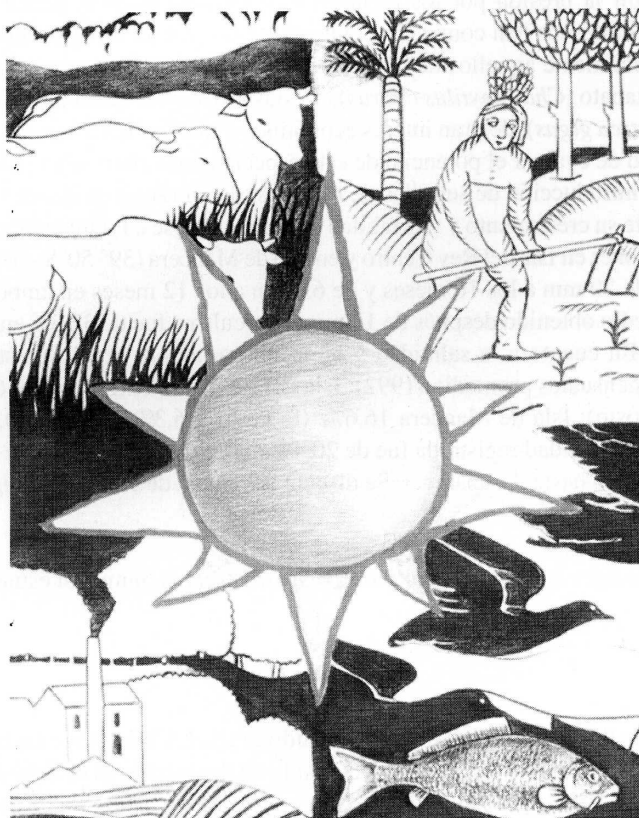


## CULTIVO DE LA OSTRA DEL PACIFICO *Crassostrea gigas* UNA OPCION PRODUCTIVA PARA PESCADORES ARTESANALES EN UN HUMEDAL ESTUARINO DEL SUR DE CHILE

Pacific oyster *Crassostrea gigas* culture a productive option for artisan fishermen in an estuarine wetland in southern Chile

P. Möller<sup>1</sup>, P. Sánchez<sup>2</sup>, J. Bariles<sup>3</sup> & A. Muñoz-Pedreros<sup>1,4</sup>



<sup>1</sup>Centro de Estudios Agrarios y Ambientales CEA, Casilla 164, Valdivia, Chile. Correo electrónico: cea@ceachile.cl <sup>2</sup>Departamento de Biología y Química, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco. Casilla 15-D, Temuco, Chile. <sup>3</sup>Facultad de Acuicultura y Veterinaria, Universidad Católica de Temuco. Casilla 15-D, Temuco, Chile. <sup>4</sup>Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco. Casilla 15-D, Temuco, Chile.

## RESUMEN

Los humedales asociados al sistema estuarial del río Valdivia, Chile, han sostenido durante décadas a poblaciones de pescadores artesanales, cuya economía se ha basado principalmente en la extracción de peces, moluscos y algas. Al igual que en otros sectores costeros, esta práctica depredadora ha conducido a una drástica disminución de los recursos hidrobiológicos locales y como consecuencia directa un empobrecimiento de las comunidades que viven de estos recursos. En el ámbito social los pescadores artesanales presentan bajos niveles de calidad de vida, asociados a opciones productivas poco diversificadas, falta de capacitación y asistencia técnica y un grado de organización deficiente, entre otras falencias. La dependencia entre esta situación socioeconómica y el estado de los recursos naturales motivó la formulación de una propuesta de desarrollo sustentable para el sector costero basada en los cultivos marinos, la organización de los pescadores y la capacitación permanente, como importantes factores para disminuir la presión por los recursos hidrobiológicos en el sector costero de Valdivia. Diversas especies de moluscos han concitado el interés de los pescadores artesanales para iniciar cultivos artificiales, especialmente aquellos de distribución natural en el área como son el chorito (*Mytilus chilensis*) y el choro zapato (*Choromytilus chorus*). A estas especies se suma un molusco exótico, la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*), de gran interés económico y que fue introducida en el norte de Chile en 1978. Con la finalidad de evaluar el potencial de esta especie como alternativa productiva en la zona de estudio, se realizó la introducción de semillas de *C. gigas*, de un rango de tamaño de 7-10 mm, controlándose mensualmente su crecimiento y mortalidad durante 13 meses. La investigación se realizó en dos áreas, el río Tornagaleones en Isla del Rey Centro y en Isla de Mancera (39° 50' S - 39° 57' S), obteniéndose una talla comercial de 70 mm a los 10 meses y de 65 mm a los 12 meses en ambos lugares respectivamente. El peso promedio obtenido después de 13 meses de cultivo fue de 32,3 g en Isla del Rey y 25,0 g en Isla de Mancera. En cuanto a la salinidad y temperatura, ambas áreas de estudio presentaron las siguientes extremas mensuales promedio (1992): Isla del Rey, 16,6‰ (febrero) y 6,0‰ (junio); 20,1°C (enero) y 10,5°C (agosto); Isla de Mancera 16,6‰ (febrero) y 6,3‰ (junio); 20,1°C (enero) y 9,5°C (agosto). La máxima mortalidad registrada fue de 20,4% durante el primer mes de cultivo, en los meses siguientes ésta disminuyó hasta desaparecer. Se discute la ventaja de cultivar *C. gigas* en un ecosistema de estuario en el sur de Chile.

Palabras claves: pescadores artesanales, cultivo, *Crassostrea gigas*, humedal estuarino, sur de Chile

## ABSTRACT

Wetlands associated to the estuarial system of the Valdivia river, Chile, have sustained during decades artisan fishermen, whose economy has been based mainly on the extraction of fish, shellfish and seaweed. Like in other coastal areas, these predatory practices severely diminish the local hydrobiological resources and consequently greatens the impoverishment of the community which base its life on these resources. In social ambit the artisan fishermen show low quality levels of life, associated to little diversified productive options, lack of qualification and technical assistance and a deficient degree of organization, among other needs. The dependence between this socio-economic situation and the state of the natural resources led to the formulation of a development proposal for the coastal sector based on marine cultures, organization, and permanent qualification of fishermen, as important factors to diminish the pressure on the hydrobiological resources in the coastal area of Valdivia. Diverse species of shellfish have aroused the interest of artisan fishermen for artificial cultures, specially those that have natural distribution in the area as chorito mussel (*Mytilus chilensis*) and choro zapato (*Choromytilus chorus*). Additionally, the exotic Pacific oyster (*Crassostrea gigas*), introduced in the north of Chile in 1978, is of great economic interest. In order to evaluate the potential of this species as a productive alternative, seeds of *C. gigas* were introduced in the area of study. Their size ranked between 7-10 mm, and monthly growth and

