

EFEECTO DE LA DENSIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCION SECUNDARIA DE JUVENILES DE *Euvola (Pecten) ziczac*, BAJO CONDICIONES DE CULTIVO SUSPENDIDO

EFFECT OF DENSITY ON GROWTH AND SECONDARY PRODUCTION OF *Euvola (Pecten) ziczac* JUVENILES, UNDER SUSPENDED CULTURE CONDITIONS

Luis Freites
Beatriz Vera
César Lodeiros
Aníbal Vélez

Instituto Oceanográfico de Venezuela
Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre
Apartado postal 6101-245
Cumaná, Venezuela

Recibido en mayo de 1994; aceptado en marzo de 1995

RESUMEN

El efecto de la densidad sobre el crecimiento y la producción secundaria de *Euvola ziczac* se estudió bajo condiciones de cultivo suspendido desde junio de 1988 hasta enero de 1989. Se evaluaron siete densidades de cultivo, utilizando juveniles de 9.6 ± 0.3 mm de longitud y 5.17 ± 0.6 mg de peso seco, los cuales se cultivaron previamente bajo condiciones ambientales controladas. El crecimiento promedio mensual de la talla y la biomasa fue relativamente rápido en el lote de 200 ejemplares/m² (5.2 mm y 85.94 mg), seguido por los lotes de 400, 600 y 800 ejemplares/m² (4.0 mm y 52.89 mg). Los lotes de 1,600, 2,400 y 3,200 ejemplares/m² tuvieron un crecimiento lento. La carga biológica máxima tolerable se encontró alrededor de 120 ± 10 g/m², a partir de la cual el crecimiento individual se detuvo y aumentó la mortalidad. La producción secundaria más alta se obtuvo en el tratamiento de 2,400 ejemplares/m² (5.71 mg/m²/día). Con estos resultados se discute el manejo de la densidad durante la etapa de preengorde de *E. ziczac*.

Palabras clave: densidades, cultivos marinos, bivalvos, pectínidos, *Euvola (Pecten) ziczac*.

ABSTRACT

The effect of density on growth and secondary production of *Euvola ziczac* was studied under suspended culture conditions from June 1988 to January 1989. Seven different densities were examined, using juveniles from 9.6 ± 0.3 mm long and 5.17 ± 0.6 mg dry weight, which were previously cultivated under hatchery conditions. The growth rate in size and biomass was relatively fast in the group containing 200 specimens/m² (5.2 mm and 85.94 mg), followed by the lots with 400, 600 and 800 specimens/m² (4.0 mm and 52.89 mg). The lots with 1,600, 2,400 and 3,200 specimens/m² showed slow growth. The maximum biological load tolerated was found to be 120 ± 10 g/m², after which individual growth slowed down and mortality increased. The highest secondary production was obtained in the group with 2,400 specimens/m² (5.71 mg/m²/day). Density management during the nursery stage of *E. ziczac* is discussed.

Key words: densities, marine cultures, bivalves, pectinids, *Euvola (Pecten) ziczac*.

INTRODUCCIÓN

Uno de los parámetros de mayor importancia para determinar la factibilidad del cultivo de un organismo es su grado de tolerancia a la densidad, puesto que esto incidiría directamente en su viabilidad y rentabilidad. El éxito alcanzado en el desarrollo de los cultivos comerciales de algunos bivalvos, como los mejillones y ostras y en un menor grado las almejas, es debido en parte a su gran demanda, valor unitario y producción por unidad de área. Esta última es debido a su alto grado de tolerancia a la densidad. Este es el caso del mejillón *Perna perna*, cultivo en el cual se han hecho estimaciones del orden de 1,000 a 1,200 t/ha/año (Mandelli y Acuña, 1975). En el caso de los pectínidos, se ha determinado que su tolerancia a la densidad es mucho más baja, razón por la cual las estimaciones de producción de la vieira *Argopecten purpuratus*, una de las especies de pectínidos que soportan mayores cargas de biomasa/m², solamente alcanzan las 255 t/ha/año (Yslas *et al.*, 1988). En este sentido, son numerosos los trabajos que han determinado una relación inversa entre la densidad y el crecimiento de especies de pectínidos de aguas templadas, bajo condiciones de cultivo suspendido (Duggan, 1973; Rhodes y Widman, 1980; Paul *et al.*, 1981; Hefferman *et al.*, 1988; Walker *et al.*, 1991; Widman y Rhodes, 1991), mientras que en los pectínidos de aguas tropicales esta información es casi inexistente o desconocida.

