

REPRODUCCIÓN Y RECLUTAMIENTO DEL MOLUSCO *Anadara tuberculosa* (SOWERBY, 1833) EN EL PACÍFICO COLOMBIANO.

Carlos A. Borda ^{1*} y Raúl Cruz ²

(1) Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Avenida Newball, Edif. Cámara de Comercio San Andrés Isla, Colombia.

(2) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Calle 16 No.114, Playa, CP 11300, Ciudad de la Habana, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: cborda@incover.gov.co

RESUMEN

Se analizó el ciclo de reproducción y el de reclutamiento de la piangua (*Anadara tuberculosa*) en el Pacífico Colombiano, a partir de muestreos biológicos realizados en el zona de pesca de la Ensenada de Tumaco. Los estudios de campo han aumentado nuestra comprensión sobre los aspectos del ciclo de reproducción, el asentamiento larval y el desarrollo de la fase béntica inmadura y su comportamiento. La piangua se reproduce durante todo el año, pero la época principal de maduración es en noviembre y febrero; después de la eclosión las larvas son planctónicas y su desarrollo transcurre entre 23 y 31 días en aguas oceánicas; durante este período se han podido identificar 4 fases: trocófora, veliger o charnela recta, larva con umbo y por último la larva oculada o pediveliger que permanece en la columna de agua entre 13 y 15 días. Este último estadio retorna a las áreas de manglar, con ayuda de las corrientes y de los cambios de marea, y se asientan previamente como postlarva (5.5 mm y una duración entre 4 y 5 meses) a un sustrato para posteriormente vivir aisladas. Los juveniles (entre 18 y 30 mm) tienen una duración de 6 meses y el reclutamiento a la pesquería se inicia entre los 6 y los 10 meses posteriores al desove. El ciclo estacional de los juveniles es muy variable, pero se observó un período de máximo reclutamiento en los meses de mayo, agosto y diciembre. La talla de primera de reproducción (44 mm) se alcanza a los 12 meses y a partir de aquí son considerados adultos, y duran 4 años en la pesquería.

Palabras claves: reproducción; reclutamiento; *Anadara tuberculosa*, ISE, Colombia.

ABSTRACT

The reproduction cycle and recruitment variability strategies was analyzed of the piangua (*Anadara tuberculosa*) in the Colombian Pacific, starting from biological samplings carried out in the area of fishing grounds of Tumaco Ensenada. Field studies have increased our understanding of reproduction, settlement and immature benthic phase development and behavior. The piangua reproduces during the whole year, but the main time spawning season is between November and February; after the hatched the larvae are planktonic and remain as larvae between 23 and 31 days in oceanic waters; during this period they have been able to identify 4 phases: trocófora, veliger, larva with umbo and lastly the larva oculada or pediveliger that it remains in the column of water between 13 and 15 days. This last phase returns to the mangroves areas, with the help of the currents and of the tide changes, they settle previously as postlarva (5.5 mm and duration between 4 and 5 months) to a substrate. The juvenile (between 18 and 30 mm) have duration of 6 months. They recruit to the fishing area between the 6 to 10 months after spawning. The seasonal cycle of the juvenile varied considerably from year to year, but a period of maximum recruitment was observed in the months of May, August and December. The size of first maturity (44 mm) is reached to the 12 months and starting from here they are considered adults, they are for 4 years at the fishery.

Key words: reproduction; recruitment; *Anadara tuberculosa*; ISE, Colombia.

La especie *Anadara tuberculosa* (piangua) es un bivalvo que posee una amplia distribución en la costa del Pacífico. Se distribuye geográficamente desde Baja California hasta el Norte del Perú (Keen, 1971; Morris, 1966). En Colombia, la pesca artesanal de este recurso está catalogada como una fuente de empleo para muchas personas, que en su mayoría son de estratos socioeconómicos muy bajos, identificados como los más pobres y desorganizados. Su importancia radica en que

aportan el 80% del producto consumido en el país (Arias y Anzola, 1989).

A pesar de la importancia de este recurso pesquero, en Colombia existen pocas investigaciones acerca de la especie. Algunas tratan sobre aspectos biológicos (Squires *et al.*, 1975; Borrero, 1982; Naranjo, 1982; Herrán, 1983; Rengifo, 1985; Montenegro, 1995), otras están relacionadas con aspectos económicos, ecológicos (Betancourth y Cantera, 1978; Contreras y

Cantera, 1978; Rodríguez, 1985; Prah *et al.*, 1990), y las más recientes orientadas a obtener información biológica y pesquera del recurso (Ardila y Cantera, 1989; Franco, 1995; Puentes, 1997; Borda y Portilla, 1998; Portilla *et al.*, 1999).

Los trabajos orientados al estudio reproductivo en *A. tuberculosa*, han reportado el comportamiento de la madurez, tallas de madurez y aspectos relacionados con el desove (Squires *et al.*, 1975; Cruz, 1982; Herrán, 1983; Cruz, 1987; Ampie y Cruz, 1989; Franco, 1995; Puentes, 1997; Borda y Portilla, 1998). En otras regiones se han estudiado especies del mismo género (*Anadara grandis*, *A. broughtoni*, *A. rhombea*, *A. granosa*, *A. subcrenata* y *A. senilis*), lo cual otorga una noción general acerca de su comportamiento en el grupo, además de favorecer su interpretación (Ting *et al.*, 1972; Yoloye, 1974; Toyo *et al.*, 1978; Yankson, 1982; Natarajan y Jhon, 1983; Broom, 1983; Cruz, 1987; Narasimhan, 1988).

Squires *et al.* (1975), no encontraron una relación definida entre la madurez sexual y el peso de las partes blandas de la especie. Cruz (1982), determinó una gran relación entre el índice de condición y la madurez. Rengifo (1985), estableció que en condiciones de cautividad prolongada, el estrés causado por el almacenamiento puede alterar notablemente la calidad del producto, especialmente en relación con el índice de engorde, o con el factor de condición, lo cual entorpecería el establecimiento de la relación existente, entre la madurez y el factor de condición.

