

# VARIACIÓN MENSUAL DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN Y MADUREZ SEXUAL EN LA PEPITONA *Arca zebra*, DEL BANCO DE CHACOPATA, PENÍNSULA DE ARAYA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

## MONTHLY VARIATION OF THE CONDITION INDEX AND SEXUAL MATURITY IN THE ARK CLAM *Arca zebra* OF THE CHACOPATA BANK, PENINSULA OF ARAYA, SUCRE STATE, VENEZUELA

MARÍA LISTA<sup>1</sup>, ANTULIO PRIETO<sup>1</sup>, CARLOS VELÁSQUEZ<sup>1</sup>, CÉSAR LODEIROS<sup>2</sup>, GILMA HERNÁNDEZ<sup>3</sup>

Universidad de Oriente. Núcleo de Sucre. <sup>1</sup>Departamento de Biología. <sup>2</sup>Departamento de Biología Pesquera, Instituto Oceanográfico de Venezuela. <sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas (IIBCA), Cumaná, Edo. Sucre, Venezuela.  
mlistalfon@hotmail.com

### RESUMEN

Se estudiaron aspectos reproductivos de una población de la pepitona *Arca zebra* en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela, analizando dos índices de condición mensual basados en la variación del volumen de la carne fresca, volumen intervalvar y peso de la carne seca. La madurez sexual se estudió a partir de observaciones de secciones histológicas de gónadas en muestras de individuos recolectados desde junio 2002 hasta junio 2003, utilizando una escala de cinco estados. *Arca zebra* presenta un ciclo reproductivo continuo, no obstante, no se observó 100% de desove. Los estados de máxima madurez gonadal se observaron en septiembre y noviembre 2002 y marzo 2003 y los máximos picos de desove en octubre 2002 y febrero y mayo 2003, los cuales se relacionaron con valores más altos del índice de condición. No se observó sincronía en la madurez y desove entre machos y hembras. La proporción sexual en el período estuvo dominado por ejemplares machos en una proporción de 2:1, los cuales predominaron en las clases menores de 50,00 mm.

**Palabras clave:** *Arca zebra*, bivalvo, madurez sexual, índice de condición.

### ABSTRACT

Reproductive aspects of a population of the ark clam *Arca zebra* in the natural bank of Chacopata, located in the Araya peninsula, Sucre state, Venezuela, were studied from June 2002 to June 2003. Two condition indexes were determined monthly, analyzing volume variations in fresh meat, intervalvar volume and dry meat weight. Sexual maturity was studied by observing histological sections of gonads in specimen samples collected from June 2002 to June 2003, using a five stage scale. *Arca zebra* shows a continuous reproductive cycle, however, 100% of spawned individuals was not observed. The stages of maximum gonadal maturity were reached in September and November of 2002 and in March of 2003. The maximum peaks of spawning occurred in October of 2002 and February and May of 2003, which were related to the highest values in the condition index. However, neither in spawning nor in maturation, synchrony was detected between male and female bivalves. Male specimens predominated in a ratio of 2:1 during the period, particularly in those smaller than 50.00 mm.

**Key words:** *Arca zebra*, bivalve, sexual maturity, condition index.

### INTRODUCCIÓN

La pepitona, *Arca zebra* Swainson, (1883) es un bivalvo de la familia Arcidae que se distribuye desde las costas del Golfo de México y sur de Florida hasta el norte de Brasil (Narchi, 1976), se encuentra comúnmente sobre rocas formando bancos, desde profundidades menores de 1 m hasta 20 m. En el nororiente de Venezuela se encuentran

poblaciones de esta especie con marcado impacto socio-económico, específicamente en los estados Nueva Esparta y Sucre. El banco natural próximo al morro de Chacopata, península de Araya, en el estado Sucre, aporta aproximadamente el 95 % de la producción total del país (Mendoza, 1999). La pepitona es actualmente el segundo rubro en cuanto a volumen de pesca para la pesquería artesanal del estado Sucre, después de la sardina y se

estima que más de 6000 personas se benefician directa e indirectamente de esta actividad pesquera (Jiménez, 1999). Un análisis bioeconómico sobre la explotación concluyó que la dinámica pesquera de la flota que explota el recurso tiene mayor incidencia de marzo a diciembre, y se ve altamente influenciada por los vaivenes de la demanda en la industria conservera (Arias de Díaz *et al.*, 2002).

En Venezuela se han realizado diversos trabajos referente a la bioecología de *A. zebra*, donde se ha señalado que esta especie presenta actividad gamética durante todo el año (Nakal 1979), aumentando su talla y densidad con la profundidad, ocurriendo la diferenciación sexual primero en los machos (Mora, 1985) con un crecimiento acelerado; alcanzando 58 mm de longitud a los seis meses después de su fijación, estimándose una longevidad máxima de dos años, con un período de crecimiento acelerado, entre septiembre y mayo (Prieto y Saint-Aubyn, 1998). La producción total de los diferentes tejidos registran valores máximos entre los 6 y 9 meses de edad (Saint-Aubyn *et al.*, 1999), siendo la temperatura el principal factor que controla su reproducción (Lista *et al.*, 2006); sin embargo, a pesar de la importancia económica que representa este árcido para el país, se deben considerar otros aspectos de su biología con el fin de establecer lineamientos para su explotación racional, que garanticen el uso sustentable de este recurso marino y evitar la posible alteración de estos bancos. Con este propósito se analizó la variación

