

## Características poblacionales del cambute, *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en el Parque Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica (1999-2003)

Daisy Arroyo-Mora

Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), 2060 San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

Dirección actual: Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica;

darroyom@biologia.ucr.ac.cr

Recibido 01-IV-2009. Corregido 25-V-2009. Aceptado 11-VI-2009.

**Abstract: Population characteristics of the cambute, *Strombus galeatus* at the Ballena Marine Park, Central Pacific, Costa Rica (1999-2003).** Marine parks and reserves are important for biodiversity conservation and as sustainable places for recovery of fishery resources, especially for those species of economic importance such as the Pacific conch *Strombus galeatus*. Independent surveys, from 1999 to 2003 were done in three areas in the park, by snorkeling and/or scuba diving. A total of 168 live snails were captured, and 120 of them were marked with plastic tags, albeit none were recaptured. Conchs were found on sandy and rocky bottoms, with young protected in corals or rocks. The population was mostly composed by young adults (50% of the population; mean length 162.2mm), with a 50:50 sex ratio. Density was 683 conchs/ha which reflects a relatively good population condition for the area. This park has natural barriers, allowing conchs to move along the area. Rev. Biol. Trop. 56 (Suppl. 4): 113-124. Epub 2009 June 30.

**Key words:** population ecology, biometry, *Strombus galeatus*, marine protected areas.

Los parques marinos constituyen refugios importantes para la conservación de estos ambientes, las especies que los habitan, y especialmente para aquellas que están sometidas a considerables niveles de extracción por pesca (Palumbi 2004). El Parque Nacional Marino Ballena (PNMB), costa Pacífica de Costa Rica, fue creado en 1989. Cuenta con un total de 115ha terrestres y 5375ha de ambientes marinos (arrecifes de coral, islas, playas de arena blanca, manglares, entre otros). El PNMB contiene el arrecife de coral más grande de la costa Pacífica de Centroamérica (Alvarado & Fernández 2005), y en él es frecuente avistar a la ballena jorobada entre diciembre y abril, y otros organismos de esta zona privilegiada (Kappelle *et al.* 2002).

A lo largo de la costa del parque hay varios asentamientos humanos que se establecieron antes de la creación del PNMB. Estos se han mantenido en la zona, y actualmente crecen alentados por el turismo y el incremento en la infraestructura. Parte de estas poblaciones están compuestas por pescadores artesanales, que han desarrollado sus actividades en lo que ahora es el parque, y luego de su instauración, en sus alrededores. Generalmente, estas se han dirigido a la pesca y a la extracción de langosta y caracol. Más recientemente, la pesca y extracción parecen haber disminuido. Sin embargo, debido al conflicto de uso que representó la creación de esta área protegida, los esfuerzos de investigación y acción social de algunas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han fomentado programas

para promover un manejo sostenible de los recursos del área.

El caracol *Strombus galeatus*, conocido con el nombre común de cambute, ha representado uno de los gasterópodos de mayor tamaño e importancia económica en el Pacífico de América tropical y del PNMB (Arroyo & Mena 1998). Común en zonas costeras con fondos rocosos, arenosos y mixtos, ha sido una especie con un régimen de extracción (manual o por buceo a pulmón) para el consumo por parte de poblaciones costeras. Sin embargo, al igual que *S. gigas* en el Caribe (Delgado *et al.* 2004), se ha visto afectado por un incremento en la demanda local y turística, tornando su uso a un nivel comercial. Para *S. galeatus* hay una prohibición de captura y comercialización; se carece de estadísticas pesqueras formales y hay poca información disponible sobre la situación de sus poblaciones (Arroyo & Mena 1998, Arroyo 1998, Vega & Pérez 2003). Por conversaciones con los pescadores y visitas a zonas costeras, se sabe que es una especie con niveles de extracción considerables, y de difícil control por las autoridades.

Actualmente, la obtención de información básica poblacional sobre moluscos y otras especies de importancia económica, ha constituido una herramienta valiosa para las áreas marinas protegidas (Branch & Odendaal 2003, Palumbi 2004, Dolorosa & Schoppe 2005). Estos datos han apoyado los esfuerzos para el establecimiento de programas de conservación y manejo de esas especies. La información de *S. galeatus* es limitada: se ha caracterizado poblaciones en zonas protegidas de Panamá y Costa Rica (Arroyo 1998, Arroyo & Mena 1998, Vega & Pérez 2003). Por lo anterior, y debido a la importancia de disponer de información nueva que permita evaluar cada área y su potencial para conservación, el objetivo del presente trabajo es brindar una descripción poblacional del cambute en este parque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El PNMB se encuentra en la región central-sur del Pacífico costarricense, 9°08' N

83°40' W. Se caracteriza por temperaturas medias anuales entre los 23 y 27°C y una precipitación anual promedio entre los 3000-3500 mm de mayo a diciembre (Avilés 1994, Kappelle *et al.* 2002). La humedad es alta en la época lluviosa y varios ríos y quebradas alimentan y enriquecen la zona hacia la costa. Esta área está caracterizada por oleajes fuertes.

Este estudio se basó en dos actividades principales: en la realización de entrevistas con los pescadores y algunos habitantes del sitio; y en la observación de la población de caracoles dentro del parque.

