



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE MANABÍ

CAMPUS BAHIA DE CARÁQUEZ

CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

TRABAJO DE TITULACIÓN

ESTADO POBLACIONAL DEL RECURSO CONCHA PRIETA

Anadara Tuberculosa (Mollusca: Bivalvia) EN LA ZONA DE

MANGLAR DEL ESTUARIO RÍO CHONE, MANABÍ

PREVIO AL TÍTULO DE:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR:

EMILIO ALEJANDRO AYALA MUZO

TUTOR:

GABRIEL MODESTO DURAN COBO, M. SC.

BAHÍA DE CARÁQUEZ – ABRIL 2023

Certificación

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Gabriel Modesto Durán Cobo, *M. Sc.*

Director del trabajo de titulación

CI: 0928838143

Aprobación del tribunal

El jurado examinador, aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Evelyn Arias Cedeño, *M. Sc.*

Primera Lectora

Francisco Pozo Miranda, *M. Sc.*

Segundo Lector

Gabriel Modesto Durán Cobo, *Biól., M. Sc.*

Tercer Lector

Declaración de Originalidad

Éste manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de sustento que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de esta tesis infringe los derechos de autor de nadie.

Emilio Alejandro Ayala Muzo

CI: 1316429248

Teléfono: 0996155906

Email: emilio.ayala14@gmail.com

Declaración de Derechos de Autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Emilio Alejandro Ayala Muzo

C.I. 1316429248

Dedicatoria

Dedico de manera especial este trabajo a mis padres, familiares y amigos por su apoyo constante durante todo este proceso. Su presencia y motivación han sido fundamentales para conseguir este logro académico. Sin su incondicionalidad y respaldo no hubiera sido posible completar esta tesis, a todos ellos, mis más sinceros agradecimientos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
MÉTODOLOGÍA	17
Área de estudio.....	17
Muestreo de población	17
Esfuerzo de captura	18
Índice de madurez sexual (IMS)	18
Talla mínima y Talla media de madurez sexual (TmMS/TMMS).....	18
Stock de reclutamiento	19
RESUTADOS	20
DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores estadísticos descriptivos sobre las muestras tomadas en el estuario del río chone	20
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los individuos capturados por hora durante todo muestreo	21
Tabla 3. Estadísticos descriptivos sobre índice de madures sexual del total de los individuos	23
Tabla 4. Estadísticos descriptivos sobre índice de madures sexual en hembras	23
Tabla 5. Estadísticos descriptivos sobre índice de madures sexual en machos	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista interna y externa de las valvas de un espécimen de <i>A tuberculosa</i>	13
Figura 2. Área de estudio	17
Figura 3. Rango de tallas máximas de los individuos colectado	20
Figura 4. Curva de los promedios de captura por hora de muestreo durante todo el periodo..	22
Figura 5. Índice de madurez sexual y numero de hembras que presentaron madurez a lo largo de los días de muestreo.....	24
Figura 6. Índice de madurez sexual y número de machos que presentaron madurez a lo largo de los días de muestreo	24
Figura 7. Curva logística acumulada para la determinación de la talla de madurez sexual de hembras de <i>Anadara tuberculosa</i> . ProMadurezAcu=proporción madurez acumulada; ProTeorica=proporción teórica	25
Figura 8. Curva logística acumulada para la determinación de la talla de madurez sexual de machos de <i>Anadara tuberculosa</i> . ProMadurezAcu=proporción madurez acumulada; ProTeorica=proporción teórica	26
Figura 9. Tallas mínimas (mm) promedio de madurez sexual de hembras y machos de <i>Anadara tuberculosa</i> colectados a lo largo de los días de muestreo	27
Figura 10. Número y porcentaje de individuos de <i>Anadara tuberculosa</i> que conformaron el Stock de reclutamiento.....	28

Resumen

Esta investigación cuantitativa determinó los aspectos biológicos-pesqueros de la población de concha prieta *Anadara tuberculosa*, capturada en el estuario del río Chone, debido al arraigo cultural e importancia comercial de este organismo en el Ecuador, pese a lo cual, su pesquería se lleva a cabo sin planificación y sin gestión del recurso disponible. Para ello, la metodología de este estudio de alcance explicativo consistió en realizar la recolección de concha prieta en dos localidades de pesca del cantón San Vicente, desde el 17 de febrero al 17 de marzo de 2022. Se obtuvo un total de 392 individuos examinados macroscópicamente en el laboratorio, para determinar su estadio de madurez sexual, sexo, peso, ancho y longitud valvar. Los resultados de la captura por unidad de esfuerzo para determinar la abundancia relativa muestran que en valor central es de cinco individuos por hora en ambas localidades; también se observa un mayor rango de tallas en el área concesionada, la talla de madurez sexual reportada para las hembras corresponde a 42.0 mm y para los machos a 45.6 mm. Los hallazgos igualmente indican un mayor porcentaje de capturas de hembras (76.36%) que de machos (23.64%). Se concluye que la talla de madurez coincide con la talla mínima de captura reportada; que la abundancia en ambas localidades es baja en comparación con otras regiones del país; y que la presencia de prematuros y reclutas evidencia la sobrepesca del crecimiento del recurso.

Palabras clave: *Anadara tuberculosa*, madurez sexual, abundancia, sobrepesca

Abstract

This quantitative research study assessed biological – fisheries attributes of the population of the black shell (*Anadara tuberculosa*), captured in the *Río Chone* estuary, regarding its cultural and commercial importance in Ecuador in despite of its fishery has been carried out without planning and without management of available resources. Hence, black shell samples were collected in two fishing spots in the *San Vicente* Canton from February 17 through March 17, 2022 in this explanatory research study. A total of 392 individuals were examined macroscopically in a laboratory in order to determine their sexual maturity stage, sex, weight, width and valve length. The findings from the catch per unit effort to find the relative abundance show that the central value corresponds to five individuals per hour in both fishing spots; likewise, a wider size range is observed in the concession area, so that the reported sexual maturity size for females corresponds to 42.0 mm and to 45.6 mm for males. The findings also reveal a higher percentage of female captures (76.36%) than of male captures (23.64%). It is concluded that the size at maturity coincides with the minimum catch size here reported; abundance in both fishing spots is low compared to other regions of Ecuador; and the presence of pre-recruits and recruits evidences growth overfishing of the marine resource.

Keywords: Anadara tuberculosa, sexual maturity, abundance, overfishing

INTRODUCCIÓN

La concha *Anadara tuberculosa* es un molusco bivalvo de la familia *Arcidae* que habita la zona intermareal, en su etapa adulta se encuentra enterrada en fondos fangosos, esta especie está estrechamente ligada al mangle rojo (*Rhizophora mangle*). El crecimiento de *A. tuberculosa* depende de la salinidad y temperatura del agua, así como del alimento disponible (García-Domínguez et al., 2008). Es un animal sedentario hermafrodita. El ciclo reproductivo comienza cuando los individuos aumentan su tamaño entre 23 a 26 mm de longitud. La fecundación ocurre una vez que los machos y hembras han liberado sus gametos al agua, dando lugar a larvas planctónicas de vida corta que se desplazan por el agua durante 30 días, culmina ese periodo transformándose en postlarvas que se adherirán a las raíces de los manglares (Mora, 2012).

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de este recurso:

Reino: Animalia

Filo: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Orden: *Arcoida*

Familia: *Arcidae*

Género: *Anadara*

Especie: *Tuberculosa*

Nombre científico: *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833)

Nombre común: Concha prieta

Figura 1.