mensual del índice de condición y madurez sexual en ejemplares de *Arca zebra* de la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela en el período de junio de 2002 a junio de 2003, para dilucidar aspectos reproductivos de este importante recurso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de *A. zebra* fueron colectados mensualmente desde junio 2002 hasta junio 2003, en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela, situado entre los 10° 42' - 10° 46' LN. y los 63° 46' - 63° 54' LO. (Figura 1). Las capturas se realizaron con una rastra de 120 x 86 cm a una profundidad aproximada de 8 m. los bivalvos fueron colocados en contenedores isotérmicos, manteniendo la temperatura entre 10-15 °C, para evitar la inducción al desove por choque térmico. En el laboratorio a un grupo de organismos tomados al azar mensualmente se les removió manualmente los epibiontes y detritus adheridos a las valvas, hasta dejarlos lo más limpio posible. Posteriormente con un vernier digital de 0,01 mm de apreciación se midió inicialmente la longitud total de la concha (Lt), representada por el eje antero-posterior, para agruparlos según las siguientes tallas: grupo I, individuos con longitudes menores de 30,0 mm; grupo II, de 30,1 a 50,0 mm; grupo III, de 50,1 a 70,0 mm y el grupo IV, ejemplares mayores de 70,1 mm.

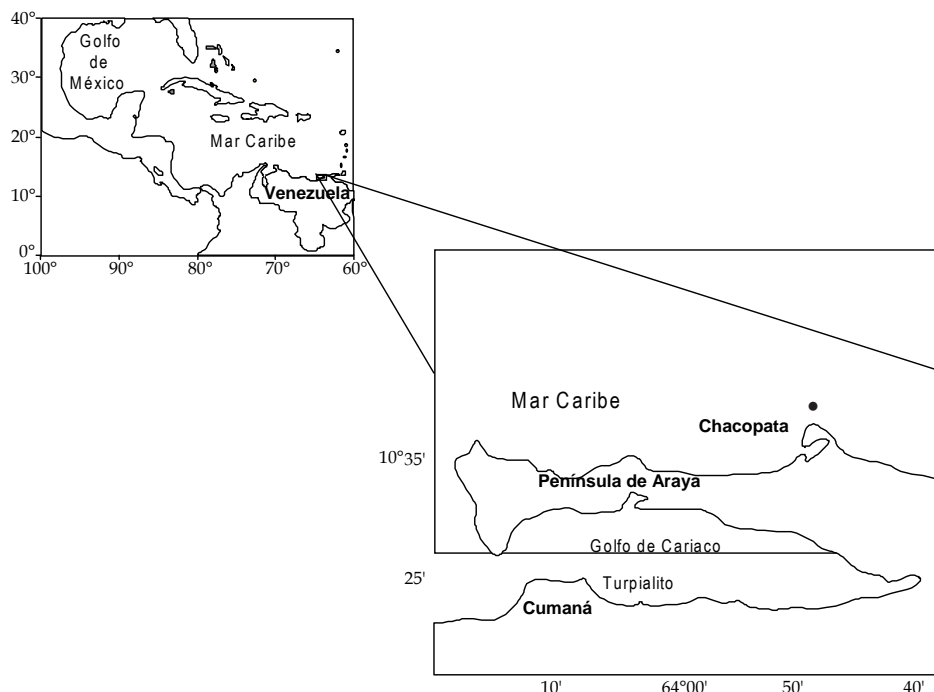


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de colección de la pepitona, *A. zebra* (●)

A diez (10) individuos por grupo se les determinó los siguientes parámetros: grosor (G), expresada por la magnitud de una valva a otra en el punto de mayor convexidad y el altura (A), distancia comprendida desde la máxima altura del umbo hasta el punto con el cual se forma ángulo recto en la región ventral y a los ejemplares del grupo IV, por ser considerados organismos adultos, se les realizó el estudio histológico y el cálculo de los índices gravimétricos y volumétricos. Para calcular estos últimos, se siguió el procedimiento de Baird (1958) que consiste en determinar en los individuos el volumen total (VT), volumen de la carne fresca (VCF), volumen intervalvar (VIV) y el peso de la masa seca de la carne (PCS). Para determinar el VT los organismos se colocaron en un cilindro graduado de 1 ml de apreciación, previamente llenado a un volumen conocido. La diferencia entre el nuevo volumen y el inicial representó el VT. Para determinar el VCF y VIV, se separó la carne fresca de las valvas, para obtener el VCF y el volumen de las valvas (VV), colocando cada uno de estos componentes por separado en el cilindro graduado, aplicando el criterio anterior. El VIV se logró por diferencia entre VT y el VV. El PCS se obtuvo por secado del tejido húmedo en una estufa a 60 °C, hasta obtener peso constante.

Los parámetros morfométricos, gravimétricos y volumétricos se analizaron mediante estadística descriptiva y se correlacionó la longitud total con la altura y el grosor, para determinar el grado de dependencia existente entre las variables (Sokal y Rohlf, 1979).