Para el estudio poblacional de los caracoles, se hizo muestreos durante las mareas más bajas del mes en tres zonas diferentes del parque (de norte a sur): el Tómbolo (parte externa e interna), la Isla Ballena (sección noreste) y las Islas Tres Hermanas (sección sur) (ver Fig. 1 de Alvarado & Fernández 2005). Las observaciones se hicieron una vez al año entre los años 1999 al 2001, y dos veces en el año 2003 (durante la época seca y lluviosa). Los datos de temperatura, salinidad y disco Secchi también fueron tomados.

Para la búsqueda de los caracoles se trabajó de dos formas, por medio de franjas con áreas conocidas (40m de longitud x 4m de ancho, dos buzos) o por fracciones de tiempo (equivalentes a áreas/buzo). Se utilizó tanto el buceo con tanque como con snorkel (este último sólo para zonas de baja profundidad y buena visibilidad). Las mediciones biométricas fueron realizadas en cubierta y los caracoles fueron devueltos al medio en la misma área. En general, a los caracoles encontrados se les perforó la concha con un taladro portátil (parte externa canal anal) para atar con hilo de nylon etiquetas plásticas con números individuales.

Los datos biométricos, unificados para su descripción y análisis, consideraron la longitud total (mm), el ancho (mm) y grosor del labio (mm) de la concha, así como el peso húmedo total del gasterópodo. Otras observaciones consideraron aspectos generales y ecológicos, como la presencia e interacción con otras especies del lugar, el desarrollo sexual de los caracoles, la presencia de parásitos o deformidades en las conchas, y observaciones

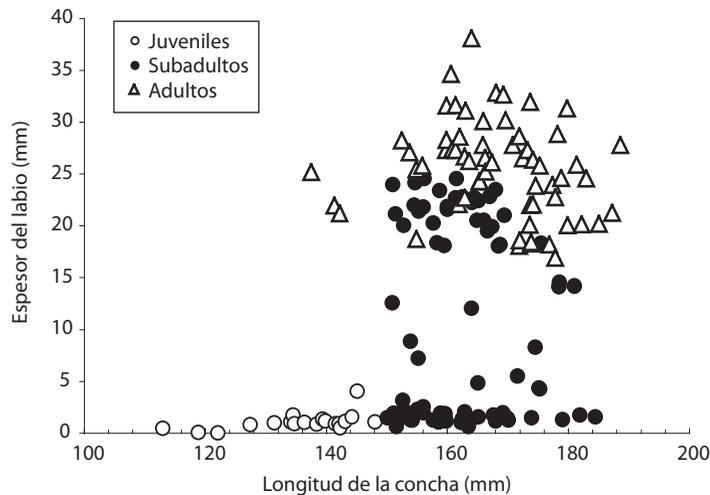


Fig. 1. Dispersión de datos correspondientes a la longitud de la concha y espesor del labio del cambute, *Strombus galeatus* por grupos de edad en el Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica (1999-2003).

de epibiontes. Los datos fueron analizados con estadísticas simples.

## RESULTADOS

**Características de la zona:** El PNMB está localizado bajo la influencia de dos estaciones: la lluviosa (mayo-noviembre) y la de verano (no lluviosa, de diciembre a abril aprox.), así como de las actividades desarrolladas en la zona terrestre (agricultura y crecimiento de infraestructura costera) (Alvarado & Fernández 2005).

En el mar, las características fisicoquímicas de temperatura, salinidad y visibilidad en la columna de agua son muy variables en los meses lluviosos, debido al mayor aporte de agua dulce y a la cantidad de sedimentos acarreados por los ríos y quebradas, que disminuyen la visibilidad. Por su parte, en la época seca la temperatura ambiental suele ser mayor, no hay un ingreso de aguas dulces continentales considerable, hay mayor visibilidad y con la infiltración solar se incentiva el crecimiento de algas, fuente de alimento para los caracoles y otros organismos. Durante este estudio, los datos de temperatura, salinidad y disco Secchi, rondaron respectivamente entre los ámbitos de los 28-29°C, 21-32

PSU y desde uno hasta tres metros de disco Secchi.

El sustrato marino observado en el parque tuvo como componentes principales: arena, roca, restos de corales y algas, así como promontorios de corales. A partir de los buceos efectuados y la información obtenida de los pescadores, es posible sugerir la existencia de una conectividad entre las diferentes zonas del parque evaluadas, existiendo barreras naturales hacia los límites occidentales del parque (islas y zonas de mayor profundidad). Dicha conectividad permite considerar la posible ocurrencia de desplazamientos de un área a otra del parque, por parte de especies con capacidad de moverse como el cambute. Esos desplazamientos podrían darse incluso fuera de los límites del área, siendo únicamente limitado por la profundidad, y por las características y el tipo de sustrato en dichas zonas.

