

# BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019  
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio  
de la Producción

## 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

### BIOLOGICAL, POPULATION AND FISHING SYNOPSIS OF *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) AND *Anadara similis* (C.B. ADAMS, 1852) IN THE MANGROVE OF TUMBES: 1995 – 2015

Elmer Ordinola<sup>1</sup>Solange Alemán<sup>1</sup>Carlos E. Inga<sup>1</sup>Manuel Vera<sup>1</sup>

Jorge Llanos

#### RESUMEN

ORDINOLA E, ALEMÁN 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: 1995-2015. *Bol Inst Mar Perú*. 34(1): 223-264.- Entre el 2006 y 2008, el promedio de captura de conchas negra y huequera fue de 1,9 y 0,4 millones de ejemplares/año, respectivamente. Se identificaron tres puertos de desembarque y un centro de acopio ubicado en los exteriores del Coliseo Tumpis, registrándose a 191 concheros. La captura de concha negra por unidad de esfuerzo (CPUE) ha disminuido en los últimos 50 años. Se ha reducido la talla media en ambos recursos, llegando en 2015 a 40,5 mm y 41,7 mm de longitud valvar (LV), respectivamente; la talla comercial ( $\geq 45$  mm) presentó disminución del 47,1 y 46,7%, respecto a lo consignado en 1996. La proporción sexual en las dos especies favoreció a las hembras. Se observaron dos picos principales de desove de concha negra, uno en verano (enero) y otro en otoño (junio). En ambos recursos se pudo determinar crecimiento isométrico. Las densidades de ambas especies han decaído en 48 y 71,4%. La fauna asociada estuvo representada por diez especies de moluscos bivalvos, destacando la concha blanca (*Leukoma asperrima* (Sowerby, 1835)), tres gasterópodos y tres crustáceos. Dos medidas protegen a estos recursos: la veda reproductiva y la talla mínima de captura. Para abastecer la demanda en Perú, se ha llegado a importar conchas de Ecuador y Colombia.

PALABRAS CLAVE: *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, biología, pesquería, población, Tumbes

#### ABSTRACT

ORDINOLA E, ALEMÁN S, INGA C, VERA M, LLANOS J. 2019. Biological, population and fishing synopsis of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) and *Anadara similis* (C. B. Adams, 1852) in the mangrove of Tumbes: 1995-2015. *Bol Inst Mar Peru*. 34(1): 223-264.- Between 2006 and 2008, the average catch of *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* was 1.9 and 0.4 million specimens/year, respectively. A total of three landing ports and a collection center located outside the Tumpis Coliseum were identified, with 191 shell fishermen registered. The catch per unit of effort (CPUE) of the black ark has declined over the last 50 years. The average size has been reduced in both resources, with 40.5 mm and 41.7 mm in valvar lengths (VL) in 2015, respectively; the commercial size ( $\geq 45$  mm) showed a decrease of 47.1 and 46.7%, as compared to 1996. The sex ratio in both species favored females. Two main black ark spawning peaks were observed, one in summer (January) and the other in autumn (June). Isometric growth could be determined in both resources. The densities of both species have declined by 48 and 71.4%. The associated fauna was represented by ten species of bivalve mollusks, including *Leukoma asperrima* (Sowerby, 1835), three gastropods, and three crustaceans. There are two measures to protect these resources: the breeding ban and the minimum extraction size. To supply the market in Peru, shells have been imported from Ecuador and Colombia.

KEYWORDS: *Anadara tuberculosa*, *Anadara similis*, biology, fisheries, population, Tumbes

## 1. INTRODUCCIÓN

La pesquería de bivalvos en el ecosistema de manglares de la Región Tumbes, se efectúa mediante extracción manual por marisqueros denominados "concheros", que faenan en baja marea (CÓRDOVA 1968) durante todo el año. De la variedad de moluscos bivalvos que habitan en este ecosistema, siete están sujetos a explotación comercial: la concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833); concha huequera

## 1. INTRODUCTION

The bivalve fisheries in the mangrove ecosystem of the Tumbes Region is carried out through manual extraction by shell fishermen, commonly known as "concheros", who operate at low tide (CÓRDOVA 1968) throughout the year. Among the variety of bivalve mollusks that inhabit this ecosystem, only seven are under commercial exploitation: *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833); *Anadara*

<sup>1</sup> IMARPE, Laboratorio Costero de Tumbes, Calle José Olaya S/N, C.P. Nueva Esperanza, Zorritos, Contralmirante Villar, Tumbes. elmord@imarpe.gob.pe

*Anadara similis* (C. B. Adams, 1852); concha blanca *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829); *Leukoma asperrima* (Sowerby, 1835); concha lampa *Atrina maura* (Sowerby, 1835); choro *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) e *Iliochnione subrugosa* (Wood, 1828).

La concha negra (*A. tuberculosa*) es el bivalvo de mayor importancia económica en el noroeste del Perú, siendo Tumbes el único lugar donde se encuentran localizados los bancos naturales y que ocupan, según MALCA (1996), el primer lugar entre las “conchas” en la región.

La sobre extracción de conchas negras ya se observaba en 1977, al registrarse en los mercados gran cantidad de individuos juveniles (CDC-UNALM 1986). Al respecto, VIVAR (1996) afirma que la concha negra es una especie en proceso de sobreexplotación ( $E=0,76$ ) con volúmenes crecientes de extracción. INGA y ORDINOLA (2003) señalan que la tendencia decreciente de las tallas promedio y el incremento en los porcentajes de incidencia de ejemplares menores a la TME en Puerto Pizarro, son claros indicadores que este recurso se encuentra en un proceso de sobre explotación, por lo que recomendaron un período de veda durante el verano, cuando se producen los mayores desoves.

La fuerte presión extractiva que se ejerce sobre los bancos naturales de las conchas negra y huequera (*A. similis*) se debe principalmente: a su demanda en los mercados local y nacional, los precios que alcanzaron el 2015 variaron entre S/. 40 y S/. 60 el ciento de ejemplares. Ambas especies son muy apreciadas por su alto valor proteico y la exquisitez de su carne, lo que genera la recolección en grandes cantidades que se destinan al consumo humano directo (INGA y ORDINOLA 2003). Con el paso de los años, estos recursos han llegado a escasear, por lo que actualmente se importan del Ecuador para satisfacer la demanda.

ORDINOLA *et al.* (2010a) han registrado a *Leukoma asperrima* “concha blanca” o “tabaquera”, como la principal especie competidora de las conchas negra y huequera; en los seguimientos anuales ALEMÁN *et al.* (2015a) observaron que esta especie incrementa sus niveles de abundancia en los años en los que decaen los de concha negra.

Estudios en la costa pacífica de América, como en Colombia y Costa Rica, están referidos al conocimiento taxonómico, bioecológico, pesquero

*similis* (C. B. Adams, 1852); *Larkinia grandis* (Broderip & G. B. Sowerby I, 1829); *Leukoma asperrima* (G. B. Sowerby I, 1835); *Atrina maura* (G. B. Sowerby I, 1835); *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819), and *Iliochnione subrugosa* (W. Wood, 1828).

Black ark (*A. tuberculosa*) is the bivalve of greater economic importance in the northwest of Peru, with Tumbes as the only place where the natural banks are located and that occupy, according to MALCA (1996), the first place among the shells in the region.

The over-extraction of black arks was already observed in 1977 when large numbers of juvenile individuals were recorded in the markets (CDC-UNALM 1986). In this regard, VIVAR (1996) states that the black ark is an overexploited species ( $E=0.76$ ) with increasing volumes of extraction. INGA & ORDINOLA (2003) indicate that the decreasing mode of the average sizes and the increase in the percentages of incidence of specimens smaller than the MES (minimum extraction size) in Puerto Pizarro are clear indications that this resource is in a process of over-exploitation, so they recommended a closed season in the summer, when the largest spawning occurs.

The high extractive pressure on the natural banks of *A. tuberculosa* and *A. similis* is mainly due to their demand in the local and national markets; their prices varied between US\$ 12 and US\$ 18 per 100 specimens in 2015. Both species are highly appreciated for their high protein value and the excellence of their meat, which generates the collection in large quantities for direct human consumption (INGA & ORDINOLA 2003). Over the years, these resources have become scarce, which is why they are currently imported from Ecuador to satisfy their demand.

ORDINOLA *et al.* (2010a) have recorded *Leukoma asperrima* as the main competitor species of *A. tuberculosa* and *A. similis*; in the annual monitoring, ALEMÁN *et al.* (2015a) observed that this species increases its levels of abundance in the years in which those of black ark decline.

Surveys on the Pacific coast of America, such as in Colombia and Costa Rica, refer to taxonomic, bioecological, fisheries, and population knowledge

y poblacional del género *Anadara* (LUCERO-RINCÓN *et al.* 2013, STERN-PIRLOT y WOLFF 2006, SILVA y BONILLA 2001).

En el Perú, las investigaciones de las conchas negras están orientadas a conocer biología y pesquería (CÓRDOVA 1968), dinámica poblacional (VIVAR 1996), densidades medias (ORDINOLA *et al.* 2010a, ORDINOLA *et al.* 2013) y conservación (INRENA 2007).

En esta revisión, se examinan los informes técnicos de los seguimientos de la pesquería y las prospecciones biológico poblacionales de ambas especies, efectuados por el Laboratorio Costero de IMARPE en Tumbes desde 1995 hasta el 2015; así como la información procedente de otras instancias con la finalidad de mostrar su evolución en los aspectos biológicos, pesqueros y poblacionales, como un aporte que coadyuvará en la elaboración de medidas de ordenamiento de esta pesquería.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó la información de muestreos biométricos y biológicos de los años 1995 al 2015, de captura y esfuerzo de los años 2006 al 2015 del “Programa de Seguimiento de las pesquerías de invertebrados marinos” y del “Estudio biológico pesquero de cuatro invertebrados de importancia comercial en la Región Tumbes” efectuados en el Laboratorio Costero de Tumbes (en adelante LC Tumbes) cuyos resultados no fueron publicados en su totalidad.

De la información de captura – esfuerzo en el ecosistema de manglares, obtenida entre los años 2006 y 2008, se calculó el número máximo de recolectores. La CPUE (conchas extraídas/faena/extractor/día) fue obtenida, para el período enero 2002 a diciembre 2015, de los canales de marea e islas de los manglares de Puerto Pizarro.

Se utilizó información de las prospecciones de bancos naturales del recurso efectuadas por el LC Tumbes, de los años 2005, 2007, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 (LUQUE y DOMÍNGUEZ 2005, LUQUE *et al.* 2005, ORDINOLA *et al.* 2010a, 2010b, 2012a y 2012b; ALEMÁN *et al.* 2014, ALEMÁN *et al.* 2015a, 2015b) y de los monitoreos efectuados por la Administración del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, en esos momentos ejercida por Mennonite Economic

of the genus *Anadara* (LUCERO-RINCÓN *et al.* 2013, STERN-PIRLOT & WOLFF 2006, SILVA & BONILLA 2001).

In Peru, research on black arks is focused on biology and fisheries (CÓRDOVA 1968), population dynamics (VIVAR 1996), mean densities (ORDINOLA *et al.* 2010a and ORDINOLA *et al.* 2013), and conservation INRENA (2007).

In this synopsis, the technical reports of the monitoring of the fisheries and the biological population surveys of both species, carried out by the IMARPE's Coastal Laboratory of Tumbes, between 1995 and 2015, are examined, as well as the information coming from other instances with the aim of showing its evolution in the biological, fisheries, and population aspects, as a contribution that will collaborate in the elaboration of management measures of such fisheries.

## 2. MATERIAL AND METHODS

We analyzed biometric and biological sampling information from 1995 to 2015, catch and effort data from 2006 to 2015 from the “Fisheries Monitoring Program for Marine Invertebrates” and from the “Biological Fishery Survey of Four Commercially Important Invertebrates in the Tumbes Region” carried out at the Coastal Laboratory of Tumbes (hereinafter CL Tumbes), whose results were not fully published.

From the catch - effort information in the mangrove ecosystem, which was obtained between 2006 and 2008, the maximum number of collectors was estimated. The CPUE (extracted shells/work/extractor/day) was obtained, for the period January 2002 to December 2015, from the tidal channels and islands of the Puerto Pizarro mangroves.

We used the information from the natural banks surveys of the resource carried out by the CL Tumbes in 2005, 2007, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, and 2015 (LUQUE & DOMÍNGUEZ 2005, LUQUE *et al.* 2005, ORDINOLA *et al.* 2010a, 2010b, 2012a and 2012b; ALEMÁN *et al.* 2014, ALEMÁN *et al.* 2015a, 2015b) and from the monitoring carried out by the Administration of the Manglares de Tumbes National Sanctuary, at that time carried out by Mennonite Economic Development Associates

Development Associates (MEDA Perú) en 2010 y 2011 (ORDINOLA y MENDOZA 2010, 2012).

Para la evaluación poblacional de las conchas negra y huequera, las muestras fueron obtenidas con apoyo de dos "concheros", el muestreo fue sistemático, según distancia al canal de marea y se usó el método del área barrida (1 m<sup>2</sup>). Para las estaciones de muestreo se prefirieron los lugares netamente concheros y se empleó un GPS Garmin Etrex Summit HC. Se identificó la fauna asociada consultando los trabajos de ÁLAMO y VALDIVIESO (1997), CHIRICHIGNO (1970), MÉNDEZ (1981), KEEN (1971) y MORA (1990).

En los manglares de Puerto Pizarro y áreas adyacentes se hicieron análisis biométricos a 331.157 conchas (281.788 ejemplares de *A. tuberculosa* y 49.369 de *A. similis*) entre los años 1995 y 2015 y, análisis biológicos a 99.927 ejemplares (84.654 conchas negras y 15.273 conchas huequeras) entre los años 1996 y 2015.

En playa solo se midió la longitud valvar (LV) en los muestreos biométricos; en laboratorio los muestreos biológicos, de ejemplares comprados a concheros, incluyeron medir el ancho, altura, longitud, peso total, peso del cuerpo, peso de valvas, sexo y estadio gonadal de cada ejemplar. Las medidas se tomaron con un malacómetro de 1 mm de precisión. Los pesos se obtuvieron utilizando una balanza digital de 0,1 g de precisión.

Los sexos se determinaron por simple observación macroscópica de la gónada, color naranja intenso en hembras y blanco lechoso en machos. La escala considera cinco estadios de maduración gonadal (Tabla 1, Fig. 1) (POMA 1980).

Para establecer las relaciones peso-longitud y factor de condición se utilizó el modelo potencial:  $P = a \cdot L^b$  y para el caso de peso carne-peso total la regresión lineal  $P_c = a + bPt$ .

Los datos obtenidos fueron revisados y procesados con ayuda de una computadora Intel Core i7 equipada con el programa de aplicación Microsoft Office 2010. Para el ploteo de las zonas de pesca se utilizó programa de interpolación, aplicando el método Krigging y para el tratamiento estadístico de la información biométrica se emplearon las rutinas estadísticas del programa SPSS 12.

(MEDA Peru) in 2010 and 2011 (ORDINOLA & MENDOZA 2010, 2012) was also used.

For the population assessment of *A. tuberculosa* and *A. similis*, the samples were obtained with the support of two shell fishermen, the sampling was systematic, based on the distance to the tidal channel and the swept area method was used (1 m<sup>2</sup>). For the sampling stations, we preferred the shell sites and used a Garmin Etrex Summit HC GPS. The works of ÁLAMO & VALDIVIESO (1997), CHIRICHIGNO (1970), MÉNDEZ (1981), KEEN (1971), and MORA (1990) were used to identify the associated fauna.

In the Puerto Pizarro mangroves and adjacent areas, biometric analyses were performed on 331,157 shells (281,788 specimens of *A. tuberculosa* and 49,369 specimens of *A. similis*) between 1995 and 2015, and biological analyses were performed on 99,927 specimens (84,654 black arks and 15,273 brown arks) between 1996 and 2015.

At the beach, only the valvar length (VL) was measured in the biometric samples; at the laboratory, the biological samples of specimens bought from shell fishermen included the width, height, length, total weight, body weight, valve weight, sex, and gonadal stage of each specimen. The measurements were taken with a 1 mm precision calipers designed for mollusk measurement. The weights were obtained by using a digital scale of 0.1 g of precision.

The sexes were determined by simple macroscopic observation of the gonad, which was deep orange in females and milky white in males. The scale considers five gonadal maturation stages (Table 1, Fig. 1) (POMA 1980).

In order to establish the weight-length and condition factor ratios, the potential model was used:  $P = a \cdot L^b$  and in the case of meat weight-total weight, the linear regression  $P_c = a + bPt$  was used.

The collected data was reviewed and processed with the help of an Intel Core i7 computer equipped with the Microsoft Office 2010 software. For the plotting of fishing grounds an interpolation program was used, by applying the Krigging method and for the statistical treatment of biometric information, we used the statistical routines of the SPSS 12 software.

Tabla 1.- Escala macroscópica de madurez gonádica, empleada en *A. tuberculosa* y *A. similis* (POMA 1980)

Table 1. Macroscopic scale of gonadic maturity, used in *A. tuberculosa* and *A. similis* (POMA 1980)

Estadio / Stage	Denominación / Denomination	Características / Characteristics
I	Inmaduro/ Immature	Las gónadas rodean parcialmente al intestino The gonads are partially surrounding the intestine
II	En Desarrollo/ Developing	Las gónadas rodean completamente al intestino The gonads completely surround the intestine
III	Desarrollado/ Developed	Las gónadas rodean completamente al intestino y parcialmente al estómago The gonads completely surround the intestine and partially the stomach
IV	Maduro/ Mature	Las gónadas rodean completamente al intestino y al estómago The gonads completely surround the intestine and partially the stomach
V	Desovado/ Spawned	Se observan pequeñas trazas o residuos gonadales Small traces or gonadal residues are observed

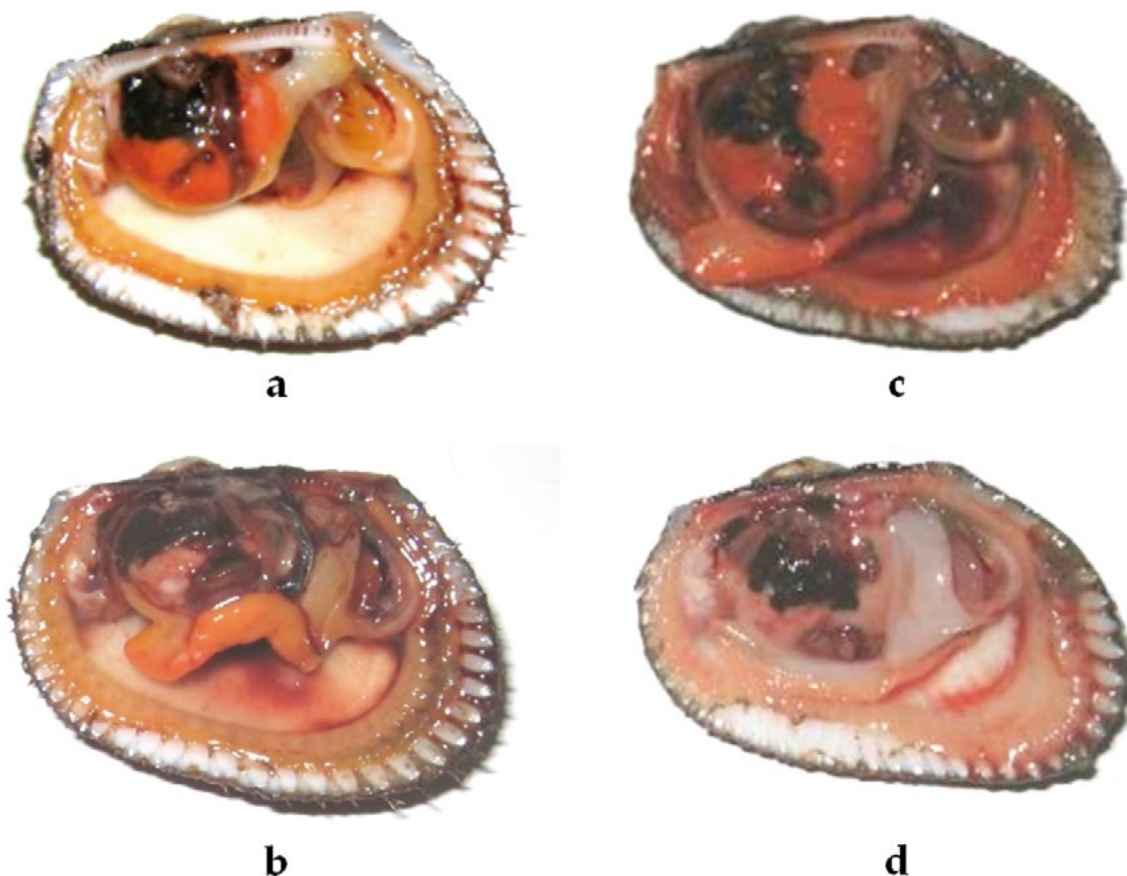


Figura 1.- Determinación del sexo en ejemplares de concha negra a) hembras, b) machos y de concha huequera c) hembras, d) machos

Figure 1. Sex determination in black ark specimens a) females, b) males and brown ark specimens c) females, d) males

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES Y DISTRIBUCIÓN

##### Concha negra (*Anadara tuberculosa*)

Presenta conchas grandes, equivalvas, de forma oblicuamente ovalada, con el borde dorsal y posterior casi rectos. Su superficie externa es convexa, con periostraco color pardo oscuro provisto de finas cerdas entre las costillas. Escultura con 33 a 37 costillas radiales, con nudos dispersos principalmente sobre el extremo anterior. Umbos anchos, frecuentemente erosionados (Fig. 2). Cara interna blanca, con un tono rosado debajo de la charnela; borde crenulado (KEEN 1971, MORA 1990).

