

DESOVE, FECUNDIDAD Y DESARROLLO LARVAL DEL MEJILLON *PERNA PERNA* DE LOS BANCOS NATURALES Y LOS CULTIVADOS EN EL GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.

ORLANDO AZUAJE J. & ANÍBAL VÉLEZ R.

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

RESUMEN: El presente trabajo comprende el estudio de la variación estacional de la fecundidad del mejillón *Perna perna* de las poblaciones naturales de la Esmeralda y Guatapanare, Edo. Sucre, durante el período de 1979 a 1981, y la comparación de la fecundidad y el desarrollo larval de las poblaciones naturales con las cultivadas en el Golfo de Cariaco. En los mejillones de las poblaciones naturales, el desove se pudo provocar durante casi los dos años de estudios, encontrándose la mayor frecuencia de enero a abril y de julio a noviembre. La producción promedio de ovocitos por hembra fluctuó entre 1 a 65 millones, con valores bajos en la población de la Esmeralda para el primer año de estudio, aunque para el segundo año siguió el mismo patrón al de la población de Guatapanare. Los máximos de producción de ovocitos se observaron de agosto a noviembre y de enero a marzo y los mínimos valores de noviembre a mediados de enero, abril-mayo y junio-julio. Los mejillones bajo condiciones de cultivo no presentaron diferencias significativas, en cuanto a la frecuencia de hembras que respondieron a los estímulos de desove y en el desarrollo larval con respecto a los de los bancos naturales, pero en estos últimos el número de ovocitos producidos por hembra fue significativamente mayor. Con estos resultados se considera que las poblaciones naturales y cultivadas de *P. perna* pueden utilizarse como stock de reproductores a través de gran parte del año y se discuten las posibles causas que han impedido al mejillón colonizar significativamente el Golfo de Cariaco.

ABSTRACT: This paper compares the seasonal variation during 1979-81 in the fecundity of the mussel *Perna perna* from the natural banks located at La Esmeralda and Guatapanare, Sucre State and the fecundity and larval development of natural population and the cultures established in the Gulf of Cariaco (Sucre, Venezuela). In the mussel from the natural banks, spawning could be induced almost throughout the whole study period. The greatest frequency of induced spawning occurred from January to April and from July to November. The average production of the ovocytes per female fluctuated from one to 65×10^6 . The population from La Esmeralda showed low values during first year, but for second year they were similar to those of Guatapanare. Production of the ovocytes was maximum during August-November and January-March and minimum from November to January and April to July. Cultured mussel did not exhibit any significant differences in the frequency of spawning and larval development with respect to natural populations. However, the production of ovocytes per female in the former was significantly great. The results indicate that both, the natural and the cultivated populations on a year around, can be used as reproductive stocks almost on a year around basis. The causes that have prevented the establishment of *Perna perna* in the Gulf of Cariaco are discussed.

INTRODUCCION

El mejillón *Perna perna* se viene cultivando en Venezuela mediante la colecta y extracción de las semillas de los bancos naturales de Carúpano y su levante o cría en el Golfo de Cariaco. Esta práctica puede conducir en un futuro, a la desaparición de este importante recurso, ya que las semillas se extraen de los bancos naturales antes de alcanzar su

madurez sexual y se introducen en el Golfo de Cariaco donde los cultivos no han logrado producir una colonización significativa. Para contribuir a la solución de este problema y aumentar la disponibilidad de las semillas requeridas para los cultivos comerciales, se inició un programa de reproducción inducida de *Perna perna*. Entre los aspectos prioritarios de dicho programa, se contempló la determinación de la variación estacional del potencial reproductivo y la factibilidad de utilizar al mejillón

cultivado en el Golfo de Cariaco como un stock de reproducción.

Los estudios sobre el comportamiento de las poblaciones indican que los mejillones naturales y cultivados se pueden reproducir a través de todo el año (CARVAJAL, 1969; VÉLEZ, 1971; SALAYA *et al*, 1973; SALAYA *et al*, 1977; ACUÑA, 1977). Sin embargo, en las poblaciones naturales los reclutamientos de semillas se presentan durante los tres primeros meses del año. Esto sugirió que existen fenómenos adversos que limitan la supervivencia de las larvas y post-larvas a un corto período del año. Por otro lado al introducir a *Perna perna* en el Golfo de Cariaco, el cual no es su ambiente natural, éste podría sufrir alteraciones en su conducta reproductiva y en la viabilidad de sus gametos.

