

## Aspectos biométricos y reproductivos de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) en dos sitios de extracción de Esmeraldas y El Oro, Ecuador, durante el último trimestre de 2016

### Biometric and reproductive aspects of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) in two extraction sites, Esmeraldas and El Oro, Ecuador, during the last quarter of 2016

Juan Moreno<sup>1</sup>, Carlos Alemán<sup>2</sup> y Roger E. Bonilla<sup>3\*</sup>

#### RESUMEN

Durante octubre a diciembre de 2016 como resultado de una serie de proyectos se realizó el análisis comparativo entre cuatro bancos naturales de conchas (*Anadara tuberculosa*) localizados en las provincias Esmeraldas (frontera con Colombia) y El Oro (frontera con Perú) para conocer la condición reproductiva de la especie y la distribución de sus tallas. Se obtuvieron 2 474 muestras, que se midieron mediante un calibrador digital. Para determinar el sexo y madurez sexual se observaron macroscópicamente las gónadas, a través de un corte transversal a la masa visceral. Para comparar los sitios de captura por su distribución de tallas se utilizó la prueba no paramétrica Mann-Whitney. Las tallas medias de los sitios de extracción fueron: Coronera (47.82 mm); Feliciano (44.02 mm) en Esmeraldas y Grabadora (45.44 mm); Bravito (43.42 mm) en El Oro. La condición reproductiva registró un predominio del estadio desove durante el periodo de octubre a diciembre. El cálculo de Chi cuadrado indicó que las temperaturas observadas en los meses analizados no influenciaron la fase de madurez en Esmeraldas ( $P=0.18$ ) y en El Oro ( $P=0.83$ ). La comparación de los sitios de extracción mostró que existen diferencias significativas ( $P<0.05$ ) en cuanto a estructura de tallas dentro y entre las provincias de Esmeraldas y El Oro. Sin embargo, no podemos suponer que estas diferencias en la talla de las conchas de los bancos naturales se deben solo a su separación geográfica. En el presente estudio no se encontró una relación clara entre la temperatura del agua y el desove.

**Palabras clave:** bancos naturales, Bivalvia, tallas medias, desove, temperatura

1 Programa concha, Investigación de los Recursos Bioacuáticos y su Ambiente, Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador. [jmoreno@institutopesca.gob.ec](mailto:jmoreno@institutopesca.gob.ec).

2 Investigador independiente, [carlosalemand@gmail.com](mailto:carlosalemand@gmail.com)

3 Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, [roger.bonilla@ucr.ac.cr](mailto:roger.bonilla@ucr.ac.cr)\*

## ABSTRACT

As a result of a series of projects, a comparative analysis was conducted from October to December 2016 between four natural cockle (*Anadara tuberculosa*) banks located in the provinces of Esmeraldas (bordering with Colombia) and El Oro (bordering with Peru) in order to determine the reproductive condition of the species and its size distribution. A total of 2474 samples were collected and measured with a digital caliper. To determine their sex and sexual maturity, gonads were macroscopically observed by making a transversal cut to the visceral mass. The Mann-Whitney nonparametric test was used to compare extraction sites by size distribution. Average sizes according to extraction sites were: Coronera (47.82 mm) and Feliciano (44.02 mm) in Esmeraldas and Grabadora (45.44 mm) and Bravito (43.42 mm) in El Oro. The reproductive condition was predominantly the spawning stage during the period from October to December. The calculation of the Chi-square indicates that the temperature observed in the months analyzed did not influence the stage of maturity in Esmeraldas ( $P=0.18$ ) or in El Oro ( $P=0.83$ ). Comparing extraction sites exhibited significant differences ( $P<0.05$ ) in size structure between the provinces of Esmeraldas and El Oro. However, it cannot be assumed that these differences in cockle size of the natural banks are due solely to their geographical separation. No clear relationship was found between water temperature and spawning in the present study.

**Keywords:** natural banks, Bivalvia, mean sizes, spawning, temperature

## INTRODUCCIÓN

El recurso pesquero *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) conocida en Ecuador como concha prieta, concha hembra o concha negra es la principal especie dentro de la pesquería artesanal de bivalvos (Borda & Cruz, 2004; Silva & Bonilla, 2015). Su extracción y comercio dinamiza las economías de las localidades cercanas o asentadas dentro del ecosistema manglar.

En el Ecuador su distribución comienza en la zona norte de la provincia Esmeraldas  $0^{\circ} 57' 33''$  N  $79^{\circ} 39' 14''$  O límite con Colombia, en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (REMACAM), hasta el extremo sur, límite con Perú, en el archipiélago de Jambelí, provincia El Oro  $3^{\circ} 15' 31''$  S  $79^{\circ} 57' 37.9''$  O (Mora *et al.* 2010).