Vista interna y externa de una valva derecha de un espécimen de A. tuberculosa.



Nota. Tomado de <https://climapesca.org/2018/09/anadara-tuberculosa/>

La concha prieta ha sido objeto de captura a baja escala o de manera artesanal, representa el sustento socioeconómico de muchos pueblos rivereños, forma parte de la dieta de la población, por ende su importancia comercial es representativa en la región (Cáceres, 2013). Su hábitat comprende desde Baja California hasta la Bahía de Tumbes en el norte de Perú (Vega et al., 2021). Según el MAGAP (2014), alrededor de 3.000 familias en el Ecuador se ven beneficiadas por el comercio de la concha prieta. Bajo el análisis de Cabanilla (2007), el recurso actualmente no es de relevancia en comparación con el sector camaronero o bananero, sin embargo, actuando estrictamente con un manejo pesquero y plan de acción, podría potenciarse y representar altos ingresos para el país.

La captura o recolección de la concha prieta se realiza a mano durante marea baja. En varias circunstancias para llegar al punto de recolección el conchero se traslada en embarcaciones motorizadas o pequeñas canoas (Prado-Carpio et al., 2021). La actividad económica de venta de la concha prieta está basada en un sistema simple, donde las conchas se comercializan de forma directa o mediante intermediarios y en la brevedad del tiempo posible, debido al alto grado de perecimiento del producto. Los implicados en la venta son los concheros, ellos tienen varias opciones de compradores, no siempre se sigue la misma logística

de venta y se busca ya sea compradores directos o varios intermediarios, la venta se realiza luego de que el interesado haya verificado que presentan al menos 45 mm de longitud de valvas, lo que representa la talla comercial (Murillo & Dazzini, 2020). El precio en el Ecuador varía en cada comunidad, según el tamaño y la demanda que exista en el momento.

La principal amenaza de este recurso es la sobrepesca que se entiende como la reducción de una población a un umbral por debajo de la misma que puede recuperarse. Significa que la tasa de mortalidad por pesca puede ser mayor a la tasa con que la población puede reproducirse, esto afecta en gran medida la sostenibilidad de la explotación de las conchas, porque continuar pescando en exceso dificulta la capacidad de recuperación de la población y puede agotarse o localmente extinguirse el recurso (Murillo, 2018).

La captura de la concha prieta se lleva a cabo sin planificación, lo que provoca la variación de la persistencia y productividad de la especie, además el recurso se ve afectado por el aumento demográfico que se ve reflejado en el incremento de número de personas que se dedican a esta actividad. Estos factores provocan presión pesquera sobre este recurso (Díaz et al., 2011)

En el Ecuador existen varias investigaciones que abordan el estado de la pesquería de *A. tuberculosa* en las localidades donde el esfuerzo pesquero es mayor, según (Mora & Moreno, 2010), los sitios de extracción predilectos para esta actividad son San Lorenzo y Muisne en la provincia de Esmeraldas; Puerto del Morro, provincia de Guayas y Puerto Bolívar, Puerto Jeli y Hualtaco en la provincia del Oro. Los datos arrojaron que prevalece una tendencia a la disminución en general en todos los sitios de extracción.

En el ámbito nacional, en cuanto a la gestión de la pesquería de *A. tuberculosa*, existen varias iniciativas como el plan de acción para el manejo y la conservación de la concha prieta, que tiene como objetivo impartir talleres y exponer acerca del manejo y la importancia de

conservación del recurso, para asegurar la perpetuidad de este y prolongar la actividad a las futuras generaciones (Viceministerio de Acuicultura y Pesca de Ecuador, 2021).

Uno de los mayores problemas sobre el recurso de *A. tuberculosa* es la sobrepesca del reclutamiento que ocurre cuando una pesquería somete a individuos adultos a tasas de explotación excesivas que reducen la biomasa reproductora hasta el punto en que el reclutamiento se ve significativamente afectado. Por otro lado sobrepesca por crecimiento se produce cuando se capturan individuos jóvenes que aún no han alcanzado su tamaño o edad de madurez sexual, lo que reduce su capacidad reproductiva y limita el potencial de la población para crecer y mantenerse en el largo plazo (Lleonart, 2001).

Las primeras acciones para implementar una gestión pesquera sobre las conchas en Ecuador se desarrollaron entre 1998 y 2005, en este periodo se ejecutaron proyectos de investigación a cargo del Instituto Nacional de Pesca (INP). Entre los años de 1998 a 1999 se elaboró el proyecto “recolección de estadísticas pesqueras” en las principales localidades de extracción, el archipiélago de Jambelí y el estuario del río Muisne (Mora & Moreno, 2007).

Entre el 2000 y el 2003 se estableció un convenio de asistencia técnica entre la fundación privada Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio (FEPP) y el INP, con el objetivo de obtener información del recurso en comunidades de la reserva ecológica Cayapas-Mataje.

En el 2005 el INP se hace cargo del seguimiento y recolección de datos acerca de los desembarcos en los principales puertos del país (Mora & Moreno, 2007). En la REMACAM, en el 2020 se diseñó un plan de manejo para el recurso concha, en la cual se establecieron indicadores biológicos que proporcionarían el estado actual de la pesquería del recurso en la reserva. Los indicadores se establecieron para las estructuras de tallas, longitud promedio, incidencia de captura de juveniles, captura por unidad de esfuerzo, número de individuos desembarcados y comercio del recurso (Murillo & Dazzini, 2020).

La captura inadecuada, la sobreexplotación y la contaminación de los sitios de producción, son algunos de los factores que hacen que este proceso de producción sea una actividad artesanal sin el adecuado control, pese a que hace algunos años, en Ecuador se prohibió terminantemente la captura, transporte, comercialización y consumo de la concha prieta menor a 4,5 cm de diámetro, conforme lo establece el Acuerdo 149, publicado en el Registro Oficial N° 412, 27 de agosto de 2008 (Beitl & Gaibor, 2018; (Murillo & Dazzini, 2020).

En Ecuador, al igual que en el resto de países productores de la concha prieta, la disminución de la producción ha sido permanente, ya sean por factores naturales o antrópicos, pero más por este último; la tala indiscriminada de manglar, por parte de los productores de camarón, terminaron con el hábitat natural de esta especie, a tal punto que, es muy difícil alcanzar la talla adecuada de la concha para su captura y probablemente a largo plazo ocurra la desaparición como especie (Ordinola et al., 2019).

Los antecedentes citados indican que el recurso se encuentra sobrexplotado debido a la reducción del número de organismos y talla respectiva de captura. Por lo anterior, se plantea como hipótesis de la presente investigación que la población de *A. tuberculosa* del estuario del río Chone se encuentra en estado de sobrepesca del tamaño y sobrepesca del rendimiento; siendo el objetivo del trabajo realizar un diagnóstico biológico-pesquero de individuos *de A. tuberculosa* capturados en el estuario río Chone, determinando el esfuerzo de captura, índice de madurez sexual, talla mínima y media de madurez sexual y stock de reclutamiento.

