

Desafíos y perspectivas de la repoblación de moluscos bivalvos en Chile

Gabriel Jerez

Subsecretaría de Pesca

Santiago, Chile

E-mail: gjerez@subpesca.cl

Mauricio Figueroa

Federación de Pescadores Artesanales V Región

Valparaíso, Chile

Jerez, G. y Figueroa, M. 2008. Desafíos y perspectivas de la repoblación de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*. No. 12. Roma, FAO. pp. 223–235.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por propósito dar a conocer el estado actual de la repoblación de moluscos bivalvos en Chile y su relación con las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). En primer término se define el concepto «re población» desde un punto de vista del objetivo (que puede ser para preservar o conservar) y según el modo o forma como se haga (por manejo, por siembra o de manera mixta). En Chile, las principales especies de moluscos bivalvos, susceptibles de repoblar son: mitílidos, almejas (*sensu lato*), ostiones y ostras, representadas por 16 especies. En la actualidad, algunas de estas especies han sido solicitadas como recursos objetivos para 79 AMERB (equivalente a un 20 por ciento del total de áreas operativas). Se ha determinado que son muy escasas las experiencias de repoblamiento de moluscos bivalvos en Chile, al igual que como ocurre a nivel mundial; y las pocas experiencias no han pasado del nivel experimental o piloto de producción. Finalmente, se propone un algoritmo de cálculo de la repoblación de un recurso bentónico y que se aplica a la Bahía de Ancud como caso de estudio. Se determinó que debería sembrarse la Bahía de Ancud con cerca de 171 millones de almejas por un lapso de 4 a 5 años para lograr cosechas promedio superiores en un 100 por ciento a los desembarques comerciales actuales.

ABSTRACT

The aim of this paper is to summarize bivalve restocking programmes in Chile and its relation to the current Management Areas System (Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, AMERB). Primarily, restocking is defined from a point of view of the objective (i.e. to preserve or to conserve) and accordingly the way it is carried out (through management, seeding or mixed). In Chile, the main bivalves for restocking

purposes include species of mussels, clams (*sensu lato*), scallops and oysters, represented by 16 species. At present, some of these species have been identified as important resources for 79 management areas (AMERB) (corresponding to 20 percent of the total areas under current management). It is concluded that bivalve restocking experiences in Chile have been few, unlike other countries. Furthermore, the limited experiences have not progressed from the experimental level. Finally, an algorithm for calculating the restocking of a benthic resource is proposed as applied in the Bay of Ancud case study. It is concluded that the Bay of Ancud would have to be seeded with about 170 million clams to eventually obtain productions, 4–5 years later, equal or superior to the current production levels.

INTRODUCCIÓN

Por diversas causas, las pesquerías de recursos bentónicos en Chile han mostrado grandes fluctuaciones en el tiempo y en el espacio, generando en el mediano plazo alteraciones y, normalmente, declinaciones que producen inestabilidad en la cadena de comercialización de los recursos y consecuentemente, deterioro en las condiciones socioeconómicas del sector pesquero artesanal (Avilez y Jerez, 1999). Si bien, la causa principal de estas fluctuaciones se ha atribuido a la explotación pesquera, también existe evidencia del impacto de causas naturales sobre la abundancia y distribución de las poblaciones bentónicas sometidas a explotación, tales como la contaminación, el fenómeno «El Niño» y movimientos sísmicos, entre otras (Santelices *et al.*, 1977; Arntz *et al.*, 1987; Wolf, 1987; Castilla, 1988; Navarrete *et al.*, 2002). Una forma adecuada para enfrentar esta situación en Chile ha sido la creación del régimen de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERB), consagrado en la Ley de Pesca y Acuicultura chilena a partir de 1995, el cual ha venido a mitigar, en parte, los efectos bio-pesqueros y socioeconómicos negativos del régimen del libre acceso, los cuales han sido ampliamente estudiados a partir del trabajo clásico conocido como «The Tragedy of the Commons» (Hardin, 1968). En el marco de este nuevo régimen, los pescadores han ido obteniendo grados crecientes de control sobre los stocks de los recursos bentónicos que explotan y sobre el proceso posterior de comercialización de los mismos. Sin embargo, la creación de las AMERB es sólo un primer paso para atenuar las fluctuaciones naturales de los stocks. A casi 10 años de la implementación de las primeras AMERB un nuevo concepto está emergiendo como una nueva etapa en el fortalecimiento y sustentabilidad de la actividad productiva pesquera de las comunidades costeras de Chile que explotan recursos bentónicos, entendida como la introducción controlada de ejemplares que reestablecen y aumentan la abundancia poblacional local, procurando mantener los stocks naturales a un nivel productivo, generación tras generación.

La repoblación, debiera ser entendida más que una acción tecnológica, una vía complementaria al manejo tradicional de las pesquerías, que permita, entre otras cosas: i) sustentar la explotación de los stock naturales de recursos bentónicos en el tiempo, ii) promover el desarrollo del sector pesquero artesanal mediante el fortalecimiento de su actividad pesquera, iii) mejorar las condiciones de vida de las comunidades costeras, iv) estabilizar sus fuentes de trabajo y v) contribuir, en definitiva, al crecimiento sustentable del país. Bajo este marco, la repoblación en áreas de manejo puede constituir una acción concreta en beneficio de los recursos naturales y el sector pesquero.

Así, el propósito del presente trabajo es explorar los desafíos y presentar las expectativas de las iniciativas de repoblación de recursos bentónicos en las AMERB, centrándose el análisis especialmente en los moluscos bivalvos, contrastando el avance tecnológico en los cultivos de bivalvos y la demanda potencial por este tipo de recurso que podría generarse, a la luz de las nuevas oportunidades que la Ley de Pesca otorga al sector pesquero artesanal.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Definición de repoblación

Un aspecto que llama la atención, dice relación con la escasa información disponible de los efectos de la repoblación sobre las pesquerías. También, una revisión del concepto asociado al término «re población» y sus términos derivados en inglés en la INTERNET, arrojó más de 15 102 992 páginas atingentes, aunque sólo 41 referencias presentaron contenidos sobre «re población marina» y sus términos correspondientes en inglés (marine repopulation, marine ecological restoration y marine restocking).

