

# ACONDICIONAMIENTO GONADICO Y DESOVE DE LA ALMEJA CATARINA *Argopecten circularis* (SOWERBY, 1835) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Ma. Araceli Avilés Quevedo\*  
Margarita O. Muciño Díaz\*

## RESUMEN

Se presenta información sobre el acondicionamiento gonádico y desove de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en condiciones de laboratorio, utilizando como fuente de alimento dos especies de microflagelados.

Se obtuvieron reproductores en una fase de indiferenciación gonádica, mantenidos para su acondicionamiento gonádico en una temperatura de 17°C a 19°C, una salinidad de 35‰ y un sistema abierto de agua marina sin filtrar por 18 horas con un flujo de dos litros por minuto. Estos fueron tratados con dos dietas monoespecíficas, *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis chui*, suministradas cada una en cinco concentraciones diferentes una vez al día en sistema cerrado por seis horas, dos grupos testigo sirvieron de referencia para probar el consumo de la dieta. Se concluye que en estas condiciones la dieta monoespecífica *I. galbana* en concentraciones de  $40 \times 50 \times 10^8$  cel/almeja/día, da en cuatro semanas reproductores completamente maduros. El desove de éstos corroboró el éxito del acondicionamiento gonádico.

## ABSTRACT

Information on conditioning and spawning of *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) under laboratory conditions, using two microflagellate species as food source, is presented.

Spawners were obtained at an indifferenced gonadic stage and maintained in an open 2 l/min marine water system at temperature of 17°C to 19°C and 35‰ of salinity. These were with two monospecific diets, *Isochrysis galbana* and *Tetraselmis chui* were supplied at five different concentrations, once a day for six hours. Two additional control groups were used to test diet's consumption. It was concluded that under these condition of monospecific diets of *I galbana* in concentrations of 40 to 50 x 10<sup>8</sup> cell/scallop/day, completely mature specimens were produced in four weeks. Their spawning confirmed the successful gonadic conditioning.

## INTRODUCCION

La pesquería de la almeja catarina es regionalmente una tradición y ha sido objeto de una explotación intensiva en la Bahía de La Paz y Santo Domingo, al grado que los pescadores han tenido que trasladarse a otras zonas porque la extracción en estos lugares ya no es redituable (Aguilar *et al.*, 1985). Por otro lado, las poblaciones naturales de la Ensenada de La Paz se han visto afectadas por una serie de daños ecológicos como el avance de la contaminación urbana, el azolvamiento, catástrofes naturales y enfermedades, los cuales contribuyen notablemente a la lenta recuperación de estas poblaciones.

Este recurso es factible de ser cultivado, además que tiene buen valor en el mercado, buena aceptabilidad en el consumo y un crecimiento

rápido que en seis u ocho meses alcanza la talla comercial, sin considerar que Baja California Sur cuenta con numerosas zonas protegidas altamente productivas y alejadas de las zonas urbanas y de las fuentes de contaminación industrial o agrícola (Félix, 1978; Tripp, 1985; Amador, 1983).

El cuello de botella es la captación de semilla, la cual es muy aleatoria. Una alternativa sería su producción en el laboratorio mediante el mantenimiento de un *stock* de reproductores maduros, la inducción del desove y el cultivo de huevos y larvas hasta el estadio de fijación, lo que aseguraría la obtención de semilla en cantidad y calidad, permitiendo la programación de la producción. La posibilidad de establecer las técnicas para la producción de larvas de moluscos en el laboratorio, así como el establecimiento de las condiciones para el mantenimiento de reproductores ma-

\* Centro Regional de Investigación Pesquera, La Paz, B.C.S. Instituto Nacional de la Pesca.

duros, nos llevó a plantear el presente trabajo sobre el acondicionamiento gonádico y desove de *A. circularis*.

## MATERIAL Y METODOS

Las microalgas unicelulares *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis chui* fueron cultivadas en el laboratorio a temperatura de 20°C + 1°C, con una salinidad de 32‰, un fotoperíodo de 18 hrs. y medio f/2 de Guillard, modificado en las vitaminas. Es importante señalar esto, ya que la composición de las microalgas puede variar considerablemente, en función de las condiciones físico-químicas del cultivo (Walne, 1974).

