

CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LARVAS DE LA OSTRA CONCHA NACAR *Pteria sterna* EN CONDICIONES DE LABORATORIO

GROWTH AND SURVIVAL OF LARVAE OF THE PEARL OYSTER *Pteria sterna* UNDER LABORATORY CONDITIONS

Lewis McAnally Salas
Enrique Valenzuela Espinoza

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal 453
Ensenada, Baja California, México

McAnally Salas, L. y Valenzuela Espinoza, E. (1990). Crecimiento y sobrevivencia de larvas de la ostra concha nacar *Pteria sterna* en condiciones de laboratorio. Growth and survival of larvae of the pearl oyster *Pteria sterna* under laboratory conditions. Ciencias Marinas, 16(4): 29-41.

RESUMEN

Se obtuvieron larvas de *Pteria sterna* de un desove espontáneo de tres machos y una hembra, las cuales se cultivaron en un recipiente de 100 litros con una dieta de *Isochrysis* aff. *galbana* var. *tahitiana*, a densidades de 30,000 cel/ml durante las primeras dos semanas y 50,000 cel/ml hasta antes de la fijación. Para la fijación y la semilla se alimentaron con 80,000 y 100,000 cel/ml respectivamente. Para la fijación de la larva se utilizó cordón de nylon dentro de un marco de fijación obteniéndose un asentamiento superior al 50%. La mortalidad promedio por día hasta el día 10 fue del 5.8%, disminuyendo a un promedio diario de 1.7% entre el día décimo y el día 33. Como pediveliger se obtuvo el 20.7% del número inicial. Hasta el día 28, el crecimiento promedio diario fue de 5.8 μm , incrementándose a 22.8 μm para el período entre los días 28 y 31. Larvas con mancha ocular se observaron desde el día 31, y el total de larvas se pasaron al sistema de fijación el día 38. Las larvas de *P. sterna* pueden ser cultivadas con relativa facilidad con las técnicas descritas para ostión, mientras que para el proceso de fijación y manejo de semilla es más recomendable utilizar las técnicas utilizadas para el mejillón.

ABSTRACT

Larvae of *Pteria sterna* were obtained from a spontaneous spawning of three males and one female. They were cultured in a 100-litre tank and fed on a diet of *Isochrysis* aff. *galbana* var. *tahitiana*, at densities of 30,000 cells/ml during the first two weeks and 50,000 cells/ml until before settlement. For the settlement and seed, 80,000 and 100,000 cells/ml were supplied, respectively. For the settlement of the larvae, nylon cord in a settlement frame was used and a setting higher than 50% was obtained. Daily average mortality up to day 10 was 5.8%, decreasing to a daily average of 1.7% between day 10 and day 33. The percentage of pediveliger larvae obtained was 20.7 of the initial number. Until day 28, average daily growth was 5.8 μm , increasing to 22.8 μm for the period between day 28 and day 31. Larvae with eyespot were observed from day 31 and all larvae were transferred to the settlement system on day 38. The larvae of *P. sterna* can be cultured with relative ease following the techniques developed for the oyster, whereas for the settlement process and handling of seed, the techniques used for the culture of mussels are more appropriate.

INTRODUCCION

"La pesquería de perlas a partir de las ostras perleras (*Bivalvia: Pteriidae*), es una actividad que data de las civilizaciones más antiguas: Japón, China, Persia... Durante siglos se explotaron solamente los bancos naturales, y muchas regiones tropicales son célebres por las enormes riquezas que se extrajeron. Aunque es en el Indopacífico en donde siempre han existido la mayor parte de las especies perleras, el Pacífico americano también tuvo importancia considerable en esta explotación" (Monteforte, 1987). Un estudio histórico realizado por Cariño-Olvera y Cáceres-Martínez en 1987, reporta que en México la perlicultura encontró su máximo desarrollo en Baja California a principios de siglo cuando se fundó la Compañía Criadora de Concha y Perla S.A., bajo la dirección de Juan Gastón Vivés, que desarrolló con éxito un método de captación y cultivo de la madreperla *Pinctada mazatlanica*, aunque por desgracia, la revolución puso fin a las actividades e instalaciones de la compañía en 1915. A partir de entonces no se ha podido lograr la recuperación de las actividades de perlicultura en el país.

En México existen dos especies nativas de ostras perleras, *Pteria sterna* y *Pinctada mazatlanica*, cuyas perlas son de valioso oriente mundialmente reconocido, y a pesar de repetidos intentos para su cultivo, no se han logrado obtener resultados positivos. Monteforte (1987) atribuye lo anterior en parte a la falta de conocimientos sobre la bioecología de estas especies, por errores en la implementación de los estudios, o simplemente porque los proyectos se abandonaron.

En el área de Baja California, el recurso de las ostras perleras ha disminuido a niveles críticos, lo que hace aconsejable la aplicación de técnicas de cultivo tendientes a su recuperación (Sevilla, 1969; Díaz-Garcés, 1972).

Los pocos estudios realizados en México sobre ostras perleras se restringen a *Pinctada mazatlanica*. Sevilla (1969) cita los trabajos relacionados con *P. mazatlanica* de Pujol (1871), Sánchez (1880), y Arroyo-Carrillo (1944a, 1944b, 1945, 1950a, 1950b), aunque solamente los trabajos de Arroyo-Carrillo en 1950 se relacionan con su cultivo. Trabajos

INTRODUCTION

"The fishing of pearls from pearl oysters (*Bivalvia: Pteriidae*) is an activity dating from ancient civilizations: Japan, China, Persia... For centuries, only natural beds were exploited, and many tropical regions are renowned for the enormous riches that were extracted. Although most pearl species have always existed in the Indo-Pacific, the American Pacific was also of considerable importance in this exploitation" (Monteforte, 1987). In their historical study, Cariño-Olvera and Cáceres-Martínez (1987) report that in Mexico, pearl culture reached its maximum development in Baja California at the beginning of the century when the company "Compañía Criadora de Concha y Perla S.A." was founded under the direction of Juan Gastón Vivés. This company successfully developed a method for the collection and culture of the pearl oyster *Pinctada mazatlanica*. Unfortunately, the Mexican Revolution put an end to the activities and installations of this company in 1915. Since then, the pearl culture industry in Mexico has not been able to recuperate.