En la zona norte de Esmeraldas se producen los mayores desembarques de concha prieta (Mora *et al.* 2010) seguidos del archipiélago de Jambelí. Debido a su ubicación geográfica ambas zonas se caracterizan por presentar una mayor dinámica pesquera que incluye la participación de recolectores de Colombia y Perú, respectivamente (Borda & Cruz, 2004; Lucero *et al.* 2012).

Los problemas que afronta esta pesquería están relacionados con la captura de ejemplares por debajo de la talla mínima comercial (45 mm) y el sobreesfuerzo pesquero. Actualmente no existe una medida de ordenamiento que proteja al recurso durante su etapa reproductiva (Mora & Moreno, 2009).

El presente estudio tuvo como finalidad presentar los resultados obtenidos a partir de ejercicios comparativos de tallas entre dos poblaciones (sitios de extracción de conchas) ubicados al norte de Esmeraldas y en el archipiélago de Jambelí, además de conocer su condición reproductiva entre octubre y diciembre de 2016, como resultado de una serie de proyectos llevados a cabo en las localidades previamente mencionadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis se realizó con ejemplares de concha prieta provenientes de dos bancos sometidos a extracción, situados al norte de la provincia Es-

meraldas (Feliciano  $1^{\circ} 23' 3.41''$  N  $78^{\circ} 52' 20.99''$  O y Coronera  $1^{\circ} 22' 32.24''$  N  $78^{\circ} 52' 3.78''$  O) y el archipiélago de Jambelí, El Oro (Grabadora  $3^{\circ} 18' 13.05''$  S  $80^{\circ} 4' 19.53''$  O y Bravito  $3^{\circ} 15' 40.51''$  S  $80^{\circ} 3' 39.37''$  O) (Fig. 1).

Al seguir la metodología descrita en Mora y Moreno (2009), se muestrearon mensualmente 100 ejemplares por sitio de extracción de manera aleatoria. Con la finalidad de caracterizar la estructura poblacional de tallas y también cuantificar el porcentaje de conchas de tamaño no comercial (menor a 45 mm), cada ejemplar fue medido desde el borde anterior hasta el borde posterior de la concha con un calibrador digital de 0.01 mm de precisión,

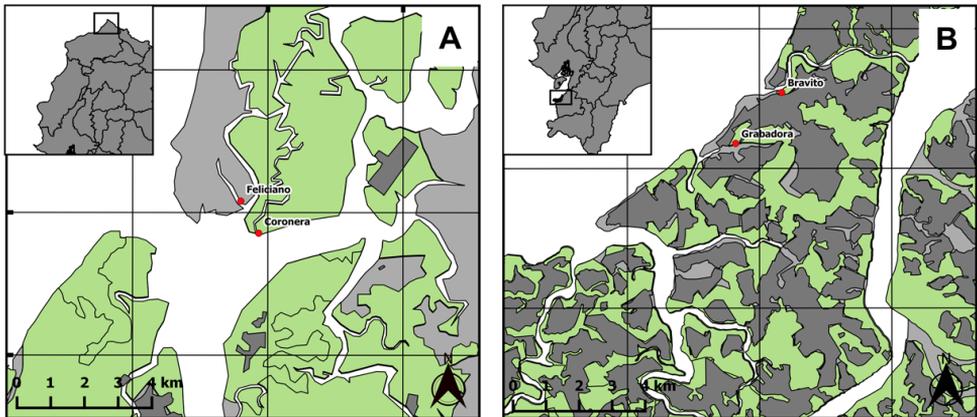


Fig. 1. Área de estudio. A) Provincia de Esmeraldas ( $0^{\circ} 57' 33''$  N  $79^{\circ} 39' 14''$  O); B) Provincia de El Oro ( $3^{\circ} 15' 31''$  S  $79^{\circ} 57' 37.9''$  O). La cobertura de manglar aparece en color gris claro, mientras el color más oscuro representa camaroneras Fig. 1. Study area. A) Esmeraldas Province ( $0^{\circ} 57' 33''$  N  $79^{\circ} 39' 14''$  W); B) El Oro Province ( $3^{\circ} 15' 31''$  S  $79^{\circ} 57' 37.9''$  O). Mangrove cover is represented in light gray, while shrimp farms are in the darker gray

correspondiente a lo establecido por Holden y Raitt (1975) para la longitud.