*A. tuberculosa* comparte el mismo hábitat que *A. similis*, enterrada a 10 - 30 cm en el fango, debajo de las raíces de los árboles de mangle, no se han encontrado especímenes en áreas desprovistas de vegetación (MORA 1990). Son organismos dioicos, las gónadas tienen coloración crema en machos y anaranjada en hembras; los individuos hermafroditas son extremadamente raros. Son filtradores, participando las branquias, además de su función respiratoria, en la obtención de alimento (fitoplancton). Esta especie es muy resistente al transporte, pudiendo sobrevivir hasta siete días, fuera de su hábitat, siempre y cuando estén bajo sombra y aireadas (POMA 1980).

Se encuentra ampliamente distribuida en la Provincia Panameña, desde el Golfo de California hasta Tumbes (MORA 1990). En el Perú su distribución está comprendida entre Boca de Capones y el canal de marea La Chepa al sur de Punta Malpelo, por ser el único lugar donde existen bosques importantes de mangle.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### SPECIES DESCRIPTION AND DISTRIBUTION

##### Black ark (*Anadara tuberculosa*)

It has large, equivalve, obliquely oval, with the dorsal and posterior edge almost straight, shells. Its external surface is convex, with dark brown periostracum provided with fine bristles between the ribs. Sculpture with 33 to 37 radial ribs, with knots scattered mainly over the front end. Wide Umbos, which are frequently eroded (Fig. 2). White inner face, which is pinkish under the hinge; crenulated rim (KEEN 1971, MORA 1990).

*A. tuberculosa* shares the same habitat as *A. similis* buried at 10 - 30 cm in mud, below the roots of mangrove trees, no specimens have been found in areas devoid of vegetation (MORA 1990). They are dioecious organisms, their gonads are cream-colored in males and orange in females; hermaphrodite individuals are extremely rare. They are filterers and the gills participate, in addition to their respiratory function, in obtaining food (phytoplankton). This species is very resistant to transport, being able to survive up to seven days, outside their habitat, as long as they are under the shade and aired (POMA 1980).

It is widely distributed in the Panamanian Province, from the Gulf of California to Tumbes (MORA 1990). In Peru, its distribution is between Boca de Capones and the tidal channel La Chepa to the south of Punta Malpelo, as it is the only place where there are important mangrove forests.



Figura 2.- Valvas de *Anadara tuberculosa* (concha negra)

Figure 2. *Anadara tuberculosa* valves (black ark)

### Concha huequera (*Anadara similis*)

Presenta concha de talla mediana, de forma ovalada, con su margen dorsal redondeado en los extremos, valvas de consistencia frágil, muy convexas, cubiertas por un periostraco café oscuro desprovisto de cerdas; umbos frecuentemente erosionados. Escultura radial con 40 a 44 costillas, angostas, con pequeños tubérculos cerca del margen ventral (Fig. 3). La cara interna es blanca con una tonalidad anaranjada en la concavidad del umbo, borde interno fuertemente crenulado (MORA 1990, KEEN 1971). Habita en zonas de manglares, enterrada en el fango suelto a profundidades de 10 a 30 cm (MORA 1990), según MUSELLO et al. (2009) en Ecuador se la ha reportado entre 15 a 50 cm de profundidad.

Al igual que *A. tuberculosa*, son dioicos y filtran el alimento (fitoplancton) de la columna de agua para su subsistencia. Presenta menos resistencia al transporte, pues el tiempo de sobrevivencia es menor al de concha negra. *A. similis* se distribuye geográficamente desde Corinto, Nicaragua hasta Tumbes, Perú (MUSELLO et al. 2009). En el Perú su distribución es similar a la de *A. tuberculosa*.

### EXPLOTACIÓN

#### Descripción de la pesquería

La pesquería de bivalvos en el ecosistema de manglares de Tumbes, se caracteriza por ser de pequeña escala y de acceso abierto. Las especies objetivo son la concha negra y la concha huequera, esta última en menor proporción, tal como se registra en Ecuador, donde la extracción de *A. similis* al igual que en Perú no es tan representativa en comparación a la de *A. tuberculosa*, como consecuencia de su menor disponibilidad (la densidad de *A. similis* es aproximadamente 3,5 a 4 veces menor que *A. tuberculosa*) MUSELLO et al. (2009).

### Brown ark (*Anadara similis*)

It has a medium-sized shell, which is oval in shape, with a rounded dorsal edge at the ends, valves of fragile consistency, which are very convex, covered by a dark brown periostracum devoid of bristles; umbos are frequently eroded. Radial sculpture with 40 to 44 narrow ribs with small tubers near the ventral margin (Fig. 3). The inner face is white with an orange hue in the umbo concavity, strongly crenulated inner edge (MORA 1990, KEEN 1971). It inhabits in mangrove zones, buried in loose mud at depths of 10 to 30 cm (MORA 1990), according to MUSELLO et al. (2009) in Ecuador it has been reported at depths of 15 to 50 cm.

Like *A. tuberculosa*, they are dioecious and filter food (phytoplankton) from the water column for subsistence. It presents less resistance to transport since the survival time is less than that of black ark. *A. similis* is distributed geographically from Corinto, Nicaragua to Tumbes, Peru (MUSELLO et al. 2009). In Peru, its distribution is similar to that of *A. tuberculosa*.

### EXPLOITATION

#### Fisheries description

The bivalve fisheries in the Tumbes mangrove ecosystem are characterized for being of small scale and open access. The target species are the black ark and the brown ark, the latter in smaller proportion, as recorded in Ecuador, where the extraction of *A. similis*, as in Peru, is not as representative compared to that of *A. tuberculosa*, as a result of its lower availability (the density of *A. similis* is approximately 3.5 to 4 times less than *A. tuberculosa*) MUSELLO et al. (2009).



Figura 3.- Valvas de *A. similis* (concha huequera)

Figure 3. *A. similis* valves (brown ark)



Al ingresar al manglar, el extractor de conchas, utiliza doble vestimenta de trabajo para evitar las rasgaduras que les producen las raíces aéreas del mangle y para protegerse de los zancudos; además, utiliza dedales de tela para evitar cortaduras en las manos (POMA 1980) cuando busca las conchas en el fango que están junto a las raíces de mangle, que muchas veces tienen organismos incrustantes como *Balanus*, llamados comúnmente pico de loro o broma.

El número de recolectores es difícil de estimar, debido a que: las zonas de extracción son sistemas abiertos, la pesquería se ejecuta sin control y no es una actividad permanente pues fácilmente es abandonada para realizar otras de mayor rentabilidad (INRENA 2001, LIP y POMA 1997, POMA 1980).

### Características de embarcaciones y estrategias de pesca

Los extractores utilizan generalmente como medio de transporte embarcaciones denominadas canoas construidas de una sola pieza, años atrás eran elaboradas con madera de ceibo (*Bombax discolor*) (CÓRDOVA 1968) y recientemente con otras maderas de la región, su longitud es de 4 a 6 m, con capacidad de 500 kg, siendo impulsadas a remo (LIP y POMA 1997) y eventualmente utilizan la vela. Algunos extractores cuentan con pequeñas embarcaciones con motores fuera de borda conocidas como "peque", que les permiten trasladarse a través de los canales de marea hasta los bancos naturales, siendo tripulados por uno a cuatro extractores (Fig. 4).

When entering the mangrove, the shell extractors use double work clothes to avoid the tears produced by the aerial roots of the mangrove and to protect themselves from mosquitoes; in addition, they use fabric thimbles to avoid cuts in the hands (POMA 1980) when they look for the shells in the mud that is next to the mangrove roots, that many times have incrusting organisms like *Balanus*.

It is difficult to estimate the number of collectors since: the extraction areas are open systems, the fisheries are executed without control, and is not a permanent activity because it is easily abandoned to make others of greater profitability (INRENA 2001, LIP & POMA 1997, POMA 1980).

### Vessel characteristics and fishing strategies

The extractors generally use, as means of transport, canoes built in one piece. Some years ago they were made with ceibo wood (*Bombax discolor*) (CÓRDOVA 1968) and recently with other woods of the region, their length varied between 4 to 6 m, with a capacity of 500 kg, being propelled by rowing (LIP & POMA 1997) and eventually using sails. Currently, some extractors have acquired small boats with outboard motors known as *peque*, which allow them to move through the tidal channels to the natural banks, being crewed by one to four extractors (Fig. 4).



Figura 4.- Traslado de concheros en canoa, hacia las zonas de extracción de conchas en el ecosistema de manglares de Tumbes

Figure 4. Transport of shellfishermen by canoe to the shell extraction zones in the Tumbes mangrove ecosystem

Las zonas donde zarpan y retornan los concheros son Puerto 25 y El Bendito en la provincia de Zarumilla y Corrales, La Canela, La Ramada, Puerto Pizarro en Tumbes.

*Generalmente las faenas son diarias, que implica la salida, llegada a la zona de extracción, el concheo y el retorno a casa para la venta del producto. Algunas veces, cuando faenan en esteros lejanos, permanecen de 3 a 4 días, a lo que se denomina "semanear", aprovechando así dos mareas diarias (CÓRDOVA 1968).*

Estos recursos son extraídos manualmente (Fig. 5) durante los períodos de bajamar, en jornadas diarias de 3 a 5 horas, tiempo que depende de la pendiente del terreno, pues en áreas con escasa inclinación el agua las cubre rápidamente lo que reduce el tiempo de trabajo (LIP y POMA 1997). El extractor al momento de sus faenas recolecta las conchas negras y huequeras, dejando las blancas.

Los sitios preferidos de extracción son los llamados bajiales (zonas de pendiente suave con abundantes raíces de mangle que están enterradas en fango areno arcilloso y limoso) y los chorros (escorrentía que queda luego de bajar la marea).

The areas where shell fishermen set sail and return are Puerto 25 and El Bendito in the Zarumilla province and Corrales, La Canela, La Ramada, Puerto Pizarro in Tumbes.

*In general, the work is daily, which implies the departure, arrival to the extraction zone, the shell extraction, and the return to their homes for the sale of the product. Sometimes, when they work in distant estuaries, they stay from 3 to 4 days, which is known as "semanear", thus taking advantage of two daily tides (CÓRDOVA 1968).*

*A. tuberculosa and A. similis are extracted manually (Fig. 5) during the low tide periods, in daily shifts of 3 to 5 hours, a time that depends on the slope of the terrain since in areas with little inclination the water covers them quickly which reduces the working time (LIP & POMA 1997). The extractor collects the black and brown arks, leaving the white ones.*

The preferred extraction sites are the so-called marshes (gently sloping areas with abundant mangrove roots that are buried in clayey and silty sandy mud) and the streams (runoff that remains after lowering the tide).



Figura 5.- Extracción de conchas negras y huequera, "concheo" en el ecosistema de manglares de Tumbes

Figure 5. Extraction of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangrove ecosystem

El producto de la faena, es almacenado en bolsas confeccionadas con malla anchovetera, de 30 cm de longitud y 15 cm de diámetro, ajustada en la parte superior por una cuerda, esta bolsa es denominada "jicra" (LIP y POMA 1997, CÓRDOVA 1968), una variante de esta bolsa es la que lleva un aro de metal en su extremo superior<sup>2</sup>.

The product of the work is stored in bags made with anchoveta mesh, 30 cm in length and 15 cm in diameter, which are adjusted at the top by a rope, this bag is called "jicra" (LIP & POMA 1997, CÓRDOVA 1968), a variant of this bag is the one that has a metal ring at its top end<sup>2</sup>.

**Áreas y épocas de extracción**

**Areas and times of extraction**

La recolección de conchas negra y huequera, se realiza durante todo el año, disminuyendo la frecuencia de las faenas en los meses de enero a marzo por la ocurrencia de lluvias (POMA 1980). Con información del "Estudio biológico pesquero de cuatro invertebrados de importancia comercial en la Región Tumbes", que efectuó el LC Tumbes entre los años 2006 y 2008, se analizan y grafican las zonas de extracción anual.

The collection of *A. tuberculosa* and *A. similis*, is done throughout the year, decreasing the frequency of work in the months of January to March by the occurrence of rain (POMA 1980). With information from the "Biological fisheries survey of four commercially important invertebrates in the Tumbes Region", carried out by the CL Tumbes between 2006 and 2008, the annual extraction areas are analyzed and plotted.

Durante el 2006, las principales zonas de extracción de estas especies fueron Isla Correa (175.712 ejemplares) y los canales de marea El Bendito (164.660 ejemplares), Algarrobo (144.043 ejemplares), Corrales (135.021 ejemplares) y Lagartera (82.646 ejemplares) (Fig. 6).

In 2006, the main extraction areas for these species were Correa Island (175,712 specimens) and the tidal channels El Bendito (164,660 specimens), Algarrobo (144,043 specimens), Corrales (135,021 specimens), and Lagartera (82,646 specimens) (Fig. 6).

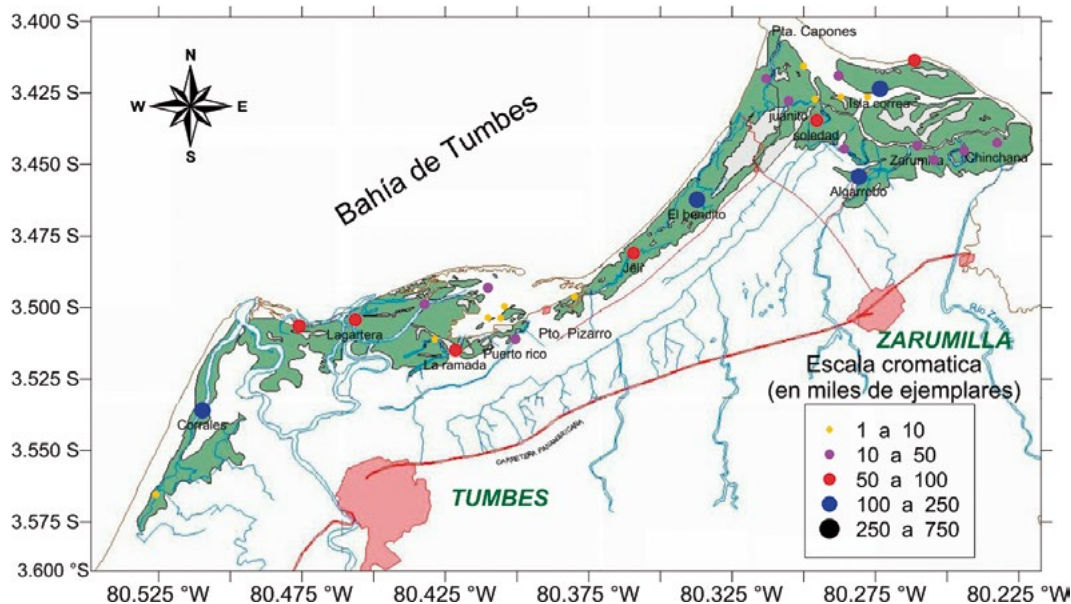


Figura 6.- Distribución y abundancia de ejemplares de conchas negra y huequera en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2006

Figure 6. Distribution and abundance of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangrove ecosystem. 2006

2 El conchero se dirige a los pequeños hoyos que quedan con agua, cerca de las raíces del manglar, lugares propicios para encontrar a estos moluscos, aunque también tienen la posibilidad de encontrar al sapo brujo (*Daector dowi*), un pez que presenta tres espinas muy afiladas en su dorso, siendo la primera con la que inyecta un veneno muy potente, que causa una dolorosa herida que incapacita al extractor para continuar con sus labores. El conchero ha improvisado una cura para atenuar los efectos de la toxina, al quemar la herida con fuego (CÓRDOVA 1968).

The shell fisherman goes to the small holes that are left with water, near the roots of the mangrove, which are favorable places to find these mollusks, although they also have the possibility of finding the Dow's toadfish (*Daector dowi*), a fish that has three very sharp thorns on its back, injecting a very powerful poison with its first thorn, causing a painful wound that incapacitates the extractor to continue his work. The shell fisherman has improvised a cure to attenuate the effects of the toxin by burning the wound with fire (CÓRDOVA 1968).

En el 2007, estos recursos fueron extraídos en mayor abundancia respecto al 2006, las principales zonas de extracción fueron los canales de marea El Bendito (446.442 ejemplares), La Ramada (404.166 ejemplares), Corrales (287.632 ejemplares), Jeli (229.980 ejemplares) y La Cucaracha (191.446 ejemplares) (Fig. 7).

In 2007, these resources were extracted in greater abundance than in 2006, the main extraction areas were the tidal channels El Bendito (446,442 specimens), La Ramada (404,166 specimens), Corrales (287,632 specimens), Jeli (229,980 specimens), and La Cucaracha (191,446 specimens) (Fig. 7).

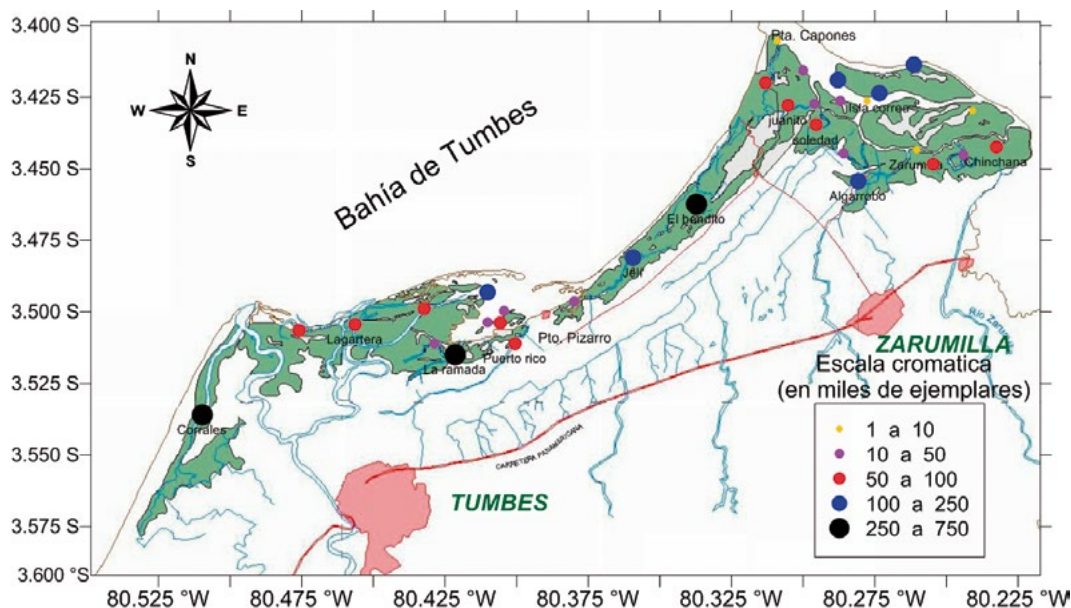


Figura 7.- Distribución y abundancia de ejemplares de conchas negra y huequera en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2007

Figure 7. Distribution and abundance of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangrove ecosystem. 2007

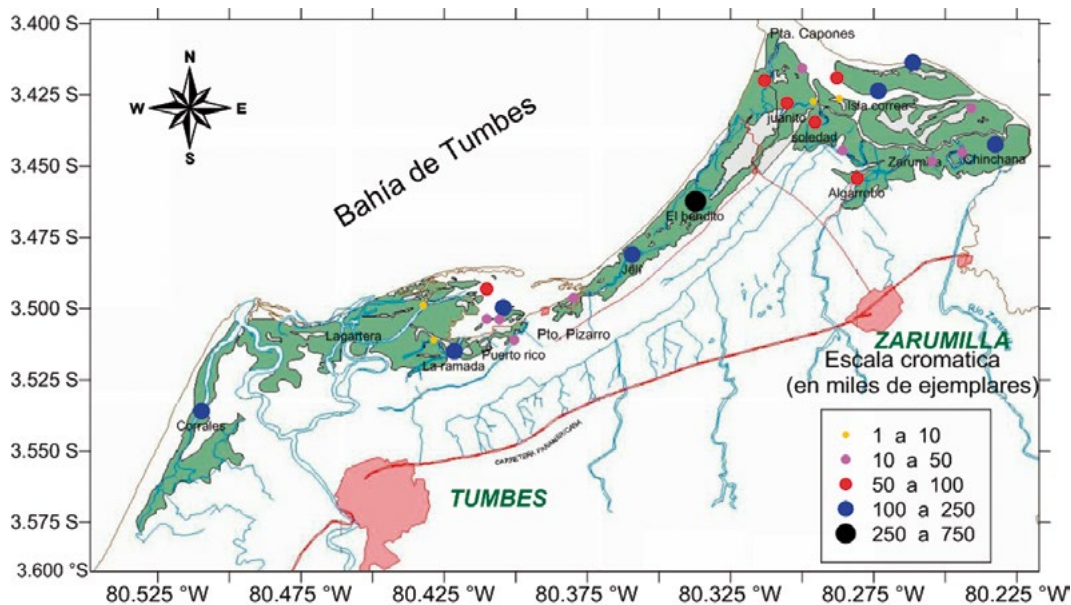


Figura 8.- Distribución y abundancia de ejemplares de conchas negra y huequera en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2008

Figure 8. Distribution and abundance of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangrove ecosystem. 2008

En el 2008, se extrajeron en menor abundancia respecto al 2007, siendo las principales zonas de extracción, los canales de marea El Bendito (253.360 ejemplares), Puerto Pizarro (160.283 ejemplares), La Ramada (159.171 ejemplares), Corrales (125.069 ejemplares) e isla Correa (124.603 ejemplares) (Fig. 8).

