

## Demografía y pesquería del erizo *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinidae) en la región sur-austral de Chile

Patricio M. Arana

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 1020, Valparaíso, Chile; parana@ucv.cl

Recibido 14-VI-2004. Corregido 09-XII-2004. Aceptado 17-V-2005.

**Abstract: Demography and fishery of the sea urchin *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinidae) in south-austral Chile region.** In the Magellan Region of southern Chile (52°20'S- 55°30'S), the edible urchin *Loxechinus albus* is collected by 1 200 artisanal fishermen, of whom 450 are divers. About 360 small fishing boats and 54 transport vessels carry the fresh product to 16 processing plants. Landings of about 27 000 tons were recorded between January and December 1995. Test diameters of urchins harvested monthly were measured for a total of 119 239 specimens, and 36 406 specimens were individually weighed; sex determination was carried out on 2 314 specimens. Field data indicate that the harvest was about  $6.6 \times 10^6$  dozen urchins (this is a measuring method employed by fishermen in the region), with an extractive effort of 14 753 diver/days. The fisheries yield ranged from an annual minimum of 235 DUDD (dozen urchins per diver/day) to a maximum of 660 DUDD. In overall terms, the lowest average yields were between January and April (415-427 DUDD), and the highest yields between May and December (456-510 DUDD). Mean sizes increased from June to November and decreased from December to June. Size frequency of males and females were polymodal, with the most relevant modes at 72-84 mm in males, and at 79-88 mm in the females. The percentage of individuals below the minimum legal size (70 mm) did not exceed 4.9% for males and 3.6% for females. The size-weight records fit a power model which suggested that this species has a negative allometric growth ( $b = 2.007$ ). Regarding weight, urchins in the size range from 80.0 to 84.9 mm were those with the maximum contribution to the regional landings. The highest values recorded for the utilized condition factor were: Average Condition Factor (ACF) = May to July, and November; Isometric (or Cubic) Condition Factor (ICF) = July; and Allometric Condition Factor (ACF) = June. Spawning occurred mainly between August and September, and ended by the end of October. Exploitation of this species represents one of the main sources of employment for the artisanal fisheries sector in the Magellan Region. The main difficulty observed in this fishery was obtaining a sufficient supply of urchins with a yellow-gold colored gonadic material, which forms the basis for demand of this urchin by the international market. Rev. Biol. Trop. 53(Suppl. 3): 367-382. Epub 2006 Jan 30.

**Key words:** Sea urchin, biology, fishery, Magellan region, Chile, *Loxechinus albus*.

El erizo comestible *Loxechinus albus* (Molina, 1782), es un equinodermo de la familia Echinidae, de amplia distribución geográfica en el Océano Pacífico suroriental, ya que se encuentra ininterrumpidamente desde el norte del Perú, frente a la Isla Lobos de Afuera (6°53'50"S) hasta la isla de los Estados en el extremo austral del continente americano (57°58'00"S) (Larrain 1975, Castilla *et al.* 1981). En Chile se le encuentra a todo lo largo de su costa continental, hasta 340 m de

profundidad, siendo explotado mediante buceo semi-autónomo a profundidad entre 0 y 40 m.

Las "lenguas" o gónadas de erizo constituyen un producto marino consumido en forma tradicional por los chilenos, aunque hasta 1975 los desembarques no superaban un promedio de 3 000 ton/año. A partir de mediados de la década del setenta este recurso comenzó a ser exportado, motivo por el cual las capturas se incrementaron en forma paulatina, alcanzando en 1985 un máximo de 30 000 ton. Luego,

después de una leve disminución, a partir de 1993 la extracción entró en una nueva fase de rápido crecimiento, al comenzar la explotación de este recurso en la región de Magallanes, en el extremo sur-austral de Chile. Durante el último quinquenio se registran a nivel nacional desembarques promedios cercanos a 55 000 ton/año (SERNAPESCA 2003) y la exportación anual supera los US\$ 50 millones por año (Barahona *et al.* 2003).

La región de Magallanes comprende una vasta área de estrechos, canales, fiordos e islas, la extracción de erizos la realizan pescadores artesanales en zonas alejadas a los puertos de descarga y se transportan hasta los centros de procesamiento industrial y de comercialización de las gónadas. Estas actividades conllevan niveles de inversión importantes y la utilización intensiva de mano de obra directa e indirecta, lo cual contribuye al desarrollo regional y nacional.

Considerando la rápida expansión de las actividades extractivas del erizo *L. albus* en el sur de Chile, se hizo necesario desarrollar estudios que contribuyeran a la recopilación de antecedentes sobre la biología y la pesca del erizo, como también de la cadena productiva generada en torno al recurso. Los objetivos del presente trabajo son la descripción del proceso de explotación, el conocer la estructura de tallas de las capturas, el determinar la relación talla/peso, el aporte porcentual en peso de los desembarques y el período de mayor actividad reproductiva en el erizo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** El área de estudio comprendió los paralelos 52°20' S y 55°30' S y los meridianos 69°50' W y 75°00' W. Esta zona cubre la totalidad de islas y canales al sur del estrecho de Magallanes hasta el canal Ballenero, en el extremo sur-austral de Chile.

Las labores en terreno se realizaron entre marzo y diciembre de 1995, con la excepción de septiembre y octubre que corresponden al período de veda biológica establecida para

la especie en esta área. Sin embargo, durante octubre de ese año se obtuvo información biológica, que fue utilizada para complementar la determinación del sexo, la relación talla/peso, el factor de condición y la histología gonadal, la cual fue posible mediante la realización de un crucero de investigación autorizado por la Subsecretaría de Pesca (Chile).

**Aspectos pesqueros:** Con el fin de establecer la captura, el esfuerzo aplicado y con estos datos determinar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la región, se recopiló información de las faenas de pesca realizadas por los pescadores artesanales directamente en el área de extracción. Los registros fueron ordenados, archivados y digitados en medios magnéticos, empleando para ello las unidades de medida utilizadas por los propios pescadores en esta pesquería. Para este último efecto se diseñó una base de datos y un programa computacional que permitió la obtención de salidas ordenadas de la extracción (docenas de erizos), esfuerzo de extracción (día/buzo) y rendimientos de pesca (docenas por día/buzo).

La unidad escogida para dimensionar el esfuerzo de extracción aplicado fue el día/buzo, considerando como supuesto que trabajan diariamente un lapso de tiempo igual y constante. Con el fin de determinar el posible trabajo de más de un buzo por embarcación o que la captura registrada constituyera la recolección de erizos en más de un día de trabajo, se graficaron las entregas y mediante análisis de polimodalidad se estableció que aquellas entregas con menos de 750 docenas correspondían a la labor de un buzo por día de trabajo; entre 750 y 1 500 docenas a dos buzos; y, sobre 1 500 docenas a tres buzos. Estos valores son consecuentes con la capacidad de carga de erizos en cada embarcación. Mediante este procedimiento fue posible corregir el esfuerzo aplicado y precisar el cálculo de la CPUE. Por otro parte, las capturas globales fueron referidas en toneladas métricas (ton) desembarcadas en los puertos de descarga.

**Muestreos biológico-pesqueros:** Esta labor se realizó en las plantas de proceso

ubicadas en la ciudad de Punta Arenas. En ellas se efectuó la medición del diámetro máximo de la testa y el peso total de los individuos, obtenidas al azar enteros y en estado fresco, al ingreso de las capturas a las respectivas plantas de faenado. Para ello se utilizaron pies de metro con precisión de  $\pm 1$  mm y balanzas electrónicas con precisión de  $\pm 2$  g, respectivamente.

