

KRILL POPULATION BIOLOGY DURING THE 1991 CHILEAN ANTARCTIC KRILL FISHERY

A. Mujica R., E. Acuña S. and A. Rivera O.*

Abstract

Population biology of Antarctic krill, *Euphausia superba*, was studied from samples taken in 1991 during krill fishing operations around the South Shetland Islands on board the Chilean factory vessel *Kirishima*. Hauls were made using a commercial midwater trawl (mouth area approximately 40 x 40 m and mesh size from 1.5 to 3 cm). Two subsamples of 100 specimens each were taken from 50 samples and analysed. The fishing ground was divided into two areas: Area A, north of the South Shetland Islands; and Area B, north of Elephant Island. The samples were grouped by time of capture: daytime, twilight and night-time. The specimens were measured (total length, TL) to the nearest millimetre and weighed (wet weight) to the nearest 0.01 g. Mean catch-per-hour and mean catch-per-towing time were determined from a total of 419 hauls. In Area A, a unimodal size frequency distribution was found; the size range was between 30 and 55 mm TL, with a mean TL of 45 mm for females and 48 mm for males. A very weak mode for juvenile specimens between 26 and 36 mm TL was also found. The sex composition was 65.1% females, 34.4% males and 1.4% juveniles. Of the females sampled, 25.2% bore spermatophores. Although the smallest specimen found with a spermatophore had a 36.5 mm TL, 80% of the females with spermatophores had a TL larger than 45 mm. In Area B, a bimodal size frequency distribution and a larger size range were found, with one mode between 32 and 55 mm TL (mean length 43 mm for females and 46 mm for males), and the other (modal length 32 mm) for juvenile specimens between 20 and 39 mm TL. Females comprised 47.1%, males 40% and juveniles 12.9%. Of the females sampled, 27.1% bore spermatophores, with a size range between 35.4 and 56 mm TL, although 80% of them had a TL larger than 45 mm. The size frequency distribution showed no significant differences between the three time periods. However, when the sex composition is considered, males are more abundant in night-time catches while females are more abundant during daytime catches, thus showing a different trend. Considering all catches, the yield in terms of tonnes-per-mile and tonnes-per-hour was higher during the daytime than during twilight and night in both fishing areas. These daytime catches were also made at consistently greater depths. Research was financed by INACH (Chilean Antarctic Institute).

Résumé

Etude de la biologie des populations du krill antarctique, *Euphausia superba*, fondée sur des échantillons prélevés en 1991 au cours des opérations de pêche de krill autour des îles Shetland du Sud à bord du navire-usine chilien le *Kirishima*. Les traits ont été effectués au chalut

* Depto. Biol. Marina, Facultad Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile

пélagique (surface de l'ouverture d'environ 40 x 40 m et maillage de 1,5 à 3 cm). Deux sous-échantillons de 100 spécimens chacun ont été prélevés de 50 échantillons, puis analysés. Le lieu de pêche était divisé en deux secteurs: la zone A, au nord des îles Shetland du Sud, et la zone B, au nord de l'île Eléphant. Les échantillons ont été groupés selon l'heure de capture: de jour, en période de demi-jour et de nuit. Les spécimens ont été mesurés (longueur totale, TL) au millimètre près et pesés (poids humide) au 0,01 g près. La capture moyenne par heure et la capture moyenne par heure du chalutage ont été déterminées à partir des 419 traits. Dans la zone A, une distribution unimodale de fréquences de tailles a été observée; la TL variait de 30 à 55 mm, dont une TL moyenne de 45 mm pour les femelles et de 48 mm pour les mâles. On a également observé un mode très faible pour les spécimens juvéniles d'une TL de 26 à 36 mm. La composition par sexe a révélé 65,1 % de femelles, 34,4% de mâles et 1,4% de juvéniles. Des femelles échantillonnées, 25,2% portaient des spermatophores. 80% des femelles portant des spermatophores était d'une TL supérieure à 45 mm, le plus petit spécimen étant pourtant d'une TL de 36,5 mm. Dans la zone B, on a observé une distribution bimodale de fréquences de tailles et une gamme de tailles plus étendue, avec un mode pour le groupe d'une TL de 32 à 55 mm (longueur moyenne de 43 mm pour les femelles et de 46 mm pour les mâles), et un mode (longueur modale de 32 mm) pour les spécimens juvéniles d'une TL de 20 à 39 mm. 47,1% étaient des femelles, 40% des mâles et 12,9% des juvéniles. Parmi les femelles échantillonnées de 35,4 à 56 mm de TL, mais dont 80% excédaient toutefois 45 mm, 27,1% portaient des spermatophores. La distribution de fréquences de tailles n'a révélé aucune différence majeure entre les trois périodes. Toutefois, si la composition par sexes est prise en compte, on remarque que les mâles sont plus abondants dans les captures de nuit, alors que les femelles prédominent dans celles de jour, ce qui indique donc une tendance différente. Compte tenu de toutes les captures, le rendement dans les deux lieux de pêche, en termes de tonnes par mille et de tonnes par heure, était plus élevé de jour qu'au crépuscule ou de nuit. De plus, les captures effectuées de jour étaient régulièrement réalisées à des profondeurs plus importantes. Les recherches ont été financées par l'INACH (l'Institut antarctique chilien).