Teniendo en cuenta su importancia pesquera y social es necesario realizar un estudio más integral de los aspectos relacionados con el ciclo de vida de la especie *A. tuberculosa*, tomando como base la Ensenada de Tumaco, que posibilite apoyar nuevas informaciones biológicas para sustentar la formulación de medidas de manejo y ordenación. Es objetivo de este trabajo determinar los parámetros relacionados con el ciclo de reproducción y la variabilidad del reclutamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio.

La Ensenada de Tumaco (Fig.1) fue la región seleccionada para realizar el presente estudio, donde se concentra gran parte de la producción de piangua. Las características del área de estudio están descritas en los trabajos de Borda (2001), Cruz y Borda (2003).

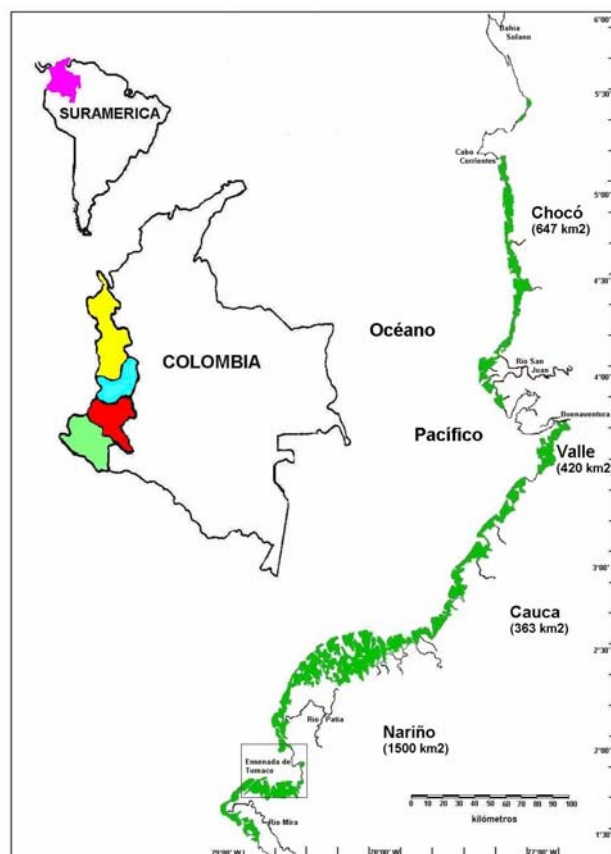


Fig. 1. Mapa del Pacífico Colombiano en que se localizan las extensiones de las áreas del ecosistema de manglar por departamentos. Se presenta en un rectángulo la zona de estudio (Ensenada de Tumaco). Modificado a partir de Guevara-Mancera *et al.*, 1998 y Borda (2001).

Muestreo de las capturas comerciales.

Se realizó mensualmente un muestreo aleatorio simple (Rodríguez, 1992; Sokal y Rohlf, 1969; Bazigos, 1974) en el centro de acopio de ASCONAR. Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * S^2}{(N - 1) * \left(\frac{B}{G}\right)^2 + S^2}$$

B : Error máximo que se tolera

G : Valor tipificado de la distribución normal (95%; *G* = 1.96)

*S*² : Varianza de la variable en estudio

El tamaño de la muestra (n) teórico cuyo nivel de confianza fue del 95%, lo constituyeron 108 individuos.

En 40 meses se colectaron aleatoriamente 22,649 ejemplares de piangua entre 1996 y el 2000. El promedio mensual fue de: 238 para 1996; 613 en 1997; 741 en 1998; 898 en 1999 y 718 en el 2000. Se registró como la longitud total (Lt), la que va desde el borde anterior de la concha hasta el borde posterior más extremo (Holden y Raitt, 1975). El calibrador de precisión fue de 0.05 mm; y las tallas se agruparon según intervalos de clase de 4 mm.

A los individuos definidos en el histograma de frecuencias se les estimó la talla media de captura mensualmente, conforme a un intervalo de confianza del 95%. Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\bar{X} = \sum_{j=1}^n \frac{f_j * X_j}{n}$$

f_j : Frecuencia para el intervalo de clase j
 X_j : Marca de clase j

Reproducción

Entre junio de 1996 y junio de 1997, se coleccionaron mensualmente 126 individuos de manera aleatoria. Se les realizó un corte transversal y se observaron macroscópicamente las gónadas para establecer el sexo y la madurez según los patrones de coloración estimados para la especie, propuestos por Herrán (1983). A partir del porcentaje de cobertura de la gónada en la masa visceral, se definieron dos estadios (I y II) de madurez. Los machos diferenciados se contemplan como maduros, y los individuos que no presentaron ninguna diferenciación como indeterminados.

El ciclo de reproducción se estableció calculando durante el período evaluado, un índice que correlacionará el número de hembras maduras con el total de hembras. Por no poseer replicas del índice para varios años, se calculó el promedio de la madurez anual con un intervalo de confianza del 95 %, de esta manera los valores por encima del intervalo fueron considerados como las máximas épocas de madurez.

