

## Producción secundaria e índice de condición en *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) del Golfo de Cariaco, Venezuela

Antulio Prieto Arcas<sup>1</sup>, Omar Ramos A.<sup>1</sup>, Dwight Arrieche<sup>2</sup>, José Villalba<sup>1</sup> y César Lodeiros<sup>3</sup>

1 Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente. (UDO). Apdo. 245. Cumaná, Venezuela. Fax. 58-93-301319

2 Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas - UDO.

3 Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela, UDO.

Recibido 12-XI-1999. Corregido 30-VIII-2000. Aceptado 9-X-2000.

**Abstract:** Production and condition index of a turkeywing (*Arca zebra*) population were studied from August 1984 to August 1985 in Pariche, Cariaco Gulf, Venezuela. Production was studied through bimonthly collections using a method designed for populations with continuous reproduction and indistinguishable age classes. The population distribution was stable with a mean density of 37 ind.m<sup>-2</sup>. A production of 131.61 g dry weight m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> was calculated from data on density, biomass and weight increase along the year. Highest production was between February 1985 and August 1985 (65%) and concentrated in individuals 60.00-79.95 mm long (45.73%). There was large seasonal variation in the mean monthly condition index (IC= (Ps/Ph) x100) in the two size classes examined: it reached a maximum in July 1985 (26.84%) and a minimum in January 1985 (16.31%).

**Key words:** *Arca zebra*, fishery resource, turkeywing, Bivalvia, production, biomass.

El bivalvo *Arca zebra* (Swainson 1883) (Bivalvia: Arcidae) es un recurso de considerable importancia económica especialmente en la región Nororiental de Venezuela, con volúmenes de explotación en 1995 de 29 078 TM y 44 321 TM en 1977 (Jiménez *et al.* 1996). Esta especie se distribuye desde la costa sur de Florida (USA), Golfo de México, Panamá hasta Brasil (Abbott 1974). En Venezuela los bancos se localizan al Este de la Isla de Margarita, Isla de Coche, Morro de Chacopata, Península de Araya y costa norte del Golfo de Cariaco (Salaya 1971, Saint-Aubyn *et al.* 1999).

Sobre la especie se conocen datos sobre el crecimiento y fijación en el área de Pariche (Acuña 1977); maduración gonadal (Nakal y Prieto 1984), biomasa específica (Saint-Aubyn *et al.* 1999) y crecimiento (Prieto y Saint-Aubyn

1998) en el banco de Chacopata. Sarkis (1993) analizó los cambios estacionales de la composición química de la especie en Bermudas. Hasta el momento no existen estudios relacionados con la productividad biológica de la especie y del papel que desempeña en las diferentes comunidades donde habita. Del análisis de la literatura se deduce que la magnitud de producción secundaria (P) está en relación directa con la producción primaria del área y el grado de organización del ecosistema donde habita el bivalvo. En zonas templadas las estimaciones de este parámetro en moluscos son abundantes (Chambers y Milne 1975, Hibbert 1977, Wolf *et al.* 1987, Shafee 1992), pero muy escasos en el trópico (Prieto *et al.* 1985, Tata y Prieto 1991).

Debido a la importancia económica de *Arca zebra*, en este trabajo se estimó la producción

secundaria con base a determinaciones de densidad, biomasa y crecimiento en peso seco de la carne y el índice de condición de un banco de la costa norte del Golfo de Cariaco, considerado como secundario (Salaya 1971). A causa de la escasez de datos biológicos sobre el banco, esta investigación permite analizar las variaciones en biomasa de la especie en el área a fin de disponer de herramientas para proponer posibles normas para la explotación racional del recurso.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron ejemplares de *A. zebra* bimensualmente durante un año entre agosto de 1984 y agosto de 1985, en un área aproximada de 9 500 m<sup>2</sup> de la localidad de Pariche (10° 32' 4" Lat. N. y 64° 12' 17" Long. W.) ubicado en la costa norte del Golfo de Cariaco, localizado entre Punta Arenas y Manicuare. Las recolectas se efectuaron sobre transectos de 100 m paralelos a la línea de costa a profundidades de 2, 3 y 4 m y en cada uno de ellos se seleccionaron diez puntos al azar sobre los cuales se colocó un marco metálico 0.0625 m<sup>2</sup>; los ejemplares se recolectaron utilizando buceo libre y autónomo, colocándolos al menos 6 hr en agua de mar a fin de eliminar los sedimentos del tubo digestivo, y luego fueron trasladados al laboratorio.