Para determinar el sexo y estimar la madurez sexual se realizó un corte transversal donde se observaron macroscópicamente las características de las gónadas (coloración y porcentaje de contenido gonadal) registrados para la especie (Herrán, 1983; Borda & Cruz 2004) (Cuadro 1). Se utilizó la prueba de Chi cuadrado con un alfa de 0.05 para comparar la madurez sexual con la temperatura del agua en cada mes trabajado, se diferencian por provincia. Se realizaron histogramas de frecuencia de tallas a los individuos

por cada banco y por provincia, el rango de clases se estableció cada 5 mm.

Para determinar si existen diferencias entre tallas en el nivel de provincia se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para dos muestras independientes con un alfa 0.05. En la comparación entre los tamaños de concha en los bancos naturales en el nivel nacional se utilizó la prueba Kruskal-Wallis con un alfa 0.05, seguida de un análisis de Dunn para encontrar diferencias en la estructura de tallas por sitio muestreo. Se empleó el paquete estadístico STATISTICA versión 7.1 (StatSoft, Inc., 2006).

Cuadro 1. Fases de desarrollo de las gónadas de *Anadara tuberculosa* (Borda & Cruz, 2004)

Table 1. Stages of gonadal development of *Anadara tuberculosa* (Borda & Cruz, 2004)

Estadio madurez	Localización de la gónada	Color H	Color M	Características de la gónada	Contenido gonadal
Estadio 0 (Indeterminado)	No visible	-	-	-	-
Estadio I (Inmaduro)	Contenido gonadal limitada con el endodermo.	Naranja pálido	Crema claro	Externa: gónada semillena, interna: medianamente llena, expulsión poco-nada.	1-20%
Estadio II (Maduro)	Interviseral: entre el estómago y hepato-páncreas. (Se extiende por toda la superficie ventral); dorsal: hasta el saco pericardial; anterior: hasta el músculo abductor; y posterior: con el músculo del pie.	Naranja a naranja intenso	Crema a crema amarilla	Externa: gónada semillena a llena, interna: semillena a llena, expulsión fuerte-media.	20-100%

## RESULTADOS

Durante la recolecta de ejemplares de concha, los bancos naturales pertenecientes a San Lorenzo (Coronera y Feliciano) presentaron una temperatura ambiental promedio de 29.3°C con una máxima de 31.2°C en octubre y una mínima de 28.2°C en diciembre. La humedad relativa promedio estuvo en 79%, la temperatura promedio del agua fue 27.2°C.

Los bancos naturales situados en el archipiélago de Jambelí (Grabadora y Bravito) presentaron una temperatura ambiental promedio de 27.1°C con una máxima de 27.5°C en octubre y una mínima de 26.7°C en diciembre. La humedad relativa promedio estuvo en 74%, la temperatura promedio del agua fue 25.3°C.

**Aspectos biométricos:** En la provincia de Esmeraldas las poblaciones de *A. tuberculosa* registraron

una distribución de frecuencia de tallas (DFT) promedios de  $47.82 \pm 7.82$  mm con 40% de ejemplares bajo la talla mínima de captura comercial en Coronera, mientras que en Feliciano el promedio fue  $44.02 \pm 6.28$  mm con 60% de incidencia de tallas menores a la comercial.

Los registros de dimensiones obtenidos durante el periodo analizado, mostraron en el estero Coronera una longitud mínima 30.34 mm y una máxima 70.83 en octubre con una longitud promedio alta 49.71 mm en diciembre. Para el estero Feliciano la longitud mínima 26.33 mm se presentó en noviembre y la máxima 67.77 mm en octubre con una longitud media superior 45.96 mm en octubre (Cuadro 2, Fig. 2A y B).

La DFT de El Oro registraron tallas promedias de  $45.44 \pm 5.34$  mm con 48% de ejemplares bajo la talla mínima de captura comercial en Grabadora,

Cuadro 2. Estadígrafos obtenidos en los sitios de muestreo para las provincias de Esmeraldas y El Oro durante el periodo de estudio

Table 2. Statistics obtained at the sampling sites for the provinces of Esmeraldas and El Oro during the study period

Provincia	Sitios de muestreo	Media $\pm$ desviación estándar	Número de muestras
Esmeraldas	Coronera	$47.82 \pm 7.82$	665
	Feliciano	$44.02 \pm 6.28$	589
El Oro	Grabadora	$43.42 \pm 4.96$	532
	Bravito	$45.44 \pm 5.34$	680

