos

Los folículos ováricos se encuentran debajo de una sola capa de tejido generativo que a medida que maduran, una estoma se desarrolla en el peritoneo a través que el ovocito pasa en ruta hacia el ostium ([Pratt 1988](#)).

Un folículo se compone de un oocito rodeado por las células de la granulosa y delimitado por la lámina basal, el tamaño de las cuales para muchos depende de la etapa del ciclo reproductivo ([Hamlett & Koob 1999](#)). La ovulación de los ovocitos más grandes ocurre cuando alcanzan un tamaño determinado. Un ovocito atrésico se forma por la degeneración de los folículos preovulatorios y resorción de yema de huevo de los ovocitos. La atresia de un folículo puede suceder a cualquier tamaño ([Hamlett & Koob 1999](#)).

Oviductos

Después de la ovulación, los ovocitos son movidos por los cilios en la cavidad peritoneal a un único ostium que se bifurca en izquierda y derecha los oviductos ([Walker 2005](#)).

Se pueden distinguir cuatro regiones: un ostium, las glándulas oviducal o nidamentales; el istmo. El ostium es un embudo en el extremo anterior del oviducto que sirve para recoger el huevo ovulado. Desde el ostium, una porción tubular del oviducto conduce a la glándula nidamental (Pratt 1988).

Las glándulas oviducal

La glándula oviducal es una parte especializada del oviducto en la cual se origina la cápsula ovígera, la albumina y es aquí donde se efectúa la fertilización (Hamlett *et al.* 1998), y también es una estructura para el almacenamiento de esperma (Metten 1939, Pratt 1993, Hamlett *et al.* 2002, 2005)

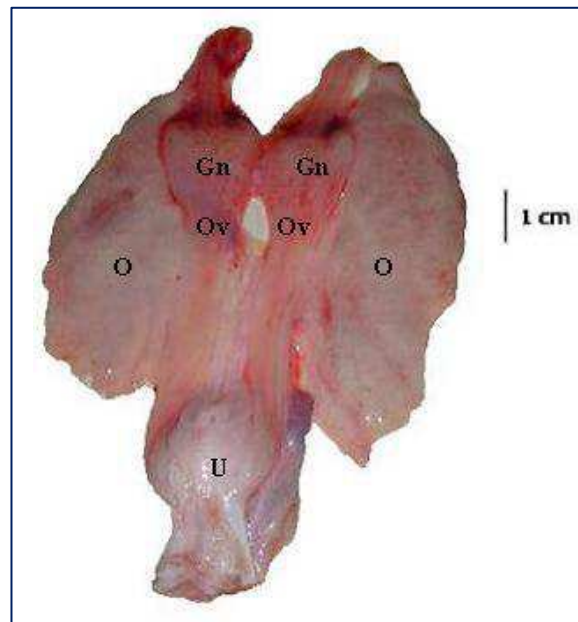


Figura 3. Sistema reproductor femenino de un ejemplar en maduración de *Atlantoraja platana*. Gn: glándula nidamental, O: ovario, Ov: oviductos, U: útero. (Tomado de Coller 2012).

Casi todos los elasmobranquios encapsulan huevos en materiales sintetizados, secretados, y montados por la glándula del oviducto (Hobson 1930, Metten 1939, Hamlett *et al.* 1998). Las glándulas nidamentales, oviducal o de la concha en todas las especies ovíparas, producen cápsulas ovígeras debido a la rápida producción de éstas, se requieren considerablemente de perfeccionamientos morfológicas y metabólicas. En las especies vivíparas, las glándulas nidamentales fabrican membranas para los ovocitos o para el período de gestación, como en los tiburones del género *Sphyrna* (Hamlett *et al.* 1998).

Úteros

Las paredes del útero son gruesas, esponjosas y vasculares, durante la primera gestación, pero a medida que avanza la gestación, se convierten en finas, semitransparentes y vascularizadas. En las especies ovíparas, el útero normalmente sólo sirve como un pasaje para los huevos (Pratt 1988).

Seno Urogenital

Es la zona del aparato reproductor que esta en contacto con el medio marino, es el segmento entre el útero y la cloaca.

2.6 MADUREZ Y CICLO OVÁRICO.

Las investigaciones en cuanto a las dinámicas de las poblaciones de condriktios, requieren de definiciones claras para distinguir tres condiciones reproductivas, que se refieren a la época de reproducción y la periodicidad de la ovulación y las puestas (Walker 2005).

Los Condriktios exhiben una variedad de estrategias reproductivas asociadas con tres tipos básicos de ciclos reproductivos: Reproducción durante todo el año; un ciclo anual parcialmente definido con uno o dos picos; o un ciclo anual o plurianual bien definida (Wourms & Demski 1993).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende el Puerto Pesquero Artesanal Santa Rosa de Salinas, ubicado en la provincia de Santa Elena, Ecuador ($0^{\circ} 56'59''\text{S}$; $80^{\circ} 42'34''\text{W}$) (Fig. 4). En la costa noroccidental de América del Sur, en el Pacífico Oriental Tropical.



Figura 4. Ubicación geográfica del área de estudio. Santa rosa de salinas, Ecuador ($0^{\circ} 56'59''\text{S}$; $80^{\circ} 42'34''\text{W}$).

Ecuador se encuentra influenciado por un sistema de corrientes y contracorrientes; superficiales: como la corriente ecuatorial norte y corriente ecuatorial sur las cuales presentan una dirección hacia el lado Oeste del Océano Pacífico así como también la contracorriente ecuatorial Sur que se desplaza hacia el lado Este del Pacífico; y las sub superficiales: como la Corriente contra ecuatorial Norte que se mueve hacia el lado Este y la corriente de Cromwell que se sitúa sobre el Ecuador geográfico. Además de las corrientes del frente ecuatorial hay una que influye de manera regional, la corriente de Humboldt que bordea Suramérica de sur a norte (Espinoza 1996).

El clima del Ecuador se caracteriza por dos estaciones bien definidas: húmeda y cálida entre diciembre-mayo y una seca y fría entre junio-noviembre. La estación lluviosa está influenciada principalmente por dos factores: 1) La presencia de la corriente cálida de El Niño; 2) La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Por otro lado, la estación seca está dominada por la presencia de la Corriente fría de Humboldt, la que también es

responsable de la relativamente baja temperatura, y alta nubosidad presentes en la costa ecuatoriana durante el segundo y tercer cuatrimestre del año (Espinoza 1996).

El Puerto Pesquero Artesanal de Santa Rosa de Salinas, es una de las principales caletas pesqueras del Ecuador; en ésta operan varias flotas que dirigen sus esfuerzos de pesca a diferentes recursos a lo largo del año. Este puerto, es considerado el más importante del país en lo referente a la flota pesquera artesanal de fibra de vidrio (Coello *et al.* 2010), con alrededor de 1000 lanchas es considerado además el segundo puerto en importancia económica a nivel nacional, reconocido por la calidad y frescura de sus productos pesqueros.

3.2 TRABAJO DE CAMPO

Los muestreos se realizaron desde el mes de Mayo de 2013 a Abril de 2014. Se hicieron quincenalmente, compuestos de dos días cada uno, con un total cuatro días al mes.

Para la correcta identificación de la especie, se revisaron con anticipación bibliografía existente como la guía de campo Condriictios del Ecuador (Martínez –Ortiz & García Domínguez 2013, Mejía-Ladino *et al.* 2011).

En el campo pesquero se midió con una cinta métrica en centímetros (cm) a cada uno de los organismos, se tomó la longitud total (LT) desde la punta del morro hasta el final de la cola, el ancho de disco (AD) entre el punto más extremos de las aletas pectoral, el largo de disco (LD) se consideró desde la punta del morro al extremo de la aleta pectoral, además se les tomó el peso total de cada individuo en kilogramos (Kg) con una balanza digital y se les registró el sexo a cada uno de los individuos (Fig. 5).

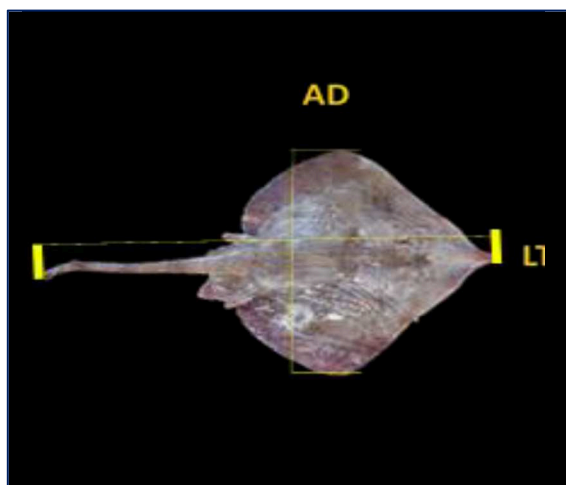


Figura 5. Medidas tomadas a cada organismo. LT: Longitud total, AD: Ancho de disco.

Para determinar el sexo del individuo se observaron la presencia de los gonopterigios (órgano copulador) en la parte posterior de la aleta pélvica en los organismos machos y la ausencia de éstos en las hembras. En los organismos machos se procedió a medir los gonopterigios en centímetros, desde la parte posterior de la cloaca (punto de inserción) hasta el punto extremo del mismo. Se registraron las características de madurez como rotación de los gonopterigios, abertura del rifiodón y presencia del material espermático. Se evaluó el grado de calcificación de los gonopterigios en donde 0 representó a los organismos juveniles inmaduros, 1 a los organismos juveniles en maduración y 2 a los organismos totalmente maduros (Pratt 1979).

Para la colecta de las estructuras reproductivas se realizó una disección en la parte ventral a cada individuo, tomando muestras en hembras de los ovarios, glándula nidamental y úteros. Mientras que en los machos se colectó los testículos, epidídimos, conductos espermáticos y vesícula seminal, las muestras se etiquetaron y se guardaron en frío, y se transportaron al Laboratorio de Recursos Marinos del Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

3.3 TRABAJO DE LABORATORIO

En machos se midió el ancho y largo del testículo más desarrollado de la muestra. En hembras, el diámetro de la glándula nidamental, el ancho y largo del ovario que mayormente se encontró desarrollado, contando el número de los ovocitos de tamaño similar, además se tomó el diámetro del ovocito más desarrollado en cada uno de los ovarios.

Para establecer el estado de desarrollo de las estructuras reproductivas, se utilizó la escala de madurez propuesta por [Colonello \(2009\)](#), en donde detalla tres estadios para los organismos machos y cuatro estadios para hembras ovíparas, los cuales se detallan a continuación:

3.3.1 Estados de madurez en hembras

Estado 1 (JUVENIL): Los ovocitos son menores tienen un tamaño menor a 2 mm y están rodeados de abundante órgano epigonal, las glándulas oviducal se hallan indiferenciadas y los úteros se encuentran adheridos a la pared dorsal de cavidad abdominal. (Fig. 6 A)

Estado 2 (JUVENIL): En este estado se observan ovocitos mayores a 2mm, con una coloración transparente, pero ya se empieza a acumular vitelo (pre-vitelogelológicos), la glándula oviducal comienza a distinguirse del oviducto, pero aún no se distinguen las distintas regiones que la conforman. (Fig.6 B)

Estado 3 (MADURAS): Los ovarios contienen ovocitos vitelados de color amarillo, se pueden observar las regiones de las glándulas oviducal a simple vista y las paredes de los úteros gruesas. Los ovocitos presentan tamaños diversos (Desde pre-vitelogelológicos hasta pre-ovulatorios). La glándula presenta un gran tamaño, especialmente durante la etapa reproductiva por la formación de las cápsulas. (Fig. 7 A).

Estado 4 (MADURA CON CÁPSULAS): Este estado corresponde a la ovulación. Se encuentra una cápsula coriácea alojada en los úteros con un ovocito fecundado. En ocasiones es factible la ausencia de un ovocito dentro de la cápsula, especialmente al final de etapa reproductiva o encontrar dos ovocitos por cápsula. Este estado se considera desde el inicio de la formación de la cápsula, distinguible por la formación de los cuernos posteriores en la glándula hasta su liberación. Durante la formación de las cápsulas, la glándula presenta un tamaño máximo y los úteros con paredes muy delgadas con abundante irrigación (Fig. 7 B).

3.3.2 Estados de madurez en machos

Estado 1 (JUVENIL): Los testículos son comprimidos dorso-ventralmente, las vesículas seminales no se diferencian y se encuentra abundante órgano epigonal rodeando a los testículos, el complejo ductal (epidídimo y ductos eferentes) no se diferencia a simple vista. Los gonopterigios no sobrepasan el extremo de la aleta pélvica (Fig.8 A)

Estado 2 (JUVENIL): Se diferencian las vesículas espermáticas rodeadas por abundante órgano epigonal, los epidídimos y ductos eferentes están diferenciados y comienzan a enrollarse y los gonopterigios sobrepasan las aletas pélvicas pero no están calcificados. (Fig.8 B)

Estado 3 (ADULTO): Las vesículas espermáticas están totalmente desarrolladas y con escaso órgano epigonal alrededor, los epidídimos y los conductos eferentes tiene las paredes desarrolladas están contornados y los gonopterigios sobrepasan el extremo de la aleta pélvica y presentan calcificación. La presencia de semen en los epidídimos y/o conductos eferentes es propio de los organismos adultos pero la falta del material espermático no es significancia de un estado juvenil, ya que puede ser consecuencia de la temporada reproductiva (Fig.8 C). Por otro lado el grado de calcificación es propio de cada especie, pero en especie de la familia Rajidae tienden a ser más calcificado que en las especies vivíparas.

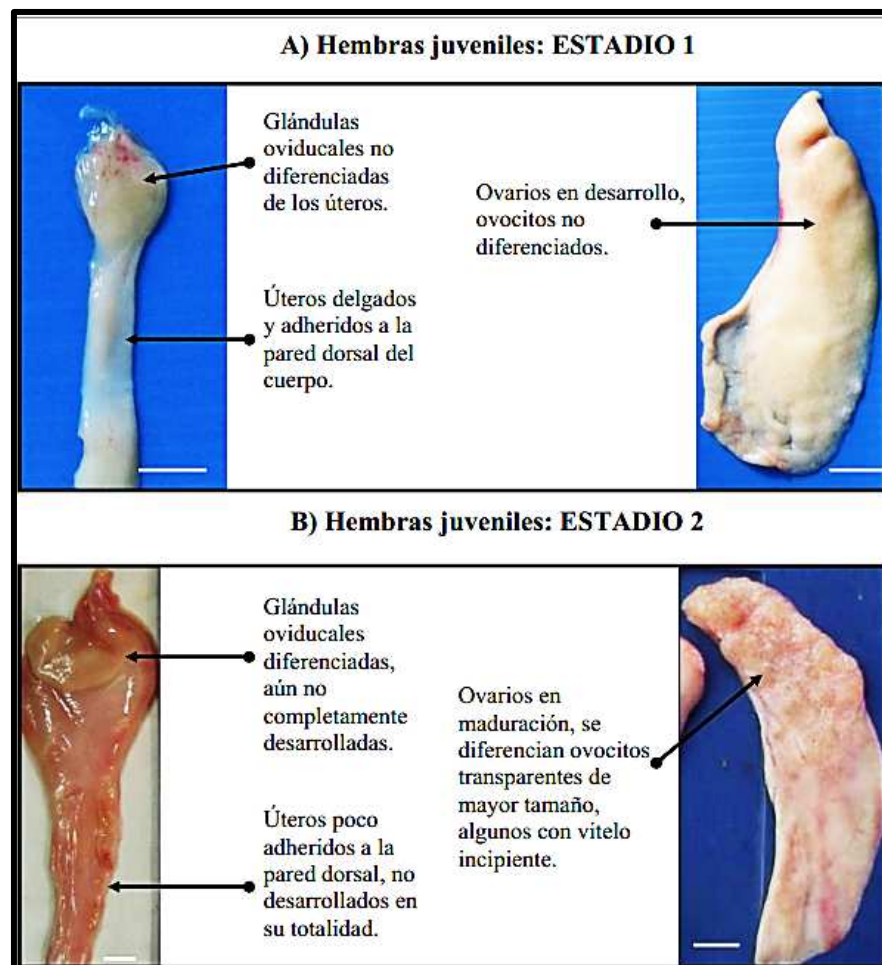


Figura 6. Estado de madurez de hembras en condricthios. Las barras blancas indican 1 cm .A) Hembras juveniles estadio I.B) Hembras juveniles estado II. (Tomado de Colonello 2009).

