

TASAS DE CRECIMIENTO, DEPREDACIÓN Y RESISTENCIA A PERIODOS
DE EXPOSICIÓN AL AIRE (EMERSIÓN) DEL GASTERÓPODO
LINATELLA (CYMATIUM) CAUDATA (GMELING, 1791)

CARMEN MALAVÉ², LUIS FREITES^{1*}, ESPERANZA BUITRAGO³, JEREMY MENDOZA¹ & ANTULIO PRIETO².

¹ *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela*
lfreitesv@yahoo.es

² *Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela*

³ *Grupo de Investigaciones en Biología de Moluscos, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. Cumaná, Venezuela.*

RESUMEN: Las tasas de crecimiento y depredación, así como la resistencia a la exposición al aire como método de control del gasterópodo marino *Linatella caudata*, fueron estudiados en el cultivo de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae*. Para el análisis de la data de crecimiento fueron utilizadas tres réplicas que consistían en tres acuarios con un individuo del depredador y 12 individuos de la ostra c/u., además de tres acuarios como controles con igual número de ostras sin depredador. La relación entre la talla y la masa fue estimada por regresión lineal, y la relación entre la talla y el tiempo fue estimada por el modelo de crecimiento SCHNUTE. Por otro lado se determinó la tasa de resistencia a la emersión (exposición al aire) por parte de los depredadores y presas en diferentes períodos de tiempo: 6, 12, 24 y 48 horas, incluido un control sin exposición (todos por triplicado) y la data de mortalidad obtenida fue evaluada mediante una ANOVA-I. La tasa de crecimiento observada durante los 80 días del período de estudio variaron entre 0,4-0,5 mm/d. No fueron observadas diferencias significativas entre los dos primeros períodos de 30 días del estudio, mientras que para el último período las tasas de crecimiento fueron significativamente más bajas para los tres depredadores. La exposición al aire por períodos de duración de 6-12 h resultó en un 100% de mortalidad de los gasterópodos, mientras que las ostras de mangle soportaron períodos de 24 horas sin consecuencias aparentes en su supervivencia. Debido al rápido crecimiento y altas tasas de depredación observadas (0,85 ostras/d), esta especie de depredador es un grave problema para la industria de la acuicultura de bivalvos marinos en el mar Caribe.

Palabras clave: caracol, crecimiento, cultivo suspendido, exposición al aire (emersión).

ABSTRACT: We studied the rates of growth and predation of marine gastropod *Linatella caudata* as well as exposure to air as a way to control devastation of a culture of mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* by the gastropod. Three aquaria containing 12 specimens of the mangrove oyster and a specimen of *L. caudata*, and three control aquaria with equal number of oysters without the predator were monitored for 80 days. The relation between size and mass was estimated by linear regression, and that between size and time, by the Schnute growth model. A triad of tests measured air exposure endurance for 6, 12, 24, and 48 hours, including a control without exposure. The mortality rate was assessed by means of a type I ANOVA. The growth rate observed through the study ranged between 0.4 and 0.5 mm/d. No significant differences were observed during the first two months of the study, but the predators experienced a growth rate significantly lower for the last stretch of the experiment. Exposure to air for periods from 6 to 12 hours resulted in 100% mortality for the gastropods, whereas the mangrove oyster withstood periods of up to 24 hours without apparent consequences for its survival. The high predation rate of 0.85 oysters/d observed evinces a serious problem for the bivalve aquaculture industry in the Caribbean.

Keywords: Snail, growth, suspended culture, air exposure

INTRODUCCIÓN

Los problemas que pueden afectar la industria de la acuicultura de los bivalvos marinos pueden ser de diferente índole, desde eventos climáticos (fenómenos atmosféricos, tormentas y ciclones), antropogénicos (contaminación)

hasta los de índole biológicas, como las mareas rojas y la depredación. En este último aspecto, la mortalidad causada por la acción de algunos depredadores es la que más afecta la producción en la industria de la acuicultura marina y por lo tanto su rentabilidad económica (HICKMAN 2001).

En el caso de las industrias del mejillón y de las ostras, la depredación es sin duda una de las más importantes fuentes de mortalidad natural (SEED & SUCHANEK 1992; MATTHIESSEN 2001), causada principalmente por gasterópodos como *Nucella* (= *Thais*) *lapillus* LINNAEUS 1758 y *Urosalpinx cinerea* SAY 1822, depredadores ampliamente distribuidos en el litoral del norte de Europa y en las costas atlántica y pacífica de Norteamérica. Estos gasterópodos pueden llegar a devastar las poblaciones de bivalvos como el mejillón californiano *Mytilus californianus* (PAYNE 1974; SUCHANEK 1978; PALMER 1983) y la ostra europea *Ostrea edulis* (CLARKE 2001). No obstante, la acción depredadora de estos organismos se minimiza en los sistemas de cultivo suspendido, puesto que evita la acción de los depredadores bentónicos, al mantener los organismos separados del fondo marino; sin embargo, el sistema suspendido puede acentuar la vulnerabilidad de los bivalvos a otros depredadores, particularmente de algunas especies de la Familia Ranellidae, que presentan durante su desarrollo temprano una etapa larvaria planctónica, la cual les permite acceder a las cestas de cultivo suspendidas en la columna de agua.