El cultivo se realizó, según el método de lotes descrito por Guillard (1972), Breese y Malouf (1975), Ukeles (1976) y Dupuy *et al.* (1977), hasta niveles masivos de 500 litros. La cosecha del mismo fue cinco o siete días después de la inoculación, cuando el cultivo se encontraba en la fase de crecimiento exponencial como lo describe el modelo de Fogg (1975), ya que en esta fase las algas contienen más carbohidratos y proteínas, dando como resultado ostras con más contenido de glicógeno (Flaak y Epifanio, 1978).

Los reproductores se colectaron en marzo de 1984 en la Ensenada de La Paz, B.C.S., y se seleccionaron las almejas en estado de indiferenciación gonádico. Previamente, fueron cepillados para eliminar toda forma extraña de sus conchas que pudiera competir o dañar a la almeja.

Para estudiar el comportamiento de los reproductores de la almeja catarina en el laboratorio, se trabajó en el mes de abril con 10 charolas de madera recubiertas de fibra de vidrio con capacidad de 68 litros. Cada charola contenía 10 organismos con agua de mar corriente sin ningún filtrado, bombeada del mar con una salinidad de 35‰ durante 18 hrs., y a una temperatura de 17°C a 19°C. Se suministró una ración alimenticia diaria por un período de seis hrs., durante el cual se cerraba el flujo de agua marina para que las almejas consumieran el alimento; asimismo, se mantenía un burbujeo constante en el agua de las charolas para mantener homogeneizado el cultivo y oxigenar el agua. Esto mismo acondicionaba a la almeja (al constante movimiento que había en el laboratorio), ya que es muy sensible a los cambios de luz y al ruido, al cual responde cerrando sus valvas y dejando de consumir alimento.

El peso de cada uno de los ejemplares fue registrado al inicio y al final del experimento con ayuda de una balanza digital Mettler (R) con precisión de centésimas de gramos; previamente al pesado, las almejas fueron secadas y expuestas al aire por 1-2 minutos para que drenara el agua contenida en el interior de sus valvas.

El diseño experimental que se eligió fue el modelo de efectos fijos del análisis de varianza de dos factores, ya que nos permite evaluar separadamente los efectos de cada uno de los elementos que afectan a una sola unidad experimental, que en nuestro caso eran el incremento en peso de los ejemplares adultos de *A. circularis* y las dietas mono-específicas de *I. galbana* y *T. chui*, las cuales se usaron en cuatro concentraciones y un grupo testigo, respectivamente. Este análisis nos permitió detectar el efecto de la interacción de los factores (Zar, 1974; Shefler, 1981). Las hipótesis planteadas son:

Ho: No existen diferencias estadísticas en el incremento en peso de las almejas tratadas con las distintas dietas.

Ho: No existen diferencias estadísticas en el incremento en peso de las almejas tratadas con las distintas concentraciones de las dietas.

Ho: No existe interacción estadística entre las dietas y las concentraciones en el incremento en peso de las almejas.

Las concentraciones de *I. galbana* y *T. chui* utilizadas en cada grupo de ejemplares adultos de *A. circularis* fueron: *I. galbana*, 0.0, 0.5, 0.75, 1.0 y 1.25, 1.25 x 10<sup>6</sup> cel/ml; y *T. chui*, 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 x 10<sup>6</sup> cel/ml.

Las concentraciones de alimento para cada grupo se obtuvieron con base en la expresión:

$$X = \frac{vb}{a}$$

donde:  $v$  = Volumen total requerido.  
 $a$  = Densidad celular del cultivo\*  
 $b$  = Densidad celular requerida.  
 $x$  = Volúmen necesario del cultivo de microalgas para obtener un volumen ( $v$ ) a una densidad ( $b$ ).

\* La densidad celular de los cultivos mono-específicos de cada microalga se obtuvo diariamente por conteo microscópico, según el método descrito por Dupuy *et al.* (1977).

La variable de respuesta observada fue el incremento en peso total al final del experimento y el desarrollo gonádico revisado macroscópicamente cada semana.

Una vez que se detectó la madurez gonádica en los reproductores, se les dejó un día sin alimento y en agua de mar filtrada para que se depuraran y eliminaran heces y otros metabolitos antes de iniciar la inducción al desove.

La inducción al desove se realizó en una de las charolas de madera con agua de mar circulante, filtrada y tratada con luz U.V. Esta se llevó a cabo con los organismos que estaban completamente maduros, siguiendo el método empleado por Fujiya (1970) y Breese y Malouf (1975) en *Crassostrea gigas* y Castagna y Duggan (1971) con *Argopecten irradians*, el cual consiste en incrementos graduales de temperatura de 20°C a 30°C y de 30°C a 25°C.