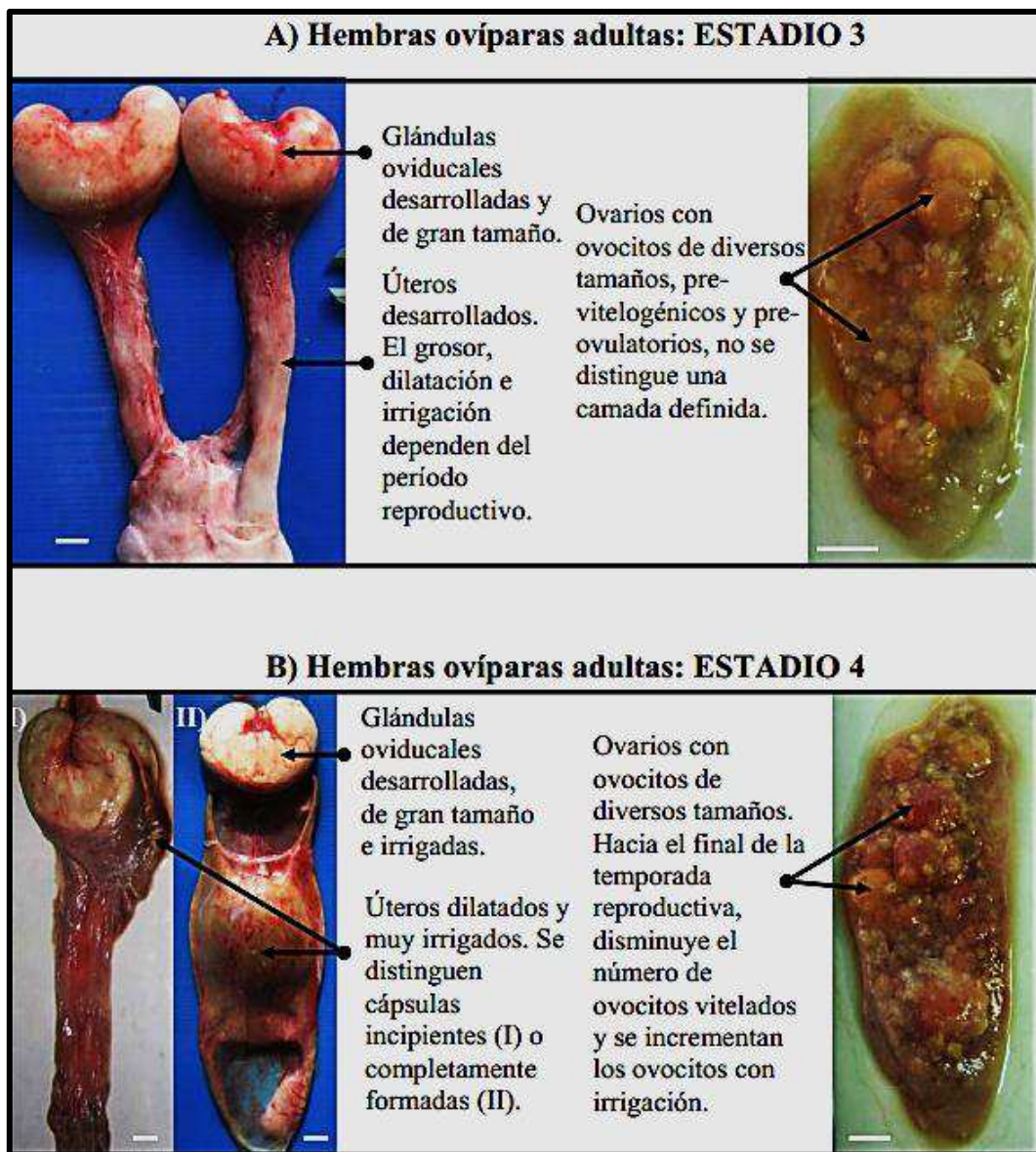


Figura 7. Estado de madurez de hembras en condrictios. Las barras blancas indican 1 cm .A) Hembra maduras estadio III. B) Hembras adultas estadio VI. (Tomado de Colonello 2009).

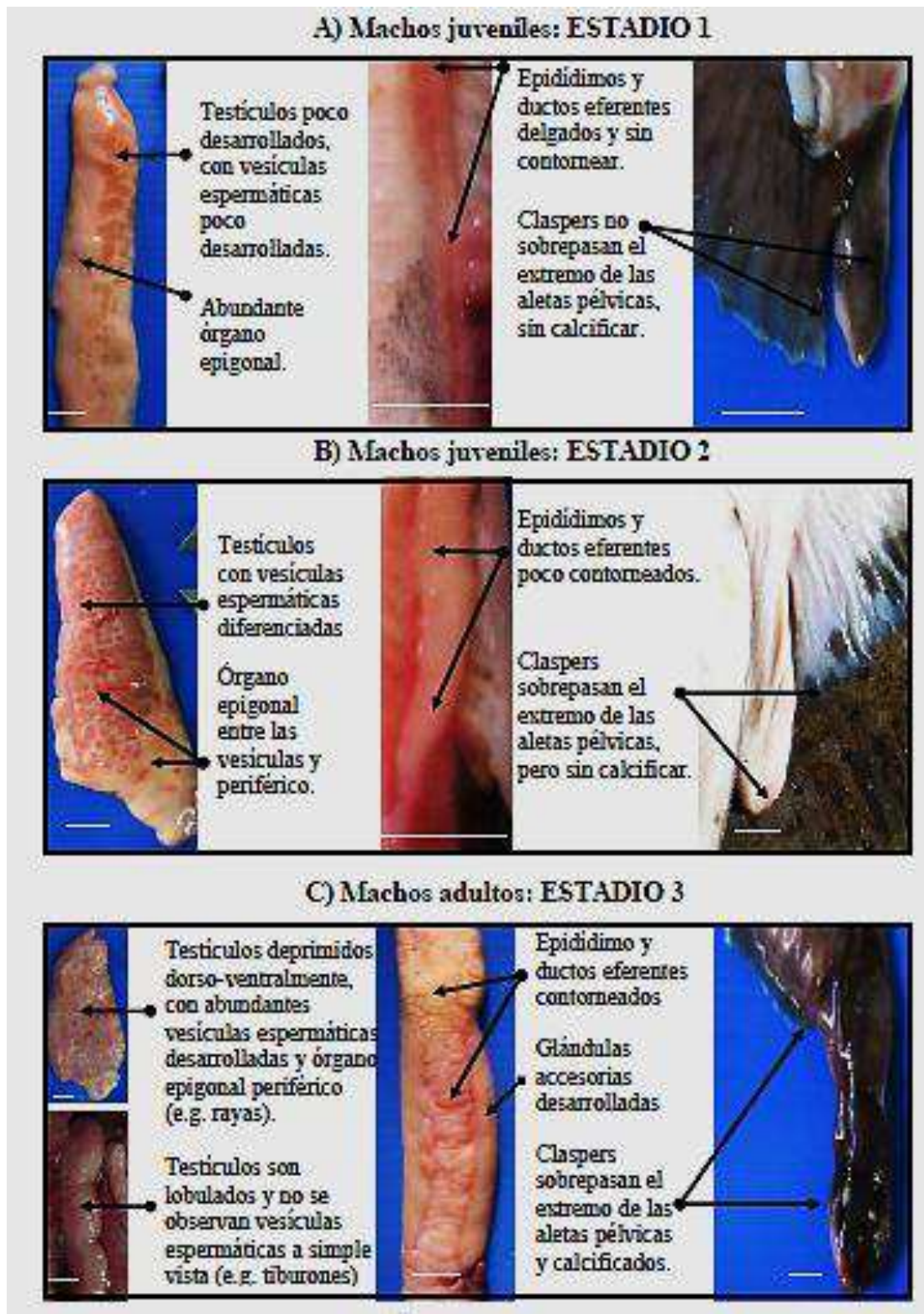


Figura 8. Estadio de madurez de machos en condriactios. Las barras blancas indican 1 cm. A) Macho juvenil estado I. B) Macho juvenil estado II. C) Macho adulto estado III. (Tomado de Colonello 2009).

3.3.3 Descripción de las cápsulas ovígeras

Se registró la morfología general de las cápsulas, así como su coloración, textura, número de ovocitos fecundados, posición de las fibrillas de adhesión, presencia o ausencia del borde plano lateral llamado “quilla”. Para la detallada descripción de las cápsulas se tomaron 21 medidas a las estructuras morfológicas de las cápsula de acuerdo a Ebert & Davis (2007) y Treolar *et al.*, (2006), para medir se utilizó un calibrador con precisión 0.1 mm. Se midió : Ancho máximo del cuerpo (AMáxC), ancho mínimo del cuerpo (AMinC), longitud del cuerpo (LC), longitud de las fibrillas de adhesión izquierda (LFAIz), longitud de las fibrillas de adhesión derecha (LFADe), ancho de fibrillas de adhesión izquierda (AFAIz), ancho de fibrillas de adhesión derecha (AFADe), longitud recta del cuerno anterior izquierdo (LRCAIz), longitud recta del cuerno anterior derecho (LRCADE), longitud recta del cuernos posterior izquierdo (LRCPIz), longitud recta del cuerno posterior derecho (LRCPDe), longitud recta del cuerno posterior izquierdo con prolongación (LRCPPIz), longitud recta del cuerno posterior derecho con prolongación (LRCPPDe), longitud curva del cuerno anterior izquierdo (LCCAiz), longitud curva del cuerno anterior derecho (LCADe), longitud curva del cuerno posterior izquierdo (LCCPIz), longitud curva del cuerno posterior derecho (LCCPDe), largo del borde anterior (LBA), largo del borde posterior (LBP). longitud base anterior (LBA), longitud base posterior (LBP).

Solo las cápsulas totalmente desarrolladas se le registraron el peso. Los términos 'anterior' / 'posterior' y 'dorsal' / 'ventral' se refieren a la posición de las cápsulas de huevos en el oviducto de la hembra (Templeman 1982).

Las cápsulas fueron fijadas con formalina al 10% y se preservaron en etanol al 50% y se almacenaron en la colección de Laboratorio de Recursos Marinos del Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

3.4 TRABAJO DE GABINETE

Composición de tallas

La composición de tallas de los individuos capturados se analizaron con histogramas de frecuencia en donde se observó la ocurrencia de la especie durante los meses de muestreo, los tamaños mínimos y máximos registrados, así también se comparó entre individuos hembras y machos.

Para observar el inicio de la madurez se graficó el desarrollo de las estructuras reproductivas en relación con la longitud total (Natanson & Cailliet 1986)

Proporción de sexos

Para evaluar las posibles diferencias en la proporción de sexos de las muestras, se dividió el número de hembras para el número de machos lo obtenido se analizó bajo la hipótesis nula de 1:1 y se corroboró con la prueba estadística del Ji-cuadrada con la corrección de Yates (Daniel 2002) con una confianza del 95%, la Ji-cuadrada se la realizó en el programa estadístico R Studio con el paquete de datos FSA.

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

Donde:

χ^2 = Ji-cuadrado

O = Observado

E = Esperado

Talla mínima de reproducción y talla de madurez L_{50}

Para la estimación de la talla mínima de reproducción de ambos sexos se empleó como criterio al macho y la hembra de menor talla en la muestra que presentaron evidencias de un desarrollo gonadal en estados de adulto..

Para calcular la talla L_{50} a la cual el 50% de la población es madura, se empleó una curva de regresión logística, la cual se ajustó a los datos binomiales de madurez (inmaduro= 0 y maduro=2) (Mollet *et al.* 2000), para este análisis y para realizar el gráfico se utilizó el programa estadístico R Studio con el paquete de datos FSA.

Dicho modelo fue:

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

Donde:

P = Probabilidad de madurez

e = Función exponencial

a y b = Parámetros de madurez

LT = Longitud total

Ciclo reproductivo de la especie

Se analizó la presencia de las cápsulas y el tamaño de los ovocitos más grandes con presencia de vitelo a lo largo de los meses del muestreo para analizar el ciclo reproductivo en la especie.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS.

Se registraron 104 organismos (48 hembras Y 56 machos) desde el mes de mayo del 2013 hasta febrero del 2014, abarcando 9 meses consecutivos de muestreo en los cuales la especie se registró de manera regular a lo largo del periodo de estudio. El mes que presentó mayor número de organismos fue octubre con 38 organismos (11 hembras y 27 machos) seguido del mes de febrero, en el cual se obtuvieron datos de 26 individuos (13 hembras y 13 machos); los meses con menos cantidad de organismos monitoreados fueron junio, julio y diciembre del año 2013, en los cuales se obtuvieron no más de un solo organismo (Fig. 9).

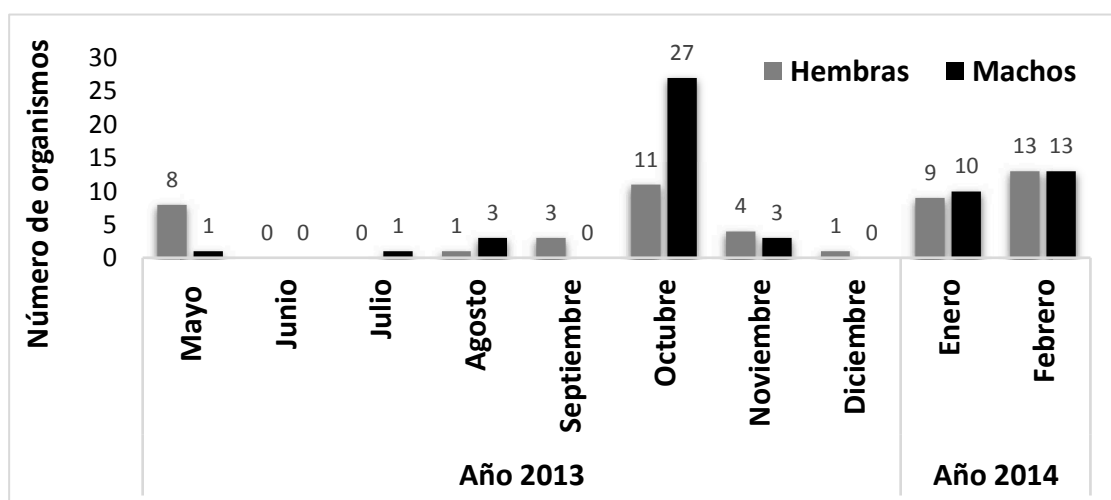


Figura 9. Organismos registrados a lo largo de los meses de *Raja equatorialis* en el puerto de Santa Rosa de Salinas durante el periodo de mayo 2013-febrero 2014.

La longitud total de los organismos machos fluctuó entre 41 y 58 cm, mostrando una longitud media de 49,9 ($\pm 3,3$) y las tallas de las hembras variaron entre 45 a 57 cm en longitud total, las que presentaron una talla media de longitud total de 51,8 cm ($\pm 2,7$). La composición total de los organismos, registrados en esta investigación estuvo compuesta por un 95% de individuos adultos, mostrando una mayor frecuencia entre 48 y 55 cm de longitud total (Fig. 10).

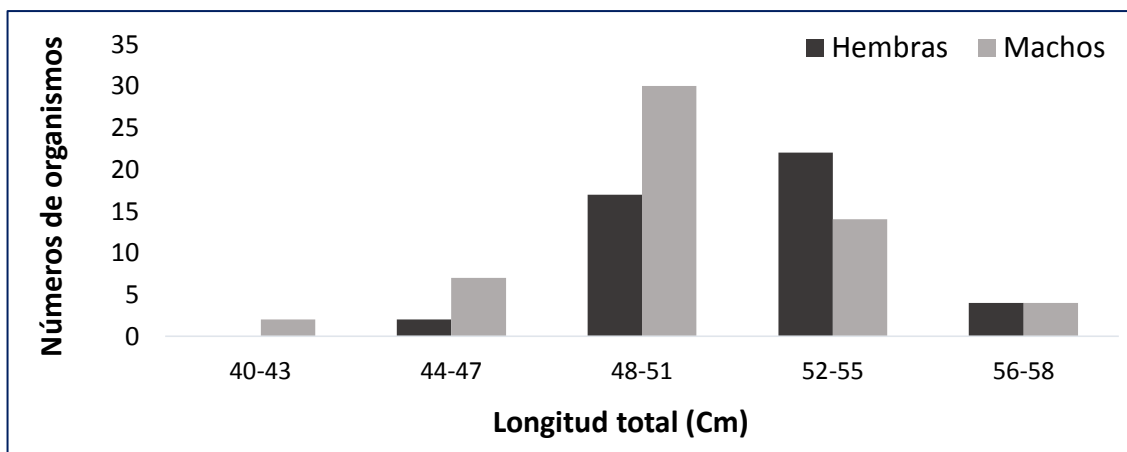


Figura 10. Composición de las tallas de *Raja equatorialis* de los organismos registrados en el Puerto pesquero artesanal de Santa Rosa de Salinas durante mayo 2013-febrero 2014.