mortality were recorded during 13 months. The study was carried on in two areas, the Tornagaleones river at Isla del Rey Centro and Isla de Mancera (39° 50' S - 39° 57' S), obtaining a commercial size of 70 mm in 10 months and of 65 mm in 12 months, respectively. The average weight obtained after 12 months of culture was 32.3 g in Isla del Rey Centro and 25.0 g in Isla de Mancera. Salinity and temperature, in both study areas, showed, in 1992, a monthly extreme average of 16,6‰ (February) and 6,0‰ (June); 20,1°C (January) and 10,5°C (August) in Isla del Rey Centro, and in Isla de Mancera 16,6‰ (February) and 6,3‰ (June); 20,1°C (January) and 9,5°C (August). Maximum registered mortality was 20,4% during the first month of culture, diminishing in the following months until it disappear. The advantage of cultivating *C. gigas* in an estuary ecosystem in southern Chile is discussed.

Key words: artisan fishermen, culture, *Crassostrea gigas*, estuarine wetland, southern Chile

## INTRODUCCION

Los humedales, si bien son ecosistemas de alta biodiversidad y enorme potencial, en la mayoría de los casos no han sido adecuadamente utilizados. Los ambientes de estuario son, por definición, humedales de alto valor biológico y han sido ancestralmente sitios de ocupación humana, por lo tanto sometidos a diversos y usualmente fuertes impactos ambientales. El estuario del río Valdivia y la bahía de Corral han sido ocupados por indígenas prehispanicos que mantenían una economía extractiva basada en los recursos hidrobiológicos (Muñoz-Pedreros et al. 1991).

Estas economías extractivas sujetas a una demanda creciente de productos del mar y dominada por intermediarios hace que la presión por estos recursos sea cada vez más intensa, como consecuencia de ello los pescadores han ido agotando localmente los recursos debiendo alejarse cada vez más de la costa para acceder a nuevas zonas de explotación. Esta situación de insostenibilidad económica y ambiental nos motivó a la ejecución de un programa de desarrollo para el sector costero basado en la búsqueda de opciones productivas que radiquen en los cultivos marinos, el fortalecimiento de las organizaciones de pescadores artesanales y la capacitación permanente, como importantes factores para disminuir la presión por los recursos hidrobiológicos del

estuario y bahía bajo estudio (para mayores antecedentes véase a Muñoz-Pedreros et al. 1991).

El desarrollo de técnicas de cultivo asociadas al conocimiento biológico de las especies y la transferencia de estos conocimientos han permitido que las poblaciones ribereñas inicien el cultivo de especies, tanto nativas como introducidas, para mejorar sus ingresos económicos y disminuir la presión sobre los recursos locales. En este contexto la elección de una especie a cultivar está asociada a que ésta tenga demanda en el mercado, se conozca su técnica de cultivo, su manejo sea fácil de realizar y su infraestructura productiva demande bajo capital inicial. Quienes cumplen con estos requisitos son las especies de moluscos principalmente ostras y mitílidos. Para este sector en particular la idea era cultivar ostras ya que permitiría comerciar en la zona un producto que no tenía competencia en el mercado a un precio atractivo. De dos ostras presentes en Chile se descartó la ostra nativa *Tiostrea chilensis* (Philippi 1845) ya que su ambiente natural es esencialmente marino, eligiéndose *Crassostrea gigas* (Thunberg 1795) especie originaria de Japón, Corea y China, que posee un alto precio comercial y valor culinario (Bautista 1989). *C. gigas* ocupa una extensa área geográfica entre las latitudes 30 y 40° N y es cultivada exitosamente tanto en sus países de origen como en la costa oeste de los

EEUU y Canadá. Ha sido introducida exitosamente en Francia, Inglaterra, Marruecos, Australia, Nueva Zelandia, México y Brasil ubicándose preferentemente en bahías, estuarios y lagunas de aguas marinas (Akaboshi 1979).

*Crassostrea gigas* fue introducida en Coquimbo, norte de Chile, en 1978, con el objetivo de evaluar su adaptación a las condiciones de las aguas del Pacífico Sur y a una supuesta ventaja económica basada en una mayor tasa de crecimiento comparada con *T. chilensis*. Luego de esa experiencia, se comprobó que, aún cuando alcanzaba la madurez sexual, no se reproducía en condiciones naturales (Munita 1989).

Pese a que *C. gigas* está siendo cultivada en ciertos puntos del país (Coquimbo, Tongoy y Chiloé) para la fecha de realización de este estudio, aún no se había introducido en la provincia de Valdivia, desconociéndose su respuesta de aclimatación a un hábitat de condiciones estuarinas. El cultivo de la ostra del Pacífico se propuso como una nueva opción

productiva para los pescadores artesanales, contribuyendo a disminuir la presión extractiva sobre los recursos locales, enfatizándose este componente del programa de desarrollo para el sector costero en este estudio.

## MATERIALES Y METODOS

### Area de estudio

El sistema estuarial del río Valdivia ( $39^{\circ}50' S$ ,  $73^{\circ}20' W$ ) está formado por los ríos San Pedro, Calle Calle y Cruces, los que confluyen en las cercanías de la ciudad de Valdivia para originar, 15 km río abajo, el estuario del mismo nombre, el que se subdivide en dos brazos, el del río Valdivia y el del río Tornagaleones. Ambos desembocan en la bahía de Corral (Pino et al. 1994). El trabajo se realizó en dos áreas del sistema estuarial; en el río Tornagaleones en Isla del Rey Centro y en Isla de Mancera (Fig. 1).