En el presente trabajo se ha estudiado el efecto de la densidad sobre el crecimiento y la producción secundaria de *Euvola (Pecten) ziczac* bajo condiciones de cultivo suspendido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela (fig. 1). Se utilizaron 8,725 ejemplares con una talla inicial promedio de 9.6 ± 0.3 mm de longitud y una biomasa libre de cenizas promedio de 5.17 ± 0.66 mg, obtenidos bajo condiciones de cultivo controlado (Vélez y Freites, 1993). El efecto de la densidad se evaluó utilizando tres réplicas experimentales para

INTRODUCTION

One of the most important parameters for determining feasibility of cultivating an organism is its tolerance to density, since this directly influences its viability and profitability. The success achieved in the development of commercial cultures of some bivalves, such as mussels and oysters and to a lesser extent clams, is due, in part, to their great demand, unitary value and production per unit area. This last one is due to its high tolerance level to density. An example of this is the mussel *Perna perna*, a culture that has reached estimates of the order of 1,000 to 1,200 t/ha/yr (Mandelli and Acuña, 1975). As for the pectinids, it has been determined that their tolerance level is much lower. The production estimates of the scallop *Argopecten purpuratus*, one of the pectinid species that tolerates greater loads of biomass/m², only reaches 255 t/ha/yr (Yslas *et al.*, 1988). There are numerous studies that have determined the inverse relationship between density and growth of the pectinid species in temperate waters, under suspended culture conditions (Duggan, 1973; Rhodes and Widman, 1980; Paul *et al.*, 1981; Hefferman *et al.*, 1988; Walker *et al.*, 1991; Widman and Rhodes, 1991). For the tropical-water pectinids, however, this information is almost nonexistent or unknown.

This study discusses the effect of density on growth and secondary production of *Euvola (Pecten) ziczac*, under suspended culture conditions.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in Turpialito Bay, Gulf of Cariaco, in the state of Sucre, Venezuela (fig. 1). A total of 8,725 specimens were used with an initial average length of 9.6 ± 0.3 mm and an ash-free average biomass of 5.17 ± 0.66 mg, obtained under nursery conditions (Vélez and Freites, 1993). The effect of density was evaluated using three experimental repetitions with groups containing 200, 400, 600, 800, 1,600, 2,400 and 3,200 specimens/m². Substitution repetitions were also

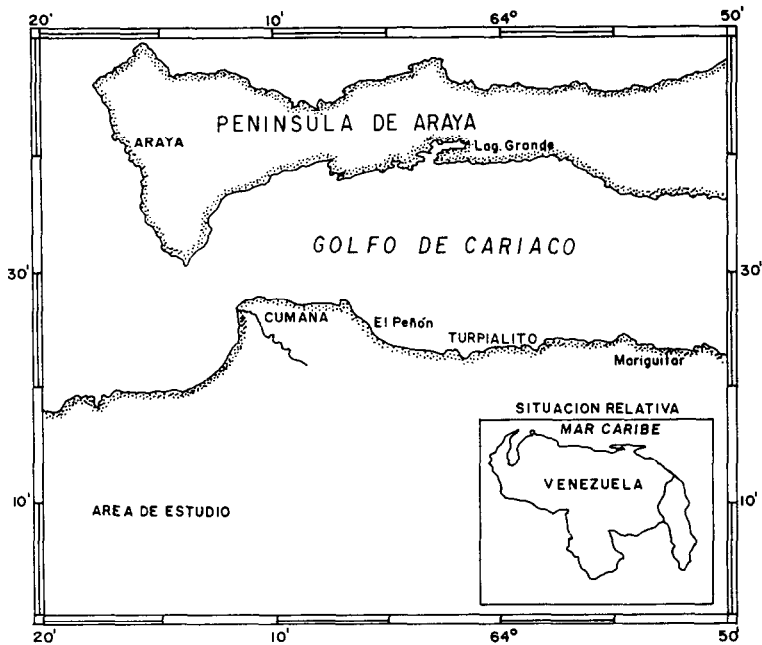


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.
Figure 1. Geographic location of the study area.

tratamientos de 200, 400, 600, 800, 1,600, 2,400 y 3,200 ejemplares/m². Adicionalmente se utilizaron réplicas de sustitución para cada tratamiento a fin de poder mantener constante su densidad. Los ejemplares se mantuvieron en *pearl nets* suspendidos de un *long line* sumergido a 5 m de profundidad. El estudio se llevó a cabo durante siete meses, comprendidos entre junio de 1988 y enero de 1989.

Para evaluar el crecimiento de la concha y la biomasa de cada densidad, se tomaron mensualmente tres grupos de diez ejemplares cada uno. La biomasa se calculó deshidratando los tejidos a 80°C hasta peso constante e incinerando a 500°C durante tres horas. La productividad secundaria se calculó siguiendo la metodología descrita por Crisp (1971).

La incidencia mensual de depredadores (IMD) se estimó mediante la relación $IMD = D/TRE \times 100$, donde D es el número de *pearl nets* con presencia de depredadores y TRE es el número total de réplicas experimentales.

used in each group, in order to maintain constant density. The specimens were kept in *pearl nets*, hanging from a submerged long line at 5 m. The study was conducted for seven months, from June 1988 to January 1989.