Se registraron 48 hembras y 56 machos que representó el 45 % y 55% de organismos muestreados respectivamente.

La proporción sexual fue 0,85H: 1M sin ser significativa diferente de la razón sexual esperada 1: 1 sugiriendo que no hay una segregación de sexos en la especie ($\chi^2 = 0,61$ P= 0,43).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ EN MACHOS.

Hay muchas terminologías en cuanto a las estructuras del aparato reproductor en los condriictios, en cuanto a la descripción del aparato reproductor de *R. equatorialis* se hizo utilizando la terminología de [Hamlet \(1999\)](#).

El sistema reproductor de los machos de *R. equatorialis* está conformado por unos testículos pareados envueltos por un órgano epigonal, conductos eferentes, epidídimo, conductos deferentes, vesícula seminal y además de las glándulas accesorias.

En *R. equatorialis* se presenta de dos a cuatro filas de espinas alares.

Inmaduros

En esta categoría se consideraron los organismos en estado 2 de acuerdo a la escala de madurez dada por Colonello (2009), debido a que no se pudo colectar organismos en estado de madurez 1. Los testículos en organismos inmaduros están compuestos en su mayoría de órgano epigonal que recubre a los lóbulos, en donde estos se hallan pequeños, presenta una coloración beige pálida en donde los conductos espermáticos, conductos eferentes, epidídimos, y conductos deferentes se hallan poco visibles (Fig.11).

Los gonopterigios apenas sobrepasan las aletas pélvicas en estado 2 y pueden presentar características de madurez, como rotación, grado de calcificación, abertura del rifiodón.

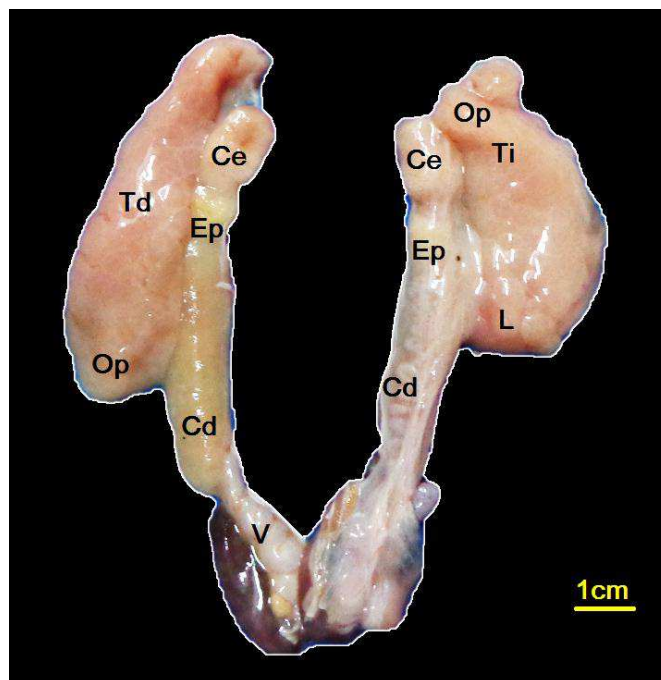


Figura 11. EstadoII: Inmaduro en un macho de *Raja equatorialis*.Ti: Testículo izquierdo, Td: Testículo derecho, L: Lobulos, Op: Organo epigonal, Ce: Conducto deferentes, Ep: Epidídimo, Cd: Conductos derentes, V: Vesícula seminal.

Maduros

Los organismos maduros, en estado III de acuerdo a la escala utilizada en este trabajo, presentan lóbulos bien desarrollados, se presenta órgano epigonal pero este es muy reducido, presenta una coloración rosa a rojizo. Los conductos espermáticos son fácilmente visibles y tubulados, además de presentarse muy contorneados. La vesícula seminal es prominente y se pudo observar en muchos organismos la presencia de semen en esta estructura (Fig.12).

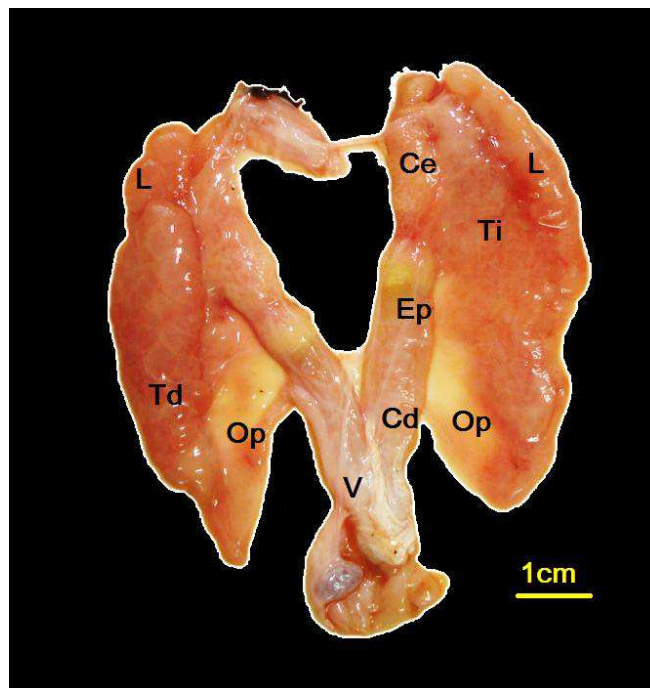


Figura 12. Estado III: Adulto en un macho de *Raja equatorialis*. Testículo izquierdo, Td: Testículo derecho, L: Lobulos, Op: Organo epigonal, Ce: Conducto deferentes, Ep: Epidídimo, Cd: Conductos derentes, V: Vesícula seminal.

4.2.2 ANÁLISIS REPRODUCTIVO EN MACHOS

Se examinaron 56 organismos machos de *R. equatorialis*, dos organismos inmaduros en estado II que representaron el 4% de los organismos machos muestreados, los organismos en estado I no se registraron en este trabajo.

Las tallas oscilaron entre 41,5 cm y 41 cm de longitud total. El macho inmaduro de mayor tamaño grande midió 41,5 cm LT y el macho maduro más pequeño fue de 45,5 cm LT (Fig.14). Los individuos adultos fueron 54 siendo el 96%, con una talla máxima

de 58 cm y una mínima de 41,5 cm de longitud total con una media de 50,6 cm LT ($\pm 2,80$).

La longitud de los gonopterigios en los individuos juveniles se encontró entre 4,5 cm y 5 cm ($4,7 \pm 0,35$), en los organismos adultos se encontró longitudes de gonopterigios desde 10 cm a 16 cm teniendo una longitud media de 13,67 cm ($\pm 1,21$), en una talla promedio de longitud total de 50,5 cm. Se observó gonopterigios con características de madurez en adulto desde los 45, 5 cm de longitud total (Fig.13).

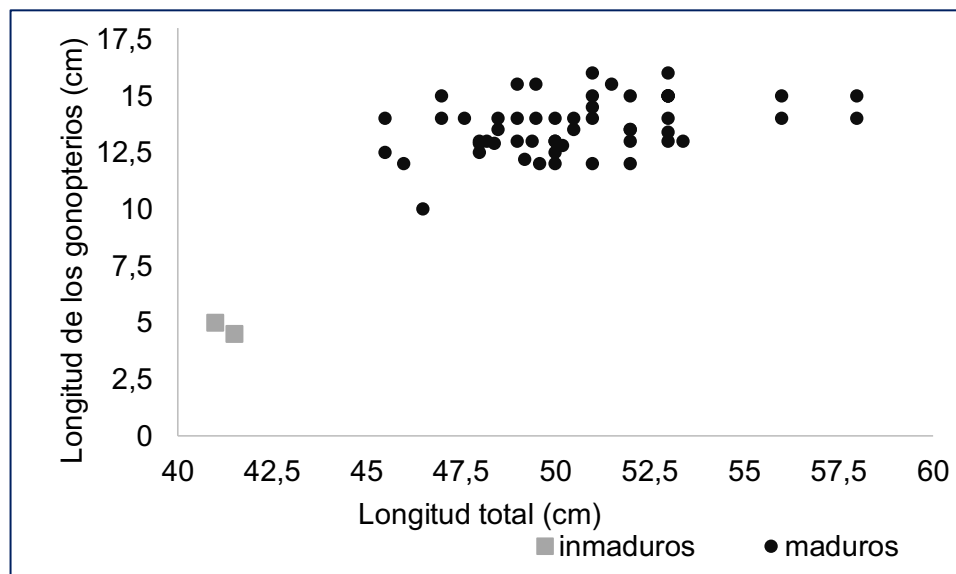


Figura 13. Longitud de gonopterigios (cm), en relación con la Longitud total de *Raja equatorialis*.

El ancho de los testículos en inmaduros presentó medidas que fluctuaron entre 0,8 y 1,4 cm ($1,1 \pm 0,4$) y en los machos maduros se observó un ancho de testículo entre 0,9 y 2,9 cm ($1,7 \pm 0,4$) (Fig.14). El largo del testículo midió en organismos inmaduros de 2,2 a 3,7 cm ($2,75 \pm 0,77$), y en los organismos maduros en estado III se observó con medidas de 3,7 a 8,1 cm ($5,2 \pm 0,95$) (Fig.15). Se hizo una gráfica de dispersión de puntos para observar el crecimiento de los testículos en relación con la longitud total, se graficó tanto el ancho como el largo de los testículos.

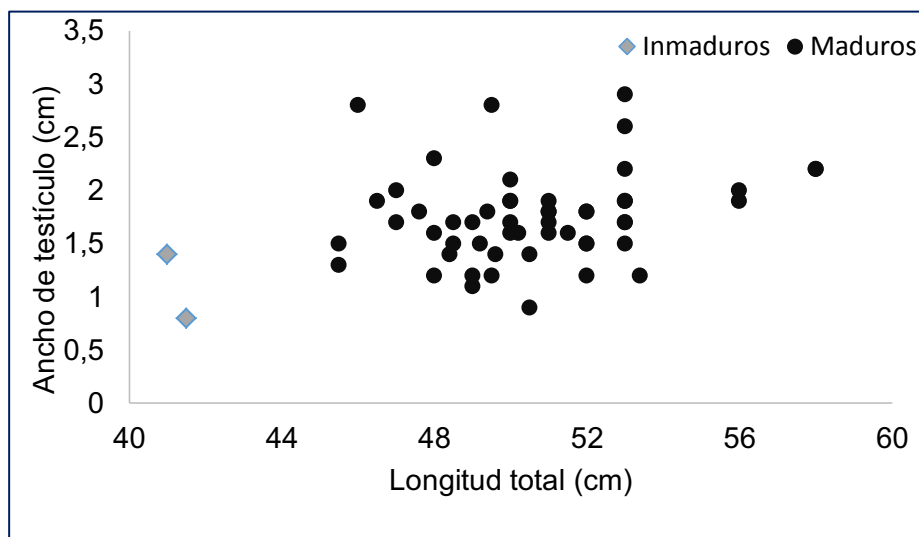


Figura 15. Largo de los testículos en relación con la longitud total de *Raja equatorialis*.

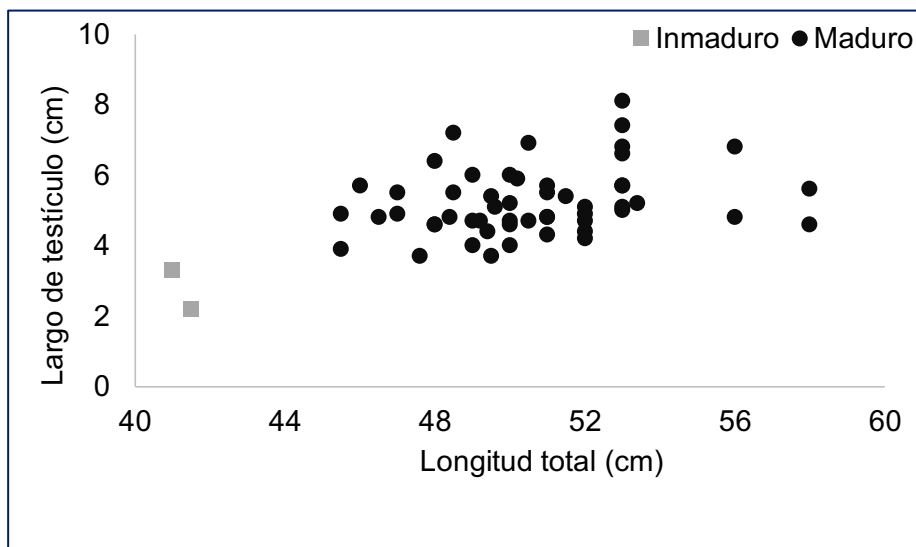


Figura 14. Ancho del testículo en relación con la Longitud total de *Raja equatorialis*.

4.2.3 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ EN HEMBRAS

El aparato reproductor de la hembra de *R. equatorialis* presenta ovarios pareados que están sujetos por el órgano epigonal, presentando uno derecho y uno izquierdo. Se distingue el ostium en la parte anterior al cual le sigue los oviductos continuando la glándula oviducal o nidamental que tiene una forma ovalada mas ancha que larga, en esta estructura es en donde se realiza la fertilización y la formación de la cápsula y continuamente se hallan úteros situados dorsalmente y en manera paralela a la médula espinal. Éstos independientemente conducen a un seno urogenital común, de aspecto globular, con gruesas paredes musculares.

En la presente investigación no fue posible obtener muestras para la descripción en estado I y II, por lo que se detalla únicamente a las hembras en estado III y IV.

Estado III: Madura

Las hembras en estado III presentan ovarios con ovocitos con vitelo amarillo-anaranjados de varios tamaños y también se observan ovocitos pequeños pre-vitelogénados, presenta unos oviductos con paredes finas e irrigadas. La glándula oviducal está totalmente desarrollada y el útero se presenta angosto con las paredes gruesas, el seno urogenital se encuentra pequeño (Fig.16).

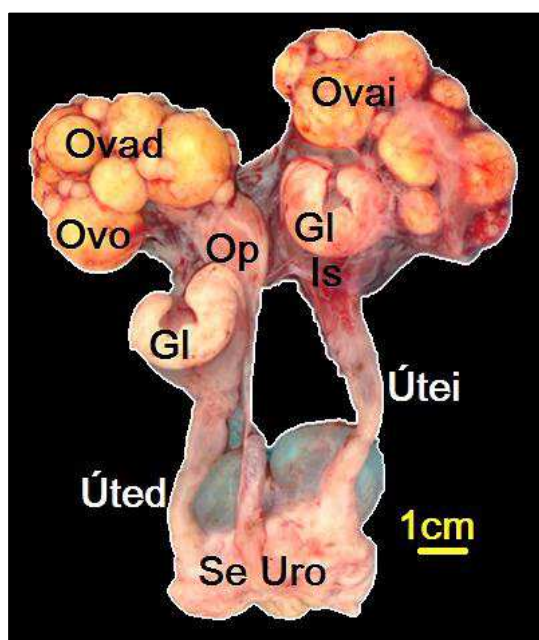


Figura 16. Aparato reproductor de una hembra de *Raja equatorialis* en estado de madurez III. Ovai: Ovario izquierdo, Ovad. Ovario derecho, Gl: Glándula, Is: Istmo, Útei: Útero izquierdo, Úted: Útero derecho, Se Uro: Seno urogenital.

Estado IV: Madura con cápsulas

En este estado de madurez se consideran a las hembras que tienen la presencia de cápsulas coriáceas dentro de los úteros, las cuales contienen dentro un ovocito fertilizado, ya sea en proceso de iniciación o expulsándola. Las hembras en estado IV presentan ovarios con ovocitos de diversos tamaños, los pequeños en pre-vitelogénesis y los de mayor tamaño con vitelo.