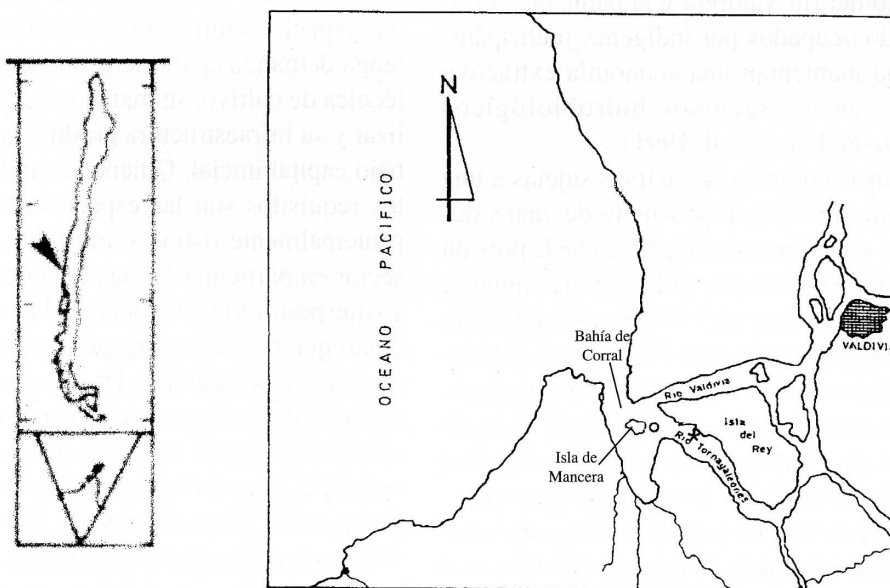


FIGURA 1. SITIOS DE ESTUDIO. ISLA DEL REY CENTRO (\*) ISLA DE MANCERA (°) X REGIÓN, CHILE.

Study sites. Isla del Rey centro (°) Isla de Mancera (\*) X Región, Chile.

El río Tornagaleones presenta, en el sector de Isla del Rey Centro, profundidades máximas entre 3 y 5 m. El fondo del río combina sustratos duros (rocas canchagua, piedra laja y cantos rodados) y blandos (limo-arcilla que yace sobre un subfondo de roca canchagua) (Poblete & Deppe 1978). En el área de estudio la profundidad es de 3 m con marea alta y de 2,5 m con marea baja. En el sector de Isla Mancera la profundidad es de 3,5 m con marea alta y de 3 m con marea baja. El tipo de fondo es duro, compuesto por conchuela, cantos rodados, arena gruesa y restos de piedra laja (Poblete & Deppe 1978).

El clima de la zona se caracteriza por ser del tipo Templado Cálido Lluvioso (sensu Koeppen 1948). Las precipitaciones están presentes todo el año, pero son mucho más abundantes durante los meses de invierno.

### Metodología

Se estudió el crecimiento y la mortalidad de una cohorte de *C. gigas*, en dos sitios del estuario del río Valdivia, durante 13 meses, entre octubre de 1991 y septiembre de 1992.

En cada sitio de estudio se midió la salinidad y la temperatura de una muestra de agua superficial. La salinidad fue registrada diariamente con un Refractómetro Meiji Techno modelo S-1 (precisión 0,5‰) y la temperatura con un termómetro Precisión A (precisión 1,0° C). Los datos obtenidos mensualmente se promediaron, graficándose las medias y sus respectivas desviaciones estándar.

Las ostras fueron mantenidas en el agua a una profundidad de 2 m en un sistema de parque fijo construido en madera, sobre el cual se instalaron dos bandejas de madera de 0.84 m<sup>2</sup> de superficie cada una y forradas en red mosquitera de 2 mm de abertura de malla. Cada bandeja fue dividida en tres secciones, en donde se instalaron 1.000 semillas de *C. gigas*.

Posteriormente, a partir de mayo, las ostras fueron trasladados a un sistema suspendido tipo «linterna» para facilitar su manipulación. Éstas consistieron en una estructura de seis pisos, confeccionada con una manga de red anchovetera de 2,5 cm de abertura de malla, y alambre galvanizado forrado como estructura de soporte. El largo de este sistema fue de 1,5 m y su diámetro de 0,5 m sosteniendo un total de 480 ostras (80 unidades por piso), las que permanecieron sumergidas permanentemente.

Las semillas de ostra del Pacífico, procedentes del Centro de Cultivos Marinos de Tongoy (IV Región), tenían un rango de talla inicial de 7-10 mm de largo y un peso que fluctuó entre 0,07-0,09 g. Mensualmente se extrajo al azar una muestra de 100 individuos registrándose talla y peso. El peso de las semillas se obtuvo pesando 1.000 unidades, es decir, el total de ostras. Mensualmente se llevó un registro de la mortalidad.

Los individuos fueron sometidos a morfometría de rutina, longitud, ancho y espesor (alto) fueron medidos con un pie de metro (precisión 0,01 mm). El peso húmedo total se midió en una balanza Ohaus CTP 1200 (precisión 0,1 g). Las mediciones se promediaron y ajustaron a la ecuación de von Bertalanffy (1938) según la fórmula:

$$L_t = [L_{\infty} * 1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde:

$L_t$  = longitud total

$L_{\infty}$  = longitud teórica máxima

$k$  = coeficiente de crecimiento

$t$  = tiempo

$t_0$  = tiempo a la longitud cero

Con la finalidad de familiarizar a los pescadores artesanales locales con esta especie se les involucró desde el inicio del estudio, realizándose todos los controles con su apoyo y participación especialmente de las mujeres.

Paralelamente al desarrollo de este estudio se dictaron cursos de capacitación sobre biología y cultivo de *C. gigas* a los pescadores, se realizaron talleres de construcción de sistemas de cultivo (parque fijo, balsas, "linternas"), además se capacitó y asesoró técnica y legalmente en la formación de una cooperativa.

## RESULTADOS

### Temperatura y Salinidad

En Isla del Rey, las temperaturas del agua presentaron una variación de 14,0°C a 25,0°C con un valor promedio de 20,5°C para el mes más caluroso (enero 1992) y de 9,0°C a 12,5°C con un promedio de 10,5°C para el mes más frío (agosto 1992) (Fig. 2). En cuanto a Isla de Mancera la temperatura varió entre 14,0°C y 24,0°C con un promedio de 20,1°C en el mes de enero de 1992 y de 9,0°C a 12,0°C con un promedio de 9,5°C para el mes más frío (agosto de 1992).

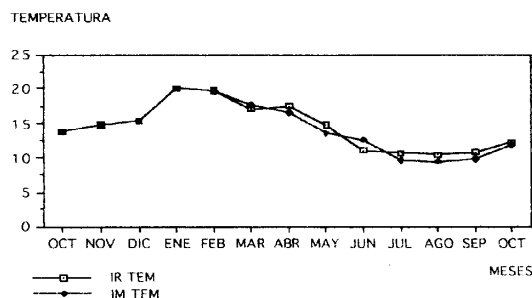


FIGURA 2. TEMPERATURA (°C) PROMEDIO MENSUAL DEL AGUA EN ISLA DEL REY (IR) E ISLA DE MANCERA (IM) (X REGIÓN, CHILE) 1991-1992.

Monthly mean water temperature in Isla del Rey (IR) and Isla de Mancera (IM) (X Región, Chile) 1991-1992.