Después de décadas de estudio en muchas zonas del mundo, la depredación sigue siendo uno de los principales obstáculos por sortear con éxito en la maricultura de los moluscos bivalvos (JORY *et al.* 1984). En la actualidad, el único método empleado para el control regular de las diversas especies del género *Cymatium* consiste en la remoción manual de los mismos. No obstante, este método implica una ardua labor y el incremento de gastos por mano de obra. Por tanto se sigue empleando esfuerzo en la búsqueda de métodos alternativos que no requieran tanta inversión horas-hombre, y que a su vez asemejen las condiciones naturales, tales como, los cambios en los niveles de la marea que exponen a los organismos a las condiciones ambientales extremas como la desecación. En tal sentido, LITTLEWOOD (1989, 1991) observó que la supervivencia de las ostras cultivadas en niveles medios de la zona intermareal fue significativamente más alta que aquellas que fueron colocadas a niveles más bajos, atribuyendo estos resultados a una menor incidencia de los depredadores y competidores.

En cuanto al crecimiento de estos depredadores, PERRON *et al.* (1985) mostraron que en el cultivo de la almeja gigante *Tridacna gigas*, el potencial destructivo de *Cymatium muricinum* RODING 1798, aumentaba a medida que aumentaba su tamaño. En este sentido, el crecimiento

puede ser gráficamente descrito para el ciclo de vida de muchos animales como una curva asintótica, tal y como fue descrita por la curva de crecimiento de von BERTALANFFY (VON BERTALANFFY 1957; HUGHES 1986). Dicha función de crecimiento es el modelo más usado para describir los patrones de crecimiento y ha sido utilizada para describir el crecimiento en gasterópodos (BROOM 1982; HUGHES 1986) y en particular para *C. muricinum* (PERRON *et al.* 1985). No obstante, este método de análisis del crecimiento requiere de la disponibilidad de la data de tallas de la especie bajo estudio, a través de casi todo su ciclo de vida (juveniles tempranos – adultos maduros).

Por otro lado, la cantidad de energía disponible para el crecimiento y la reproducción son en gran parte determinados por las tasas de ingestión y la respiración, y estas, a su vez, son funciones de la temperatura, el tamaño corporal y la oferta alimentaria (Hughes 1986). En relación a este último aspecto, son escasos los estudios publicados con datos cuantitativos sobre las tasas de consumo de gasterópodos de la Familia Ranellidae, con la excepción de los trabajos publicados por THANGAVELU y MUTHIAH (1983) y MORTON (1990), del gasterópodo *Cymatium cingulatum* Lamarck 1822. Así, este depredador consumió el 3,6% diario de la masa seca de sus tejidos cuando se alimentaban del bivalvo *Barbatia virescens* (MORTON 1990). Más recientemente, ZHOU *et al.* (2000) estudiaron las tasas de depredación en ostras perlíferas *Pinctada martensii* DUNKER 1872, mostrando que aún cuando el consumo absoluto de individuos con diferentes tamaños de *Cymatium pileare* LINNAEUS 1758 fue diferente, su consumo relativo varió entre 1% y 6% de la masa de su tejido.

En el presente trabajo se estudió un método de control de la mortalidad causada por la depredación del gasterópodo *L. caudata*, sus tasas de crecimiento y la relación existente entre el número de bivalvos muertos y el tamaño relativo del gasterópodo. Esta información nos permitirá establecer o formular estrategias de cultivo que podrían disminuir la incidencia de este depredador, lo que sin duda resultará de gran interés para los acuicultores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tasas de crecimiento y depredación de *L. caudata*.

Los individuos empleados en la realización de los diferentes aspectos contemplados en el presente estudio fueron obtenidos a partir de cestas de cultivo de ostras,

colocadas en un “long line”, ubicado en la Estación Hidrobiológica de Turpialito, del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, ubicada a 10° 26' 56" Lat. N y 64° 02' 00" Long. W en la costa sur del golfo de Cariaco (Fig. 1).

En este estudio se utilizaron 3 individuos de *L. caudata* (depredador) con la menor talla posible (H" 1,5 cm). Estos fueron colocados por separado en igual número de acuarios con aireación y una capacidad de 40 L, los cuales contenían 12 ostras (presas) con una talla antero-posterior de 3,5 ± 0,7 cm. Para determinar la tasa de crecimiento y depredación se realizaron muestreos semanales determinando la mortalidad de los bivalvos y la talla de los gasterópodos (longitud máxima desde el ápice y hasta el final del canal sifonal), y su masa húmeda. Además fueron colocados otros 3 acuarios con igual condición que los antes descritos, pero sin los depredadores (controles). En cada muestreo fueron cambiadas las ostras muertas por otras vivas con el mismo intervalo de talla antes descrita, en todos los acuarios (con o sin depredadores), con el objetivo de mantener la oferta alimentaria e iguales condiciones de densidad entre réplicas experimentales y controles.

Análisis estadísticos.

La comparación de las relaciones longitud - edad y de las curvas de crecimiento de los diferentes individuos de *L. caudata* se realizó mediante el método de SCHNUTE (1981) al no contar con la data suficiente para realizar el análisis mediante la ecuación de von BERTALANFFI (1957). El modelo de SCHNUTE tiene cuatro parámetros estadísticamente estables con significado biológico. La ecuación original propuesta fue la siguiente:

$$\text{Dónde: } y_t = \left\{ \gamma_1^b + [\gamma_2^b - \gamma_1^b] \cdot \left[\frac{1 - e^{-a(t - \tau_1)}}{1 - e^{-a(\tau_2 - \tau_1)}} \right] \right\}^{\frac{1}{b}}$$

y_t = longitud o peso de un individuo a la edad t .

t = edad.