La talla media de la primera madurez (TMPM) en las hembras, se obtuvo a partir de la evaluación de las composiciones por tallas, utilizando la metodología descrita por Tresierra y Culquichicón (1995). Para ello se determinó la frecuencia

relativa a un nivel del 50 % como la talla media de primera madurez. Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes:

$$\% \varphi\varphi = \left(\frac{N\varphi\varphi}{NT\varphi\varphi} \right) * 100$$

$\% \varphi\varphi$: Porcentaje de hembras maduras en cada intervalo de talla
 $N\varphi\varphi$: Número de hembras maduras
 $NT\varphi\varphi$: Número total de hembras

Posteriormente se calculó la regresión lineal entre la marca de clase y el porcentaje de madurez, para determinar a y b, y proceder a la estimación de la siguiente curva logística:

$$TMPM = \frac{1}{[1 + e^{(a-(b*L))}]}$$

Reclutamiento

La fase juvenil fue definida como aquella en que ejemplares muy pequeños, entre las tallas de 16 y 30 mm (Lt), tienen las características morfológicas del adulto, pero que no han alcanzado la talla de primera madurez. La frecuencia de muestreo fue mensual, durante 40 meses y 2,829 los individuos (1996-2000). Por la información obtenida en los muestreos realizados acerca del número de juveniles capturados por pescador (conchero), se procedió a calcular un índice de abundancia de los juveniles reclutados a la pesquería. Como no se muestrearon todos los meses durante el período 1996-2000, solo se pudo calcular el índice anual en 1996, y un promedio entre los años 1997-2000, los cuales se compararon con los índices de reclutamiento anual a la pesquería medidos como el número inicial de reclutas obtenidos por el modelo de análisis de población virtual (APV) calculados por Cruz y Borda (2003). La variación estacional del índice de juveniles se obtuvo promediando los datos mensuales y calculando su intervalo de confianza al 95%, de esta manera los valores por encima de ese intervalo fueron considerados como picos de reclutamiento anual.

RESULTADOS

Reproducción

Los individuos indeterminados se definieron como estadio 0, los inmaduros que presentan en las hembras la gónada de color naranja pálido y en los

machos crema claro, ocupaban entre el 1 y el 20% de la masa visceral cuando se realizó el corte transversal (estadio I). Los ejemplares maduros se definieron como estadio II y la gónada en hembras se presenta en una coloración que transita de naranja a naranja intenso, y la de los machos, de crema a crema-amarillo. Ocupan entre el 20 y el 100 % de la masa visceral (Tabla 1).

En la Fig. 2 se muestra la variación mensual de los estadios I y II para las hembras, es evidente la disminución de los individuos inmaduros cuando el estadio II alcanza sus valores máximos.

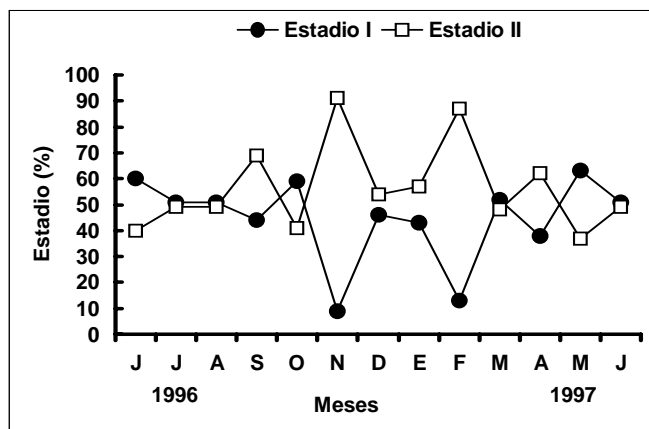


Fig. 2. Variación mensual de los estadios I y II para la piangua en la Ensenada de Tumaco, Pacifico Colombiano.

Se presentan individuos maduros durante todo el año, pero la época principal de reproducción sexual es en los meses de noviembre y febrero, que coincide con el fin del otoño y del invierno (Fig.3).

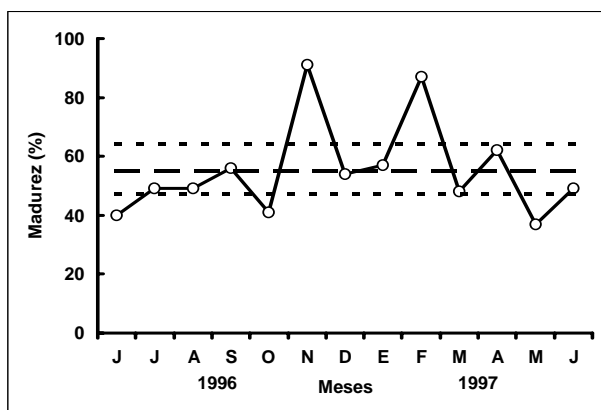


Fig. 3. Ciclo de reproducción de la piangua en la Ensenada de Tumaco, Pacifico Colombiano. La línea discontinua paralela al eje de las abscisas

representa el valor promedio con un intervalo de confianza del 95% (55 ± 8.6).

La talla media de la primera madurez se estimó en 44 mm (Fig.4). Durante los muestreos se observaron también individuos maduros con una talla de 25 mm (Lt). Un 32% de las capturas se realiza sobre individuos menores de 42 mm, que se encuentran por debajo de la talla media de la primera madurez.

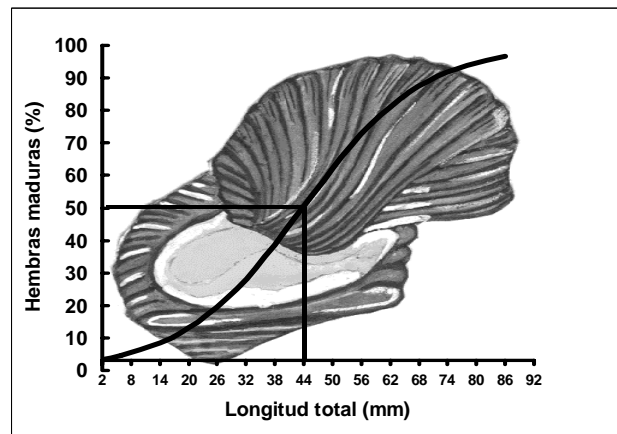


Fig. 4. Talla media de la primera madurez de la piangua en la Ensenada de Tumaco (TMPM = 44 mm Lt; n = 1641)

Talla media y reclutamiento

La piangua presentó una talla media de captura de 47.6 mm (± 6.8 mm, int. conf. 95%), cuyas variaciones fueron entre 45.4 y 50.2 mm. Las tallas menores se ubican en los meses de mayo, agosto y diciembre; y es agosto el que ostenta la más baja (Fig.5).