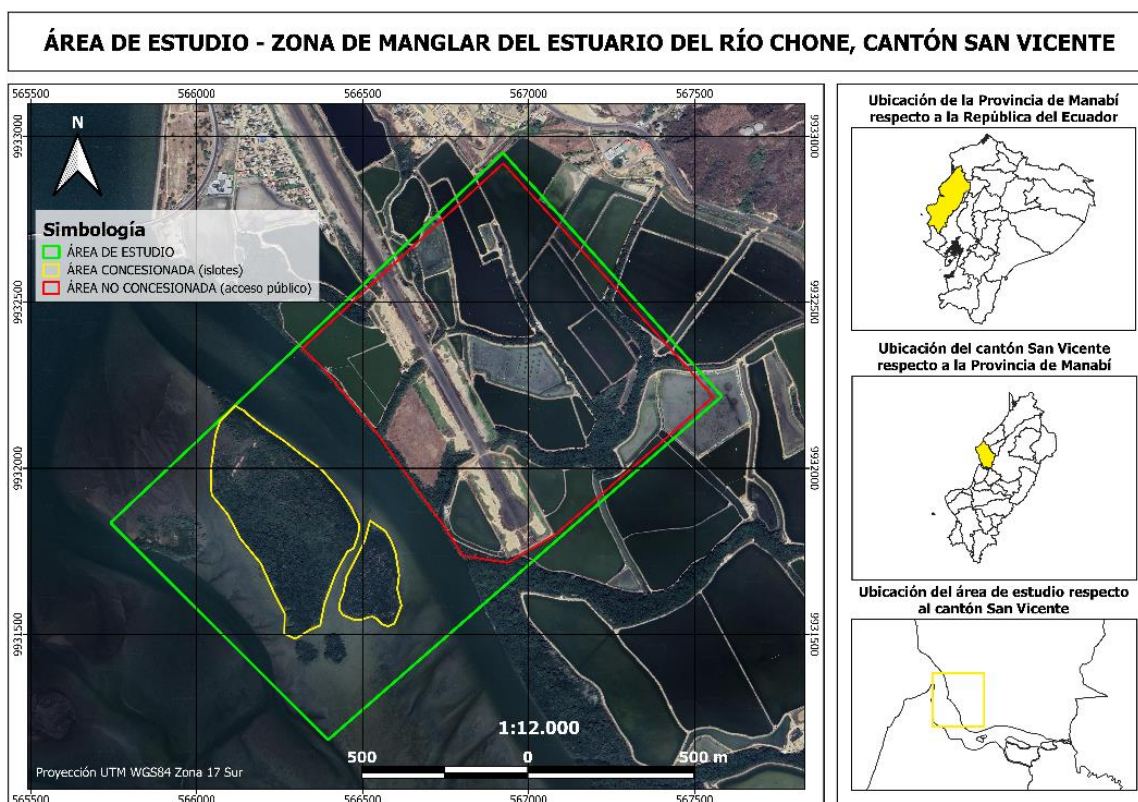
MÉTODOLÓGÍA

Área de estudio

El presente estudio fue llevado a cabo en la zona de manglar del estuario del río Chone, cantón San Vicente, Manabí, ubicada en la ribera norte del río, desde el frente del barrio San Felipe hasta el extremo este del aeropuerto Los Perales y el conjunto de islotes ubicados en frente de esta ribera.

Figura 2.

Mapa del área de estudio.



Muestreo de población

Entre el 15 de febrero y 18 de marzo de 2022 se realizaron un total de 20 muestreos de población, recolectando 392 ejemplares de *A. tuberculosa* con la ayuda de integrantes de

la Cooperativa de Pescadores Artesanales San Felipe, del cantón San Vicente (Manabí). Cada muestreo tuvo una duración de 4 horas, aprovechando la bajamar.

Esfuerzo de captura

El esfuerzo de captura o captura por unidad de esfuerzo (CPUE), se determinó teniendo en cuenta el promedio de individuos colectados por persona a lo largo de una hora de trabajo (Murillo & Dazzini, 2020), empleando la fórmula:

$$CPUE = \frac{\sum \text{Individuos capturados}}{\text{Horas de trabajo}}$$

Índice de madurez sexual (IMS)

Se determinó como el cociente del número de individuos maduros y el número total de individuos colectados durante los muestreos:

$$IMS = \frac{\text{Individuos que presentaban madurez}}{\text{Número total de individuos colectados}}$$

Los estados de madurez se determinaron aplicando los criterios presentados en la tabla 1, establecidos por Lucero et al (2013).

Talla mínima y Talla media de madurez sexual (TmMS/TMMS)

Se obtuvo la *TmMS*, se determinó como el promedio de los individuos más pequeños que presentaron madurez a lo largo de los 20 días de muestreo. La *TMMS* se obtuvo a partir del cociente de la suma de longitudes de todos los individuos maduros y el número total de individuos registrados (I_t). Las ecuaciones aplicadas fueron:

$$TmMS = \frac{\sum \text{longitud de maduros más pequeños}}{\text{Días de muestreo}}$$

$$TMMS = \frac{\sum \text{Individuos que presentaban madurez}}{\text{Número total de individuos maduros}}$$

Stock de reclutamiento

Definiendo como stock de reclutamiento a los individuos de talla inferior a 45 milímetros, que es la talla mínima de captura y comercialización (TMCP) permitida en Ecuador. Con los datos de ancho de valva de machos y hembras se construyeron tablas de distribución de frecuencia para determinar el porcentaje de organismos capturados que estaban por debajo de la (TMCP). Se evaluó el stock de reclutamiento unificado, y separada de machos y de hembras colectados durante los días del muestreo.

RESULTADOS

Estadística general de la población

La estadística general de la población (número de hembras, de machos e indeterminados) se presenta en la tabla 1, en la que se destaca que el 50.2% de todos los individuos capturados fueron hembras, 15 % machos y 34.2% individuos indeterminados o en reposo, siendo estos últimos, organismos que no presentan gónadas. La figura 3 muestra las tallas máximas.

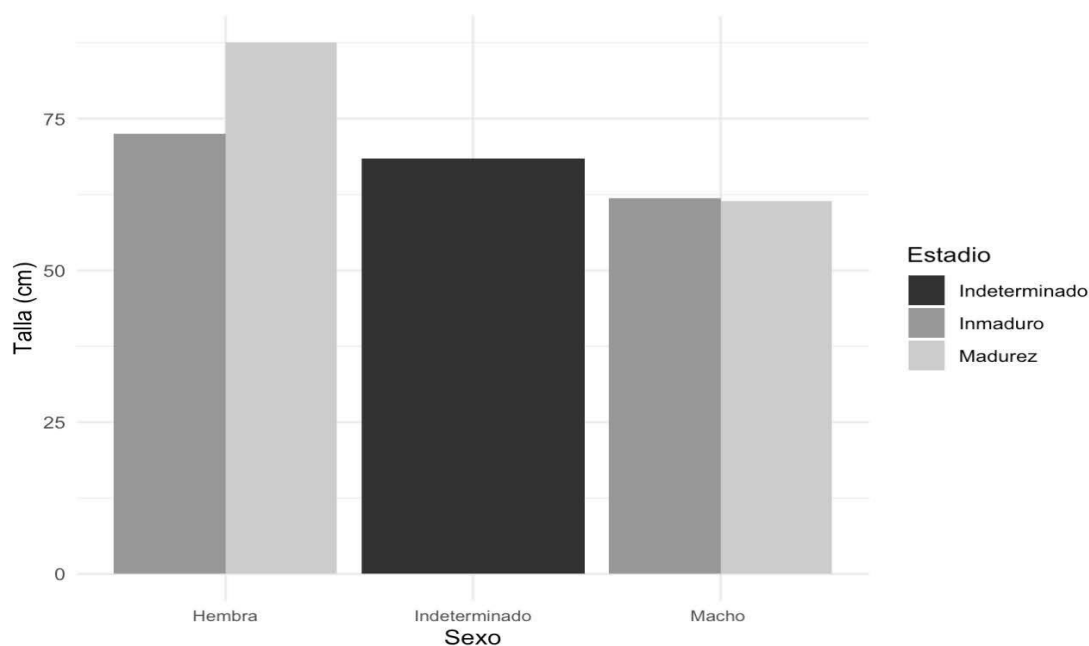
Tabla 1.