**DESEMBARQUE, ESFUERZO Y CPUE**

**Desembarque**

Existen una caleta (Puerto Pizarro) y dos centros poblados (El Bendito y Puerto 25) aledaños al ecosistema de manglares, que son los centros de operaciones desde donde salen y arriban los extractores de conchas.

En el Centro de Acopio del coliseo Tumpis, se comercializan los ejemplares extraídos de los canales de marea ubicados al sur del ecosistema, conocidos como Corrales, La Chepa, Lagartera; así como parte de lo extraído en Puerto Pizarro y Zarumilla. En ese centro de acopio, también se venden conchas procedentes del Ecuador, por lo que el observador de campo debe estar entrenado para poder discriminar la procedencia del recurso.

Durante el período estudiado, la proporción en la extracción de concha negra, respecto a la concha huequera fue de 5: 1 (84% negra y 16% huequera) que fue también reportada por INRENA (2007) y superior a la registrada por MUSELLO *et al.* (2009) (3,5 a 4:1). Las capturas de concha negra fueron abundantes en el 2007 (2,8 millones) representaron un incremento del 105%, respecto al 2006, disminuyendo en el 2008 (-37%, respecto al 2007). En el caso de la concha huequera, presentó la misma tendencia (Tabla 2, Fig. 9).

In 2008, they were extracted in less abundance than in 2007, being the main areas of extraction, the tidal channels El Bendito (253,360 specimens), Puerto Pizarro (160,283 specimens), La Ramada (159,171 specimens), Corrales (125,069 specimens), and Correa Island (124,603 specimens) (Fig. 8).

**LANDING, EFFORT, AND CPUE**

**Landing**

There is a cove (Puerto Pizarro) and two towns (El Bendito and Puerto 25) adjacent to the mangrove ecosystem, which are the centers of operations from where shell extractors depart and arrive.

In the Tumpis Coliseum Collection Center, located in the city of Tumbes, the *A. tuberculosa* and *A. similis* specimens extracted from the tidal channels located to the south of the ecosystem, known as Corrales, La Chepa, Lagartera; as well as part of what was extracted in Puerto Pizarro and Zarumilla are marketed. In this collection center, shells from Ecuador are also sold, so the field observer must be trained to identify the origin of the resource.

In the study period, the ratio of black ark extraction with regard to brown ark was 5: 1 (84% black and 16% brown), which was also reported by INRENA (2007) and higher than what was recorded by MUSELLO *et al.* (2009) (3.5 to 4:1). Catches of the black ark were abundant in 2007 (2.8 million), representing an increase of 105% when compared to 2006, decreasing in 2008 (-37% compared to 2007). In the case of the brown ark, the same mode was observed (Table 2, Fig. 9).

Tabla 2.- Extracción de conchas negra y huequera en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2006 – 2008 (en millones de ejemplares y en toneladas)

Table 2. Extraction of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangroove ecosystem. 2006 – 2008 (in millions of specimens and in tons)

Año/Year	<i>A. tuberculosa</i>		<i>A. similis</i>		Total	
	Millones	t	Millones	t	Millones	t
2006	1,3	29,8	0,3	6,2	1,6	36,1
2007	2,8	61,2	0,5	11,9	3,3	73,1
2008	1,7	38,3	0,3	6,7	2,0	45,0
Total	5,8	129,4	1,1	24,9	6,9	154,2

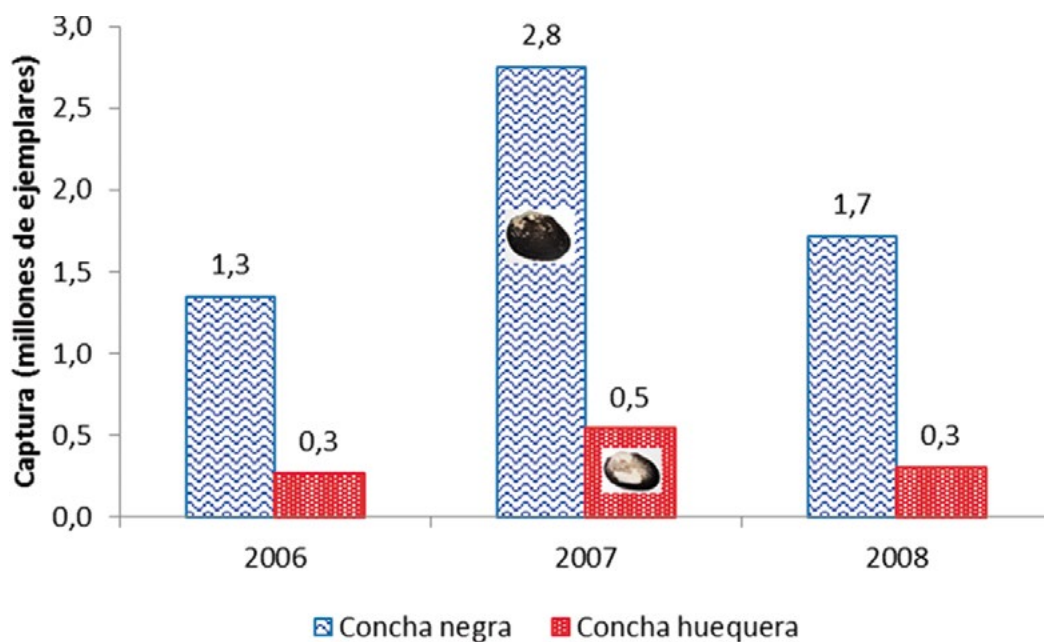


Figura 9.- Extracción de conchas negra y concha huequera en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2006 – 2008

Figure 9. Extraction of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangrove ecosystem. 2006 – 2008

CÓRDOVA (1968) concluyó que el número de conchas negras extraídas en los canales de marea de Puerto Pizarro y El Bendito, fue de 489.708 ejemplares en 1965 y de 501.777 en 1966. En la estación pesquera de Puerto Pizarro, entre 1971 y 1976 se extrajeron en promedio 3,1 millones de unidades por año. POMA (1980) consignó 4,9 millones extraídos en 1980, planteando que fue la culminación del incremento iniciado en 1975 (2,5 millones).

CDC-UNALM (1986) indica que la producción de *A. tuberculosa* alcanzó a 4,5 millones de unidades en 1982; 2,5 millones en 1983 y 894.300 unidades en los primeros ocho meses de 1984. Durante el período 2006-2008, las capturas fluctuaron entre 1,6 y 3,3 millones, siendo el promedio anual de 2,3 millones de ejemplares de concha negra y huequera, extraídos en todo el ecosistema de manglares, lo que indica una disminución en su producción a través de los años.

El desembarque provincial del recurso para el período estudiado, nos indica que los canales de marea e islas de la provincia de Zarumilla contribuyeron con el mayor porcentaje de extracción (53,5%) (Fig. 10).

CÓRDOVA (1968) concluded that the number of black arks extracted in the tidal channels of Puerto Pizarro and El Bendito was 489,708 in 1965 and 501,777 in 1966. At the Puerto Pizarro fishing station, a mean of 3.1 million units per year was extracted between 1971 and 1976. POMA (1980) recorded 4.9 million extracted in 1980, stating that it was the culmination of the increase initiated in 1975 (2.5 million).

CDC-UNALM (1986) indicates that the production of *Anadara tuberculosa* reached 4.5 million units in 1982; 2.5 million in 1983, and 894,300 units in the first eight months of 1984. In the period 2006-2008, catches ranged between 1.6 and 3.3 million, with an annual mean of 2.3 million black and brown arks, extracted from the entire mangrove ecosystem, which indicates a decrease in production over the years.

The provincial landing of the resource for the study period indicates that the tidal channels and islands of the Zarumilla province contributed to the highest percentage of extraction (53.5%) (Fig. 10).

Las mayores cantidades del recurso concha se desembarcaron en Puerto 25 (1,7 millones, 52,7%), El Bendito (1,1 millones, 32,1%) y Puerto Pizarro (0,5 millones, 15,2%).

The largest quantities of the shell resource were landed at Puerto 25 (1.7 million, 52.7%), El Bendito (1.1 million, 32.1%), and Puerto Pizarro (0.5 million, 15.2%).

En el centro de acopio ubicado en los exteriores del coliseo Tumpis se comercializaron 3,7 millones de ejemplares. Gran parte de lo que se oferta en ese lugar procede de los esteros ubicados en la zona de Corrales, Puerto Pizarro y Zarumilla (Tabla 3).

In the collection center located outside the Tumpis Coliseum, a total of 3.7 million specimens were marketed. Much of what is offered in that place comes from the estuaries located in the area of Corrales, Puerto Pizarro, and Zarumilla (Table 3).

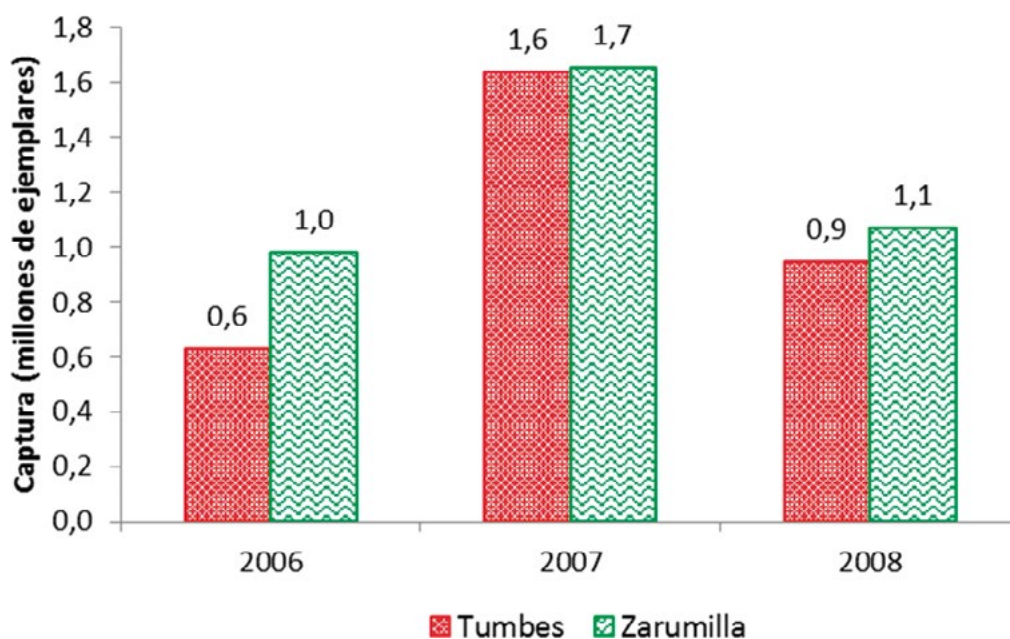


Figura 10.- Extracción del recurso concha (*A. tuberculosa* y *A. similis*), según Provincias de Tumbes. 2006-2008

Figure 10. Extraction of the shell resource (*A. tuberculosa* and *A. similis*), as per Provinces of Tumbes. 2006-2008

Tabla 3.- Extracción de conchas según puerto de desembarque o centro de acopio en Tumbes. 2006-2008 (en miles de ejemplares y en toneladas)

Table 3. Extraction of shells by landing port or collection center in Tumbes. 2006-2008 (in thousands of specimens and in tons)

Puerto de desembarque		<i>A. tuberculosa</i>		<i>A. similis</i>		Total	
Landing port		Miles unid.	t	Miles unid.	t	Miles unid.	t
Centro de acopio		Thousand of spec.		Thousand of spec.		Thousand of spec.	
Collection center							
Puerto	El Bendito	880,3	19,3	169,4	3,8	1.049,6	23,1
	Puerto 25	1.446,5	31,7	277,3	6,2	1.723,8	37,9
	Puerto Pizarro	416,7	10,9	79,6	1,9	496,3	12,8
Centro de acopio	Tumpis	3.069,5	67,4	583,8	12,9	3.653,3	80,4
Total		5.813,0	129,4	1.110,1	24,9	6.923,0	154,2

En la figura 11, se observa que las capturas mensuales entre los años 2006 y 2008, fueron fluctuantes que disminuyeron en la temporada lluviosa (diciembre a marzo), este comportamiento también fue mencionado por POMA (1980); sin embargo, en la temporada de veda (febrero/marzo) continúa la extracción.

En el ecosistema de manglares de Tumbes, existen dos zonas: una que se encuentra bajo protección del SERNANP (Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes), ubicado en la Provincia de Zarumilla, donde existe mayor control por parte de las autoridades (extractores carnetizados) así como conciencia de los extractores para no sacar recursos durante la temporada de veda, y la segunda al sur del Santuario (manglares de El Bendito, Puerto Pizarro y Corrales) que no presentan estas características, por lo tanto hay menor control y concientización de los extractores, es en esta zona donde se aprecia que faenan durante las temporadas de veda, a lo que se suman algunos extractores del Santuario (no faenan en el Santuario, pero si lo hacen en el resto del ecosistema).

Figure 11 shows that the monthly catches between 2006 and 2008 were fluctuating and decreased during the rainy season (December to March). This behavior was also mentioned by POMA (1980); nevertheless, during the closed season (February/March) the extraction continues.

There are two zones in the Tumbes mangrove ecosystem: One is under the protection of SERNANP (Los Manglares de Tumbes National Sanctuary), located in Zarumilla Province, where there is greater control by the authorities (registered extractors) as well as awareness of the extractors to not collect resources during the closed season, and the second south of the Sanctuary (El Bendito mangroves), Puerto Pizarro, and Corrales) that do not present these characteristics, therefore there is less control and awareness of the extractors, it is in this area where it is appreciated that they work during the closed seasons, to which some extractors of the Sanctuary join (they do not work in the Sanctuary, but they do work in the rest of the ecosystem).

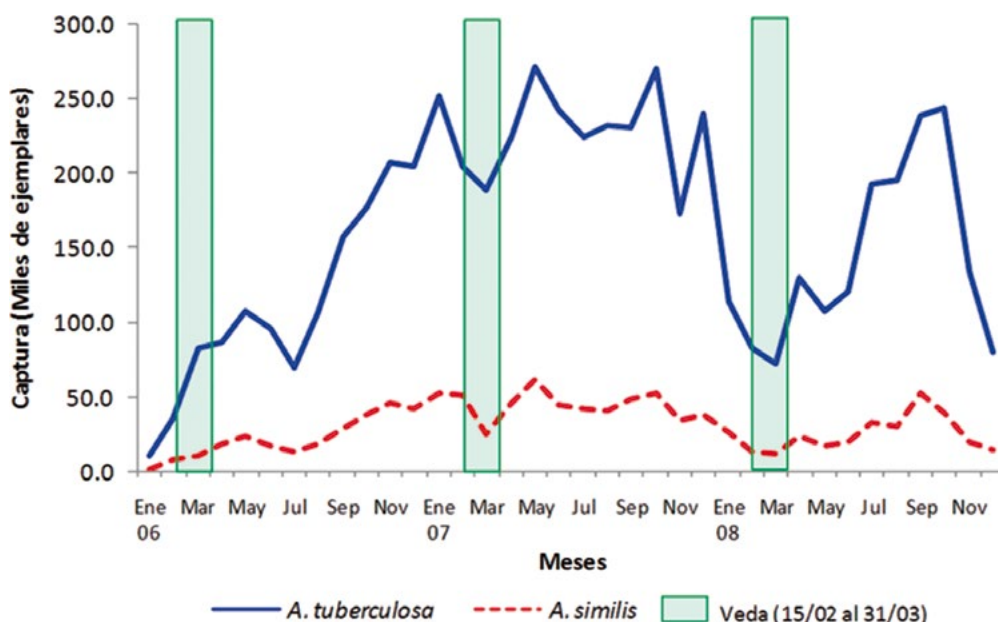


Figura 11.- Evolución mensual de las capturas de conchas negra y huequera en la Región Tumbes. 2006-2008

Figure 11. Monthly evolution of *A. tuberculosa* and *A. similis* catches in the Tumbes Region. 2006-2008



Los mayores volúmenes de extracción se dieron, según canal de marea o isla, en El Bendito (0,86 millones, 13,4%), La Ramada (0,8 millones, 12,5%), Corrales (0,55 millones, 8,5%), isla Correa (0,49 millones, 7,6%) y Jeli (0,49 millones, 7,6%) (Fig. 12).

**Esfuerzo (Número de recolectores)**

El número de concheros que faenan en el ecosistema de manglares de Tumbes durante todo el año es variable; Córdova (1968) reportó 68 en los manglares de Puerto Pizarro y El Bendito; POMA (1980) indicó que en 1978 la Estación Pesquera de Puerto Pizarro reportó la faena de 84 personas permanentes y 250 “concheros eventuales”; debidamente empadronados. En 1980 se encuestó a 104 personas dedicadas a esta actividad, que representarían 75% del total (LIP y POMA 1997).

MEDA (2009a) informó que los usuarios tradicionales que laboraron en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT), según asociación de pertenencia, ascendían a 274, representando los concheros el 46,4% (127) (Tabla 4).

The largest extraction volumes, by tidal channel or island, occurred in El Bendito (0.86 million, 13.4%), La Ramada (0.8 million, 12.5%), Corrales (0.55 million, 8.5%), Correa Island (0.49 million, 7.6%), and Jeli (0.49 million, 7.6%) (Fig. 12).

**Effort (Number of collectors)**

The number of shell fishermen that work in the Tumbes mangrove ecosystem throughout the year is variable; Córdova (1968) reported 68 in the Puerto Pizarro and El Bendito mangroves; POMA (1980) indicated that in 1978 the Puerto Pizarro Fishing Station reported the work of 84 permanent people and 250 “temporary shell fishermen”, all duly registered. In 1980, a total of 104 people dedicated to this activity were surveyed, representing 75% of the total (LIP & POMA 1997).

MEDA (2009a) reported that there were 274 traditional users who worked in the Los Manglares de Tumbes National Sanctuary (SNLMT in Spanish), according to membership association and shell fishermen accounted for 46.4% (127) (Table 4).

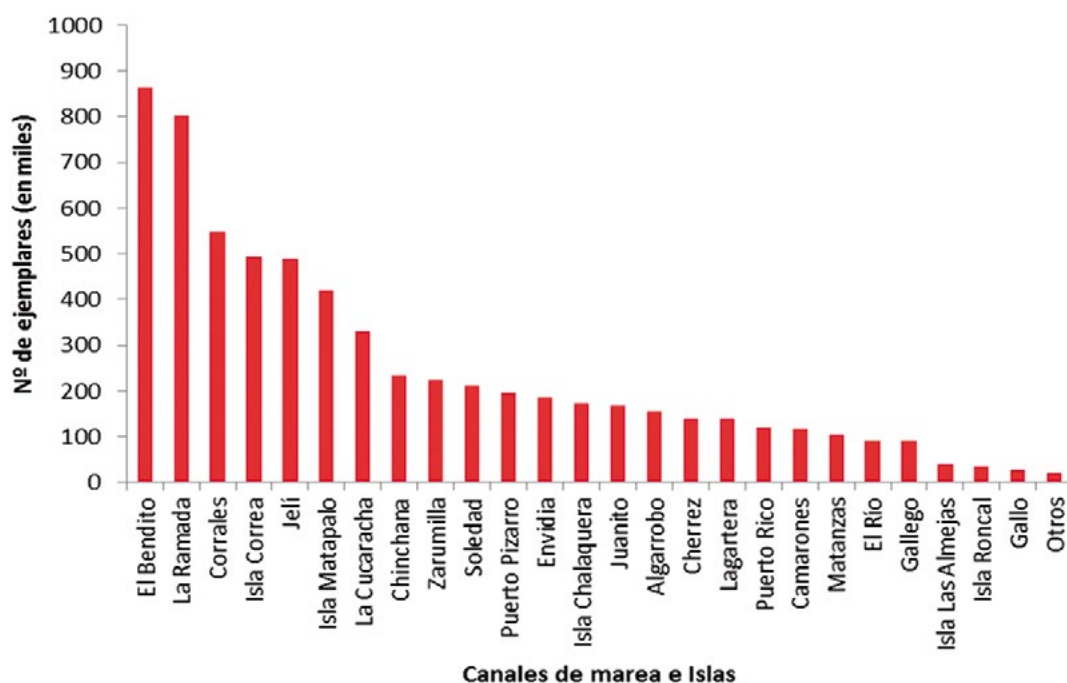


Figura 12.- Capturas según canal de marea o isla en el ecosistema de manglares de Tumbes, 2006- 2008

Figure 12. Catches by tidal channel or island in the Tumbes mangrove ecosystem, 2006-2008

Tabla 4.- Número de usuarios tradicionales del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (Tomado de MEDA 2009b)

Table 4. Number of traditional users of the Los Manglares de Tumbes National Sanctuary (Taken from MEDA 2009b)

Organización Organization	Cangrejeros Crab fishermen	Concheros Shell fishermen	Pescadores Fishermen	Total
ASEPROHI San Pedro	69	36	9	114
ASEXTRI en los manglares	3	25	27	55
ACP El Bendito	5	19	3	27
AEXAPROH Los Tumpis	0	45	0	45
ASPOPRODECAZ	0	2	12	14
No Asociados	0	0	0	19
Total	77	127	51	274

Tabla 5.- Número máximo de extractores de concha que faenaron en el ecosistema de manglares de Tumbes. 2006 – 2008

Table 5. Maximum number of shell extractors operating in the Tumbes mangrove ecosystem. 2006 - 2008

Puerto o Centro acopio Port or Collection center	Año			Total
	2006	2007	2008*	
El Bendito	39	33	21	39
Puerto 25	49	38	50	50
Coliseo Tumpis	84	98	102	102
Total	172	169	173	191

\* Por reestructuración presupuestal se tomó información interdiaria, durante el primer semestre, luego diariamente hasta finalizar el año

\* Due to budget restructuring, inter-daily information was taken throughout the first semester, then daily information was taken until the end of the year

De la información de captura-esfuerzo en el ecosistema de manglares, obtenida entre los años 2006 y 2008 por el LC Tumbes, con base en el número máximo de extractores que faenaron por lugar, mes y día, aproximadamente 191 fueron concheros (Tabla 5).