La glándula oviducal presenta tamaño similar al del estado III aunque se puede observar un ensanchamiento cuando la cápsula está en formación. Los úteros se encuentran con las paredes muy finas con abundante irrigación y tienen una sola cápsula por útero y presentan un solo ovocito por cápsula. Cuando solo se halló una sola cápsula dentro de la hembra, ésta se encontró dentro del útero izquierdo (Fig.17).

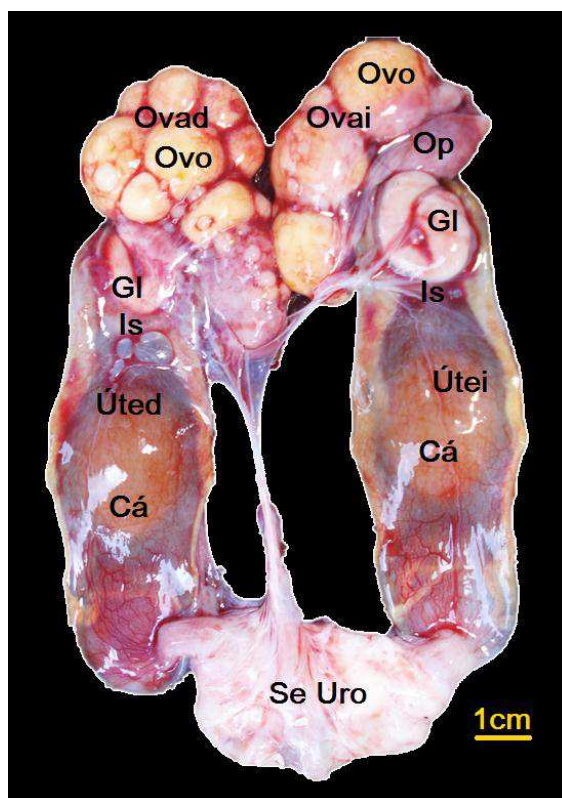


Figura 17. Estado IV: Madura con cápsulas. Estructuras del aparato reproductor de una hembra de *Raja equatorialis*. Ovai: Ovario izquierdo, Ovad. Ovario derecho, Gl: Glándula, Is: Istmo, Útei: Útero izquierdo, Úted: Útero derecho, Cá: Cápsula, Se Uro: Seno urogenital.

4.2.4 ANÁLISIS REPRODUCTIVO EN HEMBRAS

Se analizó un total de 48 organismos hembras de *Raja equatorialis*, con tallas entre 49 a 57 cm de LT, la hembra inmadura de mayor tamaño fue de 49,5 y la madura de menor tamaño fue de 45 cm de LT.

Las hembras inmaduras fueron tres, ya que las hembras en estado I no estuvieron presentes en este estudio solo se consideran el estado II como inmaduras, representando un 7% con tallas de longitud total de 49 a 49.5 cm ($49,3 \pm 0,2$), se obtuvieron 31 hembras en estado III correspondientes al 64% con tallas de longitud total de 45 a 56,6 cm de longitud total con una media de 52 cm ($\pm 2,8$), y 14 hembras en estado IV (maduras con cápsulas) que componen el 29% del total de hembras registradas con tallas que variaron entre 50 a 57 cm de longitud total .

La hembras inmaduras presentaron diámetros de glándulas de entre 2,2 y 2,3 cm ($2,2 \pm 0,07$), en las hembras maduras en estado III fue de 2,1 y 3,6 ($2,6 \pm 0,38$) y en las hembras maduras estado IV presento medidas de diámetro entre 1,8 y 4 ($2,4 \pm 0,64$) (Fig.18) (Tabla1).

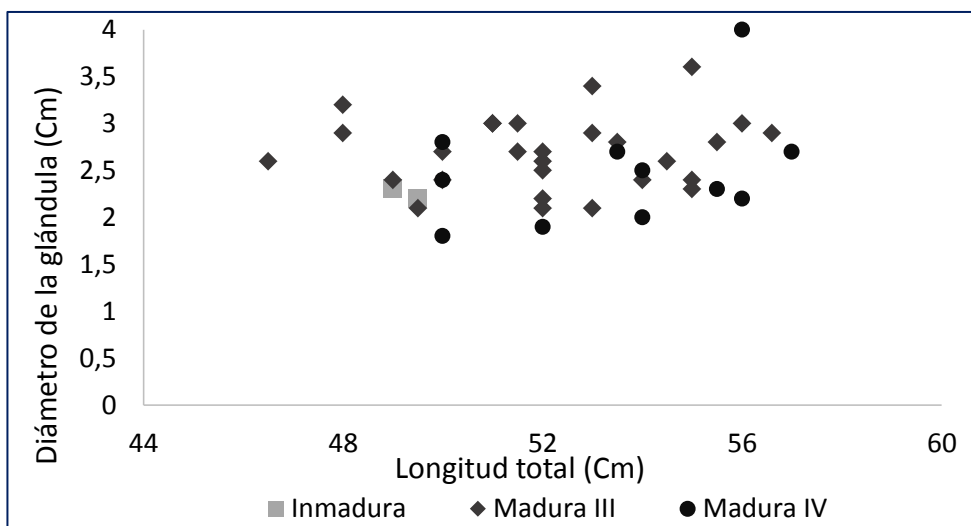


Figura 18. Diámetro de la glándula oviducal (cm) en relación a la longitud total (cm) *Raja equatorialis*.

La maduración del ovario se presentó a partir de los 46.5 cm de LT con la presencia de ovocitos vitelogénados.

El ovario presentó una largo máximo de 9,6 cm en una hembra de 55,5 cm de longitud total en estado de madurez III, así mismo se registró el largo mínimo del ovario de 2,9 cm encontrado en una hembra con una talla de 52,0 cm de LT en una hembra en estado III, el largo promedio del largo de ovario en hembras maduras en estado III y IV es de 4,93 cm (± 1.24). El ancho máximo del ovario fue de 4,5 cm el cual correspondió a una hembra en estado III con una talla de 51,5 de LT, mientras que el ancho mínimo registrado fue 1,2 cm encontrado en una hembra de 52 cm de LT y el ancho promedio de los ovarios registrados fue 2,76 cm ($\pm 0,71$)(Tabla 1).

Los diámetros promedios de los ovocitos en hembras en estado III Y IV, los cuales fueron encontrados el en ovario izquierdo y derecho fueron 1,66 cm ($\pm 0,53$) y 1,67 cm ($\pm 0,44$) respectivamente. El ovocito de mayor diámetro encontrado y el de menor se lo observó en el ovario izquierdo y fue de 3,2 y 0,7 cm respectivamente. Los ovocitos del ovario derecho estuvieron entre 0,9 y 2,4 cm. (Fig.19).El número mayor registrado de ovocitos maduros fue 16 y se encontró en una hembra de 56 cm LT en estado III, el número mínimo fue 3 y se encontró en una hembra de 54,5 cm de LT en el mes de noviembre, en estado III de madurez.

Tabla 1. Medidas de las estructuras del aparato reproductor de las hembras de *Raja equatorialis*, n: Número de organismos, Ø Glándula: Diámetro de glándula oviducal, Útero L: Largo de útero, Útero A: Ancho de útero, Ovario L: Largo de ovario, Ovario A: Ancho de ovario, Ovocito: Diámetro del ovocitos mas grandes de ambos ovarios.

Estado de madurez	n	Talla	Ø Glándula	Útero L	Útero A	Ovario L	Ovario A	Ovocito
Estado I: Inmadura	0	49,00 -		5,0-	0,4-			
Estado II: Inmadura	2	49,5	2,2-2,5	7,6	1,7	3,9-4,1	1,3-3,4	0,6
Estado III: Madura	28	46,5- 56,6	2,1-3,6	9,2	1,7	2,9-9,6	1,2-4,5	0,1-2,4
Estado IV: Madura con Cápsula	12	50, 57	1,8-4,0	10,9	3,3	3,5-5,2	1,8-3,8	0,7-2,4

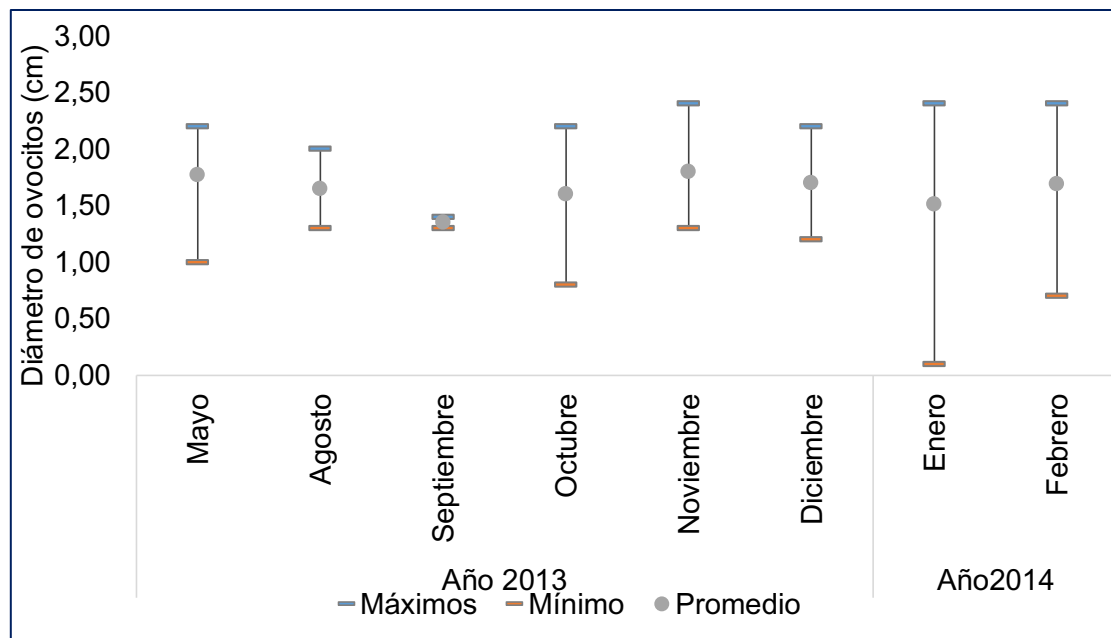


Figura 19. Diámetro de los ovocitos (cm) observados durante el período de mayo 2013- febrero 2014.

4.3 TALLA DE MADUREZ L_{50} DE *Raja equatorialis*.

4.3.1 TALLA DE MADUREZ L_{50} DE MACHOS

Para los machos, la talla de madurez L_{50} se estimó en 43.49 cm, correspondiente al 74.9% de la talla máxima observada (58,0 cm) (Fig.20).

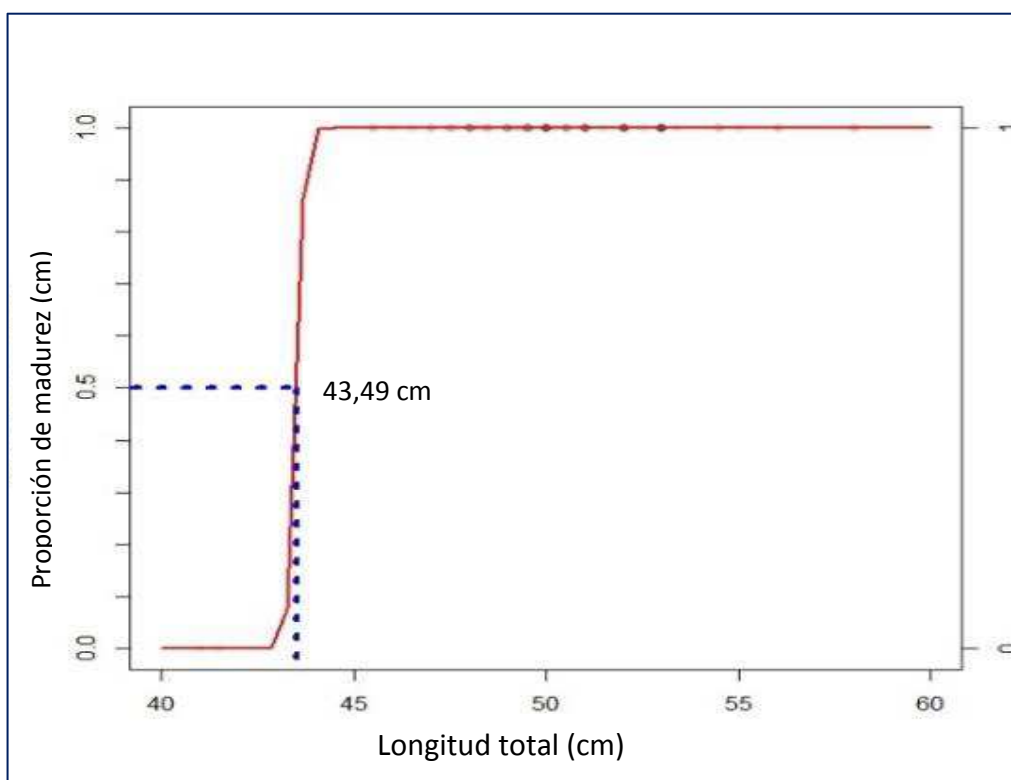


Figura 20. Talla de madurez L_{50} de machos de *Raja equatorialis*.

4.3.2 TALLA DE MADUREZ L_{50} DE HEMBRAS

Para las hembras, este parámetro se estimó en 46,39 cm de LT, lo que representa el 81,38% de la talla máxima observada la cual fue de 57 cm de LT (Fig.21). Las hembras de *Raja equatorialis* alcanzan una talla de madurez de 150, ligeramente mayor que la de los machos.

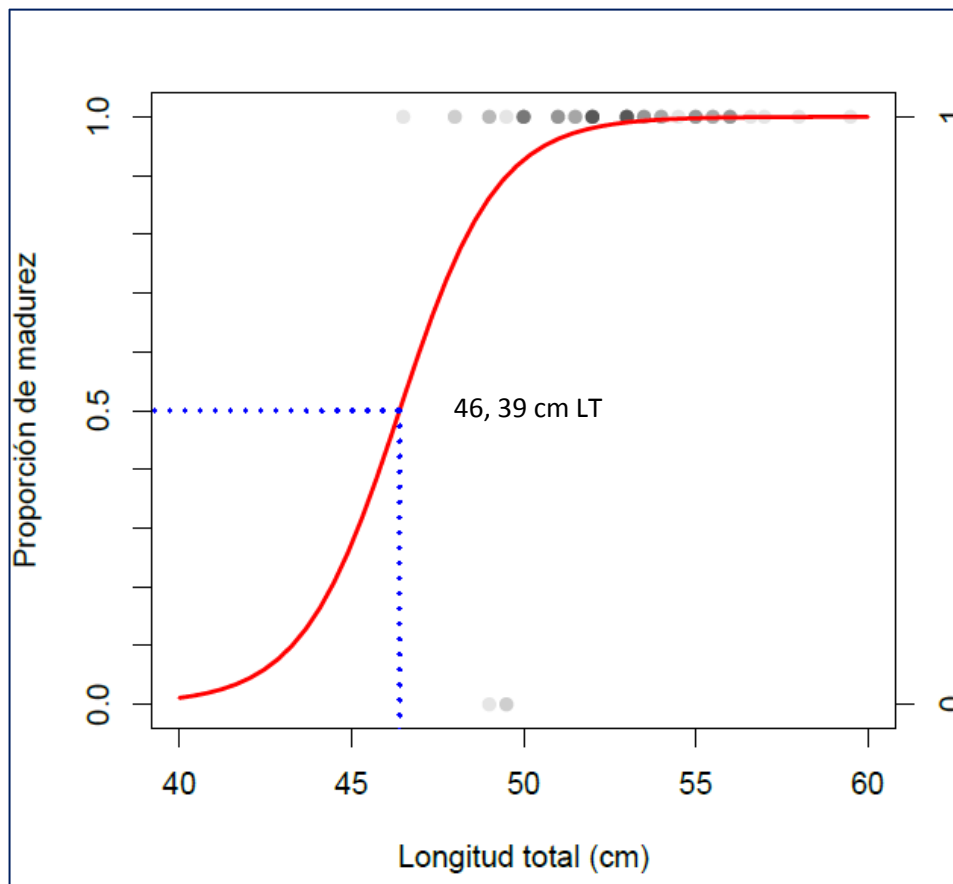


Figura 21. Talla de madurez L_{50} de las hembras de *Raja equatorialis*.