Se pudo establecer un modelo matemático para calcular la proporción que representa del esfuerzo total, el esfuerzo realizado durante el muestreo. Para estimar el esfuerzo sobre la muestra de cada mes se propuso la siguiente fórmula:

$$f_{mk} = \frac{\sum_{1996}^{2000} n_k * \int_{1996}^{2000} \bar{f}_{ik}}{\int_{1996}^{2000} \bar{C}_{ik}}$$

f_{mk} : Esfuerzo ejercido sobre la muestra en el k -ésimo mes

$\sum_{1996}^{2000} n_k$: Sumatoria del número de individuos del k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

Libre para el k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

$\int_{1996}^{2000} \bar{f}_{ik}$: Promedio del esfuerzo (personas) en Viento Libre para el k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

Libre para el k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

$\int_{1996}^{2000} \bar{C}_{ik}$: Promedio de la captura en número en Viento Libre para el k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

Viento Libre para el k -ésimo mes, entre 1996 y el 2000

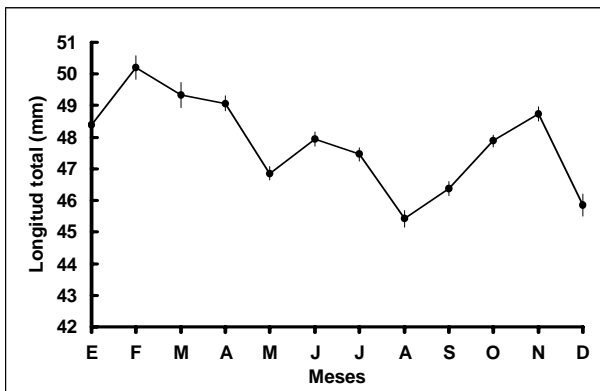


Fig. 5. Variación mensual de la talla media de captura de la piangua en la Ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano. Intervalo de confianza del 95 % (47.6 mm \pm 6.8).

Se propone el índice de juveniles (I_j) para la estimación del reclutamiento, que se constituye en el primer modelo concebido para esta especie. Se definieron como juveniles todos los individuos menores de 30 mm, y es su fórmula:

$$I_j = \frac{\sum_{<30mm} n_k}{f_{mk}}$$

I_j : Índice de juveniles para el k -ésimo mes

$\sum_{<30mm} n_k$: Sumatoria del número de individuos menores de 30 mm en el k -ésimo mes

f_{mk} : Esfuerzo ejercido sobre la muestra en el k -ésimo mes

La abundancia mensual de los juveniles muestra un patrón muy variable pero con períodos de máximos reclutamientos en los meses de mayo, agosto y

diciembre, y es este último el mes más representativo (Fig.6). En la figura inferior se muestra el comportamiento de diferentes cohortes (generaciones) representadas por el índice de reclutamiento (APV) anual (Cruz y Borda, 2003). Se observa una disminución de la magnitud de la cohorte desde el año 1996 y una estabilización entre 1997 y el 2000, con una reducción en el reclutamiento del 54 % si se comparan ambos periodos.

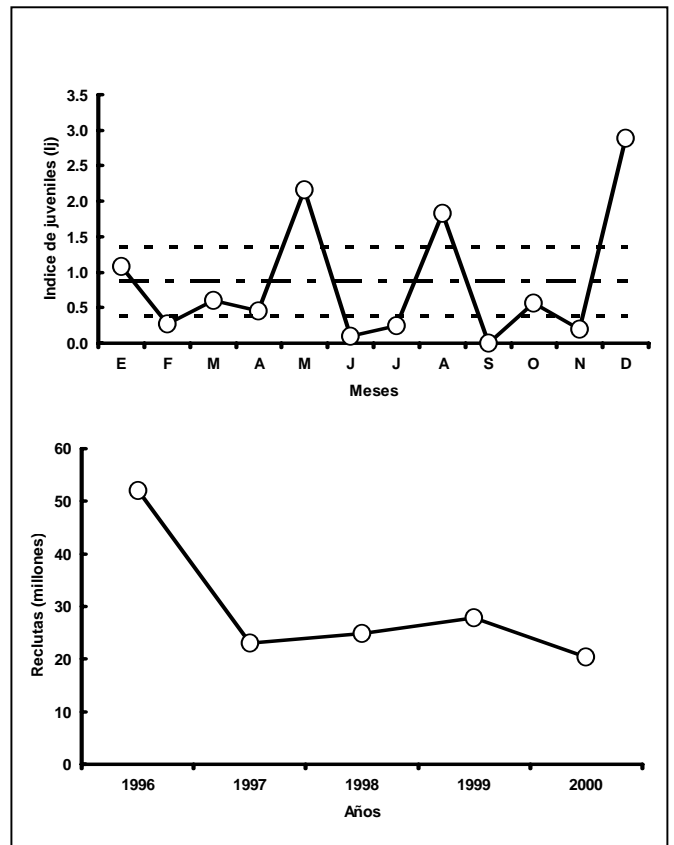


Fig. 6. Variación mensual del índice de juveniles y el comportamiento anual del índice de reclutas (APV) en la Ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano. La línea discontinua paralela al eje de las abscisas representa el promedio con un intervalo de confianza del 95 %.

DISCUSIÓN

Ciclo de reproducción y talla de la primera madurez.

La definición de dos estadios de madurez para *A. tuberculosa* en la Ensenada de Tumaco, propicia que la interpretación se realice a partir de individuos frescos y de manera macroscópica, con

Tabla 1. Estadios de madurez para la piangua en la Ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano

| ESTADIO MADUREZ | LOCALIZACIÓN DE LA GÓNADA | COLOR E | COLOR Γ | CARACTERÍSTICAS DE LA GÓNADA | CONTENIDO GONADAL (%) |
|---------------------------|--|---------------------------|------------------------|---|-----------------------|
| Estadio 0 (Indeterminado) | No visible | - | - | - | - |
| Estadio I (Inmaduro) | Contenido gonadal limita con el endodermo | Naranja pálido | Crema claro | Externa: gónada semillena, interna: medianamente llena, expulsión poco-nada | 1 - 20% |
| Estadio II (Maduro) | Intervisceral: entre el estómago y hepatopáncreas. (Se extiende por si toda la superficie ventral); dorsal: hasta el saco pericardial; anterior: hasta el músculo abductor; y posterior: con el músculo del pie. | Naranja a Naranja intenso | Crema a Crema amarillo | Externa: gónada semillena a llena, interna: semillena a llena, expulsión fuerte-media | 20 - 100% |

lo cual disminuye la duración para el proceso de las muestras y la necesidad de adquirir equipos costosos. Además, es más fácil interpretar el comportamiento de la madurez durante el tiempo evaluado.