En el presente trabajo se pretende determinar: a) La variación estacional de la fecundidad de dos poblaciones naturales y b) Comparar la fecundidad y la viabilidad de los gametos producidos por las poblaciones naturales y cultivadas.

MATERIALES Y METODOS

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA FECUNDIDAD.

La variación estacional de la fecundidad del mejillón *Perna perna* se estudió, induciendo el desove de ejemplares colectados en las poblaciones naturales de la zona costera de la Esmeralda y Guatapanare (Fig. 1). Los muestreos se llevaron a cabo durante un período comprendido entre septiembre de 1979 y agosto de 1981, en el cual se colectaron quincenalmente, de cada una de las poblaciones, 100 ejemplares con tallas comprendidas entre 65 y 100 mm de longitud (distancia antero-posterior). En cada muestra se seleccionaron 22 ejemplares, los cuales se colocaron en agua de mar a $20 \pm 0,5$ °C y con suficiente aireación. El desove se indujo 24 horas después, cambiando la temperatura bruscamente de 18 a 30 °C y viceversa. Los ejemplares se mantuvieron en este tratamiento por espacio de tres horas, al final de las cuales la temperatura se estabilizó a 25 ± 1 °C hasta completar (24) horas de observación.

DESOVE Y VIABILIDAD DE LOS GAMETOS.

La conducta reproductiva de los mejillones de las poblaciones naturales y las cultivadas en el Golfo de Cariaco (Fig. 1), se estudió bajo condiciones controladas en el laboratorio, comparando: 1) La rapidez de la respuesta al estímulo de desove y 2) la fecundidad y viabilidad de los gametos.

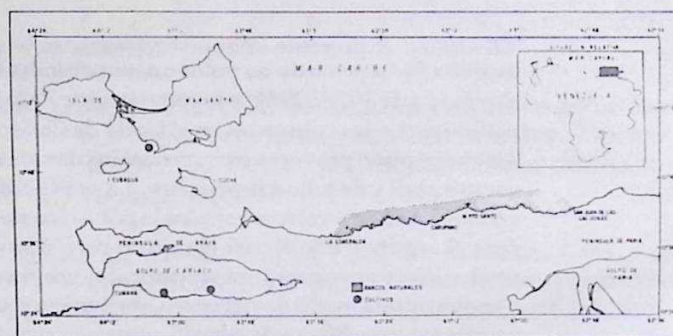


Fig. 1.- Costas del estado Sucre, Venezuela, indicando las zonas de las poblaciones naturales y las de cultivo.

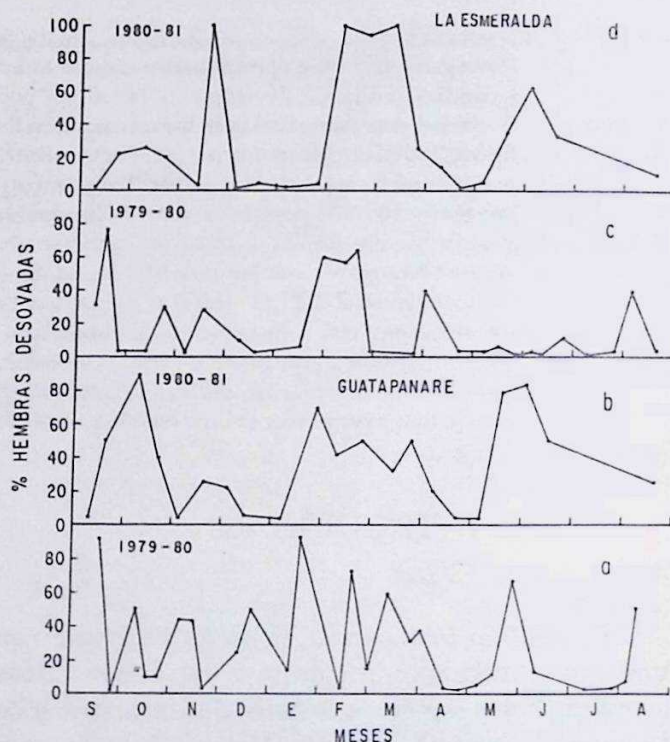


Fig. 2.- Variación estacional del porcentaje de desove en los ejemplares de *Perna perna* de las poblaciones naturales de La Esmeralda y Guatapanare.