τ_1 = una determinada edad de los individuos más pequeños.

τ_2 = una determinada edad de los individuos más grandes.

γ_1 = longitud o peso de un individuo a la edad τ_1

γ_2 = longitud o masa de un individuo a la edad de τ_2

a = parámetro de pendiente del modelo

b = parámetro de curvatura del modelo.

Los parámetros a y b describen la curva de crecimiento

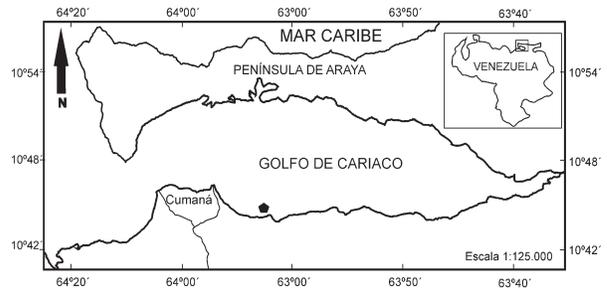


Fig. 1. Ubicación de la Estación de Turpialito, Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela.

de ser positivo, negativo o cero; es un parámetro relacionado con pendiente de la curva (-1), mientras que b es el parámetro adimensional (SCHNUTE 1981; WALTERS & COLLIE 1988):

Se estimó la relación longitud: masa para cada uno de los individuos ajustándola por la ecuación $M = a L t^b$, convirtiendo ambas variables al logaritmo₁₀. Donde: L : es la longitud de la concha. M : es la masa húmeda de cada uno de los individuos y los parámetros de la ecuación son a y b .

Los parámetros a y b se estimaron por regresión lineal y posteriormente se les hizo un ajuste no lineal.

La comparación de las relaciones longitud-masa y de las curvas de crecimiento de los diferentes individuos de *L. caudata* se realizaron mediante una prueba F (CHEN *et al.* 1992). Cuando existieron diferencias entre las curvas se utilizó una prueba X^2 , según lo sugerido por KIMURA (1980). Cuando no existieron diferencias estadísticamente significativas entre un modelo con mayor número de parámetros y otro más sencillo, se consideró que el modelo más sencillo era el más adecuado. En el caso de modelos con igual número de parámetros se consideró que el ajuste con menor valor de mínimos cuadrados era el más adecuado. Se empleó una prueba de KRUSKAL-WALLIS, donde el tiempo (semana) era el factor independiente y la variable dependiente el crecimiento. Por otro lado, la data de la mortalidad mensual observada en los recintos con o sin depredadores se contrastó mediante la aplicación de un ANOVA I. Previamente fue empleada una prueba de Bartlett para verificar la homogeneidad de las variancias de las mortalidades observadas.

Control de *L. caudata* por el método de emersión.

Este bioensayo se llevó a cabo en una balsa de cultivo de ostras ubicada en la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela. Se colocaron cuatro tratamientos por triplicado de exposición al aire (emersión), en diferentes períodos de tiempo: 6, 12, 24 y 48 horas y un control sin exposición (por triplicado), colocando 20 ostras de 40 ± 5 mm de longitud antero-posterior y un gasterópodo *L. caudata* ($28,5 \pm 3,5$ mm), por réplica. Tanto las ostras como los gasterópodos fueron colocados en cestas rígidas de cultivo tipo linternas (o "lanter nets") japonesas.

Transcurrido cada período de exposición (6, 12, 24 y 48 horas), los diferentes tratamientos fueron devueltos al mar por un período de 8 horas (en inmersión) para observar la posible recuperación de los bivalvos y gasterópodos, y al término del mismo se procedió a determinar sus respectivas tasas de mortalidad. Posteriormente, todos los tratamientos se dejaron 15 días bajo condiciones de cultivo en las cestas, sin los caracoles, para determinar el crecimiento de los bivalvos.

Para el análisis de los resultados se aplicó un análisis de variancia simple (ANOVA I) realizando una prueba a posteriori de Duncan en caso de existir diferencias significativas. En este caso también fue aplicada de una prueba de Bartlett para verificar la homogeneidad de las variancias de las mortalidades observadas (ZAR 1984).

RESULTADOS

Tasa de crecimiento del gasterópodo *L. caudata*.

La experiencia con los 3 individuos estudiados de *L. caudata* tuvo una duración de alrededor de 11 semanas. La figura 2 muestra los valores absolutos en el transcurso del experimento en longitud total (A) y masa (B), así como la relación longitud-masa (C), en promedio de cada uno de los 3 organismos analizados.