Para el período de estudio, el ciclo de reproducción presenta dos picos importantes en el año, uno en noviembre y otro en febrero, lo que coincide con lo expuesto por Squires *et al.* (1975), en Colombia, y Cruz (1982), en Costa Rica. A partir de la información reportada por Aguilar *et al.* (Doc. elec.), no es posible realizar una comparación, ya que la metodología utilizada para ese trabajo no permite interpretar los resultados expuestos.

Los trabajos realizados sobre el comportamiento de la reproducción de especies del género *Anadara* (*A. granosa*, *A. senilis*, *A. rhombea*, *A. scapha*, *A. trapezia*) en otras áreas, permiten afirmar que estas presentan desoves todo el año, con picos definidos (entre 2 y 4) durante algunos meses, pero los más representativos se evidencian durante el segundo semestre. Diferentes autores mencionan que estos eventos pueden estar influidos por la temporada de lluvias, la salinidad y las temperaturas en las especies *A. subcrenata* (Kusukabe, 1959; Ting *et al.*, 1972), *A. granosa* (Pathansali, 1966; Narasimham, 1969; Broom, 1983; Narasimham, 1988), *A. ursus* (Tanaka, 1959), *A. trapezia* (Sullivan, 1960; Hadfield y Anderson, 1988), *A. broughtoni* (Kano y Kikuchi, 1962; Dzyubu y Maslennikova, 1982); *A. senilis*

(Yoloye, 1974; Cruz, 1984), *A. rhombea* (Natarajan y Jhon, 1983) y *A. scapha* (Barón y Clavier 1992).

La talla media de la primera madurez al 50% (44 mm, intervalo 18-82 mm) calculada en el presente estudio fue superior a las tallas de madurez reportadas por Squires *et al.*, 1975 (32 mm, intervalo 34-65 mm); Franco, 1995 (30 mm, intervalo 27-72 mm); Herrán, 1983 (39 mm); Puentes, 1997 (36 mm); Borda y Portilla, 1998 (25 mm) en Colombia, y Ampie y Cruz, 1983 (23.2-26.2 mm) en Costa Rica. En las especies del género *Anadara*, se han observado individuos maduros en las tallas por debajo de los 30 mm (Cruz, 1987; Natarajan y Jhon, 1983; Narasimhan, 1988; Broom, 1983; Ting *et al.*, 1972; Yoloye, 1974; Yankson, 1982).

Estas discrepancias tan evidentes en las estimaciones realizadas se deben, en parte, a los métodos empleados y, a las épocas seleccionadas para efectuar el estudio; aunque también se observa que los intervalos de las tallas analizados fueron muy diferentes y esto podría repercutir en los porcentajes de hembras maduras procesadas. La talla de primera reproducción calculada en este trabajo es un atributo de la población de la piangua, por eso los estimados por los autores precedentes no deben ser considerados como un indicador de este parámetro, ya que son las tallas (30-39 mm) donde finaliza la fase juvenil y se inicia la reproducción (preadultos). Es probable que la talla de madurez inferior a la normal (23-26

mm Lt) ocurra en algunos individuos por cambios ambientales o por precocidades metabólicas.

Variabilidad de la talla y del reclutamiento

Los resultados del presente estudio y los reportes de Squires *et al.*, (1975), Betancourth y Cantera (1978), Contreras (1985), Rengifo (1985), Ardila y Cantera (1989), Campos *et al.* (1990), Franco, (1995), Vivar (1996), Puentes (1997), Borda y Portilla (1998) destacan que las cosechas anuales que se realizan a lo largo del área de distribución de la piangua se ejercen sobre individuos con tallas entre los 36 y los 65 mm (Lt), y aproximadamente el 55% de los ejemplares capturados se encuentran entre los 36 y 56 mm (Lt), lo cual indica una incidencia pesquera elevada en estas poblaciones, y probablemente también, una sobrepesca del crecimiento por haberse capturado ejemplares juveniles y pre-reclutados.

Se demostró que el índice de reclutas calculado (APV) constituye una herramienta muy útil para analizar el comportamiento del reclutamiento en esta especie; y que disminuye después del máximo alcanzado en 1996 y en los últimos años se mantiene muy bajo. Cuando se compara el índice anual de reclutas (R) y el de juveniles (Ij) de 1996 (52 millones de reclutas y 24 juveniles) y el promedio estimado para 1997-2000 (3 millones de reclutas y 0.51 juveniles) se observa una disminución de ambos índices, lo cual indica que el reclutamiento después del máximo alcanzado en 1996, desciende hasta niveles mínimos desde 1997 en correspondencia con la variación de las capturas.

A pesar de que en este trabajo no se dispone de información para varios años, y de que no se han realizado trabajos similares para este género ni para la especie, es particularmente interesante observar que, en los meses del año en que el índice de juveniles es alto, se corresponde con los meses en que la talla media disminuye, y probablemente esto coincida con el arribo de los animales más pequeños al área de pesca (Fig. 7).

La piangua presenta tres picos de reclutamiento (mayo, agosto y diciembre) al área de pesca durante el año, con un desfase aproximado entre los 6 y 10 meses después de los periodos máximos de reproducción (noviembre y febrero).