4.4 CICLO REPRODUCTIVO

Se observó la presencia de hembras con cápsulas en casi todos los meses de muestreo, en los cuales fue posible registrar organismo de esta especie, en los meses que no se presentaron estas hembras fue junio, julio, agosto y diciembre 2013, pero es en estos meses el número de organismos registrados no fue mayor a uno. Además se observó la presencia de ovocitos vitelados en todos los meses de muestreos en los que se registraron organismos hembras. Mediante estos indicadores directos de la actividad reproductiva, se podría decir que *Raja equatorialis* tiene una actividad reproductiva durante todo el año (Fig.22).

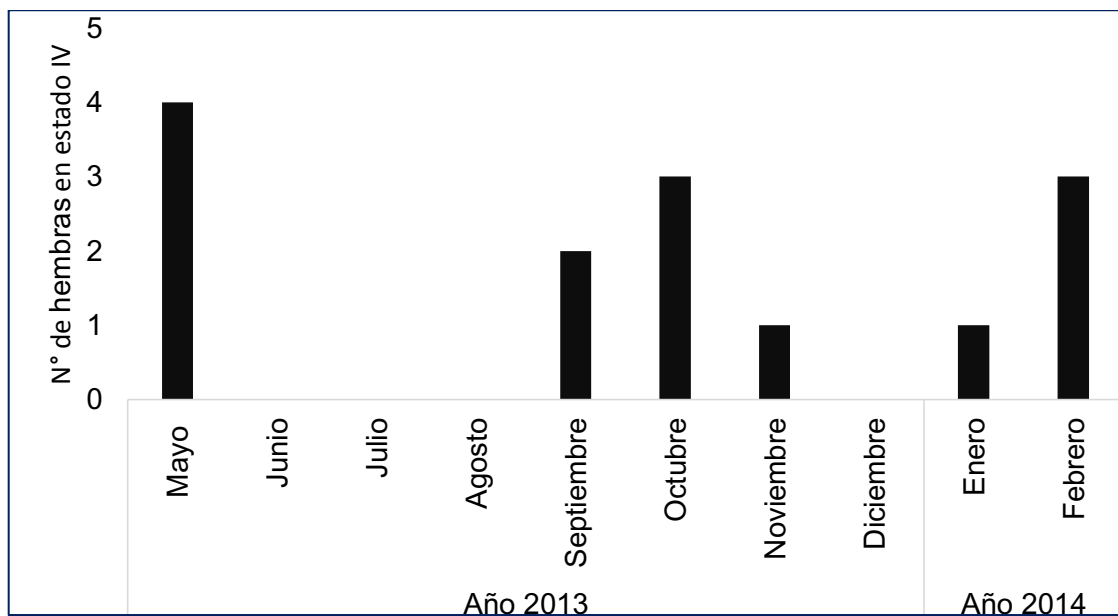


Figura 22. Número de hembras en estado IV (con cápsulas) registradas durante el período de mayo 2013-febrero 2014.

4.5 DESCRIPCIÓN DEL MODO REPRODUCTIVO Y LAS CÁPSULAS OVÍGERAS

4.5.1 MODO REPRODUCTIVO

Raja equatorialis presenta un modo reproductivo ovíparo simple, y produce una sola cápsula por útero a la vez por lo que no fue posible obtener el número real de cápsulas con embriones que pueda producir una hembra madura por evento reproductivo y poder estimar una posible relación entre el tamaño de las hembras (Fig.23).



Figura 23. Modo reproductivo ovíparo simple en *Raja equatorialis*.

4.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA CÁPSULA OVIGERA

Las cápsulas proveen de gran información en cuanto a la biología reproductiva y a la distribución de una especie. Ésta es la primera descripción de las cápsulas de esta especie de raya y se detallan las características morfológicas con datos de las medidas tomadas a 25 cápsulas obtenidas en este estudio.

Las hembras que presentaron cápsulas fueron 14 con tallas registradas que variaron entre 50 a 57 cm de longitud total, presentando una talla media de 53.5cm ($\pm 2,3$).

Las cápsulas de *Raja equatorialis* presentaron una simetría bilateral con una forma rectangular prolongándose un par de cuernos en el lado anterior y un par de cuernos en el lado posterior, con respecto a la ubicación de la cápsula en el útero. Los cuernos anteriores son cortos y terminan en zarcillos mientras que los cuernos posteriores son largos y rectos con una ligera curvatura terminando en una prolongación muy fina.

La cápsula no presenta bordes planos (Quillas) en los lados izquierdo y derecho sin embargo presentan unas estructuras llamadas fibrillas de adhesión pegadas a los bordes de la cápsula tanto del izquierdo como del derecho, estas estructuras son muy amplias y se sujetan desde el borde del cuerno anterior hasta el borde del cuerno posterior (Fig. 24). La cara dorsal de la cápsula es relativamente convexo con respecto a la cara ventral con una superficie suave y de coloración verde–dorado en fresco, y posteriormente se tornan verde–oscuro a marrón (Fig.25).

Los huevos de las rayas brindan información valiosísima en cuando a la identificación de las especie (Ebert 2005) por lo que se tomaron 21 medidas morfológicas a las cápsulas de *R. equatorialis* para su mejor descripción. El largo del cuerpo tuvo una media de 51,2 mm en la cápsula del útero izquierdo y de 51 en la cápsula derecha, en el estudio se encontraron cápsulas en formación y la de menor tamaño fue de 29,7 mm observada en el útero derecho, el ancho máximo del cuerpo osciló entre 30,2 mm y 37,0mm presentando una media de $32,7(\pm 1,6)$ y presentó un peso medio de 7,1 g (± 2) (Tabla 2).

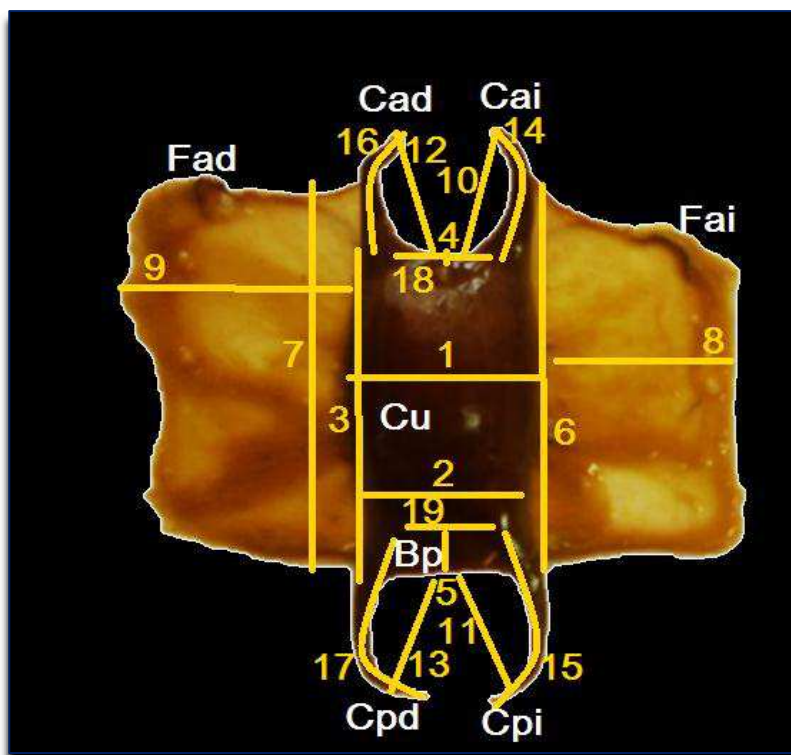


Figura 25. Cápsula ovígera de *Raja equatorialis*. Cu: Cuerpo de cápsula, Bp: Borde posterior, Fai: Fibrilla de adhesión izquierda, Fad: Fibrilla de adhesión derecha, Cai: Cuerno anterior izquierdo, Cad: Cuerno anterior derecho, Cpi: Cuerno posterior izquierdo, Cpd: Cuerno posterior derecho, 1) Largo del centro del cuerpo, 2) Ancho mínimo del cuerpo, 3) Largo del centro del cuerpo, 4) Longitud del borde anterior, 5) Longitud del posterior, 6) Longitud de la fibrilla de adhesión izquierda, 7) Longitud de la fibrilla de adhesión derecha, 8) Ancho de la fibrilla de adhesión izquierda, 9) Ancho de la fibrilla de adhesión derecha, 10) Longitud recta del cuerno anterior izquierdo, 11) Longitud recta del cuerno posterior izquierdo, 12) Longitud recta del cuerno anterior derecho, 13) Longitud recta del cuerno posterior derecho, 14) Longitud curva del cuerno anterior izquierdo, 15) Longitud curva del cuerno posterior izquierdo, 16) Longitud curva del cuerno anterior derecho, 17) Longitud curva del cuerno posterior derecho, 18) Longitud de la base del cuerno anterior, 19) Longitud de la base del cuerno posterior.

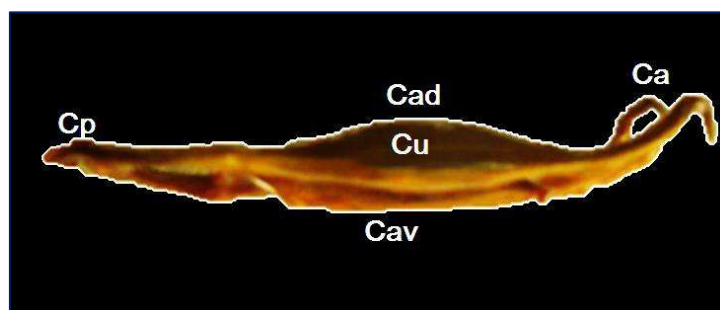


Figura 24. Vista dorso ventral de cápsula ovígera de *Raja equatorialis*. Cp: Cuernos posteriores, Cad: Cara dorsal, Cu: Cuerpo de la cápsula, Cav: Cara ventral, Ca: Cuernos anteriores.

Tabla 2 Medidas de las estructuras que componen las cápsulas ovigeras de *Raja equatorialis*, n: Número de cápsula, Máx: Máximo, Min: Mínimo, Media: Promedio, Desv. Est: Desviación estándar.

Descripción de las medidas tomadas a las cápsulas.	Cápsula del útero izquierdo					Cápsula del útero derecho				
	n	Máx.	Min.	Media	Desv.Est.	n	Máx.	Min.	Media	Desv.Est.
Ancho máx. del cuerpo (AMáxC)	13	37,0	30,2	33,0	1,6	10	33,4	30,0	32,0	0,9
Ancho min. del cuerpo (AMinC)	14	31,0	24,1	27,1	1,8	11	29,2	24,1	27,0	1,4
Largo del centro del cuerpo (LCC)	14	59,4	35,5	51,2	6,7	11	58,2	29,7	51,0	7,6
Longitud del borde anterior (LBA)	12	4,6	0,8	2,3	1,1	10	4,1	1,0	2,5	1,0
Longitud del borde posterior (LBP)	14	7,6	1,7	4,1	1,7	11	5,8	3,0	4,0	1,0
Longitud de la fibrillas de adhesión izq. (LFAIz)	12	79,1	57,4	69,9	7,7	10	79,8	60,8	68,4	6,7
Longitud de la fibrillas de adhesión der.(LFADe)	12	75,5	53,2	67,2	6,9	10	83,4	61,6	70,3	6,5
Ancho de la fibrillas de adhesión izq. (AFIz)	12	55,3	8,5	27,4	12,8	11	43,8	13,7	29,3	10,1
Ancho de la fibrillas de adhesión der. (AFDe)	12	45,1	9,9	25,1	10,9	11	51,0	6,7	29,7	12,6
Longitud recta del cuerno anterior izq.(LRCAIz)	12	23,0	15,7	19,3	2,5	10	21,1	12,5	17,0	2,8
Longitud recta del cuerno posterior izq.(LRCAIz)	14	23,6	15,7	19,2	2,3	11	22,1	12,6	18,4	3,0
Longitud del cuerno posterior con prolongación izq. (LCPPIz)	10	55,6	26,8	38,3	9,9	7	43,0	24,9	37,7	6,7

Longitud recta del cuerno anterior der.(LRCADe)	13	23,3	15,8	19,2	2,4	10	22,9	16,1	19,9	1,9
Longitud recta del cuerno posterior der.(LRCADe)	13	24,5	14,9	19,0	2,9	11	22,6	10,0	18,5	3,7
Longitud del cuerno posterior con prolongacion der. (LCPDe)	10	57,6	27,2	39,3	9,3	7	56,6	22,5	36,5	11,7
Longitud curva del cuerno anterior izq. (LCCAIz)	12	38,5	24,1	27,7	3,7	10	32,4	22,9	27,8	2,9
Longitud curva del cuerno posterior izq. (LCCPIz)	14	45,9	21,6	29,8	7,3	11	43,2	23,8	34,1	6,3
Longitud curva del cuerno anterior der. (LCCADe)	12	34,8	26,0	28,9	3,0	10	33,8	21,9	28,3	3,6
Longitud curva del cuerno posterior der. (LCCPDe)	14	47,1	22,5	28,8	6,2	11	40,1	22,7	30,6	6,1
Longitud de la base del cuerno anterior (LBCA)	12	16,4	11,4	13,2	1,4	10	14,3	11,5	13,0	0,9
Longitud de la base del cuerno posterior (LBCA)	12	26,6	12,5	16,2	3,9	10	18,6	11,5	14,7	2,0
Peso de la cápsula en gramos.	14	10,0	2,7	7,1	2,3	11	10,4	2,6	7,4	2,0

4.5.3 FORMACIÓN DE LA CÁPSULA OVÍGERA

Se observó la formación de la cápsula de raja equatorialis en las muestras obtenidas a lo largo del muestreo y se detalla a continuación:

La glándula oviducal comienza a formar la cápsula antes de la fertilización, las primeras estructuras en formarse son los cuernos posteriores que surgen de lado a lado de la glándula oviducal (Fig.27). El ovocito se empieza a alargar antes de ingresar a la glándula oviducal en donde se realiza la fertilización, esto ocurre cuando la cápsula ha formado los cuernos posteriores y una pequeña parte del cuerpo de la cápsula (Fig.26), el ovocito fertilizado es ingresado a la cápsula cuando ésta es lo suficientemente grande para contener al ovocito seguido por el borde posterior del cuerpo y así continua desarrollándose hasta formar los cuernos anteriores, los cuales son las ultimas estructuras en formarse, la parte posterior se va endureciendo y tomando la coloración verde-dorada, y en la parte que va desarrollándose se observó una coloración blanca (Fig. 28). Y continúa llevando a cabo la formación hasta que la cápsula alcanza su tamaño completo y forma los cuernos anteriores y se alojan en el útero (Fig.29) hasta su posterior oviposición.

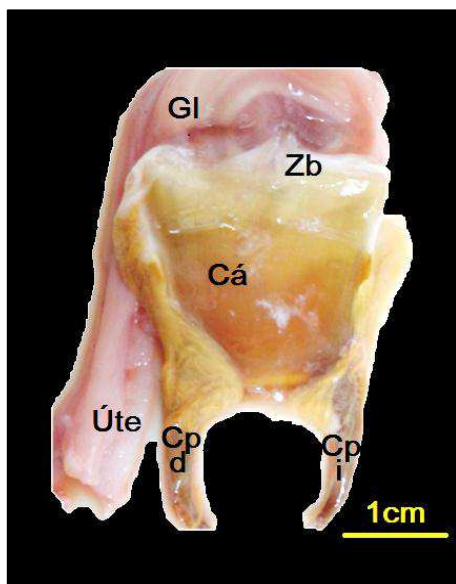


Figura 27. Inicio de la formación de la cápsula. Gl: Glándula oviducal, Zb: Zona blanquecina, Cá: Cápsula: Cpi: Cuerno posterior izquierdo, Cpd: Cuerno posterior derecho, Úte: Útero.

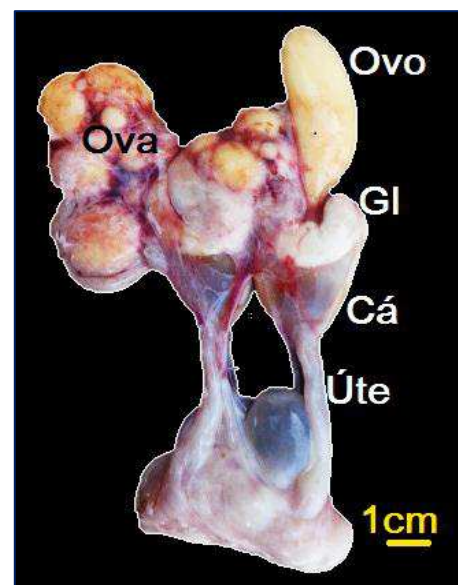


Figura 26. Alargamiento del ovocito para el ingreso a la cápsula. Ovo: Ovocito alargado, Ova: Ovario, Gl: Glándula oviducal, Cá: Cápsula, Úte: Útero.