Valores estadísticos descriptivos sobre las muestras tomadas en el estuario del río chone.

Estuario del Río	Hembras	%Hembras	Machos	%Machos	Reposo	%Reposo	Total
Chone	197	50.2%	61	15%	132	33	390

Figura 3.

Rango de tallas máximas por sexo y estado de madurez de los individuos colectados



Nota: tallas clasificadas para hembras y machos maduros e inmaduros al igual que organismos indiferenciados.

Esfuerzo de captura (CPUE)

En la tabla 2 se muestra a los individuos capturados por hora de día de trabajo durante el periodo de muestreo de poblaciones, al igual que el promedio de captura por jornada, evidenciando que, durante las primeras dos horas, la CPUE muestra un promedio de 7 individuos, presentado una disminución en la colecta durante el transcurso de las horas, hasta registrar el valor más bajo en la cuarta hora, con un promedio de captura de 4 individuos. También se muestra el promedio total de capturas de todas las jornadas, que fue de 24 organismos.

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos de los individuos capturados por hora durante todo muestreo.

Fecha	Individuos capturados/hora						Jornada	Promedio
	Hora 1	Hora 2	Hora 3	Hora 4	Hora 5	Hora 6		
15-feb	12	13	10	9			44	11
16-feb	15	10	12	12			49	12
17-feb	7	6	4	2			19	5
18-feb	8	7	4	3			22	6
21-feb	5	5	5	3			18	5
22-feb	5	5	4	4			18	5
23-feb	3	6	4	5			18	5
24-feb	3	4	4	3			14	4
28-feb	5	3	3	6			17	4
2-mar	2	5	6	3			16	4
3-mar	5	5	3	2			15	4
8-mar	6	4	3	2			15	4
15-mar	17	15	11				43	14
16-mar	5	5	6	5			21	5
17-mar	14	13	4	5	5	3	36	7
18-mar	6	6	2	3			17	4
	7	7	5	4			24	6

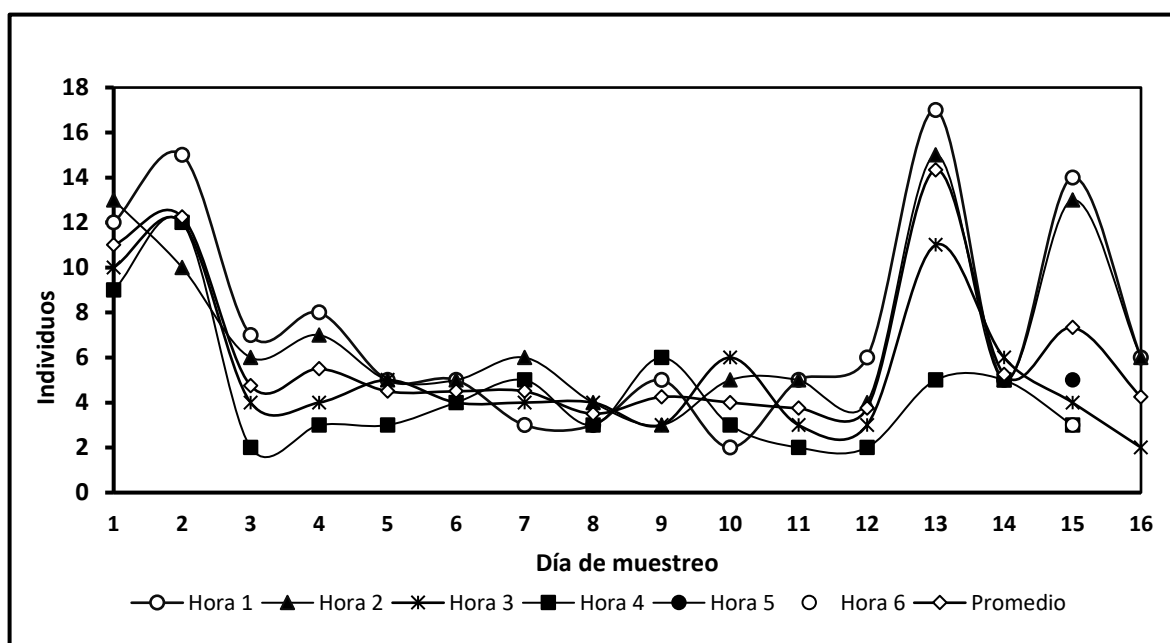
En la figura 4 se resalta la curva de captura promedio por hora durante los 16 días de colecta. Durante los dos primeros días observamos un registro elevado de capturas el cual fue

descendiendo hasta nuevamente alcanzar un pico máximo de capturas en el día 13 con un total de 17 conchas en una hora.

La captura por horas en la figura 4 nos muestra que no existe un patrón de colectas definido por el transcurso de las horas en un día pesca, sin embargo, en algunos días la captura de conchas durante la primera hora fue mayor en comparación con la última.

Figura 4.

Curva de los promedios de captura por hora de muestreo durante todo el periodo.



Índice de madurez sexual (IMS)

En la tabla 3 se muestra el índice de madurez sexual de los individuos maduros (0.29), del mismo modo que en la tabla 4 se observan los mayores índices de madures en *A. tuberculosa* correspondientes a las hembras, con un valor de 0,35 y en la tabla 5 los machos reportaron un índice de madurez de 0,24.

La ausencia de capturas de hembras maduras ocurrió en dos ocasiones durante toda la jornada de colección (Tabla 4), mientras que en los machos existió una ausencia de captura (Tabla 5) de maduros durante 4 días diferentes en el periodo de muestreo.

En la figura 5 reportada para hembras se observa la variabilidad de la curva durante los días de muestreo, esto debido a la inestabilidad diaria de captura de organismos maduros, de igual manera en la figura 6 reportada para machos de *A. tuberculosa*, se observa la captura diaria no congruente de organismos maduros.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos sobre índice de madurez sexual del total de los individuos.

Individuos Totales	Días de muestreo																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Maduros	10	12	8	6	6	8	3	8	6	4	7	3	0	0	27	8	116
Capturados	44	49	19	22	18	18	18	15	17	15	15	15	43	21	44	25	398
Índice de Madurez	0,23	0,24	0,42	0,27	0,33	0,44	0,17	0,53	0,35	0,27	0,47	0,20	0,00	0,00	0,61	0,32	0,29

Tabla 4. Estadísticos descriptivos sobre índice de madurez sexual en hembras.

Individuos Hembras	Días de muestreo																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Maduros	8	9	8	1	4	4	2	7	5	3	7	1	0	0	2	5	66
Capturados	25	29	15	13	7	9	9	10	11	9	11	8	3	7	8	17	191
Índice de Madurez	0,32	0,31	0,53	0,08	0,57	0,44	0,22	0,70	0,45	0,33	0,64	0,13	0,00	0,00	0,25	0,29	0,35

Tabla 5. Estadísticos descriptivos sobre índice de madurez sexual en machos.