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido entre octubre de 1980 y abril de 1981, en el cual se realizaron cuatro bioensayos. En cada uno de estos bioensayos se seleccionaron 129 ejemplares por población con tallas comprendidas entre 51 y 80 mm de longitud. Cada población se dividió en tres réplicas, las cuales se colocaron en bandejas con 150 litros de agua de mar filtrada a 5 μm .

El desove se indujo mediante la aplicación de los "shocks" termicos discutidos previamente. Los ovocitos expulsados se aislaron periódicamente en suspensiones de 4 litros de donde se tomaron muestras para su posterior recuento.

La viabilidad de los gametos se obtuvo determinando las tasas de supervivencia y crecimiento de las larvas durante un período de 10 días. El bioensayo se inició con larvas de 36 horas de edad, las cuales presentaron un promedio de biomasa libre de cenizas de $22,5 \pm 1,39$ ng. en los mejillones cultivados y de $23,5 \pm 0,58$ ng. en los mejillones naturales. Para el bioensayo se utilizaron 600.000 larvas por población; número que se dividió en cuatro réplicas. Cada una de estas réplicas se colocó en tanques de vidrio con 10 litros de agua de mar filtrada hasta 0,5 μm .

El agua se mantuvo en movimiento constante usando aire comprimido. Durante los bioensayos, el agua de los cultivos se mantuvo a 32 % de salinidad y $25 \pm 0,5$ °C, siendo renovada en un 100 % cada tercer día, usando tamices de 35 y 80 μm para retener las larvas.

Las larvas se alimentaron con una dieta comprendida por las microalgas *Isochrysis galbana* e *Isochrysis aff. galbana* (clone T-Iso) en proporciones de 1:1, administrando a los cultivos una ración de 63.000 células por ml de suspensión. Los recuentos de las microalgas se hicieron con un Coulter Counter modelo Z₈₁ y los recuentos de huevos y larvas con una cámara de BOGOROV y un microscopio de disección.

Las tasas de crecimiento larval se obtuvieron por los incrementos de la biomasa, la cual se determinó contando y filtrando las larvas contenidas en cada una de las réplicas con la ayuda de una bomba de vacío y papel milipore de fibra de vidrio de 0,5 μm .

Lo retenido en el filtro se deshidrató a 75 °C hasta obtener peso constante y posteriormente se calcinó a 500 °C durante dos horas.

RESULTADOS

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA FECUNDIDAD DE LOS MEJILLONES NATURALES.

Como se puede apreciar en la figura 2, en las poblaciones naturales el desove se pudo inducir a través de la mayor parte del año, particularmente en los períodos comprendidos de enero a abril y de julio a noviembre, donde más del 60% de las hembras desovaron. Este patrón se mantuvo en ambas poblaciones, durante los años de estudio. Por lo general, en los períodos donde no hubo expulsión de ovocitos los ejemplares presentaron las gónadas flácidas con signos evidentes de un desove previo.

En cuanto al número promedio de ovocitos expulsados por hembra igualmente sufrió cambios durante el transcurso del año, fluctuando desde 1 hasta 65 millones (Fig. 3). En la población de La Esmeralda, la producción fue marcadamente baja durante el primer año de estudio (1979-1980), debido particularmente a la baja condición de la gónada. Durante el mismo período la población de Guatapanare presentó los máximos de producción de ovocitos de agosto a noviembre y de enero a marzo, y los mínimos de noviembre a mediados de enero, abril-mayo y junio-julio. Para el segundo año, se mantuvo este patrón en las dos poblaciones, habiendo un incremento significativo del número de ovocitos producidos por hembra.

La producción de ovocitos en función de la longitud del mejillón se obtuvo integrando los resultados obtenidos durante los dos años en las dos poblaciones, particularmente se ha referido a los períodos donde se obtuvo mayor porcentaje de desove y mayor expulsión de ovocitos. En la Tabla 1 se observa que los ejemplares comprendidos en el intervalo de clase de 65 a 76 mm de longitud, expulsaron un promedio de 24 millones de ovocitos, mientras que los comprendidos en los intervalos de 77 a 88 mm y 89 a 100 mm, expulsaron 32 y 33 millones respectivamente.