In order to evaluate shell and biomass growth at each density, three groups containing ten specimens each were taken monthly. The biomass was calculated by dehydrating the tissue at 80°C until reaching constant weight, and incinerating at 500°C for three hours. Secondary productivity was calculated following the methodology described by Crisp (1971).

The monthly predator incidence (IMD) was estimated using the equation $IMD = D/TRE \times 100$, where D is the number of *pearl nets* containing predators and TRE, the total number of experimental repetitions.

The results were analyzed with an ANOVA and an *a posteriori* test by Scheffé (Sokal and Rohlf, 1979).

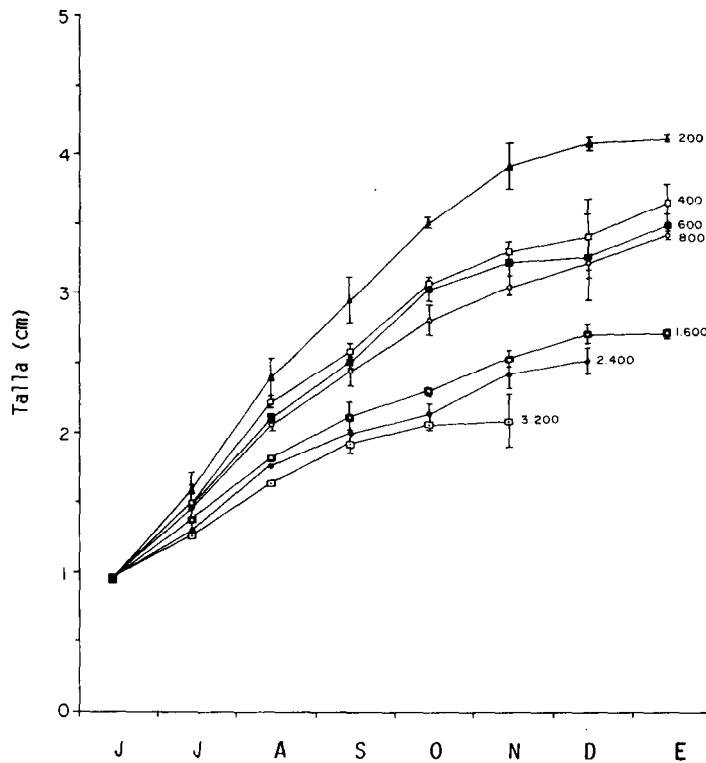


Figura 2. Efecto de la densidad sobre la tasa de crecimiento en talla de *Euvola ziczac*.
 Figure 2. Effect of density on the growth rate in length of *Euvola ziczac*.

Los resultados fueron analizados con la ayuda de un ANOVA y una prueba *a posteriori* de Scheffé (Sokal y Rohlf, 1979).

RESULTADOS

Crecimiento de la concha

Todos los tratamientos mostraron tasas de crecimiento en talla similares durante el primer mes del bioensayo (fig. 2). A partir de entonces se conformaron tres tendencias: la del tratamiento con 200 ejemplares/m², con una tasa de crecimiento mensual de 5.2 ± 0.2 mm; la integrada por los tratamientos de 400, 600 y 800 ejemplares/m², con tasas promedios mensuales de alrededor de 4.0 ± 0.1 mm; y la integrada

RESULTS

Shell growth

All of the groups showed similar growth rates in size during the first month of the bioassay (fig. 2). Three tendencies were formed from then on: the group with 200 specimens/m² had a monthly growth rate of 5.2 ± 0.2 mm; the 400, 600 and 800 specimens/m² groups had average monthly growth rates of around 4.0 ± 0.1 mm; and the 1,600, 2,400 and 3,200 specimens/m² groups had average monthly growth rates of 2.7 ± 0.1 mm. The density of the 200 specimens/m² group maintained an exponentially downward growth rate for six months, while the densities of the 600 and 400 specimens/m² groups maintained the exponentially downward

Tabla 1. Resultados del ANOVA de los muestreos mensuales de la biomasa de *Euvola ziczac*, sometida a diferentes densidades.

Table 1. ANOVA results from the monthly samples of *Euvola ziczac* biomass, subjected to different densities.

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
F_s	72.130	0.894	121.959	112.186	320.610	131.133	217.064
$p \leq$	0.000	0.525	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 2. Conformación de los grupos homogéneos en el crecimiento de la biomasa de *Euvola ziczac* (prueba F de Scheffé, $p \leq 0.001$).

Table 2. Structure of the homogeneous groups in the biomass growth of *Euvola ziczac* (Scheffé F -test, $p \leq 0.001$).

Ejemplares/m ²	Mes						
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
3,200							
2,400							
1,600							
800							
600							
400							
200							

por 1,600, 2,400 y 3,200 ejemplares/m², con tasas promedio mensuales de 2.7 ± 0.1 mm. La densidad de 200 ejemplares/m² se mantuvo con una tasa de crecimiento exponencial decreciente durante seis meses, mientras que en las densidades de 600 y 400 ejemplares/m² solamente se mantuvo el crecimiento exponencial decreciente en el tercero y cuarto mes, respectivamente.