Para obtener la relación entre los juveniles y la abundancia de los adultos se necesitan series continuas y suficientemente precisas, sistematizadas (como mínimo 15 años de información), acerca de la captura y del esfuerzo, y

una minuciosa investigación entre los estadios del ciclo de vida.

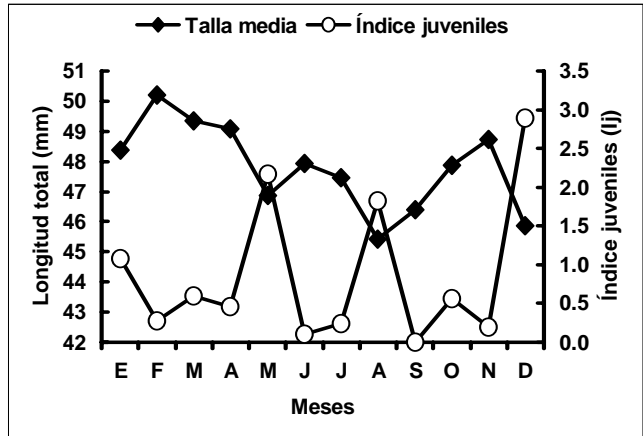


Fig. 7. Relación entre el índice de juveniles y la talla media de captura de la piangua en la Ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano.

Resumen del ciclo de vida

Los resultados obtenidos en el presente estudio y los aportados por otros autores sobre la biología del género y de otras especies, ha permitido presentar un esquema del ciclo de vida de la piangua (*Anadara tuberculosa*) a fin de comprender la concatenación espacial y temporal de las fases de vida en esta especie de molusco (Fig. 8).

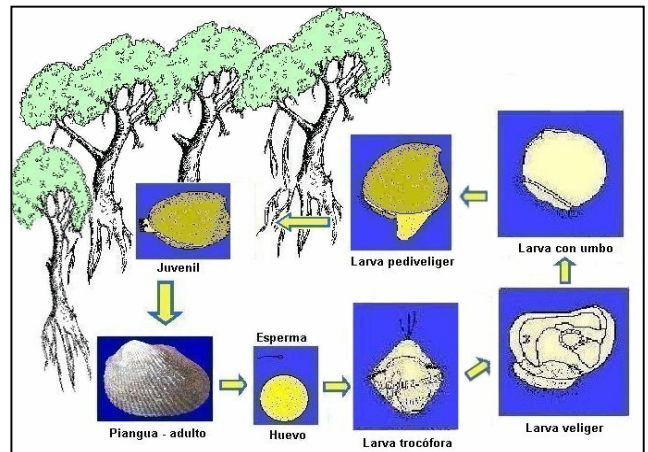


Fig. 8. Esquema general del Ciclo de Vida de la *Anadara tuberculosa*. Los estadios no guardan proporción entre sí, a fin de que se pueda observar cada fase.

Después de ocurrir la fertilización externa del óvulo, a las dos horas se inicia la división celular y a las seis horas desarrolla cilios y presenta movimientos en la columna de agua, estadio conocido como larva trocófora, presenta una talla de 0.08 mm y una duración de un día. El desarrollo continúa con la fase "D" o veliger de charnela recta, y presenta una talla de 0.108 mm, y su duración se estima entre 7 y 10 días. Luego sigue la fase de larva con umbo, cuya talla es de 0.16 mm y presenta una duración entre 3 y 5 días. La última fase es la de larva oculada o pediveliger, cuya talla es de 0.272 mm, permanecen en la columna de agua entre 13 y 15 días (Ioff, 1952; Loosanoff & Davis, 1963; Wong and Lim, 1985; Robles-Mungaray *et al.*, Doc. elec.; BLD, Doc. elec.; Greenwich Bay, Doc. elec.; Henties Bay, Doc. elec.).

Las larvas son planctónicas y su desarrollo transcurre entre 23 y 31 días en aguas oceánicas. La larva pediveliger inicia el asentamiento en las áreas de manglar, con ayuda de las corrientes y de los cambios de marea. Después del asentamiento la post-larva presenta una talla de 5.5 mm y una duración entre 4 y 11 días (BLD, Doc. elec.; Greenwich Bay, Doc. elec.; Henties Bay, Doc. elec.; Robles-Mungaray *et al.*, Doc. elec.). En esta fase se presenta un pequeño lapso en el cual se fijan a un sustrato, para luego liberarse y vivir aisladamente (INPA, 1996; Reynoso-Granados *et al.*, Doc. elec.). En algunas ocasiones se encuentran conchas con otras más pequeñas adheridas, a las que los pescadores llaman "conchas madres".

Los juveniles presentan tallas entre 16 y 30 mm, la duración de esta fase se calcula en 6 meses. Teniendo en cuenta los períodos máximos de reproducción y reclutamiento, se estima que esta fase se recluta a la pesquería entre 6 y 10 meses posteriores al desove. Cuando llegan a la talla de la primera reproducción (44 mm Lt) se consideran adultos, con una duración de 4 años en la pesquería.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al trabajo colectivo de profesionales, técnicos y pescadores vinculados al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) y a la Asociación Concheros de Nariño (ASCONAR) por el apoyo logístico y financiero otorgado. Especial mención merece el ingeniero en producción acuícola Edgar Portilla por su esmerado apoyo en la compilación de las estadísticas pesqueras.

REFERENCIAS

Aguilar, S., G. Castillo, M. Soto y C. Luque (2003): Algunos aspectos biológicos del recurso concha negra (*Anadara tuberculosa*) en el Litoral Norte del Perú durante 1999. <http://www.unmsm.edu.pe./Biologia/investigacion/9rec001.htm>. [citado 2001-07-12].

Ampie C., L. y R.A. Cruz (1989): Tamaño y madurez sexual de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae), en Costa Rica. *Brenesia* 31: 21-24.

Ardila C., L. y R. Cantera (1989): Diagnóstico de la pesca artesanal de moluscos en algunas regiones del Pacífico Colombiano. Chile, Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, Viña del Mar, pp:397- 403.