La salinidad en Isla del Rey osciló entre

10,0‰ y 25,0‰ durante el mes de febrero de 1992 y de 0,0‰ a 10,0‰ en el mes septiembre 1991. En Isla de Mancera la salinidad osciló entre 10,0‰ y 25,0‰ en el mes de febrero de 1992 y de 0,0‰ a 10,0‰ en septiembre de 1991 (Fig. 3). Durante el mes de diciembre de 1991 debido a intensas precipitaciones, las salinidades, tanto en Isla del Rey como en Isla de Mancera, disminuyeron respecto del mes anterior, registrándose valores promedios de 9,0‰ y de 9,2‰ respectivamente.

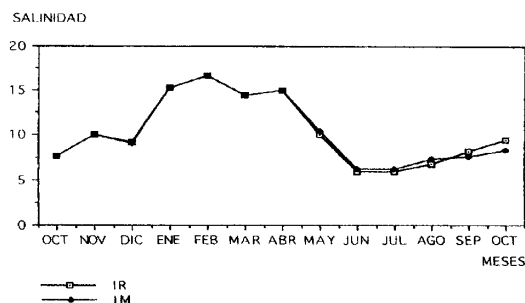


FIGURA 3. SALINIDAD (‰) PROMEDIO MENSUAL DEL AGUA EN ISLA DEL REY (IR) E ISLA DE MANCERA (IM) (X REGIÓN, CHILE) 1991-1992.

Monthly mean salinity in Isla del Rey (IR) and Isla de Mancera (IM) (X Región, Chile) 1991-1992.

### Crecimiento en Isla del Rey

En la Fig. 4 se muestran las curvas que representan el crecimiento teórico, de acuerdo a la ecuación de von Bertalanffy y el crecimiento observado a las distintas edades. Se obtuvo un crecimiento teórico máximo de 108,2 mm de longitud total (LT). La ecuación resultante fue:  $L_t = 108,2 (1 - e^{-0,0937(t-0,0643)})$ .

El análisis de los datos en Isla del Rey indica que el ritmo de crecimiento de *C. gigas* es constante (Fig 4), presentando un crecimiento más lento los tres primeros meses de cultivo, el que a partir del quinto mes de cultivo se incrementa, alcanzando una longitud de 74,6

mm en el mes de junio (1992). De este mes en adelante el crecimiento nuevamente es menor, alcanzando una longitud de 77,7 mm en el mes de octubre de 1992 (Fig 4).

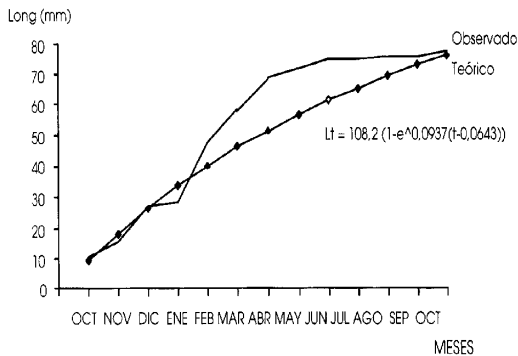


FIGURA 4. CRECIMIENTO MENSUAL DE *Crassostrea gigas* SEGUN LA ECUACION DE VON BERTALANFFY PARA ISLA DEL REY (X REGION, CHILE) 1991-1992

*Crassostrea gigas* monthly growth after von Bertalanffy's equation in Isla del Rey (X Región, Chile) 1991-1992.

Los datos de crecimiento teórico según la ecuación de von Bertalanffy muestran un crecimiento continuo durante los 13 meses del ensayo, obteniéndose una longitud total de 77,7 mm. La talla mínima de extracción de 70,0 mm, se obtiene teóricamente a los once meses de cultivo, sin embargo, los valores de crecimiento observados indican que los 70,0 mm se alcanzan a los ocho meses (Fig 4).

#### Crecimiento en Isla de Mancera

En este sitio de estudio se obtuvo un crecimiento teórico de 87,5 mm de longitud total (LT). Al aplicar la ecuación de von Bertalanffy el resultado fue:  $L_t = 87,5 (1 - e^{-0,1007(t+0,087)})$  (Fig. 6). En Isla de Mancera, los datos muestran que el ritmo de crecimiento de *C. gigas* también es constante (Fig. 5). Presenta un crecimiento leve los tres primeros meses de cultivo, que a partir del mes de enero (1992) se

incrementa, alcanzando una longitud de 65,3 mm en el mes de agosto. A partir de este mes el crecimiento es mínimo, alcanzando una longitud de 65,6 mm en el mes de octubre.

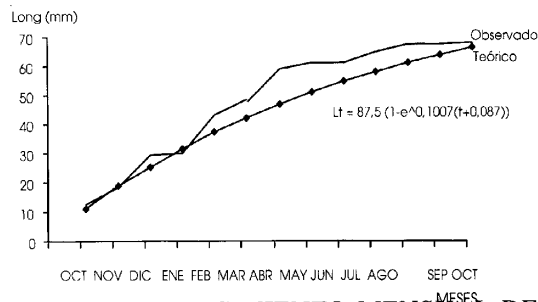


FIGURA 5. CRECIMIENTO MENSUAL DE *Crassostrea gigas* SEGUN LA ECUACION DE VON BERTALANFFY PARA ISLA DE MANCERA (X REGION, CHILE) 1991-1992

*Crassostrea gigas* monthly growth after von Bertalanffy's equation in Isla de Mancera (X Región, Chile) 1991-1992.

Analizando el crecimiento promedio mensual (Fig. 6 y 7), se observa que los mayores incrementos se obtuvieron en Isla del Rey, alcanzándose a los 13 meses una talla de 76 mm ( $\pm 8.0$ ) (octubre 1992), en cambio en Isla de Mancera se alcanzó en el mismo período una talla de 65,6 mm ( $\pm 5.0$ ).

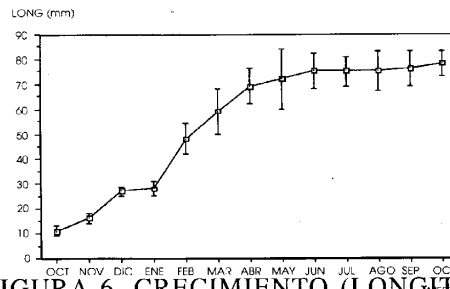


FIGURA 6. CRECIMIENTO (LONGITUD) MENSUAL DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DEL REY (X REGION, CHILE) 1991-1992

*Crassostrea gigas* monthly growth (length) in Isla del Rey (X Región, Chile) 1991-1992.