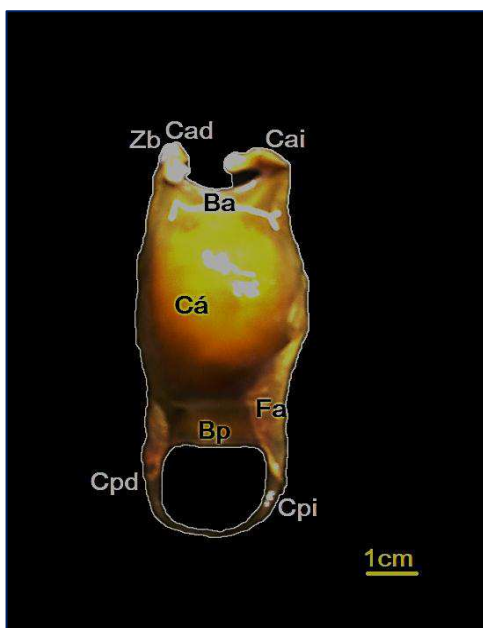


Figura 28. Cápsula cerrada pero aun con los cuernos anteriores con zona blanquecina. Cai: Cuerno anterior izquierdo, Cad: Cuerno anterior derecho, Zb: Zona blanquecina, Ba: Base del borde anterior,

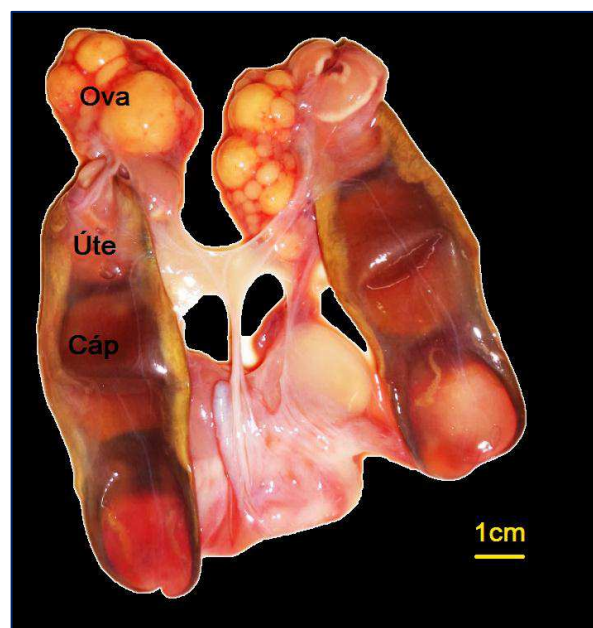


Figura 29. Las cápsulas formadas alojadas en los úteros. Ova. Ovario, Úte: Útero, Cáp: Cápsula.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1 COMPOSICIÓN DE TALLAS Y PROPORCIÓN DE SEXOS.

Raja equatorialis se captura de forma regular en las pesquerías de Santa Rosa de salinas como parte de la captura incidental de peces del género *Paralichthyes* (Lenguados), siendo una especie que no es comercializada para el consumo humano, utilizada para la elaboración de harina de pescado, junto a desechos de peces y otras especies de batoideos como *Raja velezi*, *Zapteryx xyster*, *Urotrygon chilensis*, *Urobatis tumbesensis*, *Urolophus halleri*, *Aetobatus* spp.

Castillo-Geniz (2007) registra que esta especie fue parte de la captura incidental durante la temporada de pesca de merluza en la región norte del Golfo de California, por la pesca de arrastre profunda así como también Tapia-García & García-Abad (1998), reporta la captura de *R. equatorialis* en la pesca con redes de arrastre de fondo en el Golfo de Tehuantepec en México. Si bien las especies de la Familia Rajidae son capturadas comúnmente como pesca acompañante de peces óseos de profundidad alrededor del mundo, es ciertamente que estas especies son la captura principal de estas pesquerías debido a los volúmenes que se presentan. En aguas chilenas, *Dipturus chilensis* fue capturada anteriormente como captura incidental en la pesquería de palangre de fondo, que tenía como objetivo la merluza común *Merluccius gayi*, *Merluccius australis* y *Genypterus blacodes* (Paech & Odonne 2008); sin embargo aumentó el valor comercial debido a la apertura del mercado asiático (Licandeo *et al.* 2006).

Otras especies de raya que no corresponden a la familia Rajidae pero que también son explotadas directamente, *Dasyatis guttata*, es una especie del Caribe de la familia Myliobatidae, es quizás la especie más abundante en las pesquerías dirigidas al grupo de las rayas, donde a su vez es capturada principalmente con redes de ahorque y cordeles (Carpenter 2002).

Este trabajo es la primera aproximación al conocimiento de la biología reproductiva de *Raja equatorialis*. Las capturas de esta especie estuvieron dominadas por individuos adultos, las hembras con un 94% y los machos con un 96 %. Braccini & Chiaramonte (2002) mencionan que la escasez de tallas de individuos inmaduros en *Psamobatis*

extenta, puede deberse a que los juveniles viven fuera del área de pesca o también debido a la selectividad del arte de pesca, concordando con lo antes mencionado, [Castillo \(2007\)](#) indica que la ausencia marcada de neonatos y juveniles tempranos así como de cápsulas de *R. inornata* en los arrastres realizados en profundidades entre 100 y 150 m, pueden explicarse como una posible segregación batimétrica de tipo reproductiva o que simplemente dichos grupos de rayas no se encuentran en la zona de pesca.

En las especies de elasmobranquios puede haber segregación por sexos, tamaño y estado de madurez ([Springer 1967](#), [Ebert 2003](#)), la segregación por tallas y estado de madurez ha sido observada en las denominadas áreas de crianza, zonas discretas geográficamente en donde las hembras grávidas paren a sus crías o depositan sus huevos, y donde las crías pasan sus primeras semanas, meses o años de vida ([Springer, 1967](#), [Branstetter 1990](#)); los neonatos y juveniles (menores de un año) ocupan áreas de crianza primarias y los juveniles mayores de un año, amplían un poco más su área, a la cual se le denomina área de crianza secundaria ([Castro 1993](#)). En las especies de Rajidae también ocurre éste fenómeno: [Cedrola et al. \(2005\)](#), observaron que en el sur de la Patagonia, que el Golfo San Jorge con una profundidad de 25–105 m (± 78.6 m) es un área importante para los juveniles de la especie *Sypterygia bonapartei*, indican que los adultos de esta especie se hallan hacia el este del Golfo de San Jorge.

Un estudio de *Raja velezi* realizado en Costa Rica por [Clarke et al. \(2011\)](#) indican que las hembras grávidas fueron capturadas entre 50 a 215 m de profundidad, mientras que los recién nacidos fueron capturados en aguas poco profundas (50-65 m), estos autores determinan que es probable que las hembras adultas habitan en aguas profundas, pero depositan sus cápsulas de huevos en aguas poco profundas. La ausencia marcada de organismo neonatos y juveniles de *R. equatorialis* a los 50 metros de profundidad, es probable que ocurra porque los organismos pequeños no se encuentren en la zona de pesca, ya que con el arte de pesca empleado se capturan organismos pequeños de otras especies de batoideos en la misma profundidad y en la misma zona, y tomando en cuenta los resultados de los autores anteriores, los organismos juveniles de *Raja equatorialis* podrían estar tanto en aguas más cercanas a la costa o a mayor profundidad del lugar de pesca, esto favorecería de cierta forma al stock-reclutamiento de la población, ya que al parecer los organismos juveniles no están siendo capturados.

Varios investigadores (Holden 1974, Musick *et al.* 1999) reconocen que entre los elasmobranquios existe una relación directa entre el stock y el reclutamiento, haciendo a su vez que este grupo de peces sean vulnerables a niveles elevados de explotación, especialmente al incrementarse la mortalidad por pesca de los individuos juveniles de la población (Cordovéz *et al.* 2009) .

La talla máxima registrada de la especie en estudio fue 57 y 58 cm de LT, para hembra y macho respectivamente. La talla máxima reportada para *R. equatorialis* es de 88 cm (Kine & Valenti 2008), las tallas máximas en el presente estudio se mantiene entre los intervalos de tallas para el Ecuador por Martínez-Ortiz & García-Domínguez, (2013) de 28 a 58 cm LT en machos y 31,8 a 59,8 para hembras.

La talla de LT máxima observada reveló muy poca diferencia entre hembra y macho de *R. equatorialis* (1,5 cm), esto es consistente con hallazgos otros estudios de especies de la misma familia en donde el macho y hembra de rayas de tamaño medio (<150 cm máximo TL) crecerá a aproximadamente la misma longitud (Templeman 1987, Braccini & Chiaramonte 2002, Mabragaña & Cousseau 2004, Ebert 2005, Ebert *et al.* 2008b). Por el contrario, las especies que superan los 150 cm TL tienden a tener diferencias de tamaño sustanciales entre los sexos (Francis *et al.* 2001, Ebert *et al.* 2008b). Esta falta de dimorfismo sexual en la longitud total máxima entre las rayas de mediano tamaño (menores a 150cm), es en contraste con el patrón típico entre los elasmobranquios en el que las hembras alcanzan mayores tamaños que los machos (Cortés 2000)

La proporción sexual no fue diferente de 1:1, por lo que se sugiere que no hay una segregación sexual en adultos en esta especie.

Este resultado de proporción de sexos aproximada de 1: 1 concuerda con lo observado por Ebert (2005) en seis especies de *Bathyrajas* de las ocho especies estudiadas en el Mar de Bering, sólo *B. interrupta* y *B. parmifera* favorecieron significativamente la proporción a los machos. De la misma forma Ebert & Compagno (2008) en un trabajo al sur de África de 22 especies de la familia Rajidae, determinaron que las proporciones sexuales de la mayoría de las especies en estudiadas fueron relativamente uniforme, solo seis especies presentes en aquel estudio no presentaron una proporción de sexos de 1:1 estas especies fueron *Bathyraja smithii*, *Cruriraja parcomaculata*, *Dipturus pullopunctata*, *Leucoraja wallacei*, y *Raja straeleni*, así mismo Paesch & Oddone (2009) observaron la proporción de sexos diferente a 1:1 en las especies *Bathyraja*

brachyurops y *Bathyraja macloviana*, en aguas Uruguayas. Estas diferencias en la proporción de sexos de las rayas puede ser una consecuencia de la conducta, debido a que muchas especies segregan por sexo, tamaño y madurez (Fitz & Daiber 1963, Richards *et al.* 1963, Holden 1975, Braccini & Chiaramonte 2002).

Así también la proporción de sexos puede variar en función de la distribución batimétrica, geografía, hábitat, estación y a los cambios de temperatura (McEachran & Musick 1975, Compagno *et al.* 1991).

5.2 DESCRIPCIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR Y ESTADOS DE MADUREZ.

Las estructuras del aparato reproductor de *Raja equatorialis*, presentó macroscópicamente una morfología muy similar a las del aparato reproductor de especies de rayas ovíparas como *Antlatorraja platana* (Coller 2012), *Raja inornata* (Castillo 2007), *Raja clavata* (Serra-Pereira *et al.* 2011).

Ambos ovarios de *R. equatorialis* son funcionales, lo mismo reportó Oddone & Vooren (2005) en *Atlantoraja cyclophora* en las costas brasileñas, la producción de ovocitos vitelados se observó en todos los meses de muestreo y lo mismo observó Coller (2012) en *Atlantoraja platana* en el Golfo San Matías, en el Atlántico.

Los criterios más utilizados para determinar el comienzo de la madurez sexual en hembras de condriktios son el patrón de crecimiento de las glándulas oviducuales, úteros y ovarios con respecto a la LT (Conrath & Musick 2002, Mabragaña *et al.* 2002, Ebert 2005, Ebert *et al.* 2006, 2008a, Oddone & Vooren 2004, Sulikowski *et al.* 2004, 2005). Las hembras inmaduras presentaron los menores diámetro de glándula oviducal mientras que los diámetros máximos en los presentaron las hembras en estado IV, es decir las hembras que contenían cápsulas en los úteros presentaron las glándulas oviducuales con mayor tamaño

En los elasmobranquios, la determinación de la madurez sexual de los machos se fundamenta en la dureza y desarrollo del gonopterigio (Pratt 1988); así, los Rajidos exhiben una abrupta transición en la longitud del gonopterigio con relación a la madurez sexual, similar a otros batoideos (Smith & Merriner 1987). En el presente trabajo no se puede dar las tallas de transición, por la falta de organismos juveniles, pero se observó

que el gonopterigio más pequeño con características de madurez fue de 10 cm y con un tamaño mayor de 16 cm , en una talla promedio de 50,5 cm de Lt.

5.3 TALLA DE MADUREZ L_{50} DE *Raja equatorialis*.

La talla de madurez es de especial interés para la gestión de la pesca, donde se utiliza ampliamente como indicador de la talla mínima de captura permitida en una especie (Caddy & Mahon 1996, Lucifora *et al.* 1999).

Para los machos, la talla de madurez L_{50} , correspondiente al 74.9% de la talla máxima observada y para las hembras, representó el 81,38% de la talla máxima observada.

Holden (1974) sugirió que los elasmobranquios maduran a una talla que representa entre un 60 y 90 % de su máximo LT observado. *Raja equatorialis* se encuentra dentro de los rangos establecidos, coincidiendo con lo reportado para otras especies de Rájidos.

La talla de madurez permite el establecimiento de las bases para las posteriores estimaciones, cambios en el tamaño de la madurez sea debido a la presión de pesca o por otras razones, tales como la latitud geográfica (Templeman 1987). Debido a que este es el primer trabajo con respecto a la talla de madurez de *R. equatorialis*, no se puede hacer una comparación con diferencias de la talla de madurez, sin embargo se ha registrado estos cambios en otras especies de Rajidae, como en *Dipturus chilensis* por Paech & Odone (2008) estimando que el tamaño de madurez para ambos sexos reflejó una clara disminución de la talla de la madurez en el área, en comparación con la estimación anterior de Oddone *et al.* (2005).

En la especie *Raja equatorialis* no hay diferencias en la talla de madures entre hembra y macho. Esto puede ocurrir en especies ovíparas, por ejemplo en las especies del género *Bathyraja*, Ebert (2005) encontró que la talla de madurez para ambos sexos fue aproximadamente la misma en 7 de las 8 especies estudiadas, solo *B. aleutica* maduró a tallas mayores que los machos. En *Atlantoraja cyclophora* del sur de Brasil, también se observó un patrón similar, donde las hembras son más grandes y pesadas que los machos (Oddone & Vooren 2004). Lo mismo se estimó para *Atlantoraja castelnaui* y *Dipturus chilensis* de las aguas suroccidentales del Océano Atlántico en la zona de pesca común de Argentina y Uruguay (Oddone *et al.* 2005).

5.4 CICLO REPRODUCTIVO

Las especies de peces cartilaginosos exhiben, dentro de una misma estrategia reproductiva, un amplio rango de adaptaciones morfológicas y fisiológicas asociadas con tres tipos básicos de ciclos reproductivos: 1) reproducción a lo largo de todo el año, 2) ciclo reproductivo parcialmente definido con uno o dos picos y 3) ciclo anual o bienal definido (Wourm 1977, Wourms & Demski 1993, Hamlett & Koob 1999).

De acuerdo a esta clasificación *Raja equatorialis* presentaría un ciclo reproductivo de tipo 1: A lo largo de todo el año, ya que se observó la presencia de ovocitos vitelados en todos los meses de muestreo en los que se observó la presencia de hembras y además se observó que la presencia de cápsulas dentro de los úteros, no tuvo un patrón a seguir, sino que se encontraron en meses en los que el registro de organismos hembras fue mayor a uno. Braccini & Chiaramonte (2002) mencionan que *Psamobatis extenta*, podría presentar un ciclo no estacional a lo largo del año, por lo que de esta manera, esta especie estaría afectada en menor medida por la pesquería que otras especies de condriktios en los que la tasa de fecundidad es baja y estacional. Capapé *et al.* (2009) reportaron un patrón similar para *Raja clavata* de la costa de Languedoc, norte del Mar Mediterraneo, observaron una intensa actividad reproductiva en adultos de machos y hembras, las últimas mostrando una vitelogénesis activa, con grandes y numerosos ovocitos vitelogénicos durante todo el año.

