

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Determinación de talla mínima de reproducción del recurso Pata de mula o Casco de burro (*Anadara grandis*), en Puerto El Morro.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

José Miguel Torrico Zambrano

David Missael Ríos Almache

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

A Dios

Por habernos permitido llegar hasta este punto, quien como guía estuvo presente en el caminar de nuestras vidas, bendiciéndonos y dándonos fuerzas para continuar con las metas trazadas sin desfallecer y habernos dado salud para lograr los objetivos, además de su infinita bondad y amor.

José Miguel Torrico Zambrano

A mi madre Elsa Mercedes Zambrano Aveiga

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por su valor para salir adelante y sobre todo por su amor incondicional.

A mi padre Gabriel Rafael Lanas Andrade

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

David Missael Ríos Almache

Con todo mi amor a mis padres Rosa Almache Ulloa y Luis Ríos Castillo, que, con su cariño, consejos, sacrificio y esfuerzo, fueron parte importante para la finalización de esta etapa tan importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han contribuido a la conclusión satisfactoria de este proyecto integrador y para ellos quisiéramos darles todos nuestros más sinceros agradecimientos. Un agradecimiento especial a todos los que conforman de alguna u otra manera la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde tuvimos el privilegio de formarnos y donde hemos recibido el apoyo y la guía para ser profesionales con sólidos valores morales y éticos.

José Miguel Torrico Zambrano

A mis padres por apoyarme en mi camino hacia formarme como profesional, a enseñarme que las cosas en la vida se consiguen con fuerza y humildad, que no importa lo difícil que se ponga, lo más importante es terminar lo que se empezó.

David Missael Ríos Almache

A cada uno de mis seres queridos y familiares que han sido parte y pilar fundamental de este logro personal, dándome aliento e inculcándome perseverancia. A mis profesores, compañeros, que siempre estuvieron prestos a compartir sus conocimientos y darme una mano. A mi tutor, PhD. Félix Morales, Blgo. Juan Moreno, Blgo. Carlos Alemán y a mi compañero de proyecto Blgo. José Miguel Torrico por su apoyo, paciencia y colaboración para poder realizar de la mejor manera este trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; José Miguel Torrico Zambrano y David Missael Ríos Almache damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

José Miguel Torrico
Zambrano

David Missael Ríos
Almache

EVALUADORES

Msc. Diego Arturo Gallardo Polit

PROFESOR DE LA MATERIA

Ph. D. Félix Enrique Morales Ramos

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El siguiente estudio tiene como fundamento la conservación del recurso pata de mula (*Anadara grandis*) en el sector estuarino de Puerto El Morro, donde los actores principales que inciden en esta pesquería, son personas nativas del lugar; el problema de esta pesquería emergente es que no tiene una medida regulatoria, además del desconocimiento de los aspectos biológicos debido a los pocos estudios realizados sobre esta especie. La colección de organismos tiene lugar en sitios aleatorios del canal y se realizó en los meses de junio – agosto del 2018, las muestras se procesaron mediante registros biométricos para la posterior clasificación en rangos de talla, análisis en fresco y fijación para prácticas histológicas, con la finalidad de generar información relevante sobre los aspectos biológicos de la especie. Los resultados del estudio permitieron diferenciar los estados de madurez en las gónadas de los individuos analizados (indeterminado, en desarrollo, maduro y desovado) y mediante modelos estadísticos con intervalos de confianza del 95% se determinó que *A. grandis* tiene Talla Mínima de Madurez Sexual (TMMS) de 44,8 mm; nosotros recomendamos a las autoridades competentes implementar medidas de manejo para el recurso mediante un $Lt_{50\%}$ determinado de 60,5 mm, debido a que este estudio demostró que al utilizar este tamaño como mínimo de captura, se garantiza la sostenibilidad de la especie.

Palabras Clave: *Anadara grandis*, gónada, estadios, madurez sexual.

ABSTRACT

The following study is based on the conservation of the “Pata de mula” resource (Anadara grandis) in the estuarine area of Puerto El Morro, where the main actors that affect this fishery are native people; the problem of this emerging fishery is that it does not have a regulatory measure, in addition to ignorance of the biological aspects due to the few studies conducted on this species. The collection of organisms takes place in random sites of the canal and was carried out monthly, from June to August 2018, the samples were processed by biometric records for the subsequent classification in size ranges, fresh analysis and fixation for histological studies, this is to generate relevant information about the biological aspects of the species. The results of the study allowed to differentiate the maturity stages in the gonads of the analyzed individuals (indeterminate, developing, ripe and spawned) and by statistical models with 95% confidence intervals it was determined that A. grandis has a TMMS of 44.8 mm; we recommend to the competent authorities to implement management measures for the resource through a $L_{t_{50\%}}$ determined of 60.5 mm, this study showed that to use this size as minimum capture size would assure the sustainability of the specie.

Keywords: *Anadara grandis, gonad, stages, sexual maturity.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE PLANOS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Generalidades de los moluscos bivalvos	4
1.4.2 Biología básica de los bivalvos	5
1.4.3 Características Generales de <i>Anadara grandis</i>	8
1.4.4 Hábitat.....	9
1.4.5 Distribución a nivel Mundial.....	10
1.4.6 Distribución en el Ecuador	10
1.4.7 Ciclo Biológico de la Concha.....	11

1.4.8	Alimentación.....	12
1.4.9	Crecimiento	12
1.4.10	Desarrollo gonadal	13
1.4.11	Aspectos Legales	14
CAPÍTULO 2.....		15
2.	Metodología	15
2.1	Materiales	16
2.2	Equipos.....	17
2.3	Metodología	17
2.3.1	Diseño y construcción de muestreador bentónico.....	17
2.3.2	Análisis Gonadal y Reconocimiento de Estadios de Madurez Sexual....	17
2.3.3	Determinación de Talla Mínima de Madurez Sexual (TMMS)	21
CAPÍTULO 3.....		22
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	22
CAPÍTULO 4.....		31
4.	Conclusiones Y RECOMENDACIONES	31
	Conclusiones	31
	Recomendaciones	32
BIBLIOGRAFÍA.....		33
ANEXOS.....		35

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

SNAP Sistema Nacional de Áreas Protegidas

INP Instituto Nacional de Pesca

REMACAM Reserva Marino Costera Cayapas Mataje

REVISMEM Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro

TMMS Talla Mínima de Madurez Sexual

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

CSA Centro de Servicios para la Acuicultura

SIMBOLOGÍA

mm	Milímetros
g	Gramo
Lt	Longitud total
PV	Peso Valva
PC	Peso Carne
LM	Longitud Media
R1	Rango de tamaño comprendido entre 0,1 y 2,0 mm
R2	Rango de tamaño comprendido entre 2,1 y 4,0 mm
R3	Rango de tamaño comprendido entre 4,1 y 6,0 mm
R4	Rango de tamaño comprendido entre 6,1 y 8,0 mm
R5	Rango de tamaño comprendido entre 8,1 y 10,0 mm
I	Grado de madurez, Indeterminado
ED	Grado de madurez, En Desarrollo
M	Grado de madurez, Maduro
D	Grado de madurez, Desovado
cm	Centímetro

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Anatomía externa de <i>A. grandis</i> ..	5
Figura 1.8 Escala de crecimiento de la concha. Fuente: Instituto Nacional de Pesca, 2011; modificado por José Torrico, 2018.	13
Figura 2.9 Mapa base de identificación de los puntos de muestreo en Pto. El morro, lugar donde se realizó el levantamiento de información referente a la pata de mula (<i>A. grandis</i>). Fuente: José Torrico, 2018; Google Earth.	16
Figura 2.10 Descripción de la metodología aplicada en el laboratorio para el reconocimiento de los estados de madurez sexual en <i>A. grandis</i> .	19
Figura 3.11 Individuo indeterminado, gónadas no desarrolladas.	23
Figura 3.12 (A) Hembra en desarrollo inicial, la gónada presenta una coloración naranja pálido y cubre una pequeña parte del saco visceral, del lado derecho se puede observar (A1) células sexuales vistas a 40x en fresco “frotis” y (A2) células sexuales vistas a 10x 10x fijadas “tinción”; (B) Macho en desarrollo, la gónada presenta una coloración crema y cubre parcialmente las paredes del saco visceral, del lado derecho se puede observar (B1) células sexuales en fresco “frotis” y (B2) células sexuales fijadas “tinción”.	24
Figura 3.13 (D) Hembra madura, del lado derecho se puede observar (D1) células sexuales vistas a 40x en fresco “frotis” y (D2) células sexuales vistas a 10x fijadas “tinción”; (E) Macho maduro; las gónadas cubren totalmente las paredes del saco visceral, del lado derecho se puede observar (E1) células sexuales en fresco “frotis” y (E2) células sexuales fijadas “tinción”.	25
Figura 3.14 (H) Macho desovado, la gónada se encuentra de la mitad del saco visceral hacia abajo, (I) Estrías laterales presentes en el contorno del saco visceral de una hembra, lo cual indica desove; (F1) células sexuales vistas a 40x en fresco “frotis” y (F2) células sexuales vistas a 10x fijadas “tinción”.	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Hoja de muestreo biológico empleada para el registro de datos. Los rangos de talla son representados con la letra 'R', por lo tanto, R1 (1-20 mm), R2 (21-40 mm), R3 (41-60 mm), R4 (61-80 mm), R5 (81-100 mm).....	19
Tabla 2.2 Escala de interpretación de madurez sexual de individuos machos y hembras de <i>A. grandis</i> . Fuente: Herrán, 1983 y Lucero et al., 2012; INP; modificado por José Torrico, 2018.....	20
Tabla 3.3 Individuos de <i>A. grandis</i> encontrados durante el estudio en el estuario de Pto. El Morro. La proporción de machos es mayor en relación a las hembras, con excepción del mes de junio.....	22
Tabla 3.4 Registro de medidas biométricas en individuos de <i>A. grandis</i> durante los meses de muestreo, en el estuario de Pto. El Morro.	27
Tabla 3.5 Registro de valores biométricos mínimos, máximos y promedios totales correspondientes a Peso Total, Peso Carne y Peso Valva, para los meses de muestreo.....	29

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Marco e inclinación de pico de arrastre (ANEXO C).
PLANO 2	Marco de apertura del “dredge” (ANEXO C).
PLANO 3	Pico de entierre marco antero-inferior (ANEXO C).
PLANO 4	Tubos “U” para marco y base de red (ANEXO C).
PLANO 5	Tubo superior para conexión del mango de arrastre (ANEXO C).
PLANO 6	Mango de acople para tubo principal de arrastre (ANEXO C).
PLANO 7	Guía de ensamblaje (ANEXO C).

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En las zonas costeras donde existe una gran diversidad de ecosistemas tales como los estuarios y manglares; los bivalvos, tales como las conchas, almejas, caracoles, ostiones y mejillones, constituyen parte de la dieta diaria de las comunidades quienes al mismo tiempo la utilizan como una fuente de ingresos económicos. Sin embargo, la disponibilidad del recurso se ha visto afectada por el crecimiento de la población humana, el incremento de las fronteras urbanas y acuícolas y la alteración y destrucción de las áreas de manglar, debido a la disminución en la calidad de las aguas y a las actividades antropogénicas en la zona (EcoCostas, 2006).

Uno de los rubros económicos con mayor relevancia dentro de las comunidades costeras en el Ecuador es la pesquería ancestral de los moluscos bivalvos. Una de las seis clases de moluscos que comprende animales encerrados en dos valvas (conchas), ej. mejillones, ostras, almejas, entre otras; esta clase contiene un número significativo de especies (7.500) aproximadamente, varias de ellas poseen gran importancia económica por ser comestibles (Castillo Rodríguez, 2014), como lo es en el caso de: ostras, ostiones, almejas, mejillones y conchas, que son consumidos por los humanos en grandes cantidades (Gosling, 2004). En el Ecuador las especies más importantes comercialmente hablando son: concha prieta o negra (*Anadara tuberculosa*) y concha macho-Mica (*A. similis*), (Moreno, 2010), mientras que la pesquería de pata de mula o casco de burro (*A. grandis*) no es considerada como industrial por ser emergente, sin embargo está incluida en las especies dominantes dentro de la comunidad bentónica en los ecosistemas manglar (Musello, Álvarez, & Flores, 2009).

La captura de moluscos bivalvos se caracteriza por ser una pesquería de acceso abierto y de pequeña escala, desarrollada en los ecosistemas donde predomina el manglar, en el Ecuador estos ecosistemas están presentes al norte de la Provincia de Esmeraldas (*REMACAM*); en el centro en la Provincia del Guayas (*REVISMEM* y *Puná*) y al sur en la Provincia de El Oro (Archipiélago de Jambelí), (Moreno, 2010). En el presente estudio se analizaron las gónadas de individuos de diferentes tallas, se reconocieron los estados de madurez sexual y se evaluaron las tallas para determinar la talla mínima de madurez sexual de *A. grandis*, capturadas entre junio

y agosto correspondientes al verano o estación seca para Ecuador. Este estudio servirá sugerir una talla mínima de captura para asegurar la pesca sostenible del recurso pata de mula, así como también para poner en consideración la evaluación de esta pesquería en la comuna de Pto. El Morro, ya que, a pesar de la importancia económica generada por este recurso, es poca la información existente sobre su estado y aspectos biológicos.

1.1 Descripción del problema

La problemática encontrada en el sector estuarino de Pto. El Morro, cuenca baja del río guayas; consiste en el desconocimiento de los aspectos biológicos del recurso *A. grandis* y en los efectos que conlleva su pesquería. Al ser este un recurso obtenido de manera continua sin una medida regulatoria, es de esperarse una disminución en las tallas de captura. Un conversatorio previo en las instalaciones del Instituto Nacional de Pesca (INP) nos corrobora que, “lo previamente expuesto se debe a que no hay, o es escasa la información disponible acerca de los aspectos biológicos de *A. grandis*, como crecimiento, periodos de reproducción, y talla a la cual alcanzan la madurez sexual” (J. Moreno, comunicación personal, 7 de junio de 2018), estos aspectos son pertinentes si es que se piensa en desarrollar un manejo adecuado de la especie basado en el conocimiento científico. La mayoría de los estudios que se han realizado sobre especies del género *Anadara* son en *A. tuberculosa* y *A. similis* (Bohórquez, 2015; Cruz & Palacios, 1983; Herrán, Rincón, & Cantera, 2013) que son estudios realizados a lo largo de su distribución geográfica, en cambio sobre *A. grandis* la información pertinente es escasa en nuestro país (Morales, 2015), así como en el resto de países que integran el rango de distribución de esta especie.

Los resultados esperados de este proyecto pretenden estimar una talla de captura mediante la determinación de una talla mínima de madurez sexual (TMMS); lo cual ayudará a mantener el recurso sostenible en el tiempo y a su vez servirá como consideración para las autoridades competentes en el caso de desarrollar planes de manejo para esta especie en el futuro. Todo lo previamente planteado tendrá como fundamento base la socialización de

información con los pescadores para incentivar un manejo responsable y adecuado para las poblaciones de *A. grandis* en el canal estuarino de Pto. El Morro, de tal manera que el recurso puede mantenerse sostenible en el tiempo.

1.2 Justificación del problema

La realización de este estudio se debe a que a pesar de la importancia que tiene el recurso *Anadara* en el Ecuador como base de la autonomía alimentaria en comunidades de la región costera, son pocos los trabajos realizados sobre la especie *A. grandis*, aunque su captura se ha mantenido constante en el tiempo para los pescadores artesanales pertenecientes al recinto de Pto. El Morro, lo cual se constató mediante encuestas (**Anexo A**); acotaciones importantes sobre el recurso *A. grandis* en Pto. El Morro indican que esta especie se ha vuelto comercial poco tiempo después de la implementación de vedas para captura de cangrejo de manglar (*Ucides occidentalis*), un dato histórico importante encontrado en el museo de la comuna, es una pata de mula de 180 mm de longitud que data de hace 10 años, hoy en día las tallas más grandes de captura oscilan los 73 a 84 mm de longitud. Adicionalmente se destaca que un efecto negativo sobre las densidades de las poblaciones de *A. grandis* afectaría directamente a la economía de aquellos pescadores que se dedican al esfuerzo de extracción y posterior comercialización del recurso; esto a su vez conllevaría a otro tipo de problemas sociales, ecológicos, biológicos y culturales, lo cual refleja la necesidad de realizar este estudio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la talla mínima de reproducción del recurso Pata de mula o Casco de burro (*A. grandis*) en Pto. El Morro, para socializar con los pescadores la información sobre los aspectos biológicos, de tal modo que se incentive un manejo responsable del recurso en el tiempo.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Construir un muestreador bentónico de operación manual, para la captura de diferentes tallas de *A. grandis*.
2. Analizar las gónadas de las diferentes tallas de *A. grandis*, para el reconocimiento de su madurez.
3. Elaborar una guía práctica, para la identificación de los diferentes estados de madurez sexual en *A. grandis*.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Generalidades de los moluscos bivalvos

Los bivalvos pertenecen al Phylum Mollusca (FAO), representa un gran número de diversidad de especies del reino animal; Zhing-Quiang (2011) estima aproximadamente la descripción de 117.360 especies en una clasificación de tipo evolutiva-descriptiva; estos invertebrados poseen un mayor número de especies que el de los vertebrados conformado por un aproximado de 64.830 especies; en donde están incluidos los peces (31.000), (Zhing-Quiang, 2011). El estudio de los moluscos marinos es considerado atractivo para otro tipo de ciencias como paleontología, zoología, biología, arqueología, así como también para genetistas y coleccionistas, entre otras especialidades, esto es debido a una gran cantidad de características complejas que contribuyen al éxito de su colonización en bosques de manglar, lagunas costeras y zonas de arrecife, donde los nichos ecológicos se establecen (Castillo-Rodríguez & Graciela, 2014). Especies de almejas, ostras, mejillones, conchas, etc.; se caracterizan por estar comprimidos lateralmente (Gosling E. , 2002); los moluscos bivalvos tanto marinos como de agua dulce, son de hábitos microfágicos o suspensívoros.

1.4.2 Biología básica de los bivalvos

1.4.2.1 Datos Taxonómicos

Reino: Animalia

Phylum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Arcoidea

Familia: Arcidae

Género: Anadara

Subgénero: Grandiarca

Especie: *Anadara grandis*

Nombre científico: *Anadara (Grandiarca) grandis*

(Broderip & Sowerby, 1829)

1.4.2.2 Anatomía Externa

En los moluscos bivalvos el rasgo que más destaca es la presencia de dos valvas prominentes que tienen simetría bilateral, estas pueden ser de igual o incluso diferente tamaño, pueden cerrarse completamente o no sobre las partes blandas internas con la ayuda de los músculos abductores (2 anteriores y 2 posteriores).

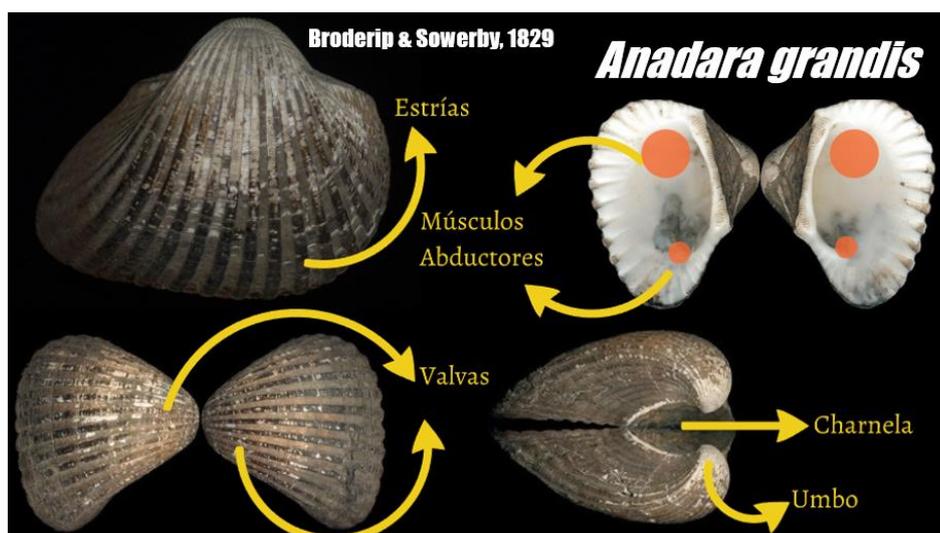


Figura 1.1 Anatomía externa de *A. grandis*. Fuente: José Torrico, 2018.