La determinación del sexo de los individuos y el análisis histológico de las gónadas se efectuó sobre la base de submuestras, en laboratorios de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Para ello, se clasificaron los individuos en nueve rangos de longitud, siete de ellos entre 70 y 110 mm de diámetro máximo, con intervalos de 5 mm, y dos muestras adicionales, para los escasos ejemplares disponibles sobre 110 mm y bajo 70 mm de diámetro máximo, respectivamente. A cada erizo se le extirpó una gónada entera las que fueron fijadas en formalina al 5%. Para identificar el sexo de los erizos, en el laboratorio se prepararon cortes en parafina para el análisis histológico y se realizaron frotis de las gónadas las cuales se tiñeron con azul de metileno en forma previa a su observación, siguiendo la metodología desarrollada por Palma y Arana (1996). Con los resultados de este último análisis se estableció la proporción sexual en cada rango de talla examinado.

Con las mediciones del diámetro máximo de la testa se confeccionaron mensualmente distribuciones de frecuencias de tallas, agrupando los registros en intervalos de longitud de 1 mm. Seguidamente, los datos correspondientes a cada intervalo de longitud fueron separados en machos y hembras ocupando para ello la proporción sexual a la talla calculada en el respectivo mes. En aquellos meses en los que no se contó con registros de la proporción sexual a la talla, se utilizó la curva promedio, calculada con la información de los meses en que se efectuó este análisis.

El procesamiento de la información contempló el cálculo de la distribución de frecuencias de tallas porcentual y porcentual acumulada, la proporción sexual global, por rango de talla y el estadístico de la prueba de comparación  $\chi^2$  para  $\alpha = 0.95$  y  $0.99$ .

Además, se realizaron cálculos de estadística descriptiva, pruebas de normalidad *t* y de comparación de las tallas medias entre machos y hembras.

Para determinar la ecuación que relaciona la longitud y el peso total de los ejemplares, sin distinción del sexo, se empleó el modelo de ajuste de poder, definido por la siguiente ecuación:

$$W_t = a * D_m^b$$

donde:

W<sub>t</sub>: peso corporal de cada individuo

D<sub>m</sub>: diámetro máximo de los erizos

a y b: parámetros de ajuste de la función

Complementariamente, se determinó el peso promedio mensual de los individuos desembarcados y el aporte porcentual en peso con que contribuyó cada intervalo de longitud a la captura total. Con este fin se utilizaron las distribuciones de frecuencias de tallas de machos y hembras, reagrupadas cada mes en intervalos de 5 mm y la ecuación talla/peso mensual bajo el supuesto de que la ecuación que relaciona la talla y el peso de los organismos, es la misma para ambos sexos.

Como una forma de determinar la época en que se produce el desove del erizo en el área de estudio, se utilizó el Factor de Condición Medio (FCM), que constituye un factor indicativo del engorde o peso relativo de los ejemplares. Como variante en el cálculo de este factor de pesantez relativa, se utilizó el Factor de Condición Isométrico o Cúbico (FCI) y el Factor de Condición Alométrico (FCA). Estos factores se calcularon mediante las siguientes expresiones:

$$FCM_j = \frac{\overline{W}_{ij\text{MES}}}{\overline{W}_{ij\text{AÑO}}}$$

donde

FCM<sub>ij</sub>: factor de condición medio para el rango de talla "i", en el mes "j".

W<sub>ij</sub> MES: peso promedio de los erizos dentro del rango de talla "i", muestreados en el mes "j".

$W_{ij \text{ AÑO}}$ : peso promedio de los erizos dentro del rango de talla “i”, muestreados durante todo el año.

$$FCI_j = \frac{\overline{W}_{ij \text{ MES}}}{L_i^3} 10^4$$

donde

$FCI_{ij}$ : factor de condición isométrico para el rango de talla “i”, en el mes “j”.

$W_{ij \text{ MES}}$ : peso promedio de los erizos en el rango de talla “i”, muestreados en el mes “j”.

$L_i$ : marca de clase del rango de talla “i”.

$$FCA_j = \frac{\overline{W}_{ij \text{ MES}}}{L_i^{b_i}} 10^2$$

donde

$FCA_{ij}$ : factor de condición alométrico para el rango de talla “i”, en el mes “j”.

$W_{ij \text{ MES}}$ : peso promedio de los erizos en el rango de talla “i”, muestreados en el mes “j”.

$L_i$ : marca de clase del rango de talla “i”.

$b_j$ : parámetro de la relación talla/peso, calculada en el mes “j”.

## RESULTADOS

**Descripción de la pesquería:** Del análisis realizado se desprende que en el proceso productivo participan los subsectores pesqueros artesanal e industrial, los que actúan de manera coordinada e interactiva. Los pescadores proveen la materia prima, extrayendo y colocando el erizo en puerto y los industriales compran, procesan y proporcionan valor al producto constituido por las “lenguas de erizo”, dejándolo en condiciones de enviarlo al extranjero. El mercado principal de destino de la producción es Japón y en segundo término Estados Unidos. El producto faenado se exporta como fresco-refrigerado (55%) vía aérea o bien congelado (40%), mientras que una cantidad reducida se utiliza para consumo nacional o en la elaboración de conserva u otros fines (5%).

Las empresas interesadas en faenar erizos en sus plantas de procesamiento, establecen

acuerdos con los pescadores artesanales para asegurar el aprovisionamiento de materia prima, cancelando un precio convenido mutuamente, además en algunos casos suministran víveres, insumos, combustible, materiales y equipos de buceo, valor que es descontado al pagar las capturas recepcionadas. Adicionalmente, las empresas establecen compromisos con otros pescadores artesanales propietarios de lanchas con eslora y bodegas adecuadas para realizar el transporte del erizo desde los lugares de extracción hasta los lugares donde se ubican las plantas de proceso. Estas embarcaciones, se denominan “acarreadoras” son con una eslora no superior a los 18 m y de hasta 50 toneladas de registro grueso.

Las embarcaciones utilizadas por los pescadores para la extracción de los erizos son denominadas “cúter” y “panga”, construidas en madera, fibra de vidrio o acero, con eslora total que pueden llegar hasta 10 m, y amplia variación en diseños y tamaños. Son propulsadas por motores internos a petróleo o bencina y en la popa poseen una cabina que otorga resguardo y habitabilidad a los pescadores. Son tripuladas por dos personas, los que cumplen distintas funciones: el buzo mariscador que extrae el erizo y un marino que asiste al buzo, maniobra la embarcación, acopia los erizos en la bodega y supervisar el tamaño y calidad de la materia prima extraída.

En las embarcaciones se mantienen trajes de buceo completos, un compresor de aire o “hooka”, para las inmersiones y otros implementos utilizados por el buzo durante la extracción de los erizos, como el “gancho” que permite desprender los erizos del substrato y dirigirlo al “quiñe” o bolsa confeccionadas con paños de red, que el buzo lleva consigo para recopilar los ejemplares durante su permanencia bajo el agua. La recolección de erizos es realizada en faenas diarias, con una duración de 2 a 4 horas de buceo.