In Mexico, there are two native species of pearl oysters, *Pteria sterna* and *Pinctada mazatlanica*, whose pearls are of valuable orient recognized world-wide. Despite repeated attempts to culture them, it has not been possible to obtain positive results. Monteforte (1987) attributes this in part to the lack of knowledge on the bioecology of these species, to errors in the implementation of the studies or simply to the fact that the projects were abandoned.

In Baja California, this resource has declined to critical levels. It is therefore advisable to apply culture techniques tending towards its recuperation (Sevilla, 1969; Díaz-Garcés, 1972).

In Mexico, the few studies conducted on pearl oysters have been limited to *Pinctada mazatlanica*. Sevilla (1969) cites the works related to *P. mazatlanica* of Pujol (1871), Sánchez (1880) and Arroyo-Carrillo (1944a, 1944b, 1945, 1950a, 1950b), though only Arroyo-Carrillo's 1950 studies deal with its culture. Recent studies on the culture of *P. mazatlanica*, such as those of Sevilla (1969),

más recientes sobre el cultivo de *P. mazatlanica* realizados en el país, como los de Sevilla (1969), Díaz-Garcés (1972) y Ruíz-Verdugo y Cáceres-Martínez (1987), involucran transplantes y/o colecta y su cultivo en suspensión y solamente el trabajo de Mazón-Suástegui (1987) describe su desarrollo larvario.

Actualmente en La Paz, B.C.S., se realizan estudios de captación de juveniles de moluscos cultivables, en los cuales se reportan captaciones de juveniles de *Pteria sterna* y *Pinctada mazatlanica*, aunque no en cantidades que permitan establecer programas de recuperación de los bancos naturales (Ruíz-Verdugo y Cáceres-Martínez, 1987).

Dadas las circunstancias, la producción de juveniles en el laboratorio con intención de recuperar los bancos naturales y plantar las bases para una industria perlífera en la región de Baja California, se presenta como una alternativa a la captación de juveniles del medio natural.

Las técnicas para el cultivo de ostras perleras han recibido poca atención comparado con el desarrollo de las técnicas para el cultivo de larvas de ostión, almejas, mejillones (Loosanoff y Davies, 1963; Bayne, 1976) y abulones. Como ejemplo podríamos mencionar el caso de *Pinctada fucata*, especie en la cual su desove controlado fue logrado a final de la década de los setentas (Alagarwami *et al.*, 1983a), aunque las larvas solamente alcanzaron el desarrollo hasta veliger *D* charnela recta (Alagarwami *et al.*, 1983b), y no fue hasta 1983 que se tuvo éxito en el cultivo de la larva hasta su fijación (Alagarwami *et al.*, 1983c).

Para otras especies de gran importancia en la industria perlera como *P. máxima* y *P. margaritifera*, las técnicas para la producción masiva de semillas están por desarrollarse (Mizumoto, 1979). Todavía en 1984 Coeroli *et al.* (1984) reportaban como pobre la producción de semilla en el laboratorio de *Pinctada margaritifera*.

Para el género *Pteria* la información es escasa o no se encuentra publicada, y particularmente de *Pteria sterna* el trabajo de Araya-Núñez (1988) es la única referencia relacionada con el cultivo de larvas. El obje-

Díaz-Garcés (1972) and Ruíz-Verdugo and Cáceres-Martínez (1987), deal with transplants and/or collection and its suspension culture, and only the work of Mazón-Suástegui (1987) describes its larval development.

At present, in La Paz, B.C.S., studies are being conducted on the collection of juveniles of cultivable molluscs. Collections of juveniles of *Pteria sterna* and *Pinctada mazatlanica* have been reported, although not in sufficiently large quantities that would enable programs for the recuperation of the natural beds to be established (Ruíz-Verdugo and Cáceres-Martínez, 1987).

Given the circumstances, the production of juveniles in the laboratory in order to recover natural beds and establish the bases for a pearl industry in the region of Baja California, is proposed as an alternative to the collection of juveniles from the environment.

Techniques for the culture of pearl oysters have received little attention in comparison to the development of techniques for the culture of oyster, clam, mussel (Loosanoff and Davies, 1963; Bayne, 1976) and abalone larvae. As an example we could mention the case of *Pinctada fucata*: controlled spawning was achieved at the end of the 1970's (Alagarwami *et al.*, 1983a), though the larvae only developed to straight-hinge veliger *D* (Alagarwami *et al.*, 1983b), and it was not until 1983 that settlement of the cultured larvae was obtained (Alagarwami *et al.*, 1983c).

For other important species in the pearl industry like *P. máxima* and *P. margaritifera*, techniques for massive seed production are still to be developed (Mizumoto, 1979). In 1984, Coeroli *et al.* (1984) still reported as poor the production of seed in the laboratory of *Pinctada margaritifera*.

For the genus *Pteria*, information is scarce or unavailable, and in particular for *Pteria sterna*, the work of Araya-Núñez (1988) is the only reference related to the culture of larvae. The purpose of this study is to report preliminary results on the growth and survival of *Pteria sterna* cultured in the laboratory.

tivo de este trabajo es reportar resultados preliminares en el crecimiento y sobrevivencia de *Pteria sterna* cultivada en el laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Moluscos del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Durante el mes de mayo de 1986, se obtuvo un desove espontáneo de organismos adultos de *P. sterna* traídos de Bahía de los Angeles, B.C. Durante la renovación del agua de los acuarios donde se encontraban para estudios de maduración, desovaron una hembra y tres machos, y debido a la imposibilidad de realizar réplicas, los resultados de este trabajo se consideran de carácter preliminar.

Los organismos desovantes fueron retirados del acuario y colocados de manera individual en un cristizador de dos litros para que concluyera el desove en un ambiente más limpio y tranquilo, y evitar la dispersión de los óvulos y espermias en el acuario.

Cuando la hembra no mostró indicios de continuar desovando, aproximadamente una hora después de colocarla en el cristizador, se colectaron los óvulos en un tamiz con luz de malla de 28 μm , se enjuagaron abundantemente con agua de mar filtrada e irradiada con rayos ultra violeta (UV) y se diluyeron en un recipiente de 10 litros.