**Relación longitud-peso:** En el laboratorio los ejemplares fueron limpiados de adherencias en la concha y contados. La variación de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>) se analizó en relación con las diferentes profundidades y transectos utilizando un Anova doble (Sokal y Rohlf 1969). La longitud total (Lt) de cada individuo (mayor distancia antero posterior) se midió con un vernier ( $\pm 0.05$  mm), y los pesos húmedos (Ph) y seco (Ps) se determinaron en una balanza analítica ( $\pm 0.0001$  g). El peso seco se obtuvo colocando los tejidos blandos en una estufa (90°C; 48 h) hasta peso constante. Las relaciones longitud total - peso seco se determinaron por muestreo utilizando la ecuación de alometría  $Ps = aLt^b$ , y ajustada por el método de los mínimos cuadrados. La significación del grado de correlación se comprobó según el método de Hotelling

en cada relación (Sokal y Rohlf 1969). La biomasa (B) en gramos de peso seco se calculó convirtiendo los valores de longitud a peso.

**Crecimiento:** El crecimiento se estudió por confinamiento en jaulas metálicas (50 x 20 cm de diámetro), donde se colocaron organismos de varias tallas identificados con una cinta plástica numerada, adherida a la concha por goma epóxica, siendo revisadas cada dos meses. Las tasas promedios de crecimiento se obtuvieron agrupando a los organismos en intervalos de longitud (20 mm) calculando el promedio de incremento en los organismos vivos al final de cada período. La tasa instantánea de crecimiento en peso seco de las partes blandas  $G = (d \log_{10} Ps/dt) \times 2.303$  se obtuvo a partir de los incrementos bimensuales de longitud según el método propuesto por Crisp (1971), donde Ps es el peso en gramos, dt es el intervalo de tiempo y 2.303 es la constante de conversión a logaritmo neperiano (ln).

**Producción secundaria:** A partir de los datos de biomasa, densidad, crecimiento y lapsos de tiempo desde el inicio, se estimó la producción anual total para cada intervalo de longitud (20 mm), utilizando un método diseñado para poblaciones con reproducción continua y clases de edades no separables (Crisp 1971), según la relación:

$$P \text{ anual} = \sum_0^t \sum_0^n F_i G_i P \Delta t,$$

donde  $F_i$  es la densidad promedio del intervalo de longitud,  $G_i$  es la tasa específica de crecimiento en peso seco, P es el peso seco medio de intervalo, y  $\Delta t$  es el lapso.

Se hicieron muestreos mensuales para estimar el índice de condición ( $IC = (Ps/Ph) \times 100$ ), donde Ph es el peso húmedo de la carne (Pérez 1980), en dos intervalos de tallas: I (50.00 - 69.95 mm) y II (70.00 - 89.95 mm). Estos datos se analizaron por un ANOVA (Sokal y Rohlf 1969).

En cada muestreo se determinó la salinidad con un salinómetro óptico (Atago) ( $\pm 1\%$ ); el oxígeno disuelto ( $\pm 0.2$  ppm) y la temperatura ( $\pm 0.7^\circ\text{C}$ ) con un oxigenómetro YSI modelo 51A. Igualmente, en cada profundidad se determinó la

materia orgánica del sedimento según el método de El Wakeel y Riley (1956).

## RESULTADOS

Se recolectaron 483 organismos, con una densidad promedio de 37 ind. m<sup>-2</sup>. No se observaron diferencias significativas de la densidad entre los muestreos ( $F_s = 0.63$ ;  $P = 0.42$ ), aunque sí entre los transectos ( $F_s = 19.05$ ;  $P < 0.05$ ). Las máximas densidades se observaron en agosto-84 y febrero y junio de 1985; la mínima correspondió a octubre-84 y variaron en relación con la profundidad, observándose el máximo a 3 m (49.75 ind. m<sup>-2</sup>) y el mínimo a 2 m (23.64 ind. m<sup>-2</sup>) (Cuadro 1). Se detectaron diferencias significativas de la densidad

entre 2 y 3 m ( $t_s = 2.35$ ;  $P < 0.05$ ), pero no entre 2 - 4 y 3 - 4 ( $t_s$ ,  $P > 0.05$ ). El intervalo de talla 60.00 - 79.95 mm presentó la mayor densidad (17 ind.m<sup>-2</sup>) y la menor densidad correspondió al intervalo 20.00 - 39.95 mm longitud (2 ind. m<sup>-2</sup>) (Cuadro 2).