En las faenas extractivas, los pescadores artesanales se organizan formando “grupos” o “cuadrillas” de “pangas”, integradas por 12 a 30 embarcaciones menores, las que durante las noches se congregan en una bahía o caleta

protegida para el trasbordo de las capturas a las lanchas acarreadoras que transportan los erizos a los lugares de desembarque (Fig. 1), el tiempo de viaje varía entre 15 y 25 horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas. Cada lancha transporta entre 6 000 y 9 000 docenas de erizos.

Los caladeros de pesca del erizo no se utilizan en forma permanente durante todo el año, sino que en forma temporal y rotativa, dependiendo del rendimiento diario y de la calidad (coloración) de las gónadas. Usualmente la extracción de erizos se realiza a menos de 5 millas de la costa. En el año analizado se contabilizaron 62 lugares de pesca, aunque las capturas se realizaron principalmente en seis caladeros, ubicados en la zona más austral investigada y en áreas expuestas al Océano Pacífico.

En la región, la explotación del erizo es fuente de trabajo directa a 2 000-3 000 personas por mes, entre pescadores, buzos, lancheros dedicados al transporte, descargadores en el lugar de desembarque, personal en plantas de faenado y empleados en general. Durante este estudio se identificó la operación de 361 embarcaciones menores y alrededor de 400 buzos, además de 54 lanchas dedicadas al transporte de los erizos a los puertos de descarga.



Fig. 1. Embarcaciones menores o “pangas” utilizadas para la extracción de erizos y lancha de transporte para el transporte hasta los puertos donde se encuentran las plantas de faenado, en la región sur-austral de Chile.

Fig. 1. Minors boats or “pangas” used to the sea urchin extraction and transportation boat to the ports where is located the factories, in the south-austral Chile region.

En 1995, en la región de Magallanes se cuantificaron 16 plantas localizadas principalmente en Punta Arenas y Puerto Natales. Las faenas de “desconchado” se realizan manualmente, las gónadas tienen riguroso control de calidad en términos de coloración, integridad y textura, factores importantes para que el producto sea recibido por el mercado japonés y norteamericano.

**Captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE):** Se recopiló en forma continuada información sobre las actividades realizadas por los pescadores (Cuadro 1). Estas incluyen antecedentes sobre la extracción de 6 573 411 docenas de erizos, que representaron alrededor del 52% del desembarque total regional en el año estudiado. Esta captura se efectuó con 14 753 días/buzo. Los volúmenes de extracción más cuantiosos se obtuvieron entre mayo y julio, a la vez que se determinó que el esfuerzo de pesca se mantuvo en forma relativamente estable en ese mismo período, aunque se destaca la baja actividad registrada con posterioridad a la veda biológica establecida en agosto y septiembre (Fig. 2A). Considerando la pesquería en forma global, se determinó que los rendimientos promedio fueron más bajos en el período enero-abril, con 415 a 427 docenas de erizos por día/buzo, y más altos entre mayo y diciembre con cantidades situadas entre 456 y 510 docenas de ejemplares por día/buzo (Fig. 2B).

El rendimiento de pesca general se calculó en 443 docenas de erizos por día/buzo, sin que se apreciaran diferencias destacables entre los distintos lugares de pesca. Sobre la base de este resultado se determinó un rango promedio anual entre 235 y 660 docenas de erizos por día/buzo. Si se considera estacionalmente los rendimientos, se establecen los promedios más bajos en el período enero-abril, con 415 a 427 docenas de erizos por día/buzo y los más altos entre mayo y diciembre, con cantidades entre 456 y 490 docenas por día/buzo (Fig. 2C).

**Sexo de los ejemplares:** La observación macroscópica de las gónadas de 2 314 ejemplares

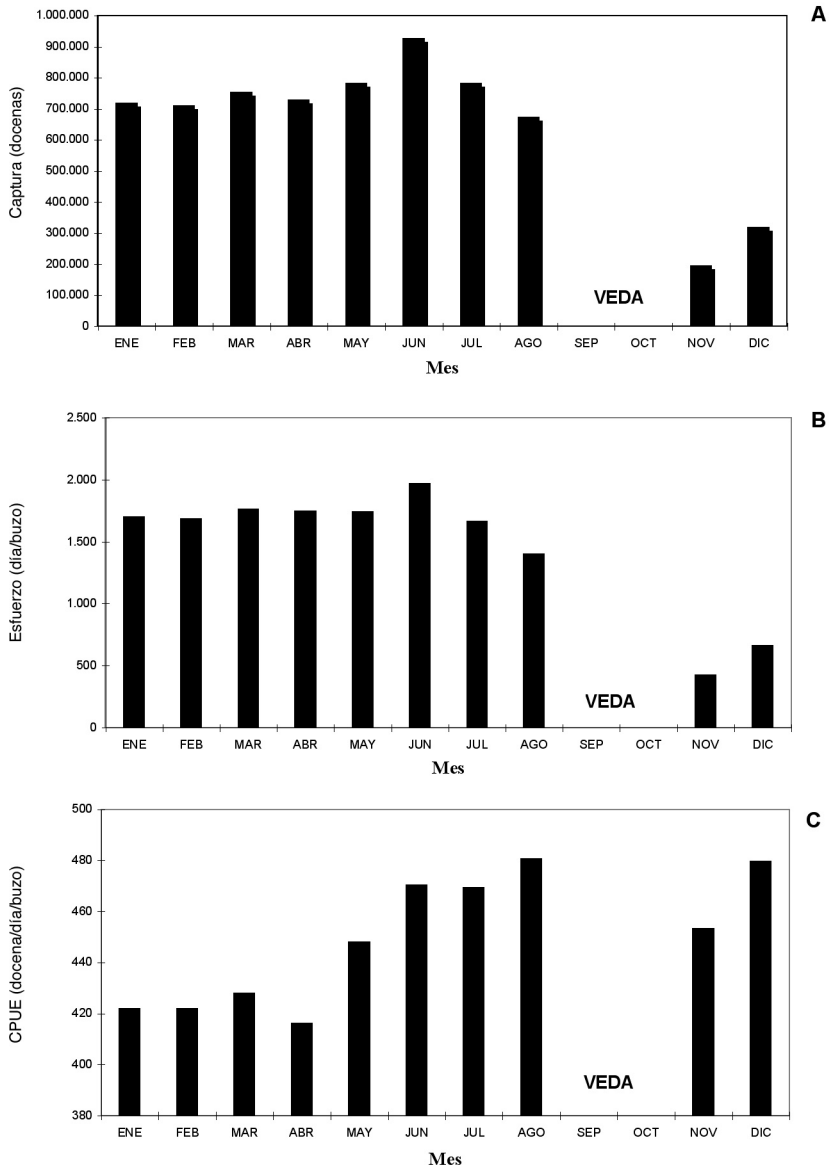


Fig. 2. Captura (docenas de erizos), esfuerzo de pesca (días/buzo) y CPUE (docenas/días/buzo), registrados en la pesquería del erizo *Loxechinus albus* en la región de Magallanes, año 1996.

Fig. 2. Capture (sea urchin dozens), fishing effort (days/diver) and CPUE (dozen/days/diver), registered in the *Loxechinus albus* fisheries in the Magellan region, year 1996.

(Cuadro 1) no permitió la separación de los sexos, dado que la estructura de las mismas tiene una gran semejanza entre machos y hembras. Tampoco se logró diferenciar los sexos con la coloración de las gónadas, debido a la

amplia variabilidad determinada entre un individuo y otro.