Una vez que empezaba el desove, el ejemplar era separado y colocado en un recipiente PIREX hasta que terminaba la expulsión de la primera porción gonádica, para después colocarlo en otro recipiente PIREX con agua a la misma temperatura, para que continuara con la expulsión de la otra porción gonádica y tener así óvulos y espermatozoides separados hasta el momento de la fecundación para evitar la polispermia.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El cultivo de *I. galbana* y *T. chui* con el medio "f/2" de Guillard en las condiciones descritas tuvieron un crecimiento exponencial, en el cual en un período promedio de cinco a siete días, la población aumentó de cinco a siete x 10<sup>6</sup> cel/ml, mientras que *T. chui* en el mismo alcanzó un aumento de 2 a 3 x 10<sup>6</sup> cel/ml (Fig. 1).

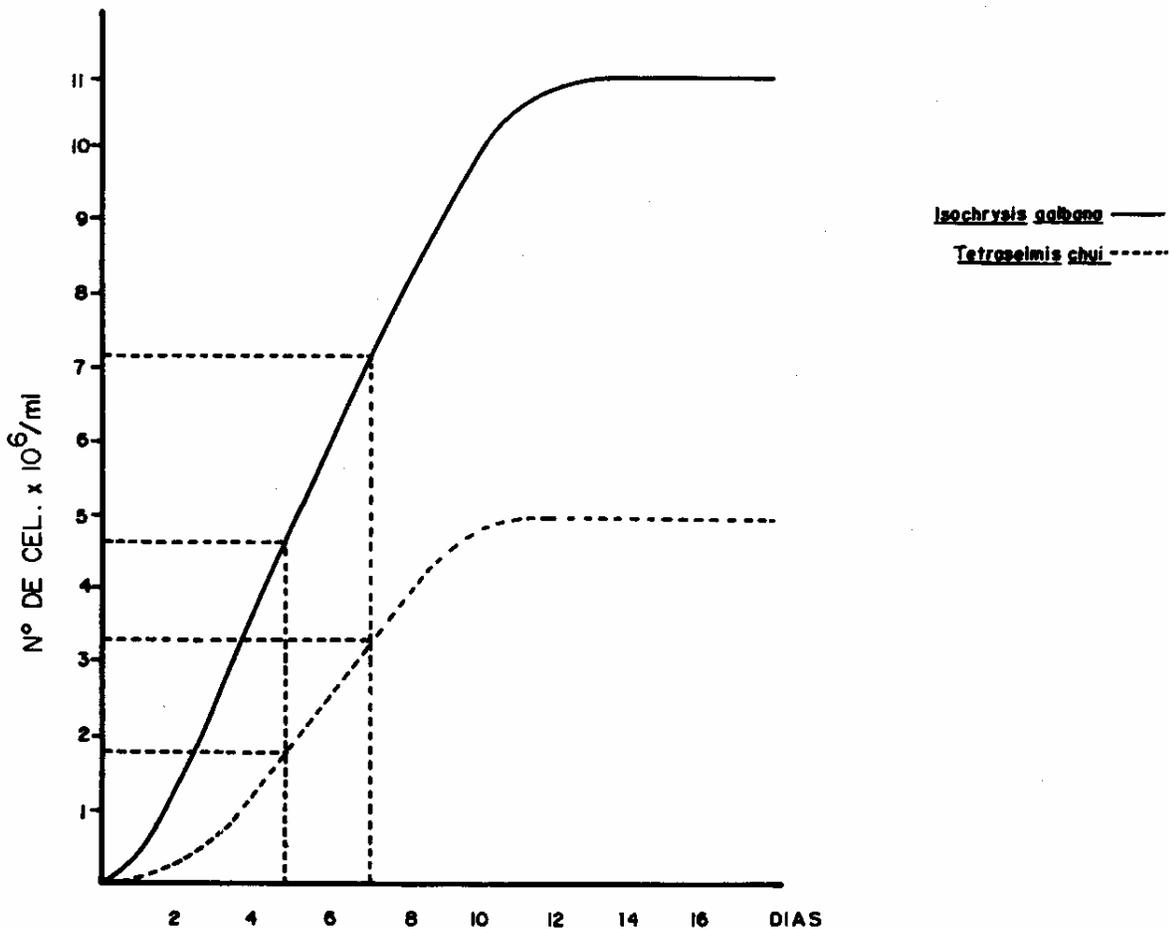


FIG. 1. CRECIMIENTO EXPONENCIAL DEL CULTIVO DE *Isochrysis galbana* Y *Tetraselmis chui* CON EL MEDIO F/2 DE GUILLARD EN VOLUMEN LIMITADO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