**Actividad pesquera:** De las entrevistas con algunos pobladores, Bahía (principal asentamiento al frente del área marina), se ha dedicado principalmente a la actividad pesquera y agrícola desde su llegada hace aproximadamente 60 años, mucho antes de la instauración

del parque. Dichas actividades fueron principalmente de subsistencia, pero con los años adquirieron cierta condición comercial. La actividad pesquera desarrollada en el área ha sido efectuada por dos grupos principales: los pescadores artesanales locales, y los camaroneros provenientes del área de Puntarenas. Actualmente, la pesca comercial camaronera no se da, pero en varias oportunidades antes del 2000, algunos barcos sorprendidos dentro del parque, fueron sancionados y multados; los barcos camaroneros generalmente realizaban sus faenas en las afueras del río Morete y en las cercanías de Piñuela, justo en los límites norte y sur del parque, respectivamente. Por su parte, la pesca artesanal, que en los últimos años ha visto disminuido el número de pescadores, ha debido desplazarse fuera del área protegida para realizar sus jornadas de pesca con trasmallos. Adicionalmente, existe un grupo de pescadores locales dedicados al buceo, cuya actividad es mantenida incluso en la actualidad. Su buceo ha sido tradicionalmente efectuado a pulmón, pero también se ha utilizado el compresor, con el que han ocurrido algunos accidentes. Para años anteriores al 2000, a pesar de las regulaciones existentes, se tiene reportes de algunos decomisos tanto de carne de cambute (unos 150kg que equivaldrían a unos 500 caracoles aprox.), así como de caracoles vivos (eg. Punta Uvita 150 caracoles, Com. Pers. Personeros del parque).

Más recientemente, ha surgido otro tipo de actividad, promovida por la riqueza natural de la zona: la atención al visitante nacional y extranjero. A pesar de ser desarrollada por compañías turísticas consolidadas, también suele ser efectuada por los pescadores artesanales locales como una actividad económica adicional durante el verano. Consiste principalmente en traslados de los visitantes hacia zonas cercanas para apreciar los arrecifes (buceo o con snorkel), o para hacer los famosos avistajes de las ballenas y de los delfines (entre los meses de diciembre y abril). Por otra parte, algunos pescadores suelen efectuar actividades de transporte marítimo a turistas que desean

visitar la Isla del Caño, aunque con menos frecuencia que las actividades anteriores.

También en esta zona ha existido un grupo de mujeres organizadas, algunas familiares de pescadores, que se han dedicado a colaborar en el procesado de los productos de la pesca (lavado, limpieza y empaclado de producto), y a la confección de diversas manualidades, para las que en algún momento han recibido capacitación por parte de instituciones gubernamentales.

**Poblaciones de caracol por zona:** Según los pescadores, el cambute es un gastrópodo que se ha encontrado comunmente, desde áreas profundas (25m aprox.) hasta zonas que dejan los caracoles al descubierto durante las mareas vivas, como por ejemplo: el Tómbolo. Para las fechas y los tres sitios analizados del Tómbolo (sección noreste y noroeste), la Isla Ballena y las Islas Tres Hermanas, los datos muestran zonas de distribución diferenciada por edad de los cambutes: los jóvenes y/o subadultos se encontraron con mayor frecuencia en la parte noreste (interna) del Tómbolo, que se caracterizó por la presencia de refugios de rocas de bajas profundidades; así como la zona suroeste en las Islas Tres Hermanas, también con variable cantidad de refugios disponibles entre las rocas y los corales, de bajas profundidades (4m aprox.). Los caracoles adultos se encontraron más frecuentemente en la zona noroeste del Tómbolo, caracterizado por tener oleajes fuertes, fondos arenosos y con rocas dispersas, y profundidades variables; y en la Isla Ballena, que resultó ser muy energética, con fondos rocosos y arenosos, más profunda (4-5m) que las anteriores. En general, los adultos fueron encontrados sobre la arena, y los jóvenes protegidos entre rocas o estructuras coralinas. Sin embargo, algunos individuos adultos o subadultos fueron encontrados semienterrados en la arena.

**La población de *S. galeatus* del parque:** Se encontró un total de 168 caracoles *S. galeatus* vivos y 18 caracoles muertos (ocho en el Tómbolo, dos tenían un *Aniculus elegans*; tres en Isla Ballena, una concha con perforación por

acción humana; y siete en Tres Hermanas, una con *A. elegans*). Todos los caracoles encontrados fueron llevados a cubierta para tomar las mediciones y se logró marcar un total de 120. No fue posible obtener recapturas.

Predominaron los subadultos con un 50%, caracterizados por un promedio en longitud de concha de 162.2mm y 1159.5g de peso total (Cuadro 1). Por su parte, los juveniles resultaron los menos frecuentes con un 11.9%, con promedios de 137.8mm de longitud y 537g de peso. El juvenil más pequeño tuvo una longitud de 112.9mm (no se encontró individuos de tallas menores a 100mm de longitud). Los caracoles adultos, el 38% de la población, resultaron con un promedio de 168.1mm de longitud y 1783.4g de su peso total; el caracol más grande fue un macho que midió 188.7mm de longitud. Se encontró tanto machos como hembras adultos enanos (longitudes de concha

cercanas 140mm) y labios gruesos erosionados (20-38mm; Cuadro 1, Fig. 1). En general, las conchas de los individuos adultos tenían epibiontes de diversos tipos (algas, cirripeidos, otros moluscos como Vermetidae y *Crepidula* sp.) y se caracterizaron por tener labios más gruesos, además de presentar algún nivel de bioerosión.