Partes principales externas:

Valvas: estructuras formadas en su mayoría por carbonato de calcio, dan forma a las siguientes capas: 1ra) capa interna, conocida también como nacarada, 2da) capa intermedia y 3ra) capa externa, conocida también como perióstraco, el perióstraco consiste en una capa áspera pardusca dispuesta sobre la concha (Helm, et al., 2006).

Umbo: resulta en una protuberancia a nivel dorsal y es la parte más vieja que podemos encontrar en la concha (Pontes, 2018); está distribuido en cada una de las valvas.

Estrías: es una formación típica de los géneros, se encuentran presentes en el organismo de dos formas, las de crecimiento y radiales (Pontes, 2018).

Ligamento: es una estructura proteica muy resistente, cuya función es la de unir con fuerza las dos valvas (Pontes, 2018).

Charnela: estructuras con forma de dientes dispuestos conjuntamente con el ligamento, encajan de forma perfecta en la unión de valvas (Pontes, 2018).

Músculos abductores: son músculos que tienen la función de abrir y cerrar las dos valvas, la inserción de este músculo en las valvas suele dejar marcas internas. En las conchas también es llamado músculo dimiario (García, 2007).

1.4.2.3 Anatomía Interna

La anatomía interna de un molusco bivalvo puede ser apreciada al momento de retirar una de las valvas que forman la concha, de tal modo que se puede observar las diferentes partes blandas de la estructura interna que integran el cuerpo del individuo.



Figura 1.2 Anatomía interna de *A. grandis*. Fuente: José Torrico, 2018.

Partes principales internas:

Manto: estructura formada por finas fundas de tejido, está dispuesto en dos mitades unidas entre sí por la charnela en una posición ventral. Cuenta además con un manto que muchas veces tiene tentáculos, localizados en las puntas del sifón (estructura tubular que permite que el agua fluya). La función principal del manto es la segregación, puede tener funciones sensoriales y actúa en la unión de las valvas como respuesta al cambio en las condiciones del medio en el que se encuentra el individuo, además controla la cantidad de agua que ingresa a la cavidad corporal, también cumple la actividad de la respiración (Helm, et al., 2006).

Pie: se ubica en la parte baja del saco visceral, su desarrollo depende de la especie debido a su utilidad para excavar o fijarse al sustrato, en los moluscos bivalvos esta estructura es reducida, es de gran importancia en etapas larvarias y juveniles debido a que ayuda en la función de la locomoción, en la etapa adulta su función es más escasa. En la parte central de esta estructura se dispone una glándula bisal por la cual se segrega una sustancia elástica y filamentosa denominada “biso” que permite al individuo fijarse al sustrato, actividad importante debido a que ayuda a los individuos a mantener su posición y sujetarse (García, 2007).

Branquias: tienen dos funciones principales, una es la filtración de alimento y la otra es la respiración; cuentan con vasos sanguíneos que permiten el intercambio de gases que recorren toda su estructura (García, 2007).

Aparato Digestivo: constituido por boca, estómago, esófago, intestino y ano. El alimento particulado es filtrado por las branquias y captado por los palpos labiales, las partículas son mezcladas conjuntamente con una mucosidad que las dirige al estómago, cuando las partículas de alimento son excedentes en tamaño, son excretadas por el esófago de tal forma que dan origen a pseudo heces (en algunos casos puede ser exceso de alimento), cerca de los sifones se encuentra ubicado el ano (García, 2007).

Sistema Circulatorio: es simple y su localización es difícil, el corazón está en posición dorsal dentro de un saco transparente, junto al músculo abductor se encuentra el pericardio, posee dos aurículas irregulares y un ventrículo del cual salen las aortas (anterior y posterior) que son las encargadas de transportar la sangre por todo el cuerpo de manera abierta (García, 2007).

Sistema Nervioso: conformado por tres pares de ganglios conectivos entre cerebrales, viscerales y pedios; estos ganglios suelen tener extensiones sensoriales, órganos para equilibrio, ojos paléales y quimiorreceptores que detectan la calidad del agua presente en el medio (Pontes, 2018).

Aparato Reproductor: se encuentra formado por un par de gónadas dispuestas sobre del tubo digestivo, cuando llega la época de reproducción se encuentran ocupando todo el espacio posible de su cuerpo. Los sexos son separados en especies marinas, mientras que en especies de agua dulce predomina el hermafroditismo (ambos sexos en un mismo individuo); la fecundación es externa, las hembras suelen retener los huevos en su interior por lo cual se puede confundir la interpretación de que la fecundación sea interna, el desarrollo es indirecto debido a las diferentes etapas larvarias del organismo, con una apariencia distinta en etapa adulta (Pontes, 2018); para nuestro estudio se evidencia la característica de individuos con hermafroditismo.

1.4.3 Características Generales de *Anadara grandis*

Pertenece a familia Arcidae, siendo de los más grandes. La concha es elevada y sólida, presenta una tonalidad blanca en la parte interna y oscura externamente (perióstraco), el margen interior es bastante dentado, el ligamento es más ancho en comparación a los otros árcidos, posee umbos prominentes, anchos y centrados, en la cubierta de las valvas se disponen aproximadamente 26 costillas fuertes que permiten la distribución de

la presión del agua ejercida en el medio, la charnela tiene dientes pequeños ubicados en series continuas (Camacho, 2000). La talla a la cual se registra una longitud máxima puede ser 145 mm, siendo las más comunes de 120 mm según lo expuesto por (García, 2007). Para nuestro estudio se evidenció un individuo de 180 mm perteneciente al museo de la comunidad, cuya captura data unos 10 años de antigüedad.

El sexo en *A. grandis* es separado, el desarrollo es externo y tienen una fecundación cruzada, las gónadas suelen identificarse cubriendo las paredes laterales del aparato digestivo ubicado dentro del saco visceral; las gónadas tienen un desarrollo bastante marcado siendo prominente e incluso desbordante en individuos completamente maduros y muy delgado en individuos en desarrollo, e incluso disminuye más la cantidad de gónadas con el suceso del desove, etapa donde liberan gran parte de los gametos.

Al igual que en *A. tuberculosa* y *A. similis*, la diferencia de sexo en individuos completamente maduros es fácil de identificar debido a la variación en la coloración de las gónadas. En las hembras las primeras etapas de desarrollo presentan una tonalidad anaranjada pálida, mientras que cuando están maduras presentan una tonalidad anaranjada encendida; en machos la tonalidad de la gónada es blanca o crema con consistencia pegajosa (Cruz R. , 1984).

Varios métodos han sido empleados en los moluscos bivalvos para determinar el momento de su madurez sexual, así como también el tiempo óptimo en el cual se produce el desove. Uno de los métodos más preciso es el de realizar cortes histológicos a la porción de gónada mediante medios de fijación, pero su costo es elevado y conlleva su tiempo, una técnica alternativa más viable y práctica es la de realizar un frotis y un squash con una porción de gónada de varios individuos donde sean previamente identificadas las diferentes etapas de madures y observarlas en el microscopio con diferentes objetivos (Helm, et al., 2006), de tal manera que puedan ser observadas y diferenciadas las células sexuales (óvulos y espermatozoides).

1.4.4 Hábitat

Su distribución dentro del hábitat está en la zona intermareal y en aguas poco profundas, especialmente sobre bancos de arena y fondos fangosos de áreas de manglares compartiendo el mismo hábitat con *A. tuberculosa* y *A. similis* (FAO/Pacífico Centro-Oriental, Bivalvos).

1.4.5 Distribución a nivel Mundial

A. grandis posee un rango de distribución que abarca el Pacífico americano (**Figura 1.3**) esto es desde el Golfo de Baja California, pasando por México y Centro América, hasta las costas del norte del Perú (Galdámez C. et al., 2007).

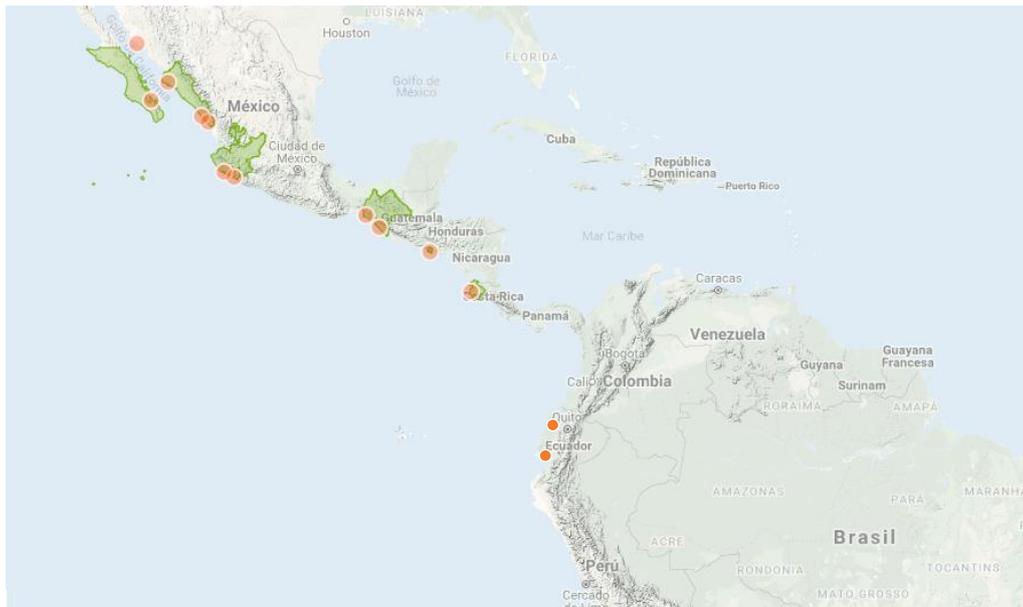


Figura 1.3 Mapa de distribución a nivel mundial de *A. grandis*. Fuente: Imagen obtenida de Naturalista, datos de mapas 2018 Google, INEGI; modificado por José Torrico, 2018.

1.4.6 Distribución en el Ecuador

En el Ecuador, *A. grandis* se distribuye en las áreas dominadas por el manglar de la costa ecuatoriana, localizadas desde el norte en la provincia de Esmeraldas (REMACAM), centro en la provincia del Guayas (REVISMEM y Puná) y al sur en la provincia de El Oro (Jambelí) (**Figura 1.4**) (Mora, 1990).



Figura 1.4 Mapa de la distribución de áreas dominadas por el manglar en la costa ecuatoriana y área de estudio.

Fuente: José Torrico, 2018.

1.4.7 Ciclo Biológico de la Concha

La reproducción es de tipo externa y continua, los individuos machos y hembras expulsan sus gametos al medio, donde por efectos de las corrientes los gametos se encuentran para formar el huevo o cigoto; una vez ya formado, este pasa por diferentes estados larvarios (trocófora, velíger, pelivelíger), hasta llegar a su etapa adulta. Flotando en el agua forma parte del plancton, para después asentarse en el manglar y continuar con el crecimiento.

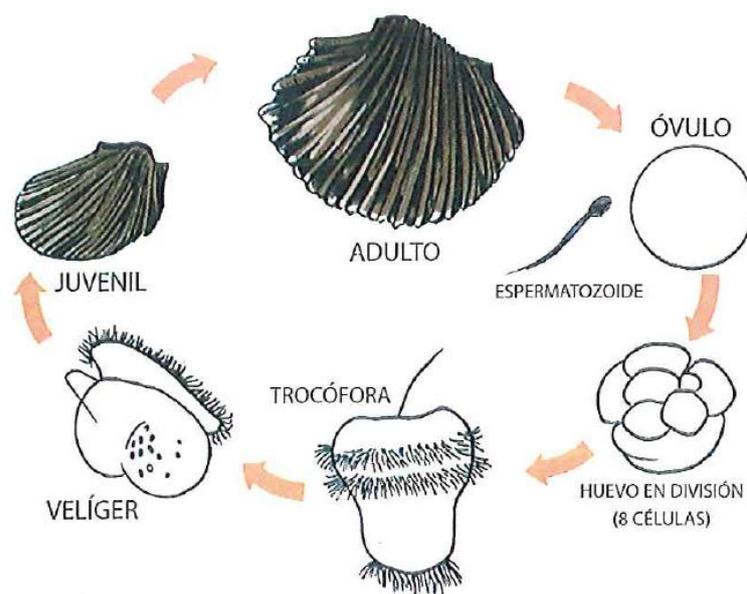


Figura 1.5 Ciclo biológico de la concha. Fuente: Instituto Nacional de Pesca, 2011.

1.4.8 Alimentación

Las valvas se abren y a través de las branquias el alimento es filtrado (INP, 2011), los organismos seleccionando las partículas más de fitoplancton y detritus. Entre los organismos principales del fitoplancton que forman parte de la dieta de *A. grandis* destacan las diatomeas y dinoflagelados. (Figura 1.6).



Figura 1.6 Diatomeas: (A) *Pinnularia*, (B) *Navicula*, (C) *Diploneis*; Dinoflagelados: (D) *Glenodinium*, (E) *Gyrodinium*, (F) *Ceratium*. Fuente: Proyecto Agua, 2018; modificado por José Torrico, 2018.

1.4.9 Crecimiento

Las conchas son de crecimiento lento (Figura 1.7) y está influenciado por la disponibilidad de alimento presente en el medio; los dos primeros años de vida la concha puede alcanzar entre 20 a 30 mm de longitud total (LT), a partir de este tamaño (Figura 1.8 la velocidad de crecimiento disminuye notoriamente (INP, 2011).



Figura 1.7 Ilustración del crecimiento de la concha; primero desarrolla la carne y posteriormente desarrolla la valva. Fuente: Instituto Nacional de Pesca, 2011.

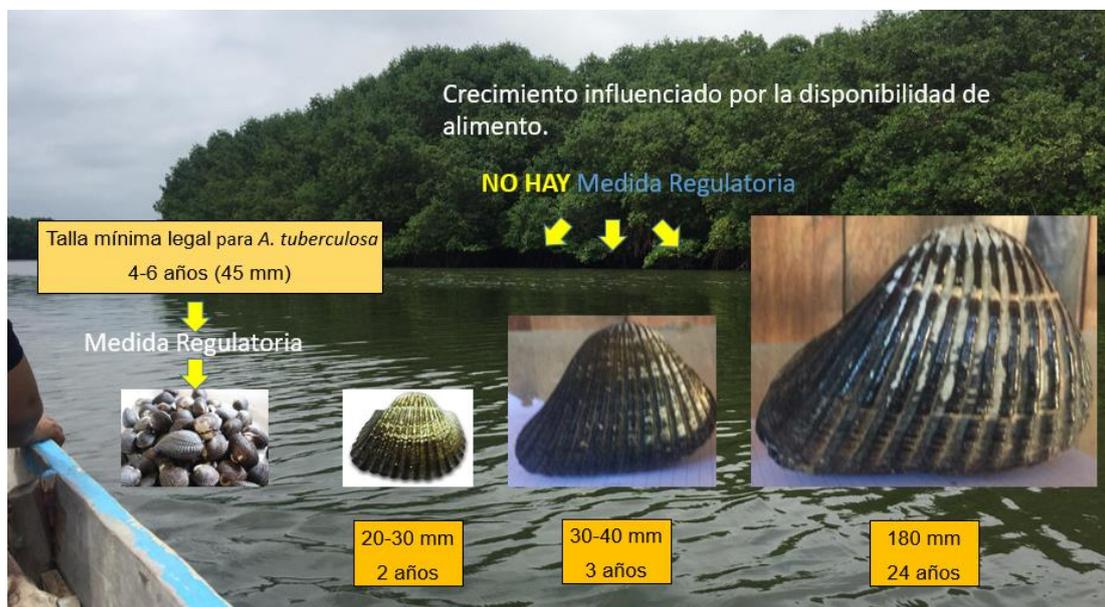


Figura 1.8 Escala de crecimiento de la concha. Fuente: Instituto Nacional de Pesca, 2011; modificado por José Torrico, 2018.

1.4.10 Desarrollo gonadal

En los bivalvos, la madurez sexual está determinada en sí por la talla más que por la edad. El tamaño en el cual alcanzan la madurez sexual varía según la distribución geográfica y de una especie a otra. Otros factores ambientales que influyen en el desove son: la temperatura, estímulos físicos y químicos, así como también la influencia que generan las corrientes y la combinación de estos y otros factores (Helm et al., 2006).

1.4.11 Aspectos Legales

En el Ecuador se han realizado varias gestiones en cuanto a la protección de la biodiversidad se trata, tanto así que, normativas fueron desarrolladas desde el punto de vista legal (art. 86 de la Constitución Política del Ecuador), teniendo como resultado políticas de manejo responsable que promueven la sostenibilidad de los recursos a través del tiempo, como lo es en el caso aplicado para *A. tuberculosa*, donde “la reforma al Acuerdo Ministerial N°005 establecido mediante acuerdo Ministerial N°170 el 24 de octubre del 2001, publicado en el Registro Oficial N°453 del 14 de noviembre del 2001, donde se establecieron las primeras medidas de ordenamiento para el recurso concha prieta, documento en el cual consta la prohibición de captura de conchas por debajo de la talla mínima (menor a 45 mm LT) durante todo el año y mantener el periodo de veda (febrero 15 a marzo 31) debido a que en estos meses se produce la más alta reproducción" (Instituto Nacional de Pesca). Cabe recalcar que esta medida de regulación esta estipulada únicamente para *A. tuberculosa*, más no para *A. grandis*.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Las muestras de pata de mula (*A. grandis*), fueron colectadas en el estuario de Pto. El Morro entre junio y agosto de 2018. El área donde se desarrolló el estudio consiste en una zona de gran importancia para el Golfo de Guayaquil y su biodiversidad, está constituida por el “Estero Salado”, nombrado así por la influencia proveniente de varios cuerpos de agua que contienen un alto porcentaje de salinidad (**Figura 2.9**) inicia en el canal del Morro (frente a Posorja) y termina en la ciudad de Guayaquil. Según lo mencionado en el Plan de Manejo elaborado por el Ministerio del Ambiente, el (REVISMEM) Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro, se creó mediante acuerdo ministerial N.-266 el 13 de septiembre de 2007 (MAE, 2010). El área protegida consta de 10.130,16 hectáreas de superficie, se encuentra ubicada dentro de la zona del canal del Morro y pertenece al subsistema de áreas protegidas pertenecientes al SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) que a su vez se encuentra dirigido por la Subsecretaría de Gestión Marino y Costera del Ministerio del Ambiente.

Datos encontrados en el trabajo de (Barros, Ocampo, Torres, & Marcillo, 2007), indican que El Morro tiene una población aproximada de 797 personas, mientras que Puerto El Morro tiene una población aproximada de 1700 personas. Cifras del (INEC, 2010) indican que la población oscilaba las 5.000 personas, muchas de las cuales dependen económicamente de la actividad de la pesca y captura de especies de interés comercial.



Figura 2.9 Mapa base de identificación de los puntos de muestreo en Pto. El morro, lugar donde se realizó el levantamiento de información referente a la pata de mula (*A. grandis*). Fuente: José Torrico, 2018; Google Earth.