Para la fertilización se añadieron 50 ml de una solución diluida de espermia de los tres machos y se agitó suavemente con un homogeneizador dejándose en reposo por 15 minutos. Después de este tiempo se tomaron dos muestras de un mililitro para cuantificar la fertilización y observar el desarrollo.

Los embriones se transfirieron para su desarrollo a un tanque de 1,000 litros por 48 horas, tiempo durante el cual no se proporcionó alimento, aeración ni control de temperatura. Después se tamizaron las larvas en estadio *D* a través de un tamiz de 53 μm y, previa cuantificación, se colocaron a una densidad de 15 larvas/ml en un tanque de 100 litros. A partir de este momento se inició la

MATERIALS AND METHODS

The work was carried out in the Laboratorio de Moluscos of the Instituto de Investigaciones Oceanológicas of the Universidad Autónoma de Baja California.

In May 1986, a spontaneous spawning of adult organisms of *Pteria sterna* brought from Bahía de los Angeles, B.C., was obtained. During the changing of the water of the aquariums where they had been placed for maturation studies, one female and three males spawned. Since it was impossible to obtain replicates, the results of the present study should be considered preliminary.

The spawning organisms were removed from the aquarium and individually placed in a two-litre crystallizer, so that spawning could conclude in a cleaner and calmer environment and to avoid the dispersion of the ovules and sperms in the aquarium.

When the female did not show signs of continuing to spawn, approximately one hour after being placed in the crystallizer, the ovules were recovered on a 28 μm sieve. They were abundantly rinsed with filtered sea water and irradiated with ultraviolet (UV) rays and diluted in a 10-litre container.

For fertilization, 50 ml of a diluted sperm solution of the three males was added and softly stirred with a homogeneizer. After being allowed to settle for 15 minutes, two one-millilitre samples were taken to quantify the fertilization and observe the development.

The embryos were transferred for their development to a 1,000-litre tank for 48 hours, during which time neither food, aeration nor temperature control were provided. Afterwards, the larvae in stage *D* were sieved through a 53 μm mesh and, after quantification, were placed in a 1,000-litre tank at a density of 15 larvae/ml. Feeding with *Isochrysis* aff. *galbana* var. *tahitiana* then began: 30,000 cells/ml were supplied daily during the first two weeks and 50,000 cells/ml until settlement, when the food supply increased to 80,000 cells/ml and as seed to 100,000 cells/ml.

rutina de alimentación con *Isochrysis* aff. *galbana* var. *tahitiana*, suministrándoles diariamente 30,000 cel/ml durante las primeras dos semanas y 50,000 cel/ml hasta el momento de la fijación, en donde se aumentó la ración de alimento a 80,000 cel/ml y ya como semilla a 100,000 cel/ml.

Los cambios de agua no se llevaron a cabo de una manera sistemática, simplemente se procuró que no fueran períodos mayores de una semana utilizando agua filtrada a 5 μm e irradiada con rayos UV. La toma de muestras para su cuantificación y medición se realizó en este momento, concentrando las larvas en un recipiente de 10 litros, tomando dos muestras de un mililitro al azar con una pipeta automática. En una cámara de conteo Sedgwick-Rafter se midieron 30 organismos. Las mediciones se realizaron sobre los ejes anteroposterior (largo) y dorsoventral (ancho) de la larva.

Cuando las larvas mostraron las características de pediveliger y un comportamiento activo reptando en búsqueda de sustrato, se trasladaron a una cama de fijación que consiste de un marco de PVC de 30 x 50 cm con un fondo de paño con luz de malla de 180 μm . Este marco se dejó flotar en un tanque de 1,000 litros donde se circuló agua con alimento mediante una bomba elevadora de aire (*air lift*). Como colectores, en la cama de fijación se colocaron dos pequeños marcos de plástico de 10 x 10 cm a los cuales se les enredó un cordón fabricado de fibras de nylon.

Para obtener la ecuación que describe la relación largo ancho de las larvas, se realizó una regresión lineal de primer orden utilizando todas las mediciones realizadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el desarrollo del cultivo, la salinidad se mantuvo a 34 ppm y la temperatura varió entre 21.0 y 22.1°C.

No se realizó una estimación del total de óvulos desovados ni del porcentaje de fertilización y sólo se cuantificaron 3.667 millones de óvulos fertilizados, y después de tamizar por primera vez, a las 48 horas, se utilizaron solamente 1.425 millones para su cultivo en un tanque de 100 litros.

Water changes were not carried out systematically but at intervals of not more than one week, using 5 μm filtered water and irradiated with UV rays. At this point, samples were taken for their quantification and measurement, concentrating the larvae in a 10-litre container, taking two one-millilitre samples at random with an automatic pipette. Thirty organisms were measured in a Sedgwick-Rafter counter. Measurements were made over the anteroposterior (length) and dorsoventral (width) axes of the larvae.

When the larvae showed pediveliger characteristics and an active behaviour by crawling in search of substrate, they were transferred to a settlement tray which consisted of a 30 x 50 cm PVC frame with a 180 μm cloth bottom. This frame was allowed to float in a 1,000-litre tank in which water with food was circulated by an air lift pump. As collectors, two small 10 x 10 cm plastic frames to which a nylon cord was entwined were placed in the settlement tray.

To obtain the equation that describes the length-width relationship of the larvae, a first order linear regression using all the measurements was performed.

RESULTS AND DISCUSSION

During culture, the salinity was maintained at 34 ppt and the temperature varied between 21.0 and 22.1°C.

Neither the total of the spawned ova nor the percentage of fertilization were estimated. Only 3.667 million fertilized ova were quantified and after sieving for the first time, at 48 hours, only 1.425 million were cultured in a 100-litre tank.