Резюме

Биология популяций антарктического криля *Euphausia superba* изучалась по пробам, взятым в ходе промысла криля у Южных Шетландских о-вов чилийским плавзаводом *Kirishima*. Траления проводились коммерческим среднеглубинным тралом с площадью устья приблизительно 40x40 м и размером ячеи 1,5 - 3 см. Из 50 проб были взяты и проанализированы две подвыборки, состоящие из 100 особей. Промысловый участок был разделен на два района: Район А - к северу от Южных Шетландских о-вов и Район В - к северу от о-ва Элефант. Пробы были сгруппированы в соответствии с временем вылова: днем, в сумерках и ночью. Особи измерялись (общая длина, TL) до ближайшего миллиметра и взвешивались (мокрый вес) до ближайшего 0,01 г. Всего было выполнено 419 тралений. Определились средний вылов за час и средний вылов за время траления. В Районе

Анаблюдалось одномодальное распределение частоты длин с диапазоном размеров между 30 и 55 мм TL, средней общей длиной 45 мм у самок и 48 мм у самцов. Также наблюдалась очень слабая модальная длина у молоди, общая длина которой была 26 - 36 мм. Половой состав: самки - 65,1%; самцы - 34,4%; и молодь - 1,4%. 25,2% обследованных самок имело сперматофоры. Несмотря на то, что общая длина наименьшей особи, имеющей сперматофоры, составляла 36,5 мм, общая длина 80% самок, имеющих сперматофоры, превысила 45 мм. В Районе И было отмечено бимодальное распределение частоты длин и большой диапазон длин - одна мода между 32 и 55 мм ЕД (средняя для самок - 43 мм и для самцов - 46 мм); другая мода была 32 мм в случае молоди, TL которой была между 20 и 39 мм. Половой состав: самки - 47,1%; самцы - 40%; и молодь - 12,9%. 27,1% обследованных самок имело сперматофоры и находилась в диапазоне длин 35,4 - 56 мм TL, хотя у 80% особей TL превысила 45 мм. Распределение частоты длин не указало на значительные расхождения между тремя периодами. Тем не менее, если принять во внимание половой состав, большее количество самцов встречается в ночных уловах, а большее самок - в дневных уловах. Учет всех уловов показывает, что вылов в единицах "тонны/милю" и "тонны/час" был выше при дневном свете, чем в сумерках или ночью в обоих промысловых районах. Дневные уловы также регулярно были получены в более глубоких водах. Научные исследования финансировал Чилийский антарктический институт.

Resumen

Se realizó un estudio biológico del stock de kril antártico *Euphausia superba*, a partir de las muestras recogidas en 1991 por el buque factoría chileno *Kirishima* durante sus operaciones pesqueras realizadas en las aguas del archipiélago de las Shetland del Sur. Se empleó un arrastre pelágico comercial (apertura de unos 40 x 40 m y luz de malla de 1.5 a 3 cm). De un total de 50 muestras, se separaron 2 submuestras de 100 especímenes cada una para ser analizadas. Los caladeros se dividieron en dos zonas: el Area A, al norte de las Shetland del Sur y el Area B al norte de la isla Elefante. Las muestras se agruparon según la hora de recogida: diurnas, crepusculares o nocturnas. Los especímenes se midieron al milímetro más próximo (TL, longitud total) y se pesaron (peso húmedo) al 0.01 g más próximo; también se calcularon las medias de captura por hora y por arrastre de los 419 lances realizados. Para el Area A, la distribución de frecuencia de TL fue unimodal y osciló entre 30 y 55 mm, siendo 45 mm la media para las hembras y 48 mm para los machos. La moda de TL para los juveniles era baja, entre 26 y 36 mm. La composición de sexos fue de un 65.1% de hembras, 34.4% de machos y 1.4% de juveniles. De las hembras muestreadas el 25.2% tenía espermatoforas. Aunque la TL más pequeña era 36.5 mm, en el 80% de los casos la talla superaba los 45 mm. En el Area B, la distribución de frecuencia de TL era bimodal con una gama de tallas más amplia; una moda oscilaba entre 32 y 55 mm (43 mm de media para las hembras y 47 mm para los machos) y la otra para ejemplares juveniles entre 20 y 39 mm (con una moda de 32 mm). Las hembras constituían el 47.1%, los machos el 40% y los juveniles el 12.9%. De las hembras