Individuos machos	Días de muestreo																Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Maduros	2	3	0	5	2	4	1	1	1	1	0	2	0	0	25	3	50
Capturados	19	20	4	9	11	9	9	5	6	6	4	7	40	14	36	8	207
Índice de Madurez	0,11	0,15	0,00	0,56	0,18	0,44	0,11	0,20	0,17	0,17	0,00	0,29	0,00	0,00	0,69	0,38	0,24

Figura 5.

Índice de madurez sexual y número de hembras que presentaron madurez a lo largo de los días de muestreo.

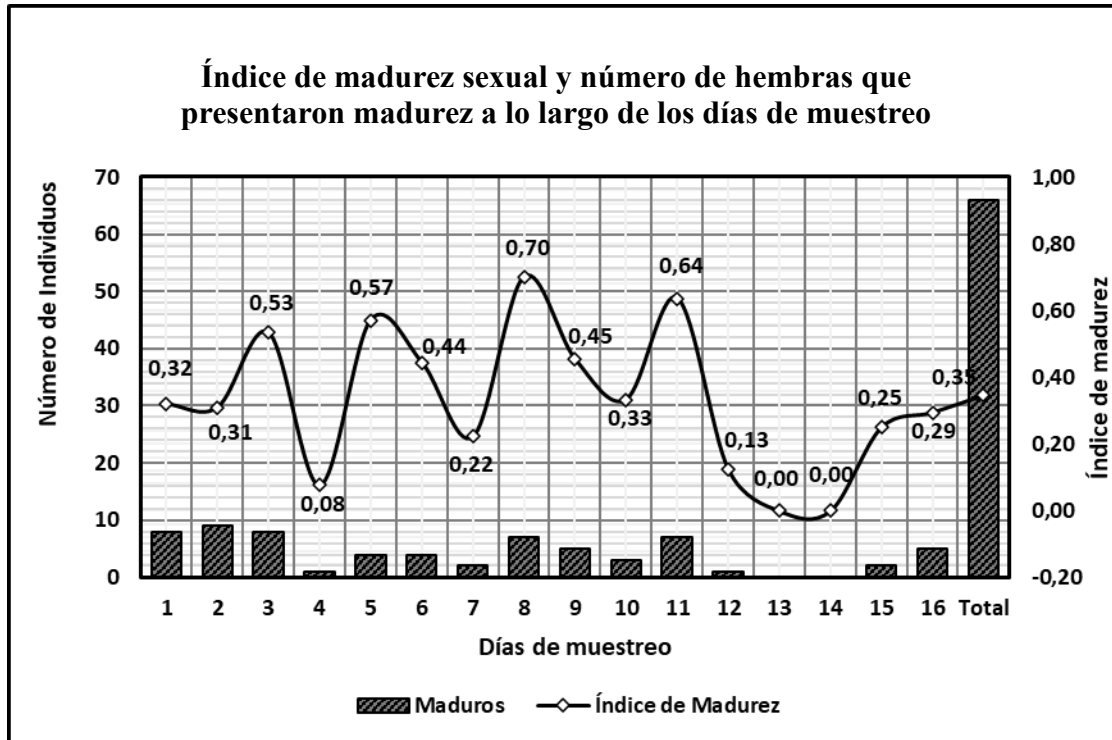
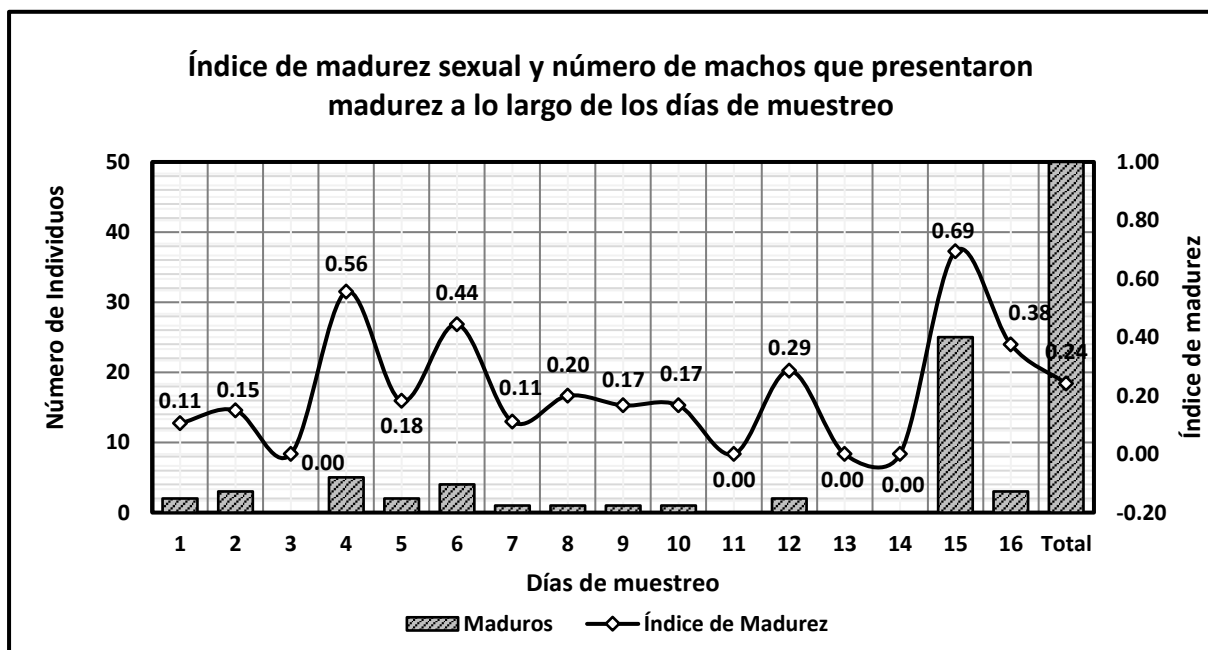


Figura 6.

Índice de madurez sexual y número de machos que presentaron madurez a lo largo de los días de muestreo.



Talla mínima y Talla media de madurez sexual (TmMS/TMMS)

Las figuras 7 y 8 muestran la talla media donde el 50% de la población de *A. tuberculosa* ha tenido al menos un desove (Lt50%), siendo está considerada como la talla media de la primera madurez sexual (TMPM). El análisis de los datos demostró que las hembras de *A. tuberculosa* alcanzan la talla de madurez sexual a partir de los 42,0 milímetros de longitud valvar, mientras que para los individuos machos de *A. tuberculosa* la talla de madurez sexual es a partir de los 45,6 milímetros de longitud valvar.

Con relación a la talla mínima de madurez sexual para *A. tuberculosa*, la figura 9 nos muestra a los individuos más pequeños de longitud valvar, durante todos los días del periodo de muestreo que presentaron madurez, así observamos el gráfico que la gran mayoría de organismos presentaron conchas superiores a 40 mm de longitud valvar tanto para macho como hembras, y la (TmpMS) promedio fue de 44.23 mm.

Figura 7.

Curva logística acumulada para la determinación de la talla de madurez sexual de hembras de *Anadara tuberculosa*. ProMadurezAcu=proporción madurez acumulada; ProTeorica=proporción teórica.