At the beginning of the culture, at a density of 15 larvae/ml, daily average mortality was 5.8% until reaching 8 larvae/ml on the tenth day, after which there was a relative stabilization in the rate of mortality towards day 33, with a daily average mortality of 1.7% (Fig. 1). At the end, the percentage of pediveliger larvae obtained was 20.7 of the initial number. Araya-Núñez (1988) found survivals in this same period not higher than 21-23% even though the initial density was 9 larvae/ml. Although this could suggest that

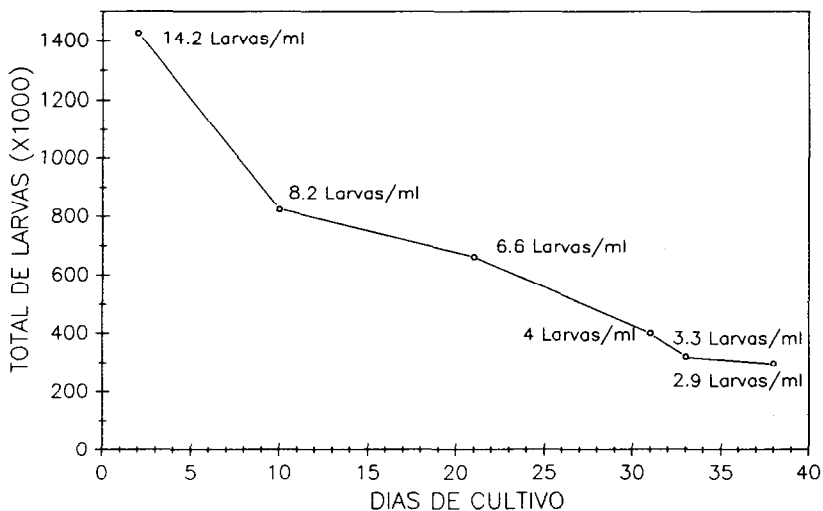


Figura 1. Sobrevivencia de las larvas de *Pteria sterna* en condiciones de laboratorio, indicándose la densidad de larvas por mililitro de cultivo.

Figure 1. Survival of the larvae of *Pteria sterna* under laboratory conditions, indicating density of larvae per millilitre of culture.

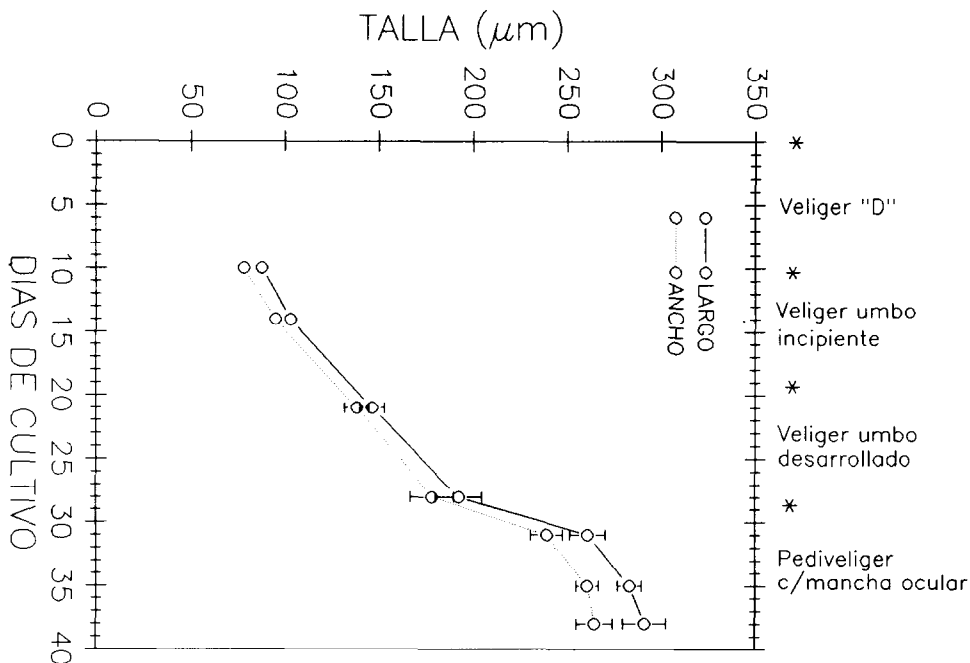


Figura 2. Crecimiento de las larvas de *Pteria sterna* en condiciones de laboratorio, indicándose los límites de confianza al 95% para cada muestra.

Figure 2. Growth of the larvae of *Pteria sterna* under laboratory conditions, indicating 95% confidence limits for each sample.

Al inicio del cultivo, con una densidad de 15 larvas/ml, se observó una mortalidad promedio de 5.8% diario hasta alcanzar 8 larvas/ml en el décimo día, después de lo cual se tuvo una estabilización relativa en la mortalidad hacia el día 33, con una mortalidad promedio diaria del 1.7% (Fig. 1). Al final, las larvas pediveliger obtenidas fueron el 20.7% del número inicial. Araya-Núñez (1988) encontró sobrevivencias en este mismo período no mayores del 21-23% a pesar de que su densidad inicial fue de 9 larvas/ml. Aunque esto podría sugerir que el iniciar con densidades mayores no repercute en la sobrevivencia final, no se puede pasar por alto que los cambios de agua no se hicieron de manera sistemática, y el incremento en la población bacteriana y/o la acumulación de metabolitos entre uno y otro cambio pudo afectar de manera importante la sobrevivencia.

Aun así, con un 20% de larvas pediveliger obtenidas, es posible definir el resultado como satisfactorio. En el caso de criaderos comerciales de ostión, Lipovsky (1984) recomienda que durante el cultivo se eliminen larvas sistemáticamente hasta terminar con un porcentaje y densidad de larvas similar al de este trabajo. El objetivo de esta técnica es seleccionar las larvas más fuertes y grandes de una manera artificial buscando la producción de semilla más sana y vigorosa. En el presente trabajo es posible suponer que la selección de las larvas más competentes se dio de manera natural.

En general, bien se podría decir que si el 20% de sobrevivencia a larva pediveliger es suficiente para los criaderos comerciales de ostión, podría serlo también para la producción de *Pteria sterna* si ese fuera el objetivo.

A pesar de que no se cuentan con los datos de crecimiento de los primeros 10 días, la tendencia de crecimiento fue muy estable del día 10 al día 28 de cultivo con un incremento promedio diario de 5.8 μm . Del día 28 al 31 se incrementó a 22.8 μm y a partir del día 31 éste disminuyó a 4.33 μm (Fig. 2). Aunque fue hasta el día 38 cuando se colocaron el total de las larvas en las camas de fijación, se observaron larvas con mancha ocular a partir del día 31.

starting with higher densities does not affect the final survival, it should be noted that the changes of water were not done systematically and the increase in bacterial population and/or accumulation of metabolites between one change and another could have seriously affected the survival.