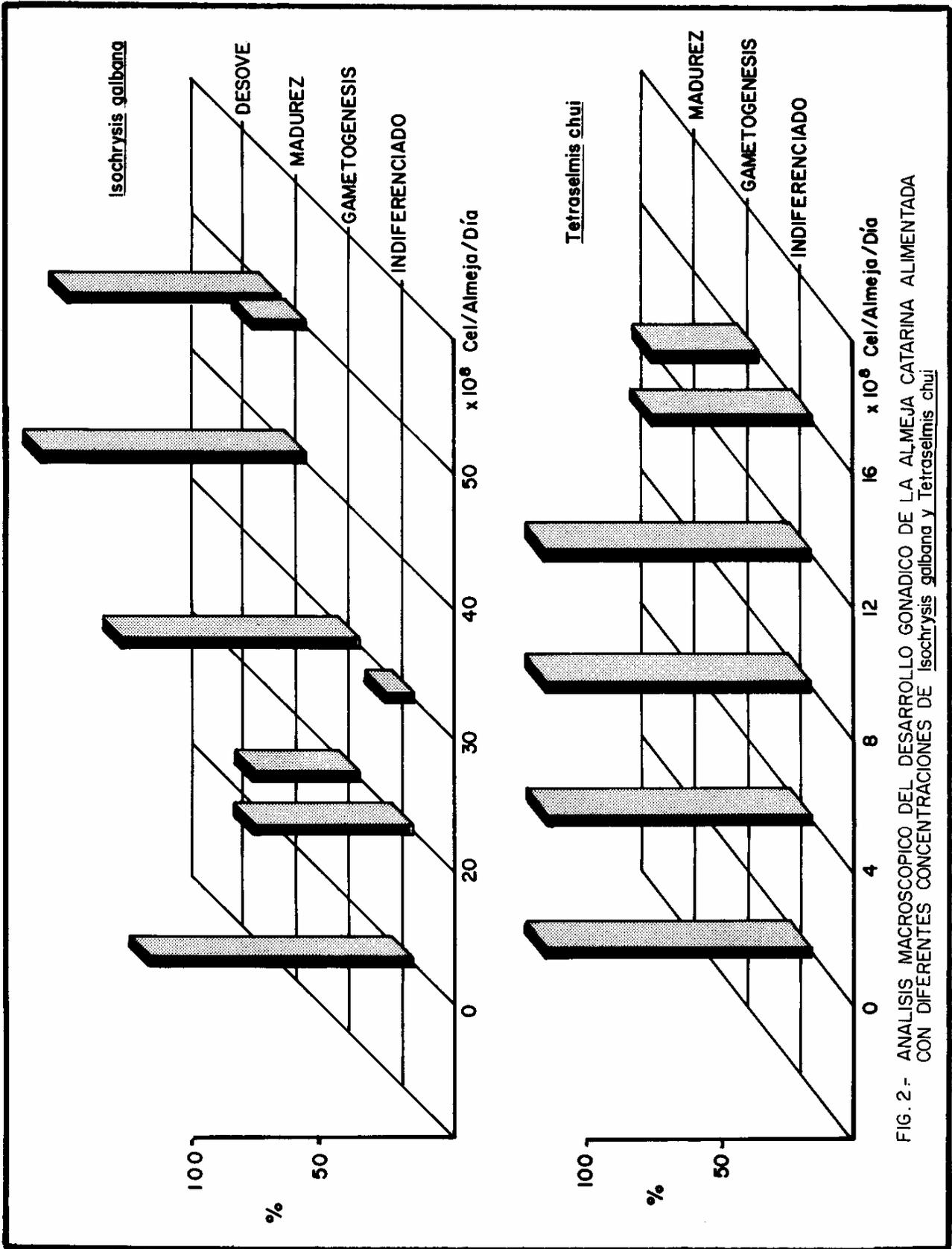


FIG. 2.- ANALISIS MACROSCOPICO DEL DESARROLLO GONADICO DE LA ALMEJA CATARINA ALIMENTADA CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis chui*

Las concentraciones utilizadas de *I. galbana* fueron mayores, ya que esta microalga es menor que *T. chui*. En estudios preliminares se observó que *A. circularis* consumía en 3.5 horas la primera concentración, en 5 horas la siguiente y en 6 horas casi consumía las dos últimas concentraciones, por lo que se decidió estudiar si eran suficientes estas concentraciones de alimento en el acondicionamiento gonádico de esta almeja o si era aprovechado, al menos, en el incremento en peso.