Crecimiento en peso

Las tasas de crecimiento de la biomasa de todas las densidades estudiadas presentaron diferencias altamente significativas (F_s 6.630; $p \leq 0.001$) durante todo el periodo experimental y en cada uno de los muestreos mensuales, con excepción del mes de agosto en el cual no se determinaron diferencias (tabla 1). En julio, octubre, noviembre, diciembre y enero, las

growth rate during the third and fourth month, respectively.

Growth in weight

The growth rates of the biomass in all of the densities studied presented significantly high differences (F_s 6.630; $p \leq 0.001$) during the entire experiment and in every one of the monthly samples, except for August when no differences were determined (table 1). During July, October, November, December and January, the biomasses of the densities studied were distributed in four different groups (table 2), while in August and September there were three and five groups, respectively (Scheffé F -test, $p \leq 0.001$). Growth in biomass of the groups made up of 200, 400, 600 and 800 specimens/m² was exponential throughout almost all of the study period, while the other

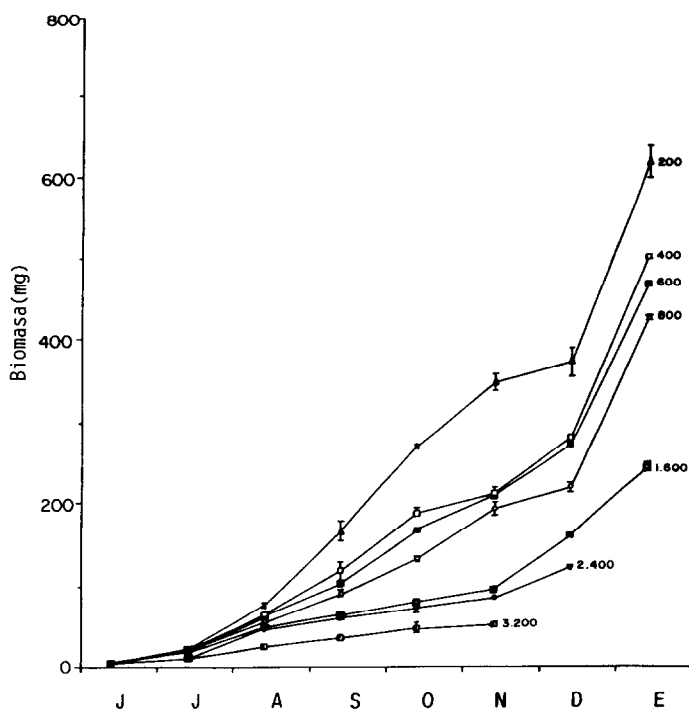


Figura 3. Efecto de la densidad sobre el crecimiento en biomasa de *Euvola ziczac*.
Figure 3. Effect of density on the growth rate in biomass of *Euvola ziczac*.

biomasas de las densidades estudiadas fueron distribuidas en cuatro grupos distintos (tabla 2), mientras que en agosto y septiembre se conformaron tres y cinco grupos, respectivamente (prueba *F* de Scheffé, $p \leq 0.001$). El incremento de la biomasa de los grupos conformados por 200, 400, 600 y 800 ejemplares/m² fue del tipo exponencial durante casi todo el periodo de estudio, en tanto que los otros tres tratamientos presentaron tendencia asintótica (fig. 3).

La biomasa presente, expresada por unidades de área (g/m²), mostró tendencias diferentes a las señaladas previamente (fig. 4). Los tratamientos de alta densidad, como 3,200 y 2,400 ejemplares/m², alcanzaron un punto máximo de biomasa/m² a los cinco meses de iniciado el bioensayo, mientras que los de 1,600, 800 y 600 ejemplares/m² lo hicieron a los seis y siete meses, luego de lo cual fueron

three groups presented an asymptotic tendency (fig. 3).

The biomass present, expressed in unit area (g/m²), showed tendencies different to those previously discussed (fig. 4). The high-density groups, such as 3,200 and 2,400 specimens/m², reached a maximum in biomass/m² after five months from the beginning of the bioassay, while the 1,600, 800 and 600 specimens/m² reached it at six and seven months, after which a reduction in biomass/m² occurred that was related to an increase in mortality (fig. 5).