Even so, with 20% of pediveliger larvae obtained, it is possible to consider the result satisfactory. In the case of commercial oyster hatcheries, Lipovsky (1984) recommends that during culture larvae should be systematically eliminated until obtaining a percentage and density of larvae similar to this study. The purpose of this technique is to select the strongest and largest larvae in an artificial manner in search for a healthier and more vigorous seed production. In this study it is possible to assume that the selection of the most competent larvae occurred naturally.

In general, it could be said that if 20% survival to pediveliger larvae is sufficient for commercial oyster hatcheries, then it could also be for the production of *P. sterna* if that were the objective.

Even though there are no growth data for the first ten days, growth was very stable from day 10 to day 28 of culture, with a daily average increase of 5.8 μm . From day 28 to 31 it increased to 22.8 μm and from day 31 it decreased to 4.33 μm (Fig. 2). Despite the fact that all the larvae were not placed in the settlement trays until day 31, larvae with eyespot were observed from day 31.

In the present study, the larval stages of *Pteria sterna* were divided into: straight-hinge veliger *D* (approximately 70 μm) characterized by being transparent, of granular appearance and, as its name implies, clearly D-shaped; veliger with incipient umbo (87 x 78 μm) with a well-developed velum and better definition of the digestive tract and other internal organs; veliger with well-developed umbo (146 x 138 μm) with the classic clam shape and development of the foot and mantle (Fig. 3) and, finally, pediveliger with eyespot (261 x 239 μm) in which an eyespot, functional foot and decrease in the size of the velum can be observed (Fig. 4). These stages were reached approximately on days 1, 10, 20 and 31, respectively. However, since changes in

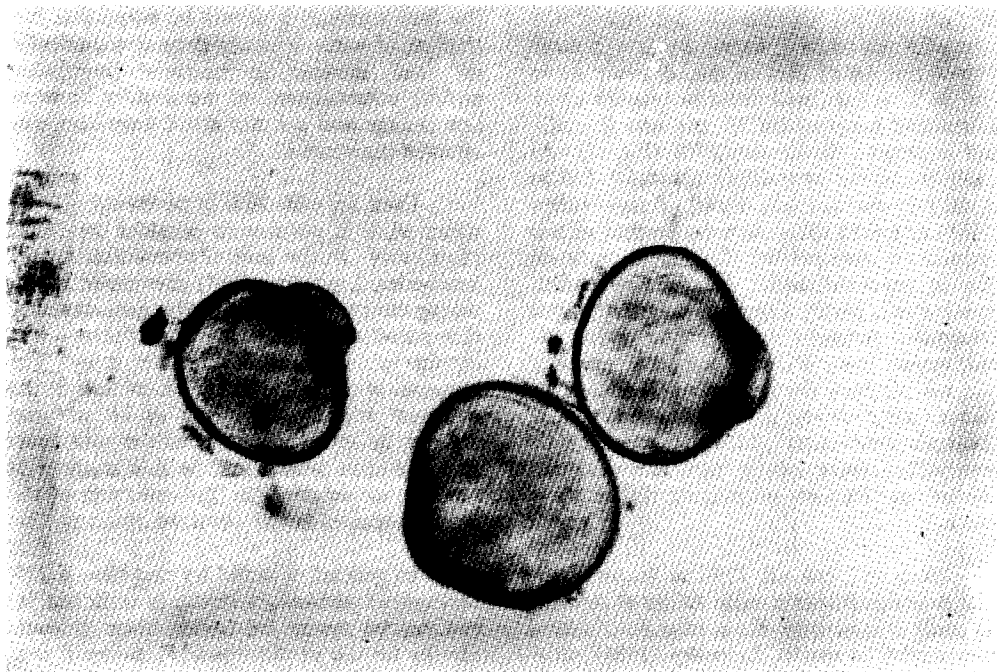


Figura 3. Larvas de *Pteria sterna* de 21 días, mostrando un umbo bien desarrollado.
Figure 3. Larvae of *Pteria sterna* on day 21, showing a well-developed umbo.

En el presente estudio, los estadios larvales de *Pteria sterna* se dividieron en: veliger *D* charnela recta (aproximadamente 70 μm) con características de ser transparente, de apariencia granulosa y como su nombre lo indica, una forma *D* muy bien definida; veliger con umbo incipiente (87 x 78 μm) donde se observa un velum muy desarrollado y una mayor definición del tracto digestivo y demás órganos internos; veliger con umbo bien desarrollado (146 x 138 μm) con la forma clásica de almeja y el desarrollo del pie y manto (Fig. 3); y finalmente, pediveliger con mancha ocular (261 x 239 μm) en el cual se distingue una mancha ocular, un pie funcional y la disminución en el tamaño del velum (Fig. 4). Estos estadios se alcanzaron aproximadamente a los 1, 10, 20 y 31 días respectivamente; sin embargo, debido a que los cambios en las larvas son graduales y asincrónicos, el determinar cuándo termina un estadio y empieza el siguiente no deja de ser un tanto arbitrario.

the larvae are gradual and asynchronous, the determination of when one stage ends and the other begins is rather arbitrary.

The results obtained in this study, considering the size of the larvae and time they took to reach the different stages, concur with those reported by Araya-Núñez (1988) for the same species.