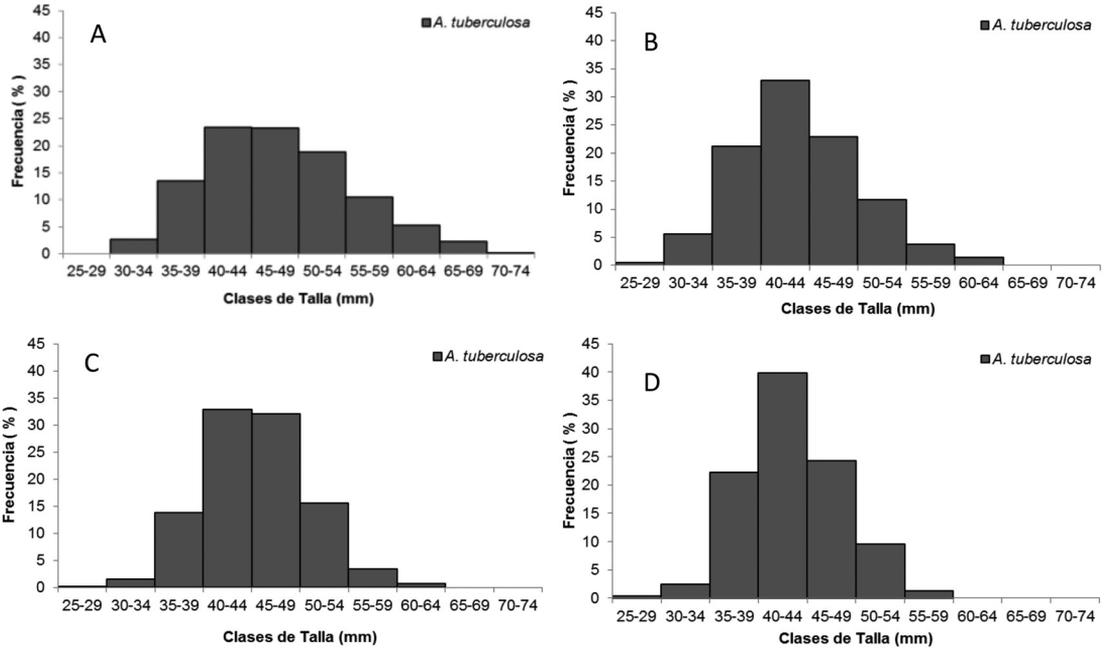


Fig. 2. Distribución de frecuencia de tallas poblacionales de *A. tuberculosa*. Provincia de Esmeraldas A) Coronera, B) Feliciano. Provincia de El Oro C) Grabadora, D) Bravito

Fig. 2. Frequency distribution of population sizes of *A. tuberculosa*. Esmeraldas Province A) Coronera, B) Feliciano. El Oro Province C) Grabadora, D) Bravito

mientras que en Bravito el promedio fue de  $43.42 \pm 4.96$  mm con 65% de incidencia de tamaños menores al comercial (Cuadro 1, Fig. 2C y D).

Entre octubre y diciembre de 2016, las tallas obtenidas del estero Grabadora registraron una longitud mínima 29.52 mm en octubre y una máxima 64.94 mm en diciembre, con una longitud media alta 47.60 mm en diciembre. Para el estero Bravito la longitud mínima 29.24 mm se presen-

tó en noviembre y la máxima 60.65 en diciembre, con una longitud media superior 44.77 mm en octubre.

**Evaluación de tallas por sitios de extracción:** Al evaluar los sitios de extracción dentro de cada provincia, encontramos que Coronera y Feliciano de la provincia de Esmeraldas poseen diferencias significativas (Mann-Whitney,  $P < 0.05$ ) en el tamaño de las conchas. Un resultado similar al encontrado entre Grabadora y Bravito

de la provincia de El Oro (Mann-Whitney,  $P < 0.05$ ). Así mismo en la comparación entre Esmeraldas y El Oro, observamos diferencias significativas (Mann-Whitney,  $P < 0.05$ ) entre las tallas de las provincias (Fig. 3A, B, C). Para el análisis de los bancos naturales en el nivel nacional, hallamos que todos los sitios difieren entre sí (Krus-

kal-Wallis,  $P < 0.05$ ) en cuanto a tamaño de las conchas, excepto Bravito y Feliciano (Dunn,  $P = 0.78$ ) (Fig. 3D).