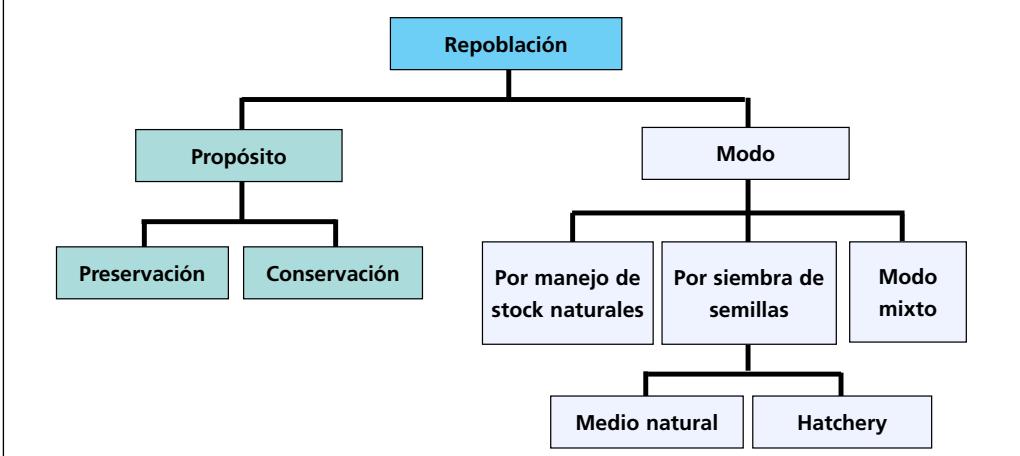
La Ley de Pesca y Acuicultura (Art. 2, N° 42, Ley 18.892) define «re población» como «.....la acción que tiene por objeto incrementar el tamaño o la distribución geográfica de la población de una especie hidrobiología, por medios artificiales». Esta definición en términos generales es apropiada, pero restringida sólo a la repoblación efectuada utilizando la acción activa de medios tecnológicos de producción (centros de cultivo, traslado y siembra de ejemplares desde el medio natural para reproducirse o para ser engordados). En términos simples, la «re población» consiste en volver a poblar un área con individuos de una especie cuya densidad ha disminuido a un nivel tal, que su explotación no resulta rentable.

Cabe señalar que existirían diferentes tipos de repoblación según el propósito o el modo como esta se haga, tal como se resume en la Figura 1. Según el Propósito, la repoblación puede servir para i) Preservar una especie amenazada o en peligro de extinción, excluyendo la utilización por parte del hombre. La mayoría de las acciones de repoblación a nivel mundial caen en este propósito (Cheung, 2001) y ii) Conservar un recurso marino, de tal manera que se recupere y mantenga el nivel de su stock en términos comerciales.

En específico, existirían tres tipos de repoblamiento, según el Modo como se realice.

- **Re población natural o por manejo** = Recuperación o manutención de poblaciones naturales de recursos bentónicos por efecto de manejar apropiadamente sus stock naturales, permitiendo que las tasas de reclutamiento y crecimiento poblacionales superen o igualen a las tasas de mortalidad total (natural + por pesca). El reclutamiento puede provenir indirectamente de actividades de la acuicultura, como en el caso del Ostión del Norte (Tongoy, IV región) o mitílidos (Calbuco, X región). Esta categoría es equivalente al concepto de repoblación por manejo propuesto por Castilla (1988).

FIGURA 1
Diagrama conceptual del término «re población»



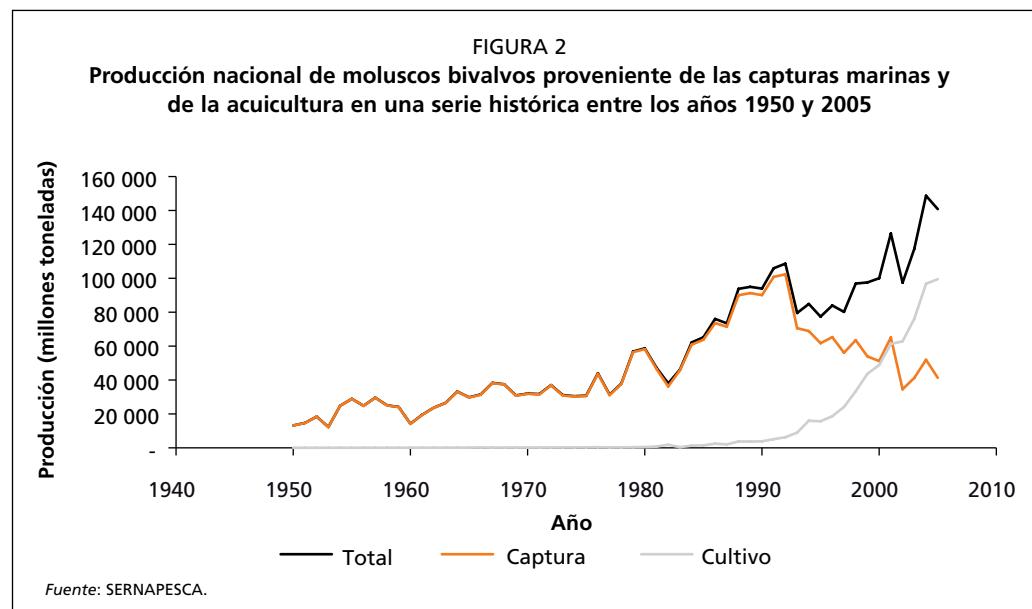
- **Repoblación artificial o por siembra** = Recuperación o manutención de poblaciones naturales de recursos bentónicos, mediante el manejo de sus stock naturales y la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural. Equivale a la categoría «repoplación por siembra» de Castilla (*op. cit*).
- **Repoblación mixta** = Recuperación o manutención de poblaciones naturales de recursos bentónicos, mediante la introducción de larvas, juveniles o adultos de una especie comercial, proveniente de un centro de cultivo, de un hatchery, o del traslado y acopio desde un banco natural.