En cambio, el empleo de frotis y la tinción de las muestras facilitaron que se establecieran diferencias relevantes entre los sexos, tanto

CUADRO 1  
Resumen del número de registros utilizados en los análisis biológicos y pesqueros

TABLE 1  
Resume of the number of register used in the biological and fishery analysis

Tipo de información	Concepto	Número de registros
Biológico-pesquera	Distribución de frecuencias de tallas	119 239
	Registros talla-peso	36 406
	Análisis histológico de las gónadas	299
	Determinación de sexo	2 314
Pesquera	Viajes de transporte de erizos	884
	Entregas/bote	12 987

en la consistencia del tejido como en la coloración que toma el frotis de la gónada. En el caso de los machos se obtuvo una consistencia cremosa, homogénea y de intenso color azul, mientras que en las hembras consistencia heterogénea, con formación de glúmulos y coloración violeta. En todos los casos se comprobó la exactitud en la determinación del sexo mediante histología. El porcentaje de machos en la muestra global varió entre 40.1% en agosto y 58.7% en octubre, mientras que por rango de tallas se establecieron porcentajes diferentes, sin tendencia definida (Cuadro 2).

**Distribuciones de frecuencias de tallas:** Durante el año de muestreo se registró el diámetro máximo a 119 239 erizos (Cuadro 1). En el caso de los machos se observó que la talla media de desembarque disminuyó paulatinamente entre marzo y junio, para luego aumentar progresivamente hasta noviembre, determinándose en diciembre valores cercanos a los registrados en marzo. De igual forma, la talla media de los desembarques de hembras disminuyó entre marzo y julio y, posteriormente aumentó hasta diciembre (Fig. 3).

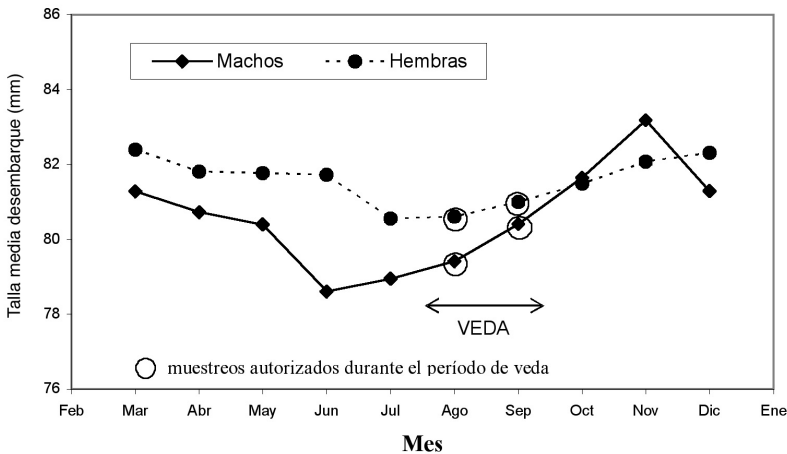


Fig. 3. Talla media de machos y hembras en los desembarques mensuales de erizo *Loxechinus albus* en la región de Magallanes (Chile), 1995.

Fig. 3. Male and female average sizes in the monthly landings of the sea urchin *Loxechinus albus* in the Magellan region (Chile), 1995.

CUADRO 2

*Proporción sexual mensual (machos) de erizo Loxechinus albus extraídos en la región de Magallanes, en la captura global y en los diferentes rangos de talla analizados, 1995.*

CUADRO 2

*Monthly sexual proportion (males) of the sea urchin Loxechinus albus extracted from the Magellan region, in the global capture and in the different analyses sizes, 1995*

Rango de talla (mm)	Porcentaje de machos									
	Junio		Julio		Agosto		Octubre (#)		Noviembre	
<70	80.0	ns	60.0	ns	37.5	*	69.3	**	89.5	**
70-75	58.7	ns	75.0	**	57.1	ns	56.3	ns	71.9	**
75-80	55.0	ns	31.7	**	53.9	ns	34.6	*	55.6	ns
80-85	41.7	ns	35.8	*	52.3	ns	46.9	ns	55.9	ns
85-90	38.3	ns	60.0	ns	32.8	**	48.9	ns	56.9	ns
90-95	36.7	*	46.1	ns	45.3	ns	64.7	ns	58.8	ns
95-100	33.3	*	39.4	ns	31.1	**	66.7	ns	20.9	**
100-105	30.8	*	31.2	**	36.4	ns	50.0	ns	0.0	**
105-110	21.1	ns	76.7	**	60.0	ns				
>110	66.7	ns	64.7	ns	50.0	ns				
Global	42.4	**	50.7	ns	40.1	**	58.7	**	53.9	ns
n	429		576		483		431		395	

(#) muestreo autorizado durante el período de veda.

La clase modal de las distribuciones mensuales se encuentra entre 72 y 84 mm de diámetro máximo en el caso de los machos y entre 79 y 88 mm en el caso de las hembras. En general, todas las distribuciones mostraron al menos dos modas.

**Relación talla/peso, peso medio y aporte porcentual en peso:** En general, en la relación talla/peso determinada separadamente para cada uno de los meses, se observó que el ajuste de la ecuación de poder presentó coeficientes de determinación ( $R^2$ ) entre 0.39 en junio y 0.91 en octubre. La tasa de crecimiento relativo, expresada por el coeficiente “b” de la ecuación, varió entre 1.78 en junio y 2.56 en noviembre (Cuadro 3). Estos resultados indican que el erizo, presenta en esta relación crecimiento alométrico negativo.

Respecto al peso medio individual de los erizos desembarcados, se observó que los machos presentaron un mayor peso promedio en todos los meses analizados, con excepción de noviembre. En machos, el menor peso medio se registró en abril, con un valor de 175.6 g, y el mayor en noviembre con 205.8 g. En las hembras, los valores máximos y mínimos de pesos medios ocurre en los mismos meses que en los machos, con valores de 180.9 y 197.4 g respectivamente. Por otra parte, se estableció que en el procesamiento realizado en las plantas se obtuvo un rendimiento promedio de 8%, es decir por cada erizo se obtiene alrededor de 14-16 g de lenguas o gónadas de erizo.

Respecto al aporte en peso global de los desembarques mensuales, se determinó que en la gran mayoría de los casos las hembras realizaron un aporte en peso levemente mayor que

CUADRO 3  
*Parámetros del modelo de poder ( $W_t = a \cdot D_m^b$ ), ajustado a los datos mensuales de talla/peso, entre marzo y diciembre de 1995, en el erizo *Loxexhinus albus**

TABLE 3  
*Power model parameters ( $W_t = a \cdot D_m^b$ ), adjusted to the size/weight monthly data, between March and December 1995, from the sea urchin *Loxexhinus albus**

MES	Parámetros		R	R <sup>2</sup>	Número de ejemplares
	a	b			
Marzo	0.01405	2.15156	0.76850	0.59059	306
Abril	0.00635	2.32701	0.78985	0.62386	2 006
Mayo	0.00952	2.25184	0.77960	0.60777	3 616
Junio	0.07346	1.78220	0.62765	0.39395	10 697
Julio	0.02007	2.08309	0.73140	0.53494	6 831
Agosto	0.00836	2.28508	0.76332	0.58265	6 136
Septiembre			V E D A		
Octubre (*)	0.00229	2.55351	0.95444	0.91095	250
Noviembre	0.00244	2.56163	0.87411	0.76407	100
Diciembre	0.00796	2.27897	0.79144	0.62637	6 464
Global anual	0.02713	2.00708	0.70855	0.50204	36 406

Wt = peso total (g).