Los juveniles, con labios de espesor menor a 5mm y longitudes máximas cercanas a los 150mm (Fig. 1). Los subadultos, con labios de grosor menor hasta los 27mm, pero con longitudes de concha variables hasta un máximo de 184.5 mm; en este grupo, los caracoles con grosores de labio entre los 5 y 15mm fueron poco frecuentes en las capturas. Los adultos, con labios de espesor entre los 17-38mm, ocurrieron en un ámbito de longitudes muy variables pero con tendencia a estar entre los 160 y 180mm.

CUADRO 1

*Características biométricas por grupos de edad, para la población evaluada de Strombus galeatus en el Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica*

Grupo de edad	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor del labio (mm)	Peso húmedo total (g)	Número total (n)	Proporción machos/hembras
<b>Juveniles</b>						
Promedio	137.8	86.2	1.12	537.00	20	4/4
Desv. Standard	9.5	11.1	0.83	212.50		
Mínimo	112.9	68.9	0.06	150.00		
Máximo	148.0	114.3	4.05	900.00		
<b>Subadultos</b>						
Promedio	162.2	118.2	9.76	1159.50	84	12/11
Desv. Standard	8.2	18.1	9.31	379.60		
Mínimo	150.0	87.7	0.65	500.00		
Máximo	184.4	146.9	24.55	2000.00		
<b>Adultos</b>						
Promedio	168.1	138.0	25.65	1783.40	64	10/9
Desv. Standard	10.4	8.2	4.67	370.40		
Mínimo	137.6	113.4	16.80	1000.00		
Máximo	188.7	154.2	38.00	2800.00		

**Aspectos reproductivos:** Del total a un 29.8% de la población se le pudo determinar el sexo: 15.5% fueron machos y 14.3% fueron hembras (proporción de 1.08:1). La determinación se dificultó porque durante las actividades biométricas, los adultos se protegieron dentro de su concha, y para una minoría debido a su corta edad.

Sólo se observó a dos hembras desovando (con masa de huevos) durante la época seca en las zonas del Tómbolo y de las Islas Tres Hermanas, respectivamente. No se vió cópulas ni agrupamientos. La dispersión de larvas se presume ocurra en su mayor parte durante la época de verano.

**Crecimiento de los caracoles:** Si bien no fue posible obtener recapturas de los caracoles marcados, se utilizó la relación de los datos de longitud y peso de la concha obtenidos, para observar una tendencia de crecimiento exponencial caracterizado por la ecuación  $Pt = 2 \cdot 10^{-7} * (Lt)^{4.4143}$ ;  $r^2=0.561$ ;  $p<0.01$  (Fig. 2). En la Fig. 3 se expone el crecimiento que caracteriza a caracoles jóvenes (a) y aquellos con tallas superiores (b), al considerar

sólo la longitud de la concha. Por un lado, durante sus etapas jóvenes esta especie tiene un crecimiento en longitud de la concha, tipo asintótico (a). Posteriormente, en su edad adulta, esto varía, y el crecimiento en longitud se estabiliza, y se da un engrosamiento en el espesor del labio (b).

**Densidad de caracoles:** La densidad promedio general del parque fue de 683 caracoles por hectárea. Por zona evaluada, la del Tómbolo resultó ser la más poblada con 1062 caracoles por hectárea, seguida por las Islas Tres Hermanas con 662, y por la Isla Ballena con, 326 caracoles por hectárea (un 50% menos que las anteriores). Al comparar las densidades para la época seca y lluviosa del año 2003, se encontró diferencias significativas con mayor cantidad de caracoles en la época lluviosa: en el Tómbolo 719-1364, en Isla Ballena 47-681, y en Islas Tres Hermanas 194-1250 caracoles/ha.

**Observaciones ecológicas:** En cuatro caracoles (0.02% de la población), dos de ellos machos, fueron encontrados parásitos de la familia Cirolanidae (Crustacea). Las longitudes

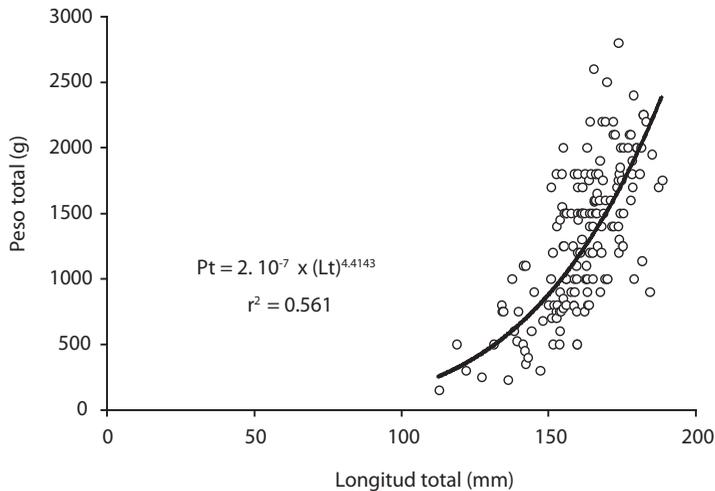


Fig. 2. Relación entre la longitud y peso total de los caracoles de *S. galeatus* evaluados en el Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica.