2.1 Materiales y Equipos

2.1.1 Materiales

- Red plástica de 1 pulgada (1m).
- Bridas plásticas.
- Cooler mediano, capacidad 30lts.
- 7 m de sogá.
- 2 calibradores de vernier.
- Libreta de apuntes.
- 1 botella plástica de 1l.
- 20 fundas ziploc.
- Marcador permanente.
- 3 bandejas plásticas 40x30 cm.
- 2 bandejas metálicas 60x30 cm.
- 1 tabla de madera con cuchilla para abrir conchas.
- 10 cajas Petri.
- 20 placas porta-objetos.
- 20 placas cubre-objetos.
- 1 galón de agua destilada.
- 2 vasos de precipitación.

- 1 paquete de pipetas descartables.
- 2 rollos de papel toalla.
- 2 equipos de disección.
- 5 hojas de bisturí.
- 1 caja de guantes.

2.1.2 Equipos

- Estereoscopio.
- Microscopio.

2.2 Metodología

2.2.1 Diseño y construcción de muestreador bentónico

Para el diseño y construcción del muestreador bentónico (**ANEXO C**), se acoplaron materiales que hicieran viable la operación manual. La estructura base del dispositivo muestreador fue un marco de 15 cm de alto x 30 cm de largo y 10 cm de espesor, se moldeó un pico de entrada inferior al marco de forma inclinada y cuya medida al centro fue de 5 cm a 20° de inclinación inferior; dos tubos en forma de 'U' fueron conectados mediante suelda al marco para acople base y fijación de la red de 1 pulgada (material plástico); otro punto de suelda resultó en el mango de agarre de 100cm de longitud que disponía de una cuña en el nivel inferior-posterior para delimitación de la inclinación al momento de realizar el arrastre. Lo anteriormente expuesto se realizó en su totalidad mediante suelda autógena y acero blanco para aligerar el peso del dispositivo muestreador.

2.2.2 Análisis Gonadal y Reconocimiento de Estadios de Madurez Sexual

Para realizar el análisis gonadal y reconocimiento de estadios de madurez sexual, se utilizaron los criterios expuestos en el trabajo de (Manjarrés, Lucero, Gualteros, Cantera, & Gil, 2013) y modificados para este estudio según las características encontradas en la fase de experimentación realizada en laboratorio (**Figura 2.10**), donde se pudo corroborar que en *A. grandis* las paredes del saco visceral no presentan tejido blando, por el contrario es duro y cauchoso. Para el levantamiento de información se diseñó una hoja de muestreo biológico donde fueron registrados los datos de los muestreos (**Tabla 2.1**), dentro de este estudio no fueron analizados

los individuos juveniles que integraron el rango 1 o R1 (1-20 mm) puesto que el estado de desarrollo gonadal se encuentra indeterminado y lo integran organismos de edad temprana que aún no desarrollan sus gametos. El trabajo se desarrolló con muestras frescas, a las cuales se les realizaron cortes transversales en la zona media para la identificación en cuanto a color de la gónada, ubicación y distribución dentro de las paredes del saco visceral para las respectivas interpretaciones. Los cortes fueron realizados en las inmediaciones de los músculos aductores (anterior y posterior) incluyendo músculos corporales y pie; en los casos de individuos que no tenían gónadas desarrolladas, se procedió a realizar cortes más profundos desde la zona baja del saco visceral hasta el músculo abductor posterior bajo, además de aplicar presión a las paredes del saco visceral con el fin de poder observar indicios de gónada. Los individuos que se encontraban en desarrollo fueron determinados de manera macroscópica, se observó que hay sub-estados de desarrollo, siendo estos: Desarrollo Inicial (DI), cuando la gónada presenta una coloración naranja pálido y cubre una pequeña parte de las paredes del saco visceral, Desarrollo Medio (DM), cuando la gónada presenta una coloración naranja encendido y cubre parcialmente las paredes del saco visceral, en las hembras; mientras que la coloración de la gónada en los machos se mantiene crema y cubre una pequeña parte de las paredes del saco visceral. Cabe destacar que en los machos se presenta una dificultad para diferenciar entre estados de desarrollo y desove, esto es debido a la similitud de la cantidad de gónada presente en las paredes del saco visceral. La madurez sexual fue determinada de manera macroscópica y microscópica, el desove fue considerado mediante la observación macroscópica, se tomó en cuenta la presencia de estrías laterales presentes en el contorno del saco visceral, así como también la presencia de gónada en las paredes laterales del mismo. La coloración de la gónada se determinó empleando categorías de colores presentadas en trabajos anteriores para *A. tuberculosa* (Herrán, et al., 2013; Lucero, et al., 2012; Cruz & Palacios, 1983), la cual corresponde a un anaranjado pálido o encendido para las hembras y crema o blanco para los machos.

Tabla 2.1 Hoja de muestreo biológico empleada para el registro de datos. Los rangos de talla son representados con la letra 'R', por lo tanto, R1 (1-20 mm), R2 (21-40 mm), R3 (41-60 mm), R4 (61-80 mm), R5 (81-100 mm).

Fecha									
Puerto									
Zona de extracción									
Especie									
HOJA DE MUESTREO BIOLÓGICO									
Replica	Rango de Talla	N°	TALLA	PESO TOTAL	PESO CARNE	PESO VALVA	SEXO	MACROSCÓPICO	MICROSCÓPICO
Junio/Julio/Agosto	R1 (1-20)	ORGANISMOS JUVENILES / ESTADO DE MADUREZ INDETERMINADO							
	R2 (21-40)								
	R3 (41-60)								
	R4 (61-80)								
	R5 (81-100)								

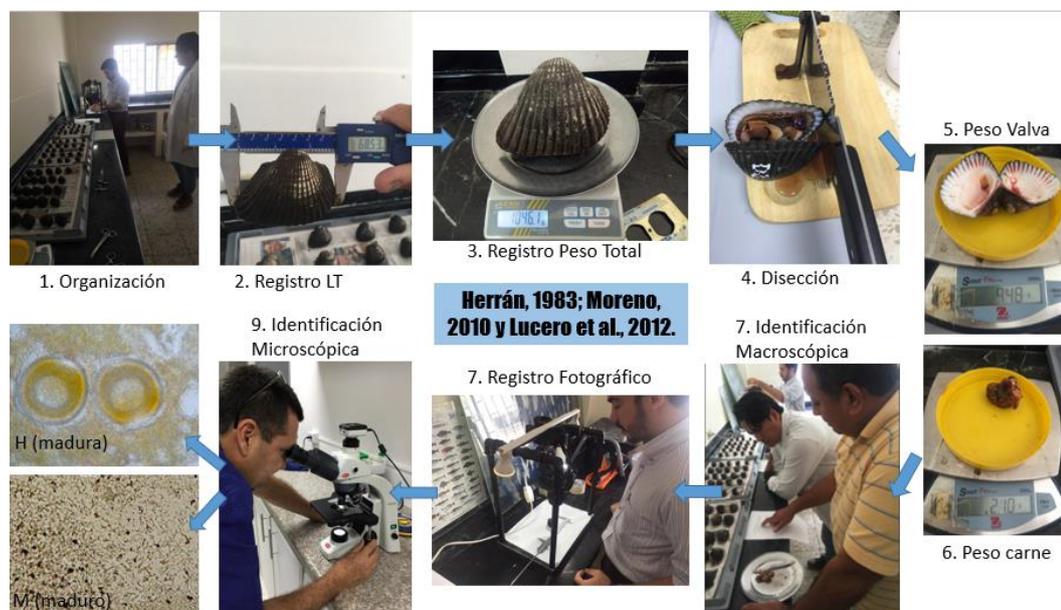


Figura 2.10 Descripción de la metodología aplicada en el laboratorio para el reconocimiento de los estados de madurez sexual en *A. grandis*. Fuente: José Torrico, 2018.

Los estadios clasificados fueron: Indeterminado, En Desarrollo (DI: Desarrollo Inicial; DM: Desarrollo Medio), Maduro y Desovado (**Tabla 2.2**). Adicionalmente se realizaron cortes histológicos como medida de comprobación de lo observado macroscópicamente, esto se realizó acorde a los protocolos empleados por el laboratorio CSA (Centro de Servicios para la Acuicultura) de la ESPOC detallado a continuación; **1)** Fijación de las muestras en Davidson x 24-48 h, lavado en etanol al 70 %; **2)** Deshidratación: alcohol al 70 % x 60 min, alcohol al 80 % x 60 min, alcohol

al 90 % x 60min, alcohol al 96 % x 120min, alcohol absoluto x 180min, alcohol + Xilol x 60 min; **3)** Aclaramiento con Xilol x 90 min; **4)** infiltración: Parafina a 58-60 °C x 160 min, Parafina Paraplast a 58-60 °C x 160 min; **5)** Inclusión en el bloque de Parafina; **6)** Corte al Micrótopo; **7)** Hidratación y Tinción: Xilol x 1-2 min, Alcohol 100 % x 1-2 min, Alcohol 95 % x 1-2 min, Alcohol 70 % x 1-2 min, lavar con agua, Hematoxilina x 1-2 min, lavar con agua, Eosina x 2 min, Alcohol 70 % x 2 min, Alcohol 100 % x 2 min, Xilol x 2 min; **8)** Montaje con bálsamo de Canadá; **9)** Secado en secador de láminas y **10)** Observación y análisis de láminas.

Tabla 2.2 Escala de interpretación de madurez sexual de individuos machos y hembras de *A. grandis*. Fuente: Herrán, 1983 y Lucero et al., 2012; INP; modificado por José Torrico, 2018.

GRADO	ESTADIO	OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA	OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA (frotis)
I.	Indeterminado	<i>Se caracteriza porque externamente se observa dureza al nivel de la masa visceral y al realizar el corte transversal no es posible observar contenido gonadal.</i>	<i>No se observan células germinativas en el frotis.</i>
II.	En Desarrollo	<i>Al realizar el corte transversal se observa alrededor de las paredes del saco visceral poca cantidad de contenido gonadal de coloración naranja pálido, corresponde a un Desarrollo Inicial (DI).</i>	<i>La mayoría de las células presentan formas alargadas, pocas piriformes con el citoplasma muy granuloso y núcleos poco visibles.</i>
		<i>mayor cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido alrededor de las paredes del saco visceral, corresponde a un Desarrollo Medio (DM).</i>	<i>Presencia de mayor cantidad de células de forma piriformes, ovaladas y pocas células redondeadas, citoplasma granuloso pero con núcleos más visibles y de forma alargada.</i>
III.	Maduro	<i>Se caracteriza porque al realizar el corte transversal se observa gran cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido cubriendo las paredes del saco visceral o se produce un desbordamiento del contenido gonadal.</i>	<i>La mayoría de las células tienen formas poligonales y/o redondas; con núcleos grandes bien definidos y visibles de forma esférica.</i>
IV.	Desovado	<i>Externamente se observan estrías en el saco visceral y al realizar el corte transversal presenta poca cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido en la parte interna del saco visceral.</i>	<i>Corresponde a un periodo de evacuación de los gameto. Se observan residuos de células maduras y células en desarrollo (alargadas).</i>

2.2.3 Determinación de Talla Mínima de Madurez Sexual (TMMS)

Debido al desconocimiento sobre las tallas en las cuales se encuentran organismos juveniles y adultos de la especie *A. grandis*, las diferentes medidas de longitud obtenidas fueron separadas de forma arbitraria en los diferentes rangos de talla antes mencionados (R1, R2, R3, R4 y R5). La talla mínima de madurez sexual (TMMS) se determinó de manera mensual con intervalos de confianza del 95 %, la talla media en donde el 50 % de la población ha tenido al menos un desove ($Lt_{50\%}$) se obtuvo aplicando la metodología de Borda y Cruz (2004) y Manjarrez, et al. (2013), consistió en realizar un gráfico de distribución de frecuencias para variables continuas, en donde la longitud media (LM) se ubica de tal forma que, la curva corta el 50 % de las frecuencias acumuladas; los análisis se realizaron únicamente con individuos que indicaron madurez y desove.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se analizaron un total de 208 individuos, 61 hembras y 77 machos, a 70 no se les pudo determinar el sexo, resultando como individuos indeterminados (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Individuos de *A. grandis* encontrados durante el estudio en el estuario de Pto. El Morro. La proporción de machos es mayor en relación a las hembras, con excepción del mes de junio.

SEXO	MES		
	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Hembras	24	21	16
Machos	22	38	17
Indeterminados	8	15	47

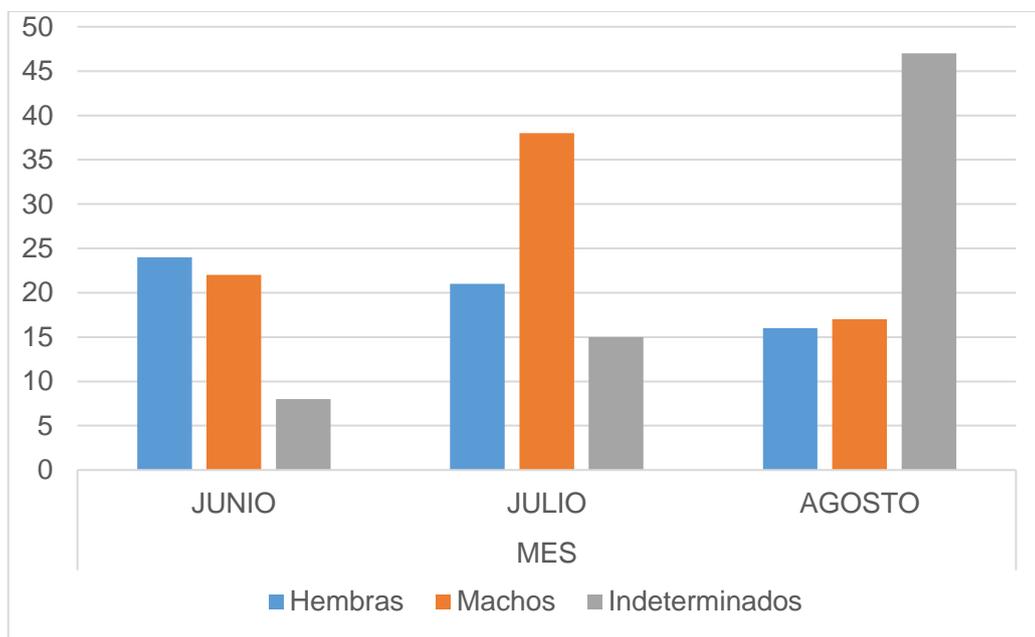


Gráfico 3.1 Histograma de variación mensual en individuos de *A. grandis* para los meses de muestreo.

3.1 Análisis de las etapas de madurez sexual

3.1.1 Estadio Indeterminado

Los individuos de la categoría “Indeterminado”, se caracterizaron por no tener contenido gonadal en el contorno de las paredes del saco visceral (**Figura 3.11**), se reportaron un total de 70 individuos indeterminados.



Figura 3.11 Individuo indeterminado, gónadas no desarrolladas. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.



Gráfico 3.2 Número de individuos de *A. grandis* en estado “Indeterminado” encontrados en los meses de muestreo. El mayor número de individuos indeterminados se encontró en el mes de agosto.

3.1.2 Estadio En Desarrollo

Los individuos de la categoría “En Desarrollo” se caracterizaron por cubrir parcialmente las paredes del saco visceral. En el caso de las hembras el desarrollo estaba denotado por una coloración naranja pálido y una coloración naranja encendido; en el caso de los machos la coloración era crema o beige (**Figura 3.12**), se reportaron un total de 39 individuos machos y 39 individuos hembra en estado de desarrollo.

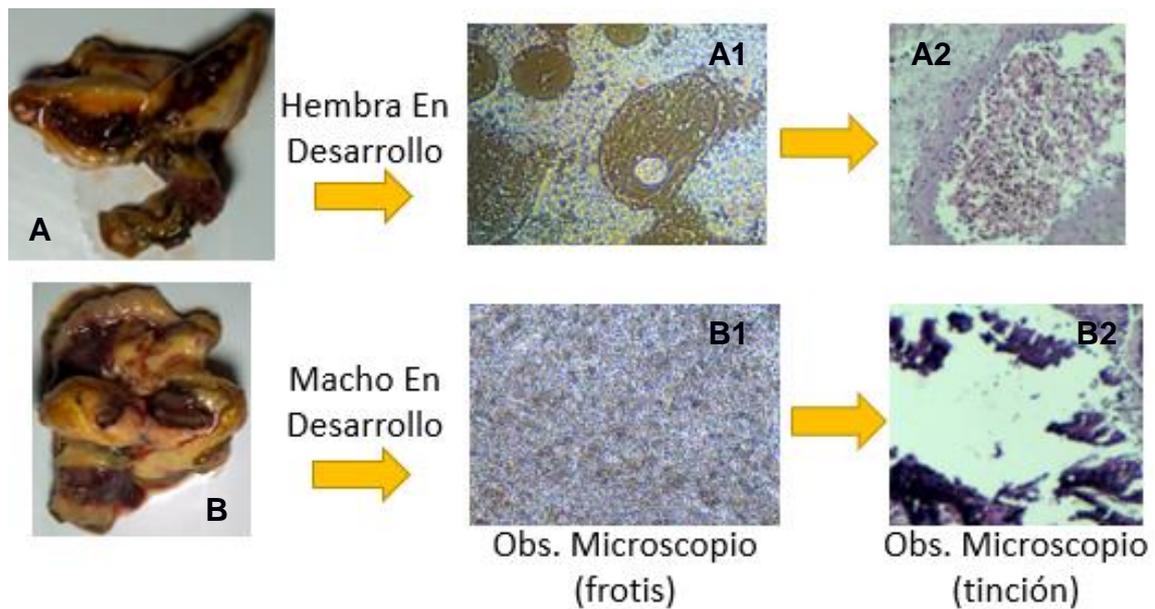


Figura 3.12 (A) Hembra en desarrollo, la gónada presenta una coloración naranja y cubre una pequeña parte del saco visceral, del lado derecho se puede observar (A1) células sexuales vistas a 40x en fresco "frotis" y (A2) células sexuales vistas a 10x 10x fijadas "tinción"; (B) Macho en desarrollo, la gónada presenta una coloración crema y cubre parcialmente las paredes del saco visceral, del lado derecho se puede observar (B1) células sexuales en fresco "frotis" y (B2) células sexuales fijadas "tinción".

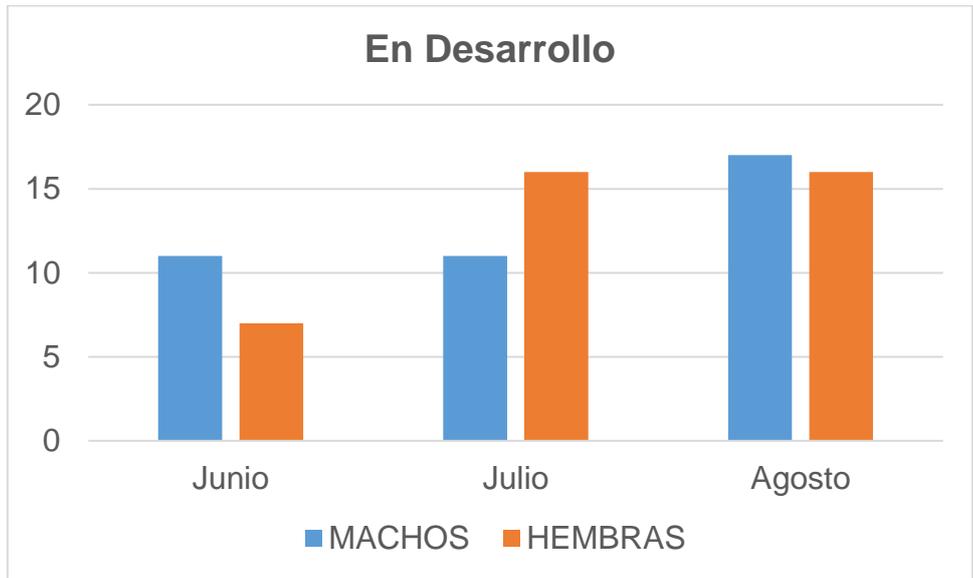


Gráfico 3.3 Número de individuos de *A. grandis* machos y hembras “En Desarrollo”, encontrados en los meses de muestreo. Se observa que, tanto para machos como para hembras, son mayores los picos de desarrollo en los meses de agosto y junio.