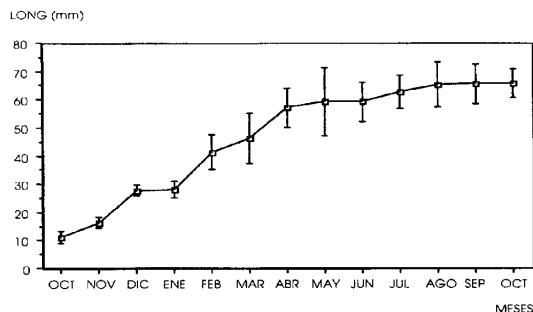


FIGURA 7. CRECIMIENTO (LONGITUD) MENSUAL DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DE MANCERA (X REGION, CHILE) 1991-1992

*Crassostrea gigas* monthly growth (length) in Isla de Mancera (X Región, Chile) 1991-1992.

**Peso**

El peso de los ejemplares estudiados de *C. gigas* aumenta progresivamente a medida que crecen en longitud, lo que se verifica por la ecuación semilogarítmica:

$$y = 1,328 * 10^{-4} * x^{-2,5861} \text{ Isla del Rey (Fig. 8)}$$

$$y = 8,470 * 10^{-5} * x^{-3,0034} \text{ Isla de Mancera (Fig. 9)}$$

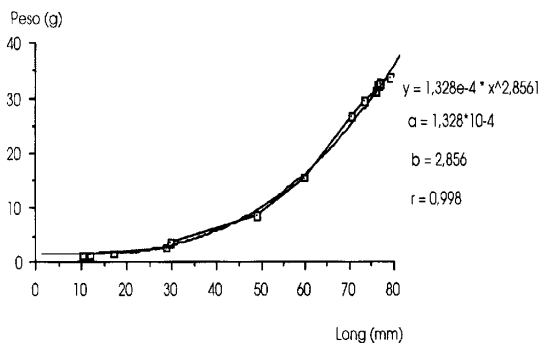


FIGURA 8. RELACION LONGITUD PESO DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DEL REY (X REGION, CHILE) 1991-1992.

*Crassostrea gigas* length weight ratio in Isla del Rey (X Región, Chile) 1991-1992.

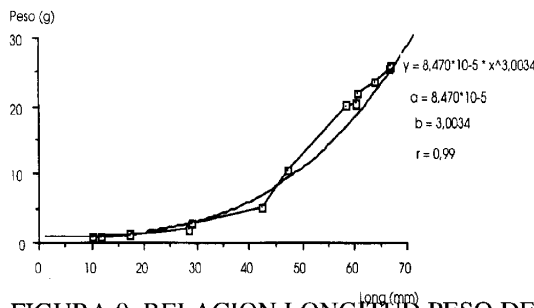


FIGURA 9. RELACION LONGITUD PESO DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DE MANCERA (X REGION, CHILE) 1991-1992

*Crassostrea gigas* length weight ratio in Isla de Mancera (X Región, Chile) 1991-1992.

En esta curva se puede apreciar que el peso total del cuerpo aumenta isométricamente hasta la talla 72,1 mm para Isla del Rey y de 65,3 mm para Isla de Mancera y posteriormente se incrementa alométricamente hasta obtener un peso máximo de 32,3 g para Isla del Rey y de 25,0 g para Isla de Mancera.

En las Fig. 10 y 11 se observa una comparación de los pesos promedios (g) obtenidos durante los meses de cultivo en los dos sitios de estudio. La gráfica muestra que durante los primeros tres meses de cultivo los pesos fueron similares, sin embargo, a partir del cuarto mes (enero 1992) los mayores pesos se registraron en Isla del Rey.

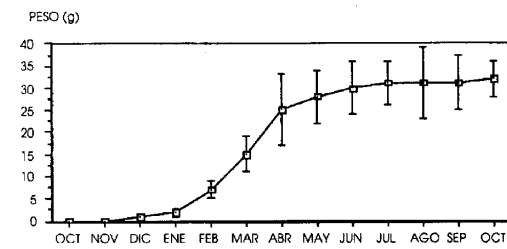


FIGURA 10. VARIACION MENSUAL DEL PESO PROMEDIO DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DEL REY (IR) (X REGION, CHILE) 1991-1992.

*Crassostrea gigas* monthly mean weight variation in Isla del Rey (X Región, Chile) 1991-1992.



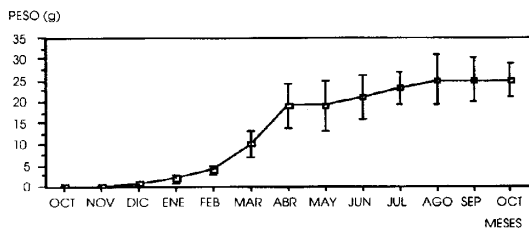


FIGURA 11. VARIACION MENSUAL DEL PESO PROMEDIO DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DE MANCERA (X REGION, CHILE) 1991-1992.

*Crassostrea gigas* monthly mean weight variation in Isla de Mancera (X Región, Chile) 1991-1992.

### Mortalidad

La mortalidad se expresó en porcentaje (%) como se observa en la Fig. 12. Durante el primer mes de cultivo (octubre 1991), se registró una mortalidad del 20,4% disminuyendo ésta a un 12,8% al segundo mes de cultivo. Tanto en Isla del Rey como en Isla de Mancera la mortalidad disminuyó al 1,8% en el mes de diciembre (1991). Posteriormente ésta se redujo a cero a partir de marzo (1992) en ambos sectores.

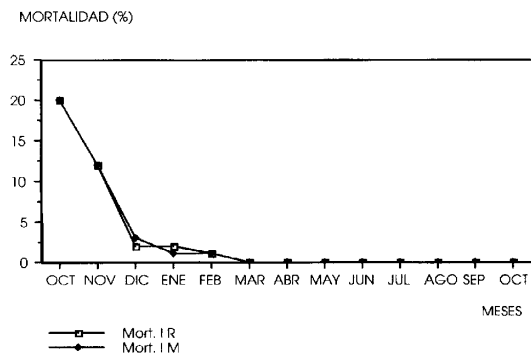


FIGURA 12. VARIACION DE LA MORTALIDAD MENSUAL DE *Crassostrea gigas* EN ISLA DEL REY (IR) E ISLA DE MANCERA (IM) (X REGION, CHILE) 1991-1992.

*Crassostrea gigas* monthly mean mortality variation in Isla del Rey (X Región, Chile) 1991-1992.