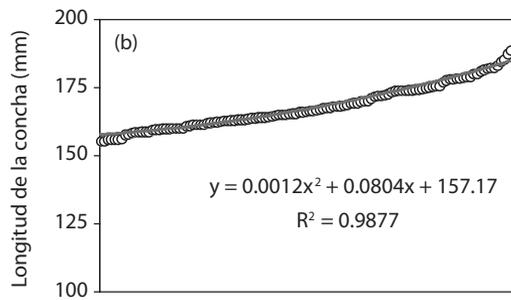
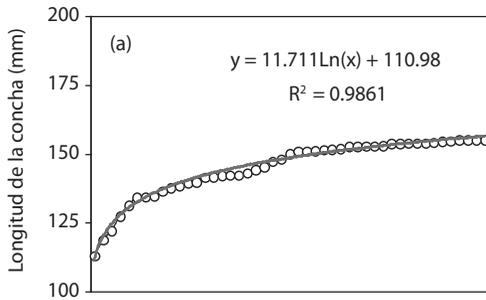


Fig. 3. Modelo de crecimiento obtenido a partir de las mediciones en longitud de la concha de caracoles del Parque Nacional Marino Ballena, para los estados juvenil (a) y adulto (b).

de las conchas en las que fueron hallados estos parásitos correspondieron a caracoles adultos de tamaños: 181.85, 188.7, 163.75 y 165.5mm de longitud de concha.

El cangrejo de género *Aniculus elegans* fue encontrado habitando la concha de tres caracoles jóvenes con longitud total de: 114.20mm (en Islas Tres Hermanas), 147.2 y 159.5mm (en el Tómbolo).

Como interacciones con otras especies, se pudo observar que debajo de la concha de un caracol adulto macho (174.5mm de longitud) un pez de la familia Labridae (en posición de aparente descanso), posiblemente de la especie *Thalassoma lucasanum* (macho terminal).

**Observaciones sobre otros organismos avistados:** En el Cuadro 2 se puede observar que para la zona del Tómbolo y las Islas Tres Hermanas, se encontró con más frecuencia otros tipos de organismos, tanto en las franjas como sobre las conchas del caracol. Entre los observados están: los gasterópodos de las familias Vasidae (*Vasum muricatum*), Muricidae (*Hexaplex* sp.), Conidae (*Conus nux* y *Conus* sp.), Strombidae (*Strombus peruvianus*), Fasciolaridae (*Pleuroploca princeps*), Melongenidae (*Malea ringens*); bivalvos de la familia Pteriidae (*Pinctada mazatlanica*) y equinodermos. También se observó la presencia de otros invertebrados sobre la concha y/o el opérculo de los cambutes adultos: Vermetidae, Chitonidae, Caliptraeidae, y crustáceos

del grupo Cirripedia; los quitones y *Crepidula* sp. también se observaron asidos al opérculo de los cambutes. Sobre la concha de los caracoles también se observó una serie de macroalgas rojas, cafés y verdes, entre las que destacaron las de los géneros *Padina*, *Cladophora*, *Hali-medea* y *Acetabularia*.

## DISCUSIÓN

A diferencia de la laguna de marea estudiada en Cabo Blanco, este parque está más expuesto a las condiciones climáticas y aportes continentales, así como, a los efectos que éstos puedan tener en su ambiente marino.

El PNMB, al carecer de barreras naturales submarinas en su parte central y al tener barreras naturales principalmente ubicadas al costado oeste del parque, dispone de una conexión submarina, que facilita a los organismos la posibilidad de desplazarse hacia otros lugares dentro del área. Alvarado & Segura (2008), lograron determinar que el parque dispone de zonas de profundidades medias interconectadas. Así, a través de ellas se pueden dar desplazamientos, ya sea para fines reproductivos y/o de alimentación, dándole un carácter fluctuante a la población. No se descarta la emigración del parque en su fase adulta y larval, pero para esto deberán hacerse estudios específicos. Se debe tener en consideración que ya se ha reportado incrementos en densidades y disminución de

CUADRO 2

*Presencia de otros moluscos observados en las franjas o sobre la concha de los cambutes, en las tres zonas evaluadas, Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica*

Grupo/Zona	Tómbolo	Isla Ballena	Tres Hermanas
<b>Franjas</b>			
Muricidae- <i>Hexaplex</i>	1 (75.35 mm)	2 (107.6 mm)	6 (60.7 mm)
Vasidae- <i>Vasum muricatum</i>	6 (59.27 mm)	1 (60.90 mm)	
Strombidae- <i>S. peruvianus</i>		1 (107.3 mm)	
Fasciolaridae- <i>Pleuroploca princeps</i>	1 (134.75 mm)		
Conidae- <i>Conus nux</i>	14		
Melongenidae- <i>Melongena patula</i>	1 (solo concha)		
<i>Pinctada mazatlanica</i>	2		
<b>Sobre concha/opérculo</b>			
Vermetidae- <i>Serpulorbis margaritaceus</i>	1		3
<i>Crepidula</i>			2
Chitonidae			2
<i>Chiton</i> sp.			