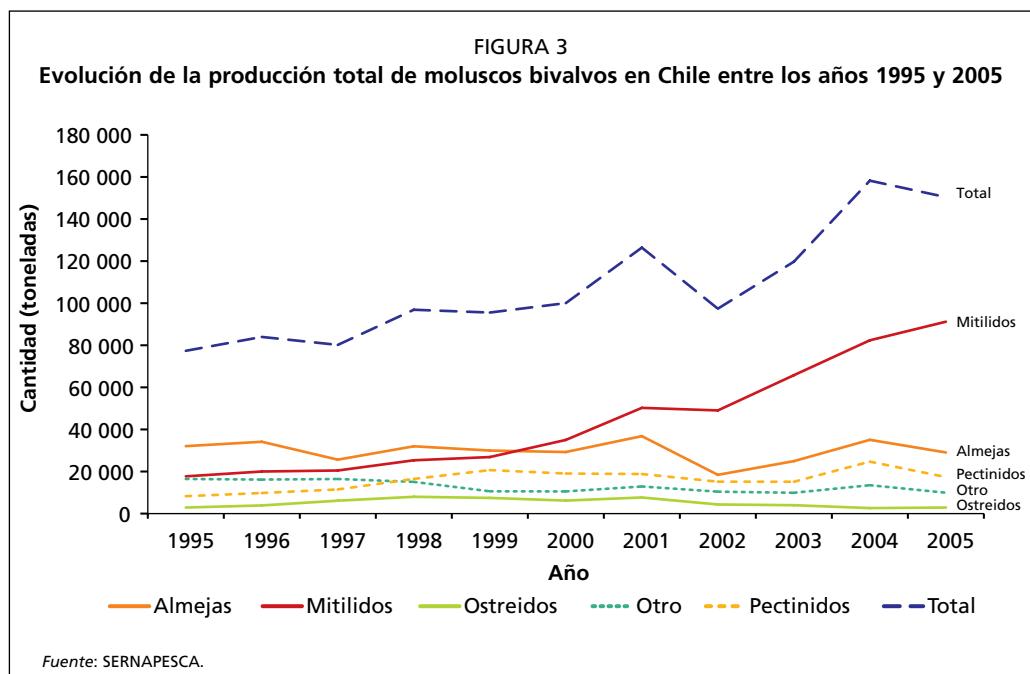
De acuerdo a lo anterior, el concepto de Repoblación que usaremos en el resto del trabajo se referirá a la *acción de aumentar el tamaño de una población de un recurso bentónico en un área de manejo, con fines de conservación o preservación, mediante un proceso de «siembra» de ejemplares provenientes del medio natural o de uno artificial o de ambos*.

Experiencia en Chile en repoblación

En Chile, la evolución histórica de la producción de moluscos bivalvos provenientes de la captura marina y de la acuicultura sigue la misma tendencia mundial (Figura 2). A nivel nacional, el reemplazo de la producción de captura marina como principal fuente productiva por la producción de la acuicultura ocurre a partir del año 2000, aunque la tendencia decreciente de la primera y el incremento notorio de la segunda se comenzó a registrar a inicios de los 90. Entre las principales causas de este fenómeno deben encontrarse la alta explotación de los stocks naturales y el incremento de la eficiencia en los sistemas tecnológicos de cultivo masivo, desarrollados principalmente en los países asiáticos del Pacífico occidental. De una u otra forma son causas similares a las que explican el fenómeno a nivel mundial. Las principales especies moluscos bivalvos producidas en Chile son: mitílidos, almejas y ostiones (Figura 3). La acuicultura provee mayoritariamente moluscos del grupo ostiones y mitílidos; mientras que la producción de captura proporciona principalmente almejas.

Las producciones de moluscos bivalvos en Chile tienen una expresión geográfica diferencial en tipos y cantidades de recursos desembarcados. Para efectos prácticos, Chile presenta básicamente tres macrozonas (Figura 4) que tienen atributos climatológicos, geológicos y ecológicos relativamente homogéneos, a saber: Zona Norte (desde los 18° S a los 32° S), Zona Centro (desde los 32° S a los 36° S) y Zona Sur-austral (desde los 36° S a los 56° S). Esta distinción territorial es relevante para comprender más adelante



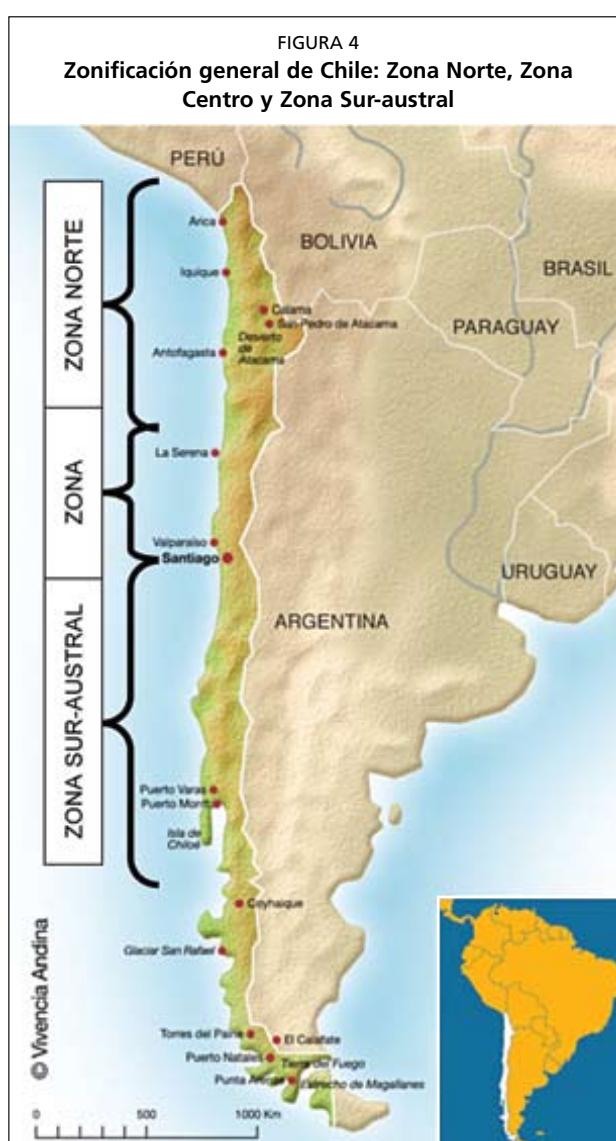


la caracterización de la actividad extractiva y de acciones de repoblamiento que se están realizando con los moluscos bivalvos.