DESOVE Y VIABILIDAD DE LOS GAMETOS.

En todas las cuatro experiencias realizadas, los mejillones cultivados presentaron el mayor porcentaje de desove durante las primeras seis horas después de haberse iniciado la inducción (Fig. 4a). Como consecuencia de ello, las hembras expulsaron la mayor cantidad de ovocitos durante las primeras diez horas (Fig. 4b). Este patrón de comportamiento fue ligeramente diferente al observado en los mejillones naturales, en los cuales el desove se prolongó en forma significativa hasta las 24 horas (Fig. 5a-b). Al aplicar el análisis de varianza a los resultados obtenidos, se determinó que las dos poblaciones no difieren significativamente, en cuanto al valor promedio del porcentaje de hembras desovadas (Tabla II). Sin embargo, la cantidad de ovocitos expulsados fue significativamente más alta en los mejillones naturales que en los mejillones cultivados (Tabla III). En ambas poblaciones hubo un incremento progresivo en la cantidad de ovocitos producidos a medida que la estación avanzó.

El desarrollo larval de los mejillones cultivados presentó una tasa de crecimiento de la biomasa de 627% y una tasa de supervivencia de 43%, mientras que en los mejillones naturales estas tasas fueron del orden 656 y 41% respectivamente. El análisis de varianza aplicado a estos resultados indica que los cultivos de larvas de las dos poblaciones no presentaron diferencias significativas en cuanto a sus tasas de crecimiento y supervivencia (Tabla IV).

DISCUSION

Las poblaciones del mejillón *Perna perna* de los bancos naturales y de los cultivos del Golfo de Cariaco se pueden inducir al desove durante la mayor parte del año. En los mejillones de los bancos naturales los máximos de producción de ovocitos se alcanzan de febrero a abril y de septiembre a noviembre. La presencia de un elevado porcentaje de hembras con la gónada completamente flácida (desovada), al final de los meses de abril y noviembre, concuerda con la reducción del índice de engorde y los máximos de reclutamiento de larvas, postlarvas y semillas que le

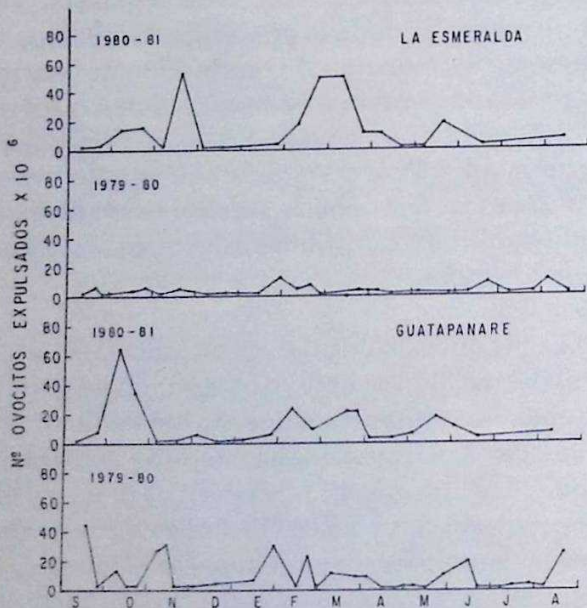


Fig. 3.- Variación estacional de la cantidad de ovocitos producidos por los ejemplares de *Perna perna* de las poblaciones naturales de La Esmeralda y Guatapanare.

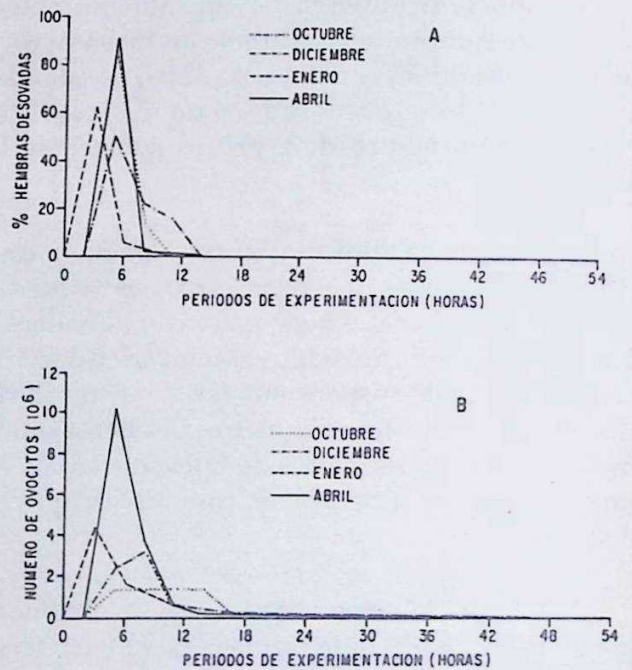


Fig. 4.- Porcentaje de hembras inducidas al desove (A) y cantidad de ovocitos producidos (B) por los mejillones cultivados (*P. perna*).