El sexo se determinó mensualmente, en todos los ejemplares de los cuatro grupos (40 ejemplares). La madurez sexual se estableció de acuerdo al análisis de las muestras histológicas de los organismos del grupo IV (10 ejemplares) y los índices de condición se calcularon de acuerdo a Baird (1958), mediante las expresiones:

$$IC_1 = (VCF / VIV) \times 100 \quad \text{y} \quad IC_2 = (PCS / VIV) \times 100$$

Las técnicas histológicas aplicadas para el estudio de madurez sexual fueron las propuestas por Howard y Smith (1983), utilizando los criterios de los estados señalados previamente por Nakal (1979), en esta especie; y García *et al.*, (1996) y Pouvreau *et al.*, (2000) en especies relacionadas.

**Estado de reposo (0):** Inactivo, el sexo es indeterminado con pocos folículos, confusos, abundante tejido conectivo abundante y sin evidencias de desarrollo gonadal.

**Estado de inicio de la madurez (I):** Se hacen visibles los signos de gametogénesis con numerosos grupos de células germinales adosados a la pared de los folículos, presentan paredes delgadas y pocos gametos maduros.

**Estado maduro (II):** En machos se observan los folículos muy desarrollados ocupando toda el área de tejido gonadal con espermatozoides maduros ordenados hacia el centro del lumen. En hembras, los óvulos están empaquetados con diferentes formas dentro de los folículos los cuales están distendidas y totalmente llenos. El núcleo de los ovocitos presenta paredes muy delgadas.

**Estado de parcial de gametos (III):** En hembras se observaron óvulos maduros en el centro de los folículos, las cuales presentan signos de contracción con pocos ovocitos en crecimiento. En machos se observan bandas de espermatozoides maduros dispersos en los folículos con el lumen semivacío. En ambos sexos el tejido conjuntivo se observa desorganizado.

**Estado de liberación total y degeneración de gametos (IV):** En este estado los folículos están completamente vacíos, colapsados y degenerados, aunque pueden observarse restos de gametos atacados por fagocitos. Existe un ligero aumento del tejido interfolicular.

El estado de desarrollo gonádico de cada ejemplar se asignó, dada la asincronía presente según el estado predominante en los folículos (Vélez, 1975; Marcano, 1984).

## RESULTADOS

### Índice de condición y parámetros biométricos

Del análisis descriptivo de los parámetros morfométricos, gravimétricos y volumétricos se infiere que la variable mejor ajustada para la descripción de la especie es la longitud total (Lt), la cual obtuvo un valor promedio de 76,74 mm  $\pm$  5,52, con máximo de 97,97 mm y mínimo de 70,15 mm, debido a la poca variabilidad del coeficiente de variación (CV= 7,23) (Tabla 1). Los promedios de los índices de condición basados en el volumen de la carne fresca y peso de la masa seca (Figura 2) mostraron las mismas tendencias con valores altos desde junio 2002 hasta septiembre 2002, en noviembre 2002 y junio 2003 y los más bajos en octubre 2002, febrero y mayo 2003, existiendo en estos meses el mayor número de organismos maduros y desovados, respectivamente; aunque el máximo valor del IC<sub>1</sub> se obtuvo en septiembre 2002 y del IC<sub>2</sub> en junio 2003, detectándose diferencias mensuales significativas

entre los promedios del  $IC_1$  ( $F_s = 6,20$ ;  $p < 0,05$ ) y el  $IC_2$  ( $F_s = 6,80$ ;  $p < 0,05$ ).

Los coeficientes de regresión de la longitud total, con el grosor y la altura (Figuras 3A y 3B) en ejemplares

machos y hembras de *Arca zebra* fueron 0,7121 y 0,6985, respectivamente, teniendo el primero un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,1440, indicando que existe poca o ninguna dependencia entre las variables, a diferencia del segundo donde  $R^2$  alcanzó un valor de 0,4039.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los parámetros morfométricos, gravimétricos y volumétricos de *A. zebra* en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

Parámetros	Promedio	D.E	C.V	Mínimo	Máximo	n
Lt (mm)	76,34	5,52	7,23	70,15	97,97	130
A (mm)	39,07	4,92	12,60	31,09	51,57	130
G (mm)	33,04	2,99	9,07	24,54	41,05	130
Pt (g)	32,25	7,71	23,93	20,70	55,93	130
PCS (g)	2,49	0,70	28,41	1,09	4,51	130
VCF (ml)	12,81	3,67	28,69	7,00	30,00	130
VIV (ml)	33,48	9,65	28,83	19,00	72,00	130
VT (ml)	47,36	11,78	24,87	30,00	90,00	130
VV(ml)	13,88	3,40	24,55	7,00	25,00	130

D.E= Desviación estándar. C.V= Coeficiente de variación. LT= Longitud total. A= Altura. G= Grosor. Pt= Peso total. PCS= Peso de carne fresca. VCF= Volumen de carne fresca. VIV= Volumen intervalvar. VT= Volumen total. VV= Volumen valvar.