Las áreas de manejo, los moluscos bivalvos y la repoblación

Las áreas de manejo, desde la perspectiva pesquera, surgieron originalmente, entre otras razones, en la zona norte de Chile como respuesta a la necesidad de los pescadores artesanales de recuperar, primero, los bancos naturales de loco (*Concholepas concholepas*) y luego los de lapas (*Fissurella* spp.) y erizos (*Loxechinus albus*). Esto ocurrió inicialmente en la costa de la provincia del Choapa, IV región (Avilés y Jerez, 1999). Posteriormente, y en la medida que las AMERB fueron siendo creadas en otras regiones, más al sur, los pescadores comenzaron a solicitar otros recursos bentónicos, tales como algas, crustáceos y tunicados. En la actualidad, los recursos solicitados por los pescadores y estudiados en las AMERB involucran 52 especies pertenecientes a cinco tipos taxonómicos de recursos bentónicos: Algas, Moluscos, Equinodermos, Crustáceos y Tunicados. El grupo taxonómico con mayor número de especies solicitadas corresponde a los moluscos con 35 especies.

El Cuadro 1 indica los principales grupos taxonómicos solicitados para las áreas de manejo que cuentan con cuotas de extracción decretadas (390 áreas). El grupo de moluscos



CUADRO 1

Distribución de los grupos taxonómicos presentes en las AMERB en Chile

Grupo taxonómico	Nº AMERB	% AMERB con cuotas
Moluscos gasterópodos	334	86%
Equinodermos	144	37%
Moluscos bivalvos	79	20%
Algas	73	19%
Moluscoscefalópodos	14	4%
Crustáceos	6	2%
Tunicados	3	1%

CUADRO 2

Nómina de especies de recursos moluscos bivalvos solicitados como recursos objetivos de las AMERB en Chile

Nombre común	Nombre científico	Familia
Almeja	Sin identificar	–
Almeja	<i>Euromalea</i> sp.	Veneridae
Almeja	<i>Protothaca thaca</i>	Veneridae
Cholga	<i>Aulacomya ater</i>	Mitilyidae
Chorito	<i>Mytilus chilensis</i>	Mitilyidae
Choro zapato	<i>Choromytilus chorus</i>	Mitilyidae
Culengue	<i>Gari solida</i>	Veneridae
Disco	<i>Semele solida</i>	Semelidae
Macha	<i>Mesodesma donacium</i>	Mesodesmatidae
Navaja o huepo	<i>Ensis macha</i>	Pharidae
Navajuela	<i>Tagelus dombeii</i>	Psammobiidae
Ostion del norte	<i>Argopecten purpuratus</i>	Pectinidae
Ostion del sur	<i>Chlamis vitrea</i>	Pectinidae
Taca	<i>Mulinia</i> sp.	Mactridae
Taquilla	<i>Mulinia edulis</i>	Mactridae
Treri o almeja	<i>Venus antiqua</i>	Veneridae

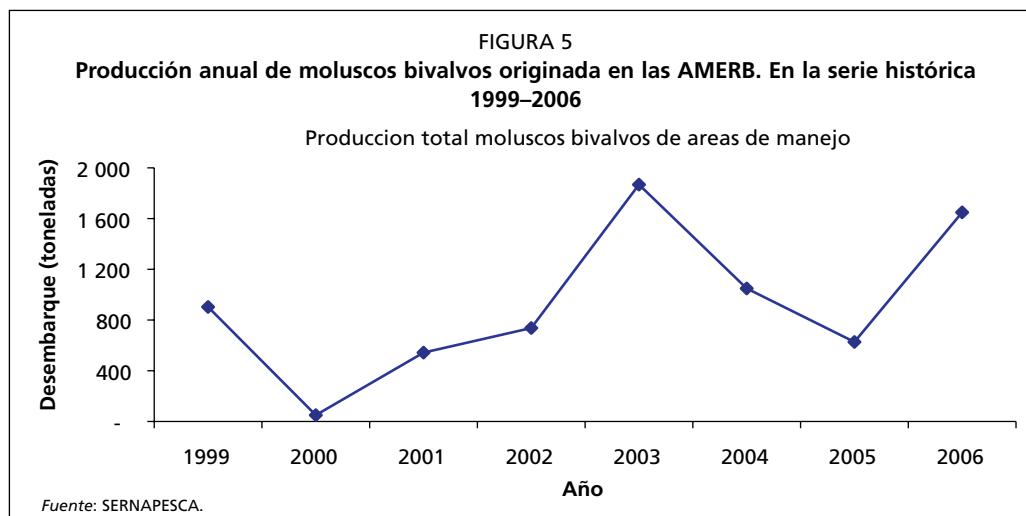
24 por ciento del universo total de pescadores que poseen AMERB (14 775 socios de organizaciones de pescadores artesanales).

La producción nacional de moluscos bivalvos provenientes de AMERB se inicia en 1999 con 903 toneladas (Figura 5), de las cuales 890 toneladas correspondieron al recurso Macha. La producción fluctuó alrededor de 558 toneladas promedio anual entre 1999 y

CUADRO 3

Distribución de los moluscos bivalvos solicitados para AMERB por región

Nombre común	Nombre científico	AMERB por regiones										
		I	II	IV	V	VII	VIII	X	XI	XII	Total	
Ostion del Norte	<i>Argopecten purpuratus</i>	2	3	4	1		1				11	
Almeja	<i>Protothaca thaca</i>	6	3	1							10	
Almeja	sin identificar	1									1	
Taca	<i>Mulinia</i> sp.			2							2	
Navajuela	<i>Tagelus dombeii</i>			1			6				7	
Taquilla	<i>Mulinia edulis</i>			2			5				7	
Macha	<i>Mesodesma donacium</i>	1	5		1	3	1				11	
Almeja	<i>Euromalea</i> sp.				1						1	
Cholga	<i>Aulacomya ater</i>	1				6	2	3			12	
Choro zapato	<i>Choromytilus chorus</i>	2				5	1	5			13	
Disco	<i>Semele solida</i>					1	3				4	
Navaja (Huepo)	<i>Ensis macha</i>					4					4	
Chorito	<i>Mytilus chilensis</i>							1	1		2	
Culengue	<i>Gari solida</i>	6	3			3	5	8			25	
Treri o Almeja	<i>Venus antiqua</i>					1	5	13			19	
Ostion del Sur	<i>Chlamis vitrea</i>								2	2	2	
	Total	18	10	15	1	7	31	22	25	2	131	



2002, hasta que en 2003 se produjo un máximo de producción de 1 868 toneladas. Este nivel de producción fue explicado por un desembarque de 1 573 toneladas de macha, las cuales fueron extraídas de la extensa playa de Peñuelas, IV región, luego de un proceso de repoblación por manejo durante 3 años. Entre el 2004 y 2006, la producción disminuyó, pero alcanzó un nuevo nivel promedio de 1 298 toneladas. Estos niveles de producción representan sólo una pequeña fracción de la producción total de moluscos bivalvos en Chile, derivada tanto de la captura marina como de los cultivos. Para el año 2005, la producción de estos recursos provenientes de las AMERB alcanzaba solo a 0,6 por ciento de la producción de la acuicultura y al 1,7 por ciento de la producción de captura marina. En esta perspectiva, es factible, entonces que la repoblación pueda generar un escalamiento productivo de las AMERB que tienen a los moluscos bivalvos como recursos objetivos, centrándose principalmente en el grupo de las almejas (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Gari solida*, *Semele solida*, *Mulinia edulis*), macha (*Mesodesma donacium*) y huepo (*Ensis macha*).