Dm = diámetro máximo de la testa (mm).

(\*) muestreo autorizado durante el período de veda.

el establecido en los machos, con la excepción de noviembre, donde los machos aportaron el 50.5% del peso total de los desembarques. En este último sexo, este valor varió entre 45.6% (agosto) y 50.45% (noviembre).

En el aporte en peso por intervalo de longitud, predominaron ampliamente los individuos (machos y hembras) cuyos diámetros se encuentra en el rango 80.0-84.9 mm (Figs. 4 y 5). Los aportes en peso logrados por los individuos pertenecientes a dicho intervalo de talla, fluctuaron entre los 18.1% en junio (machos), y 31.8% en noviembre (hembras).

El aporte en peso de los individuos cuyo diámetro máximo es igual o superior a 70 mm (talla mínima legal de extracción) presentó valores mínimo y máximo de 88.7% y 97.7% en machos (julio y marzo respectivamente),

y 89.8% y 98.7% en hembras (agosto y abril respectivamente). Es decir, más del 88.7% del total de desembarque en peso mensual de ese año, estuvo constituido por individuos con tallas que superaron el mínimo legal exigido para su comercialización.

**Factor de condición:** En los valores mensuales obtenidos el Factor de Condición Medio, determinado en conjunto para machos y hembras, es posible detectar que el valor máximo fue alcanzado en mayo, junio, julio y noviembre y el mínimo en octubre. Al graficar este factor por rango de talla (intervalo de 5 mm), se puede apreciar que, en general, presentan un comportamiento similar, con excepción de junio que presenta valores bajos en los rangos 85.0-89.9 mm y 90.0-94.9 mm (Fig. 6A).

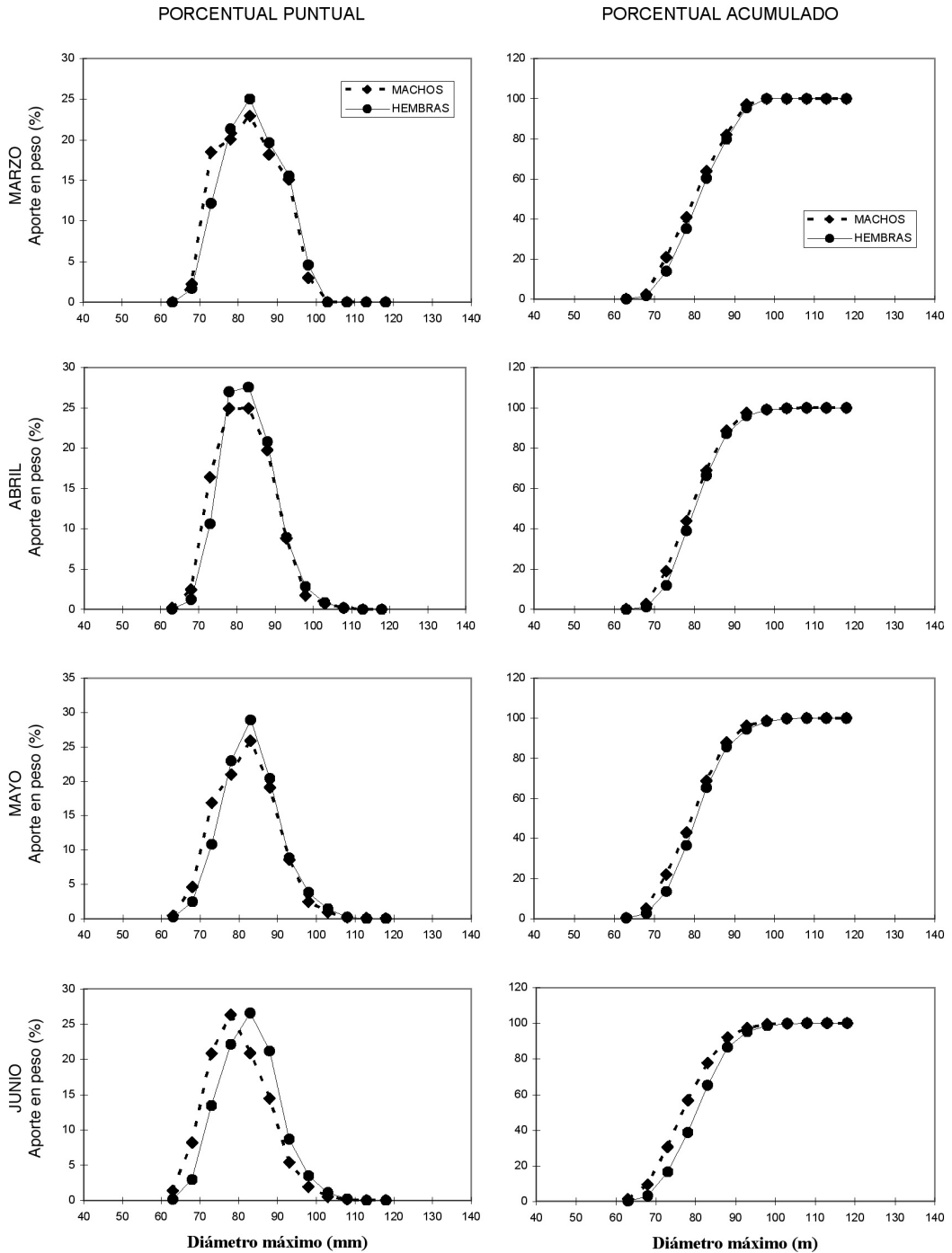


Fig. 4. Aporte porcentual en peso, puntual y acumulado a la talla, en los desembarques mensuales de erizo *Loxechinus albus*, entre marzo y junio de 1995.

Fig. 4. Percent of weight contribution, punctual and accumulated to the size, in the monthly landings of *Loxechinus albus*, between March and June of 1995.