muestreadas el 27.1% tenía espermatoforas, con una gama de TL que oscilaba entre 35.4 y 56 mm, aunque el 88% superaba los 45 mm. La distribución de frecuencia de tallas no mostró diferencias significativas entre los tres horarios. Sin embargo, al examinar la composición de sexos resultó que los machos eran más abundantes en las capturas nocturnas, mientras que las hembras lo eran en las diurnas, lo que representa la tendencia contraria. Cuando se consideró la captura total realizada se vió que el rendimiento en términos de tonelada por milla y por hora fue mayor durante el día que en las horas crepusculares o nocturnas en ambas zonas de pesca. Las capturas diurnas se realizaron a mayor profundidad. Este estudio estuvo subvencionado por el INACH (Instituto Antártico Chileno).

1. INTRODUCTION

CCAMLR has determined that since krill, (*Euphausia superba*), is by far the most abundant marine living resource in Antarctic waters, the major task of its Working Group on Krill (WG-Krill) should be analysis of the krill fishery. Obtaining information about the size, distribution and composition of commercial krill catches is one of the key aspects of the work of WG-Krill. Marín *et al.* (1991) made a preliminary analysis of the haul-by-haul data collected during 1991 in the fishing grounds near Livingston Island, Robert Island, Nelson Island and Elephant Island.

During the 1991 fishing season, scientific observers on board the Chilean factory vessel *Kirishima* belonging to the company Empresa de Desarrollo Pesquero (ENDEPES), collected biological information on krill catches. The main objective of this article is to present an analysis of that information, in particular in respect of *E. superba* population biology.

2. MATERIALS AND METHODS

Samples were taken (20 February to 25 March, 1991) from 50 fishing tows of a total of 419, on board *Kirishima* which operated in the Drake Passage off the South Shetland Islands (Figure 1).

Catches were obtained using a commercial midwater trawl, (mesh size 1.5 to 3 cm and mouth area approximately 40 x 40 m), which was towed at a mean velocity of 2.65 knots for 5 to 95 minutes, at minimum depths between 25 to 100 m determined by a netsonde device mounted on top of the net.

In order to determine size frequency distribution and sex ratio, two subsamples of 100 specimens were taken from each haul; a total of 10 000 specimens was analysed. Each specimen was sexed and measured (Total Length, TL and Cephalothorax Length, CL) to the nearest millimetre and weighed (wet weight) to the nearest 0.01 g and its maturity stage determined.

Krill diurnal distribution was analysed using values obtained for mean catch-per-hour and mean catch-per-distance towed (n miles) from the 419 tows and by dividing the fishing grounds into areas A and B (see Figure 1) and the catches into three time categories (daytime, from 90 minutes after sunrise to 90 minutes before sunset; twilight, from 90 minutes before to 90 minutes after sunrise and sunset; and night-time, from 90 minutes after sunset to 90 minutes before sunrise).

The tow number, time of tow, date, position, towing velocity and minimum depth of the tows where samples were taken are shown in Table 1.

3. RESULTS

In Area A north of the South Shetland Islands, close to unimodal size frequency distribution was found with the main length mode of specimens between 30 and 55 mm TL, a mean TL of 45 mm for females and 48 mm for males, and a very small mode for juvenile specimens (sex undetermined) between 26 and 36 mm TL (Figure 2). The sex composition of the samples from this area was 65.1% females, 34.4% males and 1.4% juveniles or specimens of undetermined sex. Of the total number of females sampled, 25.2% bore spermatophores, and although the smallest specimen found with a spermatophore was 36.5 mm TL, 80% of these females were between 45 and 53.7 mm TL with a mode of 46.5 mm TL (Figure 3).