## DISCUSION

### Parámetros fisicoquímicos

Las ostras del género *Crassostrea* se desarrollan dentro de un amplio rango de salinidades que van de 10 a 30‰ (Quayle 1981), estando su óptimo de cultivo entre 23 a 28‰ (Bardach et al. 1973, Costa 1983). Los valores promedio de salinidad registradas en las aguas superficiales, durante el período de estudio en el estuario del río Valdivia, fueron cercanos a 15‰ en los meses de verano e inferiores a 9‰ en invierno. Registros de INPESCA 2001 en los estratos superficiales de la columna de agua también entregaron salinidades invernales inferiores a 9‰. Esto indicaría que en época de invierno la salinidad superficial está bajo el rango de tolerancia de la especie, pero como las ostras se mantuvieron a una profundidad de 2 m aparentemente no se vieron afectadas. En el mismo estudio realizado por INPESCA 2001 op cit. se registraron a partir de los 5 m de profundidad aguas de características oceánicas, es decir, salinidades cercanas a 29‰. Por lo tanto, podría pensarse que aún cuando las ostras pudieran estar sometidas a períodos de salinidades muy bajas, éstas no serían una amenaza para su sobrevivencia. Se deberá tener en cuenta que en condiciones de estuario, la profundidad a la cual se cultive *C. gigas* sería determinante para no ser afectada por las bajas salinidades por tiempo prolongado. De este modo, un manejo adecuado considerará mantener las ostras a una profundidad limitada por la penetración de aguas marinas subsuperficiales de mayor salinidad, condición que aparentemente se mantiene inalterable en el estuario del río Valdivia durante todo el año (INPESCA 2001).

Térmicamente *C. gigas* se desarrolla a temperaturas que oscilan entre 25° y 11°C (Sato 1967), los registros durante el período en que se desarrolló la investigación, muestra-

ron temperaturas aproximadamente dentro de ese rango, con una temperatura media de 20°C en verano, que desciende progresivamente hasta llegar a un valor medio cercano a los 10°C en invierno. Aparentemente estas condiciones, aún cuando un poco bajas en sus temperaturas mínimas, son toleradas por la ostras quedando en evidencia su rusticidad.

### *Crecimiento*

Una de las mediciones más difíciles de las ostras es la estimación del crecimiento promedio, debido a la variabilidad considerable entre los especímenes y el sitio de cultivo de cada ostra en relación con las demás. El estudio de la estimación del crecimiento de muchos organismos se ha realizado a través de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, la cual se ha derivado a partir de consideraciones fisiológicas, siendo su base principios bioenergéticos. Esta es la mayor ventaja que tiene esta ecuación, a diferencia de aquellas que sólo pertenecen al campo de las matemáticas, las cuales, aunque pudiesen tener un mejor ajuste a los datos de crecimiento, carecen de significado biológico en sus parámetros (Bustos et al. 1986).

El crecimiento observado de *C. gigas* a través de la curva de von Bertalanffy muestra que la talla comercial de 70 mm se obtiene para Isla del Rey a los 10 meses de cultivo. En cambio en Isla de Mancera el crecimiento máximo observado hasta los 12 meses de cultivo fue de 65,6 cm. En las zonas tropicales donde las condiciones de temperatura y salinidad son favorables, el crecimiento observado de *C. gigas* es rápido y la obtención de ostras comerciales se ha hecho en un período de nueve meses (Quayle 1981). En Brasil (litoral de Sao Paulo) esta especie alcanzó un tamaño de 58 mm después de cinco meses (Akaboshi 1979) y de 50 mm después de tres meses en Cabo Frio (Costa 1975), en cambio

en Tasmania (Australia) se obtuvo la talla comercial a los 18 meses de cultivo (Summer 1980). Por su parte Massola & Sara (1997) señalan tallas máximas cercanas a los 60 mm alcanzadas luego de 12 meses de cultivo en el mar Tirreno.

El crecimiento en los tres primeros meses de cultivo en Isla del Rey e Isla de Mancera muestran que *C. gigas* se adaptó a las condiciones ambientales que presentaron ambos sitios de estudio, registrando un notable incremento entre los meses de noviembre a diciembre de 1991. Sin embargo, durante los meses de diciembre de 1991 a enero de 1992 el crecimiento registrado fue bajo pudiendo atribuirse a condiciones ambientales excepcionalmente desfavorables, como intensas y prolongadas precipitaciones que ocurrieron en ese período. Aún así se percibe un incremento notable del crecimiento en los meses de primavera verano con respecto de los meses siguientes, que puede asociarse a las mayores temperaturas y salinidades y probablemente una mayor disponibilidad de alimento presentes en ese período.

### *Peso*

El incremento en peso de las ostras siguió una tendencia esperada, observándose diferencias entre ambos sitios de estudio. En Isla de Mancera el incremento del peso fue menor en comparación con Isla del Rey, registrándose, durante los 12 meses de cultivo de *C. gigas* valores máximos de 32,31 g y de 25,00 g para Isla del Rey e Isla de Mancera respectivamente. Según Bardach et al. (1973) *C. gigas* alcanza valores de entre 30 a 60 g de peso total en un período de cultivo que varía de nueve a 24 meses o más.

Respecto de la relación longitud/peso se observó que el peso total aumenta progresivamente a medida que crece en longitud. La relación dada por estas dos variables indica que

para Isla del Rey se obtuvo un índice de correlación igual a 0,998 y para Isla de Mancera un índice de 0,990, no existiendo diferencias significativas en el incremento de la talla respecto del peso total, en ambos sitios de estudio, en el transcurso de la investigación.

### Mortalidad

El porcentaje de mortalidad (20,4%) registrado en el primer mes de cultivo (septiembre/octubre 1991) en este tipo de sistema pudo deberse, en parte, tanto al stress a que fueron sometidas las semillas al ser trasladadas desde el Centro de Cultivos Marinos de Tongoy (distante 1.136 km del área de estudio y 36 horas de viaje), como a las poco óptimas condiciones de salinidad (5,0‰) y de temperatura (12,3°C) al momento de ser instaladas en las bandejas de cultivo. Esto podría subsanarse sometiendo a las ostras a un período de aclimatación. Akaboshi et al. (1983) registran una mortalidad total para esta especie de 34,0% después de cinco meses de cultivo en un estuario del litoral de Brasil. En términos generales se ha detectado que la mortalidad en cultivos suspendidos en Chile es normal entre un 25 y un 30 % (Hoyl & Uribe 1990). En el caso del cultivo de ostra chilena, Toro et al. 1995 establecieron una sobrevivencia del 71.8%.