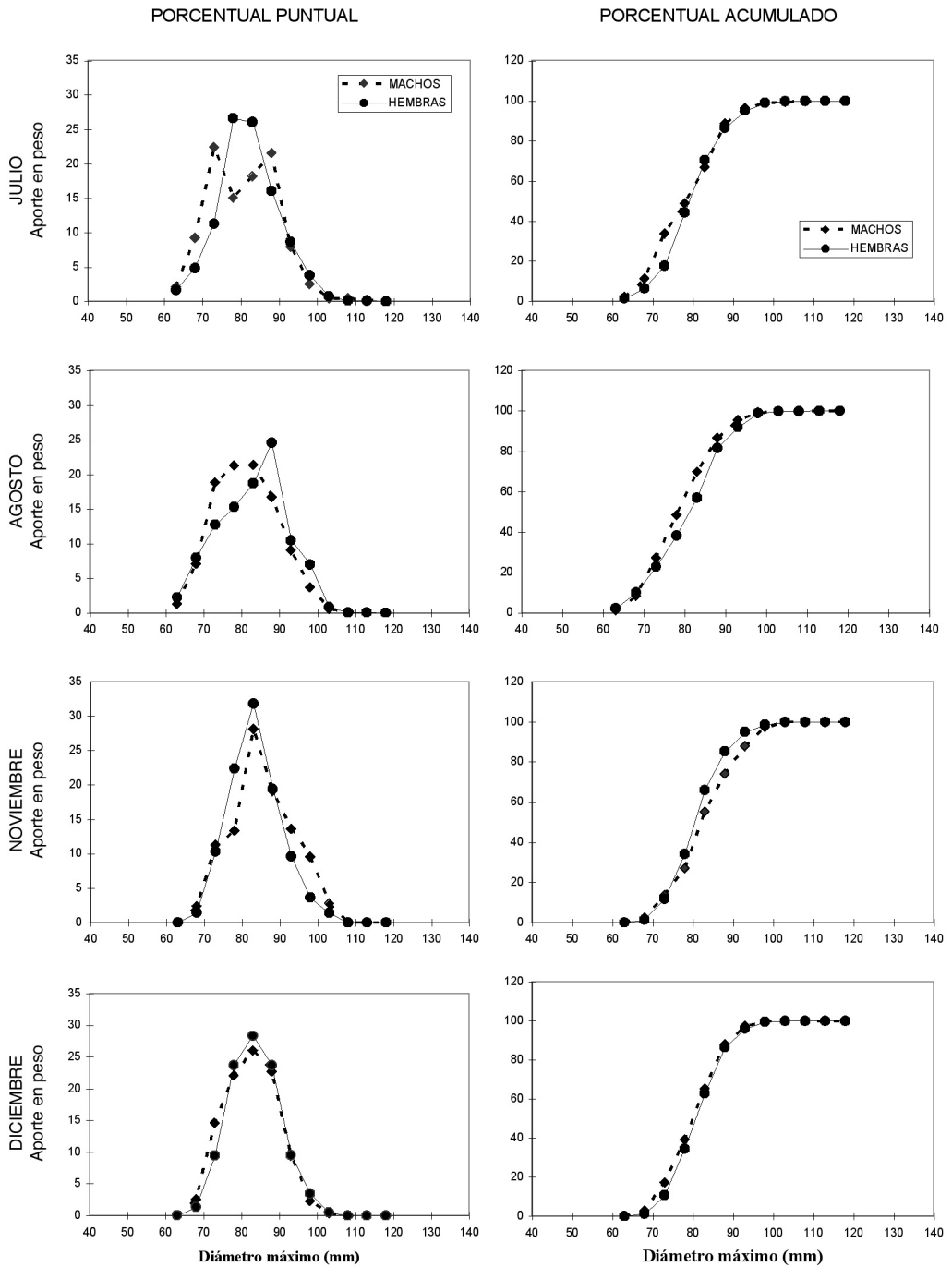


Fig. 5. Aporte porcentual en peso, puntual y acumulado a la talla, en los desembarques mensuales de erizo *Loxechinus albus*, en julio, agosto, noviembre y diciembre de 1995.

Fig 5. Percentage contribution in weight, puntual and accumulated to the size, in the monthly landings of *Loxechinus albus*, in July, August, November and December 1995.

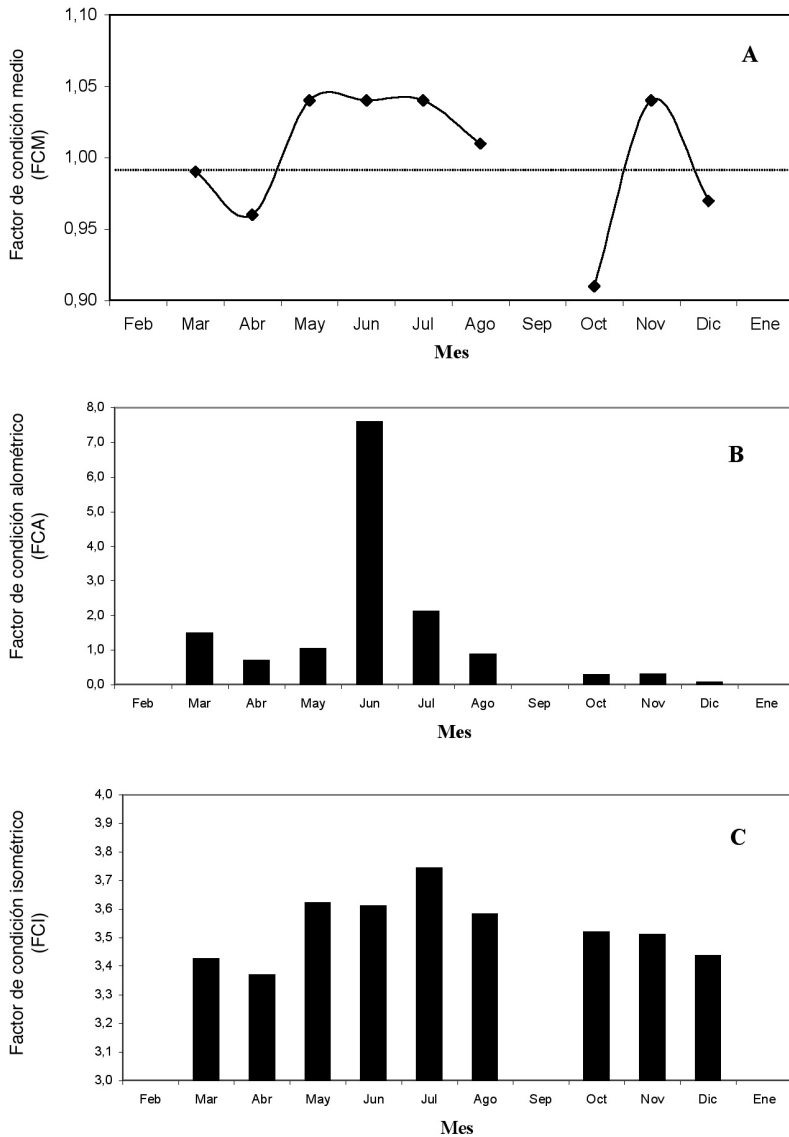


Fig. 6. Factor de condición determinado en el erizo *Loxechinus albus* entre marzo y diciembre de 1995. A: Factor de condición medio (FCM), B: Factor de condición alométrico (FCA), y C: Factor de condición isométrico o cúbico (FCI). En septiembre y octubre el recurso se encuentra en veda.

Fig. 6. Condition factor determined in the sea urchin *Loxechinus albus* between March and December 1995. A: Average factor condition (FCM), B: Alometric factor condition (FCA), and C: cubic or isometric factor condition (FCI). In September and October the resource is on prohibition.

Al analizar el comportamiento de los valores del Factor de Condición Alométrico, se detecta un notorio máximo en junio. Este mismo comportamiento, se observó en todos los rangos de talla analizados (Fig. 6B). Igualmente, el Factor de Condición Isométrico o Cúbico presenta un claro aumento en julio. No obstante, este comportamiento no se detecta en forma clara cuando se analizan los valores por rangos de talla (Fig. 6C).

## DISCUSIÓN

En Chile, el desarrollo histórico de la pesquería del erizo, se ha caracterizado por un paulatino desplazamiento de los pescadores desde el norte hacia el sur, buscando nuevos caladeros de pesca, intentando recuperar los decaídos niveles de rendimiento obtenidos en los bancos explotados en forma reiterada por largos períodos. A partir de 1993 las faenas de pesca se expandieron a la región de Magallanes, donde hasta 1992 se extraían cifras promedio inferiores a las 400 ton/año. Al año siguiente, esta actividad económica alcanzó notoriedad, al registrarse crecientes desembarques, a la vez que dejaron de ser labores costeras, realizadas en la cercanía de los centros de consumo, comenzando desde ese momento a efectuarse alrededor de numerosas islas y en fiordos, canales y estrechos, considerablemente alejados de los puertos de desembarque.