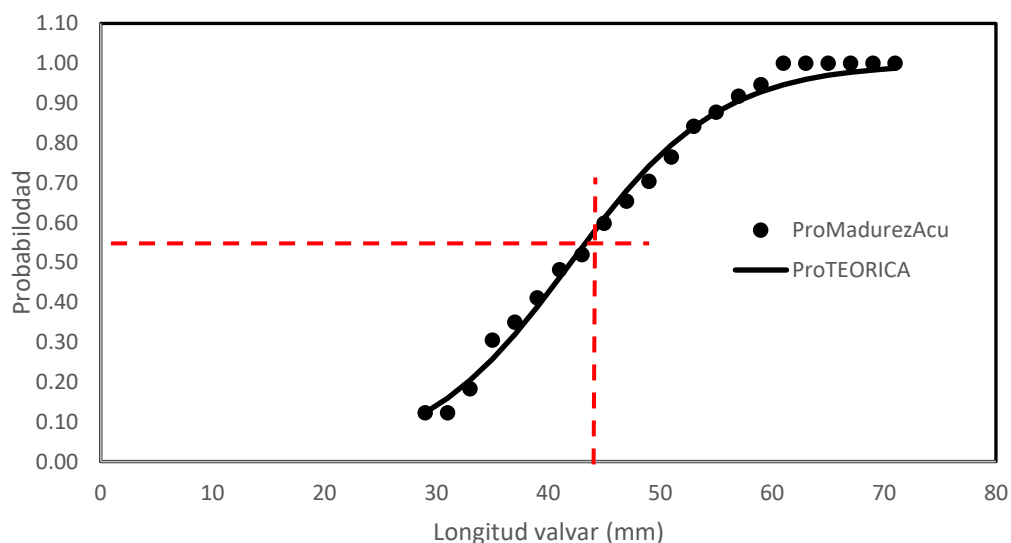


Figura 8.

Curva logística acumulada para la determinación de la talla de madurez sexual de machos de *Anadara tuberculosa*. ProMadurezAcu=proporción madurez acumulada; ProTeorica=proporción teórica

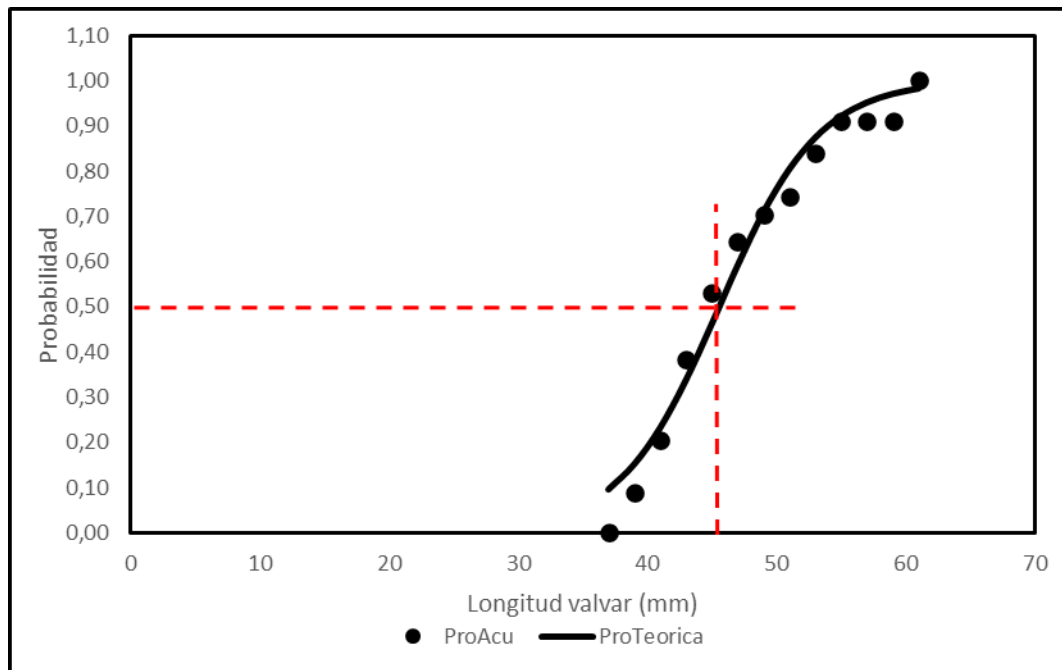
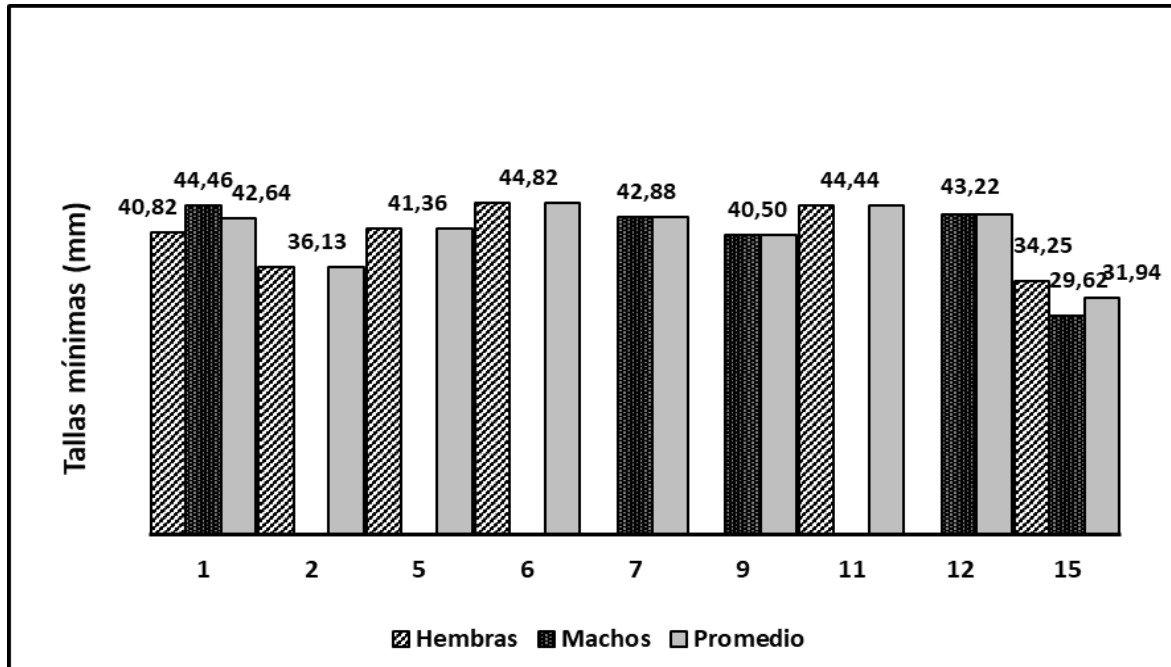


Figura 9.