La mayoría de extractores (53,4%), que comercializa sus productos en el centro de acopio del coliseo Tumpis, faenan en su mayoría en los canales de marea La Ramada, Corrales, Jelí, La Cucaracha y El Bendito. En Puerto 25 se registra 26,2% de los concheros que extraen conchas negras, principalmente en las islas Correa y Chalaquera y en los canales de marea Zarumilla, Chinchana y Algarrobo. El Centro Poblado El Bendito registra 20,4% de recolectores que trabajan en los canales de marea El Bendito, Soledad, Juanito o Lagarto, Envidia e isla Almeja.

From the catch-effort information in the mangrove ecosystem, which was obtained between 2006 and 2008 by the CL Tumbes, based on the maximum number of extractors that worked per place, month, and day, approximately 191 were shell fishermen (Table 5).

Most extractors (53.4%), which sell their products in the collection center of the Tumpis Coliseum, work mostly in La Ramada, Corrales, Jelí, La Cucaracha, and El Bendito tidal channels. In Puerto 25, a total of 26.2% of the shell fishermen that extract black arks are registered, mainly in the Correa and Chalaquera Islands and in the Zarumilla, Chinchana, and Algarrobo tidal channels. The town of El Bendito registers 20.4% of collectors working in El Bendito, Soledad, Juanito or Lagarto, Envidia tidal channels and in Almeja Island.

Según POMA (1980) es muy difícil determinar el número de recolectores de conchas negras, debido a:

- que los bancos naturales constituyen un sistema abierto
- que no existe un control adecuado de esta actividad
- la idiosincrasia de los recolectores.

INRENA (2001) indica que, al no ser una actividad permanente, fácilmente es abandonada para realizar otras de mayor rentabilidad.

**CPUE (Conchas extraídas/faena/extractor/día)**

La información obtenida por el LC Tumbes, en los canales de marea e islas de los manglares de Puerto Pizarro, entre enero 2002 y diciembre 2015, sirvió para analizar el índice de abundancia relativa (conchas totales extraídas/faena/extractor/día= ct/f/e/d).

El ítem conchas totales está compuesto, aproximadamente, por 84% de ejemplares de conchas negras y 16% de conchas huequeras. En la figura 13 se puede verificar la fluctuación anual del ct/f/e/d y se observa que hubo incrementos, generados, posiblemente, por mejores condiciones del ambiente y/o por la veda reproductiva. Al analizar el esfuerzo ejercido en la extracción de conchas negras y huequera por separado las tendencias fueron similares.

According to POMA (1980), it is very difficult to determine the number of collectors of black arks, due to the fact that:

- natural banks constitute an open system
- there is no adequate control of this activity
- the idiosyncrasy of the collectors.

INRENA (2001) indicates that, as it is not a permanent activity, it is easily abandoned in order to carry out others of greater profitability.

**CPUE (Extracted shells/work/extractor/day)**

The information obtained by the CL Tumbes, in the tidal channels and islands of the Puerto Pizarro mangroves, between January 2002 and December 2015, was used to analyze the relative abundance index (total extracted shells/work/extractor/day= ct/f/e/d).

The total shells item is composed of approximately 84% of black arks and 16% of brown arks. Figure 13 shows the annual fluctuation of the ct/f/e/d and shows that there were increases, which were possibly generated by better environmental conditions and/or by the breeding ban. When analyzing the effort exerted in the extraction of *A. tuberculosa* and *A. similis* separately, the modes were similar.

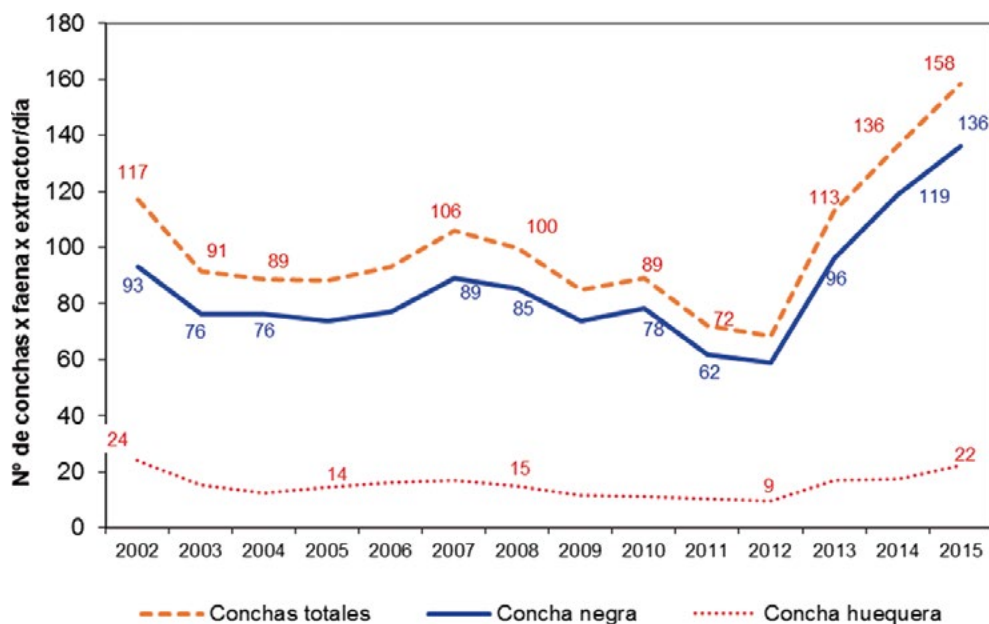


Figura 13.- Evolución de la abundancia relativa (CPUE) de los principales bivalvos comerciales de los manglares de Puerto Pizarro. 2002 – 2015

Figure 13. Evolution of the relative abundance (CPUE) of the main commercial bivalves of the Puerto Pizarro mangroves. 2002 – 2015

Se asume que el incremento en la CPUE durante los últimos años, también podría deberse a los efectos positivos de El Niño 2010 y a las condiciones cálidas registradas a partir del 2013, que posibilitaron la mayor abundancia del recurso, tal como lo indican BORDA y CRUZ (2004) quienes evidenciaron que *la precipitación y la temperatura superficial del mar influyeron en el aumento de las capturas con un desfase de 17 y 20 meses, respectivamente*, aunque también indicaron que durante el evento El Niño extraordinario 1997-1998, se registró un descenso de las capturas.

CÓRDOVA (1968) determinó que *en los canales de marea Puerto Pizarro y El Bendito, entre los años 1965 y 1966, la extracción promedio fue de 294 y 262 ct/f/e/d, respectivamente*. POMA (1980) indicó que *el promedio fue de 206 ct/f/e/d y que en 1978 fue 250 ct/f/e/d*. INRENA (2007) concluyó que *la extracción varió entre 75 y 100 ct/f/e/d*. Para el 2011 y 2012 las cifras según LC Tumbes fueron de 72 y 68 ct/f/e/d, respectivamente y del 2013 al 2015 se registraron incrementos progresivos de 113 a 158 ct/f/e/d, respectivamente (Tabla 6, Fig. 14).

It is assumed that the increase in CPUE in recent years could also be due to the positive effects of the El Niño 2010 and to the warm conditions recorded since 2013, which enabled the greater abundance of the resource, as indicated by BORDA & CRUZ (2004) who evidenced that precipitation and sea surface temperature influenced the increase in catches with a lag of 17 and 20 months, respectively, although they also indicated that during the extraordinary El Niño event 1997-1998, a decrease in catches was recorded.

CÓRDOVA (1968) determined that *between 1965 and 1966, in Puerto Pizarro and El Bendito tidal channels, the mean extraction was 294 and 262 ct/f/e/d, respectively*. POMA (1980) indicated that *the mean was 206 ct/f/e/d and that in 1978 it was 250 ct/f/e/d*. INRENA (2007) concluded that *extraction varied between 75 and 100 ct/f/e/d*. For 2011 and 2012, the figures according to CL Tumbes were 72 and 68 ct/f/e/d, respectively, and from 2013 to 2015, there were progressive increases from 113 to 158 ct/f/e/d, respectively (Table 6, Fig. 14).

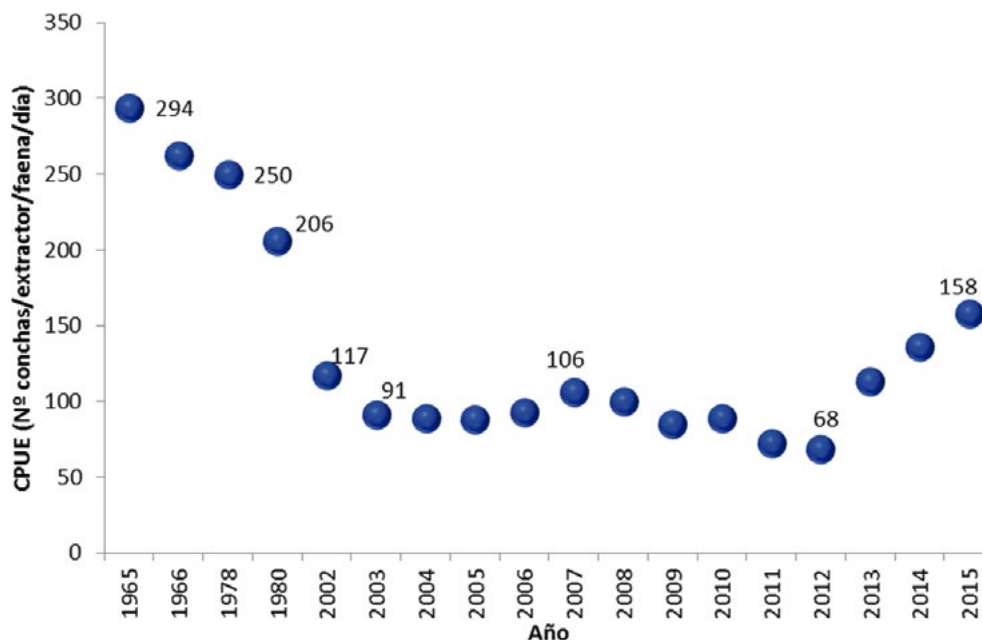


Figura 14.- Evolución anual de la abundancia relativa (CPUE) del recurso concha (negra y huequera) en los manglares. 1965-2015

Figure 14. Annual evolution of relative abundance (CPUE) of the shell resource (*A. tuberculosa* and *A. similis*) in mangroves. 1965-2015

Tabla 6.- Captura por unidad de esfuerzo de conchas en Tumbes. 1965-2015

Table 6. Catch per unit of effort of shells in Tumbes. 1965-2015

Año	Autor	CPUE conchas/extractor/faena/día shells/extractor/work/day
1965	Córdova (1968)	294
1966	Córdova (1968)	262
1978	Poma (1981)	250
1980	Poma (1981)	206
2002	LC Tumbes	117
2003	LC Tumbes	91
2004	LC Tumbes	89
2005	LC Tumbes	88
2006	LC Tumbes	93
2007	LC Tumbes	106
2007	INRENA	75 a 100
2008	LC Tumbes	100
2009	LC Tumbes	85
2010	LC Tumbes	89
2011	LC Tumbes	72
2012	LC Tumbes	68
2013	LC Tumbes	113
2014	LC Tumbes	136
2015	LC Tumbes	158

Tabla 7.- Estadísticos descriptivos de la longitud valvar de concha negra en el ecosistema de manglares de Puerto Pizarro, Tumbes. 1995-2015

Table 7. Descriptive statistics on the black ark's valvar length in the Puerto Pizarro mangrove ecosystem, Tumbes. 1995-2015

Año	Nº Ejemplares Specimens	Longitud valvar / Valve length (mm)					D. S.	Var
		Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Media Mean	Moda Mode	≥TME (%)		
1995	11.322	30	68	46,5	45		5,5	
1996	13.900	35	79	47,2	41, 49	67,1	5,1	
1997	8.052	30	79	48,5	45, 49	73,0	6,2	
1998	9.851	18	88	46,5	45, 47, 40	61,8	6,9	48,0
1999	7.407	29	90	45,2	45, 47, 40	54,2	5,7	32,7
2000	7.708	26	73	45,9	45, 40, 50	60,1	5,1	26,4
2001	11.628	28	71	46,3	45, 48, 38	61,5	6,2	38,4
2002	13.930	31	88	46,0	45, 40, 48	54,8	6,8	46,6
2003	14.621	30	77	45,6	45, 40	52,9	6,4	40,8
2004	16.309	30	80	43,6	45, 40, 38	40,6	5,7	32,4
2005	15.195	23	75	44,1	40, 45	42,9	6,0	35,9
2006	32.315	22	72	42,8	40, 45, 38	35,5	5,8	33,6
2007	40.494	28	72	42,1	40, 38	30,2	5,8	33,5
2008	27.902	8	69	41,8	40, 38	29,0	5,7	32,7
2009	11.785	28	64	42,4	40, 45	33,7	6,2	38,4
2010	10.922	27	60	42,5	40, 45	35,2	6,3	39,7
2011	6.116	8	71	41,3	40, 38	23,9	5,0	25,2
2012	6.263	26	62	40,6	38, 40	20,1	4,8	23,1
2013	5.193	20	62	40,5	40	18,8	4,9	23,8
2014	5.065	16	61	41,0	40	19,4	4,6	21,2
2015	5.810	11	61	40,5	40	20,0	4,9	24,0

Nota: Información de Puerto Pizarro años 1995 a 2005 y del 2009 a 2015. Puerto Pizarro y Zarumilla años 2006 a 2008. No incluye datos de prospecciones en el ecosistema de manglar

Note: Information from Puerto Pizarro, from 1995 to 2005 and from 2009 to 2015. Puerto Pizarro and Zarumilla from 2006 to 2008. It does not include data from surveys in the mangrove ecosystem

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS****Estructura por tallas**

Los muestreos biométricos efectuados en Puerto Pizarro y de las muestras adquiridas a extractores en el período 1995-2015 (20 años), indican el marcado descenso de la longitud valvar (LV) de concha negra; en el caso de la talla media el decremento fue 12,9%. En el año 2015 la disminución en la extracción de ejemplares con tallas legales ( $\geq 45$  mm LV) fue 47,1%, mientras que el 80% correspondió a capturas con tallas ilegales ( $< 45$  mm LV) (Tabla 7, Figs. 15, 16).

Entre los años 1965 y 1966 CÓRDOVA (1968) registró promedios de 51,48 y 50,68 mm LV, en los manglares de Puerto Pizarro y El Bendito, por lo que se puede deducir que la disminución de las tallas medias de este recurso se acentuó entre los años 1995 y 2015 (12,9%), si los comparamos con el decremento verificado entre 1965 y 1995 (30 años) (9,7%).

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS****Structure by sizes**

The biometric samplings carried out in Puerto Pizarro and the samples acquired from extractors in the period 1995-2015 (20 years), indicate a noticeable decrease in the black ark's valve length (VL); in the case of the mean size, the decrease was 12.9%. In 2015, the decrease in the extraction of specimens with legal sizes ( $\geq 45$  mm VL) was 47.1%, while 80% corresponded to catches with illegal sizes ( $< 45$  mm VL) (Table 7, Figs. 15, 16).

Between 1965 and 1966, CÓRDOVA (1968) recorded averages of 51.48 and 50.68 mm VL, in the Puerto Pizarro and El Bendito mangroves, so it can be deduced that the decrease in the mean sizes of this resource was more pronounced between 1995 and 2015 (12.9%), if we compare them with the decrease verified between 1965 and 1995 (30 years) (9.7%).

Tabla 8.- Estadísticos descriptivos de la longitud valvar de concha huequera negra en el ecosistema de manglares de Puerto Pizarro, Tumbes. 1995-2015

Table 8. Descriptive statistics on the brown ark's valvar length in the Puerto Pizarro mangrove ecosystem, Tumbes. 1995-2015

Año Year	Nº ejemplares Specimens	Longitud valvar / Valve length (mm)						
		Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Media Mean	Moda Mode	TME (%)	D. S.	Var
1995	1561	33	65	49,4	50		4,5	
1996	1213	35	69	48,9	45, 49	80,2	4,3	
1997	921	35	69	48,4	45, 49	75,0	5,5	
1998	789	38	62	48,9	47, 50, 45	85,2	4,4	19,4
1999	1013	34	66	46,8	45, 48	68,9	4,4	19,5
2000	1242	36	68	47,3	45, 48	70,5	5,1	26,1
2001	2595	33	65	48,9	45, 47	79,1	5,6	31,5
2002	3640	34	68	47,9	45, 50, 48	68,4	6,2	38,6
2003	2905	34	68	47,8	45, 48, 50	67,3	6,2	38,4
2004	2717	32	60	44,5	45, 42, 40	50,1	4,4	19,1
2005	3204	29	65	45,4	45, 40	55,1	5,3	27,9
2006	6866	28	62	43,9	45, 40	42,9	4,8	23,0
2007	7862	30	66	44,3	42, 40, 45	45,6	5,1	25,5
2008	4934	29	60	43,8	40, 44, 42	42,0	4,7	22,2
2009	1890	33	59	44,4	45, 43, 40	48,5	4,7	22,4
2010	1557	31	58	44,1	45, 42, 40	47,1	4,4	19,6
2011	1046	32	58	44,4	45, 40	49,7	4,7	22,5
2012	978	29	56	43,0	43, 45, 39	37,0	4,8	23,0
2013	833	29	62	43,1	46, 43	44,5	5,6	31,8
2014	713	15	58	43,5	45, 38	50,9	5,8	33,5
2015	890	8	62	41,7	40, 45	33,5	5,8	33,7

Nota: Información de Puerto Pizarro años 1995 a 2005 y del 2009 a 2015. Puerto Pizarro y Zarumilla años 2006 a 2008. No incluye datos de prospecciones en el ecosistema de manglar

Note: Information from Puerto Pizarro, 1995 to 2005 and from 2009 to 2015. Puerto Pizarro and Zarumilla, 2006 to 2008. It does not include data from surveys in the mangrove ecosystem

Ente los años 1995 y 2015 el porcentaje de disminución de la talla media de la concha huequera fue de 15,6%. El porcentaje de disminución de ejemplares capturados con talla legal fue 46,7%. En el 2015 el porcentaje de ejemplares menores a la talla mínima de extracción alcanzó a 66,5% (Tabla 8, Figs. 15, 16).

Between 1995 and 2015, the percentage decrease in the mean size of the brown ark was 15.6%. The percentage decrease of specimens caught with legal size was 46.7%. In 2015, the percentage of specimens smaller than the minimum extraction size reached 66.5% (Table 8, Figs. 15, 16).