Los erizos extraídos en la región de Magallanes representan en los últimos años de 27% a 67% de los desembarques totales registrados en el país (Fig. 7). Esta actividad ha adquirido especial importancia dada la declinación de otros recursos pesqueros en esa región como son la centolla (*Lithodes santolla*) y el centollón (*Paralomis granulosa*). De igual manera, la pesca de erizos permite continuidad de trabajo a numerosas plantas ubicadas en las ciudades de Punta Arenas, Puerto Natales y Puerto Williams (Arredondo 1996, Valladares *et al.* 1998).

Un resultado relevante fue la posibilidad de identificar el sexo en esta especie, dada la

dificultad de hacerlo macroscopicamente por la similitud en las características entre ambos sexos, en especial en el periodo de reposo gonadal. La metodología desarrollada por Palma y Arana (1996), es un procedimiento simple, rápido y seguro para la determinación de sexo de los ejemplares, utilizando para ello frotis de las gónadas sobre un porta-objeto y luego teñidos con azul de metileno.

Al analizar muestras provenientes de las regiones norte y central de Chile, Guisado *et al.* (1997) señalan que no existe diferencia en la talla de primera madurez sexual entre machos y hembras ni entre zonas, y que ésta se encuentra entre 15 y 45 mm, con un valor central de 37 mm de diámetro máximo de testa; a su vez, Jerez *et al.* (1995) indican que en la región de Magallanes la madurez sexual la alcanza a los 40.3 mm. De acuerdo con los estudios de edad en esta especie, este último tamaño correspondería a erizos con alrededor de 4 años (Gálvez 1996, Melo *et al.* 1998).

Los análisis efectuados demuestran que en la mayoría de los meses los individuos extraídos presentan tallas dentro del rango 80.0 a 84.9 mm y son los que presentaron el mayor aporte en peso en los desembarques. También, se estableció que en los desembarques mensuales la gran mayoría de los individuos tenían un tamaño superior a 70 mm de diámetro sin incluir las espinas, talla definida como la mínima para la comercialización de esta especie. En general, se considera que la cantidad de erizos extraídos bajo la talla mínima legal fue inferior al 5%, con la excepción de julio y agosto de 1995 cuando dicha cantidad ascendió respectivamente a 8.7% y 10.2%. Por lo cual, en la región de Magallanes se cumple la talla mínima de desembarque de esta especie.

El factor de condición es considerado como un índice de engorde (Tresierra y Culquichicón 1993) y, en el erizo, sus variaciones se deben en gran medida al aumento o disminución que experimenta la masa gonadal durante los periodos de maduración y desove. Previamente, Gutiérrez y Otsú (1975) encontraron en la zona norte de Chile (Antofagasta), que los valores más altos se obtuvieron en

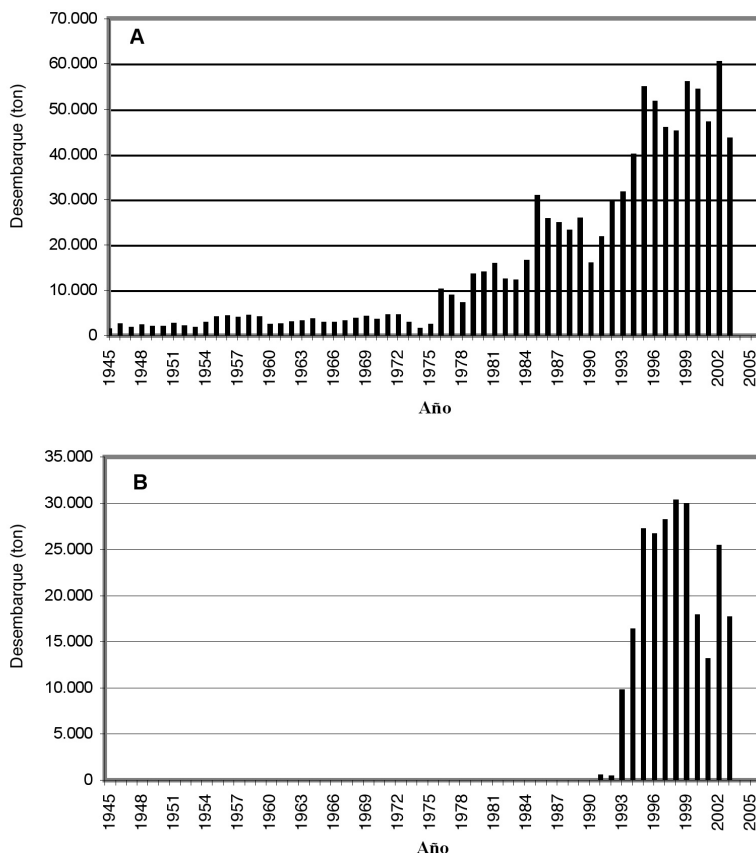


Fig. 7. Desembarque de erizos *Loxechinus albus* en Chile, entre 1945 y 2003. A: Desembarque nacional, B: Desembarque en la región de Magallanes. Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

Fig. 7. Disembarkation of the sea urchins *Loxechinus albus* in Chile, between 1945 and 2003. A. National disembarkation, B: Magellan region disembarkation. Source: Fishery National Service (SERNAPESCA).

mayo, diciembre y febrero, meses que coinciden con los períodos en que los individuos de esa región efectúan desoves.

Al emplear distintos factores de condición se obtuvieron resultados ligeramente diferentes no obstante, como tendencia general se observan valores ascendentes hasta mediados del año (junio-julio) para luego disminuir, lo que indicaría que habría ocurrido el desove entre julio y octubre finalizando dicho proceso hacia finales de octubre. Esta apreciación es coincidente con la fluctuación del coeficiente gamético establecido entre junio de 1995 y enero de 1996 (Arana *et al.* 1996), al evaluar la abundancia de gametos al cortar

transversalmente los lóbulos gonádicos y las características histológicas generales de las gónadas de los erizos. La finalización del período de desove ocurre en octubre, lo cual ha sido confirmado por Guisado *et al.* (1997), mientras que Jerez *et al.* (1997) consideran que el desove se realiza entre septiembre y la primera quincena de diciembre.

Dado que en 1998 en la región se obtuvo una cifra record de 30 115 ton, a partir del año siguiente las autoridades ampliaron la veda al período comprendido entre el 15 de agosto y el 15 de marzo del año siguiente. Con ello se ha logrado estabilizar la extracción a cifras inferiores a dicho máximo, aunque se permite la

extracción durante los meses en que las gónadas se encuentran más desarrolladas y turgentes.

Uno de los principales problemas detectados en esta pesquería es la obtención de "lenguas de erizo" de coloración amarillo, tonalidad exigida por el mercado, dado que éste varía notablemente, encontrándose en abundancia ejemplares con gónadas de color café que alcanza muy bajo valor en el mercado internacional, por lo cual las empresas exigen que las gónadas tengan mayoritariamente color amarillo, lo que obliga a los buzos a realizar muestreos *in situ* en los bancos para recolectar los erizos con las condiciones de mercado. Esto igualmente explica el hecho que las faenas se concentren en ciertos lugares y se mantenga por períodos prolongados al presentar los erizos las condiciones exigidas para ser exportadas.