3.1.3 Estadio Maduro

Los individuos de la categoría “Maduro”, se caracterizaron por una abundante cantidad de gónada cubriendo las paredes del saco visceral e incluso causando desbordamiento (**Figura 3.13**), se reportaron un total de 14 individuos machos maduros y un total de 19 hembras maduras.

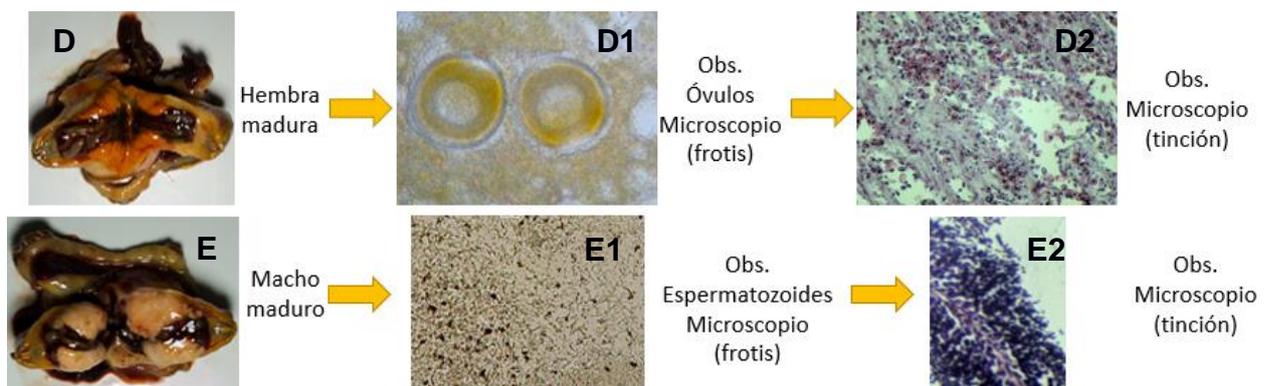


Figura 3.13 (D) Hembra madura, del lado derecho se puede observar (D1) células sexuales vistas a 40x en fresco “frotis” y (D2) células sexuales vistas a 10x fijadas “tinción”; (E) Macho maduro; las gónadas cubren totalmente las paredes del saco visceral, del lado derecho se puede observar (E1) células sexuales en fresco “frotis” y (E2) células sexuales fijadas “tinción”. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.

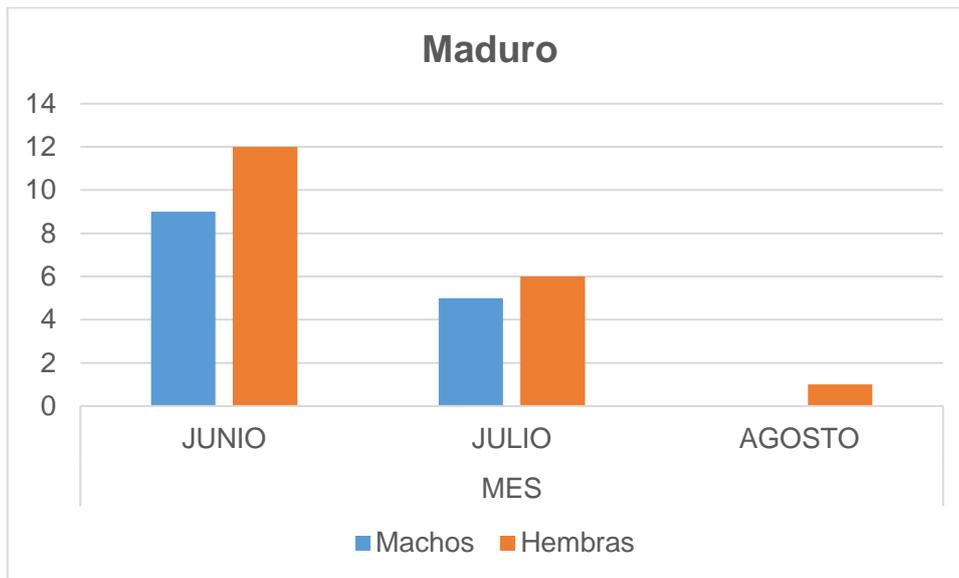


Gráfico 3.4 Número de individuos de *A. grandis* machos y hembras maduros encontrados en los meses de muestreo; el pico máximo de madurez encontrado en el estudio corresponde al mes de junio.

3.1.4 Estadio Desovado

Los individuos de la categoría “Desovado” se caracterizaron por cubrir una pequeña porción de las paredes del saco visceral y presentaron una ligera hinchazón en el saco visceral; en las hembras los indicios de desove están denotados por una pequeña cantidad de gónada de tonalidad naranja encendido, mientras que en los machos la cantidad la tonalidad es crema y la gónada también se encuentra en pequeña cantidad. Adicionalmente encontramos que, en los individuos desovados, había la presencia de estrías en la parte lateral del saco visceral (Fig. 3.14), se reportaron un total de 6 machos desovados y un total de 7 hembras desovadas.

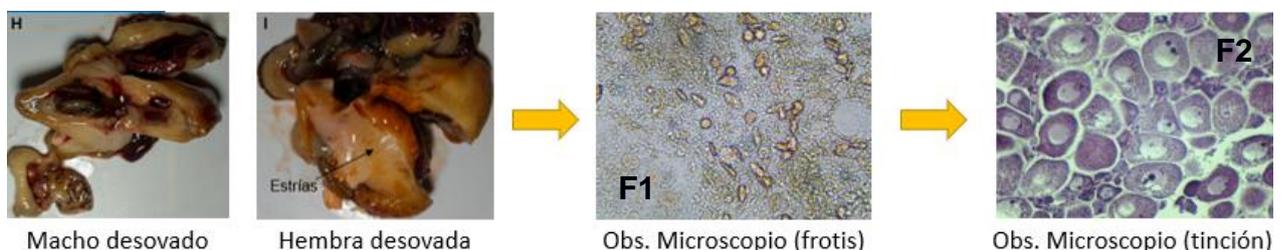


Figura 3.14 (H) Macho desovado, la gónada se encuentra de la mitad del saco visceral hacia abajo, (I) Estrías laterales presentes en el contorno del saco visceral de una hembra, lo cual indica desove; (F1) células sexuales vistas a 40x en fresco “frotis” y (F2) células sexuales vistas a 10x fijadas “tinción”. Foto: BIgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.

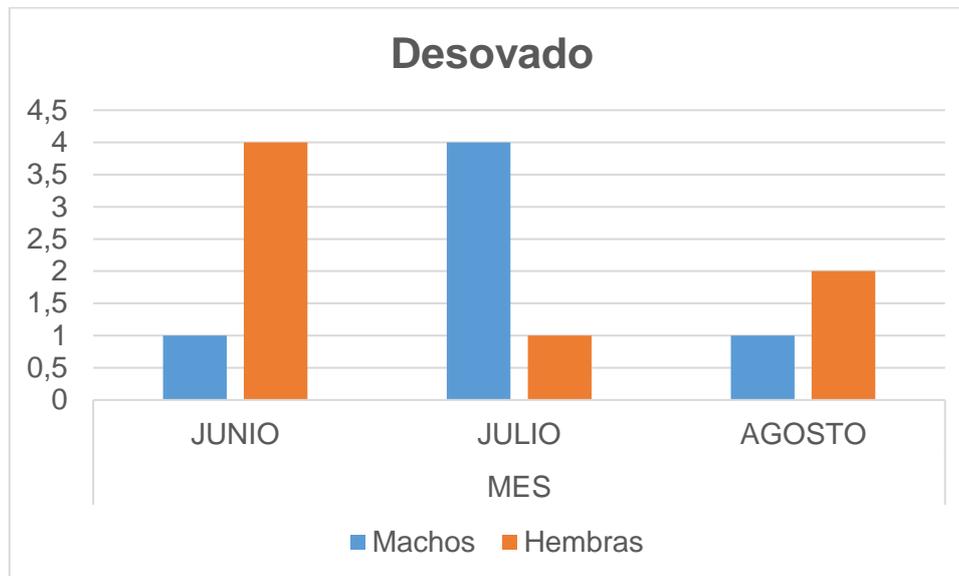


Gráfico 3.5 Número de individuos de *A. grandis* machos y hembras desovados encontrados en los meses de muestreo. Los picos máximos de desove son, para machos en julio, mientras que, para hembras el pico máximo de desove es en junio; en el mes de agosto la proporción de desove es más equiparada.

3.2 Análisis de Biometría en individuos de *A. grandis*

3.2.1 Longitud (mm)

El promedio general resultante en las tallas analizadas de *A. grandis* fue de $49,30 \pm 10,83$ mm, registrando una talla máxima de 840 mm y una talla mínima de 29 mm (**Tabla 3.4**).

Tabla 3.4 Registro de medidas biométricas en individuos de *A. grandis* durante los meses de muestreo, en el estuario de Pto. El Morro.

Medida Biométrica	Longitud (mm)		
Mes/Valor	Min.	Media	Max.
<i>Junio</i>	35.2	56.5	840
<i>Julio</i>	34.71	44.03	68.53
<i>Agosto</i>	29	48.85	65.76

Para los estados de madurez sexual registrados en relación a las tallas y clasificación en rangos de tallas, tenemos lo siguiente: los datos de madurez sexual fueron registrados en individuos a partir del rango 3 (R3) el pico más alto de madurez encontrado corresponde a los datos del mes de junio, siendo individuos de R5 los que presentaron mayor madurez, seguidos de R4 y R3 para el mismo mes; el siguiente pico de madurez corresponde a los datos del mes de julio, siendo mucho menor en comparación al pico

del mes de junio, los individuos que integraron el pico de madurez para el mes de julio están en R4, seguidos de otro pico de madurez menor R3 para el mismo mes y finalmente el pico menor de madurez sexual encontrado corresponde a los datos del mes de agosto, siendo individuos de R3 los representantes hallados. El estado indeterminado y en desarrollo estuvo presente mayoritariamente en el mes de agosto para machos y hembras. El desove tuvo un pico mayor en R4 siendo los datos correspondientes al mes de junio, seguido por picos semejantes de desove para R3 en los datos correspondientes a julio y agosto. Se estima que los estadios encontrados y su variación es mayormente significativa para los meses de junio y agosto, esto es debido a que el mes de junio atraviesa una etapa de transición de estación (época lluviosa a época seca); mientras que agosto le antecede etapas de madurez que denotan desoves posteriores, lo cual nos indica el porqué de la presencia mayor de individuos indeterminados y en desarrollo (Gráfico 3.6).

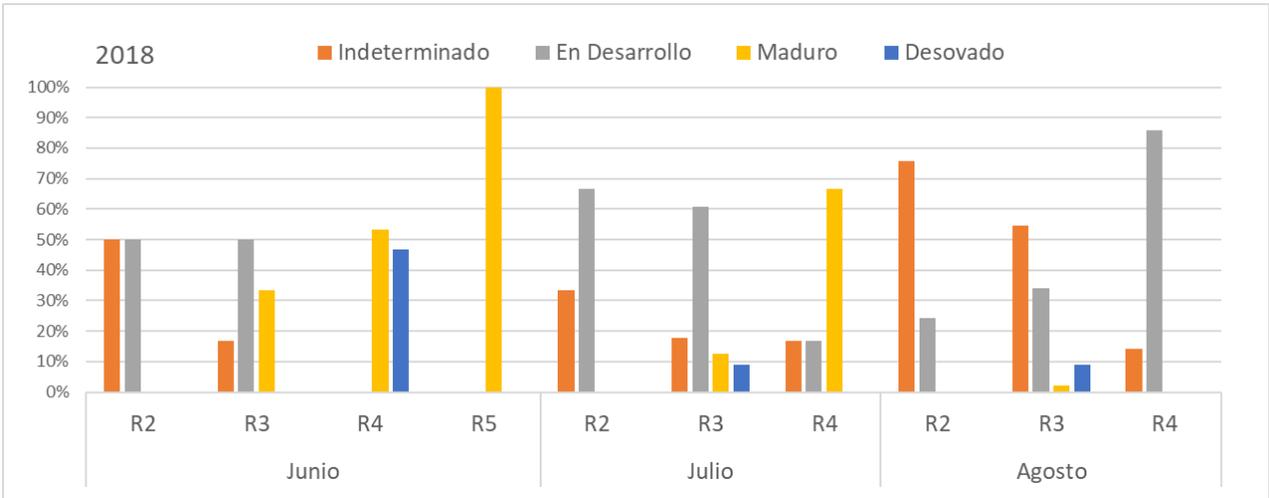


Gráfico 3.6 Histograma de porcentaje de los estadios de madurez sexual en función de los rangos de tallas evaluados para los meses de muestreo. La madurez se empieza a registrar a partir del rango 3 “R3”, para todos los meses de muestreo.

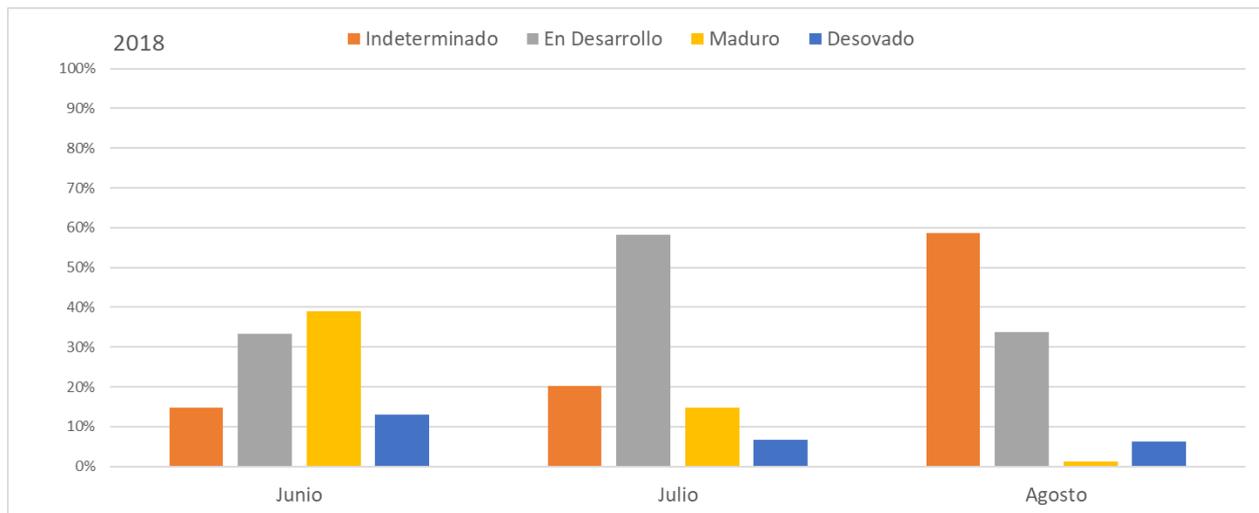


Gráfico 3.7 Histograma de porcentajes totales en función de los estados madurez sexual encontrados durante los meses de muestreo. En el mes de junio encontramos mayor cantidad de individuos maduros, mientras que en el mes de julio y agosto encontramos mayor cantidad de individuos indeterminados y en desarrollo; se estima que esta diferencia se deba al desove que antecede al mes de junio por la transición de época lluviosa a época seca.

3.2.2 Peso total (g), Peso carne (g) y Peso valva (g)

El promedio general para el registro de los diferentes pesos se obtuvo lo siguiente; el promedio de Peso Total es de $59,18 \pm 28,43$, se registró un peso máximo total de 250g y un peso mínimo total de 13,8g; el promedio de Peso Carne es de $12,3 \pm 10,50$, se registró un peso máximo de carne de 96,8g y un peso mínimo de carne de 2g; el promedio de peso valva es de $43,15 \pm 19,91$, se registró un peso máximo de valva de 22,4g y un peso mínimo de valva de 27g (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Registro de valores biométricos mínimos, máximos y promedios totales correspondientes a Peso Total, Peso Carne y Peso Valva, para los meses de muestreo.

Medida Biométrica	Peso Total (g)			Peso Carne (g)			Peso Valva (g)		
	Min.	Media	Max.	Min.	Media	Max.	Min.	Media	Max.
Junio	25.9	91.2	250	4.9	24.4	96.8	18	65.41	222.4
Julio	13.8	36.9	129.8	2.5	5.55	21	4.8	27	103.5
Agosto	15.9	49.45	120.9	2	6.95	17	11.9	37.05	89.9

3.2.3 Modelo $Lt_{50\%}$

La aplicación del modelo $Lt_{50\%}$, nos permitió encontrar dos tamaños importantes para el estudio; el tamaño mínimo de madurez sexual (TMMS), siendo este de 44,8 mm y el tamaño medio de la población cuando ha logrado obtener al menos un desove, que es de 60,5 mm. Estos tamaños encontrados son clave para la conservación de la especie, puesto que nos permite sugerir a las autoridades competentes la talla a la cual se debe realizar la captura de *A. grandis*.

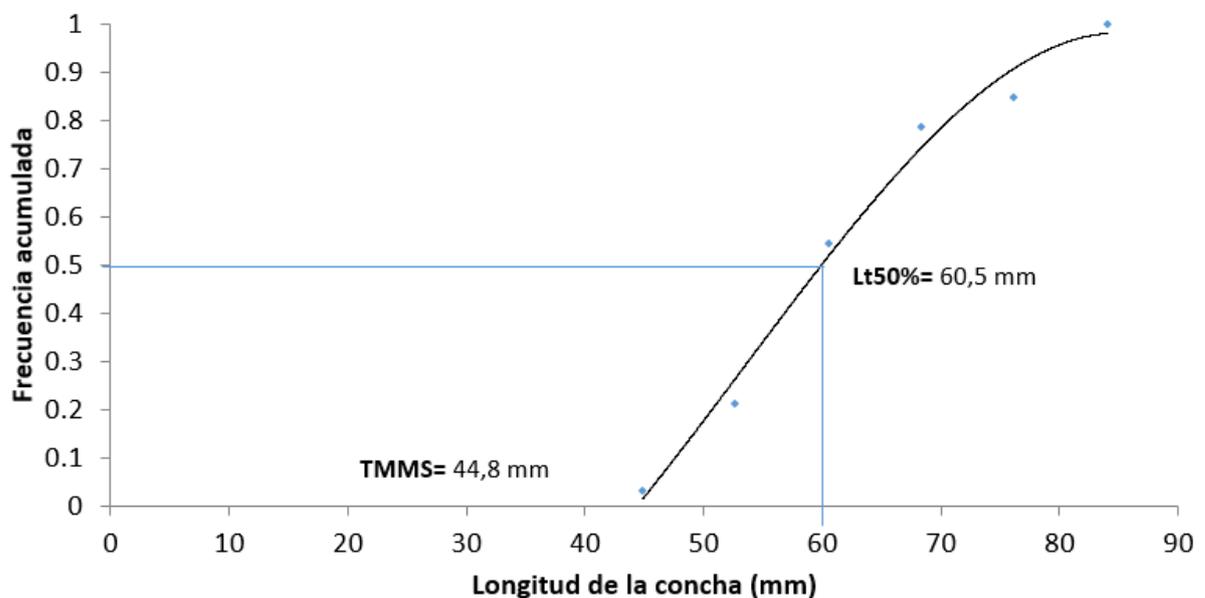


Gráfico 3.7 Aplicación del modelo estadístico $Lt_{50\%}$ para determinar la talla mínima de madurez sexual y la talla ideal de captura del recurso *A. grandis*.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante la realización de este estudio se pudo evidenciar que, durante los 3 meses de muestreo, los individuos extraídos de *A. grandis*, presentaron las 4 etapas de madurez sexual (Indeterminado, En Desarrollo, Maduro y Desovado), la madurez se empezó a registrar a partir de una longitud total de 41 mm; se encontró una mayor cantidad de individuos maduros en el mes de junio, mientras que para julio y agosto fue mayor el número de individuos indeterminados y en desarrollo, se estima que esto se deba al periodo de transición de época lluviosa a época seca, siendo el periodo lluvioso el que contiene mayor cantidad de individuos maduros y siendo el periodo seco el que contiene mayor cantidad de individuos desovados. En la mayoría de moluscos bivalvos las etapas de madurez sexual dependen del tamaño del individuo en sí más que de la edad y la talla en la cual alcanzan su madurez varía entre especies y según su distribución geográfica (Perez, 2002), en cuanto a la pata de mula "*A. grandis*" el tamaño en el cual los individuos presentan las diferentes etapas de madurez oscila de 41 a 60 mm de longitud total, esto difiere del estudio de (García, 2007) donde el tamaño oscila de 59 a 70 mm; de igual manera se registró que la talla mínima de madurez sexual para *A. grandis* es de 48 mm, esto difiere del estudio de (Cruz, Tamaño y Madurez Sexual en *Anadara grandis* (Pelecypoda:Aridae), 1987) donde se registró TMMS de 28 mm; adicionalmente a pesar de conocer por la literatura que el sexo en *A. grandis* es separado, dentro de este estudio se pudo evidenciar la presencia de individuos con hermafroditismo; así como también se encontró micro plástico en los tejidos (**Anexo D**).