Las AMERB surgieron en Chile como un mecanismo de manejo pesquero para salir de la crisis de disponibilidad de recursos bentónicos que sufrieron los pescadores artesanales de la zona norte hacia fines de la década de los 80 en el siglo pasado y que quedó como un régimen de manejo pesquero establecido definitivamente en la Ley de Pesca hacia mediados de la década de los 90. La importancia más relevante de este régimen está dada por su capacidad para recuperar stock naturales de recursos bentónicos pesqueros y otorgar a las comunidades de pescadores, por primera vez, un rol protagónico en el manejo de sus propios recursos, asignándoles porciones de costa que pudieran ser vigiladas y explotadas de manera planificada. Este sistema de manejo ha tenido, por sobre los efectos beneficiosos biológicos y económicos, un impacto en los patrones culturales de los pescadores, llevándolos de un modelo cazador-recolector a uno cultivador-cosechador. Aunque ha sido un proceso lento y no exento de dificultades. El año 1997 se inició el proceso con el decreto de 4 áreas de manejo en la IV región y 1 en la I región, llegando en la actualidad a existir más de 390 áreas de manejo operativas. Cabe consignar que en un principio este proceso, fue llevado adelante por los propios pescadores con el apoyo del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y algunas universidades, las cuales actuaron como agentes catalizadores de cambio. Paralelamente, las áreas de manejo dieron oportunidad para la creación de empresas consultoras para efectuar los estudios de Línea Base y los estudios denominados de «Seguimiento». En la actualidad existen alrededor de 30 consultoras que dan empleo a más de 120 profesionales de las ciencias marinas, principalmente.

En Chile, las experiencias de repoblación se han centrado en pocas especies (Cuadro 4), efectuándose iniciativas principalmente a niveles de ensayo experimental, tanto como acciones de repoblación natural como artificial.

CUADRO 4

Experiencias e iniciativas de repoblamiento de recursos bentónicos en la costa de Chile

Tipo repoblacion	Recurso	Lugar	Autor	Resultado/escala
Artificial	Erizo (<i>Loxechinus albus</i>)	X región	Bustos, 1988	Experimental
		IV región	Stotz <i>et al.</i> , 1992	Experimental
		X región	Pacheco, 1993	Experimental
		V región	González y Jerez, 2001	Experimental
		X región	Godoy y San Martín, 1988	Experimental
		X región	Godoy y Troncoso, 1990	Experimental
		V región	UNAB	Piloto
	Macha (<i>Mesodesma donacium</i>)	I región	Baros, 1995; Stotz, 2003	Piloto
	Luga Negra	X región	Avila <i>et al.</i> , 2003	Experimental
	Ostión del Norte (<i>Chlamys purpurata</i>)	IV región	Augsburger y Vega, 1989	Experimental
Natural	Erzo (<i>Loxechinus albus</i>)	V región	Castilla, 1990	Experimental
	Loco (<i>Concholepas concholepas</i>)	X región	Moreno (1987)	Experimental
	Loco (<i>Concholepas concholepas</i>)	IV región	Stotz (com. pers.) por efecto del cultivo	Comercial
	Ostión del Norte (<i>Chlamys purpurata</i>)	X región	Por efecto del cultivo	Comercial
	Mitilidos	X región	Por efecto del cultivo	Comercial

El análisis de estos casos, ha permitido visualizar algunos desafíos, cuya corrección permitiría la mejora en el proceso. Los más relevantes son los siguientes:

- Las acciones de repoblación se han efectuado, principalmente, a nivel experimental, en el marco de proyectos de investigación asociados a hatcheries pertenecientes a centros de investigación.
- Las iniciativas desarrolladas a nivel piloto son muy escasas, destacándose el trabajo de Stotz en macha (*Mesodesma donacium*) en la I región y de la UNAB en erizo (*Loxechinus albus*). Estas iniciativas podrían escalarse a niveles comerciales y, posteriormente, industriales, aunque aún está pendiente su evaluación en términos biopesqueros y socioeconómicos.
- No se han desarrollado programas permanentes de monitoreo que incorporen el estudio ecológico de las comunidades biológicas, la estimación de la capacidad de carga del hábitat y la cuantificación del nivel de éxito de las acciones de repoblación.

Las organizaciones de pescadores, asesoradas por consultoras y profesionales asesores han comenzado a desarrollar diferentes iniciativas (Cuadro 5). El mayor número de iniciativas se ha centrado en acciones repoblación, las que han consistido fundamentalmente en repoblación artificial del recurso cholga (*Aulacomya ater*), centrada en la VIII región (Cuadro 6).

Estimación de una demanda potencial por repoblación: el caso de la Bahía de Ancud
La Bahía de Ancud, localizada en el extremo norte de la Isla de Chiloé, X región, ha sido históricamente la gran despensa de moluscos bivalvos de Chile, especialmente

CUADRO 5

Iniciativas de acciones de repoblación, por manejo y artificiales efectuadas en áreas de manejo en diferentes regiones de Chile

Tema	Regiones de Chile							Total
	I	III	IV	V	VII	VIII	X	
Arrecifes artificiales			1					1
Colectores		1	2					3
Engorda				3				3
Experimental			2	2			1	5
Incorporación de especies			1				1	2
Remoción		2						2
Repoblamiento	1	5	10	4	2	27	5	54
Trasplante			2					
Total	1	8	18	9	2	27	7	72