Arias, P. y E. Anzola. (1989): La pesca artesanal en Colombia. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-. Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre. División Pesca Artesanal. Bogotá., 32 pp.

Baron, J. and Clavier J. (1992): Effects of environmental factors on the distribution of the edible bivalves *Atactodea striata*, *Gafrarium tumidum* and *Anadara scapha* on the Coast of New Caledonia (SW Pacific). *Aquatic -Living -Resour.* 5(2):107-114.

Bazigos, G.P. (1974): The design of fisheries statistical surveys – inland waters. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (133): 122 p.

Betancourth, J. y J. R. Cantera (1978): Estudio ecológico y económico de la piangua. Colombia, Universidad del Valle, Mem. Sem. Ocean. Pac. Sudam., pp:475-499.

Bivalve Larvae Development –BLD-.(2003): Shellfish Development: The Veliger Larvae.. Disponible en Internet: <google.com: Veliger> 7KB.

Borda, C.A (2001): Evaluación pesquera de la piangua (*Anadara tuberculosa*) en el Pacífico Colombiano. Universidad de La Habana, centro de Investigaciones Marinas, Tesis de Maestría, 74 pp.

Borda R., C.A y E.G. Portilla M. (1998): Talla de captura, madurez sexual, comercialización y recomendaciones para el manejo de *Anadara tuberculosa* (piangua hembra) en la Ensenada de Tumaco (Nariño), Pacífico Colombiano. Colombia,

Memorias XI Seminario Nacional de Política, Ciencias y Tecnologías del Mar, en conmemoración del Año Internacional de los Océanos. [CD-ROM].

Borrero, F. (1982): Observaciones sobre la recolección de juveniles de "piangua" *Anadara* spp. y las condiciones oceanográficas en el área de Punta Soldado, Bahía de Buenaventura, Tesis Universidad del Valle, 110 pp.

Broom, M.J. (1983): Gonad development and spawning in *Anadara granosa* (L.) (Bivalvia: Arcidae). *Aquaculture* 30: 211-219.

Campos, J.A., M.L. Fournier y R. Soto (1990): Estimación de la población de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Sierpe Térraba, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 32(2B):477-480.

Contreras, R. y J. Cantera (1978): Notas sobre la ecología de moluscos asociados al ecosistema manglar - estero en la costa del Pacífico Colombiano. Colombia, Mem. Sem. Ocean. Pac. Sud. Sep 1 - 5 1976. Cali Colombia. Uni. Del Valle. 709 - 747.

Cruz, R.A. (1982): Variación mensual del índice de condición del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 30(1):1-4.

Cruz, R.A. (1984): Some aspects of reproduction and monthly variation of the condition index of *Anadara senilis* (Pelecypoda: Arcidae) of Jicaral, Puntarenas, Costa Rica. *Brenesia* 22: 95-105.

Cruz, R.A. (1987): Tamaño y madurez sexual de *Anadara grandis* (Pelecypoda: Arcidae). *Brenesia* 27:9-12.

Cruz, R. y C.A. Borda (2003): Estado de explotación y pronóstico de la pesquería de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico Colombiano. *Rev. Invest. Mar.* 24(3):221-230.

Dzyubu, S.M. and L.A. Maslennikova (1982): Reproductive cycle of the bivalve mollusc *Anadara broughtoni* from the southern part of Peter the Great Bay (Sea of Japan). *Biol. Morya* 3: 34 - 40. (In Russian).

Franco, L. (1995): Uso y conservación de moluscos del género *Anadara* (Mollusca: Bivalvia). Evidencia poblacional de un gradiente de explotación humana en el Chocó, costa Pacífica Colombiana.

Colombia, Universidad Nacional de Bogotá, INVEMAR, Tesis de Maestría, 139 pp.

Greenwich Bay. Quahog Development and Growth [en línea]. [citado 2001-09-07]. Disponible en Internet: <goggle.com: Veliger> 8 KB.

Hadfield, A.J, and D.T. Anderson (1988): Reproductive cycles of the bivalve mollusks *Anadara trapezia* (Deshayes), *Venerupis crenata* (Lamarck) and *Adomia descripta* Iredale in the Sydney region. *Aust. J. Mar Freshwater Res.* 39: 449 - 466.

Henties Bay Coastal Resource Research Centre. A Systematic Survey on Plankton a long the Coastal off Swakapmund (Namibia). David G. Senn. ©2000 Henties Bay Coastal Resource Research Centre. Created by T. L., Zuze. Last Updated 23 January,

Herrán, Y. (1983): Estudios histológicos del ciclo gonádico de la "piangua" *Anadara* (*Anadara*) *tuberculosa* y *Anadara* (*Anadara*) *similis* en la costa Pacífica colombiana. Tesis, Universidad del Valle., 76 pp.

Holden, M.J. y D.F.S. Raitt. (1975): Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO Doc.Téc.Pesca* (115) Rev. 1: 211 pp.

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA- (1996): Evaluación del potencial de semilla de Bivalvos comerciales en el Pacífico Colombiano. Colombia, Buenaventura, Informe Técnico Final, 45 pp.

Ioff, N.A. (1952): *Curso de Embriología de los Invertebrados*. Moscú, Editorial Mir, 286 pp.

Kano, H. and S. Kikuchi (1962): On the rearing of *Anadara broughtoni* (Schrenck) and *Haliotis discus hannai* Ino. *Bull. Mar. Biol. Stat.* 11:71-76.

Keen, M. (1971): Sea shells of the Tropical America. Mollusks from lower California to Perú. Stanford Uni. Press.

Kusukabe, D. (1959): Studies on the artificial seeds of the ark shell *Anadara subcrenata* (Lischke). *J. Fac. Fish. Anim. Husb.*, 2:183-239.

Loosanoff, V.L. and H.C. Davis (1963): Rearing of bivalve Mollusks. *Advances in Marine Biology*, Vol. I, 130 pp.