**Aspectos reproductivos:** El muestreo biológico en Esmeraldas, realizado a 300 ejemplares, permitió encontrar individuos entre 39.33 mm y 78.87 mm de longitud con una talla media de 54.56 mm. Durante el periodo

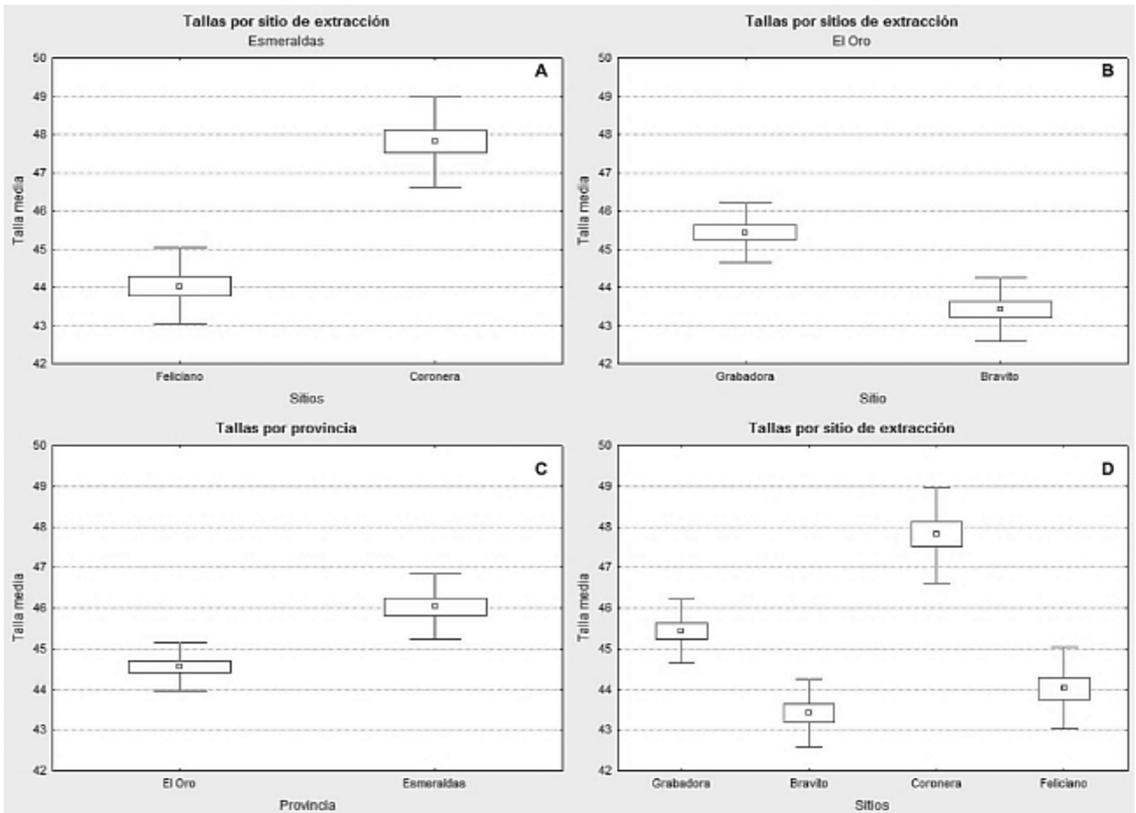


Fig. 3. Comparación por sitios de extracción de talla poblacional de *A. tuberculosa*. A) Provincia de Esmeraldas, B) Provincia de El Oro, C) Provincias, D) Sitios de extracción

Fig. 3. Comparison by extraction site of population size of *A. tuberculosa* A) Esmeraldas Province, B) El Oro Province, C) By Provinces, D) Extraction sites

analizado se observó un predominio del estadio desove, se reporta un valor alto en diciembre (88%); seguido de un valor alto del estadio madura (15%) durante octubre. El estadio indeterminado o también conocido como desove total mostró su valor máximo (26%) durante noviembre (Fig. 4A). El 68% de los

ejemplares analizados fueron hembras y el 32% machos. La temperatura promedio del agua fue 27.2°C, el cálculo de Chi cuadrado indicó que las temperaturas observadas en los meses de octubre a diciembre no influenciaron el estadio de madurez ( $P = 0.18$ ).