Survival

Survival progressively decreased throughout the entire study, inversely proportional to density. The highest rates were around 50% and were obtained in the 200, 400 and 800 speci-

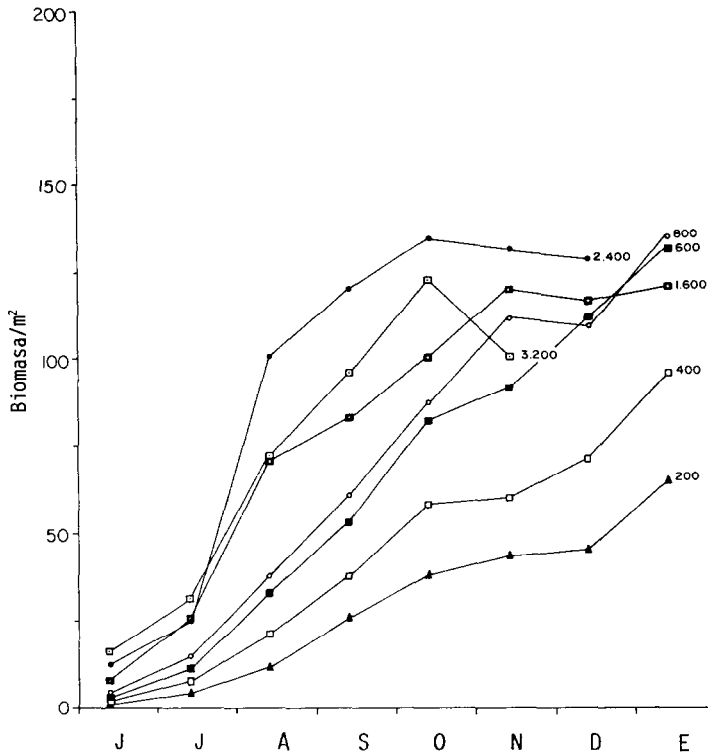


Figura 4. Efecto de la densidad sobre la biomasa/m² obtenida por los juveniles de *Euvola ziczac*.
Figure 4. Effect of density on biomass/m² obtained from *Euvola ziczac* juveniles.

seguidos por una reducción de la biomasa/m², que se relacionó con un aumento de la mortalidad (fig. 5).

Supervivencia

Durante todo el periodo de estudio, la supervivencia disminuyó progresivamente y en forma inversamente proporcional a la densidad. Las tasas más altas fueron del orden del 50% y se obtuvieron con 200, 400 y 800 ejemplares/m² (fig. 5). En todos los tratamientos se acentuó la disminución de la supervivencia en el mes de agosto de 1988, cuando hubo un incremento de la incidencia de depredadores en las cestas de cultivo (tabla 3). Se evidenció un aumento progresivo de la mortalidad, principalmente en los tratamientos de mayor densidad, en donde ésta alcanzó el 18% tal como sigue: 3,200,

mens/m² groups (fig. 5). The decrease in survival in all of the groups was most prominent in August 1988, when there was an increase in predators in the culture baskets (table 3). A progressive increase in mortality was observed primarily in the greater-density groups, where it reached 18% as follows: 3,200, 2,400 and 1,600 specimens/m² in the fifth, sixth and seventh months of the bioassay, respectively.

Secondary production

In general, secondary production increased progressively in all of the groups (fig. 6). Maximum production was obtained in the 3,200 specimens/m² density only in the first month of the bioassay, after which the 2,400 specimens/m² group obtained the greatest production (5.71 mg/m²/day), and the lowest in

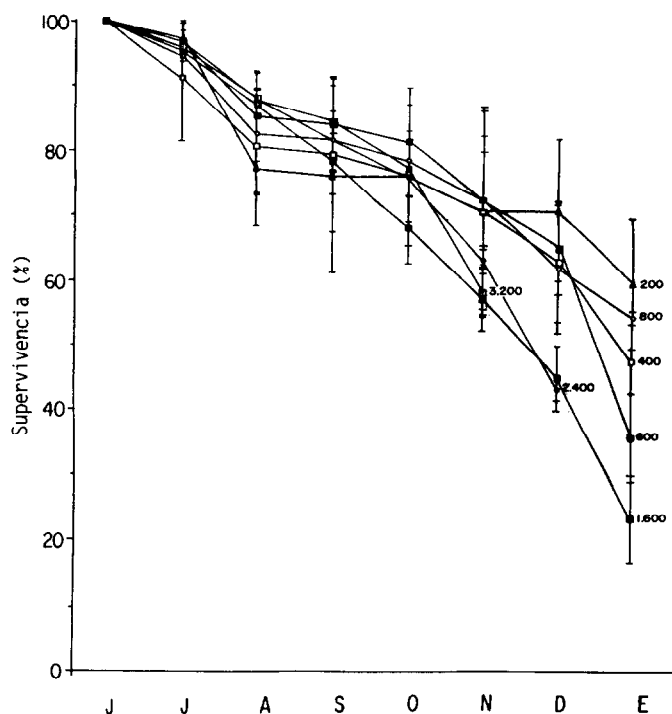


Figura 5. Efecto de la densidad sobre la supervivencia de *Euvola ziczac*.
Figure 5. Effect of density on the survival of *Euvola ziczac*.

Tabla 3. Incidencia mensual de depredadores (IMD).
Table 3. Monthly incidence of predators (IMD).

Mes:	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
IMD:	33%	81%	29%	19%	4.7%	5.5%	40%

2,400 y 1,600 ejemplares/m² en el quinto, sexto y séptimo mes del bioensayo, respectivamente.