Based on its size, we can conclude that in general the larva of *Pteria sterna* is larger than the larva of *Pinctada fucata* and *P. maxima*. For *P. fucata*, a Japanese treatise on pearl culture (Shinju Yoshoku Zensho Henshu Iinkai Henshu, 1965, cited by Alagarswami *et al.*, 1983) and the work of Alagarswami *et al.* (1983), respectively report sizes of 72 x 60 - 68 x 52 μm for straight-hinge veliger *D*, 209 x 195 - 210 x 190 μm for veliger with well-developed umbo and 230 x 200 μm for pediveliger with eyespot. For *P. maxima*,

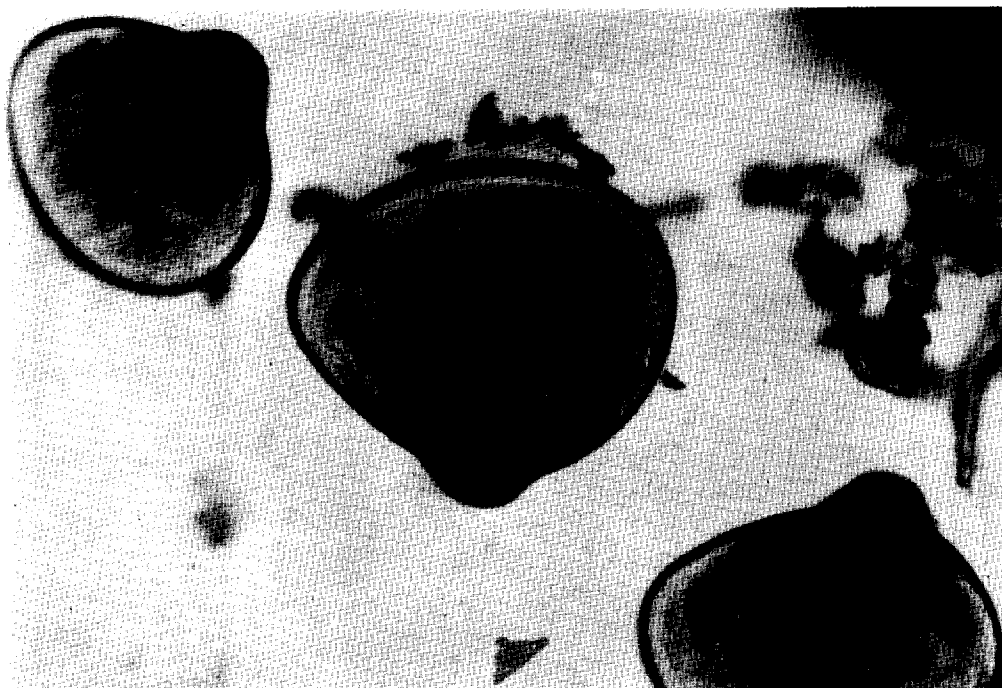


Figura 4. Larva de *Pteria sterna* mostrando la mancha ocular en el día 31 de cultivo.
Figure 4. Larvae of *Pteria sterna* showing the eyespot on day 31 of culture.

Los resultados obtenidos en este trabajo, tomando en cuenta los tamaños de la larva y tiempo que tardaron en alcanzar los diferentes estadios, concuerdan con los reportados por Araya-Núñez (1988) para la misma especie.

En base a su tamaño, podríamos concluir que, en general, la larva de *Pteria sterna* es más grande que la larva de *Pinctada fucata* y *P. maxima*. Para *P. fucata*, un tratado japonés sobre el cultivo de perlas (Shinju Yoshoku Zensho Henshu Inkai Henshu, 1965, citado por Alagarwami *et al.*, 1983) y el trabajo de Alagarwami *et al.* (1983) reportan respectivamente tamaños de 72 x 60 - 68 x 52 μm para veliger *D. charnela recta*, 209 x 195 - 210 x 190 μm para veliger con umbo bien desarrollado y 230 x 200 μm para pediveliger con mancha ocular. Para *P. maxima*, Minaur (1969) re-

Minaur (1969) reports sizes of 75 x 70 μm , 125 x 112 μm and 130 x 110 μm for the above-mentioned stages.

Even though differences exist in the time *Pteria sterna* and the species of *Pinctada* mentioned herein take to complete their development, results indicate that temperature plays a very important role in the rate of development. In this study, at temperatures between 21-22°C, larvae were ready for settlement on day 38. Araya-Núñez (1988) obtained larvae for settlement on day 35 at temperatures between 21.1-24.6°C, whereas Alagarwami *et al.* (1983c) obtained *Pinctada fucata* larvae ready for settlement on day 32 between 24.3-27.2°C and on day 24 between 28.2-29.8°C. This inverse correlation suggests that the temperature in the cultures during the present study did not induce a rapid development in the larvae and that it would

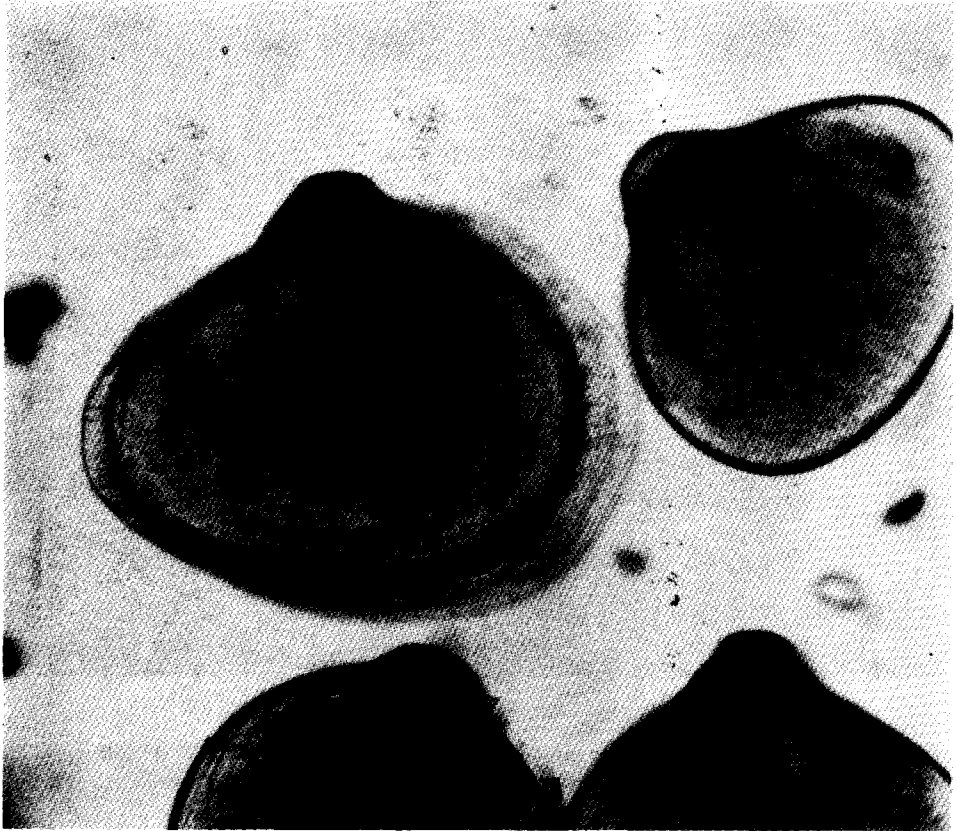


Figura 5. Plantigrada de *Pteria sterna* donde se muestra claramente el desarrollo de la dissoconcha.
Figure 5. Plantigrade of *Pteria sterna* in which the development of the dissoconch is clearly seen.

porta tamaños de $75 \times 70 \mu\text{m}$, $125 \times 112 \mu\text{m}$ y $130 \times 110 \mu\text{m}$ para los estadios arriba mencionados.