Datos en número de individuos. Entre paréntesis promedio de longitud total (mm) de la concha de los individuos encontrados.

tamaños en una reserva del Caribe debido a la presencia de barreras naturales que impiden el flujo de los organismos fuera de ella (Béné & Tewfik 2004).

Este parque cuenta con sustratos y refugios muy apropiados para el desarrollo exitoso de poblaciones de *S. galeatus*, que aprovecha los fondos de arena, piedra, promontorios rocosos y/o coralinos y algas, que facilitan su asentamiento, y vida de etapas jóvenes y adulta. Si bien se encontró caracoles de casi todas las edades en los tres sitios muestreados, se pudo observar que los juveniles y/o subadultos, fueron más comunes en áreas con refugios, y que los adultos fueron más frecuentes en zonas más expuestas, con menos refugios. Esta podría ser una estrategia que si bien les permite protegerse de ser depredados por peces, aún quedarían expuestos a la depredación por pulpos que pueden desplazarse hasta el sitio en el que se encuentran los caracoles jóvenes en estas etapas. Esta diferencia en el uso del sustrato ya ha sido observada en esta

especie en la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco, Costa Rica y en el parque Nacional Coiba, Panamá; también ha sido observado para la especie *S. gigas* en el Banco Chinchorro, México (de Jesús-Navarrete & Valencia-Beltrán 2003), y en Los Roques en Venezuela (Schweizer & Posada 2006). Algo común con estas investigaciones es la dificultad de encontrar jóvenes con tallas menores a los 100 mm aprox., probablemente al estar enterrados entre la arena (Arroyo 1998; Arroyo & Mena 1998; Vega & Pérez 2003).

Para este parque se encontró que los individuos con labios de grosor intermedio fueron poco frecuentes en los muestreos. Es muy probable que a esas edades inicien incusiones de desplazamientos hacia otras áreas de alimentación o reproducción más expuestas, con la posibilidad de ser más susceptibles de ser depredados por peces principalmente. Esto coincide con las tallas de los caracoles habitados por el cangrejo *A. elegans*. Para este parque la mortalidad de caracoles adultos

resultó mayor que la observada en Cabo Blanco (CB), una laguna de marea más protegida. Al igual que para CB, en Marino Ballena (MB) se encontró caracoles semienterrados en la arena, lo que se interpreta como un comportamiento de protección-sobrevivencia.

Al considerar los aspectos biométricos de esta especie también se encontró diferencias con Cabo Blanco. Los promedios en longitud de jóvenes fueron levemente mayores para Marino Ballena (MB) que Cabo Blanco (CB), con 137.8 y 132.1 mm para cada área. Es muy probable que por lo anterior, también se observara un grosor del labio mayor para los jóvenes de MB (1.12 contra 0.59mm) por ser tallas más grandes. Para los subadultos se encontró tallas de longitudes semejantes entre ambos sitios, con 162.2 y 162.8mm respectivamente. Por otra parte, al comparar el promedio en longitud de la concha de los adultos, los caracoles de MB (168.2mm) resultaron con conchas más cortas que las de CB (183.2mm). Probablemente esta diferencia se deba a la mayor presencia de adultos enanos en MB (machos y hembras) que en CB (en el que se encontró sólo machos enanos); el factor de bioerosión tampoco se descarta, ya en general las conchas de MB presentaron niveles de bioerosión mayores a los observados en CB. Otra diferencia se presentó en el grosor del labio, los caracoles adultos de MB resultaron con labios más gruesos que los de CB (25.6 contra 18.37mm), la razón específica se desconoce, sin embargo, Martin-Mora & James (1995) observaron cambios en la morfología de la concha de los jóvenes de *S. gigas* cuando estos fueron trasladados a otras áreas con características diferentes, o cuando fueron expuestos a depredadores (Delgado *et al.* 2002). Así, se puede pensar que los cambios en la concha de los caracoles de MB podrían resultar de un estado de exposición mayor al entorno que en CB (corrientes, calidad de agua, contaminación, tipo y conformación de sustratos, bioerosión), y que esa estructura (y peso) de la concha de alguna manera podría incrementar la sobrevivencia del caracol, como ha sido sugerido para *S. gigas* en el Caribe (Delgado *et al.* 2002). Se apunta acá que las

conchas de caracoles adultos en MB se observaron menos colonizadas por algas que las de CB y que se encontraron más susceptibles de bioerosión.

La densidad observada parece corresponder con densidades similares para este tipo de moluscos en estudios realizados en el Caribe. Los valores encontrados resultaron mayores que los determinados para Cabo Blanco (500 caracoles/ha, Arroyo & Mena 1998) y para el parque Turks y Caicos (555 caracoles/ha, Stoner & Ray 1996), y menores que los reportados para la especie *S. gigas* en el Arrecife Alacranes (840 caracoles/ha, de Jesús Navarre & Valencia 2003), o para el parque Los Roques, Venezuela, con 800-4600 (Schweizer & Posada 2006). Esta es una especie que realiza desplazamientos, que no son conocidos hasta el momento; además, la densidad depende de varias circunstancias propias de cada localidad. Por otra parte, la densidad de los cambutes parece variar en este parque (en CB esto no ha sido notable), al incrementar hacia el final de la estación lluviosa para las zonas muestreadas. Este resultado puede sugerir desplazamiento de los caracoles hacia las zonas menos profundas de la costa, sin embargo, se debe realizar estudios más puntuales para evaluar este aspecto.