La talla inicial promedio de estos tres individuos fue de $16,0 \pm 0,57$ mm y la tendencia de su curva de crecimiento en longitud promedio fue lineal, con cierta variabilidad a partir de los 32 días, cuando los índices de dispersión aumentaron. Esta variabilidad es el resultado de la divergencia de las curvas de crecimiento de cada uno de los organismos (Fig. 1A). El patrón general de la curva de crecimiento promedio de la masa húmeda de los individuos fue de tipo exponencial, con un punto de inflexión a partir de los 72 días (Fig. 1B),

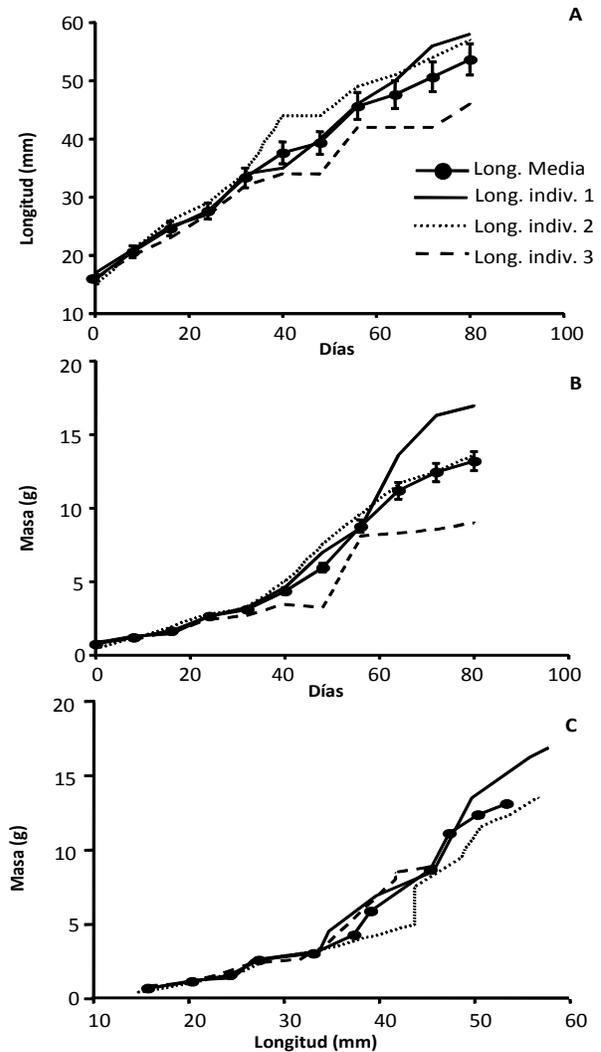


Fig. 2. Valores absolutos en el transcurso del experimento en longitud total (A) y masa húmeda (B), así como la relación longitud-masa húmeda de cada uno de los 3 organismos estudiados (C), y sus respectivos promedios.

mientras que fue observada una diferencia en los patrones de crecimiento individual a los 32 días, específicamente causada por el individuo 3, que mostró una disminución, mientras que a los 56 días del bioensayo se incrementó la divergencia en el crecimiento de los individuos. La relación longitud-peso muestra también un patrón exponencial observándose una diferenciación individual a partir de los 34 mm (Fig. 1C). El incremento diario de la longitud de la concha observada en los tres individuos de *L. caudata* estudiados fue de 0,48-0,53 mm/d.

Según el ajuste del modelo de SCHNUTE, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los modelos 2, 3 y 5 con el modelo 1 (Tabla 1), mientras que el modelo 4 fue estadísticamente diferente de los demás modelos. Por otro lado, de los modelos 2, 3 y 5, el 2 fue el que presentó la menor suma de cuadrados (SCR= 4,180), y por lo tanto, es el que mejor describe los datos del crecimiento observado de *L. caudata*. Precisamente, este caso (2) puede ser considerado como un crecimiento de tipo GOMPERTZ, que ha sido descrito como una curva sigmoideal, con un crecimiento inicial de tipo exponencial y, posteriormente, un crecimiento de tipo asintótico.

TABLA 1. Comparación de los diferentes casos según el ajuste del modelo de Schnute

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
T1 =	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
T2 =	115,000	115,000	115,000	115,000	115,000
y1 =	1,584	1,622	1,575	2,071	1,580
y2 =	5,406	5,363	5,421	5,714	5,400
κ =	0,005	0,020	0,000	0,000	0,005
γ =	1,028	0,000	1,333	0,000	1,000
SCR =	4,206	4,180	4,223	6,158	4,20409

La longitud inicial común (L_1), según el ajuste del modelo de SCHNUTE, para los tres individuos fue de 1,58 cm (Fig. 3A), mostrando los individuos 2 y 3 valores más bajos (1,45 y 1,56 cm, respectivamente), mientras que el individuo 1 mostró una talla de 1,70 cm. En cuanto a las máximas tallas alcanzadas, se pudo observar que la longitud final (L_2) promedio alcanzada fue de 5,4 cm (Fig. 3B). Los individuos 1 y 2 estuvieron por encima de este valor con 5,9 y 5,7 cm, respectivamente, mientras que el individuo 3 presentó un valor menor de 4,57 cm. Por último, en la figura 3C se observa que el individuo 1 tuvo un valor de K (que mide la tasa a la cual los individuos se aproximan a la talla asintótica) de $-0,03 \text{ d}^{-1}$ mientras que los individuos 2 y 3 presentaron valores positivos de $0,10$ y $0,11 \text{ d}^{-1}$, respectivamente. Sin embargo, la común presentó un valor de $0,05 \text{ d}^{-1}$.