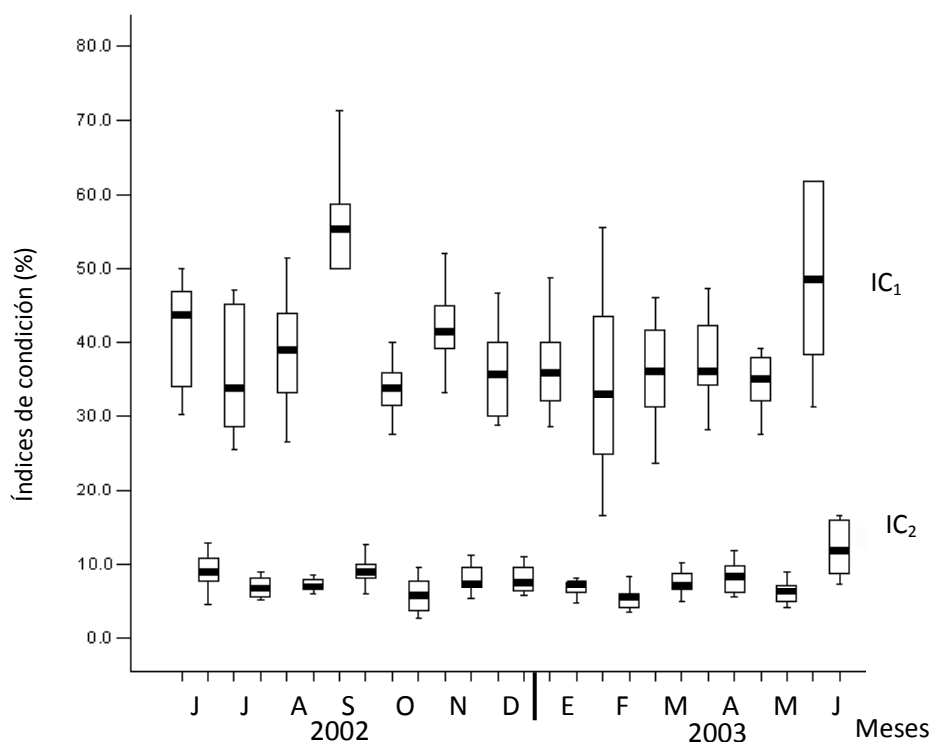


Figura 2. Diagramas de cajas de los índices de condición (%) de *A. zebra* en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Se indican la mediana, error estándar y los máximos y mínimos.

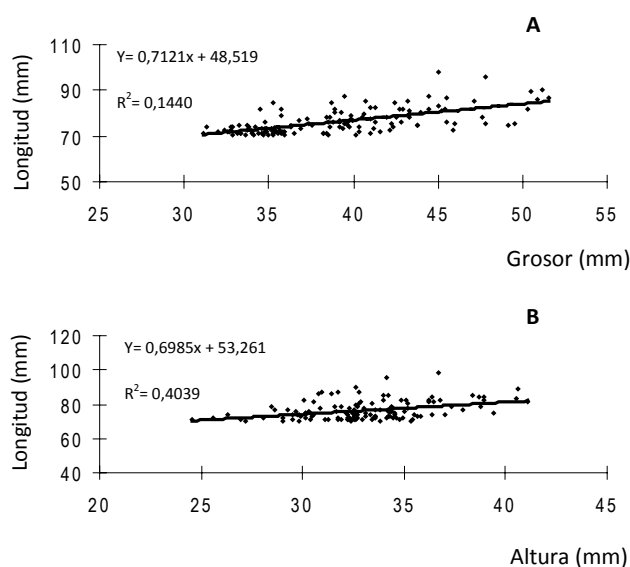


Figura 3. Regresiones entre la longitud, el grosor (A) y la altura (B) en ejemplares machos y hembras de *A. zebra* colectadas en el banco natural de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

### Proporción sexual

Durante los meses de muestreo, la población de *Arca zebra* estudiada estuvo dominada por ejemplares machos (265) mostrando una proporción sexual de 2:1 (Tabla 2) con valores de chí-cuadrado ( $\chi^2$ ) significativos en de junio, agosto, septiembre, diciembre 2002,

enero, febrero y abril 2003 y, no significativos en julio, octubre, noviembre 2002, marzo, mayo y junio 2003. Así mismo, se observó un predominio de machos en tallas menores de 30,0 hasta 50,0 mm y, a partir de esta comienza a aumentar la frecuencia de hembras, estando en concordancia estos resultados con el carácter protándrico de la especie (Figura 4).

Tabla 2. Proporción sexual por mes de *A. zebra* en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

Meses	Machos	Hembras	Frec. esperada	X <sup>2</sup>
Junio-2002	23	6	14,5	9,80*
Julio	19	12	15,5	1,58Ns
Agosto	21	8	14,5	6,78*
Septiembre	25	6	15,5	11,60*
Octubre	18	9	13,5	3,00Ns
Noviembre	15	10	12,5	1,00Ns
Diciembre	25	5	15,0	13,32*
Enero-2003	24	3	13,5	16,32*
Febrero	18	4	11,0	8,90*
Marzo	15	12	13,5	0,33Ns
Abril	20	8	14,0	5,14*
Mayo	18	12	15,0	1,20Ns
Junio	24	14	19,0	2,63Ns
Total	265	109		

$\chi^2$ = Chí-cuadrado. Significancia ( $\alpha$  0,05)= 3,84. \*= Significativo. Ns= No significativo.