La mortalidad por depredación aparentemente no es un factor muy importante ya que el único depredador abundante es el cangrejo *Hemigrapsus crenulatus* (H. Milne Edwards 1837), al cual podría atribuírsele algún grado de mortalidad en los primeros tres meses de cultivo cuando *C. gigas* presenta un calibre menor a 16 mm. Sin embargo durante este estudio las ostras se mantuvieron dentro de una malla fina y por lo tanto aisladas de estos cangrejos. Según Quayle (1981) los cangrejos principalmente los del tipo cancroide que poseen pinzas muy fuertes, son los principales depredadores especialmente de las ostras jó-

venes cuyas conchas pueden abrirse fácilmente. *H. crenulatus* es señalado también como depredador de la ostra chilena (Chaparro et al. 1998).

En ambas áreas de estudio la introducción de *C. gigas* resultó exitosa, registrándose incrementos mayores, tanto en la talla como en el peso, en Isla del Rey respecto de Isla de Mancera. Debido a que ambos sitios muestran valores muy similares en cuanto a los parámetros oceanográficos medidos, las diferencias en el crecimiento de las ostras podrían estar determinados por factores tales como disponibilidad alimentaria, calidad del alimento o velocidad de la corriente (Toro & Chaparro 1990, Toro et al. 1995). Constituyendo el seston la oferta alimentaria disponible para los filtradores, diversos autores han establecido que su composición varía según la profundidad (Toro & Winter 1983, Toro et al. 1995, Massola & Sara 1997), aún cuando la porción orgánica del mismo puede presentarse en mayor proporción hacia la superficie o a mayores profundidades dependiendo del sitio del estudio. Estudios específicos sobre la calidad y disponibilidad del seston como alimento serían deseables de realizar en esta zona.

En muchas partes del mundo donde se cultiva *C. gigas* se desarrolla una ostricultura de fondo, de estaca o de parque fijo. En Chile, con excepción de Chiloé donde las diferencias de marea favorecen el cultivo de fondo, se utilizan, principalmente, los sistemas flotantes, los que tienen como finalidad mantener las especies cultivadas suspendidas en el agua. Los más comunes son balsas y long-line. El uso de un sistema de parque fijo en sectores con características similares al área de estudio presenta grandes ventajas, ya que es una tecnoestructura simple, de bajo costo, que requiere poco manejo, aprovecha la disponibilidad local de madera y se presenta como una forma ideal para la implementación de centros de cultivos de tipo familiar. Por otro lado el área de estudio presenta características ta-

les que no se produce el ataque de la madera por moluscos perforadores del género *Bankia*, situación que favorece la permanencia de estos sistemas de cultivo por tiempo prolongado.

En Chile es posible adquirir semillas de *C. gigas* en el Centro de Cultivos Marinos de Tongoy, en la Universidad del Norte en Coquimbo y en la Fundación Chinquihue en Puerto Montt, en donde existen "hatcheries" o laboratorios productores de semillas, lo que permite desarrollar una ostricultura continua. Esta condición, aún cuando genera una dependencia permanente de los centros de producción de semillas para el abastecimiento de un centro de cultivo, siendo, por ello, una desventaja en términos productivos, en términos ambientales puede ser considerado una ventaja ya que se minimizan los riesgos en que se incurre con la introducción de una especie exótica para acuicultura, tales como competencia con las especies locales similares e introducción de enfermedades (para más antecedentes véase a Buschmann et al. 1996, Emerson 1999). Si bien es cierto que *C. gigas* es una especie procedente de regiones con clima templado pudo establecerse que se adapta a las condiciones ambientales que presenta el estuario del río Valdivia, específicamente el río Tornagaleones en Isla del Rey Centro e Isla de Mancera, caracterizado por un clima templado lluvioso y con temperaturas y salinidades que incluso pudieran estar ocasionalmente bajo el rango de su ecosistema nativo. El rápido crecimiento presentado por esta ostra en comparación con otras especies nativas del norte de Europa es también una característica que se mantiene en estas latitudes si se la compara con otras especies de bivalvos nativos como *Mytilus chilensis* y *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Valenzuela 1981, CIID-Canadá-UACH 1988), ambas presentes en las aguas de Isla del Rey y Mancera y que han constituido las especies sostenedoras de una intensa actividad extractiva local.

Si se compara con la ostra chilena *Tiostrea chilensis* que en cultivo suspendido ha logrado en 18 meses una longitud de 48 mm (CORFO 1987), puede entenderse por qué en la década 1990-2000 el desembarque de esta ostra ha oscilado entre un valor máximo de 698 toneladas (1993) y un mínimo de 204 toneladas (1995), siendo el desembarque en 2000 de 209 toneladas (SERNAP 2000), en tanto que la tendencia en la producción de *C. gigas* en la última década es de un incremento sostenido. Ésta aumentó de 144 toneladas en 1990 a 5.641 toneladas en 2000 (SERNAP 2000). El número de centros de cultivo en operación en el año 2001 sumaron 47 para la ostra del Pacífico, localizándose en las Regiones I, IV, VIII, IX, y X, concentrando ésta última la mayor producción. En el mismo período, sólo 28 centros cultivadores de ostra chilena estaban en operación.

#### *Pescadores Artesanales*

Un aspecto importante a considerar, cuando se pretende influenciar positivamente sobre los pescadores artesanales en la perspectiva de un mejoramiento de sus opciones productivas, en un contexto de sostenibilidad social y ambiental, es el fortalecimiento a sus organizaciones. Tradicionalmente éstas han estado representadas por sindicatos y han demostrado, desde que se inició el programa de desarrollo para el sector costero, un avance sustancial en los últimos años. Así, de una situación precaria de organizaciones inactivas, con bajos niveles de participación y serios conflictos internos como los que se evidenciaban en 1989 en que el número de sindicatos activos eran 7 con 415 socios en total (para más antecedentes véase CEA 1989, 1990), hoy día existen una Federación de Pescadores Artesanales que agrupa a 16 sindicatos con 765 afiliados y una Cooperativa de Pescadores Artesanales en Isla del Rey e Isla Mancera con 20 miembros. Estas organi-

zaciones cuentan actualmente con una creciente participación de la mujer, profesionales y técnicos de apoyo, acceso a capacitación y créditos a través de instrumentos de fomento del Estado de Chile y concesiones marinas para fines de acuicultura o áreas de manejo.