Tallas mínimas (mm) promedio de madurez sexual de hembras y machos de *Anadara tuberculosa* colectados a lo largo de los días de los días de muestreo

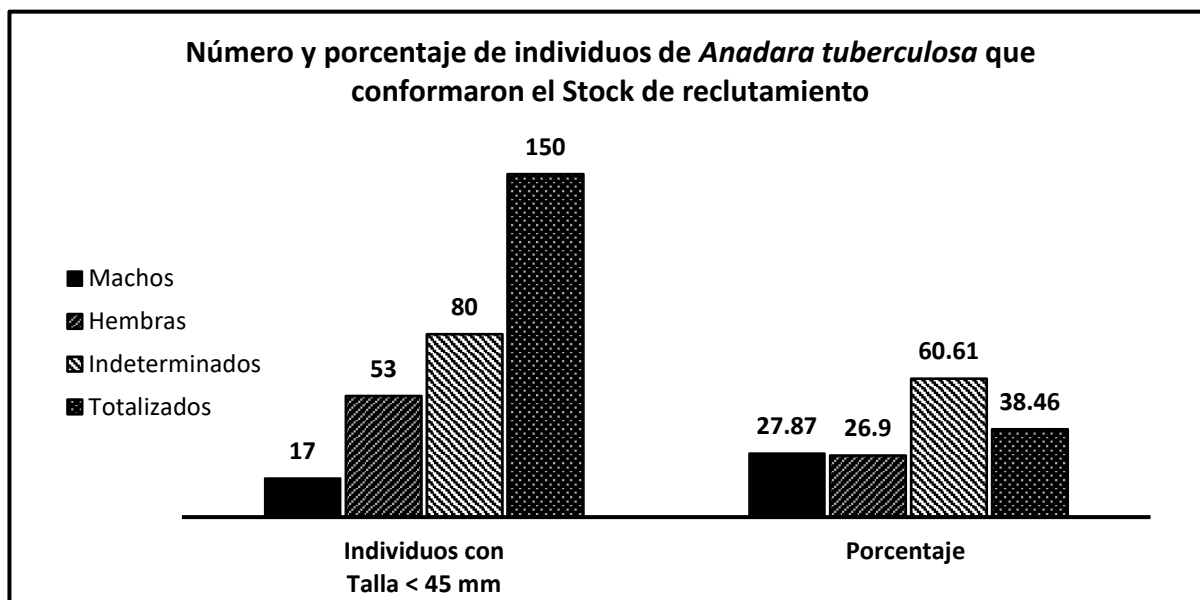


Stock de reclutamiento

Para determinar la tasa de reclutamiento se realizó un cuadro de valores no agrupados del total de individuos capturados. La figura 9 muestra a los individuos diferenciado por machos, hembras e indeterminados del total de la población que no alcanzaron la talla de 45 mm de longitud valvar, como resultado obtuvimos que 38,46% de la población se encuentra por debajo de los 45 mm, también distinguimos que el 60,61% de los individuos que no presentaron gónadas (indeterminados) no superaron los 45 mm y por último no existe gran diferencia de organismos machos y hembras que no alcanzaron la talla.

Figura 10.

Número y porcentaje de individuos de *Anadara tuberculosa* que conformaron el Stock de reclutamiento



DISCUSIÓN

Esfuerzo de captura

Los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) reportados para este trabajo fueron bajos en comparación con estudios realizados en las principales localidades de extracción del recurso. El estudio más reciente de captura de esfuerzo *A. tuberculosa* se llevó a cabo en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas-Mataje. Los datos de CPUE reportados en este trabajo alcanzaron un valor máximo de 14 individuos por conchero, valor que se considera bajo al ser comparado con la CPUE reportada en la reserva de manglares Cayapas - Mataje, en la cual se registraron hasta 24 individuos por conchero en un período de colecta de aproximadamente cuatro horas comprendidas entre una bajamar y una pleamar (Murillo, 2020).

Prado et al., (2021) en su trabajo bibliográfico analiza la captura por unidad de esfuerzo de *A. tuberculosa* en 3 diferentes puertos concheros del Ecuador, cita los estudios realizados por Mora y Moreno (2009); Mora-Mora, Moreno y Jurado (2010) y IPIAP (2021) en los cuales se observa, una tendencia hacia la disminución de CPUE de hasta el 50% en los distintos sitios de extracción desde el año 2004 hasta el año 2009, no obstante, existió un incremento en todas las localidades en las capturas promedio en el año 2020.

Índice de madurez sexual (IMS)

En la presente investigación se determinó que en los muestreos de *A. tuberculosa* realizados entre febrero y marzo del 2022 el IMS del total de individuos fue de un 29 %, de este valor las hembras presentaron un mayor índice de madurez sexual siendo este de 35%, mientras que en los machos el índice de madurez reportado fue del 24%. En la investigación realizada por Cáceres (2013), en la provincia de Esmeraldas con capturas de *A. tuberculosa* obtenidas de Muisne y San Lorenzo, este determina que el mayor porcentaje de hembras maduras se reportaron para los meses de marzo y abril en donde se obtuvo un IMS del 24 % en

marzo y un 30 % en abril, ligado a esto reportaron que en los mismos meses obtuvieron un menor porcentaje de individuos indeterminados siendo este valor del 6 % en marzo y 4 % durante abril, estos datos sugieren que *A. tuberculosa* en esta época del año presenta una mayor actividad reproductiva.

Una investigación realizada durante los meses de febrero a diciembre del 2009 analizó la pesquería en los sectores de Hualtaco, Puerto Jelí y Puerto Bolívar en la provincia del El Oro al igual que en Muisne y San Lorenzo pertenecientes a la provincia de Esmeraldas. Con la evaluación de los datos se observó que durante los meses de abril, noviembre y diciembre los individuos en su mayoría presentaron IMS del 20, 19 y 24% respectivamente (Mora *et al*, 2010). En todos los análisis de IMS se observa que los valores nunca llegan a ser superiores al 30 % por ende esto puede reflejar una disminución de la población reproductora de *A. tuberculosa* que puede estar ligado a la presión pesquera del recurso.

Talla mínima y Talla media de madurez sexual (TmMS/TMMS)

Los primeros análisis consolidados de la base de datos arrojaron que la talla media de madurez sexual (L50%) fue de 42 mm de longitud para hembras de *A. tuberculosa*. En el transcurso del muestreo se observaron ejemplares maduros principalmente en la zona de costera y no se presentó variación significativa de los factores ambientales.

El ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) estableció en el acuerdo ministerial N°149 el 31 de julio del 2008 que en el Art. 1.- Se establece una veda permanente de la concha prieta en las especies *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* sobre su talla mínima. Solo está permitida la extracción, transporte, posesión, procesamiento y comercialización de la concha prieta, en todo el territorio nacional, cuya talla sea de 4,5 cm, o más, medida desde el lado anterior hasta el lado posterior de las valvas. Nuestros resultados demuestran que en efecto la longitud para que un individuo se haya reproducido por lo menos en una ocasión es parecida a la establecida por la institución.

Se tiene conocimiento que desde el 2001 la pesquería del recurso cocha presenta una veda permanente de talla en donde se indica que su extracción solo puede ser para organismos que hayan alcanzado los 45 mm de LT, esto debido a que alcanzan la madurez sexual entre los 23 – 26 mm de LT (Mora y Moreno, 2017). Aunque existan estos reglamentos se conoce que en zonas como Esmeraldas aproximadamente el 81 % las capturas de estos organismos corresponden a ejemplares menores a la talla reglamentada (Caicedo, 2014).

Las investigaciones sobre estructuras de tallas de *Anadara tuberculosa* en el Ecuador son escasas, sin embargo, todas concuerdan en cuanto longitudes de talla media de madurez sexual en el país. Moreno *et al* (2019) indican en su estudio realizado sobre aspectos biométricos en dos localidades representativa de extracción del recurso en el país que existieron tallas promedio similares que no sobrepasaban longitudes de 50 mm, sin embargo, en comparación con otros países como Panamá, Costa Rica y Colombia donde también se realiza esta actividad pesquera las tallas reportadas fueron superiores

E. Mora y J. Moreno (2010) reportan en su estudio realizado en el archipiélago de Jambelí tallas promedio inferiores a 43.92 mm que toman como referencia de un estudio realizado en el estuario río chone por Bermúdez (2008). Así también coincide Moreno *et al* (2019) que las tallas medias son menores en comparación con datos reportados de otros países.