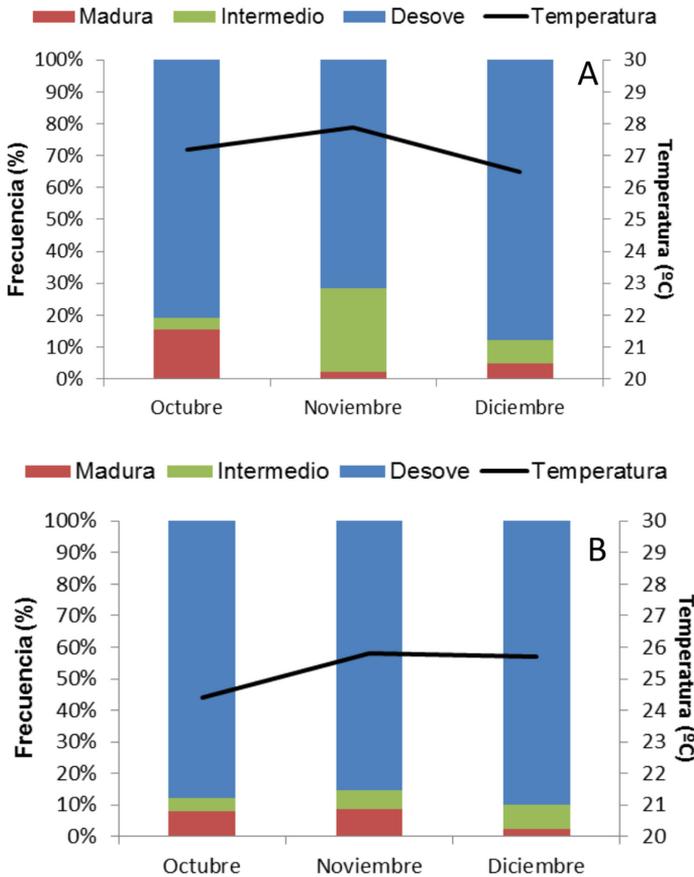


Fig. 4. Condición reproductiva de *A. tuberculosa* durante octubre-diciembre 2016 A) Esmeraldas, B) El Oro

Fig. 4. Reproductive condition of *A. tuberculosa* during October - December 2016 A) Esmeraldas, B) El Oro

En la provincia de El Oro el muestreo biológico posibilitó encontrar individuos entre 42.20 mm y 76.51 mm de longitud, con una talla media de 54.49 mm. Durante el periodo de análisis se registró un predominio del estadio desove, con un valor alto en diciembre (90%); seguido de un valor alto del estadio madura (9%) durante noviembre. El estadio indeterminado o también conocido como desove total mostró su valor máximo (8%) durante diciembre (Fig. 4B).

El 61% de los ejemplares analizados fueron hembras y el 39% machos. La temperatura promedio del agua fue 25.3°C. El cálculo del Chi cuadrado indicó que las temperaturas observadas en los meses de octubre a diciembre no influenciaron el estadio de madurez ( $P=0.83$ ).

## DISCUSIÓN

Ecuador, en los bancos analizados en este estudio, presenta las tallas promedio de *A. tuberculosa* más bajas de la región (Coronera (47.82 mm); Feliciano (44.02 mm); Grabadora (45.44 mm) y Bravito (43.42 mm)). Campos *et al.* (1990) en Costa Rica reportaron un tamaño de 50.48 mm para la Reserva Forestal Sierpe-Térraba; Luce-ro, Cantera y Neira (2012) en bahía de Málaga en el Pacífico colombiano, entre el 2005 y 2007, encontraron una talla media de 52.21 mm. De igual ma-

nera en Jordán y Gómez (2006) para el golfo de Montijo, República de Panamá donde se registraron tallas medias superiores en octubre (50.50 mm); noviembre (51.10 mm) y diciembre (51.10 mm) de las reportadas para los mismos meses en el presente estudio. Contrario a estos resultados presentados para esta especie en Esmeraldas y archipiélago de Jambelí (42.31 mm); Espinosa *et al.* 2010; Delgado *et al.* 2010, en los sectores Bazán (43.6 mm) y Nerete (42.3 mm) Nariño, Colombia; Mora (2012) en archipiélago de Jambelí (40.6 mm) y en Silva y Bonilla (2015) para los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez (42.51 mm) en Costa Rica, donde presentaron tallas medias por debajo de los resultados obtenidos en el presente estudio.

La distribución de frecuencia de tallas de las poblaciones de *A. tuberculosa* comprendidas entre 29.24 mm y 70.83 mm son similares (20 mm y 69 mm) a las registradas en el 2006, Mora (2012) para el archipiélago de Jambelí, El Oro (17.21 mm y 73.10 mm). También se encontró en la mayoría de los sitios de extracción, modas dominantes en la clase 40-44 mm LT y porcentaje de ejemplares por debajo de la talla legal permitida (45 mm LT) siendo en Esmeraldas (50%) y en El Oro (57%) ambos valores inferiores a lo reportado (Esmeraldas 54% y El Oro 70 %).

En el nivel de país los valores correspondientes a tallas medias y porcentaje de ejemplares de *A. tuberculosa* por debajo de 45 mm provenientes de bancos naturales en el presente estudio tienden a una mejoría; sin embargo, existe un predominio de ejemplares pequeños en la provincia El Oro sobre Esmeraldas.