En la tabla 2 se observan los valores de r^2 a y b, donde se aprecia la escasa diferencia que existe entre cada uno de los tres individuos de *L. caudata*, notando que el

individuo 1 presentó un r^2 muy cercano a 1, mientras que los individuos 2 y 3 presentaron valores de 0,92 y 0,93 respectivamente. La prueba de Kruskal-Wallis indicó que no existieron diferencias significativas del crecimiento de los tres depredadores estudiados, en relación al tiempo ($t=1,46$; $P>0,48$).

Tasa de depredación del gasterópodo *L. caudata*.

La figura 4 muestra la tasa de mortalidad diaria de la ostra, causada por los depredadores a través del periodo de estudio. No se detectaron diferencias significativas en la tasa de depredación (KRUSKAL-WALLIS, $P>0,05$), debido a la gran variabilidad en los valores arrojados por los 3 gasterópodos. La máxima tasa de depredación se observó en la semana 5 ($0,89 \text{ ind./d}$) y la mínima en la semana 9 ($0,35 \text{ ind./d}$) (Tabla 3). Los máximos valores de dispersión

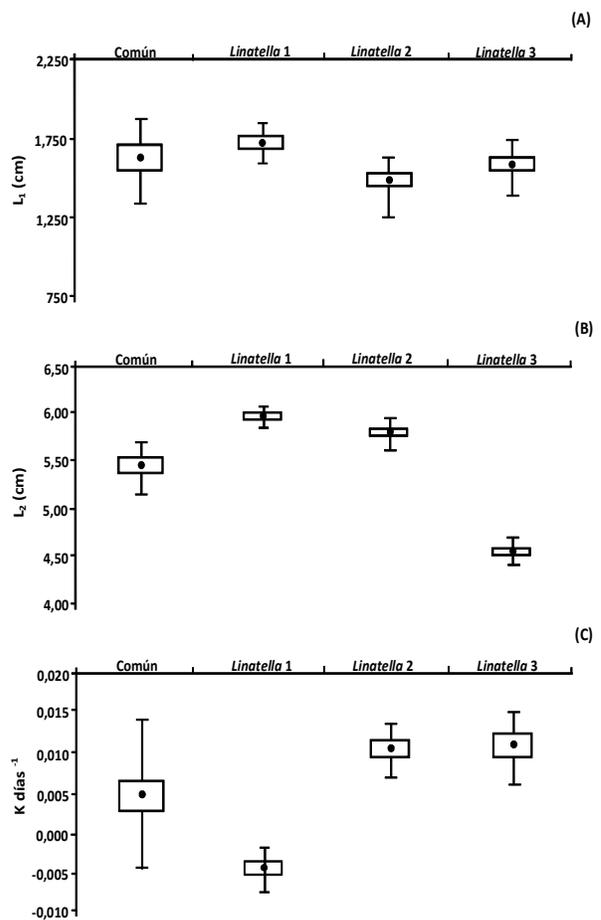


Fig. 3. Representación de la longitud inicial (L_1) y final (L_2) de cada uno de los tres ejemplares de *L. caudata*, según el ajuste del modelo de Schnute.

TABLA 2. Parámetros de la regresión entre la tasa de crecimiento y el tiempo de *L. caudata* bajo condiciones controladas, desde juvenil y hasta la máxima talla alcanzada.

Individuo	r ²	a	b	P
1	0,98	0,05	1,28	<0,001
2	0,92	0,05	1,28	<0,038
3	0,93	0,04	1,27	<0,046

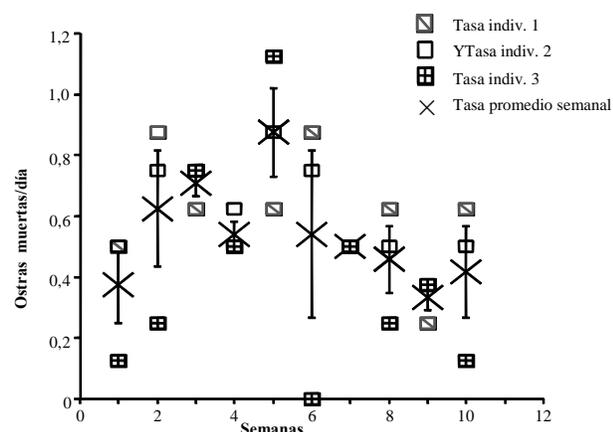


Fig. 4. Tasa de depredación de *L. caudata* sobre la ostra, bajo condiciones de laboratorio.

ocurrieron en las semanas 2 y 6, y son el resultado de las diferencias entre las tasas de mortalidad de los bivalvos ofertados a los gasterópodos. La alta desviación observada en la sexta semana es el resultado de la inexistente tasa de mortalidad de las ostras colocadas con el gasterópodo 3.

Control de *L. caudata* por el método de emersión en el cultivo de *C. rhizophorae*.