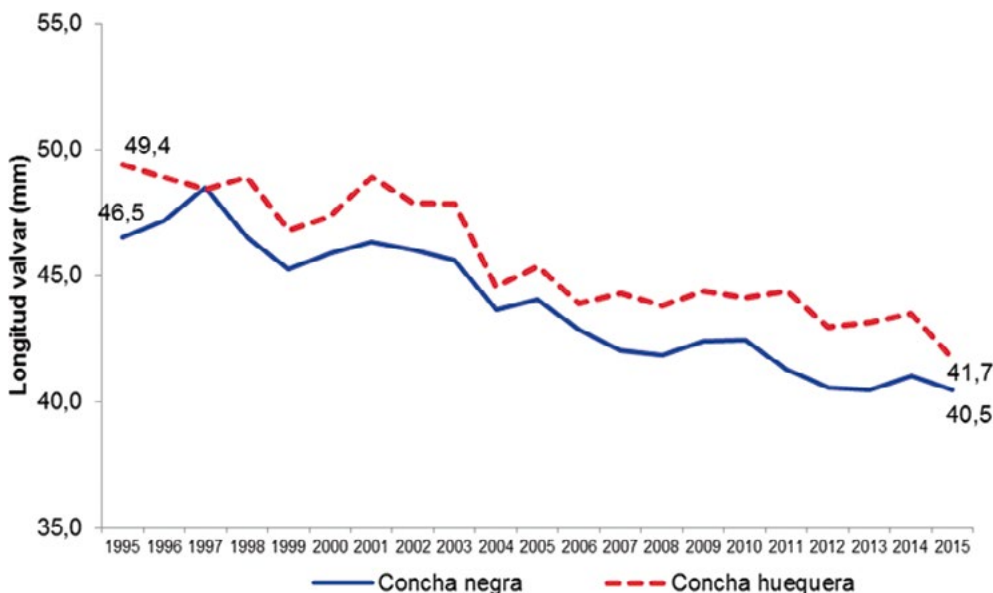


Figura 15.- Evolución de longitud valvar media de los principales bivalvos extraídos en el ecosistema de manglares de Puerto Pizarro, Tumbes. 1995-2015

Figure 15. Evolution of mean valve length of the main bivalves extracted in the Puerto Pizarro mangrove ecosystem, Tumbes. 1995-2015

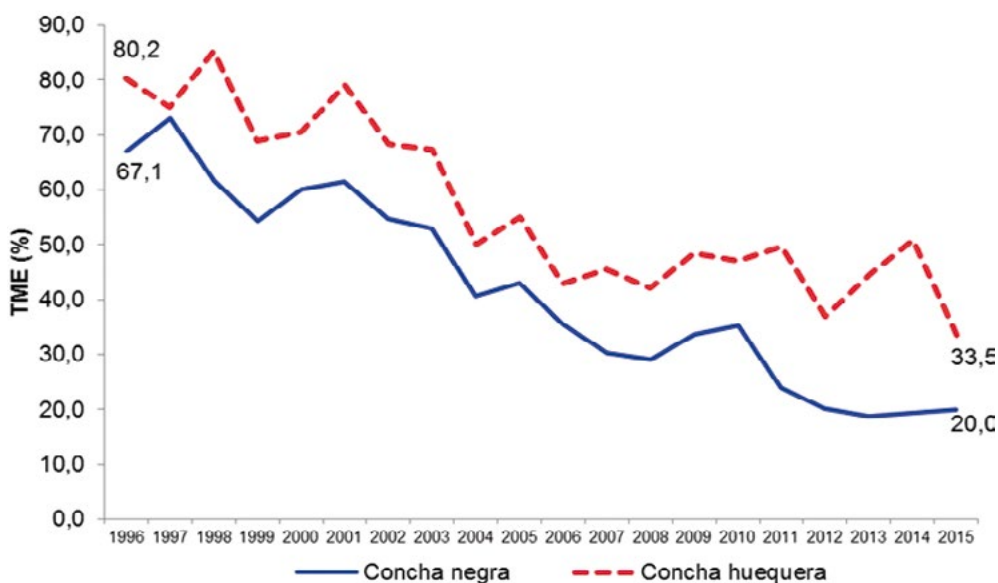


Figura 16.- Evolución del % de ejemplares con tallas legales de extracción ( $\geq 45$  mm LV) de conchas negras extraídas en el ecosistema de manglares de Puerto Pizarro, Tumbes. 1996-2015

Figure 16. Evolution of the % of black ark specimens with legal extraction sizes ( $\geq 45$  mm VL) extracted in the Puerto Pizarro mangrove ecosystem, Tumbes. 1996-2015

### Proporción sexual

De 73.337 conchas negras examinadas, 44.121 (60,2%) fueron hembras y 29.216 (39,8%) machos (Tabla 9, Fig. 17). Además, se encontraron 3.874 ejemplares con sexo no definido y 65 hermafroditas. La proporción sexual durante el período evaluado (1996–2015) favoreció a las hembras (Test  $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ).

En el caso de concha huequera de 10.571 ejemplares examinados, 5.925 (56,0%) fueron hembras y 4.646 (44,0%) machos (Tabla 10, Fig. 17). Además, se encontraron 487 individuos con sexo no definido y dos hermafroditas.

La proporción sexual global fue diferente a la esperada (1 M: 1H), favoreciendo ligeramente a las hembras (Test  $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ). En la mayoría de años evaluados la tendencia fue similar a excepción de 1998, 2008, 2009, 2010 y 2015, en los que no hubo diferencias, siendo la proporción cercana a la esperada.

Tabla 9.- Proporción sexual de concha negra en manglares de Tumbes. 1996-2015

Table 9. Sexual ratio of the black ark in the Tumbes mangroves. 1996-2015

Año Year	Hembras Females	Machos Males	Proporción Ratio
1996	1.356	647	2,1:1
1997	1.403	635	2,2:1
1998	2.948	1.591	1,9:1
1999	1.994	1.134	1,8:1
2000	1.997	1.039	1,9:1
2001	2.330	1.327	1,8:1
2002	1.657	1.059	1,6:1
2003	1.134	849	1,3:1
2004	1.602	1.200	1,3:1
2005*	2.036	1.365	1,5:1
2006	4.566	3.469	1,3:1
2007*	6.464	4.460	1,4:1
2008	3.945	2.831	1,4:1
2009*	1.389	976	1,4:1
2010	867	527	1,6:1
2011*	1.493	948	1,6:1
2012*	1467	998	1,5:1
2013*	1495	1274	1,2:1
2014*	1999	1434	1,4:1
2015*	1979	1453	1,4:1
Total	44.121	29.216	1,5:1

\*Incluye datos de prospecciones

\*Surveys data included

### Sex ratio

There were 73,337 examined black arks. A total of 44,121 (60.2%) were females and 29,216 (39.8%) were males (Table 9, Fig. 17). In addition, there were 3,874 specimens with undefined sex and 65 hermaphrodites. The sex ratio in the assessed period (1996 - 2015) favored females (Test  $\chi^2$ ;  $p < 0.05$ ).

In the case of the brown ark, out of 10,571 examined specimens, a total of 5,925 (56.0%) were females and 4,646 (44.0%) were males (Table 10, Fig. 17). In addition, 487 individuals with undefined sex and two hermaphrodites were found.

The overall sex ratio was different than expected (1 M: 1F), slightly favoring females (Test  $\chi^2$ ;  $p < 0.05$ ). In most of the assessed years, the mode was similar except for 1998, 2008, 2009, 2010, and 2015, when there were no differences and the ratio was close to that expected.

Tabla 10.- Proporción sexual de concha huequera en manglares de Tumbes. 1996-2015

Table 10. Sexual ratio of the brown ark in the Tumbes mangroves. 1996-2015

Año Year	Hembras Females	Machos Males	Proporción Ratio
1996	271	132	2,1:1
1997	244	122	2,0:1
1998	165	134	1,2:1
1999	355	196	1,8:1
2000	444	284	1,6:1
2001	354	277	1,3:1
2002	313	200	1,6:1
2003	287	238	1,2:1
2004	477	332	1,4:1
2005*	633	505	1,3:1
2006	1.122	986	1,1:1
2007*	966	788	1,2:1
2008	526	465	1,1:1
2009*	283	241	1,2:1
2010	123	103	1,2:1
2011*	244	192	1,3:1
2012*	298	224	1,3:1
2013*	358	274	1,3:1
2014*	400	320	1,3:1
2015*	325	342	1,0:1
Total	5.925	4.646	1,3:1

\*Incluye datos de prospecciones

\*Surveys data included



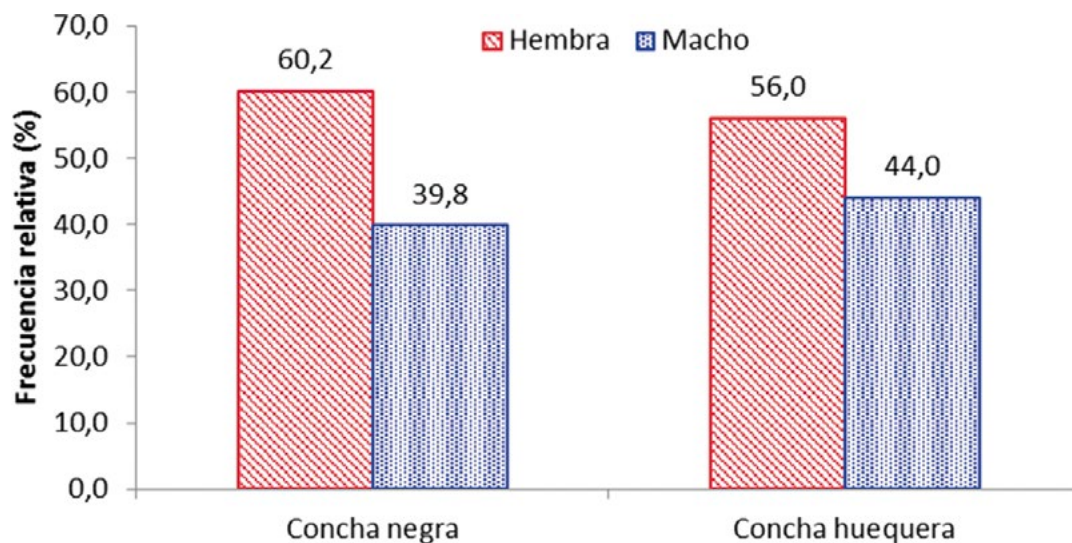


Figura 17.- Proporción sexual de conchas negra y huequera en manglares de Tumbes. 1996-2015

Figure 17. Sexual ratio of *A. tuberculosa* and *A. similis* in the Tumbes mangroves. 1996-2015

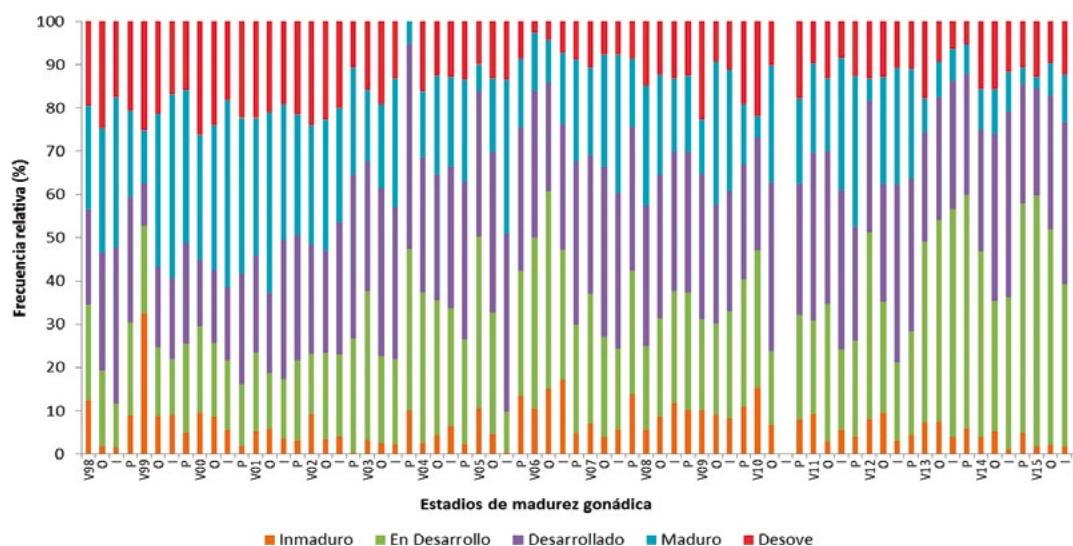


Figura 18.- Evolución estacional de los estadios de madurez gonádica en ejemplares hembras de *A. tuberculosa* en el ecosistema de manglares de Tumbes. 1998-2015

Figure 18. Seasonal evolution of gonadal maturity stages in females of *A. tuberculosa* in the Tumbes mangrove ecosystem. 1998-2015

### Aspectos reproductivos

**Ciclo reproductivo.-** Las conchas negra y huequera desovan durante todo el año. Se ha constatado que en las estaciones de verano y otoño el desove es más intenso (Fig. 18). Estos resultados tienen relación con lo obtenido por AYALA (2011) quien determinó, en Ecuador, que la actividad reproductiva de *A. tuberculosa* presenta una condición muy variable, con individuos maduros y en desove durante todo el año.

### Reproductive aspects

**Breeding cycle.-** *A. tuberculosa* and *A. similis* spawn throughout the year. It has been observed that in the summer and autumn seasons spawning is more intense (Fig. 18). These results are related to what was obtained by AYALA (2011) who, in Ecuador, determined that the breeding activity of black ark presents a very variable condition, with mature and spawning individuals throughout the year.

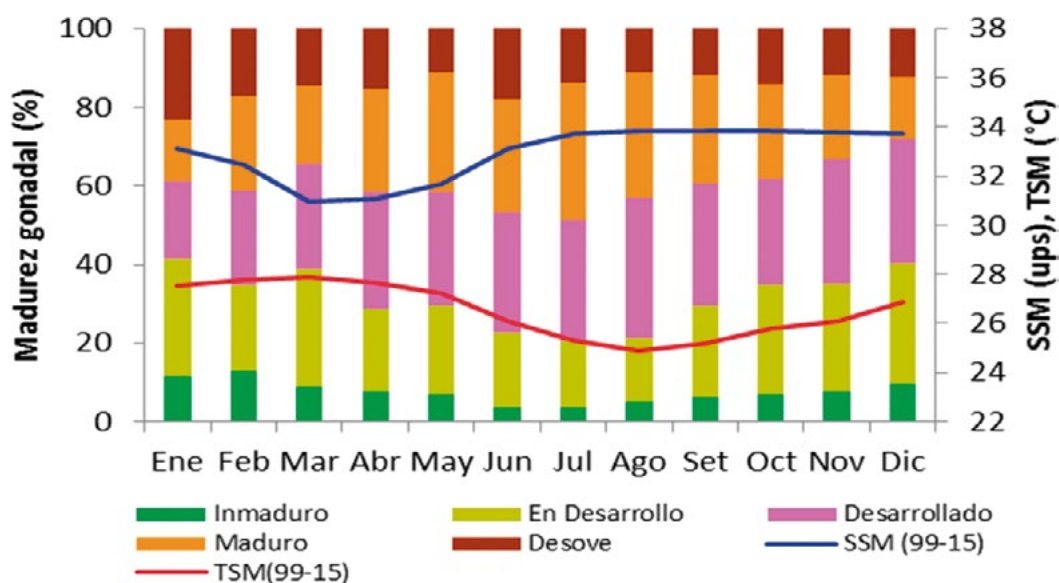


Figura 19.- Evolución mensual de los estadios de madurez gonádica en hembras de *A. tuberculosa*, y promedios mensuales de temperatura y salinidad superficial. 1999 – 2015

Figure 19. Monthly evolution of the gonadal maturity stages in females of *A. tuberculosa*, and monthly averages of surface temperature and salinity. 1999 – 2015

Al integrar los datos mensuales de madurez gonadal en hembras de *A. tuberculosa*, durante el período 1999 – 2015, para evitar sesgos se eliminaron de los cálculos los años 1997 - 1998 (Niño extraordinario) y los años que no tuvieron la serie de madurez gonadal mensual completa; se asumió un “año virtual” o “artificial”, siguiendo la metodología de WRIGHT-LÓPEZ *et al.* (2009). Al correlacionar esta información con los promedios multianuales de temperatura superficial del mar (TSM) y salinidad superficial del mar (SSM), observamos dos picos máximos de desove, ubicándose el principal en enero (verano) y el segundo en junio (otoño). El primero de ellos coincide con la temporada lluviosa y la disminución de la salinidad y el segundo con el incremento de la salinidad y disminución de la temperatura; al respecto PÉREZ (2005), en México, indicó que *el cambio de temperatura operaría como un disparador del desove de A. tuberculosa, al observar el incremento de individuos en desove cuando ésta disminuye* (Fig. 19); mientras que CRUZ (1984) en Costa Rica, observó que *la gametogénesis activa de A. tuberculosa, aparentemente está marcada por un decrecimiento de la salinidad y el desove por las altas salinidades.*

When integrating the monthly data of gonadal maturity in females of *A. tuberculosa*, in the period 1999 - 2015, in order to avoid biases, the years 1997 - 1998 (Extraordinary El Niño) and the years that did not have the complete monthly gonadal maturity series were removed from the estimates; a “virtual” or “artificial” year was assumed, based on the methodology of WRIGHT-LÓPEZ *et al.* (2009). By correlating this information with the multiannual averages of sea surface temperature (SST) and sea surface salinity (SSS), we observed two maximum spawning peaks, with the main peak occurring in January (summer) and the second in June (autumn). The first one coincides with the rainy season and the decrease of salinity and the second one with the increase of salinity and decrease of temperature; in this regard. PÉREZ (2005) in Mexico, indicated that *the temperature change would operate as a trigger of the spawning of A. tuberculosa, when observing the increase of individuals in spawning when it decreases* (Fig. 19); while CRUZ (1984) in Costa Rica, observed that *the active gametogenesis of A. tuberculosa, is apparently influenced by a decrease of salinity and spawning by the high salinity.*

Al integrar los estadios II, III y IV en el estadio "madurante" y representarlos con los estadios I (inmaduro) y V (desovado), se observa el marcado descenso de los ejemplares "madurantes" y el incremento de los ejemplares "desovados" en el mes de enero; también se observa un pico de desove secundario en junio y otro, de menor magnitud, en octubre (Fig. 20).

By integrating stages II, III, and IV in the "maturing" stage and by representing them with stages I (immature) and V (spawned), we observe a noticeable decrease in the "maturing" specimens and an increase in the "spawned" specimens in January; we also observe a secondary spawning peak in June and another, of lesser magnitude, in October (Fig. 20).

Por lo expuesto, el principal período reproductivo de *A. tuberculosa*, se ubicaría entre los meses de noviembre y febrero, coincidiendo con AYALA (2011) quien identificó el período de noviembre a febrero como la principal época reproductiva de la especie en Ecuador, localidad situada aproximadamente a 45 km de Tumbes. BORDA y CRUZ (2004) informaron que la especie se reproduce todo el año en el Pacífico colombiano, pero con una época principal de maduración en noviembre y febrero (final del otoño y verano en el hemisferio norte). PÉREZ (2005) observó que la población de *A. tuberculosa* registró la mayor actividad desovante en mayo-junio (primavera) y noviembre-diciembre (otoño) en el estero Santo Domingo, México, que coincide con los principales períodos de desove reportados en Punta Arenas, Costa Rica (CRUZ 1984).

In view of the above mentioned, the main breeding period of *A. tuberculosa* would be between November and February, coinciding with AYALA (2011) who identified the period from November to February as the main breeding period of the species in Ecuador, a place located at approximately 45 km from Tumbes. BORDA & CRUZ (2004) reported that the species breeds throughout the year in the Colombian Pacific, but with a main maturation season in November and February (late autumn and summer in the northern hemisphere). PÉREZ (2005) observed that the *A. tuberculosa* population recorded the highest spawning activity in May-June (spring) and November-December (autumn) in Mexico, which coincide with the main spawning periods reported in Costa Rica (CRUZ 1984).

GARCÍA-DOMÍNGUEZ *et al.* (2008) indicaron que en México, la reproducción de *A. tuberculosa*, se presentó prácticamente todo el año 1998, aunque con dos períodos masivos de emisión de gametos, el primero de enero a marzo (invierno) y el segundo de setiembre a diciembre (otoño).

GARCÍA-DOMÍNGUEZ *et al.* (2008) indicated that in Mexico, the breeding of *A. tuberculosa* occurred practically throughout 1998, although with two massive periods of gametes emission, the first from January to March (winter) and the second from September to December (autumn).

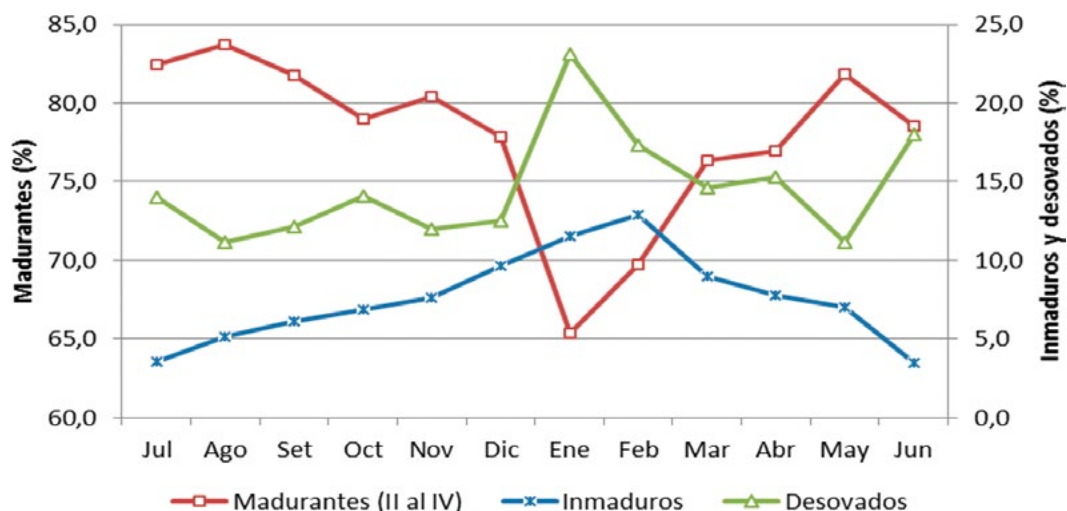


Figura 20.- Evolución mensual de los estadios madurante, inmaduro y desovado en hembras de *A. tuberculosa*. 1999 – 2015

Figure 20. Monthly evolution of the mature, immature and spawning stages in females of *A. tuberculosa*. 1999 - 2015

ORDINOLA *et al.* (2013) advirtieron un pico principal de desove de hembras de concha negra en febrero y otro secundario de menor intensidad en los meses de junio y julio del 2007.

LUCERO-RINCÓN *et al.* (2013) concluyeron en que las variaciones ambientales relacionadas a la temperatura, pluviosidad y la salinidad, en las diferentes áreas de manglar del Pacífico americano, influyen en las variaciones de las épocas de maduración de *A. tuberculosa*.

### Relación longitud peso

Los recursos concha negra y huequera presentan un crecimiento de tipo isométrico al encontrarse cercano a tres el coeficiente "b" (Tablas 11, 12).