Desove, fecundidad y desarrollo larval del mejillón

TABLA 1. RELACION ENTRE LA LONGITUD DEL MEJILLON Y EL NUMERO DE OVOCITOS EXPULSADOS DURANTE EL PROCESO DE DESOVE.

INTERVALO CLASE (mm)	Nº HEMBRAS DESOVADAS	Nº OVOCITOS X/ HEMRAS
65 - 76	91	24 x 10 ⁶
77 - 88	96	32 x 10 ⁶
89 - 100	72	33 x 10 ⁶

TABLA 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPARAR EL % DE DESOVE DE LOS MEJILLONES NATURALES CULTIVADOS.

MES	AÑO	F	GL	% PROMEDIO DE HEMBRAS DESOVADAS	
				CULTIVADAS	NATURALES
Oct.	(1981)	0,027 NS	(1,4)	87,41 + 11,83	88,57 + 3,45
Dic.	(1981)	1,000 NS	(1,4)	100,0 + 0,00	95,65 + 2,51
Ene.	(1982)	0,933 NS	(1,4)	77,70 + 19,73	95,96 + 3,86
Abr.	(1982)	3,987 NS	(1,4)	95,69 + 3,74	100,0 + 0,00

NS: no significativo: F_{0,05} (1,4) = 7,71.

TABLA 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPARAR EL NUMERO DE OVOCITOS PRODUCIDOS POR HEMBRA EN LOS MEJILLONES NATURALES Y CULTIVADOS.

MES	AÑO	F	GL	% PROMEDIO DE OVOCITOS (10 ⁶)	
				NATURALES	CULTIVADOS
Oct.	(1981)	21,33 **	(1,4)	13,45 + 1,23	6,60 + 2,21
Dic.	(1981)	37,54 **	(1,4)	11,43 + 0,80	7,00 + 0,97
Ene.	(1982)	18,98 **	(1,4)	24,62 + 3,70	12,91 + 2,83
Abr.	(1982)	57,32 **	(1,4)	32,98 + 2,50	15,29 + 3,18

*: diferencias no significativas. F (0,05) (1,4) = 7,71

** : diferencias muy significativas. F (0,01) (1,4) = 21,2

TABLA 4. ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPARAR LAS TASAS DE CRECIMIENTO DE LA BIOMASA LARVAL DE LOS MEJILLONES NATURALES Y CULTIVADOS.

POBLACION	F	GL	BIOMASA (ng. larva ⁻¹)		
			INICIAL	FINAL	%
CULTIVADA	0,774 NS	(1,6)	23,50 + 058	170,67 + 9,56	626
NATURAL			22,50 + 1,69	170,09 + 12,1	756

NS: no significativo: F (0,05) (1,6) = 5,99

%: tasa de crecimiento

TABLA 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA COMPARAR LAS TASAS DE SUPERVIVENCIA LARVAL DE MEJILLONES NATURALES Y LOS CULTIVADOS.

POBLACION	F	GL	NUMERO DE LARVAS (10 ³)		
			INICIAL	FINAL	%
CULTIVADA	0,047 NS	(1,6)	147,5 + 058	64,01 + 21,48	43
NATURAL			140,6 + 16,33	58,79 + 24,90	41

NS: no significativo: F (0,05) (1,6) = 5,99

%: tasa de supervivencia

dan conformación a la estructura de la población (CARVAJAL, 1969; VÉLEZ, 1971; SALAYA *et al*, 1973; SALAYA *et al*, 1977; ACUÑA, 1977). Los desoves y reclutamientos de larvas y postlarvas observados por algunos autores en los meses de julio-agosto no modifican la estructura de la población (CARVAJAL, 1969; ACUÑA, 1977). Es muy probable que la presencia de turbios durante esta época del año en conjunción con el incremento de la temperatura del agua, causen una elevada tasa de mortalidad de larvas y postlarvas, ya que se ha observado que los turbios provocan la muerte masiva de grandes cantidades de semillas, particularmente cuando éstas se han encontrado en áreas semicerradas. LOOSANOFF (1974) al revisar las causas que originan las mortalidades masivas de larvas de bivalvos, en la naturaleza, concluye que las enfermedades y los turbios o mareas rojas son los factores de mayor incidencia.