En cuanto a aspectos reproductivos, la relación entre sexos resultó muy cercana al 1:1, en MB y algo diferente a la observada en CB 1:1.2 (hembras/machos). La población de caracoles en MB es sana (sin patologías aparentes) y se encuentra en edad reproductiva o entrando a ésta. Considerando esto, sería factible esperar un incremento en la población del parque y/o zonas aledañas, si la viabilidad de los reproductores no es afectada por influencia de factores costeros naturales o humanos tales como cambios en: temperatura, contaminación/incremento infraestructura costera, y alimentos o habitat. Estos factores han afectado esa viabilidad en las poblaciones de *S. gigas* en los Cayos de la Florida, y se está evaluando su traslado a zonas más alejadas de la costa como medida preventiva (Delgado *et al.* 2004).

Si bien no se hizo muestreos de zooplankton ni corrientes, para evaluar presencia de las

fases larvales del cambute, y conocer sobre su dispersión hacia zonas cercanas (externas al parque), se estima que, las larvas de desoves originados dentro del parque, son llevadas hacia zonas externas al parque, (principalmente durante la época seca en que hay masas de huevos), considerando que las larvas tienen una vida planctónica cercana a un mes, y que dependen de las corrientes para movilizarse. Por lo anterior, este parque Marino podría tener un impacto muy importante en el área, para esta y otras especies de organismos marinos. Asimismo, es probable que ese flujo hacia zonas externas al parque, sea recíproco, y contribuya con el reclutamiento hacia el área protegida, si bien, en menor cuantía por estar sujetas a extracción por pesca. Este aspecto, deberá ser detallado en estudios futuros.

Las observaciones ecológicas son congruentes con las efectuadas en estudios anteriores para esta especie (Arroyo 1998) y en los desarrollados en la zona caribeña para el caracol *S. gigas*. La presencia del crustáceo de la Familia Cirolanidae fue observado principalmente en machos, y contrasta con CB en donde se encontró en hembras. Adicionalmente, el cangrejo *Aniculus elegans* ya había sido observado habitando conchas de subadultos. A diferencia de CB, en MB se observó un pez de la familia Labridae cerca de la parte anterior de la concha de adultos.

El papel de los parques marinos en la conservación de especies, es indispensable, pero su manejo debe ser evaluado en detalle, principalmente para las especies de alto valor comercial. Este caracol es utilizado para el consumo local, y actualmente, algunas de las poblaciones sanas de *Strombus galeatus* se encuentran prácticamente reducidas a los parques marinos existentes, por lo que su relevancia para la sobrevivencia de esta especie es aún mayor. Al constituir además un recurso móvil, se hace indispensable no sólo continuar con los estudios poblacionales que incluyan emigraciones, sino también, evaluar la forma en la que es factible establecer un manejo adecuado de la

especie, analizar la viabilidad de corredores submarinos entre las zonas protegidas, e incluso, la realización de vedas. Además, como actividad alternativa indispensable, incentivar la investigación para la promoción de su cultivo controlado en encierros, como una oportunidad para recuperar las poblaciones del caracol en zonas aledañas, y que representen una posible alternativa productiva para los pescadores, con la que se logre disminuir la presión por pesca sobre esta especie (García 1997, Acosta 2006).

Paralelo a los esfuerzos que se desarrollen, se debe analizar con seriedad la ampliación de las áreas marinas protegidas, en particular la de este parque, ya que su zona marítima es aún pequeña y sin conectividad con otras áreas cercanas de importancia ecológica.

Adicionalmente, se debe tomar en consideración no sólo las especies que desean protegerse, sino también las características generales que presenta el sitio para las especies a manejar. También deben considerarse los cambios en el uso de la tierra y el crecimiento en infraestructura costera que ha tenido algún impacto en las zonas costeras (Lemay 1998). Esto también puede afectar a los parques marinos, y debe haber una estrecha coordinación entre los diferentes usuarios de la zona y las instituciones, para establecer las pautas de un desarrollo sostenible, así como de manejo y conservación de recursos en el área. Ya en otros sitios, como en las Islas Marshall hay programas exitosos de trabajo con las comunidades para un resguardo de los recursos pesqueros a través del establecimiento de zonas protegidas, y la realización de monitoreos conjuntos con las poblaciones costeras (Pomeroy 1995, Pinca 2002, Alvarez 2003, Camarena 2003, Pérez-Ruzafa *et al.* 2008).

Conocer la estructura y funcionamiento de las poblaciones marinas nos ayuda a establecer pautas para su conservación y manejo, y el de los ecosistemas acuáticos. Los estudios deben continuar para poder detallar en otros aspectos de importancia ecológica.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado a través del proyecto No. 808-94-568 financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Se agradece la colaboración de Jorge Picado, Michel Angulo, Cindy Fernández, Juan José Alvarado, Guardaparques, así como a múltiples pescadores de la zona que colaboraron durante la realización de los muestreos.