En la figura 21, se nota variación en los pesos estimados durante el período evaluado para la talla mínima de extracción (45 mm LV). En el año 2006 *A. tuberculosa* presentó los pesos más bajos del período con 23,4 y 23,3 g para machos y hembras, respectivamente, probablemente relacionado con

Tabla 11.- Evolución multianual de los coeficientes de la regresión peso – longitud de concha negra. 1998-2015

Table 11. Multi-annual evolution of the weight - length regression coefficients of the black ark. 1998-2015

Años Years	A	b	r	Nº ejempl. Nº spec.
1998	1,85 x 10 <sup>-4</sup>	3,097	0,93	4.747
1999	2,14 x 10 <sup>-4</sup>	3,060	0,93	3.841
2000	1,82 x 10 <sup>-4</sup>	3,105	0,94	3.419
2001	1,55 x 10 <sup>-4</sup>	3,144	0,95	4.039
2002	1,61 x 10 <sup>-4</sup>	3,139	0,92	2.889
2003	1,55 x 10 <sup>-4</sup>	3,145	0,95	2.189
2004	1,48 x 10 <sup>-4</sup>	3,166	0,95	3.163
2005	2,13 x 10 <sup>-4</sup>	3,062	0,93	4.046
2006	1,63 x 10 <sup>-4</sup>	3,120	0,94	8.832
2007	2,63 x 10 <sup>-4</sup>	3,011	0,93	12.634
2008	1,27 x 10 <sup>-4</sup>	3,196	0,95	6.776
2009	1,82 x 10 <sup>-4</sup>	3,103	0,95	3.443
2010	1,16 x 10 <sup>-4</sup>	3,218	0,95	2.040
2011	1,82 x 10 <sup>-4</sup>	3,096	0,90	3.110
2012	1,57 x 10 <sup>-4</sup>	3,141	0,91	2.465
2013	1,69 x 10 <sup>-4</sup>	3,119	0,94	2.769
2014	1,93 x 10 <sup>-4</sup>	3,081	0,90	3.433
2015	3,86 x 10 <sup>-4</sup>	2,902	0,91	3.432

ORDINOLA *et al.* (2013) noted the main spawning peak of females of black ark in February and a secondary one of lower intensity in June and July 2007.

LUCERO-RINCÓN *et al.* (2013) concluded that environmental variations related to temperature, rainfall, and salinity in the different mangrove areas of the American Pacific influence the variations of *A. tuberculosa* maturation seasons.

### Weight/length ratio

*A. tuberculosa* and *A. similis* resources show isometric growth as the coefficient "b" is close to three (Tables 11, 12).

Figure 21 shows the variation in the estimated weights during the assessed period for the minimum extraction size (45 mm VL). In 2006, *A. tuberculosa* presented the lowest weights of the period with 23.4 and 23.3 g for males and females, respectively, which was probably related to the

Tabla 12.- Evolución multianual de los coeficientes de la regresión peso-longitud de concha huequera. 1998-2015

Table 12. Multi-annual evolution of the weight - length regression coefficients of the brown ark. 1998-2015

Años Years	A	b	r	Nº ejempl. Nº spec.
1998	1,56 x 10 <sup>-4</sup>	3,061	0,85	299
1999	1,07 x 10 <sup>-4</sup>	3,185	0,91	578
2000	0,98 x 10 <sup>-4</sup>	3,203	0,86	728
2001	1,30 x 10 <sup>-4</sup>	3,122	0,90	667
2002	0,79 x 10 <sup>-4</sup>	3,258	0,93	513
2003	0,64 x 10 <sup>-4</sup>	3,315	0,93	525
2004	1,35 x 10 <sup>-4</sup>	3,121	0,88	949
2005	1,20 x 10 <sup>-4</sup>	3,145	0,90	1.144
2006	1,35 x 10 <sup>-4</sup>	3,105	0,89	2.213
2007	4,20 x 10 <sup>-4</sup>	2,817	0,86	1.815
2008	0,93 x 10 <sup>-4</sup>	3,205	0,91	991
2009	1,77 x 10 <sup>-4</sup>	3,043	0,89	565
2010	0,55 x 10 <sup>-4</sup>	3,340	0,92	252
2011	2,75 x 10 <sup>-4</sup>	2,921	0,86	543
2012	1,06 x 10 <sup>-4</sup>	3,175	0,88	522
2013	1,99 x 10 <sup>-4</sup>	3,017	0,88	632
2014	1,26 x 10 <sup>-4</sup>	3,126	0,85	720
2015	2,29 x 10 <sup>-4</sup>	2,971	0,84	667

las anomalías negativas registradas durante el segundo semestre del 2005 e inicios del 2006, así como con la ocurrencia del evento El Niño (EN) a partir del segundo semestre del 2006. Cabe indicar que este comportamiento no fue observado durante El Niño 1998-1999, a pesar de su mayor intensidad. *A. similis*, registró el mismo comportamiento, pero se reportaron pesos mínimos en 1998, 2006, 2008 y 2010, los que podrían tener relación con los períodos cálidos (EN) (Fig. 22).

negative anomalies recorded during the second semester of 2005 and early 2006, as well as to the occurrence of the El Niño event (EN) from the second semester of 2006. It should be noted that this behavior was not observed during the El Niño 1998-1999, despite its greater intensity. *A. similis*, recorded the same behavior, but minimum weights were reported in 1998, 2006, 2008, and 2010, which could be related to warm periods (EN) (Fig. 22).

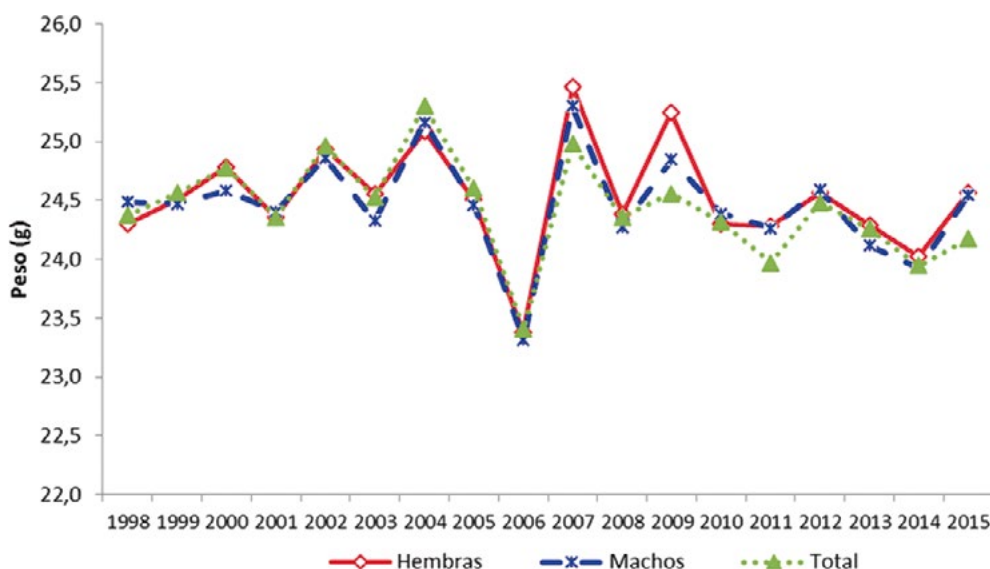


Figura 21.- Evolución anual de los pesos estimados para la talla de 45 mm LV en *A. tuberculosa*, 1998-2015  
 Figure 21. Annual evolution of the estimated weights for 45 mm VL size in *A. tuberculosa*, 1998-2015

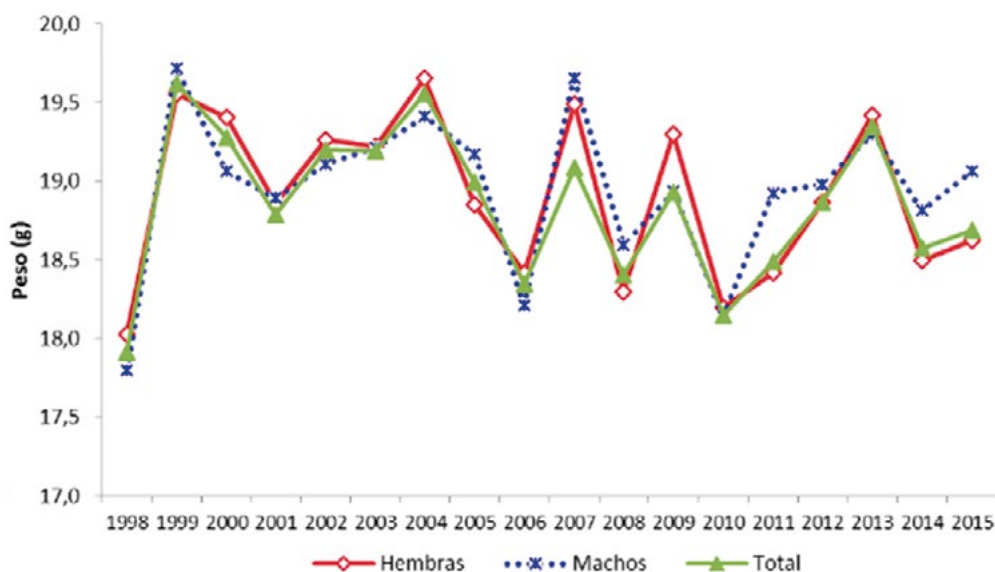


Figura 22.- Evolución anual de los peso estimados para la talla de 45 mm LV en *A. similis*, 1998-2015  
 Figure 22. Annual evolution of the estimated weights for 45 mm VL size in *A. similis*, 1998-2015

## ASPECTOS POBLACIONALES

**Densidad media.-** Con el transcurso de los años se han efectuado estudios para conocer las densidades de estos recursos ya sea en la totalidad del ecosistema de manglares de Tumbes, en algunos canales de marea o islas, o en el Área Natural Protegida –ANP– Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT).

En todos ellos se utilizó el método del área barrida, y si bien en la mayoría de estudios no se investigaron todos los ecosistemas de manglares al no evaluarse algunos canales de marea ubicados al sur (Corrales, Lagartera, Chérrez, entre otros), sí presentan amplia cobertura y representatividad del hábitat de conchas negras y huequeras.

Un resumen de las densidades promedio obtenidas en diferentes prospecciones en Tumbes (no todas publicadas) se muestran en las Tablas 13 y 14, y se observa la disminución de abundancia, tanto en *A. tuberculosa* (-48%) los últimos 35 años, como en *A. similis* (-71,4%) en los últimos 19 años, claro indicativo de la sobreexplotación a la que están sometidas.

**Distribución y concentración en los bancos naturales.-** Entre los años 2005 a 2015, el LC Tumbes, efectuó siete prospecciones biológico poblacionales en el ecosistema manglar de Tumbes para evaluar los recursos concha negra y concha huequera, desde el canal Internacional, en el límite norte con el Ecuador, hasta el canal de marea La Chepa en el sur.

El ambiente estuarino del ecosistema manglar es muy dinámico, afectado por el ciclo de las mareas, caudal de ríos próximos, salinidad del agua, sólidos en suspensión, senescencia y caída de las hojas, tipo de árboles de mangle, entre otros que pueden afectar la textura de los suelos de un lugar a otro, haciéndolos más o menos propicios para el desarrollo de las dos especies de *Anadara*.

Analizando la información de densidades medias de los últimos ocho años, se ha determinado que los principales bancos naturales de concha negra se ubican cercanos a los canales de marea e islas ubicados en Zarumilla y Puerto Pizarro (Tabla 15).

## POPULATION ASPECTS

**Mean density.-** Over the years, surveys have been conducted to determine the densities of these resources either in the entire Tumbes mangrove ecosystem, in some tidal channels or islands, or in the Protected Natural Area -PNA- Los Manglares de Tumbes National Sanctuary (SNLMT).

In all of them, the swept area method was applied, by using squares of a known area to determine the number of m<sup>-2</sup> organisms, and although in most surveys not all the mangrove ecosystems were studied because some tidal channels located to the south were not assessed (Corrales, Lagartera, Chérrez, among others), they do present wide coverage and representativeness of the habitat of *A. tuberculosa* and *A. similis*.

A summary of the mean densities obtained in different surveys in Tumbes (not all published) are shown in Tables 13 and 14, and the decrease in abundance is observed, both in *A. tuberculosa* (-48 %) in the last 35 years, and in *A. similis* (-71.4 %) in the last 19 years, a clear indication of the overexploitation undergone by them.

**Distribution and concentration in natural banks.-** Between 2005 and 2015, the CL Tumbes conducted seven biological-population surveys in the Tumbes mangrove ecosystem to assess *A. tuberculosa* and *A. similis* resources, from the International Channel, on the northern border with Ecuador, to the La Chepa tidal channel in the south.

The estuarine environment of the mangrove ecosystem is very dynamic, affected by the cycle of tides, flow of nearby rivers, water salinity, suspended solids, senescence and fall of leaves, type of mangrove trees, among others that can affect the texture of soils from one place to another, making them more or less conducive to the development of the two *Anadara* species.

By analyzing the information on mean densities of the last eight years, it has been determined that the main natural banks of the black ark are located near the tidal channels and islands located in Zarumilla and Puerto Pizarro (Table 15).

Tabla 13.- Densidades medias de *A. tuberculosa* reportadas en el ecosistema de manglares de Tumbes. 1980-2015Table 13. Mean densities of *A. tuberculosa* reported in the Tumbes mangrove ecosystem. 1980-2015

Año Year	Autor Author	Institución Institution	Lugares Locations	Densidad media (ind m <sup>-2</sup> ) Mean density
1980	Poma 1981	Min. Pesquería Min. of Fisheries	Pto. Pizarro y Zarumilla	2,5
1996	Malca <i>et al.</i> 1996	Pronaturaleza	SNLMT y ZA	2,5
2002	Mendoza 2002	U. Nac. Tumbes	Pto. Pizarro y Zarumilla	0,3
2005	Malca 2005	INRENA	SNLMT y ZA	1,4
2005	Luque y Domínguez 2005	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,3
2005	Luque <i>et al.</i> 2005	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,6
2007	Ordinola <i>et al.</i> 2010a	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,3
2009	MEDA 2009	MEDA	SNLMT y ZA	0,9
2009	Ordinola <i>et al.</i> 2010b	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,6
2009	Malca 2009	MEDA	SNLMT y ZA	0,4
2010	MEDA (2010)	MEDA	SNLMT y ZA	1,1
2011	Ordinola <i>et al.</i> 2012	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,2
2012	Ordinola <i>et al.</i> 2012	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,3
2013	Alemán <i>et al.</i> 2013	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,4
2014	Alemán <i>et al.</i> 2015	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,4
2015	Alemán <i>et al.</i> 2016 (en revisión)	LC Tumbes	Manglares Tumbes	1,3

Tabla 14.- Densidades medias de *A. similis* reportadas en el ecosistema de manglares de Tumbes. 1996-2015Table 14. Mean densities of *A. similis* reported in the Tumbes mangrove ecosystem. 1996-2015

Año Year	Autor Author	Institución Institution	Lugares Location	Densidad media (ind m <sup>-2</sup> ) Mean density
1996	Malca <i>et al.</i> 1996	Pronaturaleza	SNLMT y ZA	1,0
2005	Malca 2005	INRENA	SNLMT y ZA	0,3
2005	Luque <i>et al.</i> 2005	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,1
2007	Ordinola <i>et al.</i> 2008	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,6
2009	MEDA 2009	MEDA	SNLMT y ZA	0,2
2009	Ordinola <i>et al.</i> 2010	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,1
2009	Malca 2009	MEDA	SNLMT y ZA	0,04
2010	MEDA (2010)	MEDA	SNLMT y ZA	0,2
2011	Ordinola <i>et al.</i> 2012	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,3
2012	Ordinola <i>et al.</i> 2012	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,5
2013	Alemán <i>et al.</i> 2013	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,7
2014	Alemán <i>et al.</i> 2015	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,5
2015	Alemán <i>et al.</i> 2016 (en revisión)	LC Tumbes	Manglares Tumbes	0,4

Se ha identificado que los mayores bancos naturales en los manglares de Zarumilla se ubican en las islas Matapalo, Chalaquera y Correa y en los canales de marea El Gallo y Soledad.

Los valores de la densidad media han sido fluctuantes en las principales islas de Zarumilla. Isla Matapalo registró valores elevados en 2007,

It has been identified that the largest natural banks in the Zarumilla mangroves are located in the Matapalo, Chalaquera, and Correa islands, and in the El Gallo and Soledad tidal channels.

Mean density values have been fluctuating on the main islands in Zarumilla. Matapalo Island

Tabla 15.- Evolución de las densidades medias en los principales bancos naturales de concha negra en Tumbes. 2005 – 2015

Table 15. Evolution of mean densities in the main natural banks of the black ark in Tumbes. 2005 – 2015

Lugar Location	Canal de marea, isla / Tidal channel, island	2005	2007	2009	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio Mean
Zarumilla	Algarrobo	1,2	1,6	0,2	0,3	0,0	0,0	0,3	1,2	0,6
	Camaronos		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	El Bendito	0,3	1,3	0,7	0,4	0,7		1,4	1,3	0,9
	El Gallo	1,2	1,6	0,8	1,1	0,5	2,0	1,6	0,7	1,2
	Envidia	0,6	1,5	0,2	0,9	1,2	0,8	1,2	1,6	1,0
	Gallego	0,6	1,1	0,1	0,4	0,8	2,0	1,2	0,9	0,8
	Isla Chalaquera	0,6	2,5	0,7	1,3	2,0	4,0	1,3	0,7	1,5
	Isla Correa	0,9	2,1	0,5	1,9	1,9	1,2	1,3	1,1	1,4
	Isla Las Almejas	0,5	1,8	0,8	0,5	0,4	1,3	0,7	1,1	0,8
	Isla Matapalo	1,0	2,7	0,8	1,6	2,6	1,5	1,2	2,0	1,7
	Isla Roncal	0,6	1,9	0,7	1,3	0,8	1,5	1,4	1,0	1,1
	Juanito - Lagarto	0,5	2,6	0,3	0,9	1,2	1,0	0,8	1,2	1,0
	La Chinchana	0,0	0,5	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	1,2	0,3
	Matanzas		0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,3	0,2
	Soledad	0,2	1,9	1,4	3,8	2,2	3,8	1,8	0,6	1,8
	Zarumilla	0,8	0,9	0,0	2,1	0,3	1,8	0,6	0,9	0,8
Puerto Pizarro	Bajo Grande		0,8		2,0	2,8		1,6	0,8	1,7
	El Gato		1,0	0,0	0,8	2,2	3,3	1,6	1,8	1,7
	El Mocho	1,5	1,1	0,3	0,6	2,2	1,9	2,3	2,8	1,6
	El Potrero			1,4	2,1	2,2		1,7	2,0	1,8
	El Rio	0,5	0,8		0,2	0,0				0,3
	Isla del Amor	0,4		0,5	1,3	0,3	3,3	1,0	0,9	1,0
	Isla El Tanque	0,4	0,6		1,8	1,6	0,8	1,8	1,0	1,3
	Isla Las Garzas			3,3	2,4	2,4	1,3	1,8	0,8	2,1
	Isla Las Ratas			1,5	2,3	3,1	2,3	1,8	3,3	2,5
	Jelí	0,5	1,4	1,0	1,9	1,9	1,5	1,9	2,0	1,6
	La Ramada	0,9	1,9	0,2	1,7	3,4	2,1	2,4	2,0	1,9
Puerto Rico	0,9	0,7	0,1	1,8	1,8	3,3	2,3	2,4	1,5	
Corrales	Chérrez	0,0	0,0							0,0
	Corrales	0,3	0,9	0,1	0,4	0,2	0,3	0,8	0,5	0,4
	Hondo	0,0								0,0
	La Chepa		0,6			0,0	0,0	0,7	0,2	0,3
	Lagartera	0,1								0,1
	Palo Santo	1,1	1,5			0,0		1,3	0,7	0,9

2012 y 2015. Los bancos naturales importantes en esta isla, que han presentado valores altos están ubicados en el sector Corral de Coches (8,2 ind m<sup>-2</sup> – 2012) y Las Agujillas (6,8 ind m<sup>-2</sup> – 2012), isla Correa presentó máximos en 2007, 2011 y 2012. En los últimos años se han registrado densidades cercanas a 1 ind m<sup>-2</sup>, las más elevadas se han observado en el sector frente al estero Matapalo (3 ind m<sup>-2</sup> – 2007). Isla Chalaquera alcanzó el máximo valor en 2013, un banco importante se ubica frente a la isla Matapalo (3,2 ind m<sup>-2</sup> – 2012) (Fig. 23a).

registered high values in 2007, 2012, and 2015. The important natural banks on this island, which have presented high values, are located in the Corral de Coches sector (8.2 ind m<sup>-2</sup> – 2012) and Las Agujillas (6.8 ind m<sup>-2</sup> – 2012), Correa Island peaked in 2007, 2011, and 2012. In recent years, we have recorded densities close to 1 ind m<sup>-2</sup>, the highest has been observed in the sector off the Matapalo estuary (3 ind m<sup>-2</sup> – 2007). Chalaquera Island peaked in 2013, a major bank is located off Matapalo Island (3.2 ind m<sup>-2</sup> – 2012) (Fig. 23a).



El canal de marea Soledad registró valores elevados en 2011 y 2013. En el caso de El Gallo, registró el máximo valor en el 2013, para disminuir levemente el 2014 y 2015 (Fig. 23b).