Conclusiones

El dispositivo muestreador de operación manual tipo "dredge", funcionó correctamente a lo esperado para el tipo de sustrato presente en los sitios de muestreo, permitiendo realizar la captura de las diferentes tallas de *A. grandis*.

El análisis de las gónadas permitió la identificación de las diferentes etapas de madurez sexual en *A. grandis*.

Se encontró que la talla mínima de madurez sexual fue de 44,8 mm y aplicando el modelo $Lt_{50\%}$ se determinó que el 50% de la población ha tenido al menos un desove a la talla de 60,5 mm, siendo esta última talla la más viable para su pesquería.

Recomendaciones

Recomendamos de manera especial a las autoridades competentes, establecer como talla mínima de captura 60,5 mm de longitud total como norma de manejo para la conservación de esta especie, permitiendo de este modo a las poblaciones de *A. grandis* tener al menos un desove para su posterior captura.

Es de vital importancia realizar una evaluación a largo plazo de la biología y pesquería del recurso, puesto que se desconoce el estado en el que se encuentra, además de que la información sobre *A. grandis* en el país es escasa, siendo una pesquería emergente.

Además de profundizar en estudios de contaminantes, ya que se pudo evidenciar la presencia de micro plásticos en los tejidos de *Anadara*, lo cual puede ser transferido a depredadores naturales e incluso consumidores, como el hombre.

BIBLIOGRAFÍA

Artículos de revista tomados de internet

Camacho, Y. (Mayo de 2000). *Especies de Costa Rica-Grandiarca*. Obtenido de <http://www.accessify.com/i/darnis.inbio.ac.cr>

Artículos de revista

Barros, J., Ocampo, V., Torres, L., & Marcillo, E. (2007). *Caracterización y Propuesta técnica de la Acuicultura en el sector de El Morro*.

Castillo-Rodríguez, & Graciela, Z. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1-13 pp.

Castillo Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversity of marine mollusks in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 85, pp. 419-430.

Cruz, R. (1984). *Algunos aspectos de la reproducción en Anadara tuberculosa (Pelecypoda: Arcidae) de punta Morelos, Puntarenas, Costa Rica*. Rev. Biol. Trop.

Cruz, R. (1987). *Tamaño y Madurez Sexual en Anadara grandis (Pelecypoda:Arcidae)*. Heredia, Costa Rica.

EcoCostas. (2006). *Proyecto para la Conservación y Desarrollo del Estuario de Cojimíes (Sustainable Coastal Communities and Ecosystem Project-SUCCESS)*.

García, I. M. (Agosto de 2007). Determinación de la Madurez Gonádica de Casco de Burro (*Anadara grandis*), en época lluviosa y transición lluviosa-seca en la Península de San Juan del Gozo en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. (C. UNIVERSITARIA, Ed.) pp. 1:78 . Recuperado el 3 de Agosto de 2018, de <http://ri.ues.edu.sv/12469/1/19200627.pdf>

INP. (2011). *Concha y Cangrejo, principales recursos del manglar; Manual didáctico*. Obtenido de www.inp.gob.ec

MAE. (2010). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Manglares El Morro*. General Villamil, Ecuador.: Fundación Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos (FEMM), Fundación Natura y Conservación.

Manjarrés, A. E., Lucero, C. H., Gualteros, W. O., Cantera, J. R., & Gil, D. L. (2013). *ABUNDANCIA Y MADUREZ SEXUAL DE ANADARA SIMILIS EN EL MANGLAR DE LUISICO, BAHÍA MÁLAGA, PACÍFICO COLOMBIANO* (Vol. 42 (2)). Santa Martha, Colombia.

- Moreno, E. M. (2010). *ESTADO DE LA PESQUERÍA DEL RECURSO CONCHA (Anadara tuberculosa y A. similis) EN LA COSTA ECUATORIANA*. Instituto Nacional de Pesca.
- Musello, C., Álvarez, M., & Flores, L. (2009). *Crecimiento de Anadara similis (C.B. Adams, 1852) en la Reserva Ecológica de Manglares Cayapas-Mataje, REMACAM; una aproximación basada en tallas*. Instituto Nacional de Pesca.
- Perez, A. (2002). *Norma técnica para regular la extracción y aprovechamiento sostenible de la concha negra en el Pacífico de Nicaragua*. Informe Final, Managua.

Libros en línea

- Gosling, E. (2002). *Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture*. (Blackwell Publishing, Ed.) UK: Fishing News Books.
- Gosling, E. (2004). *Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture* (www.blackwellpublishing.com ed., Vol. 1). (A. i. Science, Ed.) Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK: Fishing News Books.

Páginas web

- INEC. (2010). *G.A.D. El Morro*.
- Pontes, M. (4 de Agosto de 2018). *Mare Nostrum*. Obtenido de <http://marenostrum.org/vidamarina/animalia/invertebrados/moluscos/bivalvos/bivalvos.htm>



ANEXOS

ANEXO A

Modelo de encuesta aplicada a los pescadores de pata de mula (*A. grandis*), en el recinto de Pto. El Morro.



Nombre de la Asociación a la que pertenece:

PREGUNTA 1.

¿Cuántas veces a la semana sale a pescar? Marque con una (X) su respuesta:

1 vez 2 veces 3 veces 5 veces más de 5 veces

PREGUNTA 2.

¿Cuánto tiempo dura la jornada de pesca?

PREGUNTA 3.

¿Hace cuanto tiempo realiza la actividad de pesca?

PREGUNTA 4.

¿Conoce usted en que tiempo del año la concha se reproduce?

Si ___ No ___

En caso de conocer, podría explicarlo:

PREGUNTA 5.

¿Ha notado alguna diferencia en el tamaño de las conchas Pata de Mula que pesca? Marque con una (X) su respuesta:

Más pequeña ___ Mediana ___ Normal ___

PREGUNTA 6.

¿Sabe usted diferenciar en la concha, cual es macho y cual es hembra? Marque con una (X):

Si No

PREGUNTA 7.

¿Para vender las conchas, usted las pesa o solo las cuenta? Marque con una (X):

Pesar Contar Pesar y contar

PREGUNTA 8.

¿Tiene usted dificultades para vender su pesca una vez realizada?

Si ___ No ___

En caso de tener dificultades, escriba cuales son:

Encuesta realizada para complementar el proyecto de Materia Integradora "Determinación de sala mínima de reproducción de *Anadara grandis* en el recinto de Pto. El Morro".

PREGUNTA 9.

¿Cuántas conchas Pata de Mula pesca por día? Marque con una (X):

10 15 20 25 50 75 100 Más de 100

PREGUNTA 10.

¿Aproximadamente cuánto dinero le genera la pesca de Pata de Mula de un día de trabajo?

PREGUNTA 11.

¿Usted pesca la concha Pata de Mula durante todo el año? Marque con una (X):

Si

No

PREGUNTA 12.

¿Estaría usted dispuesto a capacitarse con información sobre la concha Pata de Mula dentro de su comunidad? Marque con una (X):

Si No

ANEXO B

Gráficas de resultados de la encuesta, esta fue aplicada a un total de 20 pescadores (muleros) del recinto de Pto. El Morro.



Gráfico 4.8 La mayoría de muleros salen a pescar más de 5 veces a la semana.

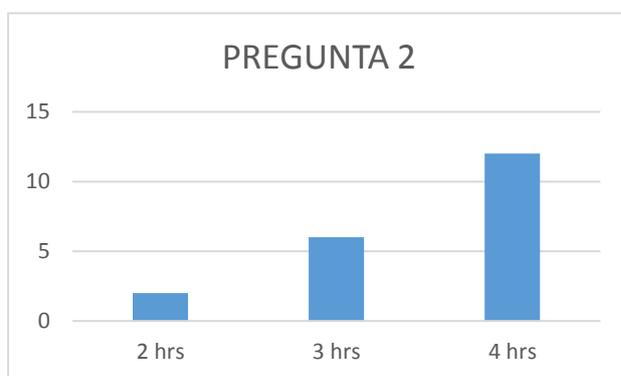


Gráfico 4.9 La mayoría de muleros tienen una jornada de pesca de 4 hrs. Equivalentes al tiempo de marea baja.

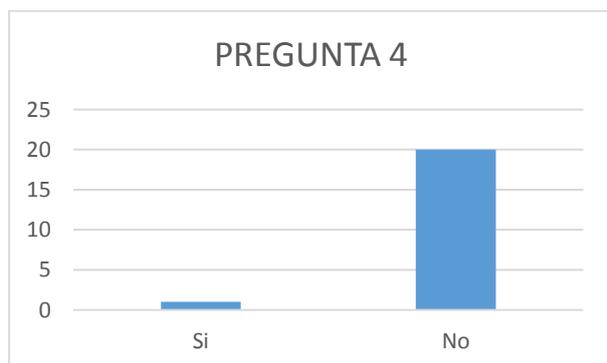


Gráfico 4.10 La mayoría de muleros desconocen el tiempo del año en que la concha se reproduce.

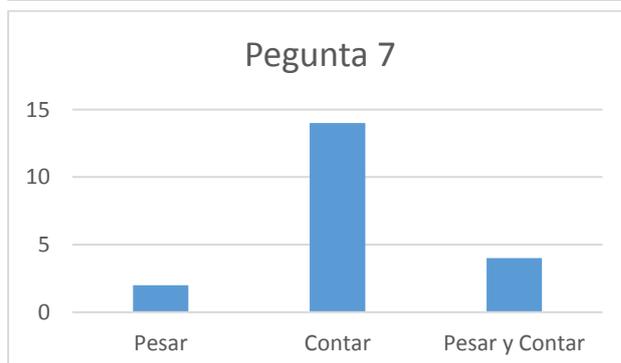


Gráfico 4.11 La mayoría de muleros solamente cuenta el total de la captura para vender.

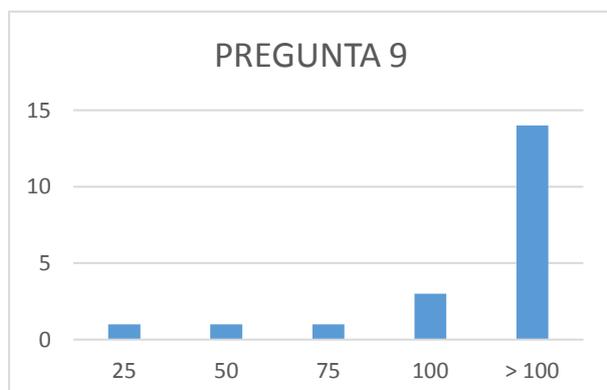


Gráfico 4.12 La mayoría de muleros capturan más de 100 pata de mula en su jornada de pesca.

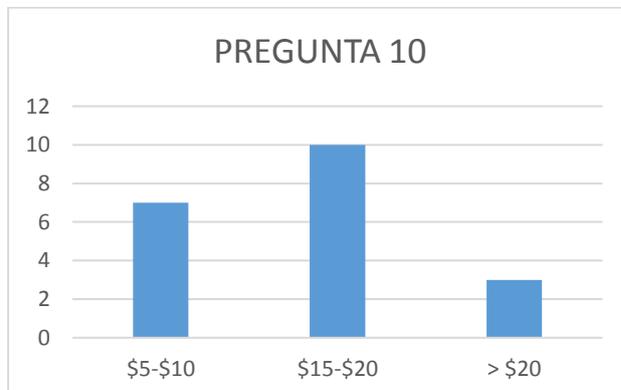


Gráfico 4.12 La mayoría de muleros tienen un ingreso entre \$15 y \$20 por jornada de pesca.



Gráfico 4.13 La mayoría de muleros capturan la pata de mula durante todo el año.

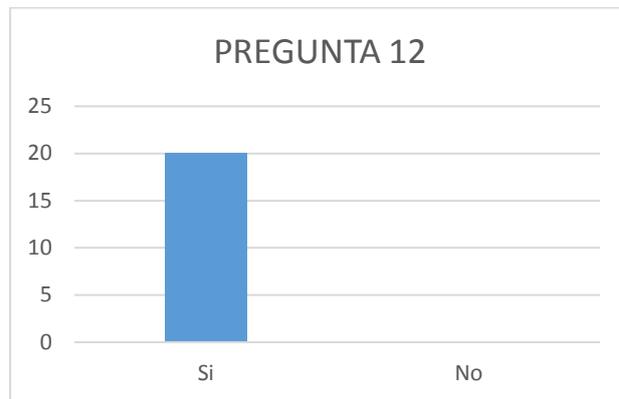
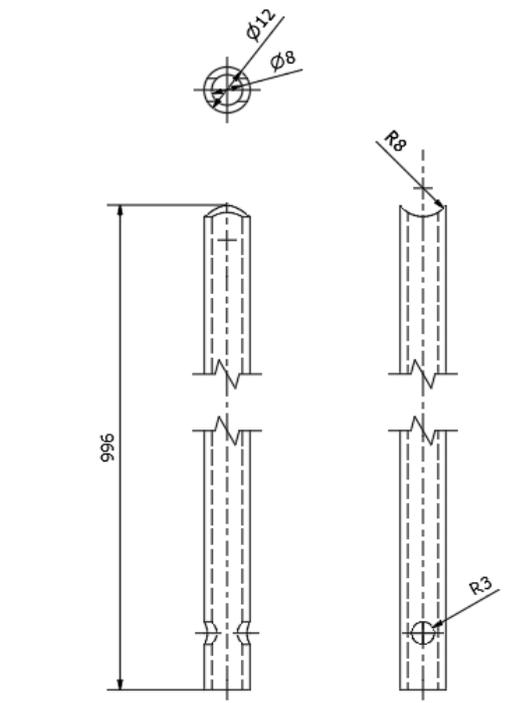


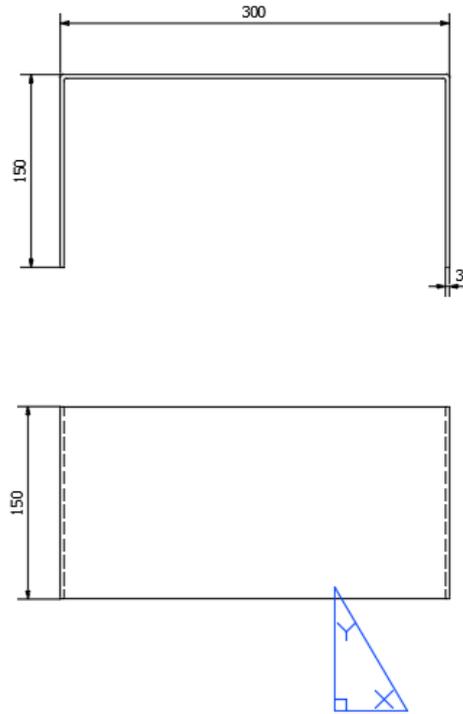
Gráfico 4.13 El total de muleros que capturan la pata de mula quieren capacitarse sobre el recurso.

ANEXO C

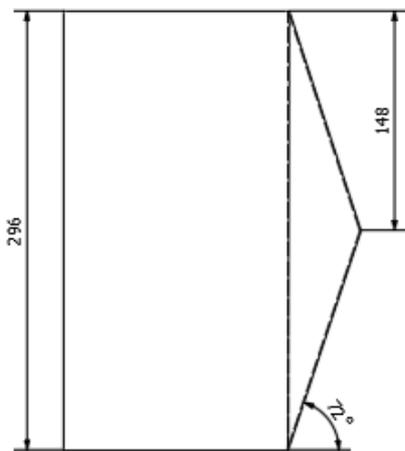
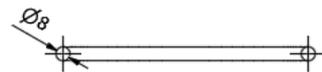
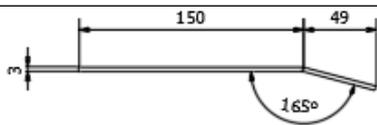
Planos de diseño y construcción del muestreador bentónico de arrastre manual tipo “dredge”.



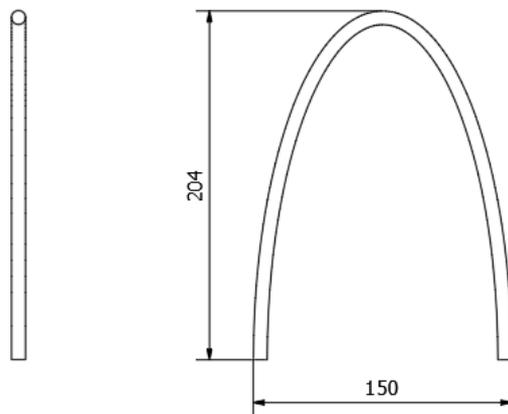
Plano 1. Marco e inclinación de pico de arrastre.



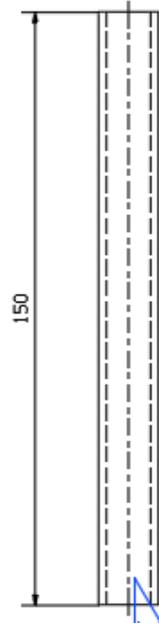
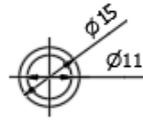
Plano 2. Marco de apertura del “dredge”.



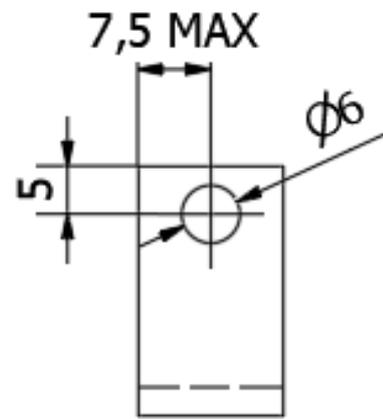
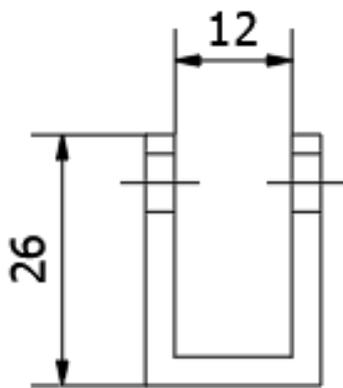
Plano 3. Pico de entierre marco antero-inferior.