A pesar de que existen diferencias en el tiempo que tardan en completar su desarrollo, entre *Pteria sterna* y las especies de *Pinctada* aquí mencionadas, todo parece indicar que la temperatura juega un papel muy importante en la velocidad de desarrollo. En este trabajo, a temperaturas entre $21\text{-}22^\circ\text{C}$, las larvas estuvieron listas para fijación el día 38.

be possible to obtain a greater growth rate around 28°C . However, it should also be considered that an increase in temperature also increases the possibility of having problems with the proliferation of bacteria.

From these observations, it is proposed that a $300 \mu\text{m}$ sieve be used at the moment when pediveliger larvae are observed in order to select the larvae ready for settlement. In this way, the handling of larvae during

Araya-Núñez (1988), con 21.1-24.6°C, obtuvo larvas para fijación el día 35, mientras que Alagarswami *et al.* (1983c) las obtuvo para *Pinctada fucata* el día 32 entre 24.3-27.2°C y el día 24 entre 28.2-29.8°C. Esta correlación inversa sugiere que la temperatura en los cultivos durante este trabajo no promovió un desarrollo acelerado en las larvas, y que sería posible encontrar mayor velocidad de crecimiento alrededor de los 28°C. Sin embargo, no hay que perder de vista que un incremento en la temperatura también incrementa la posibilidad de tener problemas con la proliferación de bacterias.

Partiendo de las observaciones realizadas, se propone que para seleccionar las larvas próximas a fijación se utilice un tamiz con luz de malla de 300 μm a partir del momento que se observen larvas pediveliger. De esta manera, el manejo de las larvas en la transición al sistema de fijación aseguraría larvas competentes para llevar a cabo la metamorfosis (McAnally, 1988).

Aunque el porcentaje de larvas que alcanzaron la etapa plantigrada, con el desarrollo de la prodisoconcha (Fig. 5), no fue cuantificado con precisión, se realizó una estimación aproximada superior al 50%; esto contrasta con lo reportado por Araya-Núñez (1988) quien encontró el 10% de plantigradas. Sin embargo, esta diferencia puede ser atribuida al tipo de sustrato proporcionado a la larva, ya que mientras que en este trabajo se utilizó un sustrato fibroso, Araya-Núñez (1988) utilizó ojeles de carbonato de calcio, lo que nos llevaría a suponer que la larva es atraída para su metamorfosis por sustratos fibrosos como ocurre con el mejillón (Bayne, 1965; Walne, 1974).

Posterior a la fijación, se observó a la semilla migrar eventualmente de los colectores a las orillas de la cama de fijación valiéndose de la tensión superficial del agua y su pie, comportamiento similar al presentado por el mejillón *Mytilus edulis* en el laboratorio. Esta movilidad presenta problemas para el manejo de la semilla debido a la dificultad de mantenerla fija en los colectores, problema que para la producción a gran escala de *M. edulis* no está resuelto. Sin embargo, puede pensarse que dadas las similitudes con el mejillón, las técnicas de cultivo en el campo

transfer to the settlement system would assure larvae competent of undergoing metamorphosis (McAnally, 1988).

Even though the percentage of larvae that reached plantigrade stage, with the development of the prodissoconch (Fig. 5), was not quantified with precision, an approximate estimate of more than 50% was made. This differs from that reported by Araya-Núñez (1988) who found 10% of plantigrades. However, this difference can be attributed to the type of substrate provided to the larvae. In this work a fibrous substrate was used whereas Araya-Núñez (1988) used flakes of calcium carbonate. Hence, we can assume that the larva is attracted to fibrous substrates for its metamorphosis, as occurs with the mussel (Bayne, 1965; Walne, 1974).

After settlement, the seed was observed to eventually migrate from the collectors to the sides of the settlement trays helped by the surface tension of the water and its foot. This behaviour is similar to that shown by the mussel *Mytilus edulis* in the laboratory. This mobility presents problems in handling the seed due to the difficulty of keeping it stationary in the collectors; this problem has still not been solved for the large scale production of *M. edulis*. However, given the similarities with the mussel, the field culture techniques could be considered to be the same, techniques which are already widely known (Korringa, 1976; Lutz, 1980).

With 210 pairs of length and width data, the following regression equation which defines this relationship was obtained: $y = 1.0913(x) - 0.050847$, where y represents the dorsoventral (width) measure and x the anteroposterior (length) measure in μm and $r = 0.997$. The very close relation between length and width of the larva suggested by the correlation coefficient and the regression equation is also observed in Figure 2.

The larvae of *P. sterna* can be cultured with relative ease following the techniques commonly used for the oyster. However, it is advisable to search for the optimization of growth, survival and metamorphosis experimenting with other environmental conditions such as temperature. Given the preference for fibrous substrates and settlement by means of

pueden ser las mismas, técnicas que ya son conocidas ampliamente (Korringa, 1976; Lutz, 1980).

Con 210 pares de datos de largo y ancho, se obtuvo la ecuación de regresión $y = 1.0913(x) - 0.050847$ que define esta relación, donde y representa la medida dorso-ventral (ancho) y x la medida anteroposterior (largo) en μm y donde $r = 0.997$. La relación tan estrecha entre el largo y ancho de la larva que sugiere el coeficiente de correlación y la ecuación de regresión, se observa también en la gráfica de crecimiento (Fig. 2).