De acuerdo a los resultados obtenidos con los diferentes individuos de *L. caudata*, éstos mostraron una resistencia máxima a la emersión de 6 h, mientras que para el tratamiento de 12 h se registró un 100% de

TABLA 3. Resumen de datos que representan la tasa de depredación de *L. caudata* sobre la ostra perla *P. imbricata*.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tasa media depredación	0,39	0,63	0,70	0,54	0,89	0,51	0,48	0,43	0,35	0,40

mortalidad (Tabla 4). En contraste, las ostras mostraron una mayor resistencia a las condiciones de emersión porque no fue observada mortalidad a las 24 h de emersión, siendo necesario al menos 48h para evidenciar valores cercanos a un 50% de mortalidad. En cuanto al crecimiento de las ostras, no fue determinada una diferencia significativa entre el tratamiento sin emersión y el de 6 h de emersión (Tabla 5). No obstante, sí fueron determinadas diferencias significativas entre estos dos tratamientos con el resto de los mismos (12, 24 y 48 h, ANOVA, P<0.05), aunque solo llegaron a ser de una magnitud de alrededor de 0,20 mm.

TABLA 4. Supervivencia post emersión de la ostra *C. rhizophorae* y del gasterópodo *L. caudata*.

Tiempo en emersión.	Nº de Individuos inicial	Nº de Individuos muertos		Nº de Individuos muertos	
		Final Emersión	Muertos	Final re-inmersión	Muertos
0	20	1	0	0	*
0	20	1	0	0	*
0	20	1	0	0	*
6	20	1	0	0	0
6	20	1	0	0	0
6	20	1	0	0	0
12	20	1	0	1	0
12	20	1	0	1	0
12	20	1	0	1	0
24	20	1	0	1	0
24	20	1	0	1	0
24	20	1	0	1	0
48	20	1	12	1	12
48	20	1	8	1	2
48	20	1	9	1	9

* Sin reinmersión

TABLA 5. Incremento de la talla observada en la ostra *C. rhizophorae* luego de los diferentes tiempos de emersión.

Tiempo emersión	Talla inicial (mm)	Talla final (mm)	Media del incremento	Grupos
0	54.03 ± 7.95	55.48 ± 6.97	1,45	
0	59.48 ± 7.16	60.95 ± 6.81	1,48	
0	57.48 ± 6.14	58.93 ± 4.48	1,45	
6	62.05 ± 5.61	63.53 ± 5.36	1,48	
6	65.25 ± 6.17	66.58 ± 5.65	1,33	
6	63.58 ± 5.13	65.00 ± 4.73	1,43	
12	57.98 ± 7.04	59.25 ± 7.24	1,28	
12	55.34 ± 6.41	56.71 ± 6.69	1,37	
12	59.05 ± 8.46	60.20 ± 8.97	1,15	
24	62.75 ± 6.16	64.08 ± 7.14	1,33	
24	58.75 ± 7.61	60.08 ± 5.67	1,33	
24	56.83 ± 7.18	58.08 ± 6.43	1,25	
48	58.06 ± 9.05	59.31 ± 8.80	1,25	
48	65.92 ± 7.82	67.04 ± 7.69	1,13	
48	59.82 ± 9.56	61.14 ± 9.41	1,32	

DISCUSIÓN

Los tres individuos estudiados de *L. caudata* mostraron similares patrones de crecimiento, puesto que no fueron observadas diferencias significativas. Además, el patrón de crecimiento observado de *L. caudata* (0,48 - 0,53 mm/d) resultó más alto que lo reportados para gasterópodos carnívoros de la Isla de Hawai, pertenecientes a las familias Naticidae, Muricidae y Columbelloidea, cuyas tasas oscilaron entre 0,02 y 0,05 mm/d (TAYLOR 1977), mientras que en Hong Kong se reportó que juveniles de *Hemifusus tuba* Gmelin 1781 crecieron a una tasa de aproximadamente 0,33 mm/d, a 21°C, durante la fase de crecimiento inicial (MORTON 1986). Además, los datos presentados por LAXTON (1970A) sobre *Cabestana spengleri* PERRY 1811 de Nueva Zelanda sugieren que los juveniles crecieron hasta 0,30 mm/d, mientras que, la curva de crecimiento calculada por PERRON *et al.* (1985) para *C. muricinum*, mostró una tasa de crecimiento inicial de los juveniles de 0,3-0,4 mm/d.

Muchas de las especies que pertenecen al género *Cymatium* han mostrado periodos de rápido crecimiento, seguido de pausas originadas por la formación del labio varical. Estas variaciones han sido señaladas en las Familias Bursidae y Cassidae, siendo descritas en detalle para *Cymatium parthenopeum* VON SALIS 1793, en Nueva Zelanda (LAXTON 1970b). No obstante, en la familia Muricidae es donde estas estructuras están más desarrolladas y, por tanto, se han notado claras pausas de crecimiento durante la formación de las mismas (LINSLEY & JAVIDPOUR 1980; CAREFOOT & DONOVAN 1995). Por otro lado, PERRON *et al.* (1985) mostraron que *C. muricinum* alimentado *ad libitum* con *Tridacna gigas* LINNAEUS 1758 alcanzó una longitud máxima de 50 mm, con un rápido crecimiento inicial y posteriormente mostró una pausa en la cual se observó la formación de una várice. VERMEIJ & SIGNOR (1992) propusieron que la formación de un labio o várices proporciona resistencia a los depredadores (borde del peristoma o boca más gruesa y difícil de romper) y pueden desempeñar un papel en el reconocimiento de compañeros maduros y en el mantenimiento de la estabilidad en el sustrato.