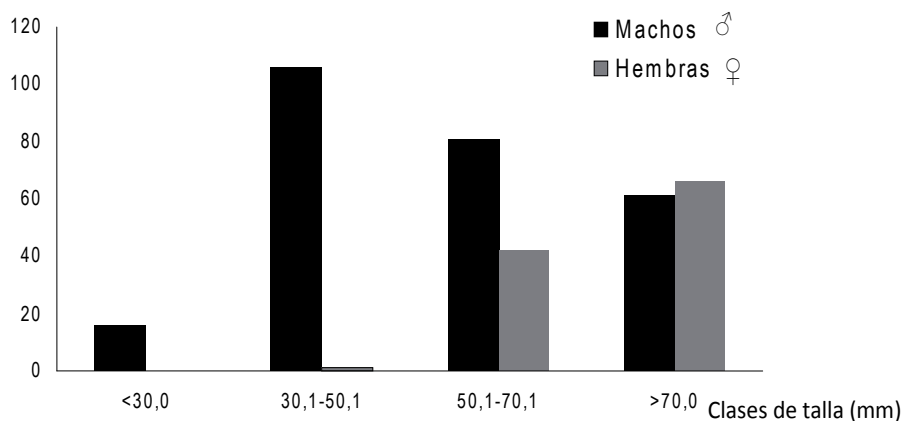


Figura 4. Frecuencia de individuos machos (♂) y hembras (♀) en cuatro clases de talla de *A. zebra* en la localidad de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela.

**Madurez gonadal**

La variación mensual del desarrollo gonádico en *Arca zebra* se analizó durante todos los meses, encontrándose individuos con diferentes estados de madurez sexual. Sólo las hembras presentaron individuos con estado IV identificados por restos de ovocitos. El estado O se observó en los meses de noviembre y diciembre 2002 (16,67 %). El estado IV se observó en febrero 2003 (60%) y diciembre (16,67%) (Figura 5A). El estado I se encontró con mayor porcentaje (34,28%) en machos en junio 2002 y con valor mínimo (5%) en diciembre 2002 (Figura 5B). En las hembras, se observó los mayores

porcentajes de este estado (33,33%) en junio 2002 y los menores (20%) en enero y marzo 2003.

En los machos el estadio II (maduro) con folículos totalmente llenos de espermatozoides se observó con mayor porcentaje (80%) en septiembre y noviembre 2002 (85%) y los menores en octubre y diciembre 2002 con 20% cada uno. En las hembras los mayores porcentajes (50 % y 63,33%) de folículos completamente desarrollados y llenos de ovocitos se observaron en agosto y noviembre 2002, respectivamente y el menor (15%) se presentó en septiembre 2002.

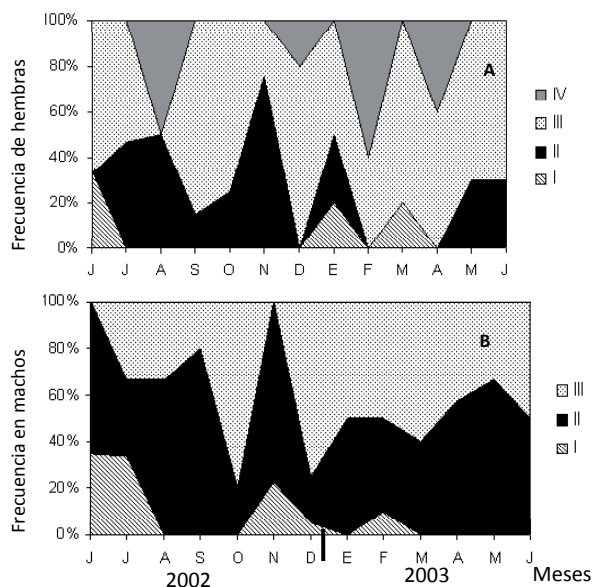


Figura 5. Variación mensual de las frecuencias en los estados de maduración del desarrollo gonádico de *A. zebra* en el banco del morro de Chacopata, península de Araya, estado Sucre, Venezuela. (A) hembras; (B) machos.

La liberación parcial de los gametos (estado III) ocurrió en los machos en octubre y diciembre 2002 con 80 y 75%, respectivamente y los más bajos valores porcentuales se alcanzaron en septiembre 2002 (20%). En las hembras, éste estado presentó sus mayores porcentajes (85 y 80%) en los meses de septiembre 2002 y mayo 2003, respectivamente y los menores valores porcentuales (20%) en noviembre 2002. En estos ejemplares los más altos porcentajes (60%) en cuanto a la liberación total de los gametos se observaron en febrero 2003 y el menor (16,67%) en diciembre 2002.

## DISCUSIÓN

Los análisis histológicos indican que los ejemplares machos de *A. zebra* predominan en tallas menores de 50,0 mm, pero a partir de esta longitud se incrementó la frecuencia de hembras en una proporción 2:1, evidenciando que esta especie es protándrica, sugiriendo que alrededor de esta talla (50 mm de longitud total) comienza a manifestarse el cambio de sexo o inversión sexual. Estos resultados confirman los obtenidos por Nakal (1979) y Mora (1984) para ejemplares de esta especie capturados en las adyacencias de Isla Caribe, estado Sucre y Boca de Río, estado Nueva Esparta. El carácter de reproducción protándrica está presente en algunos bivalvos de la zona oriental de Venezuela, entre ellos, *Crassostrea rhizophorae* (Vélez, 1975), *Pinctada imbricata* (Marcano, 1984) y *Lima scabra* (Lodeiros y Himmelman, 1999).