Los mejillones que se transplantan al Golfo de Cariaco aparentemente no sufren cambios significativos en su conducta reproductiva, ya que allí se mantienen las mismas fluctuaciones del índice de engorde (VÉLEZ, 1971; MANDELLI & ACUÑA, 1975) y no se altera la viabilidad de los gametos. Esto significa que los factores limitantes, que le han impedido a *Perna perna* colonizar significativamente al Golfo de Cariaco y áreas circunvecinas, deben presentarse probablemente durante el desarrollo larval y postlarval. Para discutir este problema es quizás necesario analizar los posibles factores de selección que han favorecido la implantación del mejillón en un área tropical (BEAUPERTHUY, 1967). Como se sabe la distribución de *Perna perna* en Venezuela se restringe a un área oceánica de la costa norte del estado Sucre y la Isla de Margarita, la cual se caracteriza por la dinámica de sus aguas y la presencia de substratos rocosos que se levantan de fondos limosos someros; así como la ocurrencia periódica de fenómenos de surgencias de aguas subsuperficiales (LJOEN & HERRERA, 1965; FUKUOKA, 1965). En consecuencia se cree que esta población se pudo establecer aprovechando la interacción de los fenómenos de surgencia en conjunción con la dinámica de las aguas y de las características del fondo y del substrato.

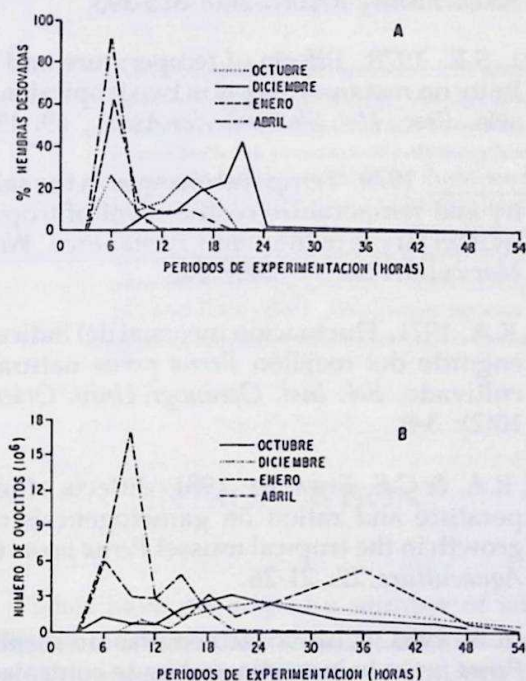


Fig. 5.- Porcentaje de hembras inducidas al desove (A) y cantidad de ovocitos producidos (B) por los mejillones naturales (*P. perna*).

El fenómeno de la surgencia reduce considerablemente las temperaturas superficiales de las aguas costeras y promueve el florecimiento de fitoplancton (MARGALEF, 1965; FERRAZ-REYES, 1976). Estos dos factores parecen determinar el desove y desarrollo larval de *P. perna*, ya que se ha establecido que los períodos de desove y reclutamiento de postlarvas coinciden con las temperaturas mínimas (SALAYA *et al*, 1977; ACUÑA, 1977). Asimismo, se ha determinado experimentalmente que las temperaturas mínimas observadas en el área de distribución de *P. perna* favorecen la supervivencia larval y la gametogénesis, mientras que las temperaturas máximas tienden a inhibir la gametogénesis, alterar la proporción normal de sexos y aumentar la tasa de mortalidad larval (SIDALL, 1978; VÉLEZ & EPIFANIO, 1981).

La dinámica de las aguas en combinación con los fondos someros y limosos y los substratos rocosos parecen favorecer la fijación y supervivencia de la postlarva. La turbulencia, por una parte, remueve el material particulado de los fondos limosos, los cuales contribuyen a reducir notablemente la pene-

tración de la luz. Experimentalmente se ha determinado que la fijación de la larva se puede inducir con el movimiento del agua y las intensidades luminosas muy bajas (VÉLEZ, 1983).