La distribución bimensual de tallas indica períodos de presencia de juveniles (8.00 - 20.00 mm) en octubre y diciembre de 1984, febrero, junio y agosto de 1985. En el primer semestre de 1985 se recolectó el mayor porcentaje de juveniles (65.90%) con tallas comprendidas dentro de este ámbito, los intervalos 60.00 - 79.95 mm presentaron los máximos porcentajes en agosto y octubre-84 y agosto-85 aunque se observaron durante todo el período de muestreo (Fig. 1).

CUADRO 1

*Variación de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>), biomasa (g Ps m<sup>-2</sup>), producción secundaria (g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) y materia orgánica en el sedimento en los diferentes niveles de profundidad (m)*

TABLE 1

*Mean density (ind. m<sup>-2</sup>), biomass (g Dw m<sup>-2</sup>), secondary production (g Dw m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>) and organic sediment material in different depth levels*

Profundidad	Densidad	Biomasa	Producción secundaria	Materia orgánica %
2	23.64	97.43	24.52	0.48
3	49.75	268.99	61.46	0.48
4	37.31	193.95	45.63	0.60

CUADRO 2

*Variación de la densidad (ind. m<sup>-2</sup>), biomasa (g Ps m<sup>-2</sup>), tasas medias de crecimiento en longitud ( $\Delta L$ , mm día<sup>-1</sup>), tasas instantáneas de crecimiento ( $G$ , día<sup>-1</sup>) y producción secundaria (g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) en los intervalos de longitud*

TABLE 2

*Density variation (ind. m<sup>-2</sup>), biomass (g Dw m<sup>-2</sup>), mean length growth ( $\Delta L$ , mm day<sup>-1</sup>), instantaneous growth rate ( $G$ , day<sup>-1</sup>) and secondary production (g Dw m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>) in length intervals*

Intervalos de longitud (mm)	Densidad	Biomasa	$\Delta L$	G	Producción secundaria
0.00 19.95	3	0.12	0.13 ± 0.04	28.76	0.57
20.00 39.95	2	1.23	0.10 ± 0.03	7.53	1.58
40.00 59.95	6	30.60	0.08 ± 0.03	2.43	12.33
60.00 79.95	17	266.14	0.05 ± 0.01	1.34	60.19
80.00 99.95	9	264.10	0.02 ± 0.02	1.29	59.64

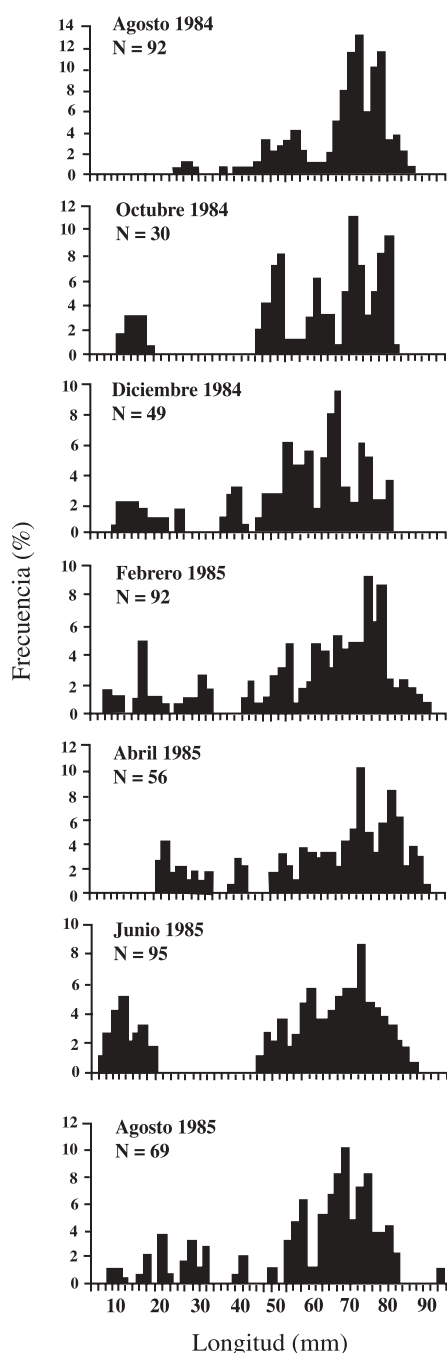


Fig. 1. Histogramas bimensuales de frecuencias de longitud en clases de 2 mm para *Arca zebra*. Tamaño de la muestra (N).