## REFERENCIAS

- Acosta, Ch.A. 2006. Impending trade suspensions of Caribbean queen conch under CITES: a case study on fishery impacts and potential for stock recovery. *Fisheries* 32: 601-606.
- Alvarado, J.J. & C. Fernández. 2005. Equinodermos del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 53 (Supl. 3): 275-284.
- Alvarez, O. 2003. Community-based coastal resource management and marine biodiversity conservation. Lesson from Punta Allen, Sian Ka'an Biosphere Reserve. International Tropical Marine Ecosystems Management Symposium. Manila, Phillipines.
- Arroyo-Mora, D. 1998. Crecimiento y reproducción de *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en el Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46: 27-36.
- Arroyo-Mora, D. & L. Mena. 1998. Estructura de la población del cambute *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en Cabo Blanco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 46:37-46.
- Avilés, R. 1994. Parque Nacional Marino Ballena: situación y límites. Servicio de Parques Nacionales, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, San José, Costa Rica.
- Béné, C. & A. Tewfik. Biological evaluation of a marine protected area: evidence of crowding effect on a protected population of queen conch in the Caribbean. *Marine Biology* 24: 45-58.
- Branch, G.M. & F. Odendaal. 2003. The effects of marine protected areas on the population dynamics of a South African limpet *Cymbula oculus*, relative to the influence of wave action. *Biol. Conservat.* 114: 255-269.
- Camarena, T. 2003. Management plan of "Chinchorro banc" Biosphere Reserve, a case study of concerted rules and zoning with stakeholders. International Tropical Marine Ecosystems Management Symposium. Manila, Phillipines.
- de Jesús-Navarrete, A. & V. Valencia-Beltrán. 2003. Abundance of *Strombus gigas* zero-year class juveniles at Banco Chinchorro Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 73: 232-240.
- Delgado, G.A., R. A. Glazer & N.J. Stewart. 2002. Predator-induced behavioral and morphological plasticity in the tropical marine gastropod *Strombus gigas*. *Biological Bulletin* 203: 112-121.
- Delgado, G., C.T. Bartels, R.A. Glazer, N.J. Brown-Peterson & K. J. McCarthy. 2004. Translocation as a strategy to rehabilitate the queen conch (*Strombus gigas*) population in the Florida keys. *Fish. Bull.* 102: 278-288.
- Dolorosa, R. & S. Schoppe. 2005. Focal benthic mollusks (Mollusca: Bivalvia and Gastropoda) of selected sites in Tubbataha Reef national Marine Park, Palawan, Philippines. *Science Diliman* 17: 1-10.
- García, R. 1997. Biología de la conservación y áreas silvestres protegidas: situación actual y perspectivas en Costa Rica. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Heredia, Costa Rica.
- Kappelle, M., M. Castro, H. Acevedo, L. González & H. Monge. 2002. Ecosistemas del Área de Conservación Osa (ACOSA). Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Lemay, M. H. 1998. Manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Informe Técnico, División de Medio Ambiente, Departamento de Desarrollo Sostenible, BID. No.ENV. 118. Washington DC, EEUU.
- Martin-Mora, E. & F.C. Frances. 1995. Developmental plasticity in the shell of the queen conch *Strombus gigas*. *Ecology* 76: 981-994.
- Palumbi, S. R. 2004. Marine Reserves and ocean neighborhoods: the spatial scale of marine populations and their management. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 29: 31-68.
- Pérez-Ruzafa, A., E. Marín, C. Marcos, J.M. Zamorro, b. Stobart, M. Harmelin-Vivien, S. Polti, S. Planes, J.A. García-Chardon & M. González-Wanguement. 2008. Modelling spatial and temporal scales for spill-over and biomass exportation from MPAs and their potential for fisheries enhancement. *J. Nat. Conservat.* 16: 234-255.
- Pinca, S. 2003. Experience of community-based surveys and marine reserves in the Marshall Islands.

- International Tropical Marine Ecosystems Management Symposium. Manila, Filipinas.
- Pomeroy, R.S. 1995. Community-based and co-management institutions for sustainable coastal fisheries management in southeast Asia. *Ocean & Coast. Manag.* 27: 143-162.
- Schweizer, D. & J.M. Posada. 2006. Distribution, density and abundance of the queen concha, *Strombus gigas*, in Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 79: 243-258.
- Soto, R. & M. Bermúdez. 1990. Parque Nacional Marino Ballena, Plan de desarrollo. MINAE, San José, Costa Rica.
- Stoner, A. & M. Ray. 1996. Queen conch, *Strombus gigas*, in fished and unfished locations of the Bahamas: Effects of a marine fishery reserve on adults, juveniles, and larval production. *Fish. Bull.* 94: 551-565.
- Vega, A.J. & F. Pérez. 2003. Crecimiento del cambute, *Strombus galeatus* (Gastropoda: Strombidae) en el parque Nacional Coiba, Pacífico Panameño. *Tecnociencia* 5: 77-89.

#### REFERENCIAS DE INTERNET

- Area de Conservación de Osa (ACOSA). 2006. El Parque Nacional Marino Ballena. (Visitado el 15 de enero 2009, <http://www.marinoballena.org/>).