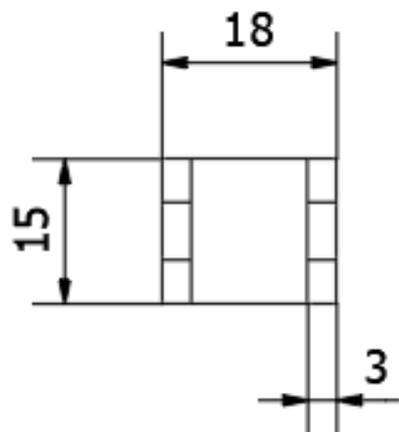
Plano 4. Tubos “U” para marco y base de red.



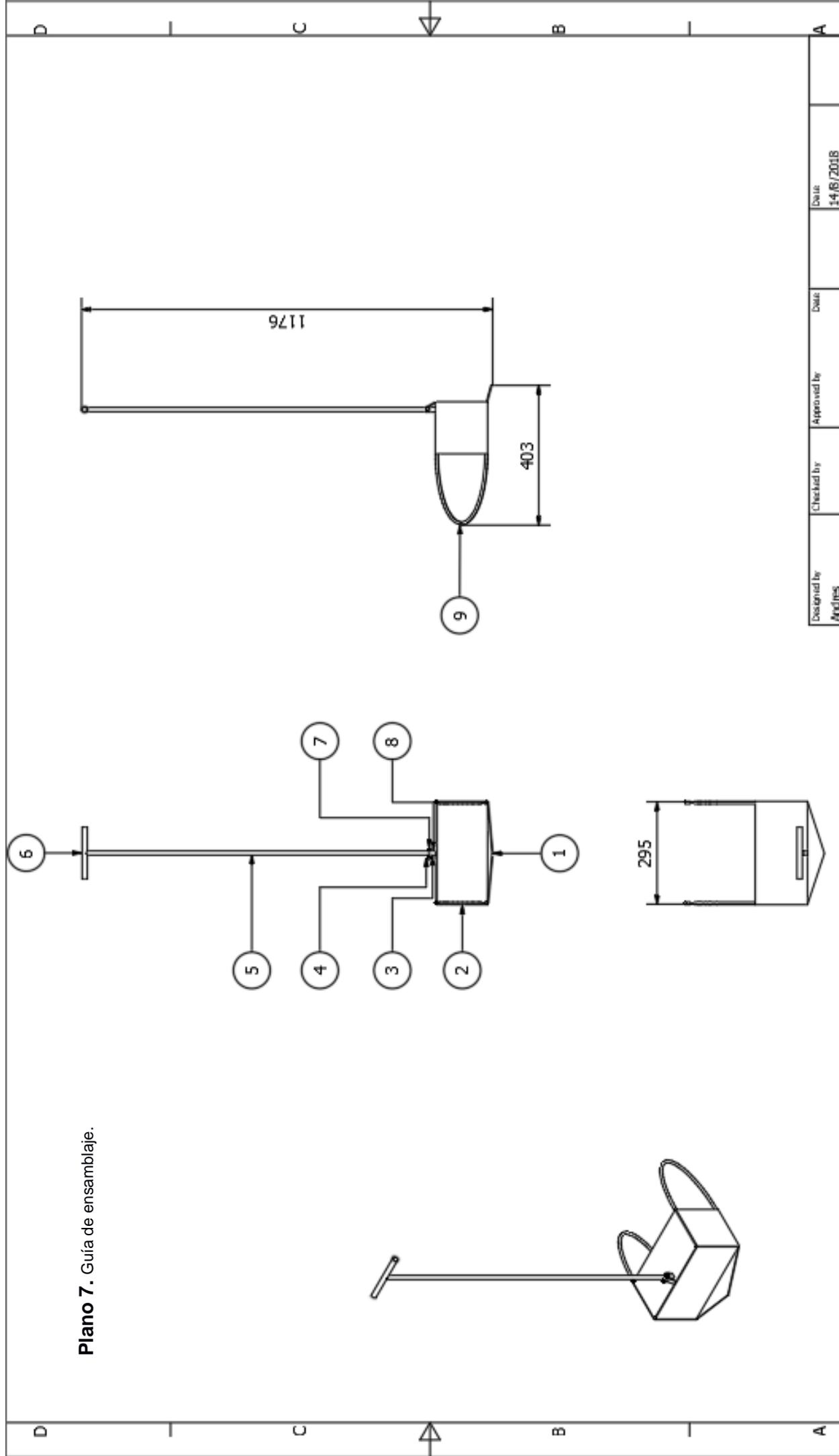
Plano 5. Tubo superior para conexión del mango de arrastre.



Plano 6. Mango de acople para tubo principal de arrastre.

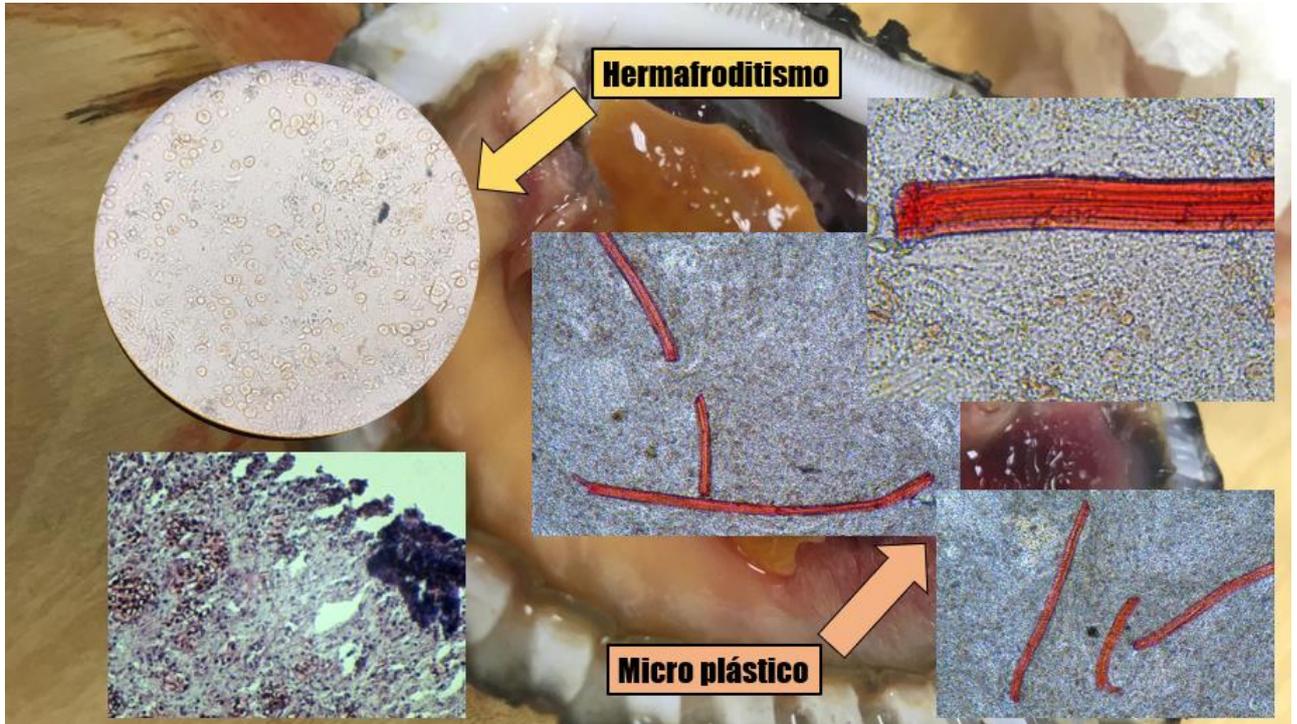


Plano 7. Guía de ensamblaje.



ANEXO D

Registro de evidencia de hermafroditismo y presencia de micro plástico en *Anadara grandis*.

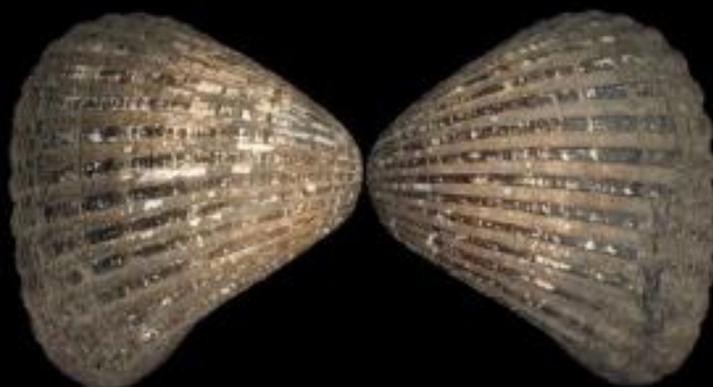


ANEXO E

Guía práctica de identificación de etapas de madurez sexual en *Anadara grandis*.

“GUÍA PRÁCTICA DE IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS DE MADUREZ SEXUAL EN (*Anadara grandis*)”.

José M. Torrico, David M. Ríos,
Félix E. Morales Ph.D.



Broderip & Sowerby,
1829.



CREA
CRECE
INNOVA
ESPOL



Facultad de
Ciencias de la Vida

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), conjuntamente con su Facultad de Ciencias de la Vida (FCV) y el Programa Concha del Instituto Nacional de Pesca (INP).

CREA
CRECE
INNOVA
ESPOL



Facultad de
Ciencias de la Vida



Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en esta guía para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción de material contenido en esta guía para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse a los autores principales: José Torrico (jtorrico@espol.edu.ec), David Ríos (damiros@espol.edu.ec) y Félix Morales Ph.D. (femorale@espol.edu.ec).

Derechos reservados

ESPOL - 2018

Esta obra debe citarse de la siguiente manera:

Torrico J., Ríos D., Morales F., 2018. "Guía Práctica de Identificación de Etapas de Madurez Sexual en (*Anadara grandis*)". Guayaquil-Ecuador, ESPOL pp.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen por su especial apoyo al técnico de laboratorio de Eco-toxicología Blgo. Omar Alvarado, al Blgo. Juan Moreno y Blgo. Carlos Alemán como representantes del Instituto Nacional de Pesca y actores clave en el desarrollo de esta guía ya que fueron quienes hicieron posible su desarrollo mediante la compartición de conocimientos e información.

De igual manera agradecen el apoyo de la institución y su coordinación a través de las diferentes áreas de laboratorio que permitieron desarrollar las actividades pertinentes para llegar a obtener los resultados a ser expuestos; además se agradece de forma especial a los pescadores del recinto de Puerto El Morro: Escalante, Escalante y Estarlin, ya que gracias a su apoyo logramos alcanzar el cometido, siendo de vital importancia su colaboración en el estudio para la obtención y desarrollo de la guía.

PRÓLOGO

La “Guía Práctica de Identificación de Etapas de Madurez Sexual en (*Anadara grandis*)”, tiene como finalidad brindar una herramienta de aplicación clave para una mejor comprensión en cuanto a los aspectos biológicos de la concha pata de mula se refiere.

El texto presenta al lector la integración de los elementos claves necesarios para la identificación y comprensión de las etapas de madurez presentes en *Anadara grandis*, así como también los principios a considerar, métodos y técnicas más apropiadas para la correcta observación y posterior identificación de las etapas de madurez.

Se propicia que el uso de esta guía sea para el público científico, académico y público en general como elemento permanente de consulta, el cual les brindará el sustento técnico y científico necesario para obtener resultados que contribuyan al ámbito científico, académico y normativo de los entes reguladores del estado en cuanto a los recursos biológicos como la concha pata de mula se refiere.

CONTENIDO GENERAL

AGRADECIMIENTOS	4
PRÓLOGO	5
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE	12
3. DATOS TAXONÓMICOS	13
3.1 MORFOLOGÍA EXTERNA	14
3.2 MORFOLOGÍA INTERNA	15
4. ALIMENTACIÓN	16
5. PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS MADUROS 'PASO A PASO'	18
5.1.1 Registro de datos biométricos (longitud total y peso total)	18
5.1.2 Registro de datos biométricos (peso valva y peso carne)	19
6. ETAPAS DE MADUREZ SEXUAL	20
6.1. Identificación Macroscópica	20
6.1.1 INDETERMINADO	21
6.1.2 EN DESARROLLO	22
.....	24
6.1.3 MADURO	24
6.1.4 DESOVADO	25
6.2. Identificación Microscópica	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de procedimiento para el reconocimiento de las etapas de madurez sexual a nivel macroscópico y microscópico en <i>A. grandis</i>	17
Figura 2. Forma correcta para la toma de mediciones de longitud total en individuos de <i>A. grandis</i>	18
Figura 3. Registro de peso total en individuos de <i>A. grandis</i>	18
Figura 4. (A) Proceso de apertura de las valvas con la ayuda de abre-concha, (B) Organismos separados "valva y carne", (C) Registro de peso de valva, (D) Registro de peso de carne.....	19
Figura 5. Indicaciones de la zona de corte para observación de la gónada, la carne fue separada cuidadosamente de la valva.....	20
Figura 6. Observación del corte transversal, el individuo identificado fue macho en desarrollo, las zonas marcadas corresponden a la presencia de la gónada.	20
Figura 7. Individuo de la categoría indeterminado en <i>A. grandis</i> ; no hay presencia de contenido gonadal. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	21
Figura 8. Hembra de <i>A. grandis</i> en desarrollo inicial, presenta una coloración naranja pálido. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.	22
Figura 9. Hembra de <i>A. grandis</i> en desarrollo medio, presenta una coloración naranja encendido. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.	22
Figura 10. Macho de <i>A. grandis</i> en desarrollo, presenta una coloración beige/crema. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	23
Figura 11. Hembra de <i>A. grandis</i> madura, presenta una coloración naranja encendido. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	24
Figura 12. Macho de <i>A. grandis</i> maduro, presenta una coloración beige/crema. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	24
Las hembras de <i>A. grandis</i> que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración naranja encendido (Figura 11).....	25
Los machos de <i>A. grandis</i> que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración beige/crema (Figura 12).....	25
Figura 13. Macho de <i>A. grandis</i> en desarrollo, presenta una coloración beige/crema. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	25
En individuos de <i>A. grandis</i> que se encuentran "desovados", la característica principal es la presencia de poca cantidad de contenido gonadal en las paredes del saco visceral, por lo general la gónada se encuentra ocupando la parte baja de las paredes del mismo. Una característica adicional que cabe destacar, es la presencia de estrías laterales en la parte externa del saco visceral (Figura 13).	25
Los machos de <i>A. grandis</i> que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración beige/crema (Figura 14).....	26
Figura 14. Macho de <i>A. grandis</i> en desarrollo, presenta una coloración beige/crema. Foto: Blgo. Carlos Alemán Dyer (INP), 2018.....	26



INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los bivalvos pertenecen al Phylum Mollusca (FAO), representa un gran número de diversidad de especies del reino animal; Zhing-Quiang (2011) estima aproximadamente la descripción de 117.360 especies en una clasificación de tipo evolutiva-descriptiva; estos invertebrados poseen un mayor número de especies que el de los vertebrados conformado por un aproximado de 64.830 especies; en donde están incluidos los peces (31.000), (Zhing-Quiang, 2011). El estudio de los moluscos marinos es considerado atractivo para otro tipo de ciencias como paleontología, zoología, biología, arqueología, así como también para genetistas y coleccionistas, entre otras especialidades, esto es debido a una gran cantidad de características complejas que contribuyen al éxito de su colonización en bosques de manglar, lagunas costeras y zonas de arrecife, donde los nichos ecológicos se establecen (Castillo-Rodríguez & Graciela, 2014). Especies de almejas, ostras, mejillones, conchas, etc.; se caracterizan por estar comprimidos lateralmente (Gosling E. , 2002); los moluscos bivalvos tanto marinos como de agua dulce, son de hábitos microfágicos o suspensívoros.

En las zonas costeras donde se encuentran presentes una gran diversidad de ecosistemas tales como los estuarios y manglares, las conchas, almejas, caracoles, ostiones y mejillones constituyen parte de la dieta diaria de las comunidades, y al mismo tiempo se ha establecido como una fuente de ingresos económicos. Pero, la frecuencia con la cual se encuentran estos recursos disponibles eventualmente ha variado con el crecimiento de la población humana, el aumento en las fronteras urbanas y acuícolas, así como también la alteración y destrucción de las áreas de manglar en los sistemas de calidad de las aguas que terminan en los estuarios (EcoCostas, 2006).

Uno de los rubros económicos con mayor relevancia dentro de las comunidades costeras en el Ecuador es la pesquería ancestral de los moluscos bivalvos. Una de las seis clases de moluscos es la clase bivalvia, que comprende animales encerrados en dos valvas (conchas), ej. mejillones, ostras, almejas, entre otras; esta clase contiene un número significativo de especies (7.500) aproximadamente, varias especies de este grupo poseen gran importancia económica por ser comestibles (Castillo Rodríguez, 2014), como lo es en el caso de: ostras, ostiones, almejas, mejillones y conchas, que son consumidos por los humanos en grandes cantidades (Gosling, 2004). En el Ecuador las especies más importantes comercialmente hablando son: concha prieta o negra (*Anadara tuberculosa*), concha macho-Mica (*A. similis*), (Moreno, 2010), mientras que para pata de mula o casco de burro (*A. grandis*) su pesquería no es considerada como industrial por ser emergente, sin embargo está incluida en las especies dominantes dentro de la comunidad bentónica en los ecosistemas manglar (Musello, Álvarez, & Flores, 2009).

La captura de moluscos bivalvos se caracteriza por ser una pesquería de acceso abierto y de pequeña escala, desarrollada en los ecosistemas donde predomina el manglar, en el Ecuador estos ecosistemas están presentes al norte de la Provincia de Esmeraldas (*REMACAM*); en el centro en la Provincia del Guayas (*REVISMEM* y *Puná*) y al sur en la Provincia de El Oro (Archipiélago de Jambelí), (Moreno, 2010).





CARACTERISTICAS GENERALES

2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Pertenece a familia Arcidae, siendo de los más grandes. La concha es elevada, sólida y cuadrada, que presenta una tonalidad blanca en la parte interna y oscura externamente (perióstraco), el margen interior es bastante dentado, el ligamento es más ancho en comparación a los otros árcidos, posee umbos prominentes, anchos y centrados, en la cubierta de las valvas se disponen aproximadamente 26 costillas fuertes que permiten la distribución de la presión del agua ejercida en el medio, la charnela tiene dientes pequeños ubicados en series continuas (Camacho, 2000). La talla a la cual se registra una longitud máxima puede ser 145 mm, siendo las más comunes de 120 mm según lo expuesto por (García, 2007); en nuestro estudio se registró un individuo de 180 mm perteneciente al museo de la comunidad cuya captura data unos 10 años de antigüedad.

El sexo en *A. grandis* es separado, el desarrollo es externo y tienen una fecundación cruzada, las gónadas suelen identificarse cubriendo las paredes laterales del aparato digestivo ubicado dentro del saco visceral; las gónadas tienen un desarrollo bastante marcado siendo prominente e incluso desbordante en individuos completamente maduros y muy delgado en individuos en desarrollo, e incluso disminuye más la cantidad de gónadas con el suceso del desove, etapa donde liberan gran parte de los gametos.

Al igual que en *A. tuberculosa* y *A. similis*, la diferencia de sexo en individuos completamente maduros es fácil de identificar debido a la variación en la coloración de las gónadas. En las hembras las primeras etapas de desarrollo presentan una tonalidad anaranjada pálida, mientras que cuando están maduras presentan una tonalidad anaranjada encendida; en machos la tonalidad de la gónada es blanca o crema con consistencia pegajosa (Cruz R. , 1984).

Varios métodos han sido empleados en los moluscos bivalvos para determinar el momento de su madurez sexual, así como también el tiempo óptimo en el cual se produce el desove. Uno de los métodos más preciso es el de realizar cortes histológicos a la porción de gónada mediante medios de fijación, pero su costo es elevado y conlleva su tiempo, una técnica alternativa más viable y práctica es la de realizar un frotis y un squash con una porción de gónada de varios individuos donde sean previamente identificadas las diferentes etapas de madures y observarlas en el microscopio con diferentes objetivos (Helm, et all., 2006), de tal manera que puedan ser observadas y diferencias las células sexuales (óvulos y espermatozoides).