Concluimos que los resultados obtenidos demuestran buenas posibilidades para el cultivo de *C. gigas* en el estuario del río Valdivia y podrían ser la base de futuros establecimientos para cultivos a mayor escala de esta especie, con nuevas oportunidades de negocio para pescadores artesanales organizados. El cultivo de esta especie contribuiría a disminuir la presión extractiva que se ejerce sobre los recursos *M. chilensis* y *Ch. chorus* tradicionalmente extraídos en el área, cuyas poblaciones naturales están muy deterioradas, según lo indican los desembarques de las estadísticas del SERNAPESCA y apreciaciones de los propios pescadores artesanales.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Proyectos Cooperativa ostrícola para mujeres y pescadores artesanales de Isla del Rey y Mancera y Capacitación Cooperativa y Educación Ambiental financiados por la Embajada de Canadá en Chile. Nuestros agradecimientos a todas las personas, especialmente las mujeres de Isla del Rey y Mancera población objetivo de estos proyectos, que mensualmente colaboraron en los controles.

#### LITERATURA CITADA

- AKABOSHI S (1979) Notas sobre el comportamiento de la ostra japonesa, *Crassostrea gigas* (Thunberg 1795) en el litoral del estado de Sao Paulo, Brasil. Boletín Instituto de Pesca 5: 93-104.
- AKABOSHI S, O PEREIRA & Ch SINQUE (1983) Cultivo experimental de *Crassostrea*

*gigas* (Thunberg 1795), na regio estuarina lagunar de Cananéia (25° 05' S; 48° 01' W) Sao Paulo, Brasil. Boletín Instituto de Pesca 10: 1-8.

- BARDACH J, J RYTHER & W Mc LARNEY (1973) Oyster culture. In: *Aquaculture*, New York, John Wiley & Sons, cap. 36: 675-742.
- BAUTISTA C (1989) Moluscos. Tecnología de Cultivo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España.
- BUSCHMANN AH, DA LOPEZ & A MEDINA (1996) A Review of the Environmental Effects and Alternative Production Strategies of Marine Aquaculture in Chile. *Aquacultural Engineering* 15 (6): 397-421.
- BUSTOS E, H ROBOTHAM, E LARA & E PACHECO (1986) Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de von Bertalanffy (Gastropoda-Muricidae). *Investigación Pesquera* 33: 33-45.
- CEA (1989) Desarrollo de organizaciones sindicales en el litoral de la provincia de Valdivia. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. Documento Técnico 4.
- CEA (1990) La pesquería artesanal en la provincia de Valdivia. Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. Documento Técnico 7.
- CORFO (1987) Anteproyecto de inversión en una ostricultura para la X y XI Regiones. Corporación de Fomento de la Producción de Chile. Estudio de iniciativas para pequeñas empresarias agrícolas. Santiago de Chile.
- COSTA F (1975) Resultados preliminares de la introducción de ostras en el Brasil. Boletín de Acuicultura de la FAO (Roma) 7(1-2): 28-9.
- COSTA F (1983) Manual de Maricultura. Proyecto Cabo Frío. Instituto Pesquero Mar. Cap VI-B: 1-40.
- CHAPARRO O, I BAHAMONDES-ROJAS & M LANDIES (1998) Manual de cultivo de la ostra chilena (*Ostrea chilensis*). Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile. 15 pp.
- EMERSON C (1999) *Aquaculture Impacts on the Environment*. Cambridge Scientific Abstracts. <http://www.csa.com/hottopics/aquacul/overview.html>
- HOYL A & E URIBE (1990) Cultivo de la ostra del Pacífico *Crassostrea gigas*, en Chile (1997-

- 1989). En: A Hernández (ed) Cultivo de Moluscos en América Latina. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID Canadá. Editorial Guadalupe, Colombia 405 pp.
- INPESCA (2001) Determinación de la capacidad de carga de las zonas estuarinas de los ríos Valdivia y Bueno, X Región. Informe preliminar Proyecto FIP 2000-29.
- KÖEPPEN W (1948) Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.
- MASSOLAA & G SARA (1997) Effects of trophic and environmental-conditions on the growth of *Crassostrea gigas* in culture. *Aquaculture* 153 (1): 81-91.
- MUNITA C (1989) Ostra del Pacífico: Una realidad que partió en Tongoy. *Revista Aquanoticias Internacional. Fundación Chile* 1 (1): 26-31.
- MUÑOZ-PEDREROS A, P MÖLLER, L OLIVARES & M AYMANS (1991) Propuesta de Desarrollo Sustentable para una zona estuarina del sur de Chile. En: J Oltremari (ed) *Actas del II Congreso Internacional en Gestión de Recursos Naturales. Tomo I*: 184-198. Valdivia, Chile. 338 pp.
- PINO M, GM PERILLO & P SANTAMARINA (1994) Residual fluxes in a cross section in the Valdivia river estuary, Chile. *Estuary, Coastal and Shelf Sciences* 38, 491-505.
- POBLETE T & J DEPPE (1978) Distribución de los bancos de *Mytilus chilensis* (Bivalvia, Mytilidae) en el estuario del río Valdivia. *Medio Ambiente (Valdivia)* 3 (2): 66-74.
- QUAYLE DB (1981) Ostras tropicales Cultivo y Métodos. Publicación CIID, Ottawa.
- SATO T (1967) Oyster detail of fish culture. Tokio, Kosei 561- 620.
- SERNAP (2000) Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Santiago, Chile.
- SUMMER C (1980) Growth of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas* Thunberg, Cultivated in Tasmania. I. Intertidal Stick Culture. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 31: 129-135.
- TORO J & J WINTER (1983) Estudios en la ostricultura de Quempillen, un estuario del sur de Chile. Parte I. La determinación de los factores abióticos y la cuantificación del seston como oferta alimenticia y su utilización por *Ostrea chilensis*. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. *Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura* 5(2): 129-144.
- TORO J & O CHAPARRO (1990) Conocimiento biológico de *Ostrea chilensis* Philippi 1845. Impacto y perspectivas en el desarrollo de la ostricultura en Chile. En: A Hernández (ed) *Cultivo de Moluscos en América Latina*. Editor: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID Canadá. Editorial Guadalupe, Colombia. 405 pp.
- TORO JE, SANHUEZA MA, WINTER JE, SENN CM, AGUILA P & AM VERGARA (1995) Environmental effects on the growth of the Chilean oyster *Ostrea chilensis* in five mariculture locations in the Chiloé Island, Southern Chile. *Aquaculture* 136 (1-2):153-164.
- VALENZUELA G (1981) Estudios sobre el crecimiento comparativo de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) en sistemas de cultivo en Queule, IX Región y en Yaldad, X Región. Tesis Biología Marina. Universidad de Concepción.
- VON BERTALANFFY L (1938) A quantitative theory of organic growth. *Human biology* 10 (2): 181-213.