Fig. 1. Bimonthly histograms of the length frequency in 2 mm intervals for *Arca zebra*. Sample size (N).

Las relaciones longitud – peso seco fueron positivas y significativas en todos los meses, con una pendiente  $b$  significativamente superior a 3, lo que indica un crecimiento alométrico positivo (Cuadro 3). Se determinó que existen diferencias significativas entre los coeficientes de regresión ( $F_s = 11.86$ ;  $P < 0.001$ ); una prueba *a posteriori* separó a los coeficientes de regresión en dos grupos constituidos por agosto, octubre -84 y abril-85 y el otro por diciembre -84 y febrero, junio y agosto-85.

CUADRO 3

Constante de regresión para las ecuaciones que relacionan el peso seco ( $P_s$ ; mg) y la longitud total (mm). Número de ejemplares (N), intercepto (a), pendiente (b), coeficiente de determinación ( $r^2$ )

TABLE 3  
Bimonthly length (mm) dry weight (Dw; mg) relationships. Sample size (N), intercept (a), slope (b), determination coefficient ( $r^2$ )

Muestras	N	- log a	b	$r^2$
15 VIII 84	91	5.32	3.14	0.84
04 X 84	29	5.81	3.29	0.96
08 XII 84	48	6.62	3.73	0.94
08 II 85	91	6.61	3.71	0.96
12 IV 85	55	5.23	3.10	0.96
10 VI 85	94	7.03	4.05	0.96
14 VIII 85	68	6.70	3.86	0.88

Los valores bimensuales de biomasa no presentaron diferencias significativas durante los muestreos ( $F_s$ ,  $P > 0.05$ ), oscilando entre 189.86 g  $P_s$   $m^{-2}$  (agosto-84) y 28.51 g  $P_s$   $m^{-2}$  (octubre-84), con un promedio de 93.69 g  $P_s$   $m^{-2}$ . El máximo valor de biomasa anual se observó a los 3 m (268.98 g  $P_s$   $m^{-2}$ ) que representó el 48% de la biomasa total y el mínimo valor fue aportado por la profundidad de 2 m (97.43 g  $P_s$   $m^{-2}$ ) que equivale a un 17.38 % de la biomasa total (Cuadro 1). Las clases de tallas comprendidas entre 60.00 y 99.95 mm aportaron la mayor cantidad de biomasa (530.24 g  $P_s$   $m^{-2}$ ) (Cuadro 2). No se detectaron diferencias significativas entre los promedios de biomasa a las profundidades

de 3 y 4 m; sin embargo, si se observaron entre 2-3 m ( $t_s = 3.02, p > 0.01$ ), y 2-4 m ( $t_s = 2.05, p > 0.05$ ).

Las tasas de crecimiento obtenidas en organismos agrupados en clases de 20 mm de longitud confinadas en jaulas fueron altas en los bivalvos más pequeños (10.00-19.95 mm) con un promedio de 0.15 mm día<sup>-1</sup>, disminuyendo con el aumento del tamaño. El menor incremento (0.02 mm día<sup>-1</sup>) correspondió al intervalo de longitud (80.00-99.95 mm). Los mayores incrementos estacionales de longitud se observaron en individuos recolectados a comienzos de año, durante el período febrero-junio, 1985. La mortalidad de los individuos confinados fue de 32%.

La producción secundaria anual de *Arca zebra* estimada para todos los intervalos de talla fue de 131.61 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>, ésta no incluyó la materia orgánica de la concha, ni la parte correspondiente a la liberación de gametos descartados por los individuos. Los valores de densidad, biomasa y producción secundaria fueron más altos en los intervalos de longitud 60-99.95 mm (Cuadro 2). La mayor parte de la producción fue aportada por el intervalo de longitud 60.00-79.95 mm (60.19 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) (45.73%), los menores aportes correspondieron al intervalo 0.00- 19.95 mm (0.57 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) (0.43%) (Cuadro 2). Los porcentajes más altos de producción ocurrieron en el primer semestre de 1985 (febrero – agosto) donde se obtuvo el 65% del total anual y el más bajo se detectó entre octubre y diciembre de 1984 (8.99 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) con el 6.84% del total (Cuadro 4). La relación entre la producción anual y la biomasa media anual para todas las clases de tallas (P/B) fue de 1.41 año<sup>-1</sup>.