Raja equatorialis presenta oviparidad simple, ésta especie produce un par de cápsulas simultáneamente en cada glándula oviducal y posteriormente las expulsa para formar unas nuevas cápsulas, es por esto que no fue posible determinar el numero exacto de cápsulas por temporada reproductiva; sin embargo en otras especies de la misma familia se han observado la oviposición de alrededor de 40 cápsulas por cada hembra durante una temporada reproductiva, Magrabaña *et al.* (2014), observaron la oviposición de 80 cápsulas producidas por dos organismos de la especie *Sympterygia acuta*, en cautiverio donde pudieron observar que estas cápsulas se depositaban cada cuatro días durante 4 meses consecutivos.

Determinar la fecundidad en las especies ovíparas es muy complejo a comparación de las especies vivíparas, en donde las madres llevan en sus uteros las crías durante todo el desarrollo embrionario, Mejía-Falla *et al.* (2012) determinan un período de gestación

relativamente corto de 4 a 5 meses en la especie vivípara *Urotrygon rogersi* con una fecundidad de seis crías.

5.5 DESCRIPCIÓN DEL MODO REPRODUCTIVO Y LAS CÁPSULAS OVÍGERAS

Raja equatorialis presenta oviparidad simple, este modo reproductivo consiste en que se encuentra una sola cápsula ovigera por útero (Wyffels 2009) y cuando se encontró una sola cápsula esta se encontró en su mayoría en el útero izquierdo, éstas dos características han sido observadas también por otros autores; McEachran (1970) en *Leucoraja garmani* y *L. erinacea*, Braccine & Chiaramonte (2002) lo observaron en *Psamobatis extenta*, Mabragaña & Cousseau (2004) en *Psammobatis rudis* y *P. normani*, los cuales sugieren que es la cápsula derecha es la primera en ser depositada.

Las cápsulas de *Raja equatorialis* presentaron fibrillas de adhesión muy amplias que cubren el borde del cuerpo y parte de los cuernos anteriores y posteriores, estas estructuras se han descrito también por Eberth & Davis (2007), para las especies *Raja stellulata* y *R. rhina*, Odonne et al. (2008b) las detallan también para *Antlatoraja castelnaui*, Concha et al. (2009) las describe en *Psamobatis scobina* y Ebert et al. (2008a) en *Raja miraletus*.

Las fibrillas de adhesión facilitan la fijación al fondo marino inmediatamente después de la oviposición, ya sea que estén compuestos por corales, algas o rocas. El grado de desarrollo de la masa de fibrillas de adhesión y su ubicación en la cápsula de huevo son importantes para ser registrados ya que en algunos casos se trata de específicas características de las especies (Ishiyama 1958).

En las especies de condriktios ovíparas existen otras formas de las estructuras de fijación como en las capsulas ovigeras de las especies de tiburones del genero *Heterodontus*, en donde se presentan tendrilos muy largos y una forma característica de tornillo que ayudan a su fijación. En cuanto a las especies de rajidae algunas especies presentan cuernos posteriores muy amplios como los registrados para *Sympterygia acuta* por Vooren & Odonne (2002) y Mabragaña et al. (2014), estos cuernos largos pueden ayudar a asegurar a la cápsula con algún tipo de sustrato (Flammang et al. 2007), Mabragaña et al. (2011) mencionan que la ausencia de sustratos duros en el medio bentónico podría ser una presión para el desarrollo de cuernos largos, porque

pueden ayudar a asegurar el anclaje con otras cápsulas y lograr hacerlos difíciles de eliminar del sitio de desove.

La formación de las cápsulas ovígeras de *Raja equatorialis* fue similar a la de *Raja clavata* descrita por Templeman (1987). Smith *et al*, (2004) mencionan que la formación de las cápsulas ovígeras es análoga para todas las especies, pero su forma final depende de la actividad y la disposición de los túbulos dentro de la glándula de la cáscara.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los individuos de *Raja equatorialis* desembarcadas en el Puerto artesanal de Santa Rosa de Salinas, presentaron tallas similares en ambos sexos y no presentaron segregación sexual.

De acuerdo a las características macroscópicas del aparato reproductor, se asignaron dos estados de madurez para los machos y tres para las hembras.

No se observó un dimorfismo marcado en esta especie en cuanto a la talla L₅₀.

Raja equatorialis presenta un ciclo reproductivo con oviposiciones a lo largo de todo el año, lo que indicaría que esta especie puede sobrellevar la pesquería con mayores ventajas, que las especies que presentan un modo reproductivo estacional.

Muestra un modo reproductivo ovíparo simple y las cápsulas ovígeras presentaron amplias fibrillas que se encuentran adheridas a los bordes de la cápsula las cuales son estructura principal de fijación al sustrato marino.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de histología en las estructuras reproductivas, en los diferentes estados de madurez, para así observar el desarrollo de las mismas y complementen a este estudio con respecto la verificación del ciclo reproductivo, además de ampliar las zonas de muestro, para observar si existe alguna varianza en cuanto a las capturas.

Se recomienda realizar estudios en cautiverio con la especie *Raja equatorialis*, para determinar la fecundidad, periodicidad de las expulsiones de las cápsulas ovígeras y duración del desarrollo embrionario. Ya que de esto depende el reclutamiento de la población.

Se recomienda realizar estudios que abarquen distribución de la especie en el área de pesca y cercanas a ésta, para poder determinar si hay una zona específica de apareamiento, de oviposiciones y/o de zona de cría.

Se recomienda investigar otros parámetros de historia de vida, con el objetivo de brindar información que ayuden a realizar las evaluaciones a la población de la especie, como son los estudios de edad y crecimiento, además de ecología trófica.

Se recomienda realizar estudios similares a éste en otras especies de Rajiformes que se distribuyen en el territorio ecuatoriano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, F., Chalén, X. & Villón, C. 2005. Plan De Acción Nacional De Tiburones. Proceso de Investigación Recursos Bioacuáticos y Ambiente: Instituto Nacional de Pesca.
- Ajayi, T. O. 1982. Food and feeding habits of Raja species (Batoidei) in Carmarthen Bay, Bristol Channel. Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom, 62: 215-223.
- Beard, J. 1890. On the development of the common skate (Raja batis). Eighth Annual Report of the Fishery Board for Scotland. Part III Scientific Investigations: 300-311, Plates 9-11.
- Beáñez, P. 1996. Lista de los peces marinos del Ecuador continental. Rev. Biol. Trop., 44(2): 731-741.
- Braccini, J. M. & Chiaramonte, G. E. 2002. Biology of the skate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) (Batoidea: Rajidae). Revista Chilena de Historia Natural 75, 179–188.
- Branstetter, S. 1990. Early life-History Implications of selected Carcharhinoid and Lamnoid Sharks of the Northwest Atlantic. En: Elasmobranchs as Living Resources: Advances in Biology, Ecology, Systematic 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, 17-28 p.
- Bustamante, C., Vargas-Caro, C., Oddone, M. C., Concha, F., Flores, H., Lamilla, J. & Bennett, M. B. 2013. Reproductive biology of *Zearaja chilensis* (Chondrichthyes: Rajidae) in the south-east Pacific Ocean. Journal of Fish Biology.
- Caddy, J. F. & Mahon, R. 1996: Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Doc. Téc. Pesca 347. FAO, Rome, 109 pp.
- Camhi, M., Fowler, S.L., Musick, J.A., Bräutigam, A. & Fordham, S.V. 1998 Sharks and their Relatives – Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. iv + 39 pp.
- Capapé, C., Vergne, Y. & Reynaud, C. 2009. New biological data on the thornback ray, *Raja clavata* (Chondrichthyes: Rajidae), off the Languedocian coast (southern France, northern Mediterranean). Ann. Ser. Hist. Nat. 19: 135–142.
- Carpenter, K. 2002. The living marine resources of the western central Atlantic. Rome: FAO. 2127 p. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Soviet of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication; 5(3).
- Carrier, J. C., Pratt, H. L. Jr. & Castro, J. I. 2004. Reproductive Biology of Elasmobranchs. En: biology of sharks and their relatives. J. C. Carrier., J.A. Musick and M.R. Heithaus (Eds). CRC.Press. 269-286p.
- Castillo-Géniz, J. L. 2007. Historia de vida y biología pesquera de la raya, *Raja inornata* (Jordán Y Gilbert, 1881) del Norte del Golfo de California, México. Tesis Doctoral. CICESE. México.

- Castro, J. I., Bubucis, P. M. & Overstrom, N. A. 1988. The reproductive biology of the chain dogfish, *Scyliorhinus retifer*. *Copeia*. 1988:740–746.
- Castro, J. I. 1993. The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Envir. Biol. Fish.* 38:37-48.
- Cedrola, P. V., González, A. M. & Pettovello, A.D. 2005. Bycatch of skates (Elasmobranchii: Arhynchobatidae, Rajidae) in the Patagonian red shrimp fishery. *Fisheries Research*, 71(2): 141-150.
- Clarke, T., Espinoza, M., Villalobos, F., & Wehrtmann, I. S. 2011. Summary of Demersal Elasmobranch Studies in the Continental Platform of the Pacific of Costa Rica with Management and Conservation Strategies. Technical Report.
- Coello, S. 2005. La Administración de los Chondrichthyes en Ecuador. Aportes para el Plan Nacional de Tiburones. UICN, Quito, Ecuador. 42pp.
- Coello, D., Herrera, M., Calle, M., Castro, R., Medina, C., & Chalén X. 2010. Incidencia de tiburones, rayas, aves, tortugas y mamíferos marinos en la pesquería artesanal con enmalle de superficie en la caleta pesquera de Santa Rosa (Provincia de Santa Elena). Instituto Nacional de Pesca. Boletín especial, Año 2 N°3 ISSN 1390-6690. Ecuador
- Coello, D., & Herrera, M. 2010. Diversidad de peces demersales en la plataforma continental del Ecuador. *Revista Ciencias del Mar y Limnología* Vol. 4(1):54-64.
- Coller, M. 2012. Biología, ecología y explotación de la raya *Atlantoraja platana* (Günther, 1880), (Chondrichthyes, Rajidae), del Golfo San Matías. Tesis de Doctor en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata.
- Colonello, J. 2009. Ecología reproductiva de tres batoideos (Chondrichthyes), *Atlantoraja castelnaui* (Rajidae) y *Zapteris brevirostris*. Implicancias de distintas estrategias adaptativas en un escenario de explotación intensiva. Tesis de doctorado de la Facultad de ciencias naturales y museo Universidad Mar de la Plata.
- Compagno, L. J. V. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. *American Zoology* 17: 303-322.
- Compagno, L. J. V. 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. *Environmental Biology of Fishes* 28: 33-76.
- Compagno, L. J. V., Ebert, D. A. & Cowley, P. D. 1991. Distribution of offshore demersal cartilaginous fishes (Class Chondrichthyes) off the west coast of southern Africa, with notes on their systematics. *South African Journal of Marine Science* 11: 43–139.
- Compagno, L. J. V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 1, vol 2. Rome, FAO, 2001, 269 p

- Concha F., Hernández S. & Oddone M. C. 2009. Egg capsules of the raspthorn sandskate, *Psammobatis scobina* (Philippi, 1857) (Rajiformes, Rajidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 253-256.
- Concha F., Morales M. & Javiera Larraguibel J. 2012 Egg capsules of the Filetail fanskate *Sympterygia lima* (Poeyppig 1835) (Rajiformes, Arhynchobatidae) from the southeastern Pacific Ocean, with observations on captive egg-laying. *Ichthyol Res.*
- Conrath C. 2005. Chapter 7. Reproductive biology. En: Musik, J. y Bonfil, R. Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. 474.
- Conrath, C. L. & Musick J. A. 2002. Reproductive biology of the smooth dogfish, *Mustelus canis* in the northwest Atlantic Ocean. *Environ. Biol. Fish.* 64:367-377.
- Cordovéz, M., Ron, E. & Avarez, R. T. 2009. Composición de las Capturas Comerciales de la Raya Látigo-Hocicon, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801), Procedentes de la Pesca Artesanal en la Isla de Cubagua, Venezuela. *Proceedings of the 62 Gulf and Caribbean Fisheries Institute.*
- Cortés, E., 2000. Life history patterns and correlations in sharks. *Rev. Fish. Sci.* 8,
- Daniel, W. W. 2002. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición. Editorial Limusa. México. 755 pp.
- Dulvy, N. K., Metcalfe J. D., Glanville, J., Pawson, M. G. & Reynolds, J. D. 2000. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology.* 14: 283-293.
- Ebert, D. A., Cowley, P. D. & Compagno, J. L. V. 1991. A preliminary investigation of the feeding ecology of skates (Batoidea: Rajidae) off the west coast of Southern Africa. *South African Journal of Marine Science*, 10: 71-81.
- Ebert, D. A. 2003. The Sharks, Rays and Chimaeras of California. Berkeley, CA: University of California Press.
- Ebert D. A. 2005. Reproductive biology of skates, *Bathyraja* (Ishiyama), along the eastern Bering Sea continental slope. *Journal of Fish Biology* 66, 618-649
- Ebert, D. A., Compagno, L. J. V., Cowley, P. D. 2006. Reproductive biology of catsharks (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) from the west coast of southern Africa. *ICES J. Mar. Sci.* 63, 1053-1065.
- Ebert D. A. & Compagno L. J. V. 2007. Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environ Biol Fish* 80: 111-124.
- Ebert, D. A. & Davis, C. D. 2007. Descriptions of skate egg cases (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from the eastern North Pacific. *Zootaxa* 1393: 1-18
- Ebert, D. A., Compagno, L. J. V. & Cowley, P. D. 2008a. Aspects of the reproductive biology of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei) from southern Africa. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 81-102.

- Ebert D. A., Smitha, W. D., Cailliet, G. M. 2008b. Reproductive biology of two commercially exploited skates, *Raja binoculata* and *R. rhina*, in the western Gulf of Alaska. *Fisheries Research* 94: 48–57.
- Ellis, J. R., Pauson, M. G. & Shackley, S. E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of rays (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76: 80-106.
- Espinoza, J. 1996. El niño y sus implicaciones en el medio ambiente. *Actas oceanográfica del Pacífico. INOCAR-ECUADOR*. Vol 8. No (1).
- Estalles, M., Collier N. M., Perier, M. R. & Di-giacomo E. 2011 Skates in the demersal trawl fishery of San Matías Gulf, Patagonia: species composition, relative abundance and maturity stages. *Aquat. Living Resour.* 24, 193–199
- Fitz, E. S. & Daiber, F. C. 1963. An introduction to the biology of *Raja eglanteria* Bosc 1802 and *Raja erinacea* Mitchill 1825 as they occur in Delaware Bay. *Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection*, 18: 69–96.
- Flammang, B. E., Ebert, D. A. & Cailliet, G. M. (2007). Egg cases of the genus *Apristurus* (Chondrichthyes: Scyliorhinidae): phylogenetic and ecological implications. *Zoology* 110, 308–317.
- Francis, M. P., Maolagáin, C. O. & Stevens, D. 2001. Age, growth and sexual maturity of two New Zealand endemic skates *Dipturus nasatus* and *D. innominatus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 831-842
- García De La Rosa, S.B., Sánchez, F. & Prenske B. 2004. Caracterización biológica y estado de explotación de la raya (*Dipturus chilensis*). En: Sánchez, R. P. y Bezzi, S. I. (Eds.). *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*. Publicaciones Especiales INIDEP, 4: 53: 66.
- Grogan, E.D. & R. Lund. 2004. The origin and relationships of early Chondrichthyes. In: *Biology of Sharks and Their Relatives*, J. Carrier, J. Musick and M. Heithaus (Eds.), CRC Press, Boca Raton, pp. 3-31.
- Hamlett, W. C. & Koob T. J. 1999. Female reproductive system. En: *Sharks, skates and rays the biology of elasmobranch fishes*. Hamlett, W. C. (Ed). The Johns Hopkins Univ. Press, E.U.A. 398-443 pp.
- Hamlett, W. C. 1999. Male reproductive system. In *Sharks, skates and rays. The biology of elasmobranch fishes*. (Hamlett, W. C., Ed.) pp. 444-470, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Hamlett, W. C., Knight, D. P., Koob, T. J., Jezior, M., Luong, T., Rozycki, T., Brunette, N. & Hysell M. K. 1998. Survey of Oviducal Gland Structure and Function in Elasmobranchs. *The J. of Exp. Zool.* 282; 399-420.
- Hamlett, W.C., Fishelson, L., Baranes, A., Hysell, C.K. & Sever, D.M. 2002. Ultra-structural analysis of sperm storage and morphology of the oviducal gland in the Oman shark, *Iago omanensis* (Triakidae). *Marine and Freshwater Research* 53: 601-613.