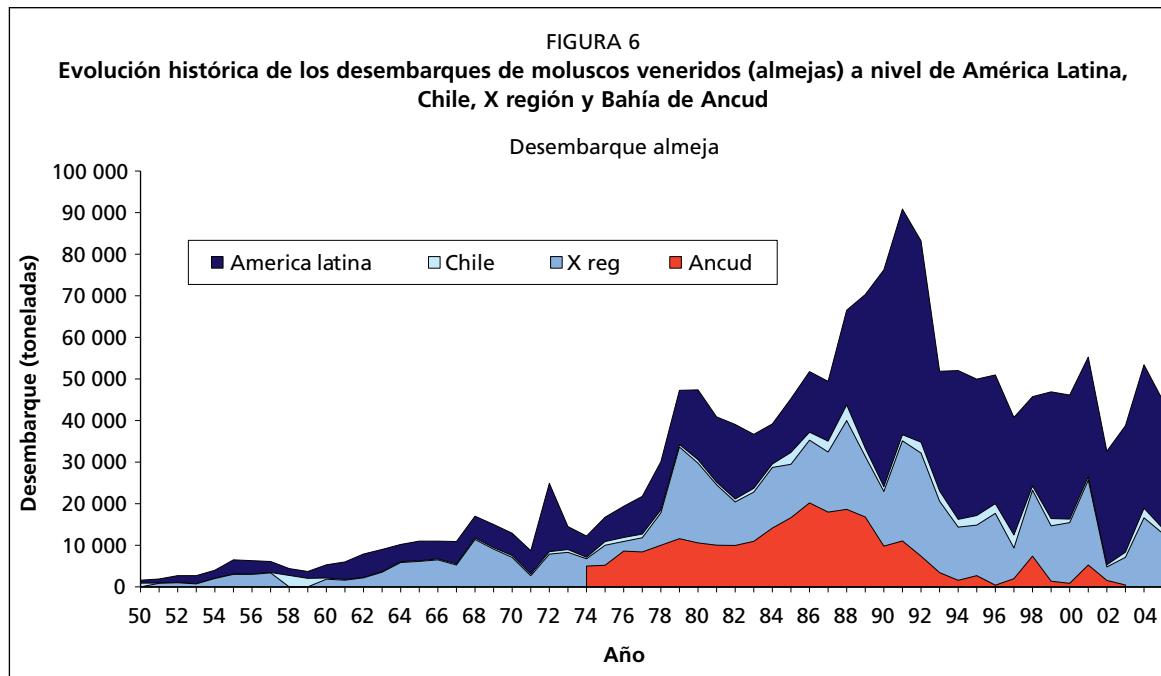
CUADRO 6

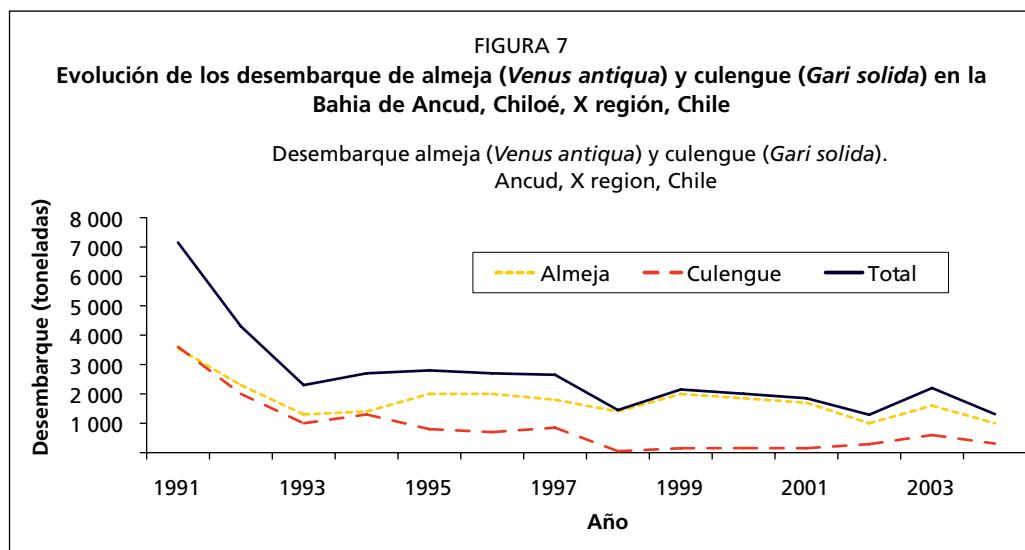
Iniciativas de acciones de repoblación, por manejo y artificiales efectuadas sobre diferentes recursos moluscos bivalvos en áreas de manejo en diferentes regiones de Chile

Recurso	Nombre científico	Regiones de Chile							Total
		I	III	IV	V	VII	VIII	X	
Cholga	<i>Aulacomya ater</i>						19		19
Choro zapato	<i>Choromitylus chorus</i>					2			2
Ostion del Norte	<i>Argopecten purpuratus</i>			2					2
Chorito – Choro zapato	<i>Mytilus chilensis – Choromitylus chorus</i>							1	1
Chorito	<i>Mytilus chilensis</i>				1				1
Macha	<i>Mesodesma donacium</i>			1					1
Erizo – Choro zapato	<i>Loxechinus albus – Choromitylus chorus</i>						1		1
Total bivalvos				3	1	2	20	1	27
Total		1	8	18	9	2	27	7	72
% Bivalvo vs. total		0%	0%	17%	11%	100%	74%	14%	38%

almejas, las cuales llegaron a representar hace una década un 33 por ciento de las almejas producidas en toda América Latina, tal como se indica en la Figura 6. Sin embargo, en los últimos años, la evolución de los desembarques (y rendimientos) ha ido disminuyendo paulatinamente para las tres especies más importantes de la zona: *Venus antiqua*, *Prothothaca thaca* y *Gari solida* (culengue).

Actualmente, las almejas extraídas de la Bahía de Ancud, en particular *Venus antiqua* representan no más del 5 por ciento de las almejas producidas a nivel Latinoamericano. Las causas necesariamente deben encontrarse en una combinación de factores: i) sobreexplotación, ii) menor demanda del mercado por fenómenos FAN, iii) bajos precios de primera venta y iv) migración de esfuerzo pesquero para extracción de recursos más valiosos, entre otros. La secuencia del desembarque en 21 sectores de extracción o bancos naturales dentro de la bahía, muestra un claro patrón decreciente en los volúmenes de desembarque. La cuestión que surge inmediatamente es ¿que acciones de repoblación deberían adoptarse para restaurar la biomasa de almejas de esta importante zona pesquera de Chile? La perdida relativa de biomasa de la bahía, suponiendo que los niveles de desembarque son un indicador del standing stock del recurso llegaría a un 96 por ciento entre los años 1986 y 2005. Esta biomasa, en términos





numéricos para la almeja equivaldría a una disminución del stock de aproximadamente 519 millones de ejemplares de 55 mm. La tendencia en la disminución de la producción también ha ocurrido en el segundo recurso más importante en la Bahía, el culengue (Figura 7).