Los promedios mensuales del índice de condición (IC) de la clase de talla I fueron más altos que la clase II, con el mínimo en diciembre-85 (17.48%) y el máximo en julio (28.83%), y para la clase de talla II osciló entre 15.33% (enero-85) y 26.64% (mayo-85) (Fig. 2). Se detectaron diferencias mensuales significativas del IC en la clase de talla I (Fs =

16.23; P < 0.001) y la II (Fs = 7.66; P < 0.001), sin embargo, presentaron el mismo patrón de variación, con valores mínimos entre septiembre de 1984 a febrero de 1985 y máximos de marzo de 1985 a agosto de 1985. El promedio mensual total del IC presentó el máximo en julio de 1985 (26.85%) y el mínimo en enero de 1985 (16.31%). Los promedios mensuales de los dos intervalos de tallas indica que en los meses de agosto y septiembre de 1984 y febrero, abril y mayo no presentaron diferencias significativas ( $t_s, p = 0.05$ ).

CUADRO 4

Producción secundaria (g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) anual para cada período de tiempo Δt (año)

TABLE 4

Secondary annual production (g Dw m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>) for each time period Δt (yr)

Período	Δt (año)	P (g Ps m <sup>-2</sup> año <sup>-1</sup> )
15 VIII 84 al 4 X 84	0.14	16.53
4 X 84 al 8 XII 84	0.18	8.99
8 XII 84 al 8 II 85	0.17	17.03
8 II 85 al 12 IV 85	0.18	3026
12 IV 85 al 10 VI 85	0.16	28.63
10 VI 85 al 14 VIII 85	0.18	30.07

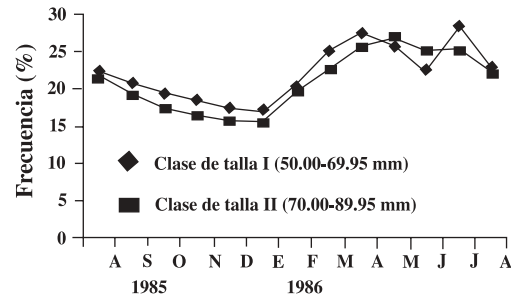


Fig. 2. Variación mensual del índice de condición en dos clases de tallas. Clase de talla I (50.00 – 69.95 mm). Clase de talla II (70.00 – 89.95 mm).

Fig. 2. Mean monthly variation of the condition index in two size classes. Class I (50.00 – 69.95 mm). Class II (70.00 – 89.95 mm).

En la localidad, la salinidad registró los valores máximos en febrero, abril y junio de 1985 ( $38\text{‰}$ ) y el mínimo en diciembre de 1984 ( $34.7\text{‰}$ ). El oxígeno disuelto fue máximo en junio de 1985 (6 ml/l) y abril de 1985 (5 ml/l) con mínimas en agosto y diciembre de 1985 (4.4 y 4.5 ml/l) respectivamente. La temperatura presentó el valor máximo en octubre de 1984 (27 °C) y los registros más bajos en agosto y diciembre del mismo año (22 °C). La materia orgánica en los sedimentos osciló entre 0.44 y 0.60 % (Cuadro 1).

### DISCUSIÓN

Las densidades de *Arca zebra* determinadas en este banco secundario son bajas si se comparan con las informadas para la misma especie en Chacopata (Jiménez *et al.* 1996). En Pariche la abundancia de esta especie parece estar relacionada con la granulometría del substrato ya que las densidades más altas se encontraron en la zona con mayor porcentaje de arena gruesa (1 – 2 mm), restos de conchas y piedras, e inversamente relacionado con la abundancia de la ostra *Pinctada imbricata* que es más abundante en praderas de *Thalassia testudinum* (Verginelli y Prieto 1991). El promedio estimado (37 ind.m<sup>-2</sup>) es similar al obtenido por Prieto *et al.* (1985) en *Modiolus squamosus* (31 ind.m<sup>-2</sup>) el cual habita en fondos arenosos cubiertos por *T. testudinum* en el Golfo de Cariaco.