El hermafroditismo en *Anadara tuberculosa* explicaría la fuerte variabilidad dentro del año de la proporción sexual en ambas especies. En este estudio, no se evaluó el cambio en la proporción de sexos entre las clases de talla. Según Manjarrés-Villamil, et al, (2013) el predominio de las hembras en todas las clases de talla podría ser indicativo de hermafroditismo protándrico.

Stock de reclutamiento

Los análisis respecto al stock de reclutamiento determinaron que en la población el 38,46 % de los organismos se encontraron con una talla menor a los 45 mm, aparte, en adición

se encontró que el 60,61% de los organismos que fueron seleccionados como indeterminados por no presentar gónadas, se encontraban por debajo de los 45 mm. Debido a la duración del muestreo no podemos evaluar el reclutamiento a los largo del tiempo en el Estuario Rio Chone, a diferencia de Cáceres (2013), en su estudios de bivalvos realizados en la provincia de Esmeraldas observó que en los meses de enero y febrero se presentaban un porcentaje mayor de organismos en desarrollo e indeterminados. Mora et al (2011), determinaron que el incremento de la CPUE en algunas zonas de Esmeralda pueden ser productos de nuevos reclutas.

Estudios realizados en el archipiélago de Jambelí han determinado una elevada proporción de organismos capturados que presentan una talla inferior a 45 mm, además de una inferior CPUE, estos indicadores se pueden asociar a una fuerte presión pesquera y vulnerabilidad del recurso que a las que están expuestas especies como *A. Tuberculosa* y *A. Similis* en esta región (Mora-Sánchez, 2012). Flores & Mora (2011), al igual que el presente estudio se reportó que el 38,46 % de los organismos capturados se encuentran por debajo de los 45 mm.

CONCLUSIONES

- La estructura de tallas de *Anadara tuberculosa* demuestra el predominio de captura y de mayor tamaño de hembras en comparación con la captura de machos, esto puede ser útil para comprender la dinámica de crecimiento de la población.
- Existieron diferencias estadísticas los índices de madurez sexual de hembras y machos de *A. tuberculosa* siendo mayor en las hembras.
- Las capturas de especímenes maduros presentaron variabilidad diaria. que debería ser considerada al diseñar estrategias para garantizar la sostenibilidad del recurso.
- Las tallas promedio de madurez sexual de *A. tuberculosa* fueron de 42,0 mm de longitud valvar para hembras y 45,6 mm para machos, siendo, la talla mínima superior a los 40 mm.
- La determinación de la tasa de reclutamiento en la población de *A. tuberculosa* permite afirmar que el 38,46% de la población se encuentra por debajo de los 45 mm de longitud valvar, lo que sugiere una posible disminución en la población de individuos maduros y una afectación en la tasa de reclutamiento. Además, se destaca que la mayoría de los individuos indeterminados no superan esta talla, lo que puede ser indicativo de sobrepesca del crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Beitl, C., & Gaibor, N. (2018). Rights-based Approaches in Ecuador' Fishery for Mangrove Cockles. In proceedings of Global conference "Tenure and User Rights (pp. 10-14).
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. (2012). On the dynamics of exploited fish populations. Springer Science & Business Media.
- Cáceres, J. M. (2013). *Situación pesquera del recurso concha prieta en los principales puertos de la provincia esmeraldas durante el 2013.*
- Caicedo, J. (2014). Efectos sociales, económicos y ambientales en el proceso de extracción y comercialización del recurso *Anadara tuberculosa* (sowerby, 1833) en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Díaz, J., Vieira, C., & Melo, G. (2011). *Diagnóstico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano. Fundación Marviva-Colombia, Bogotá.* 242.
- Flores, L. & Mora, E. (2011). Evaluando variaciones en la talla de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el Archipiélago de Jambelí: Hay indicios de sobrepesca. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 5(1), 33-49.
- García-Domínguez, F. A., de Haro-Hernández, A., García-Cuellar, Á., & Rodríguez-Astudillo, S. (2008). Ciclo reproductivo de *Anadara tuberculosa* (Cowerby, 1833) Arcidae) en Bahía Magdalena, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(1), 143–152. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572008000100015>
- Lleonart, J. (2001). *Elementos para una gestión sostenible de los recursos vivos marinos.*
- Mora, E. (2012). *Variación espacio-temporal en la Densidad y estructura de talla y su Relación con el esfuerzo pesquero de Anadara tuberculosa y anadara similis (pelecypoda: arcidae) en el Archipiélago de jambelí, ecuador.*
- Mora, E., & Moreno, J. (2007). *Estado de la pesquería del recurso concha (Anadara tuberculosa y A. similis) en la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil.*
- Mora, E., & Moreno, J. (2010). *ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE Anadara tuberculosa y Anadara similis EN LAS PRINCIPALES ÁREAS DE EXTRACCIÓN DE LA COSTA ECUATORIANA.*

- Mora, E., Moreno, J., Jurado, V., & Flores, L. (2010). La pesquería de la concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) en el 2009: indicadores pesqueros y condición reproductiva en la zona sur y norte de Ecuador. *INP (Ecuador), Boletín Científico y Técnico*, 20 (8), p. 35-49. <https://aquadocs.org/handle/1834/4795>
- Morán Velásquez, G. (2008). Acuerdo N° 149 - Veda permanente para la concha prieta. Subsecretaría de recursos pesqueros del Ecuador.
- Mora Sánchez, E. N. (2012). Variación espacio-temporal en la densidad y estructura de talla y su relación con el esfuerzo pesquero de *Anadara Tuberculosa* y *Anadara Similis* (Pelecypoda: Arcidae) en El Archipiélago de Jambelí, Ecuador (Master's thesis). Universidad de Guayaquil.
- Murillo, J. C. (2018). *SUSTENTABILIDAD DE PESQUERÍAS USO DE INDICADORES Y PUNTOS DE REFERENCIA*.
- Murillo, J. C., & Dazzini, M. (2020). *Manejo integrado de espacios marinos y costeros de alto valor para la biodiversidad en el Ecuador continental*.
- Ordinola, E., Aléman, S., Inga, C., Vera, M., & Llanos, J. (2019). Sinopsis biológica, Poblacional Y Pesquera De *Anadara Tuberculosa* (Sowerby, 1833) Y *Anadara Similis* (C.B. Adams, 1852) En Los Manglares De Tumbes: 1995 a 2015. *Imarpe*, 34 (1).
- PRADO-CARPIO, E. C., MARTINEZ-SOTO, M. E., RODRIGUEZ-MONROY, C., QUIÑONEZ-CABEZA, M., & OLIVO-GARRIDO, M. L. (2021). Biología, productividad y atributos comerciales del molusco bivalvo «concha prieta» (*Anadara tuberculosa*). *Espacios*, 42(22), 12–32. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n22p02>
- Vega, Á., Robles, Y., Alvarado, O., & Cedeño, C. (2021). Estructura de tallas, distribución y abundancia de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en dos sistemas de manglar del Pacífico de Panamá. *Revista de Biología Tropical*, 69(2). <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.43934>
- Viceministerio de Acuicultura y Pesca de Ecuador. (2021). *Plan de Acción Provincial para el Manejo y la Conservación de la Concha Prieta (*Anadara similis* y *A. tuberculosa*) en El Oro, Ecuador*.