Con las dos concentraciones más altas de la dieta monoespecífica *I. galbana*, se obtuvieron reproductores completamente maduros en un período de cuatro semanas a una temperatura de 17°C a 19°C, con una salinidad de 35‰ y flujo continuo de agua marina sin filtrar durante 18 horas. La dieta a base de *T. chui* no proporcionó ningún cambio en el aspecto gonádico de los reproductores (Fig. 2).

En cuanto al peso de los ejemplares, éste permaneció igual o disminuyó en la mayoría de los casos cuando se utilizó esta dieta. El grupo de reproductores tratados con la dieta *I. galbana* en las concentraciones de 0.75, 1.0 y 1.25 x 10<sup>6</sup> cel/ml, presentaron un incremento en peso mientras que el grupo testigo y la concentración de 0.5 x 10<sup>6</sup> cel/ml no fueron suficientes para desarrollar la actividad gametogénica ni para incrementar el peso.

El tamaño de los ejemplares se encontraba entre 4.5 y 5.5 cm., que es el tamaño máximo de la almeja catarina en la Ensenada de La Paz (Félix, 1975 y Tripp, 1985), por lo que no se consideró el crecimiento. En cuanto al incremento en peso, el análisis de varianza factorial de efectos fijos, dio la evidencia experimental y estadística de que *I. galbana* y *T. chui* en las diferentes concentraciones en la dieta de *A. circularis* producen efectos significativamente distintos a un  $\alpha = 0.05$  como puede observarse en la tabla 1.

TABLA 1. ANALISIS DE VARIANZA FACTORIAL

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Gl.	Media Cuadrática	Razón de Varianza	F (0.05)	Evaluación
Total	236.84	99	15.84			
Dieta	15.84	1	15.84	10.65	3.96	Se rechaza HO con 0.001 < p < 0.005
Concentración	51.82	4	12.95	8.71	2.48	Se rechaza HO con p < 0.0005
Interacción	35.34	4	8.84	23.77	2.48	Se rechaza HO con p << 0.0005
Error	133.84	90	1.49			

Se realizó separadamente un Análisis de Varianza (An. de Va.) para cada grupo experimental para determinar con la ayuda de una prueba de comparación múltiple, como lo es la prueba de Dunnett (Zar, 1974), si las concentraciones de 1.0 y 1.25 x 10<sup>6</sup> cel/ml fueron las mejores en la dieta de *I. galbana* (Tabla 2), el An. de Va., para el grupo de almejas alimentadas con *T. chui* no fue significativo, por lo que no se les hizo esta prueba.

El desove de *A. circularis* respondió positivamente al cambio de temperatura, desovando el 100 por ciento de los ejemplares cuando la temperatura descendía de 30° a 25°C, el desove de ambos sexos fue total y de forma alternada, lo que nos permitió obtener separadamente óvulos y espermatozoides. En todos

los casos se expulsaron primeramente los espermatozoides y 20 minutos después los óvulos.

El éxito en el desove fue la prueba definitiva de que se cumplieron los objetivos del experimento.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivo de *I. galbana*, suministrado en las concentraciones de 40 a 50 x 10<sup>8</sup> cel/almeja/día (que corresponde a las concentraciones de 1 a 1.25 x 10<sup>6</sup> cel/ml) en las condiciones de laboratorio ya mencionadas fue suficiente para acondicionar gonádicamente a *A. circularis* en cuatro semanas.

Es necesario ampliar este experimento para establecer el tiempo en que pueden mantener-

se organismos maduros sin que reabsorban su producción gonádica, o bien, ensayar si los organismos maduros extraídos del medio natural pueden mantenerse en este estado gonádico en el laboratorio por un período mayor que el natural.