En base a este escenario, un proceso de repoblación consideran los siguientes factores: i) recursos solicitados, ii) número y superficie promedio medio de áreas aptas por recurso, iii) número de áreas con densidades actuales inferiores al promedio histórico, iv) tasa de mortalidad natural, periodo de crecimiento y tamaño del stock proyectado.

La metodología para estimar la demanda potencial para repoblar la Bahía de Ancud, consistió en la aplicación de un algoritmo de cálculo del volumen de siembra requerido para un área en particular o para un conjunto de AMERB, y que se puede describir como:

$$Ns = \left(\frac{(d_{es} - d_{ob})}{\exp\left(-M\left[-\frac{1}{k}\left[\frac{Loo-Lc}{Loo-Ls}\right]\right]\right)} \right) * [N_{amr} * (pA_{ap} * A_{AMr})]$$

Donde:

- N_s = Número de unidades a sembrar
 d_{es} = densidad poblacional esperada a repoblar ind/m²
 d_{ob} = densidad poblacional actual del AMERB ind/m²
 M = Tasa instantánea de mortalidad natural (1/año) (Jerez *et al.*, 1997)
 K = Coeficiente de crecimiento (1/año) (Jerez *et al.*, 1997)
 L_{oo} = Talla asintótica de crecimiento (Jerez *et al.*, 1997)
 L_{c} = Talla de cosecha mm (Jerez *et al.*, 1997)
 L_{s} = Talla de siembra mm (Jerez *et al.*, 1997)
 N_{amr} = Número de AMERB del recurso específico
 pA_{ap} = Proporción del AMERB que es apta al recurso (simulado)
 A_{AMr} = Superficie promedio del AMERB del recurso en m²

Los datos para el cálculo de las unidades del recurso de interés a sembrar en la Bahía de Ancud son: i) densidad esperada = 4 ind/m², densidad observada actual = 0,16 ind/m², M = 0,221, k = 0,167, L_{oo} = 85,5 mm, L_c = 55 mm, L_s = 20 mm, N_{amr} = 1 área, pA_{ap} = proporción simulada del área a repoblar (80 por ciento) y A_{AMr} = superficie total del área = 120 km². Los datos de entrada anteriores determinaron que la bahía debería repoblar con 769 millones de almejas (*Venus antiqua*) de 20 mm, lo que es equivalente a 1 131 toneladas, en partidas aproximadas de 171 millones de

almejas anuales por un periodo de 4 a 5 años. Al final de la serie completa de siembra (desde el año 4 al 9) deberían extraerse anualmente cerca de 2 300 toneladas. En la actualidad, la bahía produce menos 1 300 toneladas anuales de almeja. La cuestión que surge inmediatamente de estas estimaciones tiene que ver con ¿cuál es la capacidad tecnológica para producir almejas en los volúmenes requeridos para llegar a impactar en la pesquería? y ¿cuál sería el costo – país de tal esfuerzo tecnológico? Contestar esta pregunta es prioritario para iniciar un programa efectivo de repoblación de gran extensión e impacto pesquero.

CONCLUSIONES

En general, los bivalvos asociados a sistemas de cultivo permiten grandes volúmenes de producción, como: Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), Ostra chilena y Japonesa (*Ostrea chilensis*, *Crassostrea gigas*) y Cholga (*Aulacomya ater*), Chorito (*Mytilus chilensis*) y Choro zapato (*Choromytilus chorus*). Por su parte, los bivalvos explotados en AMERB o en áreas de libre acceso, y que no posee una tecnología desarrollada, muestran bajos niveles de producción.

Cabe señalar que las acciones de repoblación se han efectuado, principalmente, a nivel experimental, en el marco de proyectos de investigación asociados a hatcheries pertenecientes a centros de investigación. Las iniciativas desarrolladas a nivel piloto son muy escasas, destacándose el trabajo de Stotz en macha (*Mesodesma donacium*) y de la Universidad Andrés Bello en erizo (*Loxechinus albus*). Estas iniciativas podrían escalarse a niveles comerciales y posteriormente, industriales, aunque aún esta pendiente su evaluación en términos biopesqueros y socioeconómicos. Tampoco se han desarrollado programas permanentes de monitoreo que incorporen el estudio ecológico de las comunidades biológicas, la estimación de la capacidad de carga del hábitat y la cuantificación del nivel de éxito de las acciones de repoblación.

En este marco y a la luz de los análisis desarrollados, puede concluirse en términos generales que existen potencialidades de desarrollo en el tema de repoblación desde una perspectiva bio-tecnológica y de mercado. Para lo cual, los esfuerzos institucionales deben concentrarse en tres aspectos: i) cultivo masivo de moluscos bivalvos (almejas *sensu lato*), ii) acercamiento formal al mercado objetivo por parte del sector pesquero extractor artesanal y iii) ampliación de la plataforma de desarrollo AMERB para una llevar adelante un proceso de repoblación viable, la que evidentemente, conlleva a tomar en consideración todos los desafíos y oportunidades a abordar, para llegar a constituirse en una nueva línea de negocio.

Es importante consignar que hasta hoy no existen experiencias de desarrollo de esta línea en el ámbito comercial y por ende, no existen vías concretas de aprendizaje posible, que permitan asimilar y aplicar otras experiencias, como base para establecer metas exigentes, identificando iniciativas innovadoras, que entreguen herramientas para desarrollar mejoras en los procesos. Pero aún así, es evidente que estamos frente a una alternativa de desarrollo pionera para el sector pesquero chileno, que evidentemente podría convertirse en un proyecto-país innovativo, generador de importantes impactos, no solo a nivel biológico, sino que también en los ámbitos socio-culturales y económicos; generándole beneficios concretos a un sector productivo relevante para el país. En definitiva, la justificación de este programa esta dada por fundamentos bio-pesqueros y socio-culturales, tal como se detalla a continuación.