La comparación de los sitios de extracción indicó que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cuanto a estructura de tallas dentro y entre las provincias de Esmeraldas y El Oro. Este resultado es similar al encontrado mediante el uso del ANOVA de una vía, sin embargo, no se puede suponer que estas diferencias en la talla de los bancos naturales se deben solo a su separación geográfica. Porque al utilizar análisis no paramétricos donde se transforman los datos en rangos, se pierde información (Sheskin, 2000). Las pruebas empleadas en este estudio (Mann-Whitney y Kruskal-Wallis) proveen el valor  $P$ , que puede demostrar diferencias entre las muestras. Sin embargo, no estiman el tamaño del efecto medida que nos permite evaluar la magnitud o significancia que tienen nuestras variables sobre los resultados (Vickers, 2005).

A partir del muestreo biológico realizado a los ejemplares de *A. tuberculosa* se registró un predominio del estadio desove entre octubre y diciembre (último trimestre del 2016), esta tendencia se reflejó en los cuatro

sitios de extracción lo que significa un periodo intenso de emisión de gametos al medio circundante. En la zona norte de Esmeraldas y archipiélago de Jambelí durante diciembre se observaron valores altos (88% y 90%) para el estadio desove, respectivamente. Estos resultados fueron similares a los obtenidos en Manjarrés-Villamil *et al.* (2013) para *A. tuberculosa* al reportar mayor actividad de desoves en el segundo semestre del año y una importante actividad en noviembre lo que coincide con García-Domínguez *et al.* (2008) con la diferencia de una máxima frecuencia de emisión de gametos en noviembre (71.4%) en bahía Magdalena, México. Mora *et al.* (2010) también se presentan valores altos para el estadio desove entre los meses septiembre a diciembre, su valor máximo lo alcanza en diciembre con (65.71%) en la zona norte de Esmeraldas. En consecuencia, se considera que potencialmente en los cuatro sitios de extracción pertenecientes a las provincias Esmeraldas y El Oro en el tiempo de estudio, las larvas de *A. tuberculosa* estuvieron presentes. Es poco lo que se puede discutir con un solo trimestre del año, se sugiere aumentar el tiempo de monitoreo.

La temperatura del agua es un factor ambiental muy importante porque influye en el ciclo reproductivo de los bivalvos. Durante la fase de estudio los sitios de extracción ubicados al norte de Esmeraldas presentaron

una temperatura promedio de 27.2°C; mientras en el archipiélago de Jambelí fue de 25.3°C. Ambas temperaturas favorecieron la emisión de gametos en *A. tuberculosa*.

El incremento de la temperatura sobre un nivel crítico provoca el inicio del desove en algunas especies (Mackie, 1984). García-Cuéllar *et al.* (2004) señalaron que el desove de *Pinctada mazatlanica* ocurría entre 25°C y 27°C. Mientras que en *Chione californiensis*, *Modiolus capax* y *Spondylus leucacanthus*, se presenta el desove cuando la temperatura sobrepasa los 24°C (García-Domínguez *et al.* 1993, García-Domínguez *et al.* 2008).

Cruz (1984) señaló que la época de desove de *A. tuberculosa* estuvo marcada por altas temperaturas y salinidades del agua, contrario a lo citado por Baqueiro, Muciño y Merino (1982) y Flores (1971) donde no encontraron con claridad una relación entre altas temperaturas y periodos de desove en dicha especie. Análogamente, no se ha podido establecer una concordancia clara entre la temperatura del agua y el desove de *A. tuberculosa* en el presente estudio.

La especie *Anadara tuberculosa* presenta gametogénesis continua durante todo el año con dos periodos máximos de desove, en los sitios de extracción, correspondientes a las zonas de manglar de las provincias de Esmeraldas y El Oro, conforme a lo reportado por Mora y Moreno (2009);

Mora *et al.* (2009; 2011), Mora *et al.* (2010). Por los resultados expuestos en el presente estudio, a pesar de tener tres meses de información, los resultados del periodo analizado coinciden con lo expuesto anteriormente. Se debe dejar en claro que el comportamiento reproductivo de *A. tuberculosa* como especie tropical es intermedio entre las especies de clima templado.