3. DATOS TAXONÓMICOS

Reino: Animalia

Phylum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Orden: Arcoidea

Familia: Arcidae

Género: Anadara

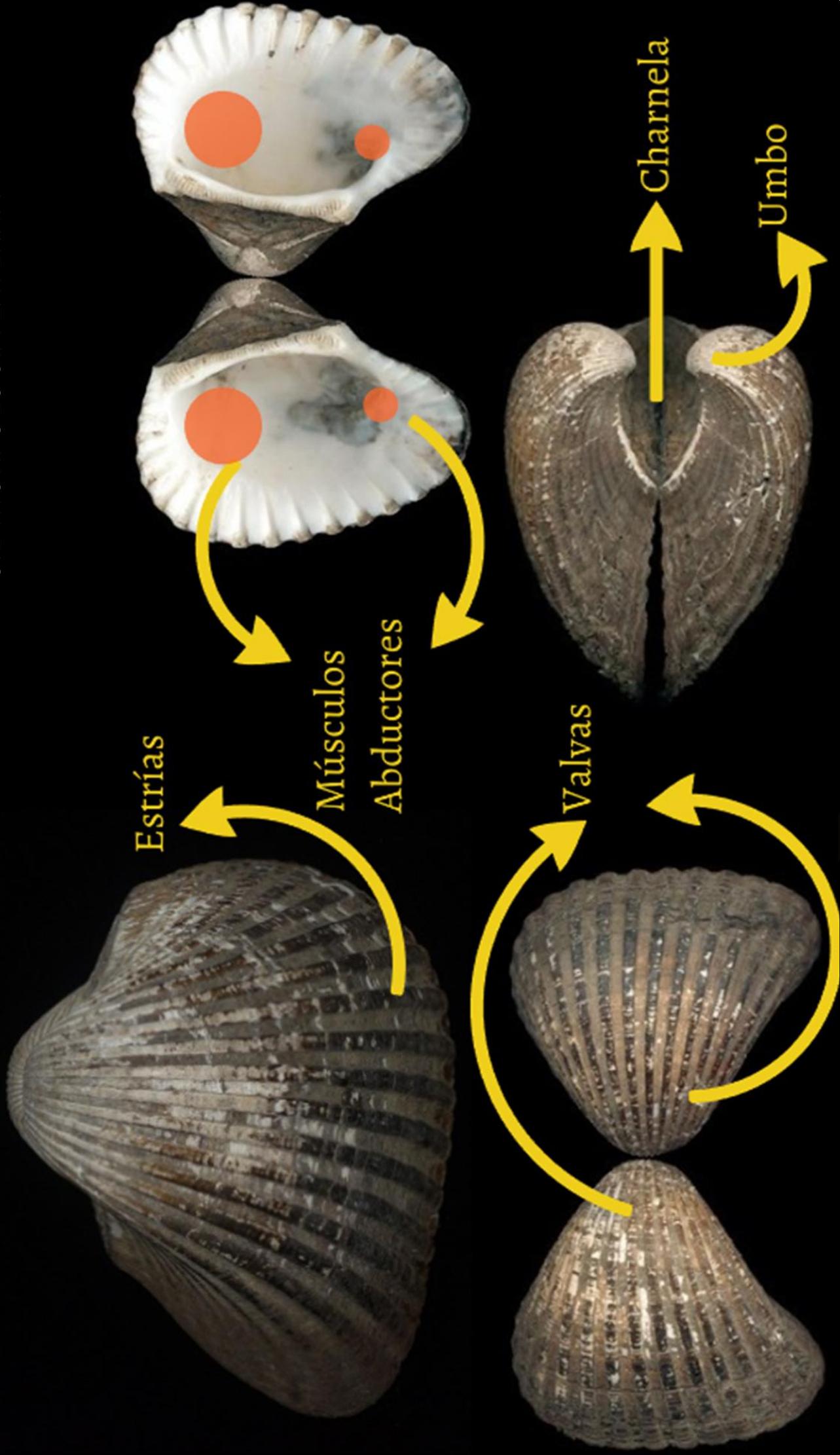
Subgénero: Grandiarca

Especie: *Anadara grandis*

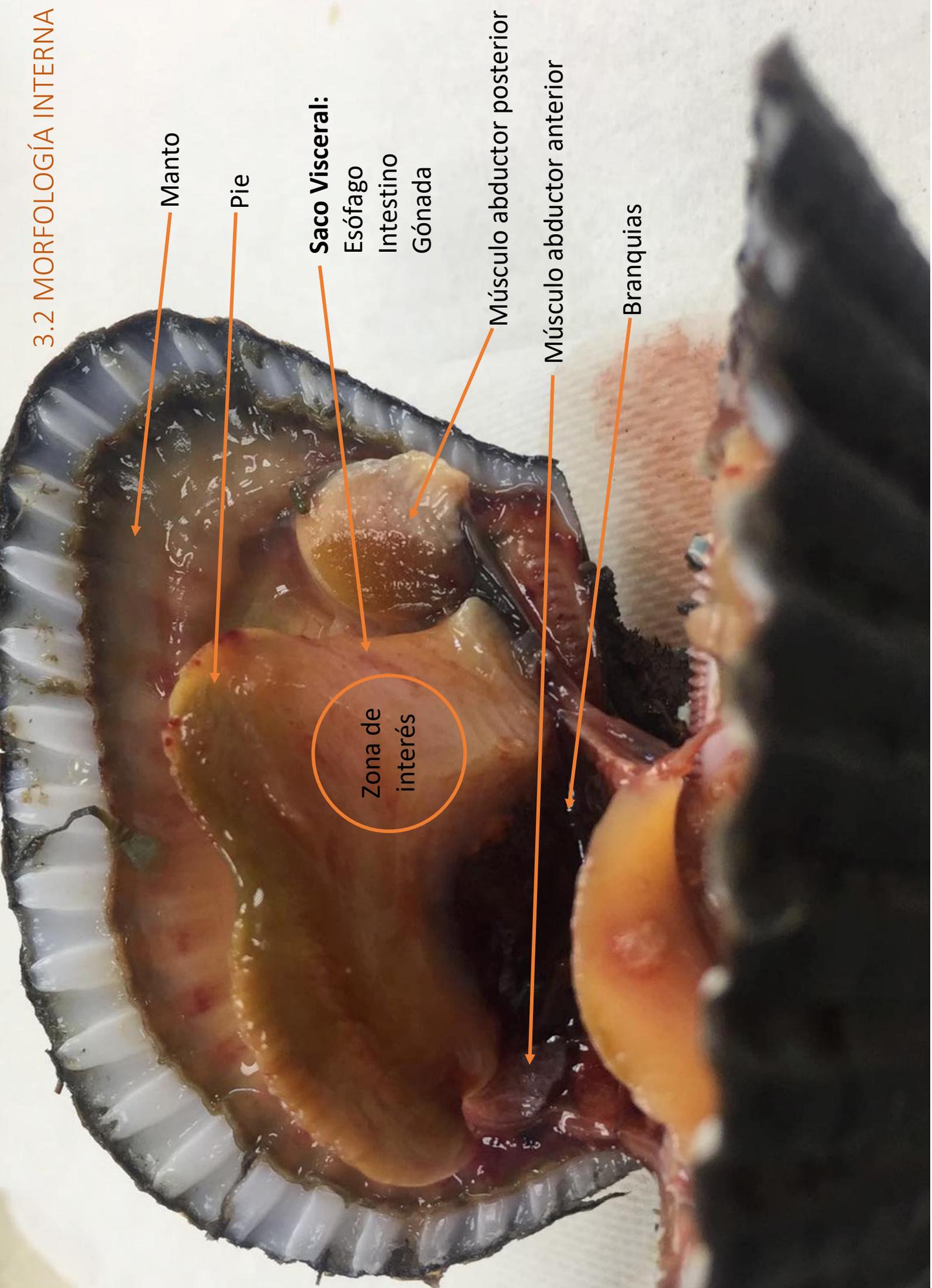
Nombre científico: *Anadara (Grandiarca) grandis*
(Broderip & Sowerby, 1829)



3.1 MORFOLOGÍA EXTERNA



3.2 MORFOLOGÍA INTERNA



Manto

Pie

Saco Visceral:

Esófago

Intestino

Gónada

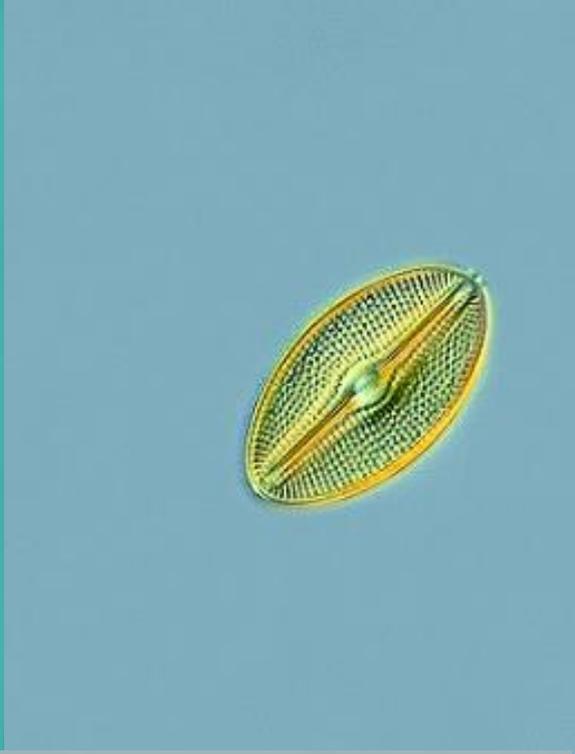
Músculo abductor posterior

Músculo abductor anterior

Branquias

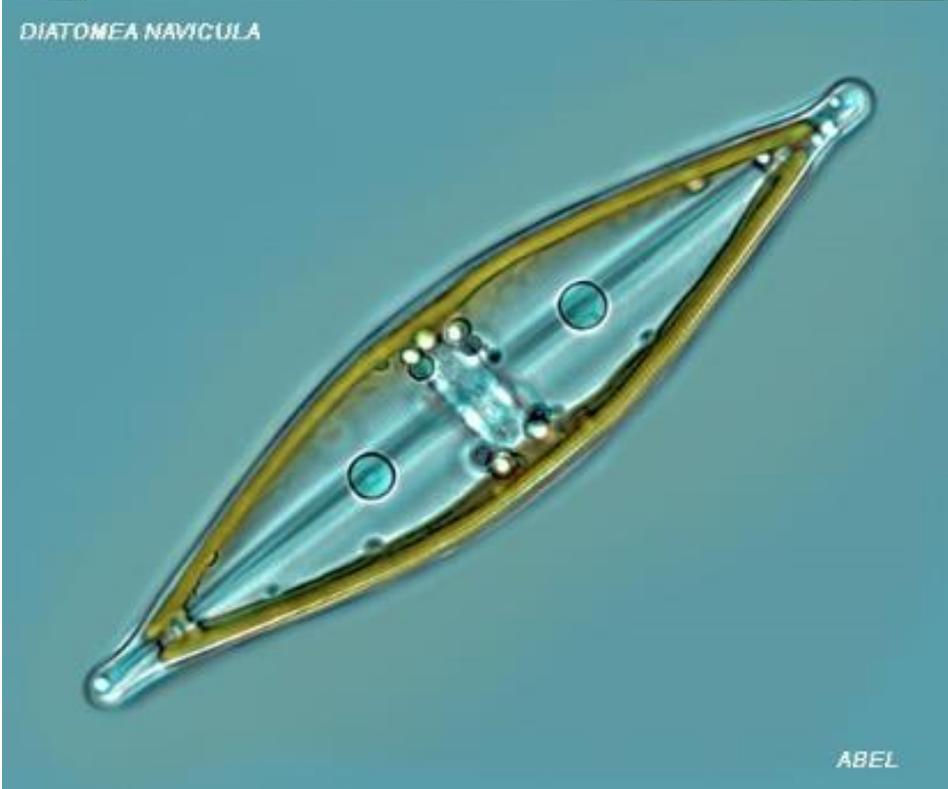
Zona de interés

4. ALIMENTACIÓN



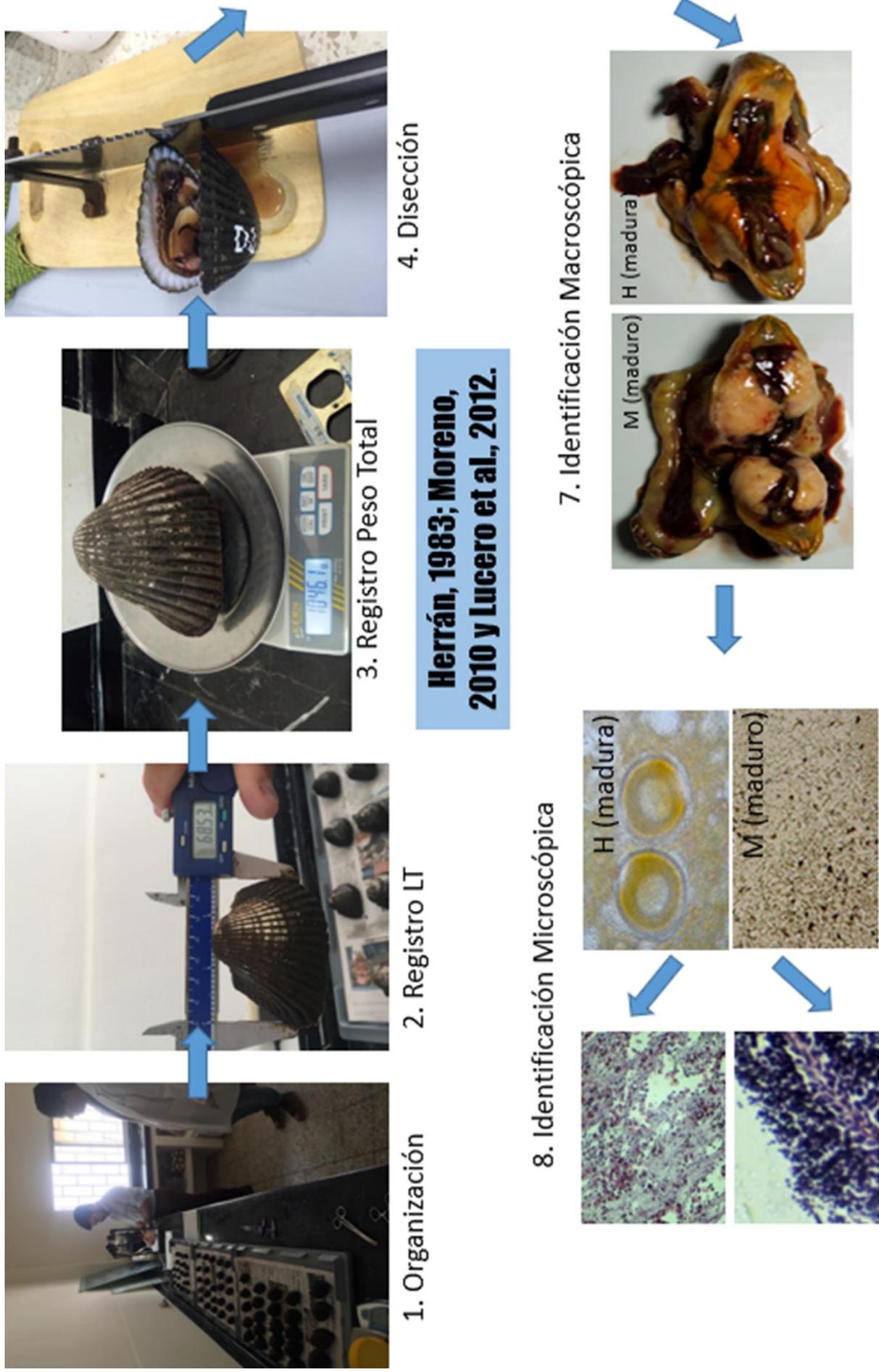
20um

DIATOMEA NAVICULA



ABEL





Herrán, 1983; Moreno, 2010 y Lucero et al., 2012.

FIGURA 1. ESQUEMA DE PROCEDIMIENTO PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS ETAPAS DE MADUREZ SEXUAL A NIVEL MACROSCÓPICO Y MICROSCÓPICO EN *A. GRANDIS*

5. PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS MADUROS 'PASO A PASO'

5.1.1 Registro de datos biométricos (longitud total y peso total)

- Primero debemos ordenar los organismos a ser evaluados de acuerdo a tallas semejantes y en un orden de mayor a menor o viceversa.
- Con la ayuda de un calibrador tipo vernier, de preferencia digital, procedemos a tomar la medida de la longitud total, teniendo en cuenta que el calibrador encaje entre los umbos, a la par con la charnela (Fig. 2).
- Seguido, con la ayuda de una balanza digital, procedemos a colocar el individuo sobre la misma y registramos su peso total, se debe revisar que la balanza este en cero.



FIGURA 2. FORMA CORRECTA PARA LA TOMA DE MEDICIONES DE LONGITUD TOTAL EN INDIVIDUOS DE *A. GRANDIS*.



FIGURA 3. REGISTRO DE PESO TOTAL EN INDIVIDUOS DE *A. GRANDIS*.

5.1.2 Registro de datos biométricos (peso valva y peso carne)

Con la ayuda de una tabla para abrir conchas, procedemos a realizarla apertura de las valvas, posteriormente con la ayuda de un bisturí se realiza la separación de la carne de las valvas, de tal modo que queden por separadas cada una de las partes; resulta más sencillo si se cortan los músculos abductores.

De manera seguida se procede a pesar en la balanza las valvas y a continuación la carne para luego registrar los valores obtenidos.



FIGURA 4. (A) PROCESO DE APERTURA DE LAS VALVAS CON LA AYUDA DE ABRE-CONCHA, (B) ORGANISMOS SEPARADOS "VALVA Y CARNE", (C) REGISTRO DE PESO DE VALVA, (D) REGISTRO DE PESO DE CARNE.

6. ETAPAS DE MADUREZ SEXUAL

6.1. Identificación Macroscópica

Para el reconocimiento de la etapa de madurez en la que se encuentra el individuo, es necesario realizar un corte transversal al saco visceral, de tal modo que se pueda evidenciar la presencia de gónada, para esto es necesario la ayuda de una pinza y un bisturí.

Zona donde se realizará el corte transversal.

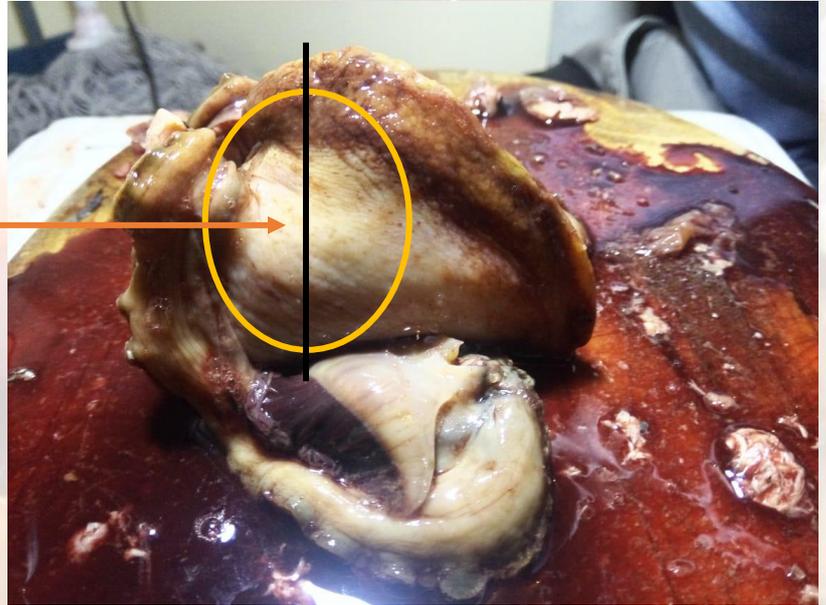


FIGURA 5. INDICACIONES DE LA ZONA DE CORTE PARA OBSERVACIÓN DE LA GÓNADA, LA CARNE FUE SEPARADA CUIDADOSAMENTE DE LA VALVA.