- Hamlett, W.C., Knight, D.P., Pereira, F.T., Steele, J. & Server, D.M. 2005. Oviducal glands in Chondrichthyes. In: Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras, W.C. Hamlett (Ed.), Science Publishers, Enfield, NH, pp. 301-335.
- Herrera, M., Zarate, P., Guerrero, P. & Gaibor N. (2003) Los tiburones en las pesquerías de Ecuador. Manuscrito no publicado.
- Hitz, C.R. 1965. Observations on egg cases of the big skate (*Raja binoculata*) found in Oregon coastal waters. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 21: 851-854.
- Hobson, A.D. 1930. A note on the formation of the egg case of the skate. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 16: 577-581.
- Holden, M. J. 1975. The fecundity of *Raja clavata* in British waters. Journal du Conseil International pour l' Exploration de la Mer, 36: 110–118.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Harden Jones, F.R. (ed.) Sea Fisheries Research. P p 117–137. New York: John Wiley and Sons.
- Hueter R. Science and management of shark fisheries - Introduction. Fish Res. 1989;39.
- Hussakof, L. 1914. Notes on a small collection of fishes from Patagonia and Tierra del Fuego. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York 33: 85-94.
- Ishihara H., Treloar, M., Bor, P. H. F, Senou, H. & Jeong, H. H. 2012. The Comparative Morphology of Skate Egg Capsules (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes). Bull. Kanagawa prefect. Mus. (Nat. Sci.), no. 41, pp. 9-25
- Ishiyama, R. 1958. Studies on the Rajid fishes (Rajidae) found in the waters around Japan. Journal of Shimonoseki College of Fisheries 7: 193-394.
- Jones, J. P., Walker, T I., Bell, J. D., Reardon, M. B., Ambrosio, C. E., Almeida, A. & Hamlett, W. C. 2005. Male Genital Ducts and Copulatory Appendages in Chondrichthyes. En: Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids, And Chimaeras/volume edited by William C. Hamlett. ISBN (Vol. 3) 1-57808-314-1
- Joung, S. J., Chen, C. T., Clark, E. Uchinda, S., & Huang, W. Y. P. 1996. The whale shark, *Rhincodon typus*, is a livebearer: 300 embryos found in one 'mega mamma' supreme. Environ. Biol. Fish. 46:219-223.
- Koob, T. J. & Callard, I. P. 1999. Reproductive Endocrinology of Female Elasmobranchs: Lessons From the Little Skate (*Raja erinacea*) and Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*). The J. of Exp. Zool. 284; 557-574.
- Koob, T.J. 1991. Deposition and binding of calcium and magnesium in egg capsules of *Raja erinacea* Mitchill during formation and tanning in utero. Copeia 1991: 339-347
- Koob, T.J. 1999. Elasmobranch reproduction. In: Encyclopedia of Reproduction, E. Knobil and J.D. Neill (Eds.). Academic Press, San Diego, Vol. 1, pp. 1009- 1018.

- Kyne, P.M. & Valenti, S.V. 2009. *Raja equatorialis*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 30 May 2014.
- Libby, E.L. 1959. Miracle of the mermaid's purse. National Geographic 116: 412- 420.
- Licandeo, R. R., Lamilla, J. G., Rubilar, P. G. & Vega, R. M. 2006. Age, growth, and sexual maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* in the south-eastern Pacific. Journal of Fish Biology, 68: 488-506.
- Lucifora, L. O.; Valero, J. L.; García, V. B., 1999: Length at maturity of the greeneye spurdog shark, *Squalus mitsukurii* (Elasmobranchii: Squalidae), from the SW Atlantic, with comparisons with other regions. Mar. Freshw. Res. 50, 629–632
- Lucifora, L.O., García, V.B., & Worm, B., 2011. Global diversity hotspots and conservation priorities for sharks. PLoS ONE 6, e19356
- Mabragaña, E. & Cousseau, M.B. 2004. Reproductive biology of two sympatric skates in the south-west Atlantic: *Psammobatis rudis* and *Psammobatis normani*. J. Fish Biol., v. 65, p. 559-573, 2004.
- Mabragaña, E., Lucifora, L. O. & Massa, A. M. 2002. The reproductive ecology and abundance of *Sympterygia bonapartii* endemic to the south-west Atlantic. Journal of Fish Biology, 60: 951-967.
- Mabragaña, E., Figueroa, D. E., Scenna, L. B. , Díaz-de-Astarloa, J.M., Colonello, J. H., & Delpiani, G. 2011. Chondrichthyan egg cases from the south-west Atlantic Ocean. Journal of Fish Biology (2011) 79, 1261–1290
- Mabragaña, E., Lucifora, L.O., Corbo, M., & Díaz-de-Astarloa, J.M. 2014. Seasonal Reproductive Biology of the Bignose Fins skate *Sympterygia acuta* (Chondrichthyes, Rajidae). Estuaries and Coast.
- Martínez Ortiz, J. & García-Domínguez, M. 2013. Guía de campo de Condriactios del Ecuador. Quimeras, Tiburones y Rayas. (ed). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MAGAP) /Viceministerio de Acuicultura y Pesca (VMAP)/Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP):190-191pp.
- McEachran, J. D., 1970. Egg capsules and reproductive biology of the skate *Raja garmani* (Pisces: Rajidae). Copeia, 1970 (1): 197–199.
- McEachran, J. D. & Musick, J. A. 1975. Distribution and relative abundance of seven species of skates (Pisces: Rajidae) which occur between Nova Scotia and Cape Hatteras. Fishery Bulletin 73: 110–136
- Mejía-Falla, P. A., Navia, A. F. & 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
- Mejía-Ladino L. M., Payán, L. F. & Tobón-López, A. 2011. Familia Rajidae En: Guía para la identificación de especies de tiburones, rayas y quimeras de Colombia. Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Corporación para el

desarrollo Sostenible del archipiélago de San Andrés , Providencia y Santa Catalina-CORALINA; Gobernación de San Andrés , Providencia y Santa Catalina , Fundación SQUALUS.p.227-247.

Metten, H. 1939. Studies on the reproduction of the dogfish. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B 230: 217-238

Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP). 2006. Plan de Acción Nacional para Conservación y el Manejo de Tiburones de Ecuador (PAT-Ec). MICIP, 44 pp

Mollet, H. F., Cliff, G., Pratt, H. L. Jr. & Stevens, J. D. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. Fishery Bulletin 98: 299-318.

Musick, J. A., Branstetter, S. & Colvocoresses, J. A. 1993. Trends in shark abundance from 1974 to 1991 for the Chesapeake Bight region of the U.S. Mid-Atlantic coast. In Branstetter, S. (Ed.) Conservation Biology of Elasmobranchs. NOAA Technical Report NMFS 115, pp. 1-18.

Nakaya, K. 1975. Taxonomy, comparative anatomy and phylogeny of Japanese catshark, Scyliorhinidae. Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University 23: 1-94.

Natanson, L. J. y Cailliet, G. M. 1986. Reproduction and development of the Pacific angel shark, *Squatina californica*, off Santa Barbara, California. Copeia (4):987-994.

Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. Fourth edition. John Wiley & sons. USA. 622pp

Oddone, M. C. & Vooren, C. M. 2002. Egg-cases and size at hatching of *Sympterygia acuta* in the south-western Atlantic. Journal of Fish Biology 61, 858–861.

Oddone, M. C. & Vooren, C. M. 2004. Distribution and abundance of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii, Rajidae) with regard to salinity, temperature and depth in southern Brazil, south-western Atlantic. Neotropical Ichthyology, 2(3): 137-144

Oddone, M. C., Marçal, A. S. & Vooren, C. M. 2004. Egg capsules of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) and *A. plantana* (Günther, 1880) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae). Zootaxa, v. 426.

Oddone, M. C. & Vooren, C. M. 2005. Reproductive biology of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii, Rajidae) off southern Brazil. ICES J. Mar. Sci., 62 (6): 1095-1103.

Oddone, M. C., Paesch, L. & Norbis, W. 2005. Length at first sexual maturity of two species of rajoid skates, genera *Atlantoraja* and *Dipturus* (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae), from the Southwestern Atlantic Ocean. Journal of Applied Ichthyology, 21: 70-72.

Oddone, M. C., Walter, N., Mancini, P.L. & Amorin, A. F. 2008 a. Sexual development and reproductive cycle of the Eyespot skate *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903)

(Chondrichthyes: Rajidae: Arhynchobatinae), in southeastern Brazil. *Acta Adriat.*, 49(1): 73 – 87.

Oddone, M. C., Mesa, A. & Amorim, A.F. 2008b Description Of The Egg Capsule Of *Atlantoraja Castelnau* (Elasmobranchii, Rajidae). *Brazilian journal of oceanography*, 56(1):65-68, 2008.

Otake, T. 1990. Classification of reproductive modes in sharks with comments on female reproductive tissues and structures. 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, 111-130p.

Paesch, L. & Oddone, M. C. 2008. Change in size-at-maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* (Guichenot, 1848) (Elasmobranchii: Rajidae) in the SW Atlantic.

Paesch, L. & Oddone, M. C. 2009. Size at maturity and egg capsules of the softnose skates *Bathyraja brachyurops* (Fowler, 1910) and *Bathyraja macloviana* (Norman, 1937) (Elasmobranchii: Rajidae) in the SW Atlantic (37°00'–39°30'S). *Journal compilation Blackwell Verlag, Berlin* ISSN 0175–8659

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

Pratt, H.L. 1988. Elasmobranch gonad structure: a description and survey. *Copeia* 1988: 719-729.

Pratt, H. L. Jr. 1993. The storage of spermatozoa in the oviducal glands of western North Atlantic sharks. En: *The reproduction and development of sharks, skates, rays and rat fishes*. Wourms, J.P., Demski, L. S, (eds.). 38(1-3): 139-149

Pratt, H.L., Jr. & Casey, J.G. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries with a review of Holden's method of estimating growth parameters. In: *NOAA Technical Report NMFS 90*, J. Harold L. Pratt, S.H. Gruber and T. Taniuchi (Eds.), pp. 97-110.

Richards, S.W., Merriman, D. & Daiber, L. H. 1963. Studies on the marine resources of southern New England. 9. The biology of the little skate, *Raja erinacea*. *The Bingham Oceanographic Collection*, 18: 5–65.

Rocha, F., Oddone, M. C. & Gadig, O. B. F. 2010. Egg capsules of the little skate, *Psammobatis extenta* (garman, 1913) (chondrichthyes, rajidae). *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(3):251-254, 2010.

Serra-Pereira, B., Figueiredo, I., & Gordo, L. S. 2011. Maturation of the Gonads and Reproductive Tracts of the Thornback Ray *Raja clavata*, with Comments on the Development of a Standardized Reproductive Terminology for Oviparous Elasmobranchs. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 3(1):160-175

- Smith, J. W. & Merriner, J. V. 1987. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus* in Chesapeake Bay. *Estuaries* 10: 153-164.
- Smith, R.M., Walker, T.I. & Hamlett, W.C. 2004. Microscopic organisation of the oviducal gland of the holocephalan elephant fish, *Callorhynchus milii*. *Marine and Freshwater Research* 55: 155-164.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K. & Walker, P. A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 476–494.
- Springer, S. (1967). Social organization of shark populations. In *Sharks, Skates and Rays* (Gilbert, P. W., Mathewson, R. F. & Rall, D. P., eds), pp. 149–174. Baltimore, MD: The John Hopkins University Press.
- Sulikowski, J. A., Tsang, P. C.W. & Howell, W. H., 2004. An annual cycle of steroid hormone concentrations and gonad development in the winter skate, *Leucoraja ocellata*, from the western Gulf of Maine. *Mar. Biol.* 144, 845–853.
- Tapia-García, M. & García-Abad, M. C. 1998. Los peces acompañantes del camarón y su potencial como recurso en las costas de Oaxaca y Chiapas. 179:196.
- Templeman, W. 1987. Differences in sexual maturity and related characteristics between populations of thorny skate (*Raja radiata*) from the Northwest Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 7: 155-167.
- Treolar, M. A.; Laurenson, L. J. B.; Stevens, J. D. 2006. Descriptions of rajid egg cases from southeastern Australian waters. *Zootaxa*, v. 1231, p. 53-68.
- UICN (2001). «Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1.». Consultado el 25 de enero de 2015.
- Walker, P. A., Heesen, H. J. L., 1996. Long-term changes in ray populations in the North Sea. *ICES J. Mar. Sci.* 53, 1085–1093.
- Walker, P.A., Hislop, G., 1998. Sensitive skates or resilient rays spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and northwestern North Sea between 1930 and the present day. *ICES J. Mar. Sci.* 55, 392–402
- Walker, T. I. 2005. Reproduction in fisheries science. En: *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes: Sharks, Batoids, And Chimaeras*/volume edited by Hamlett W. C. ISBN (Vol. 3) 1-57808-314-1.
- Wourms, J. P. 1977. Reproduction and development of condricthyan fishes. *Amer. Zool.* 17:379-410.
- Wourms, J.P. 1981. Viviparity: maternal-fetal relationships in fishes *Amer. Zool.* 21:473- 5.
- Wourms, J. P.; Grove, D.; Lombardi, J., 1988: The maternal- embryonic relationship in viviparous fishes. In: *Fish physiology*. W. S. Hoar and D. J. Randall (Eds). Academic Press, New York, 11

Wourms, J.P. & Lombardi, P., 1992. Reflections on the evolution of piscine viviparity. *Am. Zool.* 32, 276–293.

Wourms J. P. & Demski Leo S.1993. The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. En: "Reprinted from Environmental biology of fishes, 1993, with addition of species and subject index. Includes biographical references and Index. ISBN 978-90-481-4330-6.

Wourms, J.P. 1997. The rise of fish embryology in the nineteenth century. *American Zoologist* 37: 269-310.

Wyffels J. T. 2009. Embryonic Development of Chondrichthyan Fishes—A Review.En: Development of non-teleost fishes /editors, Yvette W. Kunz, Carl A. Luer, & B.G. Kapoor. Science Publishers United States of America. ISBN: 978-1-57808-500-2 Cover.

ANEXOS

ANEXOS 1 Puerto Pesquero Artesanal de Santa Rosa de Salinas.



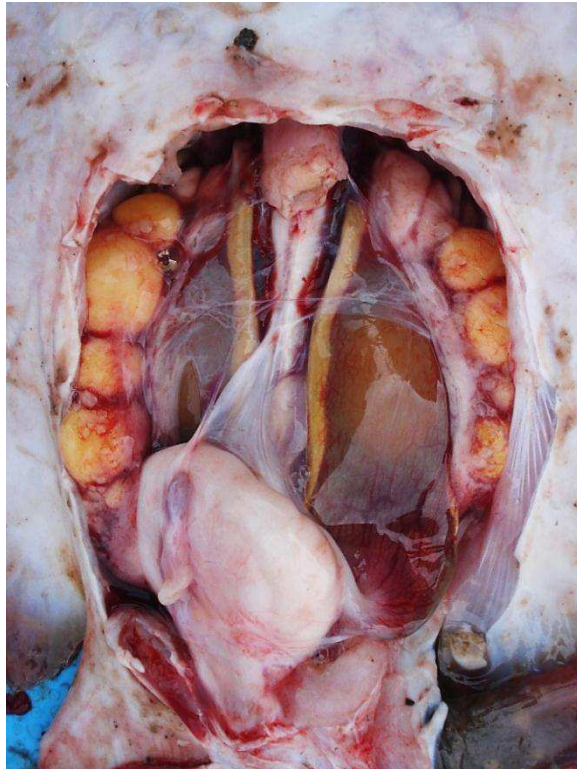
ANEXOS 2 Desviseradores del puerto.



ANEXO 3 Arribo de las rayas al puerto de Santa Rosa de Salinas.



ANEXO 4 Colecta de muestras.



ANEXO 5 Trabajo de laboratorio.