- Montenegro B., C.M. (1995): Evaluación y manejo experimental del ciclo biológico de la concha prieta *Anadara tuberculosa* y de *Crasostrea columbiensis* en la región Tumaco Pacífico Colombiano. Tesis Universidad de Nariño, 65 pp.
- Morris, P. (1966): *A field Guide to Pacific Shells*. The Peterson Field Guide Series, Houghton, Mifflin Co. Boston, 2nd. Edition,
- Naranjo, L. (1982): Crecimiento y observaciones generales del bivalvo *Anadara tuberculosa* (Sow.,1833) en Punta Soldado, Bahía de Buenaventura. Tesis Universidad del Valle. 79 pp.
- Narasimham, K.A. (1969): Studies on some aspects of biology and fishery of the cockle *Anadara granosa* (Linnaeus), from Kakinada Bay. India, Proc. Symp. On Mollusca. Marine Biological Association of India, Cochin, pp:407-417.
- Narasimham, K.A. (1988): Biology of the blood clam *Anadara granosa* (Linnaeus) in Kakinada Bay. *J. Mar. Biol. Assoc. India*. 30(1-2):137- 50.
- Natajara, R. and G. Jhon (1983): Reproduction in the edible ribbed clam *Anadara rhombea* from the backwaters of Porto Novo. *J. Mar. Science* 12(2):90-95.
- Pathansali, D. and M.K. Soong (1958): Some aspects of cockle (*Anadara granosa* L.) culture in Malaya. Proc. Indo-Pac. Fish. Counc. 8: 26-31.
- Pathansali, D. (1966): Notes on biology of the cockle *Anadara granosa* L. Proc. Indo-Pac. Fish. Counc. 11:84-98
- Portilla, M.E.G., V.R. Betancourth S. e I.A. Arisala S. (1999): Algunos aspectos pesqueros y estados de explotación de la piangua (*A. tuberculosa*, *A. similis*) en la Ensenada de Tumaco. Tesis Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, 140 pp.
- Prahl, H.J, R, Cantera y R. Contreras (1990): *Manglares y hombres del Pacífico Colombiano*. Fondo FEN Colombia, Bogotá, 135 pp.
- Puentes G., V. (1997): Aspectos biológico pesqueros de la piangua *Anadara* spp. en el Parque Nacional Natural Sanquianga. Ministerio del Medio Ambiente, Unidad Administradora Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Informe final, 43 pp.
- Rengifo, W. (1985): Estudio comparativo de 8 especies del género *Anadara* con énfasis en algunos aspectos biológicos, económicos y bromatológicos en el mercado. Bahía de Buenaventura. Tesis Universidad del Valle. 125 pp.
- Reynoso-Granados, T., T. Monsalvo-Spencer G. y M. Robles-Mungaray (2003): Efecto del sustrato y la temperatura en el asentamiento y metamorfosis de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) Disponible en internet: <gogle.com: Anadara tuberculosa> 4 KB. [citado 2001-07-03].
- Robles-Mungaray M., T. Reinmoso-Granados, P. Monsalvo-Spencer y P. Omart-Castro. Cultivo larvario de pata de mula (*Anadara tuberculosa*) en baja California Sur, México [en línea]. [citado 2001-07-03]. Disponible en internet: <gogle.com: Anadara tuberculosa> 4 KB.
- Rodriguez, F. (1985): *Taxonomía, crecimiento y mercadeo de la piangua (Anadara tuberculosa y A.similis) en el Pacífico Colombiano*. Colombia, Informe final del proyecto Maricultura colombiana, componente Pacífico, Univ. del Valle, Biología Marina, 177 p.
- Rodriguez, M.A. (1992): Estadística aplicada en Biología Marina. Colombia, Seminario Taller Matemáticas aplicadas en Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, 29 pp.
- Sokal, F. and J. Rohlf (1969): *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. State University of New York at Stony Brooke, 776 pp.
- Sullivan, G.E. (1960): Functional morphology, micro-anatomy and histology of the "Sidney cockle", *Anadara trapezia* (Deshayes) (Lamellibranchia: Arcidae). *Aust. J. Zool.* 9: 219-257.
- Squires, H., M. Estevez, O. Barona y O. Mora (1975): Mangrove Cockles, *Anadara* spp. of the Pacific Coast of Colombia. *The Veliger* 18(1):57-68.
- Tanaka, S. (1959): Spawning season of important bivalves in Ariake Bay-IV *Anadara ursus* Kuroda MS. Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, *Report of the Investigation on de Ariake Sea*, No. 5, 3 pp.
- Ting, Y.Y, S. Kasahara and N. Nakamura (1972): An ecological study of the so-called Mogai (*Anadara*

subcrenata (Lischke) cultured in Kasaoka Bay. *J. Fac. Fish. Amin. Husb.*, 11: 91-110.

Toyo T., I. Tesuji and N. Inoue (1978): The mass culture of ark-*Anadara* and their problems in Yamaguchi Prefecture. *Cult. Res.* 7:51-66.

Tresierra A., A.E. y Z.G. Culquichicón M. (1995): Manual de biología pesquera. Perú, CONCYTEC, . Editorial Libertad, 227 pp.

Vivar L., L.A. (1996): Dinámica poblacional y tasa de explotación de *Anadara (Anadara) tuberculosa* "Concha Negra", en los manglares de Puerto Pizarro, Tumbes, Perú. Perú, Universidad de Trujillo, Tesis de Maestría, 35 pp.

Wong, T.M. and T-G Lim. (1985): Cockle (*Anadara granosa*) seed produced in the laboratory, Malaysia. *ICLARM Newsletter* 8(4), 13 pp.

Yankson, K. (1982): Gonad maturation and sexuality in the West African bloody cockle, *Anadara senilis* (L). *J. Molluscan Stud.* 48: 294 - 300.

Yoloye, V. (1974): The sexual phases of the west African Bloody cockle, *Anadara senilis* (L). *Proc. Malac. Soc. London*, (41):25-27.

Aceptado: 22 de diciembre del 2004