La estructura de la población fue constante en los meses de muestreo, siendo siempre mayor el porcentaje de individuos del intervalo de longitud 70.00-89.95 mm, que representaron más del 50% de la población total (Fig. 1). En esta área la tasa de reclutamiento es baja y ocurre entre octubre - diciembre y febrero - junio (Acuña 1977), mientras que en la zona de Chacopata se detectan los reclutamientos entre noviembre - abril integrando hasta el 48% de la población (Jiménez *et al.* 1996). La escasa cantidad de reclutas y juveniles puede ser ocasionada entre otras causas por alta mortalidad de larvas y post-larvas y fijación de reclutas en

otras áreas, debido a las fuertes corrientes que caracterizan los primeros meses del año. Se desconocen las causas de la mortalidad de post-larvas y reclutas pero es probable que se deba a la presencia de depredadores como los gastro-podos *Cymatium* sp, *Phyllonotus pomum* y *Chicoreus brevifrons*, que son abundantes en el área (Verginelli y Prieto 1991).

Los resultados obtenidos en las relaciones longitud - peso indican que la especie presenta un crecimiento alométrico positivo, modificando sus proporciones corporales al aumentar de tamaño. Para cada intervalo de longitud el peso de las partes comestibles no se mantiene constante durante todo el año y las variaciones en el peso seco se acentúan especialmente en los organismos con talla reproductiva por efectos del desove y disponibilidad de alimento.

Los incrementos de crecimiento observados en los organismos marcados corresponden con los informados por Acuña (1977), sin embargo, son inferiores a los que presenta la misma especie en el banco de Chacopata (Prieto & Saint-Aubyn 1998), aunque se asume que pueden estar subestimadas debido a la manipulación por el gasto energético usado en la reposición del biso. Se ha señalado que el crecimiento de la concha en bivalvos varía no solo en relación con el área de distribución de la especie sino también con el nivel de fijación. En *Anadara granosa*, árido de considerable importancia comercial en Malasia, con tasas de crecimiento más bajas que la de *A. zebra*, se ha demostrado que la densidad y la exposición (altura sobre la playa) son los factores que más afectan el crecimiento (Broom 1982).

La producción obtenida para *A. zebra* en este pequeño banco es muy superior a la informada para otras especies de bivalvos como *Modiolus squamosus* (9.16 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) (Prieto *et al.* 1985) y *Chione cancellata* (17.34 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) (Prieto *et al.* 1998) que habitan en comunidades someras de macrófitas en áreas cercanas del Golfo de Cariaco. La variación de la producción secundaria con un valor máximo en el lapso febrero-abril de 1985 (30.36 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) sigue el mismo comportamiento de la biomasa y puede explicarse por el incremento de juveniles con al-

ta tasa de crecimiento en este período. La mayor producción del período enero - abril (65%) coincide con la época de surgencias y enriquecimiento de las aguas que caracterizan el área donde se registran altos valores de productividad primaria (Ferráz-Reyes 1987, Lodeiros y Himmelman 1994). Los valores mínimos de producción entre octubre y diciembre de 1984 (6.48%) se explican por la pérdida de peso debido al desove en adultos (Nakal y Prieto 1984) y por las bajas tasas de crecimiento en un período caracterizado por una estratificación de la columna de agua con bajos niveles de fitoplancton (Ferráz-Reyes 1987). En los cálculos de productividad no se ha incluido parte de la biomasa reproductiva expulsada como gametos y se ha estimado que un organismo adulto de *A. zebra* en el banco de Chacopata puede perder anualmente hasta un equivalente promedio máximo del 60% de su peso total (Saint-Aubyn *et al.* 1999).

La relación P/B obtenida en *A. zebra* (1.41 año<sup>-1</sup>) es superior a las reportadas para *Mytilus edulis* (1 año<sup>-1</sup>) (Hibbert 1977) y *M. squamosus* (0.93 año<sup>-1</sup>) (Prieto *et al.* 1985). Sin embargo, es inferior a las de *Crassostrea virginica* (2.01 año<sup>-1</sup>) (Dame 1977), *Perna perna* (2.8 año<sup>-1</sup>) (Berry 1978), *M. edulis* (2.35 año<sup>-1</sup>) (Bayne y Worrall 1980) y *Chione cancellata* (2.65 año<sup>-1</sup>) (Prieto *et al.* 1998).

El índice de condición aumentó en las dos clases de tallas desde agosto de 1984 hasta enero de 1985, seguido de un período de recuperación hasta julio de 1985. Este patrón de variación coincide con el reportado para *P. perna* (Vélez 1971) y *Crassostrea rhizophorae* (Vélez y Bonilla 1972) en el oriente de Venezuela.