Presencia de gónada en desarrollo; individuo macho de *A. grandis*.

FIGURA 6. OBSERVACIÓN DEL CORTE TRANSVERSAL, EL INDIVIDUO IDENTIFICADO FUE MACHO EN DESARROLLO, LAS ZONAS MARCADAS CORRESPONDEN A LA PRESENCIA DE LA GÓNADA.

6.1.1 INDETERMINADO



FIGURA 7. INDIVIDUO DE LA CATEGORÍA INDETERMINADO EN *A. GRANDIS*; NO HAY PRESENCIA DE CONTENIDO GONADAL. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

En individuos indeterminados, la característica que cabe destacar para su reconocimiento es la ausencia de contenido gonadal en el contorno de las paredes del saco visceral; en individuos de tamaño menor a 30 mm es mucho más probable encontrar individuos con estas características, más sin embargo se ha encontrado en individuos de mayor tamaño (>60 mm) esta característica de indeterminado. En individuos de menor tamaño se los puede caracterizar como juveniles, mientras que individuos de mayor tamaño, considerados en etapa adulta, la presencia de esta característica se debe a un desove anterior, en donde el contenido gonadal no se evidencia en el contorno de las paredes del saco visceral, puesto que los gametos son expulsados al medio para llevar a cabo el proceso de reproducción, este contenido gonadal expulsado posteriormente volverá a cargarse, puesto que estos individuos tienen la característica de poseer una gametogénesis continua .

6.1.2 EN DESARROLLO



FIGURA 8. HEMBRA DE *A. GRANDIS* EN DESARROLLO INICIAL, PRESENTA UNA COLORACIÓN NARANJA PÁLIDO. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.



FIGURA 9. HEMBRA DE *A. GRANDIS* EN DESARROLLO MEDIO, PRESENTA UNA COLORACIÓN NARANJA ENCENDIDO. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

En individuos de *A. grandis* que se encuentran “en desarrollo”, la característica principal es el poco contenido gonadal dispuesto en el contorno de las paredes del saco visceral, por lo general la gónada se encuentra ocupando la zona media del mismo.

Las hembras de *A. grandis* que se encuentran en este estadio tienen una diferencia peculiar, la gónada denota una coloración naranja pálido en etapa inicial de desarrollo y una coloración naranja encendido cuando se encuentra en un desarrollo medio.

Los machos de *A. grandis*, caso contrario a las hembras, la coloración de la gónada no presenta una variación considerable en la tonalidad de los colores de la gónada, expresando únicamente una coloración beige o crema; cabe recalcar un aspecto importante, en los machos es difícil distinguir y a la vez se torna un tanto confuso, lograr diferenciar el estadio de desarrollo y un desove, puesto que la coloración de la gónada se mantiene, variando únicamente su contenido en el contorno del saco visceral.



FIGURA 10. MACHO DE *A. GRANDIS* EN DESARROLLO, PRESENTA UNA COLORACIÓN BEIGE/CREMA. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

6.1.3 MADURO



FIGURA 11. HEMBRA DE *A. GRANDIS* MADURA, PRESENTA UNA COLORACIÓN NARANJA ENCENDIDO. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.



FIGURA 12. MACHO DE *A. GRANDIS* MADURO, PRESENTA UNA COLORACIÓN BEIGE/CREMA. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

En individuos de *A. grandis* que se encuentran “maduros”, la característica principal es la presencia de una gran cantidad de contenido gonadal dispuesto en las paredes del saco visceral, por lo general la gónada se encuentra ocupando la mayor parte de las paredes del mismo, incluso puede llegar a desbordarse.

Las hembras de *A. grandis* que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración naranja encendido (Figura 13).

Los machos de *A. grandis* que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración beige/crema (Figura 14).

6.1.4 DESOVADO

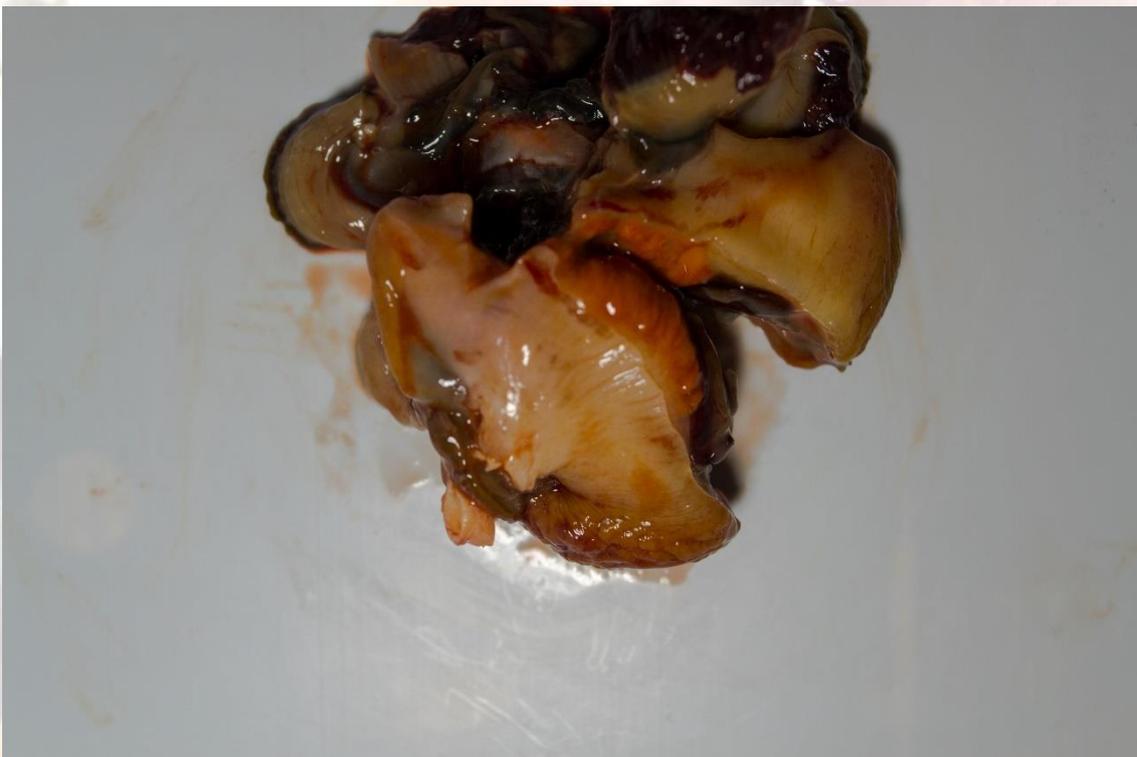


FIGURA 15. MACHO DE *A. GRANDIS* EN DESARROLLO, PRESENTA UNA COLORACIÓN BEIGE/CREMA. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

En individuos de *A. grandis* que se encuentran “desovados”, la característica principal es la presencia de poca cantidad de contenido gonadal en las paredes del saco visceral, por lo general la gónada se encuentra ocupando la parte baja de las paredes del mismo. Una característica adicional que cabe destacar, es la presencia de estrías laterales en la parte externa del saco visceral (Figura 16).

Las hembras de *A. grandis* que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración naranja encendido.

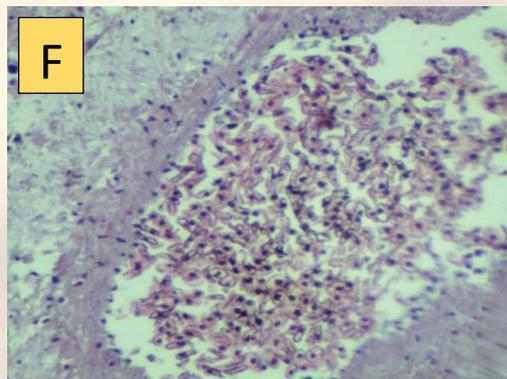
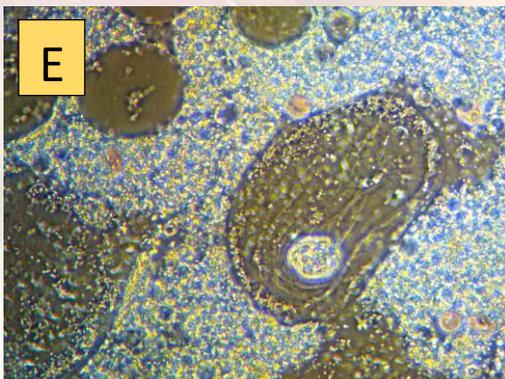
Los machos de *A. grandis* que se encuentran en este estadio, la gónada denota una coloración beige/crema (Figura 17).

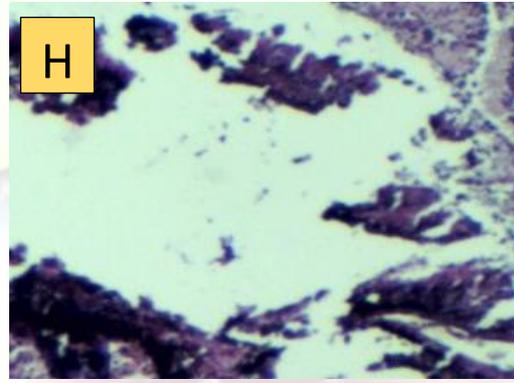
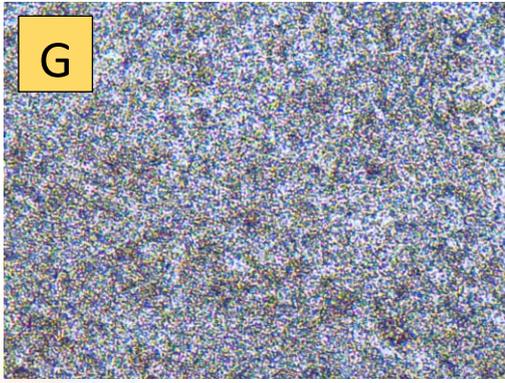


FIGURA 18. MACHO DE *A. GRANDIS* EN DESARROLLO, PRESENTA UNA COLORACIÓN BEIGE/CREMA. FOTO: BLGO. CARLOS ALEMÁN DYER (INP), 2018.

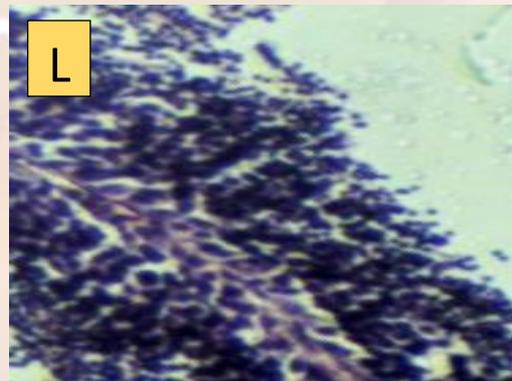
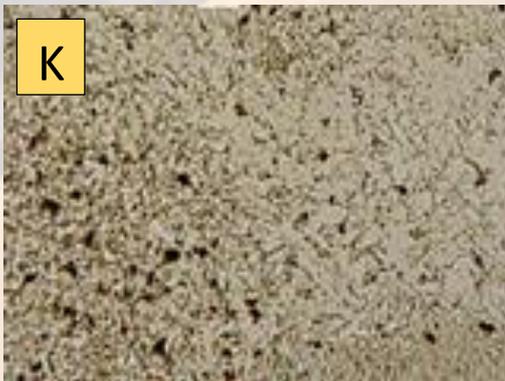
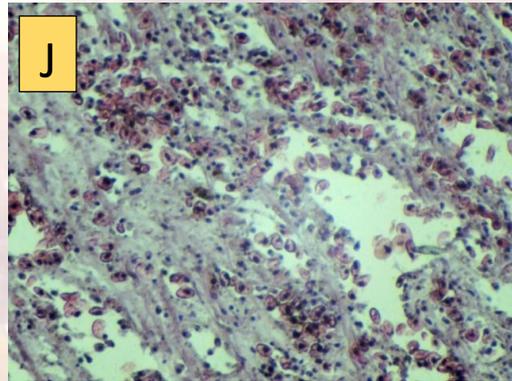
6.2. Identificación Microscópica

Para el reconocimiento microscópico se debe trabajar con individuos en fresco, puesto que al pasar el tiempo cambia la constitución de los órganos del individuo, una vez realizada la identificación macroscópica, se procede con la ayuda de una pinza a tomar una porción de gónada con la cual realizamos un frotis sobre una placa porta-objetos, posteriormente hacemos un squash con agua destilada y colocamos la placa cubre-objetos. Finalmente observamos al microscopio. La técnica más viable y económica resulta la de frotis y squash, también se puede realizar histología para obtener resultados con mejor calidad, pero, resulta costoso; los métodos aplicados a las muestras a nivel microscópico son realizadas para corroborar lo observado de forma macroscópica.

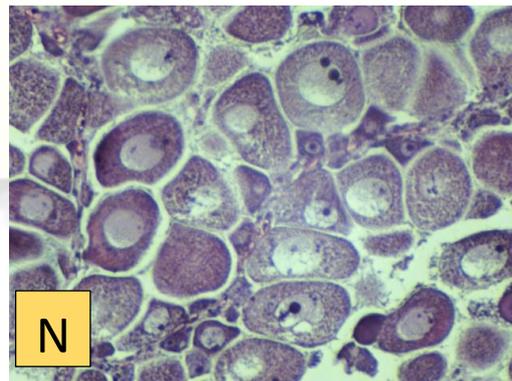
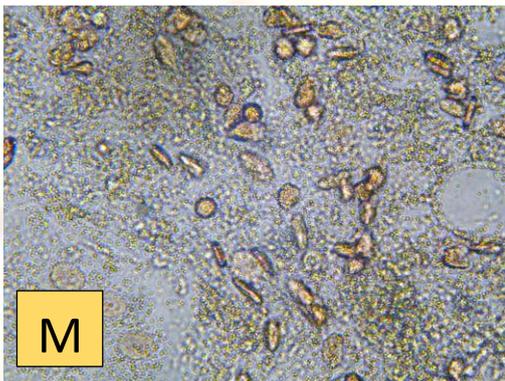




. (E) HEMBRA EN DESARROLLO, OBSERVACIÓN DE ÓVULOS TÉCNICA DE FROTIS; (F) HEMBRA EN DESARROLLO OBSERVACIÓN DE ÓVULOS CON TÉCNICA DE FIJACIÓN Y TINCIÓN; (G) MACHO EN DESARROLLO, OBSERVACIÓN DE ESPERMATOZOIDES TÉCNICA DE FROTIS; (H) MACHO EN DESARROLLO, OBSERVACIÓN DE ESPERMATOZOIDES TÉCNICA DE FIJACIÓN Y TINCIÓN.



. (I) HEMBRA MADURA, OBSERVACIÓN DE ÓVULOS TÉCNICA DE FROTIS; (J) HEMBRA MADURA, OBSERVACIÓN DE ÓVULOS TÉCNICA DE FIJACIÓN Y TINCIÓN; (K) MACHO MADURO, OBSERVACIÓN DE ESPERMATOZOIDES TÉCNICA DE FROTIS; (L) MACHO MADURO, OBSERVACIÓN DE ESPERMATOZOIDES TÉCNICA DE FIJACIÓN Y TINCIÓN.



. (M) HEMBRA DESOVADA, OBSERVACIÓN DE ÓVULOS TÉCNICA DE FROTIS; (N) HEMBRA DESOVADA OBSERVACIÓN DE ÓVULOS TÉCNICA DE FIJACIÓN Y TINCIÓN.

GRADO	ESTADIO	OBSERVACIÓN MACROSCÓPICA	OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA (frotis)
I.	Indeterminado	<i>Se caracteriza porque externamente se observa dureza al nivel de la masa visceral y al realizar el corte transversal no es posible observar contenido gonadal.</i>	<i>No se observan células germinativas en el frotis.</i>
II.	En Desarrollo	<i>Al realizar el corte transversal se observa alrededor de las paredes del saco visceral poca cantidad de contenido gonadal de coloración naranja pálido, corresponde a un Desarrollo Inicial (DI).</i>	<i>La mayoría de las células presentan formas alargadas, pocas piriformes con el citoplasma muy granuloso y núcleos poco visibles.</i>
		<i>mayor cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido alrededor de las paredes del saco visceral, corresponde a un Desarrollo Medio (DM).</i>	<i>Presencia de mayor cantidad de células de forma piriformes, ovaladas y pocas células redondeadas, citoplasma granuloso pero con núcleos más visibles y de forma alargada.</i>
III.	Maduro	<i>Se caracteriza porque al realizar el corte transversal se observa gran cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido cubriendo las paredes del saco visceral o se produce un desbordamiento del contenido gonadal.</i>	<i>La mayoría de las células tienen formas poligonales y/o redondas; con núcleos grandes bien definidos y visibles de forma esférica.</i>
IV.	Desovado	<i>Externamente se observan estrías en el saco visceral y al realizar el corte transversal presenta poca cantidad de contenido gonadal de coloración naranja encendido en la parte interna del saco visceral.</i>	<i>Corresponde a un periodo de evacuación de los gameto. Se observan residuos de células maduras y células en desarrollo (alargadas).</i>

Tabla 1. Escala de interpretación de madurez sexual de individuos machos y hembras de *A. grandis*.

Fuente: Herrán, 1983 y Lucero et al., 2012; INP; modificado por José Torrico, 2018.

Bibliografía

- Camacho, Y. (Mayo de 2000). *Especies de Costa Rica-Grandiarca*. Obtenido de <http://www.accessify.com/i/darnis.inbio.ac.cr>
- Castillo Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversity of marine mollusks in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 85, pp. 419-430.
- Castillo-Rodríguez, & Graciela, Z. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 1-13 pp.
- Cruz, R. (1984). *Algunos aspectos de la reproducción en Anadara tuberculosa (Pelecypoda: Arcidae) de punta Morelos, Puntarenas, Costa Rica*. *Rev. Biol. Trop.*
- EcoCostas. (2006). *Proyecto para la Conservación y Desarrollo del Estuario de Cojimíes (Sustainable Coastal Communities and Ecosystem Project-SUCCESS)*.
- García, I. M. (Agosto de 2007). Determinación de la Madurez Gonádica de Casco de Burro (*Anadara grandis*), en época lluviosa y transición lluviosa-seca en la Península de San Juan del Gozo en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. (C. UNIVERSITARIA, Ed.) pp. 1:78 . Recuperado el 3 de Agosto de 2018, de <http://ri.ues.edu.sv/12469/1/19200627.pdf>
- Gosling, E. (2002). *Bivalve Molluscs, Biology, Ecology and Culture*. (Blackwell Publishing, Ed.) UK: Fishing News Books.
- Gosling, E. (2004). *Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture* (www.blackwellpublishing.com ed., Vol. 1). (A. i. Science, Ed.) Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK: Fishing News Books.
- Moreno, E. M. (2010). *ESTADO DE LA PESQUERÍA DEL RECURSO CONCHA (Anadara tuberculosa y A. similis) EN LA COSTA ECUATORIANA*. Instituto Nacional de Pesca.
- Musello, C., Álvarez, M., & Flores, L. (2009). *Crecimiento de Anadara similis (C.B. Adams, 1852) en la Reserva Ecológica de Manglares Cayapas-Mataje, REMACAM; una aproximación basada en tallas*. Instituto Nacional de Pesca.