A fin de evitar una explotación excesiva en ciertos lugares se ha propuesto implementar un manejo por rotación de áreas (Barahona *et al.* 2003) que permitiría la recuperación de los bancos de erizos. No obstante, la gran amplitud de la región y su especial configuración geográfica plantea dificultades para su control. Otra opción de manejo consiste en establecer áreas de reserva o parques marinos para el redoblamiento y como patrón de comparación con lugares o zonas intensamente explotadas, aspecto destacado en Chile primeramente por Castilla (1986), Moreno *et al.* (1987) y Moreno y Vega (1988). También es posible que en el futuro se puedan repoblar los fondos sobreexplotados mediante la reproducción de la especie en ambientes controlados y su producción masiva para fines de cultivo (Bustos *et al.* 1990, 1991).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren dejar constancia de las facilidades logísticas y del apoyo financiero otorgado por Hitochi Hanaoka, para materializar esta investigación. Así también, a Fernando Concha, José Sánchez, Mario Estefó y Luis A. Rival, quienes mediaron en la obtención de la información y de los antecedentes requeridos

para el desarrollo de los diferentes temas analizados. Finalmente, a los pescadores y personal de planta que anónimamente aportaron al trabajo realizado.

#### RESUMEN

En la región Magallánica del sur de Chile (52°20' S- 55°30' S), se recolectó al erizo de mar comestible *Loxechinus albus* por 1 200 pescadores artesanales, de los cuales 450 son buzos. Cerca de 360 botes de pesca pequeños y 54 bracos de transporte llevan el producto fresco a 16 plantas procesadoras. Se contabilizó el desembarque de cerca de 27 000 toneladas entre enero y marzo de 1995. Se midió el diámetro de la testa a 119 239 erizos, se pesaron 36 406 ejemplares y se determinó el sexo a 2 314 individuos. En terreno se controló la entrega de  $6.6 \times 10^6$  docenas de erizos (este es un método de medida utilizado por pescadores de la región), resultado de la labor de 14 753 días/buzos. Los rendimientos promedios de extracción variaron entre 235 y 660 docenas por día/buzo. Los promedios de pesca se encontraron entre un mínimo anual de 235 DEDB (docenas de erizos/día/buzo), hasta un máximo de 600 DEDB. En términos generales, los valores promedios más bajos fueron entre enero y abril (415-427 DEDB), y los valores más altos entre mayo y diciembre (456-510 DEDB). Las tallas promedio incrementan de junio a noviembre y decaen de diciembre a junio. Las frecuencias de tallas caen dentro de un modelo de poder lo que sugiere que esta especie tiene un crecimiento alométrico negativo ( $b = 2.007$ ). Los erizos con tallas entre 80-85 mm predominaron en los desembarques. De acuerdo con la variación de los factores de condición utilizados (Factor de Condición Medio = mayo a julio, Factor de Condición Isométrico = julio, y Factor de Condición Cúbico = junio). El desove ocurre principalmente entre agosto y septiembre, y termina al final de octubre. La extracción del erizo constituye una de las principales fuentes de empleo para los pescadores artesanales en el extremo sur de Chile. La mayor dificultad observada en esta pesquería es la obtención de suficientes gónadas amarillo-doradas, las cuales son la base de las demandas internacionales del mercado.

**Palabras claves:** Erizo de mar, biología, pesquería, región Magallánica, Chile, *Loxechinus albus*.

#### REFERENCIAS

- Arana, P., S. Palma, E. Bay-Schmith, M.A. Monardes & M. Gálvez. 1996. Aspectos biológico y pesqueros del erizo (*Loxechinus albus*) en la región de Magallanes. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, Valparaíso, 23: 83-140.

- Arredondo, M. 1996. Desempeño extractivo en la explotación del erizo (*Loxechinus albus*) en la región de Magallanes durante 1995. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 23: 56-82.
- Barahona, N., J.M. Orenzáns, A. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V. Cataste & P. Gálvez. 2003. Bases biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile, 2000-18: 378 p.
- Bustos, E., C. Godoy, S. Olave & R. Troncoso. 1991. Desarrollo de técnicas de producción de semillas y repoblación de recursos bentónicos. I. Investigaciones en el erizo chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1782). PNUD-Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 60 p.
- Bustos, E., S. Olave & R. Troncoso. 1990. Estudio repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV región. III. Investigaciones en erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). CORFO-IFOP, Chile, AP 90/1c: 186 p.
- Castilla, J.C. 1986. ¿Siguiendo existiendo la necesidad de establecer parques y reservas marítimas en Chile? *Amb. Des.*, 2: 53-63.
- Castilla, J.C., J. Vásquez, A. Larrea & A. Jullian. 1981. Poblaciones del erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) en cinturones de *Macrocystis* en el canal Beagle, Chile. p. 270-314. *In* Informe final proyecto de investigación, biología y factibilidad de utilización de praderas de *Macrocystis pyrifera* en puerto Toro, isla Navarino, Chile. B. Santelices (ed.), P. Univ. Católica de Chile y Armada de Chile.
- Jerez, G., N. Barahona, A. Muñoz, E. Lozada & V. Asencio. 1997. Monitoreo de la pesquería del recurso erizo en la XII Región. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile, 94-27: 147 p.
- Gálvez, M. 1996. Evaluación indirecta del stock de erizo (*Loxechinus albus*) al sur del estrecho de Magallanes. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 23: 253-286.
- Guisado, C., E. Arias & E. Pérez. 1997. Estudio reproductivo del erizo en las Regiones I a VIII. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile, 97-44: 241 p.
- Gutiérrez, J. & M. Otsu. 1975. Periodicidad en las variaciones biométricas de *Loxechinus albus* Molina. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 15: 179-199.
- Larraín, A. 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. *Gayana Zool.*, 35: 189 p.
- Melo, C., L. Durán, C. Falcón, M. Gálvez, C. Godoy & D. Oliva. 1998. Elaboración de claves talla-edad para el recurso erizo. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile, 97-30: 217 p.
- Moreno, C., C. Godoy, E. Villouta & I. Lépéz. 1987. Explotación de recursos benthicos litorales: una alternativa derivada de la protección de áreas, p. 51-58. *In* P. Arana (ed.). Manejo y Desarrollo Pesquero. Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso.
- Moreno, C.A. & R. Vega. 1988. Valor científico de las reservas marinas costeras: Un ejemplo de estudio ecológico con poblaciones intermareales de *Loxechinus albus* (Molina). Informe UNESCO Ciencias del Mar, 47: 124-134.
- Palma, S. & P. Arana. 1996. Método rápido de determinación del sexo en el erizo comestible *Loxechinus albus* (Molina, 1782) y su aplicación en estudios biológico-pesqueros. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 24: 123-130.
- SERNAPESCA. 2001. Anuario estadístico de pesca. Servicio Nacional de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile, 140 p.
- Tresierra, A. & Z. Culquichicón. 1993. Biología pesquera. Concytec, Trujillo, Perú, 432 p.
- Valladares, C., J. Gibbons, N. Nuñez, W. Stotz, M. Valdevenito & E. Pérez. 1998. Análisis bioeconómico del recurso erizo en la XII Región. Informe Técnico, Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, Chile, 97-31: 145 p.