El ciclo gametogénico de *A. zebra*, durante el período de estudio en Chacopata se relaciona con los cambios estacionales de la temperatura del agua, ya que los aumentos del índice de condición ( $IC_1$ ) desde julio hasta septiembre, 2002 y desde mayo hasta junio, 2003 coinciden con aumentos de la temperatura. Igualmente las disminuciones de los índices de condición desde octubre 2002 hasta enero, 2003 se relacionan con decrecimientos de temperatura (Lista *et al.*, 2006). También es el resultado de la interacción de otros factores ambientales, como la disponibilidad de recursos que inducen en los organismos respuestas en su ciclo reproductivo. Los moluscos bivalvos en zonas tropicales se caracterizan por presentar desoves prolongados y procesos gametogénicos continuos (Ruiz *et al.*, 1998 y Báez *et al.*, 2005).

Debido a que el estado II fue más frecuente en machos que en hembras; en las cuales el estado III predominó, esto indicaría que los machos son los más activos. Al contrario de lo que ocurre en otros bivalvos

tropicales como la ostra de mangle, *Crassostrea rhizophorae* (Vélez, 1975) y la ostra perla, *Pinctada imbricata* (Marcano, 1984), donde la madurez total III es el estado predominante en las hembras. Por otra parte, no existe homogeneidad en la manifestación de estos estados en los ejemplares y es usual encontrar folículos con diferentes estados de maduración y desove en un mismo individuo (Nakal, 1979), que también caracteriza otras especies como *C. rhizophorae* (Vélez, 1976), *P. imbricata* (Marcano 1984) y *Perna viridis* (Marcano, 2004). Esta falta de homogeneidad contrasta con lo que sucede en especies de zonas templadas, que mantienen la correlación de las fases de sus ciclos reproductivos con los ciclos estacionales, existiendo una influencia determinante de la temperatura del agua como *Tapes philippinarum* (Mann 1979), *Perna canaliculus* (Hickman y Illingworth 1980), *Zidona dufresnei* (Giménez y Penchaszadeh 2002) y *Donax trunculus* Gaspar *et al.* (1999), especies donde los cambios de temperatura como consecuencia de las variaciones estacionales, influye principalmente en el desarrollo gonádico.

Los altos valores de los índices de condición observados desde junio hasta septiembre 2002, noviembre 2002 y junio 2003 coincidieron con la mayoría de organismos maduros (II), mientras que los mínimos valores de octubre 2002, febrero y mayo 2003 se relacionaron con ejemplares desovados de los estados III y IV, lo que indica que su variación depende de los procesos reproductivos de *A. zebra*. Las oscilaciones de los índices de condición se han relacionados con la formación y pérdida de gametos en especies comerciales como *Anadara tuberculosa* en Costa Rica (Cruz 1982) y *Crassostrea columbiensis* en Colombia (Caballero-Cruz *et al.* 1996).

Los resultados del estudio en *A. zebra* en este período (junio 2002-junio 2003) coinciden con los reportados por Mora (1985) para la misma especie, encontrándose una etapa de pérdida de peso, en los meses de mayo y dos etapas de engorde; una en junio y la otra que va de enero hasta abril. No obstante, difieren parcialmente de los reportados por Prieto *et al.* (2001) en una población de Pariche, Golfo de Cariaco, quienes señalaron que *A. zebra* presentó un período de recuperación, desde febrero hasta julio, caracterizado por valores altos del índice de engorde y una etapa de pérdida de peso desde agosto hasta enero. Probablemente las diferencias existentes entre los meses de engorde y de pérdida de peso de una misma especie, en distintas o en las mismas zonas geográficas se deben a las estrategias

reproductivas como respuestas a la expresión de los factores ambientales (Bautista, 1989; Ruiz *et al.* 1998). Las diferencias significativas observadas en los promedios de ambos índices de condición indican la influencia que ejercen los parámetros ambientales sobre la fisiología de la especie en el cual la temperatura y la disponibilidad de alimentos parecen ser los más importantes, ya que la salinidad no sufre variaciones notables (Lodeiros y Himmelman 1999; Lista 2005; Lista *et al.* 2006).

No se observó en *A. zebra* disminución del índice con el aumento de la talla, relación que ha sido reportada en bivalvos con biso como mitílidos y ostras que crecen apiñados, lo que genera poco desarrollo del espacio intervalvar (Galtsoff, 1959). Sin embargo, los periodos de engorde y pérdida de peso reportados para *A. zebra* coinciden en forma general, con los señalados para otros moluscos de importancia comercial de la zona nororiental de Venezuela. Así, en el mejillón *Perna perna* de la Esmeralda, estado Sucre, los más altos periodos de engorde se observaron a partir de la segunda quincena de octubre, enero, junio-julio y febrero y los periodos de menor engorde, desde finales de octubre hasta enero, de marzo a mayo, finales de julio, agosto y desde febrero hasta marzo (Vélez, 1971). En *Crassostrea rhizophorae* de la Bahía de Mochima y Laguna Grande, estado Sucre, los periodos de engorde ocurren desde finales de diciembre hasta enero, en febrero y marzo con un periodo de enflaquecimiento que va de junio a diciembre (Vélez y Bonilla 1972). En *Pinctada imbricata* en las zonas de las Cabeceras, Isla Cubagua y Punta Mosquito (Isla de Margarita) y de Guamachito (estado Sucre), se observaron valores relativamente altos del índice de engorde en los meses de marzo-abril; a partir de junio y hasta diciembre ocurre descenso en el engorde (León *et al.* 1987) y en *Modiolus squamosus* de la localidad de Tocuchare en el Golfo de Cariaco, se observaron los máximos valores en abril, agosto y marzo y los más bajos desde junio hasta julio, en octubre-noviembre y enero (Prieto *et al.* 1999).