Productividad secundaria

En general, la productividad secundaria incrementó en forma progresiva en todos los tratamientos (fig. 6). La producción máxima se obtuvo con la densidad de 3,200 ejemplares/m² solamente en el primer mes del

the 200 specimens/m² group (1.69 mg/m²/day). The greatest increments were obtained from November 1988 to January 1989.

DISCUSSION

Density affected the growth and secondary production of *E. ziczac*. During the seventh month of the bioassay, the specimens cultivated at the lowest density (200 specimens/m²)

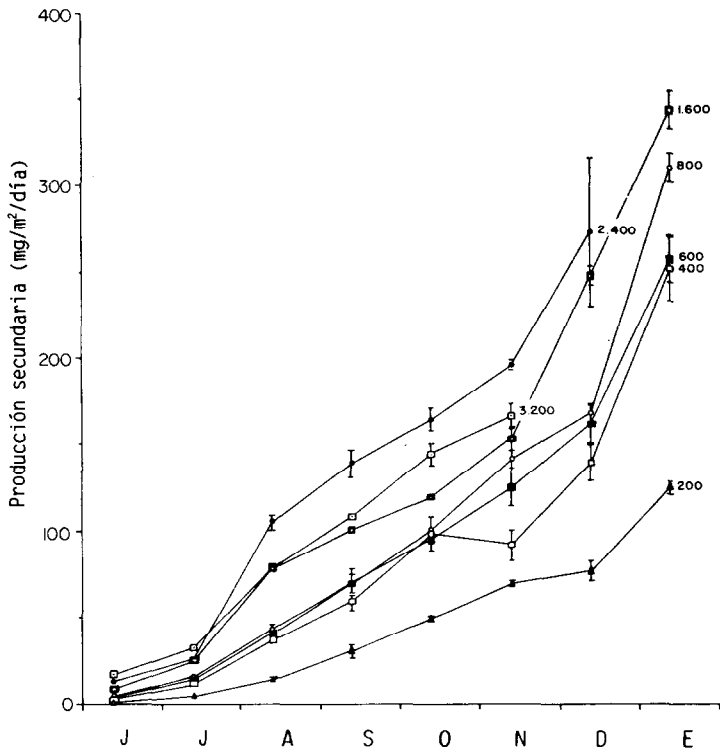


Figura 6. Efecto de la densidad sobre la productividad secundaria de *Euvola ziczac*.
 Figure 6. Effect of density on the secondary production of *Euvola ziczac*.

bioensayo, a partir del cual el tratamiento de 2,400 ejemplares/m² obtuvo la mayor producción (5.71 mg/m²/día), y la mínima con la densidad de 200 ejemplares/m² (1.69 mg/m²/día). Los mayores incrementos se obtuvieron en el periodo comprendido entre noviembre de 1988 y enero de 1989.

DISCUSIÓN

La densidad afectó el crecimiento y la producción secundaria de *E. ziczac*. A los siete meses del bioensayo, los ejemplares cultivados en la menor densidad (200 ejemplares/m²) alcanzaron la mayor longitud promedio y biomasa. Aunque la productividad diaria de *E. ziczac* fue notablemente más alta en los lotes de mayor densidad, particularmente en los de 3,200 y

reached the greatest average length and biomass. Even though daily productivity of *E. ziczac* was noticeably higher in the greater-density groups, particularly in those of 3,200 and 2,400 specimens/m², individual growth of the specimens was low and the mortality rate was relatively high.

Mortality increased proportionally with density and the increase in biomass. On the other hand, the incidence of predators, particularly *Cymatium poulsoni*, was notable during the first two months of the study, coinciding with a decrease in the survival rates of all the groups studied. This genus has been reported as a predator of marine bivalves (Houbrick and Fretter, 1969; Perron *et al.*, 1985). The increase in mortality upon reaching biomass maxima in the greater-density groups indicates that the

2,400 ejemplares/m², el crecimiento individual de los ejemplares fue bajo y la tasa de mortalidad relativamente alta.

La mortalidad se incrementó proporcionalmente con la densidad y el incremento de la biomasa. Por otro lado, la incidencia de depredadores, particularmente de *Cymatium poulsoni*, fue notable durante los dos primeros meses del estudio, coincidiendo con una disminución de las tasas de supervivencia de todos los tratamientos estudiados. Este género ha sido reportado como depredador de bivalvos marinos (Houbrick y Fretter, 1969; Perron *et al.*, 1985). El incremento de la mortalidad al alcanzar los máximos de biomasa en los tratamientos de mayor densidad indica que la máxima carga biológica tolerable por *E. ziczac* se encuentra alrededor de los 120 ± 10 g/m². Antes de alcanzar este valor la densidad debe ser reducida, a fin de permitir el crecimiento individual y evitar un proceso de selección que podría conducir a un aumento de la mortalidad. Rhodes y Widman (1984), en *Argopecten irradians*, encontraron tasas de mortalidad del 15% para una densidad de 100 ejemplares/m² y de un máximo del 47% para 2,500 ejemplares/m².