Fundamentos bio-pesqueros: Un programa de repoblación pretende contribuir a la conservación de recursos marinos bentónicos chilenos, que han estado sometidos a una intensa explotación en el pasado reciente.

Fundamento socio-cultural: Dado que el programa debe ser desarrollado por un grupo de pescadores para cada AMERB que lo requiera, se generarían beneficios

directos e indirectos, tanto para ellos como para sus familias y la comunidad local. Una consecuencia social inmediata sería evitar la emigración hacia otras comunidades costeras y aumentar el valor de la organización. También cabe consignar que la repoblación es una iniciativa que modifica el modelo de comportamiento productivo «cazador-recolector» por el modelo «cultivador-cosechador», destinado a ser una herramienta útil para la sustentabilidad del sector en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Arntz, W., Brey, T., Tarazona, J. y Robles, A. 1987. *Changes in the structure of a shallow sandy-beach community in Peru during an “El Niño” event*. The Benguela and Comparable Ecosystems. Payne, A.I.L., Gulland, J. A. and K.H. Brink (eds). *S. Afr. J. mar. Sci.* 5: 645–658.
- Augsburger, A. y Vega, R. 1989. *Estudio de repoblamiento de recursos bentónicos. Área Piloto IV Región. VI. Transferencia de semillas del recurso OSTIÓN (Chlamys (Argopecten) purpurata) al medio natural*. Proyecto CORFO-IFOP p. 141–181.
- Avila, M., Otaíza, R., Norambuena, R., Núñez, M., Candía, A. y Pobrete, A. 1994. *Desarrollo de tecnología de cultivo y repoblación de luga negra en la X Región*. Instituto de Fomento Pesquero - Corporación de Fomento de la Producción. SGI 94/9. 97 pp.
- Aviléz, O. y Jerez, G. 1999. Gestión sustentable de recursos marinos bentónicos en caletas de la IV región. CIPMA. *Ambiente y Desarrollo*, 15(4): 6–10.
- Baros, V. 1995. *Desarrollo de un módulo experimental de repoblación y manejo de recursos bentónicos en la comunidad pesquera artesanal de Arica*. Etapa de monitoreo. Instituto de Fomento Pesquero.
- Bustos, E. 1988. Repoblación y cultivo de recursos bentónicos, una alternativa de desarrollo para el subsector pesquero artesanal. *Investigación Pesquera*. Chile. (35): 5–8.
- Castilla, J.C. 1988. La problemática de la repoblación de mariscos en Chile: diagnóstico, estrategias y ejemplos. *Investigación Pesquera*. Chile. 35: 41–48.
- Castilla, J.C. 1990. El erizo chileno *Loxechinus albus*: Importancia pesquera, historia de vida, cultivo en laboratorio y repoblación natural. *Cultivos de moluscos en América Latina*: 83–98.
- Cheung, W. 2001. Restocking - an effective measures to restore the depleted fishery stocks in Hong Kong? University of Hong-Kong. Newsletter. *Porcupine*, 24: 12–14.
- Godoy, C. y San Martín, G. 1988. Repoblación de *Loxechinus albus* (Molina) en la Décima Región (Chiloé). Informe Técnico. IFOP. Agosto, 1988. *Pesquerías Bentónicas*. 9 p.
- Godoy, C. y Troncoso, R. 1990. *Recuperación de bancos de erizos sobreexplotados: Un experimento de repoblación en Chiloé*. Resúmenes. X Jornadas de Ciencias del Mar. 28–30 mayo, 1990. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. p. 56.
- González, L. y Jerez, G. 2001. *Plan Piloto de repoblamiento del Erizo (Loxechinus albus) en el Área de Manejo de Caleta Maitencillo, V Región*. Informe Técnico. Proyecto FONDEF D97I2012- IFOP. 44 p.
- Hardin, G. 1968. *The tragedy of the Commons*. Science Wash., 162: 1243–1248.
- Jerez, G., Ehrhardt, N., Reyes, A. y González, Y.A. 1997. *Evaluación indirecta del stock del recurso almeja (Venus antiqua) en la X región*. Pre-informe Final (en aprobación). Proyecto FIP N° 94–30. 43 p.
- Moreno, C.A. 1986. Un resumen de las consecuencias ecológicas de la exclusión del hombre en la zona intermareal de Mehuín, Chile. *Estudios Oceanológicos*, 5: 59–66.
- Navarrete, S.A., Broitman, B., Finke, G.R., Sotomayor, A., Venegas, R. y Wieters, E.A. 2002. Recruitment of barnacles and mussels in the southeast Pacific during and after the 1997–1998 El Niño. *Limnology and Oceanography*, 47: 791–802.
- Oliva, D. y Castilla, J.C. 1990. 4.5 *Re población natural: el caso del loco Concholepas concholepas (Gastropoda: Muricidae)*, en Chile Central. p. 275–295. En A. Hernandez (ed.). Cultivo de moluscos en Americalatina. Memorias Segunda Reunión Grupo de Trabajo Técnico. Ancud. (Isla Chiloé, Chile), noviembre 7–11, 1989.

- Pacheco, E.** 1993. Investigación repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV región. V Etapa. CORFO-IFOP (SGI-IFOP 93/8). 156 pp.
- Santelices, B.** 1988. *Necesidad de repoblación, métodos alternativos de cultivo y sugerencias de desarrollo del recurso pelillo (Gracilaria sp.) en Chile*. Investigación Pesquera. Chile. 35: 49–63.
- Stotz, W., González, S. y López, C.** 1992. *Siembra experimental del erizo rojo Loxechinus albus (Molina) en la costa expuesta del centro-norte de Chile: efectos del erizo negro Tetrapygus niger (Molina) sobre la permanencia y crecimiento de juveniles*. Investigación Pesquera. Chile. 37: 107–117.
- Stotz, W.** 2003. *Why restoration or stock enhancement?: growing needs for invertebrate fisheries in Chile*. Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Grupo de Ecología y Manejo, Casilla117, Coquimbo. Workshop Internacional. PROYECTO FIP 2001–24 «Re poblamiento de bancos de macha en playa “Las Machas” de Arica, I Región» (Presentación oral).
- Wolff, M.** 1987. A Modification of Leslie's Method for Population Size Estimates, to Include the Effects of Natural Mortality. In: J. Munro (ed.). *ICLARM Fishbyte*, 5(2): 16–18.