Existe una estrecha relación entre la producción secundaria, índice de condición y actividad reproductiva en la especie estudiada. En la época de mayor producción primaria, *Arca zebra* genera tejido reproductivo a una tasa alta alcanzando la maduración total en los últimos meses del primer semestre del año, donde ocurre un primer desove de importancia (Nakal y Prieto 1984). Las condiciones ambientales presentes en

la zona durante los primeros meses del año con altas densidades fitoplanctónicas, determinan ésta alta productividad. La disminución del índice de condición coincide con los períodos de baja producción secundaria y se asocian con los meses de baja productividad primaria en el Golfo. Los máximos valores del índice de condición correspondieron a los individuos de mayor longitud (70.00 – 89.95 mm), lo cual tiene relación con la actividad reproductiva, ya que los organismos de mayor tamaño generan relativamente más cantidad de tejido reproductivo que los jóvenes (Pérez 1980). En ostras se han señalado resultados contrarios atribuidos a que los individuos jóvenes son generalmente más planos y tienen poco espacio intervalvar (Nascimento y Andrade 1980, Caballero *et al.* 1997).

En conclusión, los resultados del presente estudio indican que la estructura poblacional de *Arca zebra* en Pariche es estable. Los mayores valores de producción se obtuvieron en el primer semestre de 1985, aportados en su mayor parte por el intervalo de longitud 60 – 79 mm, sugiriéndose una veda entre noviembre y enero cuando se observan los valores más bajos del índice de condición. Es recomendable por otra parte obtener datos recientes sobre el estado actual de la población a fin de relacionarla con las condiciones oceanológicas (productividad primaria, parámetros ambientales en el Golfo de Cariaco) y evaluar desde el punto de vista histórico y ecológico el impacto que tendrían sobre los organismos filtradores como *Arca zebra*.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Juan R. León, Elizabeth Méndez de Elquezabal, Lilia Ruíz, Andrés Montes, Roberto Verginelli, Aulo Aponte, Ysabel Campos, Cenía Ramos y Amalfi Graterol quienes estimularon y colaboraron en el estudio. Al Consejo de Investigación UDO por la subvención a través del proyecto CI-5-24-333/84-85.

## RESUMEN

Se estudió la biomasa, producción secundaria e índice de condición del bivalvo *Arca zebra*, desde agosto, 1984 hasta agosto, 1985 en Pariche, localidad situada en la costa norte del Golfo de Cariaco, Venezuela. La densidad promedio fue de 37 ind.m<sup>-2</sup>, con una mayor abundancia a 3 m de profundidad (49.75 ind.m<sup>-2</sup>). La estructura poblacional es estable con reclutamientos en octubre, diciembre 1984 y junio 1985. Los valores bimensuales de biomasa oscilaron entre 189.86 g Ps m<sup>-2</sup> (agosto-84) y 28.51 g Ps m<sup>-2</sup> (octubre-84), con un promedio de 93.69 g Ps m<sup>-2</sup> y no presentaron diferencias significativas (Fs, P > 0.05). Utilizando un método para poblaciones con reproducción continua y edades no separables, se obtuvo una producción secundaria de 131.61 g Ps m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>, y la relación P/B de 1.41 año<sup>-1</sup>. La mayor producción secundaria ocurrió entre febrero 1985 y agosto 1985 (65%), con el mayor aporte por el intervalo 60.00-79.95 mm (45.73%). Se observaron cambios significativos en la variación mensual del índice de condición (IC= (Ps/ Ph) x100) en dos clases de tallas analizadas, presentando los valores más altos en julio de 1985 (26.84%) y el mínimo en enero de 1985 (16.31%).