Conjugando los resultados de crecimiento, producción y supervivencia de *E. ziczac*, se puede concluir que hasta los 25 mm de longitud conviene mantener una densidad alrededor de 800 ejemplares/m², la cual se debe reducir a 200 ejemplares/m² y mantenerla así hasta los 40 mm de longitud. Aunque estos datos no abarcaron el periodo de engorde, las tendencias de los tratamientos de baja densidad sugieren que durante esta etapa lo recomendable sería mantener las densidades menores a 100 ejemplares/m².

La mayoría de los tratamientos tuvieron un incremento de la biomasa y de la producción secundaria en los meses de diciembre y enero. Estos incrementos concuerdan con la estación de alta productividad y temperaturas mínimas presentes de diciembre a julio (Mandelli y Acuña, 1975; Ferraz-Reyes, 1987, 1989). Durante la estación de baja productividad primaria, la actividad reproductiva y el crecimiento somático de *E. ziczac* son mínimos, en tanto que en la estación de alta productividad primaria, la

maximum biological load tolerated by *E. ziczac* is around 120 ± 10 g/m². Before reaching this value, density should be reduced in order to allow for individual growth and avoid a selection process that could lead to an increase in mortality. Rhodes and Widman (1984) found mortality rates in *Argopecten irradians* of 15% in a density of 100 specimens/m² and a maximum of 47% for 2,500 specimens/m².

Combining the results from growth, production and survival of *E. ziczac*, it can be concluded that it is convenient to maintain a density of around 800 specimens/m² up to a length of 25 mm, after which it should be reduced to 200 specimens/m² and kept there until reaching a length of 40 mm. Even though these data do not cover the grow out period, the tendencies in the low-density groups suggest that densities should be kept lower than 100 specimens/m² during this stage.

The majority of the groups increased in biomass and secondary production during December and January. These increases coincided with the high-productivity and low-temperature season, from December to July (Mandelli and Acuña, 1975; Ferraz-Reyes, 1987, 1989). During the season of low primary productivity, the reproductive activity and somatic growth of *E. ziczac* are minimal, while during the season of high primary productivity, reproductive activity and somatic growth are greatest (Brea, 1986; Vélez *et al.*, 1987; Freitas *et al.*, 1993). This suggests that reproductive activity and growth of the somatic tissue depend on food availability and low water temperature.

According to the reproductive, growth and secondary production patterns of *E. ziczac*, it would be better to seed the postlarvae before the season of low organic primary productivity and high temperatures begins. Thus, the juveniles with a relatively low biological load will more efficiently use the little phytoplankton available, and channel the greatest part of their energy into the formation of somatic tissue. Once the season of high primary productivity begins in December, growth will be quicker and a commercial size can be reached before the first annual spawning period, normally during April and May. In this manner, the high

actividad reproductiva y el crecimiento somático son máximos (Brea, 1986; Vélez *et al.*, 1987; Freites *et al.*, 1993). Esto sugiere que la actividad reproductiva y el crecimiento del tejido somático dependen de la disponibilidad de alimento y la baja temperatura del agua.

De acuerdo con los patrones de reproducción, crecimiento y producción secundaria de *E. ziczac*, convendría sembrar las postlarvas antes de iniciarse la estación de baja productividad orgánica primaria y temperaturas máximas. Así, los juveniles con una carga biológica relativamente baja utilizarían más eficientemente la poca disponibilidad de fitoplancton, canalizando la mayor parte de su energía hacia la formación de tejido somático. Al iniciarse la estación de alta productividad primaria en diciembre, el crecimiento sería más rápido, con lo cual se podría alcanzar la talla comercial antes del primer periodo anual de desove, el cual normalmente se presenta en abril-mayo. De esta forma se evitarían las altas tasas de mortalidad que suceden durante el periodo postdesove (Freites *et al.*, 1993). Estudios previos indican que durante esta estación los juveniles de *E. ziczac* acumulan la mayoría de su energía en el músculo y que posteriormente es canalizada hacia la formación de la gónada (Lodeiros y Himmelman, 1994).

Actualmente, se está tratando de evitar la mortalidad postdesove mediante el incremento de las tasas de crecimiento y la reducción del gasto energético de la reproducción. Las tasas de crecimiento se han logrado incrementar mediante el uso del sistema de cultivo de fondo durante la etapa de engorde. Por otro lado, el esfuerzo reproductivo se está tratando de reducir mediante la producción de ejemplares triploides.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se llevó a cabo con financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela (CONICIT), bajo el proyecto convenio S1-1721. Los autores agradecen la asistencia técnica de Antonio Sotillet y Aquiles Rojas del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

mortality rates that occur during the post-spawning period will be avoided (Freites *et al.*, 1993). Previous studies indicate that during this season, *E. ziczac* juveniles accumulate the greatest part of their energy in the mussel that is later channeled towards the formation of the gonad (Lodeiros and Himmelman, 1994).