The Soledad tidal channel registered high values in 2011 and 2013. In the case of El Gallo, the maximum value was recorded in 2013, with a slight decrease in 2014 and 2015 (Fig. 23b).

En los manglares de Puerto Pizarro destacaron los canales de marea Jelí, El Mocho, La Ramada, El Gato, isla Las Garzas (Los Pájaros) e isla Las Ratas. En Jelí, El Mocho y La Ramada, las densidades medias han presentado una tendencia positiva a través de los años, registrando valores máximos el año 2015 (Jelí y El Mocho) y el 2012 (La Ramada) (Fig. 24a). Isla Las Garzas por el contrario, presentó decremento en densidad durante el período evaluado y el mínimo valor se encontró en 2015. Isla Las Ratas al igual que El Gato registraron valores fluctuantes con máximos en 2015 para la primera y en 2013 para el segundo (Fig. 24b).

In the Puerto Pizarro mangroves, the Jelí, El Mocho, La Ramada, and El Gato tidal channels, Las Garzas Island (Los Pájaros) and Las Ratas Island stood out. In Jelí, El Mocho and La Ramada, mean densities have shown a positive mode over the years, by registering maximum values in 2015 (Jelí and El Mocho) and 2012 (La Ramada) (Fig. 24a). On the other hand, Las Garzas Island showed a decrease in density in the assessed period and the minimum value was found in 2015. Las Ratas Island, as well as El Gato, recorded fluctuating values with maximums in 2015 for the first and in 2013 for the second (Fig. 24b).

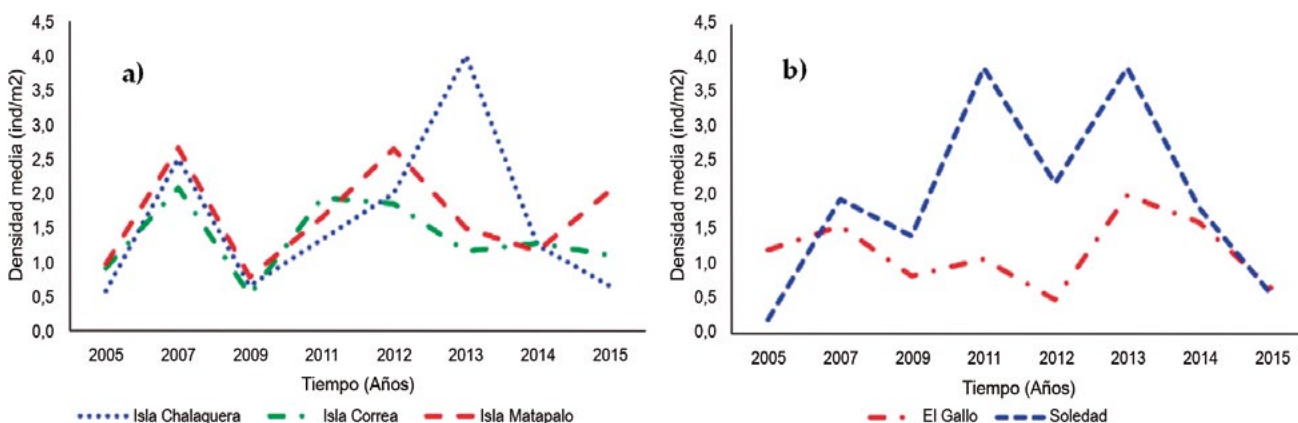


Figura 23.- Evolución de la densidad media de concha negra en manglares de Zarumilla. 1996-2015

Figure 23. Evolution of the mean density of black ark in the Zarumilla mangroves. 1996-2015

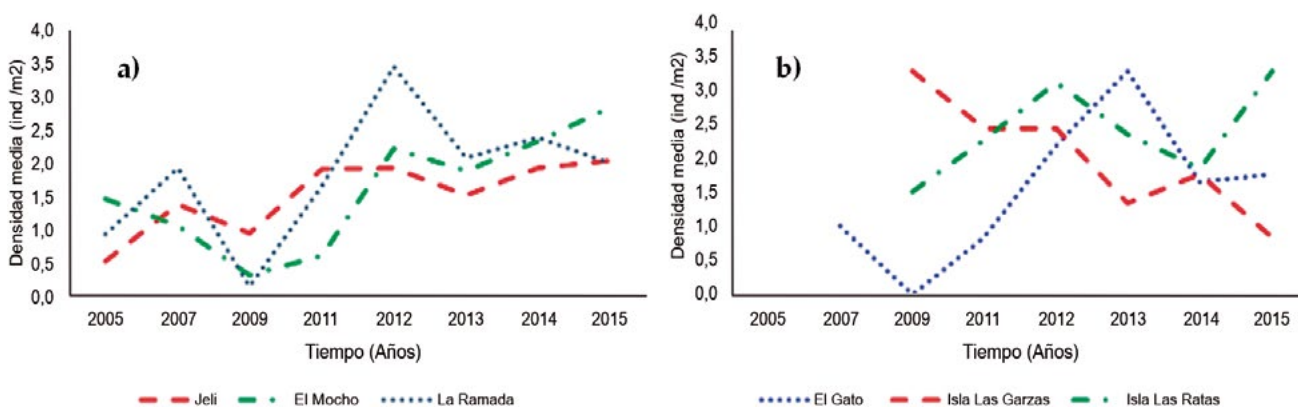


Figura 24.- Evolución de la densidad media de concha negra en manglares de Puerto Pizarro. 2005-2015

Figure 24. Evolution of the mean density of black ark in the Puerto Pizarro mangroves 2005-2015

Durante el período evaluado, en el canal de marea Camarones no se registró ninguna especie de bivalvos y en el canal de Matanzas se detectó bajas densidades de concha negras, debido a sus bajas salinidades pues tienen conexión directa con el río Zarumilla. En el canal de marea Chérrez, la baja concentración salina registrada (2,053 ups en 2007) fue el factor limitante que causó la ausencia de bivalvos, pues ha pasado a ser prácticamente un ramal del río Tumbes.

Según SILVA y BONILLA (2001) la concentración y distribución de estos recursos se ven afectadas por una variedad de factores edafoclimáticos. A esta conclusión llegaron al encontrar mayores densidades cerca de las desembocaduras de los canales en comparación con los sitios al interior del manglar cuyos suelos son más arenosos y de mayor dureza por estar compuestos de partículas gruesas que dificultan el establecimiento de la piangua (concha negra). El recurso, usualmente se encuentra en un tipo de sustrato suave, arcilloso a limo-arcilloso, que se da en las partes externas de los canales y asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* y *R. racemosa*.

### Población y biomasa

En el 2007 el IMARPE efectuó un estimado poblacional de conchas negras y huequeras, en un área habitable de 400,6 Ha. Para concha negra se estimó una población de 5,4 millones de individuos y para concha huequera de 2,2 millones de ejemplares. La mayor concentración de concha negra (65,0%) y concha huequera (65,8%) se encontró en los manglares de Zarumilla y la menor en Corrales, 9,5 (concha negra) y 6,0% (concha huequera) (Fig. 25). Según canal de marea o isla, el 18,7% de concha negra y el 19,3% de concha huequera habitan en la isla Matapalo: 1 y 0,3 millones de ejemplares, respectivamente (ORDINOLA *et al.* 2010a).

No bivalve species were recorded in the Camarones tidal channel during the assessed period, and low densities of the black ark were detected in the Matanzas channel, due to their low salinity as they have a direct connection with the Zarumilla River. In the case of the Chérrez tidal channel, the low salt concentration (2.053 ups in 2007) was the limiting factor that caused the absence of bivalves, as it has become practically a branch of the Tumbes River.

According to SILVA & BONILLA (2001), the concentration and distribution of these resources are affected by a variety of edaphoclimatic factors. This conclusion was reached when they found higher densities near the mouths of the channels as compared to the sites inside the mangrove whose soils are sandier and harder because they are composed of coarse particles that hinder the establishment of the black ark (*A. tuberculosa*). The resource is usually found in a soft substrate, clayey to lime-clayey, which occurs in the external parts of the channels and which is associated with the *Rhizophora mangle* and *R. racemosa* roots.

### Population and biomass

In 2007, IMARPE estimated the *A. tuberculosa* and *A. similis* population in a habitable area of 400.6 Ha. For black ark, a population of 5.4 million individuals was estimated, and for the brown ark, 2.2 million specimens. The highest concentration of black ark (65.0%) and brown ark (65.8%) was found in the Zarumilla mangroves and the lowest in Corrales, 9.5 (black ark) and 6.0% (brown ark) (Fig. 25). According to tidal channel or island, a total of 18.7% of black ark and 19.3% of brown ark inhabit in Matapalo Island: 1 and 0.3 million specimens, respectively (ORDINOLA *et al.* 2010a).

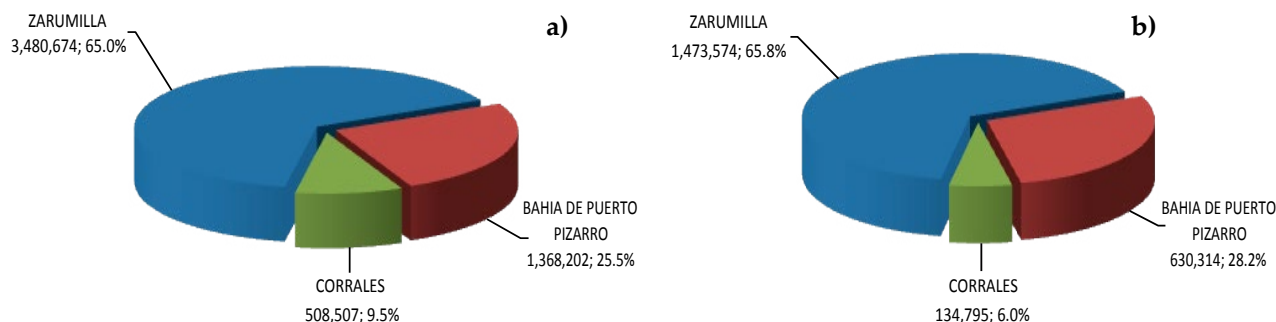


Figura 25.- Población estimada de concha negra (a) y concha huequera (b), según zona evaluada en los manglares de Tumbes. Febrero 2007

Figure 25. Estimated population of black ark (a) and brown ark (b), depending on the assessed area in the Tumbes mangroves. February 2007

ORDINOLA *et al.* (2010a) estimaron reducción del 73,2% de la población de los recursos de conchas negras, respecto a los reportado por MALCA *et al.* (1996) (20 millones de conchas negras), estas cifras según los autores deben ser tomadas con la debida reserva y deben ser confirmadas en estudios posteriores. Además, es necesario puntualizar que MALCA *et al.* (1996) no determinó la población de concha huequera, que en el estudio efectuado en el 2007 fue de 2,2 millones.

ORDINOLA *et al.* (2010a) estimated a 73.2% reduction in the population of black ark resources, as compared to those reported by MALCA *et al.* (1996) (20 million black arks), these figures according to the authors should be taken with care and should be confirmed in subsequent surveys. In addition, it is necessary to point out that MALCA *et al.* (1996) did not determine the brown ark population, which in the survey conducted in 2007 was 2.2 million.

Tabla 16.- Lista taxonómica de la fauna asociada al recurso concha negra y huequera en los manglares de Tumbes. 2005 – 2015

Table 16. Taxonomic list of the associated fauna with the *A. tuberculosa* and *A. similis* resource in the Tumbes mangroves. 2005 – 2015

Clase Class	Familia Family	Nombre común Common name	Nombre científico Scientific name	2005	2007	2009	2011	2012	2013	2014	2015	Total	f (%)
Bivalvia	Arcidae	Concha pata de burro	<i>Larkinia grandis</i>	7	14	7	4	4	3	2	2	43	0,8
	Corbiculidae	Concha miona	<i>Polymesoda anomala</i>	104	3	3	5	0	20	2	15	152	2,9
	Corbulidae	Corbula	<i>Corbula</i> sp.	0	56	89	86	67	49	45	9	401	7,8
	Mytilidae	Choro, mejillon	<i>Mytella guyanensis</i>	19	19	3	17	42	81	337	228	746	14,5
	Pinnidae	Concha lampa	<i>Atrina maura</i>	0	0	0	0	3	0	0		3	0,1
	Psammobiidae	Concha navaja	<i>Tagelus dombeii</i>	15	0	3	8	8	0	1	0	35	0,7
	Tellinidae	Tellina blanca	<i>Eurytellina eburnea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,02
	Veneridae	Almeja blanca	<i>Dosinia</i> sp.	0	0	2	0	12	0	0	0	14	0,3
	Veneridae	Concha blanca	<i>Leukoma asperrima</i>	920	399	687	354	201	401	374	299	3.635	70,5
Veneridae	Concha rayada	<i>Ilioichione subrugosa</i>	6	0	0	0	1	33	6	4	50	1,0	
Gasterópoda	Calyptaeidae	Crepidula	<i>Crepidula</i> sp.	0	0	1	0	0	2	3	45	51	1,0
	Melongenidae	Caracol coco	<i>Melongena patula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
	Neotaenioglossa	Caracol tais	<i>Thaisella kiosquiformis</i>	2	0	2	0	0	0	0	1	5	0,1
Crustacea	Alpheidae	Camaron pistolero	<i>Sinalphesus</i> sp.	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0,1
	Paguridae	Cangrejo ermitaño	<i>Pagurus</i> sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,1
	Xanthidae	Cangrejo pangora	<i>Panopeus</i> sp.	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0,2
Total			1.078	491	810	474	339	589	770	603	5.154	100	

## FAUNA ASOCIADA

Estudios efectuados por el LC Tumbes entre 2005 y 2015, indican la existencia de diez moluscos bivalvos que comparten el hábitat de las conchas negra y huequera. Además se observaron tres gasterópodos y tres crustáceos, en la superficie del manglar o enterrados en el fango (Tabla 16, Fig. 26).

Las principales especies que han destacado durante el periodo evaluado han sido los bivalvos de importancia comercial tales como la concha blanca (*L. asperrima*), choro o mejillón (*M. guyanensis*) y entre los no comerciales corbula (*Corbula* sp.) y concha miona (*P. anomala*).

## ASSOCIATED FAUNA

Between 2005 and 2015, surveys carried out by CL Tumbes indicate the existence of ten bivalve mollusks that share the habitat of *A. tuberculosa* and *A. similis*. In addition, three gastropods and three crustaceans were observed, either on the surface of the mangrove or buried in the mud (Table 16, Fig. 26).

The main species that have stood out during the assessed period have been the commercially important bivalves, such as *L. asperrima*, mangrove mussel (*M. guyanensis*), and among the non-commercial were *Corbula* sp. and *P. anomala*.

La concha blanca o concha tabaquera (*L. asperrima*) es el segundo bivalvo más abundante del ecosistema manglar, aunque no tiene mucha aceptación por el poblador local, es comercializado junto con la concha rayada (*I. subrugosa*), debido a la disminución de sus poblaciones. ARDEN y PRICE CONSULTING (2003) en un estudio efectuado en el Golfo de San Miguel en Panamá, reportaron que dentro de las 15 especies de bivalvos utilizados comercialmente, dos son consideradas "muy importantes", la piangua o concha negra (*A. tuberculosa*) y la almeja blanca (*L. asperrima*) representando casi la totalidad de estos (75,63% de la captura promedio anual); indicaron además, que las almejas (*Chione californiensis* y *Ch. undatella*) son introducidas en los pedidos de almeja blanca.

Se ha observado que la concha blanca incrementa su densidad media cuando desciende las de conchas negra y huequera (años 2005 y 2009) y disminuyen cuando se recupera la densidad de las poblaciones de *A. tuberculosa* y *A. similis* (2011, 2012, 2014 y 2015).

El choro o mejillón (*M. guyanensis*) ha sido favorecido por las condiciones cálidas de los últimos años, registrando en el 2015 gran abundancia, se les encuentra adheridos mediante el biso a las raíces de mangle y objetos sumergidos y/o enterrados en el fango. La especie se colectó principalmente en los canales El Mocho, La Ramada, Puerto Rico, Soledad, Gallego, Juanito y Jelí.

*L. asperrima* is the second most abundant bivalve in the mangrove ecosystem, although it is not widely accepted by the local population, it is marketed along with partially-rough Venus (*I. subrugosa*), due to the decrease in its populations. ARDEN & PRICE CONSULTING (2003) in a survey conducted in the Gulf of San Miguel in Panama, reported that within the 15 bivalve species that are commercially used, two are considered "very important", the black ark (*A. tuberculosa*) and *L. asperrima* that represent almost all of them (75.63% of the mean annual catch); they also indicated that the clams (*Chione californiensis* and *Ch. undatella*) are introduced in the *L. asperrima* orders.

It has been observed that *L. asperrima* increase their mean density when the density of *Anadara tuberculosa* and *Anadara similis* descends (2005 and 2009) and decrease when the density of the populations of *A. tuberculosa* and *A. similis* recovers (2011, 2012, 2014, and 2015).

The mangrove mussel (*M. guyanensis*) has been favored by the warm conditions of recent years, recording a great abundance in 2015; they are found attached through the byssus to the mangrove roots and objects submerged and/or buried in the mud. The species was collected mainly in the El Mocho, La Ramada, Puerto Rico, Soledad, Gallego, Juanito, and Jelí channels.

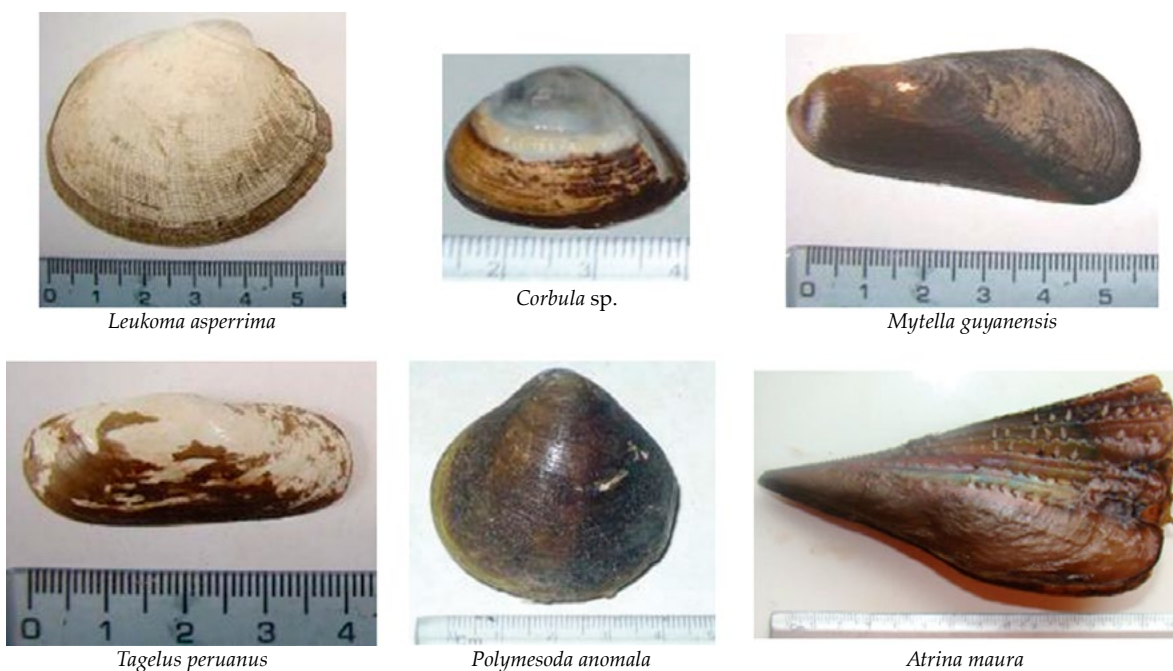


Figura 26.- Bivalvos asociados a los recursos concha negra y huequera en el ecosistema de los manglares de Tumbes. 2005 – 2015

Figure 26. Bivalves associated with the *A. tuberculosa* and *A. similis* resources in the Tumbes mangrove ecosystem. 2005 - 2015

Las especies comerciales *Leukoma grandis* y *Atrina maura*, se detectaron en playas-arena fangosas cercanas al borde de los canales de marea, generalmente desprovistos de árboles de mangle.

Entre los gasterópodos depredadores de bivalvos estuvieron *Thaisella kiosquiformis* y *Melongena patula*. Entre los crustáceos se determinó al cangrejo pango-ra (*Panopeus* sp.) como posible depredador de concha negra y huequera, además se encontró un cangrejo ermitaño y un camarón pistolero (Fig. 27).

**MEDIDAS DE MANEJO PESQUERO EN PERÚ Y ECUADOR**

En Perú se han implementado medidas de manejo que están dirigidas a la conservación y mejoramiento de las poblaciones de conchas negra y huequera.

**Talla Mínima de Captura (TMC)**

Mediante R.M. N° 209-2001-PE se estableció la TMC de conchas negra y huequera en 45 mm de longitud valvar (definida como la máxima distancia valvar medida desde el borde anterior al posterior), usualmente paralela con el eje de la articulación: charnela (LAEVASTU 1980) (Fig. 28).

Esta medida es similar a la establecida en el Ecuador con el Acuerdo Ministerial N° 149 (FAOLEX, 2010) que establece en forma permanente la talla mínima para la extracción y comercialización de la concha prieta *A. tuberculosa* y *A. similis* en 4,5 cm de longitud valvar.

The commercial species *Leukoma grandis* and *Atrina maura* were detected on muddy sandy beaches near the edge of tidal channels, which are generally devoid of mangrove trees.