El estudio minucioso de los rangos de tolerancia a los factores fisicoquímicos de las distintas fases de desarrollo de esta almeja es de vital importancia para la producción controlada en el laboratorio de larvas y fijaciones.

TABLA 2. COMPARACION DE LA MEDIA DE UN GRUPO CONTROL CON LA MEDIA DE LOS OTROS GRUPOS (DUNNETT, 1955)

Comparación 5 Vs A	Diferencia ( $\bar{X}_5 - \bar{X}_A$ )	Error Estándar	$q'$	$p$	$q'0.05(1)45_1p$	Conclusión HO: $\bar{X}_5 < \bar{X}_A$
5 Vs 1	34.5	0.51	67.6	5	4.04	Se rechaza HO: $\bar{X}_5 < \bar{X}_1$
5 Vs 2	25.1	0.51	49.2	4	3.79	Se rechaza HO: $\bar{X}_5 < \bar{X}_2$
5 Vs 3	24.0	0.51	47.1	3	3.44	Se rechaza HO: $\bar{X}_5 < \bar{X}_3$
5 Vs 4	4.8	0.51	9.4	2	2.86	Se rechaza HO: $\bar{X}_5 < \bar{X}_4$
4 Vs A						HO: $\bar{X}_4 > \bar{X}_A$
4 Vs 1	29.7	0.51	38.2	4	3.79	Se rechaza HO: $\bar{X}_4 < \bar{X}_1$
4 Vs 2	20.3	0.51	39.8	3	3.44	Se rechaza HO: $\bar{X}_4 < \bar{X}_2$
4 Vs 3	19.3	0.51	37.6	2	2.86	Se rechaza HO: $\bar{X}_4 < \bar{X}_3$

#### LITERATURA CITADA

- AGUILAR, CH. M. y M.A. HERNANDEZ, V. 1985. Importancia, evolución y características de la pesquería de almeja catarina en Baja California Sur. UABCS. 60 p. (en prensa).
- AMADOR, B.J. 1983. Cultivo de almeja catarina *Argopecten circularis* en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Tesis Prof. Esc. Sup. de Ciencias Mar. Univ. Aut. Baja California.
- BREESE, W.P. y R.E. MALOUF. 1975. Hatchery manual for the pacific oyster. Publ. No. ORESU-H-75-002. 22 p.
- CASTAGNA, M.A. y W.P. DUGGAN. 1971. Spawning and rearing the bay scallop VIMS laboratory methods. *Mar. Res. Adv. Ser.* No. 5.
- DUPUY, J.L., N.T. WINDSOR y C.E. SUTTON. 1977. Manual for design and operation of an oyster seed hatchery for the american oyster *Crassostrea virginica*. Special report No. 142. VIMS. 104 p.
- FELIX, P.E. 1975. Informe del Programa de Estudios Ecológicos de Bahía Concepción, Estero San Lucas y Bahía de La Paz. Residencia de Acuicultura, S.R.H. La Paz, B.C.S.

- FELIX, P.E. 1978. Cultivo de almeja catarina. Informe técnico anual Oficina de Desarrollo Acuacultural, Departamento de Pesca, La Paz, B.C.S.
- FLAAK, A.R. y C.E. EPIFANIO. 1978. Dietary protein levels and growth of the oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Biol.* 45:157-163.
- FOOG, G.E. 1975. Algal cultures and phytoplankton ecology, Univ. Wisconsin Press, U.S.A. 175 p.
- FUJIYA, M. 1970. Oyster farming in Japan. *Helgolander wiss. Meeresunters.* 20:464-479.
- GUILLARD, R.R.L. 1972. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. p. 29-60; In: *Culture of Marine Invertebrate Animals*. Smith, W.L. y Chanley, M.H. (Eds) Plenum Press N.Y. 338 p.
- SCHEFLER, W.C. 1981. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano, S.A. 267 p.
- TRIPP, Q.A. 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Baja California Sur. Tesis de M. en C. CICIMAR, I.P.N., México. 164 p.
- UKELES, R. 1976. Cultivation of plants. Cap. 4:367-466 In: *Marine Ecology* Kine, O. (ED) J. Wiley Sons, London. 577 p.
- WALNE, P.R. 1974. Culture of bivalve molluscs, 50 year's experience at conwy. The white friars Press Ltd., London. 173 p.
- ZAR, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood, Cliff, N.J. U.S.A. 620 p.