La larva de *P. sterna* puede ser cultivada con relativa facilidad con las técnicas utilizadas comúnmente para el ostión. Sin embargo, es conveniente buscar la optimización del crecimiento, sobrevivencia y metamorfosis experimentando con otras condiciones ambientales como la temperatura. Dada la preferencia por sustratos fibrosos y fijación por medio de bisos, la fijación y cultivo de la semilla bien podrían seguir las técnicas desarrolladas para el mejillón.

LITERATURA CITADA

- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T.S., Chellam, A. and Victor, A.C.C. (1983a). On controlled spawning of the Indian pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). Proc. Symp. Coastal Aquaculture, 2: 590-597.
- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T.S., Chellam, A. and Victor, A.C.C. (1983b). Embryonic and early larval development of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). Proc. Symp. Coastal Aquaculture, 2: 598-603.
- Alagarwami, K., Dharmaraj, S., Velayudhan, T.S., Chellam, A., Victor, A.C.C. and Gandhi, A.D. (1983c). Larval rearing and production of spat of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). Aquaculture, 34(3-4): 287-301.
- Araya-Núñez, O. (1988). Embryonic and larval development, larval rearing, juvenile growth, gonad maturity and induction of spawning in the West American pearl-oyster *Pteria sterna* (Gould). M.Sc. Thesis, Dept. of Zoology, Stockholm University, 30 pp.
- Arroyo-Carrillo, R. (1944a). Breves apuntes históricos sobre pesca en México (la pesca de perlas). Rev. Gral. de Marina, 3: 32-33.
- Arroyo-Carrillo, R. (1944b). La pesca en México: Apuntes sobre la pesca o buceo de perlas. Rev. Gral. de Marina, 4: 22-23.
- Arroyo-Carrillo, R. (1945). La pesca o buceo de perlas. Rev. Gral. de Marina, 6: 34-35.
- Arroyo-Carrillo, R. (1950a). El cultivo industrial de la concha-perla y la producción de perlas cultivadas. Rev. Gral. de Marina, 8: 7-8.
- Arroyo-Carrillo, R. (1950b). El cultivo industrial de la concha nácar. Rev. Gral. de Marina, 10: 45-67.
- Bayne, B.L. (1965). Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.). Ophelia, 2: 1-47.
- Bayne, B.L. (1976). The biology of mussel larvae. In: B.L. Bayne (ed.), Marine Mussels: Their Ecology and Physiology. Cambridge Univ. Press, pp. 81-120.
- Cariño-Olvera, M.M. y Cáceres-Martínez, C. (1987). La perlicultura en Baja California Sur a principios de siglo. Segundo Congr. Asoc. Méx. Acuic. AMAC'87, La Paz, B.C.S.
- Coeroli, M., De Gaillande, D. and Landret, J.P. (1984). Recent innovations in cultivation of molluscs in French Polynesia. Aquaculture, 39: 45-67.
- Díaz-Garcés, J.J. (1972). Cultivo experimental de madreperla *Pinctada mazatlanica* Hanley, 1856, en Bahía de La Paz, B.C., México. Mem. IV Congr. Nac. Ocean. (México), pp. 429-442.

English translation by Christine Harris.

- Korringa, P. (ed.) (1976). Farming Marine Organisms Low in the Food Chain: A Multidisciplinary Approach to Edible Seaweed, Mussel and Clam Production. Elsevier Scientific Publishing Co., New York, USA, 264 pp.
- Lipovsky, V.P. (1984). Oyster egg development as related to larval production in a commercial hatchery. *Aquaculture*, 39: 229-235.
- Loosanoff, V.L. and Davies, H.C. (1963). Rearing of bivalve mollusks. In: F.S. Russell (ed.), *Advances in Marine Biology*, Vol. I. Academic Press Inc., London and New York, pp. 1-136.
- Lutz, R.A. (ed.) (1980). *Mussel Culture and Harvest: A North American Perspective*. Elsevier Scientific Publishing Co., New York, USA, 350 pp.
- Mazón-Suástegui, J.M. (1987). Evaluación de cinco dietas microalgales en el crecimiento larval de *Modiolus capax* (Conrad, 1837) y *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1945) (Mollusca Bivalvia). Tesis de maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México, 70 pp.
- McAnally, L.S. (1988). Evaluación y adaptación de rutinas para la producción de semilla suelta de ostión japonés *Crassostrea gigas* a nivel piloto. Tesis de licenciatura, FCM-UABC, 139 pp.
- Minaur, J. (1969). Experiments on the artificial rearing of the larvae of *Pinctada maxima* (Jameson) (Lamellibranchia). *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 20: 175-187.
- Mizumoto, S. (1979). Pearl farming in Japan. In: T.V.R. Pillay and W.A. Dill (eds.), *Advances in Aquaculture*. Fishing News Books Ltd., England, pp. 381-385.
- Monteforte, M. (1987). Cultivo de ostras perleras y perlicultura: Estado actual en los países productores y perspectivas para México. Segundo Congr. Asoc. Méx. Acuic. AMAC'87, La Paz, B.C.S.
- Pujol, F.J. (1871). Ictiología. Estudio biológico sobre ostra *Aricula margaritifera* (concha perla). *Bol. Soc. Mex. Geog. Est. Ep.* II, 3: 119-139.
- Ruiz-Verdugo, C.A. y Cáceres-Martínez, C. (1987). Estudio preliminar de captación de juveniles de moluscos bivalvos en la Bahía de La Paz, B.C.S., durante el período de septiembre del 86 a abril del 87. Segundo Congr. Asoc. Méx. Acuic. AMAC'87, La Paz, B.C.S.
- Sánchez, J. (1880). Nota sobre la concha madreperla de la Baja California. *La Naturaleza*, Ser. I, 5: 10-13.
- Sevilla, M.L. (1969). Contribución al conocimiento de la madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley) 1845. *Rev. Soc. Méx. His. Nat.*, Tomo XXX: 223-262.
- Shinju Yoshoku Zensho Henshu Iinkai Henshu (1965). *Shinju Yoshoku Zensho* (Treatise on Pearl Culture). *Zenkoku Shinju Yoshoku Gyogyo Kyodo Kumiai Rengokai*, 702 pp. (en japonés).
- Walne, P.R. (1974). *Culture of Bivalve Molluscs: 50 Years Experience at Conway*. Whitefriars Press Ltd., London and Tonbridge, 191 pp.