Los aumentos del índice de condición en la especie, entre marzo y junio 2003 coinciden con aumentos de clorofila *a* y seston total en el área (Lista 2005; Lista *et al.* 2006) que se deben al enriquecimiento de las aguas como consecuencia de la surgencia, influenciada por los vientos alisios que originan bajas temperaturas y altas concentraciones de nutrientes y fitoplancton en la columna de agua, propiciando una elevada producción primaria (Griffiths y Simpson 1972; Ferraz-Reyes 1987; Lodeiros y Himmelman 2000). Los valores mínimos

de ambos índices de condición ( $IC_1$ - $IC_2$ ), observados en febrero, 2003, se relacionan con el alto porcentaje de hembras con las gónadas desovadas totalmente y, de machos con evacuación parcial detectadas en ese mes.

Los resultados demuestran que la actividad reproductiva de *A. zebra* en la zona de estudio, presenta una comportamiento que se desarrolla con un modelo de reproducción continua como tradicionalmente sucede en los ecosistemas tropicales y cierta periodicidad semejante al modelo de especies en ecosistemas de zonas templadas. Esta variabilidad es debida a las condiciones ambientales que ocurren en el ecosistema marino del área de estudio, originados por la dinámica de los fenómenos oceanográficos de la zona (Lodeiros y Himmelman 2000; Lista *et al.* 2006).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, A. 1977. Fijación, crecimiento y composición química de la pepitona *Arca zebra* en la región oriental de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente, Cumaná. 35 pp.
- ARIAS DE DÍAZ, A.; GUZMÁN, R.; JIMÉNEZ, R.; MOLINET, R. 2002. La pesquería de la pepitona *Arca zebra* en Chacopata, estado Sucre, Venezuela: Un análisis bioeconómico. *Zootecnia Trop.* 20:49-67.
- BÁEZ, M.; GARCÍA DE SEVEREYN, Y. SEVEREYN, H. 2005. Ciclo reproductivo de *Genkensia dermissa* (Bivalvia: Mytilidae) en la playa de Nazaret, El Mojan, estado Zulia, Venezuela. *Ciencias Marinas.* 31: 111-118.
- BAIRD, R. 1958. Measurement of condition in mussels and oyster. *Journal Conseil International Explorateur La Mer.* 25:249-257.
- BAUTISTA, C. 1989. Tecnología de los moluscos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España 166 pp.
- CABALLERO-CRUZ, A.; CABRERA-PEÑA, J.; SOLANO-LÓPEZ, Y. 1996. Descripción del crecimiento y madurez sexual de una población de *Crassostrea columbiensis* (Mollusca: Bivalvia). *Rev. Biol. Trop.* 44/45: 335-339.
- CRUZ, R. 1982. Variación mensual del índice de condición del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa



- Rica. Rev. Biol. Trop. 30: 1-4.
- FERRÁZ-REYES, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanog. 26: 97-110.
- GALTISOFF, P. S. 1959. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. Fish. Bull. Wild. Serv. U.S. 64: 1-480.
- GARCÍA-DOMÍNGUEZ, F.; CABALLOS-VÁSQUEZ, B. P.; QUEZADA, A. T. 1996. Spawning cycle of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), (Pteridae) at Isla Espiritu Santo, Baja California Sur Mexico. J. Shellfish Res. 15: 297-303.
- GASPAR, M.; FERREIRA, R.; MONTEIRO, C. 1999. Growth and reproductive cycle of *Donax trunculus* L., (Mollusca: Bivalvia) of Faro, Souther Portugal. Fish. Res. 41: 309-316.
- GIMÉNEZ, J.; PENCHASZADEH, .2002. Reproductive cycle of *Zidona dufresnei* (Caenogastropoda: Volutidae) from the southwestern Atlantic Ocean. Mar. Biol. 140: 755-761.
- GRIFFITHS, C.; SIMPSON, J. 1972. Afloramiento y otras características oceanográficas de las aguas costeras del noreste de Venezuela. Serie Recursos y Explotación Pesqueras, M.A.C., D.N.U.D., F.A.O. 2: 1-72.
- HICKMAN, R.; ILLINGWORTH, J. 1980. Condition cycle of the green-lipped mussel *Perna canaliculus* in New Zealand. Mar. Biol. 60: 27-38.
- HOWARD, D; SMITH, C. 1983. Histological techniques for marine bivalve mollusks. Technical Memorandum NMFS-F/NEC, pp. 25-97.
- JIMÉNEZ, R. 1999. Análisis y evaluación del recurso pepitona, *Arca zebra* en el banco de Chacopata. Memorias del taller venezolano sobre aprovechamiento y comercialización de moluscos bivalvos, Isla Margarita, pp. 100-103.
- LEÓN, L.; CABRERA, T.; TROCCOLI, L. 1987. Fijación e índice de engorde de la ostra perla *Pinctada imbricata*, Roding, 1778 (Mollusca: Bivalvia) en tres bancos naturales del nororiente de Venezuela. Contrib. Cient. Ctro. de Invest. Cient. UDO. 44 pp.
- LISTA, M. 2005. Influencia de factores ambientales en la reproducción de la pepitona, *Arca zebra*, Swainson, 1883 (Mollusca: Bivalvia) en el banco natural de Chacopata, Península de Araya, estado Sucre, Venezuela. Tesis de Grado M. Sc. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 61 pp.
- LISTA, M.; LODEIROS, C.; PRIETO, A.; HIMMELMAN, J.; CASTAÑEDA, J. GARCÍA, N.; C. VELÁSQUEZ. 2006. Relation of seasonal changes in the mass of the gonad and somatic tissues of the zebra ark shell *Arca zebra* to environmental factors. J. Shellfish Res. 25 (3): 969-973.
- LODEIROS, C.; HIMMELMAN, J. 1999. Reproductive cycle of the bivalve *Lima scabra* (Pterioidea: Limidae) and its association with environmental conditions. Rev. Biol. Trop. 47: 411-418.
- LODEIROS, C.; HIMMELMAN, J. 2000. Identification of factor affecting growth and survival of the tropical scallop *Euvola (Pecten) zizac* in the Golfo de Cariaco, Venezuela. Aquaculture. 182: 91-114.
- MANN, R. 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 9: 95-110.
- MARCANO, M. 2004. Histología gonadal de *Perna viridis* L. 1758 (Bivalvia: Mytilidae) del Morro de Guarapo, Costa Norte del estado Sucre Venezuela. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 54 pp.
- MARCANO, V. 1984. Aspectos biológicos de la reproducción en la ostra perla *Pinctada imbricata*, Röding, 1798 (Mollusca: Bivalvia) de Punta Las Cabeceras, Isla de Cubagua, Venezuela. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 64 pp.
- MENDOZA, J. 1999. Análisis de la pesca artesanal marítima en Venezuela: situación actual y perspectivas. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Organización de Estados Americanos, Caracas. 120 pp.
- MORA, J. 1985. Distribución por tallas, ciclo gonádico e

- índice de engorde de la pepitona *Arca zebra*, Boca de Río, Isla de Margarita. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 95 pp.
- NAKAL, A. 1979. Contribución a la ecología de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833). Aspectos gametogénicos. Tesis de Pregrado. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 85 pp.
- NARCHI, W. 1976. Estado actual del conocimiento de los ciclos gametogénicos de Bivalvos Comestibles del litoral brasileño. Mem. Reun. Lat. Cienc. Tecnol. Ocen. México: 384-390.
- POUVREAU, S.; GANGNERY, A.; TIAPARI, J.; LAGARDE, F.; GARNIER, M.; BODOY, A. 2000. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteridae), cultivated in Takapoto atoll (French Polynesia). Aquatic. Living Resour. 12 (1): 37-48.
- PRIETO, A.; SAINT-AUBYN, M. 1998. Crecimiento del bivalvo *Arca zebra* (Swainson, 1883), en Chacopata estado Sucre, Venezuela. Saber. 10: 14- 19.
- PRIETO, A.; FLORES, M.; LODEIROS, C. 1999. Madurez sexual e índice de condición en una población del mejillón de fondo *Modiolus squamosus* (Mollusca: Bivalvia) en Tocuchare, Golfo de Cariaco, Venezuela. Ecotropicos. 12: 83-90.
- PRIETO, A.; RUIZ, L.; GARCÍA, N.; ÁLVAREZ, M. 2001. Diversidad malacológica en una comunidad de *Arca zebra* (Mollusca: Bivalvia) en Chacopata, estado Sucre Venezuela. Rev. Biol. Trop. 49: 591-598.
- RUIZ, E.; CABRERA, J.; CRUZ, R.; PALACIOS, J. 1998. Crecimiento y ciclo reproductivo de *Polymesoda radiata* (Bivalvia: Corbiculidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46: 643-648.
- SAINT-AUBYN, M.; PRIETO, A.; RUIZ, L. 1999. Producción específica de una población del bivalvo *Arca zebra* Swainson, 1883), en la costa nororiental del estado Sucre, Venezuela. Acta Cient. Vzlna. 50: 15-23.
- SOKAL, R.; ROHLF, F. 1979. Introducción a la bioestadística. Editorial Reverte, S. A. España. 362 pp.
- VÉLEZ, A. 1971. Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna natural* y cultivado. Bol. Inst. Oceanog. 10: 3-8.
- VÉLEZ, A. 1975. Estudio de la reproducción de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* de la Bahía de Mochima. Bol. Inst. Oceanog. 15: 65-72.
- VÉLEZ, A. 1976. Ciclo anual de reproducción del ostión *Crassostrea rhizophorae* de la Bahía de Mochima y Laguna Grande. Bol. Inst. Oceanog. 16: 39-43.
- VÉLEZ, A.; BONILLA, J. 1972. Variación estacional del engorde del ostión *Crassostrea rhizophorae* de Bahía Mochima y Laguna Grande. Bol. Inst. Oceanog. 11: 39-43.