Es probable que las mayores tasas de crecimiento observadas en los individuos estudiados de *L. caudata* se deba, en parte, a que esta especie no presenta várices marcadas en la superficie de su concha, a diferencia de especies como *C. muricinum*, *C. pileare* o *C. nicobaricum* RÖDING 1798, y las mismas sólo son evidentes en *L. caudata*

cuando son alcanzadas tallas cercanas a su máximo crecimiento (60-80 mm). Además, la concha de *L. caudata* es relativamente más delgada, frágil, globosa y con una abertura o boca amplia, siendo esta característica evidencia de un crecimiento más rápido en los moluscos marinos (HUTCHINSON 1990).

En la presente investigación fue observada una pausa en el crecimiento de los 3 ejemplares de *L. caudata* entre 70 y 80 días (ver figura 1) que resultó más tardía si la comparamos con la de especies del mismo género, tales como: *C. muricinum* con una pausa de crecimiento a los 33 días (20-30 mm Lt), mientras que en *C. pileare* y *C. aquatile* REEVE 1844 esta pausa ocurrió a los 50 y 57 días, respectivamente (GOVAN 1995).

En cuanto a las tasa de depredación, los resultados mostraron una gran variabilidad en la respuesta depredadora, a pesar de que la oferta alimenticia fue constante. Además, se observó que la tasa de depredación aumentaba a medida que estos organismos incrementaban su talla hasta la quinta semana y luego disminuye hasta el final del bioensayo. Estos resultados concuerdan, al menos parcialmente, con los mostrados por PERRON *et al.* (1985) que reportaron que el potencial de depredación de *C. muricinum* se veía incrementado a medida que aumentaba su tamaño. Por otro lado, las tasas medias de depredación más altas estuvieron cercanas al 0,85 ind./d y las más bajas a razón de 0,35 indiv./d. Estas tasas promedio máximas se corresponden con la reportada por FREITES *et al.* (2000) para *L. caudata* de 0,83 ind./d, a pesar de que estas fueron obtenidas bajo condiciones de cultivo y sin mantener la oferta de presas de manera constante. Esto sugeriría que la tasa de depredación de esta especie no dependería, hasta cierto punto, de la disponibilidad de presas, sino más bien de otros factores, tales como: su movilidad, método de ataque, tasa de consumo del alimento, "satisfacción alimentaria", etc.

Durante el bioensayo de depredación se observó un incremento casi sostenido en las tasas de depredación hasta la quinta semana, tendencia que luego disminuyó y se estabilizó alrededor de los 0,5 ind./d, hasta finalizar el bioensayo, a pesar de que la tasa de crecimiento de los gasterópodos no disminuyó. Las diferencias observadas en las tasas de consumo de los tres individuos estudiados probablemente se deban a diversos factores. Entre ellos se pueden mencionar: 1) diferencia genética intraespecífica y 2) la calidad del alimento. Con respecto

al primer factor no se puede descartar la posibilidad de que exista una alta variabilidad dentro de los individuos de *L. caudata*; sin embargo, para demostrar esta condición y así dar una respuesta es necesario la realización de estudios de mayor profundidad que hagan énfasis en los aspectos genéticos de estos moluscos. La influencia de la variabilidad genética en este aspecto ya ha sido demostrada para el género *Drupella* por JOHNSON & CUMMING (1995). En cuanto al segundo aspecto, la oferta alimenticia fue mantenida mediante reposición de los bivalvos ya depredados, de tal manera que los individuos tuvieron una disposición casi constante de presas, aunque esta fue uniespecífica; no obstante, esta condición es la que normalmente sucede en las cestas de un cultivo comercial, y en las que han sido reportadas devastaciones por parte de estos depredadores.

Los resultados obtenidos muestran que el método empleado para el control de los depredadores por emersión por un mínimo de entre 6 y 12 h resultó ser efectivo para la eliminación de los juveniles de *L. caudata*. Además no causa mortalidad en las ostras y aunque afecte de manera significativa el crecimiento de las mismas, siempre es preferible una disminución de la biomasa por un menor crecimiento, que las devastaciones que llegan a producir estos gasterópodos en el cultivo, que en algunos casos llegan a ser del 100% en un mes (FREITES *et al.* 2000). Por último, si tomamos en cuenta que este depredador alcanza más de 5 cm en sólo 3 meses, en las que fueron observadas tasas máximas de depredación (0,89 ostras/d), es evidente que es necesario seguir estudiando aspectos de la biología de este depredador y otros métodos alternativos para su control, que nos permitan desarrollar estrategias efectivas y económicas para disminuir su acción negativa sobre los cultivos de bivalvos marinos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente (Proyecto CI-6-030603-1401-08) por el financiamiento del presente estudio. También agradecen al personal técnico de La Fundación La Salle, Isla de Margarita, por su asistencia técnica.