## REFERENCIAS

- Abbott, R. 1974. American Seashell. The Marine Mollusca of Atlantic and Pacific Coast of North America. Van Nostrand Reinhold, Nueva York. 284 p.
- Acuña, A. 1977. Fijación, crecimiento y composición de la pepitona *Arca zebra* en la región oriental de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Bayne, C.L. & C. Worrall. 1980. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. Mar. Ecol. Progr. Ser. 3 : 317-328.
- Berry, P.F. 1978. Reproduction; growth and production in the mussel *Perna perna* (Linnaeus) on the east coast of South Africa. Ass. Mar. Ecol. Res. Inst. 48: 1-28.
- Broom, M.J. 1982. Gonad development and spawning in *Anadara granosa* (L.) (Bivalvia: Arcidae). Aquaculture 30: 211-219.
- Caballero, A., J. Cabrera & Y. Solano. 1997. Descripción del crecimiento y madurez sexual de una población de *Crassostrea columbiensis* (Mollusca: Bivalvia). Rev. Biol. Trop. 44(3)/ 45(1): 335-339.
- Chambers, M. & H. Milne. 1975. The production of *Macoma balthica* (L) in the Ythan estuary. Estuar. Coast. Mar. Sci. 3: 443-445.
- Crisp, D.J. 1971. Energy Flow Measurement. p. 197-279. In N. A. Holme & A. D. Mc-Intyre (eds): Methods for the Study of Marine Benthos. IBP Handbook 16, Blackwell; Oxford.
- Dame, R.F. 1977. Energy flow in an intertidal oyster population. Estuar. Coast. Mar. Sci. 4: 243-253.
- El Walkeel, S.K. & J.P. Riley. 1956. The determination of organic carbon in marine muds. J. Con. Perm. Int. Explor. Merc. 22: 141-147.
- Ferráz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco; Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Universidad de Oriente 26: 97-110.
- Hibbert, C.J. 1977. Biomass and production of a bivalve community in an intertidal mud-flat. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 44: 77-84.
- Jiménez, R., T.D Lacoste & T. Lunar. 1996. La pesquería de la pepitona *Arca zebra* en el banco de Chacopata, Estado Sucre. Acta Cient. Venezolana 47(Sup. 1): 41-42.
- Lodeiros, C. & J. Himmelman. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture. Aquaculture 119: 345-358.
- Nakal, A. & A. Prieto 1984. Contribution to the reproductive biology of *Arca zebra* (Swainson) in Sucre state, Venezuela. J. Shellfish Res. 4: 95.
- Nascimento, I. & S. Andrade. 1980. Changes in the condition index for mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* from Todos os Santos Bay, Brasil. Aquaculture 20: 9-15.
- Pérez, A. 1980. Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) y *Venerupis decussata* (Linne, 1767) (Mollusca: Bivalvia) con especial referencia a los factores determinantes de la producción. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 4: 43-76.
- Prieto, A. & M. Saint-Aubyn 1998. Crecimiento del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1833) en Chacopata, Estado Sucre. Saber 10: 14-19.
- Prieto, A., C. Ramos & D. Arrieche. 1998. Producción secundaria de una población de *Chione cancellata* (Bivalvia: Veneridae) de la costa sur del Golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 46: 913-919.
- Prieto, A., R. Pereira & R. Manrique. 1985. Producción secundaria del mejillón *Modiolus squamosus* (Beaupert-huy, 1967) en Tocuchare; Golfo de Cariaco. Acta Cient. Venezolana 36: 258-264.



- Saint-Aubyn, M., A. Prieto & L. Ruiz 1999. Producción específica de una población del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1833) en la costa nororiental del Estado Sucre, Venezuela. *Acta Cien. Venezolana* 50: 15-23.
- Salaya, J. 1971. La pesca de la pepitona *Arca zebra* en el Oriente de Venezuela. Programa MAC/PNUD/FAO. Informe Técnico N° 27. Caracas, Venezuela.
- Sarkis, S. 1993. Seasonal changes in the gross biochemical composition of the turkeywing *Arca zebra* in Bermuda. *J. Shellfish Res.* 12: 329-336.
- Shafee, M.S. 1992. Production estimate of mussel population *Perna perna* (Born) on the Atlantic Coast of Morocco. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 163: 183-197.
- Sokal, R. & F. Rohlf. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman. San Francisco, California.
- Tata, A. & A. Prieto. 1991. Producción secundaria en una población del bivalvo tropical *Tivela mactroides* (Veneridae) en el Oriente de Venezuela. *Carib. J. Sci.* 21: 63-73.
- Vélez, A. 1971. Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna* natural y cultivado. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 10: 3-8.
- Vélez, A. & J. Bonilla. 1972. Variación estacional del engorde del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía Mochima y Laguna Grande. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 11: 39-43.
- Verginelli, R. & A. Prieto. 1991. Producción secundaria de *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) en una población del Golfo de Cariaco. *Acta Cien. Venezolana*. 42: 138-144.
- Wolf, W. J., A. Gueye, A. Meyboon, T. Piersma & M. A. Sall. 1987. Distribution, biomass, recruitment and productivity of *Anadara senilis* (L) (Mollusca: Bivalvia) on the Banc D'Arguin, Mauritania. *Neth. J. Sea. Res.* 21: 243-253.