Among the gastropod predators of bivalves were *Thaisella kiosquiformis* and *Melongena patula*. Among the crustaceans, the mud crab (*Panopeus* sp.) was determined as a possible predator of *A. tuberculosa* and *A. similis*, in addition, a hermit crab and a snapping shrimp were found (Fig. 27).

**FISHERIES MANAGEMENT MEASURES IN PERU AND ECUADOR**

In Peru, management measures have been implemented aimed at the conservation and improvement of the *A. tuberculosa* and *A. similis* populations.

**Minimum Extraction Size (MES)**

R.M. N° 209-2001-PE established the MES of *A. tuberculosa* and *A. similis* in 45 mm in valve length (defined as the maximum valve distance measured from the anterior edge to the posterior edge), which is usually parallel with the axis of the joint: hinge (LAEVASTU 1980) (Fig. 28).

This measure is similar to the one established in Ecuador with Ministerial Agreement N° 149 (FAOLEX, 2010) which permanently establishes the minimum size for the extraction and commercialization of the black ark *A. tuberculosa* and *A. similis* in 4.5 cm in valve length.



*Thaisella kiosquiformis*

*Cerithium stercusmuscarum*

*Panopeus* sp.

Figura 27.- Gasterópodos y crustáceos asociados a los recursos conchas negra y huequera en el ecosistema de los manglares de la Región Tumbes. 2005 – 2015

Figure 27. Gastropods and crustaceans associated with the *A. tuberculosa* and *A. similis* resources in the Tumbes Region mangrove ecosystem. 2005 – 2015

### Veda reproductiva

Teniendo como base el informe técnico “Situación actual de la pesquería del recurso concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) en la Región Tumbes” (IMARPE Tumbes 2005) se estableció la prohibición en la extracción de los recursos concha negra y huequera entre el 15 de febrero hasta el 31 de marzo de cada año, para proteger los procesos de reproducción, crecimiento y reclutamiento de estas especies (R. M. N° 014-2006-PRODUCE). Se trató que esta medida coincidiera con la aplicada en Ecuador (Acuerdo Ministerial N° 170 de noviembre del 2001) para evitar trasgresiones, por parte de concheros de uno u otro país. El período de veda reproductiva en Ecuador estuvo vigente hasta julio del 2008, fecha en que fue derogada mediante el Acuerdo Ministerial N° 149.

### Zaranda y peineta

En Ecuador al encontrarse vigente solamente la TMC para los recursos concha negra y concha huequera, la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de ese país, en conjunto con las asociaciones de concheros han implementado la “zaranda”, que es un dispositivo tipo tamiz que retiene las conchas de 45 mm de LV o mayores y deja pasar a las de tallas menores (Fig. 29), así mismo, se emplea la “peineta” un dispositivo plástico en forma de “U” en el que calzan los ejemplares menores a la TMC, permitiendo diferenciar las conchas con tallas legales de las ilegales, implementos que no son empleados en el Perú.

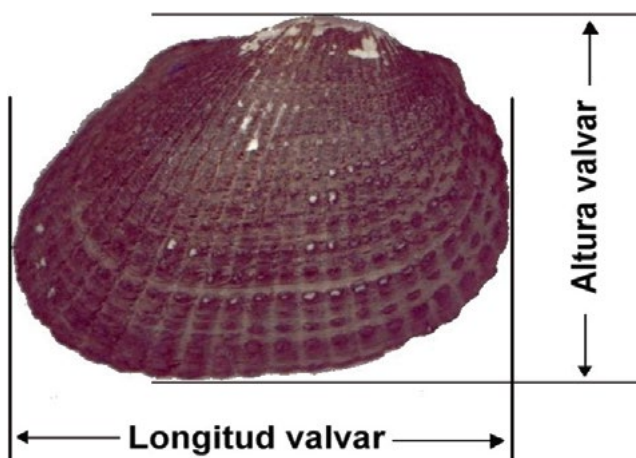


Figura 28.- Detalle de la medición de la longitud valvar en concha negra

Figure 28. Detail of the valve length measurement in black ark

### Breeding ban

Based on the technical report “Current status of the fisheries for the black ark resource *Anadara tuberculosa* (Sowerby) in the Tumbes Region” (IMARPE Tumbes 2005) a prohibition was established on the extraction of the *A. tuberculosa* and *A. similis* resources between February 15 and March 31 of each year, to protect the processes of breeding, growth, and recruitment of these species (R. M. N° 014-2006-PRODUCE). This measure was intended to coincide with the one applied in Ecuador (Ministerial Agreement N° 170 of November 2001) in order to prevent transgressions by shell fishermen from one country or another. The breeding ban period in Ecuador lasted until July 2008, when it was repealed by Ministerial Agreement N° 149.

### Zaranda and peineta

In Ecuador, since only the MES is in force for the *A. tuberculosa* and *A. similis* resources, the Undersecretary of Fisheries Resources of that country, in partnership with the shell fishermen associations have implemented the *zaranda*, which is a sieve-type device that retains shells of 45 mm VL or larger and allows those of smaller sizes to pass (Fig. 29), likewise, the *peineta* is used, a plastic device in the shape of a “U” in which the specimens smaller than the MES fit, thus making it possible to differentiate shells with legal sizes from those that are illegal, tools that are not used in Peru.



Figura 29.- Empleo de la “zaranda” para el control de la TMC de conchas en Ecuador

Figure 29. Use of the sieve (*zaranda*) to control the MES of shells in Ecuador

Además de las medidas de manejo descritas, para el ordenamiento de esta pesquería es necesario analizar la conveniencia en la implementación de medidas relacionadas con instalación de centros para producción de semillas, aplicación de programas de tratamiento de aguas residuales y sólidos, uso racional del manglar por parte de Perú y Ecuador, entre otros.

#### COMERCIALIZACIÓN

El comercio de concha negra y huequera es a nivel nacional y lo que se extrae de los manglares de Tumbes no es suficiente para abastecer la elevada demanda, por ese motivo ingresan por la ciudad fronteriza de Aguas Verdes, ingentes cantidades de estos recursos provenientes del Ecuador e inclusive desde Colombia.

El producto de la faena en los manglares de Tumbes, es llevado por los concheros hacia el Centro de acopio y comercialización situado en los exteriores del Coliseo Tumpis, mercado de Zarumilla, Corrales y en menor proporción vendido directamente a restaurantes y al público en general. En el Coliseo Tumpis las conchas negras se comercializan por las tardes, siendo adquiridas por comerciantes mayoristas y minoristas, algunos la expenden al público y otros las acopian para enviarlas a Piura, Lambayeque, Trujillo y Lima, donde obtienen mejores precios. El comercio en este centro de acopio dura hasta las siete de la noche; en la mañana del día siguiente las conchas sobrantes se expenden en el mercado modelo de Tumbes, conjuntamente con conchas rayadas, conchas tabaqueras y otros bivalvos provenientes principalmente del Ecuador (conchas pata de burro y choro o mejillones).

#### 4. CONCLUSIONES

La captura por unidad de esfuerzo, ha disminuido en los últimos 50 años (-46,0%); durante los últimos veinte años es significativa la disminución de las tallas de *A. tuberculosa* y *A. similis*, incrementándose la extracción de ejemplares con tallas menores a la legalmente permitida (45 mm LV) (80,0 concha negra y 66,5% concha huequera en 2015), fracción que estaría representada por individuos juveniles que no han llegado a alcanzar la madurez gonádica, ello ha conllevado a que los stocks poblacionales sean cada vez menores.

In addition to the management measures described above, for the management of this fishery, it is necessary to analyze the appropriateness of the implementation of the following measures.

#### MARKETING

The marketing of *A. tuberculosa* and *A. similis* is national and what is extracted from the Tumbes mangroves is not enough to supply the high demand. For this reason, huge quantities of these resources from Ecuador and even from Colombia enter through the border city of Aguas Verdes.

The product of the work in the Tumbes mangroves is taken by the shell fishermen to the collection and marketing center located outside the Tumpis Coliseum, Zarumilla market, Corrales and, to a lesser extent, it is directly sold to restaurants and the general public. In the Tumpis Coliseum, the black arks are marketed in the afternoons, being acquired by wholesalers and retailers, some sell them to the public and others collect them to be sent to Piura, Lambayeque, Trujillo, and Lima, where they obtain better prices. The marketing in this collection center lasts until seven o'clock at night. The next morning, the leftover shells are sold in the Tumbes model market, along with partially-rough Venus and other bivalves coming mainly from Ecuador (grand ark and mangrove mussel).

#### 4. CONCLUSIONS

The catch per unit of effort has decreased in the last 50 years (-46.0%); during the last twenty years the decrease in the sizes of *A. tuberculosa* and *A. similis* is significant, increasing the extraction of specimens with sizes smaller than the legally permitted (45 mm VL) (80.0% of black ark and 66.5% of brown ark in 2015), fraction that would be represented by juvenile individuals that have not reached gonadal maturity, this has led to the population stocks being increasingly smaller.

Por observación macroscópica de las gónadas se ha determinado que los desoves de concha negra están íntimamente relacionados a las variaciones de temperatura, salinidad y pluviosidad, por lo que el principal período reproductivo se ubicaría entre los meses de noviembre a febrero, con dos picos principales de desove, uno en verano (enero) y otro en otoño (junio).

Los estudios efectuados hasta la fecha indican que cuando disminuyen las densidades medias del recurso concha negra en los manglares de Tumbes, las del recurso concha blanca o tabaquera (*Leukoma asperrima*) aumentan. Lo que ocurre es que durante las faenas el extractor escoge las conchas negras y huequeras dejando las blancas debido a su escaso o nulo valor comercial, fomentando una selección que favorecería a esta especie. De la información anual obtenida (2005 a 2015) algunos años la concha blanca supera a la negra y viceversa y en dos años se han visto densidades similares.

Al parecer tendría que acontecer un evento extraordinario que acabe o disminuya notoriamente a las poblaciones de concha negra por un largo tiempo, para verificar si la concha blanca asciende al primer lugar, da la impresión que en los próximos años no podría suceder naturalmente, pues ambas especies están adaptadas para vivir en ese ambiente que es influenciado constantemente por el evento El Niño.

It has been determined that black ark spawning is closely related to variations in temperature, salinity, and rainfall, so the main breeding period would be between November and February, with two main spawning peaks, one in summer (January) and another in autumn (June). But since the classification of the stages was carried out by macroscopic observation of the gonads, it is necessary to confirm these results with histological surveys.

The surveys carried out to date indicate that when the mean densities of the black ark resource decrease in the Tumbes mangroves, those of the *Leukoma asperrima* resource increase, which is occurring is that during the works, the extractor chooses *A. tuberculosa* and *A. similis* leaving *L. asperrima* due to their scarce or null commercial value, thus promoting a selection that would be favorable to this species. From the obtained annual information (2005 to 2015), some years *L. asperrima* surpasses the black ark and vice versa and in two years, similar densities have been seen.

It seems that an extraordinary event would have to take place to notoriously end or diminish the populations of black ark for a long time, to verify if *L. asperrima* rises to the first place, it gives the impression that in the next years it could not happen in a natural way, because both species are adapted to live in that environment, which is constantly influenced by the El Niño event.

## 5. REFERENCIAS / REFERENCES

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. (Segunda Edición) Instituto del Mar del Perú. Callao - Perú. 183 pp.
- ALEMÁN S, MONTERO P, ORDINOLA E. 2014. Prospección bioecológica de los recursos concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) y concha huequera *Anadara similis* (C.B. Adams) en los manglares de Tumbes. 06 al 10 noviembre 2013. Inf. Tec. Interno Inst Mar Perú. 23 pp.
- ALEMÁN S, MONTERO P, ORDINOLA E. 2015a. Prospección bioecológica de los recursos concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y concha huequera (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes. 06 al 13 agosto 2015. Inf. Tec. Interno Inst Mar Perú. 23 pp.
- ALEMÁN S, MONTERO P, ORDINOLA E. 2015b. Prospección bioecológica de los recursos concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) y concha huequera (C.B. Adams) en los manglares de Tumbes. 28 de octubre al 7 noviembre 2014. Inf. Tec. Interno Inst Mar Perú. 24 pp.
- ARDEN y PRICE CONSULTING. 2003. Caracterización de los recursos pesqueros (sin incluir al camarón). Consultoría para elaborar el Plan de Manejo Costero Integral en el Golfo de San Miguel y Zonas adyacentes, en el marco del Programa de Desarrollo Sostenible del Darien. Panamá. <http://www.arap.gob.pa/2Web-Ordenacion/ordenacion/Produc%209B.pdf>. Acceso 09/07/2010
- AYALA M A. 2011. Patrones reproductivos de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en el archipiélago de Jambelí. Tesis para obtener el título de Bióloga.



- Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias naturales. Escuela de Biología. Ecuador. 16 pp.
- BORDA C, CRUZ R. 2004. Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. Rev. Invest. Mar, Colombia. 25(3): 185-195 pp.
- CDC-UNALM. 1986. Estrategia de conservación para los manglares del noroeste peruano. Informe final del Proyecto WWF-US 3604. Centro de Datos para la Conservación - Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica. Inf Inst Mar Perú. N° 35: 95 pp.
- CÓRDOVA V. 1968. Estudio de la pesquería de *Anadara (Anadara) tuberculosa* Sowerby 1833 "Concha negra" en los esteros de Tumbes, durante los años 1965 y 1966. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú. 35 pp.
- CRUZ R. 1984. Algunos aspectos de la reproducción en *Anadara tuberculosa* Pelecypoda: Arcidae de Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 32: 45-50.
- FAOLEX. 2010. Acuerdo Ministerial N° 149 – Veda permanente para la concha prieta. FAOLEX Legal Office. [http://www.fao.org/fishery/shared/faolextrans.jsp?xp\\_ISIS\\_MFN=084341&xp\\_faoLexLang=S&xp\\_lang=es](http://www.fao.org/fishery/shared/faolextrans.jsp?xp_ISIS_MFN=084341&xp_faoLexLang=S&xp_lang=es). Acceso 26/07/2010
- GARCÍA-DOMÍNGUEZ F, DE HARO-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):142-152.
- IMARPE TUMBES. 1996. Seguimiento de la Pesquería pelágica, demersal y costera e invertebrados Marinos. Informe Anual 1995. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 1997. Seguimiento de la Pesquería pelágica, demersal y costera e invertebrados Marinos. Informe Anual 1996. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 1998. Seguimiento de la Pesquería pelágica, demersal y costera e invertebrados Marinos. Informe Anual 1997. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 1999. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 1998. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2000. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 1999. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2001. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2000. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2002. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2001. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2003. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2002. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2004. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2003. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2005. Situación actual del recurso concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) en la Región Tumbes. Inf. Interno Inst. Mar del Perú.
- IMARPE TUMBES. 2005a. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2004. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2006. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2005. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2007. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2006. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2008. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2007. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2009. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2008. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2010. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2009. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2011. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2010. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2012. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2011. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2013. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2012. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2014. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2013. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2015. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2014. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- IMARPE TUMBES. 2016. Seguimiento de la Pesquería de Invertebrados Marinos. Informe Anual 2015. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- INGA C, ORDINOLA E. 2003. Monitoreo biológico y biométrico de concha negra *Anadara (Anadara) tuberculosa* en Puerto Pizarro – Tumbes, 1996 – 2002. Inf. Interno Inst. Mar del Perú. IMARPE Tumbes.

- INRENA. 2001. Plan Maestro del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. Tumbes – Perú.
- INRENA. 2007. Plan Maestro del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes 2007 - 2011. Lima - Perú. 197 pp.
- KEEN A. 1971. Sea shells of tropical west America. Marine mollusks from Baja California to Peru. 2da Edition. Stanford University Press. Stanford. California. 1064 pp.
- LAEVASTU T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. FAO. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 243 pp.
- LIP G, POMA C. 1997. Aportes para un manejo sostenible de los manglares de Tumbes – Diagnóstico de las actividades extractivas en el ecosistema de los manglares de Tumbes. Proyecto Manglares – ONG Pro Naturaleza: 47-52 pp.
- LUCERO-RINCÓN C H, CANTERA K J R, GIL-AGUDELO D L, MUÑOZ O, ZAPATA L A, CORTES N, GUALTEROS W O, MANJARRES A. 2013. Análisis espacio temporal de la biología reproductiva y el reclutamiento del molusco bivalvo *Anadara tuberculosa* en la costa del Pacífico colombiano. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 48(2): 321-334. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572013000200011>
- LUQUE C, DOMÍNGUEZ N. 2005. Prospección de conchas negras *Anadara tuberculosa* en Tumbes, Abril 2005. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru. 23 pp.
- LUQUE C, ORDINOLA E, TENORIO J. 2005. Prospección de conchas negras *Anadara tuberculosa* en Tumbes, noviembre 2005. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru.
- MALCA C. 1996. Engorde de conchas negras *Anadara (Anadara) tuberculosa* en los manglares de Tumbes. En: Aportes para un manejo sostenible de los manglares de Tumbes. Proyecto Manglares. Pro Naturaleza. Tumbes – Perú. 119 – 122 p.
- MALCA C, POMA C, LIP G. 1996. Estimación poblacional de crustáceos y moluscos de importancia económica en el ecosistema manglar de Tumbes. En: Aportes para un manejo sostenible de los manglares de Tumbes. Proyecto Manglares. Pro Naturaleza. Tumbes – Perú. 63 – 74 pp.
- MEDA. 2009a. Línea base ambiental – Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. Equipo Técnico Toshiba. 347 pp.
- MEDA. 2009b. Estudio complementario (*Anadara grandis*, *Litopenaeus vannamei*, *Litopenaeus stylirostris* y tres especies de peces. 41 pp.
- MÉNDEZ M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decápoda) de mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. 5: 170 pp.
- MORA E. 1990. Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico Técnico. Guayaquil, Ecuador. Vol. X. N.º 1: 136 p.
- 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. Escuela Politécnica del Litoral - ESPOL. Guayaquil – Ecuador. 7 pp.
- ORDINOLA E, MENDOZA J. 2010. Densidad poblacional y biometría de bivalvos comerciales, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. Agosto 2010. Informe Consultoría MEDA. 40 pp.
- ORDINOLA E, MENDOZA J. 2012. Consultoría para determinar la densidad poblacional y biometría de bivalvos comerciales, en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. 2011. Informe Consultoría MEDA. 39 pp.
- ORDINOLA E, MONTERO P, ALEMÁN S, LLANOS J. 2010a. El bivalvo concha negra, *Anadara tuberculosa* (Sowerby), en los manglares de Tumbes, Perú. Febrero 2007. Inf. Inst. Mar Peru. Vol. 37 (3-4): 115 - 126 pp.
- ORDINOLA E, MONTERO P, INGA C, GONZALES I. 2010b. Prospección bioecológica de concha negra (*Anadara tuberculosa*) en los manglares de Tumbes. 22 abril 2009. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru. 25 pp.
- ORDINOLA E, MONTERO P, LLANOS J. 2012a. Prospección bioecológica de concha negra *Anadara tuberculosa* (SOWERBY) en los manglares de Tumbes. 23 setiembre – 02 octubre 2011. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru. 22 pp
- ORDINOLA E, MONTERO P, LLANOS J. 2012b. Prospección bioecológica de los recursos concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby) y concha huequera (C.B. Adams) en los manglares de Tumbes. 03 al 12 mayo 2012. Inf. Tec. Interno Inst. Mar Peru. 49 pp.
- ORDINOLA E, ALEMÁN S, MONTERO P. 2013. Biología y pesquería de cuatro especies de invertebrados marinos de importancia comercial. Región Tumbes, II Etapa – 2007. Inf. Inst. Mar Peru. 40 (3-4): 254 - 273 pp.
- PÉREZ D. 2005. Biología reproductiva de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Arcidae) en Bahía Magdalena, México. Rev. Biol. Mar. y Oceanog. 43 (1):142-152 pp.
- POMA C. 1980. Estudio de la concha negra: Bioecología, explotación y cultivo. Informe de la Dirección Zonal de Pesquería – Tumbes. Perú.
- R. M. 209-2001-PE. Aprueban relación de tallas mínimas de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de principales peces marinos e invertebrados. [http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/documentos/RM\\_209-2001-PE.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/documentos/RM_209-2001-PE.pdf).
- R. M. 014-2006-PRODUCE. Aprueban relación de tallas mínimas de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de principales peces marinos e invertebrados. [http://aempresarial.com/web/solicitud\\_nl.php?id=22598](http://aempresarial.com/web/solicitud_nl.php?id=22598)

- SILVA A, BONILLA R. 2001. Abundancia y morfometría de *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el Manglar de Purruja. Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49. Supl. 2: 315-320 pp.
- STERN-PIRLOT A, WOLFF M. 2006. Population dynamics and fisheries potential of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) along the Pacific coast of Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 54(1):87-100 pp.
- VIVAR L. 1996. Dinámica poblacional y tasa de explotación de *Anadara (Anadara) tuberculosa* "concha negra", en los manglares de Puerto Pizarro, Tumbes – Perú. Tesis para optar el Grado académico de Maestro en Ciencias mención en evaluación de recursos pesqueros. Trujillo – Perú. 35 pp.
- WRIGHT-LÓPEZ H, HOLGUÍN-QUIÑONES O, ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, ROQUE-VILLADA I. 2009. Crecimiento y mortalidad de la concha nácar *Pteria sterna* en bancos silvestres de Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. Vol. 57 (3): 659 – 670 pp.