En resumen se puede concluir que las poblaciones naturales y cultivadas de *P. perna* pueden utilizarse como stock de reproductores a través de la gran parte del año. La implantación de *P. perna* en la costa norte del estado Sucre probablemente se deba a la interacción de la surgencia de aguas frías ricas en nutrientes con la turbulencia del agua y las características del sustrato. En el Golfo de Cariaco, *P. perna* aparentemente no modifica ni el patrón de desove ni la viabilidad de los gametos, pero no encuentra condiciones óptimas para la fijación y supervivencia de las larvas y postlarvas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. K. S. CHUNG y al Dr. M. CORREA por la lectura y sugerencias al manuscrito. A los señores ANTONIO SOTILLET y FREDDY BELLORÍN por la asistencia técnica y a EPIFANIO HERNÁNDEZ (Dibujante). Del mismo modo se agradece al CONICIT por el financiamiento de este trabajo (Proyecto S1-1024).

REFERENCIAS

- ACUÑA, A. 1977. Variación estacional de la fijación del mejillón *Perna perna* en los bancos naturales de la costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 16(1-2): 79-82.
- BEAUPERTHUY, I. 1967. Los mitilidos de Venezuela (Mollusca: Bivalvia). *Ibid.*, 6: 7-116.
- CARVAJAL, R. J. 1969. Fluctuación mensual de las larvas y crecimiento del mejillón *Perna perna* (L) y las condiciones ambientales de la ensenada de Guatapanare, estado Sucre, Venezuela. *Ibid.*, 8(1-2): 13-20.
- FERRAZ-REYES, E. 1976. Ciclo anual del fitoplancton en zonas de bancos naturales y de cultivo del mejillón *Perna perna* en el oriente de Venezuela. *Ibid.*, 15(2): 119-132.
- FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela. (I). Year to year change of upwelling. *Ibid.*, 4(2): 223-233.
- LJOEN, R. & L. E. HERRERA. 1965. Some oceanographic conditions of the coastal waters of eastern Venezuela. *Ibid.*, 4(1): 7-50.
- LOOSANOFF, V. 1974. Factors responsible for mass mortalities of molluscan larvae in nature: A review. *Fifth annual meeting world mariculture society*, 291-312.
- MANDELLI, E. & A. ACUÑA. 1975. The culture of the mussel *Perna perna*, and the mangrove oyster, *Crassostrea rhizophorae*, in Venezuela. *Mar. Fish. Rev.*, 37: 15-18.
- MARGALEF, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. *Mem. Cienc. Nat. La Salle*, 25: 1-70.
- SALAYA, J.J.; I. BEAUPERTHUY Y J. MARTÍNEZ. 1973. Estudio sobre la biología, pesquería y cultivo del mejillón *Perna perna* (L) en Venezuela. *INF. TEC. Minist. Agric. Cría Venez.*, (62).
- SALAYA, J.J.; J. LODEIRO Y J. MARTÍNEZ. 1977. Estudio sobre la fijación de larvas de mejillón *Perna perna*, en la ensenada de La Esmeralda y Guatapanare (Estado Sucre, Venezuela). *FAO. Fishery Report*. 200: 385-393.
- SIDDALL, S.E. 1978. Effects of temperature and salinity on metamorphosis in two tropical mussels. *Proc. Nat. Shellfisheries Assoc.*, 69: 199.
- _____ 1979. Temporal changes in the salinity and temperature requirement of tropical mussel larvae of the genus *Perna*. *Proc. World Mariculture Soc.*, 9: 549-566.
- VÉLEZ, R.A. 1971. Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna* natural y cultivado. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 10(2): 3-8.
- VÉLEZ, R.A. & C.E. EPIFANIO. 1981. Effects of temperature and ration on gametogenesis and growth in the tropical mussel *Perna perna* (L). *Aquaculture*, 22: 21-26.
- VÉLEZ, R.A. 1983. Cultivo de semillas de mejillón *Perna perna* bajo medio ambiente controlado. I. Etapa experimental. *Trabajo de ascenso. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, pp. 88.

(Manuscrito recibido el 1 de diciembre de 1986)