Presently, attempts are being made to avoid post-spawning mortality by increasing growth rates and reducing the energy consumed in reproduction. Growth rates have been increased using the bottom-culture system during the grow out stage. On the other hand, reductions in reproductive energy are being attempted with the production of triploid specimens.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed by the *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela* (CONICIT), under project S1-1721. The authors appreciate the technical assistance of Antonio Sotillet and Aquiles Rojas from the *Instituto Oceanográfico de Venezuela*.

English translation by Jennifer Davis.

REFERENCIAS

- Brea, J.E. (1986). Variaciones energéticas estacionales en la composición bioquímica de *Pecten ziczac* en relación con el metabolismo energético, reproducción y crecimiento. Tesis de licenciatura, Escuela de Ciencias, **Universidad de Oriente**, Venezuela.
- Crisp, D.J. (1971). Energy flow measurements in methods for the study of marine benthos. In: N.A. Holme and A.D. McIntyre (eds.), **IBP Handbook** (16): 197-279.
- Duggan, W. (1973). Growth and survival of the bay scallop, *Argopecten irradians*, at various locations in the water column and at various densities. **Proc. Natl. Shellfish Assoc.**, 63: 68-71.
- Ferraz-Reyes, E. (1987). Productividad primaria del Golfo de Cariaco, Venezuela. **Bol.**

- Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**, 26(1-2): 97-110.
- Ferraz-Reyes, E. (1989). Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, en el Golfo de Cariaco (Venezuela). **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**, 28(1-2): 47-56.
- Freites, L., Vélez, A. y Lodeiros, A. (1993). Crecimiento y producción secundaria de la vieira *Pecten ziczac* (L), bajo varios sistemas de cultivo suspendido. **Mem. IV Congr. Latinoamer. Cienc. Mar. Serie ocasional**, No. 2, pp. 259-269.
- Hefferman, P.B., Walker, R.L. and Gillespie, D.M. (1988). Biological feasibility of growing the northern bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in coastal waters of Georgia. **J. Shellfish Res.**, 7(1): 83-88.
- Houbrick, J.R. and Fretter, V. (1969). Some aspects on the functional anatomy and biology of *Cymattium* and *Bursa*. **Proc. Malac. Soc. London**, 38: 415-429.
- Lodeiros, C. and Himmelman, J. (1994). Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L) in suspended culture in the Golfo de Cariaco, Venezuela. **Aquaculture**, 119: 345-358.
- Mandelli, E. and Acuña, A. (1975). The culture of the mussel, *Perna perna*, and the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in Venezuela. **Mar. Fish. Rev.**, 37(1): 15-18.
- Paul, D.R., Brand, A.R. and Hoogesteger, J.N. (1981). Experimental cultivation of the scallops *Chlamys opercularis* and *Pecten maximus* using naturally produced spat. **Aquaculture**, 24: 31-43.
- Perron, F., Heslinga, G. and Fagolimul, J. (1985). The gastropod *Cymattium muricinum*, a predator on juvenile tridacnid clams. **Aquaculture**, 48: 211-221.
- Rhodes, E.W. and Widman, J.C. (1980). Some aspects of the controlled production of the scallop (*Argopecten irradians*). **Proc. World Maricult. Soc.**, 11: 235-246.
- Rhodes, E.W. and Widman, J.C. (1984). Density dependent growth of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended culture. **Inter. Council Explor. Sea** (collected papers), Copenhagen (Denmark), 12 pp.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. (1979). **Biometría**. Ed. H. Blume, España, 832 pp.
- Vélez, A. y Freites, L. (1993). Cultivo de semillas de *Pecten ziczac* (L), bajo condiciones ambientales controladas ("hatchery"). **Mem. IV Congr. Latinoamer. Cienc. Mar. Serie ocasional**, No. 2, pp. 311-317.
- Vélez, A., Sotillo, F. y Pérez, J. (1987). Variación mensual de la composición química de las vieiras *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus* y su relación con los periodos de desove. **Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente**, 25(1/2): 155-162.
- Walker, R.L., Hefferman, P.B., Crenshaw, J.W. and Hoats, J. (1991). Effects of mesh size, stocking density and depth on the growth and survival of pearl net culture bay scallops, *Argopecten irradians concentricus*, in shrimp ponds in South Carolina, USA. **J. Shellfish Res.**, 10(2): 465-469.
- Widman, J.C. and Rhodes, E.W. (1991). Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. **Aquaculture**, 99: 257-267.
- Yslas, L., Ventury, V. y Nava, H. (1988). Efecto de densidad y la profundidad en la crianza de la concha abanico *Argopecten purpuratus* en cultivos suspendidos. En: H. Salzwedel y A. Landa (eds.), **Mem. II Congreso Latinoamer. Cienc. Mar.** Perú, pp. 181-185.