Para realizar un manejo responsable de la pesquería es necesaria la continuidad de información de los monitoreos pesqueros, acompañado de la información procedente de los bancos naturales sustentados en componentes biológicos, ecológicos, socioculturales y económicos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Nacional de Pesca y a las asociaciones de concheros de las provincias de Esmeraldas y El Oro, por su apoyo logístico. Y a los evaluadores por los comentarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baqueiro, C. E., Muciño, M. & Merino, R. (1982). Análisis de una población de pata de mula *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación intensiva en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencia Pesquera*, 3, 75-82.
- Borda, C. A. & Cruz, R. (2004). Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833)

- en el Pacífico colombiano. *Rev. Invest. Mar.*, 25(3), 185-195.
- Campos, J., Fournier, M. I. & Soto, R. (1990). Estimación de la población de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Sierpe-Térraba, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 38(2B), 477-480.
- Cruz, R. A. (1984). Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 32(1), 45-50.
- Espinosa, S. M., Delgado, F., Orobio, B., Mejía Ladino, L. M. & Gil Agudelo, D. L. (2010). Estado de la población y valoración de algunas estrategias de conservación del recurso piangua *Anadara tuberculosa* (Sowerby) en sectores de Bazan y Nerete, costa pacífica nariñense de Colombia. *Biol. Invest. Mar. Cost.*, 39, 161-176.
- Flores, M. A. (1971). *Contribución al conocimiento biológico de la Pata de mula Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833). Tesis de licenciatura no publicada, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.
- García-Cuéllar J. A., F. García-Domínguez, D. Lluch-Belda & S. Hernández-Vázquez. (2004). El Niño and La Niña effects on reproductive cycle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) (Pteriidae) at isla Espíritu Santo in the Gulf of California. *J. Shellfish Res.* 23(1), 113-120.
- García-Domínguez, F. A., DeHaro-Hernández, A., García-Cuellar, A., Villalejo-Fuerte, M. & Rodríguez-Astudillo, S. (2008). Ciclo reproductivo de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Arcidae) en Bahía Magdalena, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 43(1), 143-152. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572008000100015>
- García-Domínguez, F., García-Melgar, G. & González-Ramírez, P. (1993). Ciclo reproductivo de la almeja roñosa, *Chione californiensis* (Broderip, 1835), en bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 19, 15-28.
- Herrán, Y. (1983). *Observaciones sobre el desarrollo gonadal de la "piangua" Anadara tuberculosa y Anadara similis en punta Soldado, bahía de Buenaventura*. Tesis de Pregrado, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Holden, M. J. & Raitt, D. F. S. (1975). *Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Roma, Italia: FAO.
- Jordán, L. & Gómez, J. A. (2006). Evaluación biológica de *Anadara tuberculosa*, golfo de Montijo, Republica de Panamá. *Tecnociencia*, 8(2), 191-205.
- Lucero, C. H., Cantera, J. R. & Neira, R. (2012). Pesquería y crecimiento de la piangua (Arcoidea: Arcidae) *Anadara tuberculosa* en la bahía de Málaga del Pacífico colombiano, 2005-2007. *Rev. Biol. Trop.*, 60(1), 203-217.
- Mackie, G. L. (1984). Bivalves. In Tompa, A. S., Verdonk, N. H. & Van den Biggelaar, J. A. M. (Eds.). *The Mollusca: Reproduction. Vol. 7* (pp. 351-418). New York, EE. UU.: Academic Press.
- Manjarrés-Villamil, A. E., Lucero-Rincón, C. H., Gualteros, W. O., Cantera-Kintz, J. R. & Gil-Agudelo, D. L. (2013). Abundancia y madurez sexual de *Anadara similis* en el manglar de Luisico, bahía de Málaga, Pacífico colombiano. *Biol. Invest. Mar. Cost.* 42(2), 215-231.
- 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*. Tesis de Grado

- de maestría no publicada. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Mora, E. & Moreno, J. (2009). La pesquería artesanal del recurso concha (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) en la costa ecuatoriana, durante el 2004. *Bol. Cient. Téc.*, 20(1), 1-16.
- Mora, E., Moreno, J. & Jurado, V. (2009). La pesquería artesanal del recurso concha en las zonas de Esmeraldas y El Oro, durante el 2008. *Bol. Cient. Téc.*, 20(1), 17-36.
- 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. *Bol. Cient. Téc.*, 20(8), 35-48.
- Mora, E., Moreno J. & Jurado V. (2011). Un análisis de la pesquería del recurso concha en Ecuador durante el 2010. *Bol. Cient. Téc.*, 21(4), 1-13.
- Sheskin, D. J. (2000). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. (Segunda ed.). Boca Ratón, EE. UU.: CRC Press.
- Silva, A. & Bonilla, R. (2015). Estructura de la población y distribución de *Anadara tuberculosa* Sowerby (1833) (Mollusca: Bivalvia) en los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez, golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 63(1), 287-298.
- StatSoft, Inc. (2006). *STATISTICA (data analysis software system)*, version 7.1. Tulsa, EE. UU.: StatSoft, Inc.
- Vickers, A. J. (2005). Parametric versus non-parametric statistics in the analysis of randomized trials with non-normally distributed data. *BMC Med. Res. Methodol.*, 5(35). 1-12.