REFERENCIAS

- BROOM, M. J. 1982. Size selection, consumption rates and growth of the gastropods *Natica maculosa* (Lamarck) and *Thais carinifera* (Lamarck) preying on the bivalve *Anadara granosa* (Linné). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 56: 213-233.
- CAREFOOT, T. H. & D. A. DONOVAN. 1995. Functional significance of varices in the Muricid gastropod *Ceratostoma foliatum*. *Biol. Bull.* 189: 59-68.
- CHEN, Y., D. JAKSON & H. H. HARVEY. 1992. A comparison for von Bertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1228-1235.
- CLARKE, B. 2001. UK Biodiversity action plan for the native oyster. *Shellfish News*. CEFAS. Ian Laing (Ed.). Number 11: 7-9.
- FREITES, L.; C. LODEIROS & J. H. HIMMELMAN. 2000. Impact of predation by gastropods and decapods recruiting onto culture enclosures on the survival of the scallop *Euvola (=Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture. *J. Expe. Mar. Biol. Ecol.* 244: 297-303.
- GOVAN, H. 1995. Reproduction and recruitment of *Cymatium* spp. In: *Cymatium muricinum* and other Ranellid gastropods: Major Predators of cultured tridacnid clams. Chapter 4. *ICLARM Tech. Rep.* 136 p.
- HICKMAN, C. 2001. Evolution and development of gastropod larval shell morphology: experimental evidence for mechanical defense repair. *Evol. Develop.* 3: 18-23.
- HUGHES, R. N. 1986. A functional biology of marine gastropods. Croom Helm, London.
- HUTCHINSON, J. M. C. 1990. Control of gastropod shell form via apertural Growth Rates. *J. Morphol.* 206: 259-264.
- JOHNSON, M. S. & R. L. CUMMING. 1995. Genetic distinctness of three widespread and morphologically variable species of *Drupella* (Gastropoda, Muricidae). *Coral Reefs*, 4:71-78.
- JORY, D., M. CARRIKER & E. IVERSEN. 1984. Preventing predation in molluscan mariculture: an overview. *J. World Maricult. Soc.* 15: 421-432.
- KIMURA, D. K. 1980. Likelihood methods for the von

- Bertalanffy growth curve. *Fish. Bull.* 77, 765-776.
- LAXTON, J. H. 1970a. Shell growth in some New Zealand Cymatiidae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 4: 250-260.
- LAXTON, J. H. 1970b. The relationship between the number of varices and total shell length in some New Zealand Cymatiidae (Gastropoda: Prosobranchia) and its ecological significance. *Veliger*, 13: 127-134.
- LINSLEY, R. M. & M. JAVIDPOUR. 1980. Episodic growth in gastropoda. *Malacologia*, 20: 153-160.
- LITTLEWOOD, D. T. J. 1989. Predation on cultivated *Crassostrea rhizophorae* (Guilding) by the gastropod *Cymatium pileare* (Linnaeus). *J. Moll. Stud.* 55: 125-127.
- LITTLEWOOD, D. T. J. 1991. Pests and predators of cultivated mangrove oysters, p. 109-146. In G.F. Newkirk and B.A. Field (eds.) Oyster culture in the Caribbean. Mollusc Culture Network, International Development Research Centre, Halifax, Canada.
- MATTHIESSEN, G. C. 2001. Oyster culture. Fishing News Books. Blackwell Sciences. USA. 162 pp.
- MORTON, B. 1986. Reproduction, juvenile growth, consumption and the effects of starvation upon the South China Sea whelk *Hemifusus tuba* (Gmelin) (Prosobranchia: Melongenidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 102: 257-280.
- MORTON, B. 1990. Prey capture, preference and consumption by *Linatella caudata* (Gastropoda: Tonnoidea: Ranellidae) in Hong Kong. *J. Moll. Stud.* 56: 477-486.
- PALMER, A. 1983. Growth rate as a measure of food value in Thaidid gastropods: assumptions and implications from prey morphology and distribution. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 73: 95-124.
- PAYNE, R. T. 1974. Intertidal community structure: experimental studies on the relationship between a dominant competitor and its principal predator. *Ecology*, 15: 93-120.
- PERRON, F. E., G. A. HESLINGA & J. O. FAGOLIMUL. 1985. The gastropod *Cymatium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. *Aquaculture*, 48: 211-221.
- SCHNUTE, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquatic. Sci.* 38: 1128-1140.
- SEED, R. & T. H. SUCHANEK. 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. E. Gosling (Ed.). Elsevier, New York. USA. 87-169.
- SUCHANEK, T. H. 1978. The ecology of *Mytilus edulis* L., in exposed rocky intertidal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 31: 105-120.
- TAYLOR, J. B. 1977. Growth rates in juvenile carnivorous prosobranchs (Mollusca: Gastropoda) of Kaneohe Bay, Oahu (Hawaii). Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp: 253-259.
- THANGAVELU, R. & P. MUTHIAH. 1983. Predation of oyster *Crassostrea madrasensis* by gastropod in the oyster farm at Tuticorin. *Proc. Symp. Coastal Aquaculture*, 2: 488-494.
- VERMEIJ, G. J. & P. W. SIGNOR. 1992. The geographic, taxonomic and temporal distribution of determinate growth in marine gastropods. *Biol. J. Linn. Soc.* 47: 233-247.
- VON BERTALANFFY, L. 1957. Quantitative laws in metabolism and growth. *Q. Rev. Biol.* 32: 217-231.
- WALTERS, C. J. & J. S. COLLIE. 1988. Is research on environmental factors useful to fisheries management?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1848-1854.
- Zhou, Y., G. Chen. & J. Pan. 2000. Study on the *Cymatium pileare*. II. Feeding behavior and habits. *Acta Oceanol. Sinica*, 22: 137-143.
- ZAR, J. H. (1984) *Biostatistical Analysis*, 2nd edn., Prentice-Hall, New Jersey. USA. pp.
- RECIBIDO: Marzo 2012
ACEPTADO: Noviembre 2012