In Area B north of Elephant Island, a clear bimodal size frequency distribution and a larger size range were found, with one mode of specimens between 32 and 55 mm TL, (mean TL of 43 mm for females and 46 mm for males), and the other (32 mm) for juvenile specimens (sex undetermined) between 20 and 39 mm TL (Figure 4). Females were also more abundant in this area (47.1%), while males (40%) and juveniles or specimens of undetermined sex (12.9%) were much more abundant than in Area A. Of the total number of females sampled, 27.1% bore spermatophores with a size range between 35.4 and 56 mm TL, although 80% of them were larger than 45 mm TL, with the largest modes between 46 and 47 mm TL (Figure 5).

The analysis of the size frequency distribution of catches taken during the three different time periods showed no significant differences among them; sizes were between 20 and 55 mm TL and a bimodal distribution was found. Two maximum frequencies were around 48 mm TL and between 32 and 34 mm TL for juveniles during the three time periods (Figure 6). However, when sex ratio is considered, males tended to be more abundant in night-time catches while females were more abundant in daytime catches (Figure 7), showing a different trend i.e., the percentage of males in the catches increases from daytime to night-time while the percentage of females decreases.

Considering all catches, the yield in terms of tonnes/mile (Figure 8) and tonnes/hour (Figure 9) was higher during the daytime than during twilight and at night in both fishing areas. These daytime catches were also made at consistently greater depths.

REFERENCES

- MARIN, V.H., A. MUJICA and P. EBERHARD. 1991. Chilean krill fishery: analysis of the 1991 season. In: *Selected Scientific Papers, 1991 (SC-CAMLR-SSP/8)*. CCAMLR, Hobart, Australia: 273-287.

Table 1: Tow number, time of tow, date, position, towing velocity and minimum depth of tows containing a fish by-catch during krill fishing.

Tow	Time	Date	Position		Towing Velocity	Minimum Depth
			Latitude	Longitude		
			AREA A			
9	10:00	21.02.91	62°01,2'	60°29,0'	2.70	50
10	12:30	21.02.91	62°06,2'	59°57,3'	3.10	30
13	19:25	21.02.91	62°08,0'	59°55,3'	2.60	58
14	21:30	21.02.91	62°08,1'	59°51,5'	2.40	50
20	09:30	22.02.91	62°08,9'	59°56,4'	2.60	84
24	17:45	22.02.91	62°08,9'	59°54,5'	2.80	55
25	19:55	22.02.91	62°08,7'	59°55,2'	2.80	50
33	12:10	23.02.91	62°23,6'	60°40,5'	2.20	50
36	16:10	23.02.91	62°31,8'	61°09,0'	2.50	45
40	23:20	23.02.91	62°30,5'	61°21,0'	3.20	52
44	07:05	24.02.91	62°31,3'	61°24,2'	3.60	50
46	11:30	24.02.91	62°31,5'	61°26,8'	3.70	45
47	13:30	24.02.91	62°32,6'	61°28,2'	3.10	45
48	15:35	24.02.91	62°32,8'	61°28,2'	3.30	45
54	16:00	25.02.91	62°29,1'	61°03,2'	3.00	50
62	06:30	26.02.91	62°40,6'	61°46,0'	3.20	34
63	08:05	26.02.91	62°40,9'	61°46,5'	3.40	50
74	08:50	27.02.91	62°40,3'	61°35,6'	3.80	48
77	14:50	27.02.91	62°39,5'	61°37,5'	2.70	50
93	21:25	28.02.91	62°27,6'	60°58,2'	2.70	50
05	19:15	01.03.91	62°26,8'	60°26,8'	3.20	40
16	18:20	02.03.91	62°19,2'	60°51,5'	2.50	50
28	14:40	03.03.91	62°27,6'	61°17,6'	2.70	50
30	18:20	03.03.91	62°26,0'	61°17,8'	2.80	40
39	08:30	04.03.91	62°33,5'	61°22,7'	2.90	35
57	21:05	05.03.91	62°34,8'	61°27,3'	2.40	40
66	15:55	06.03.91	62°40,5'	61°26,3'	2.60	40
68	18:40	06.03.91	62°40,5'	61°26,0'	2.60	40
81	17:10	07.03.91	62°41,0'	61°21,5'	2.70	40
90	10:20	08.03.91	62°40,0'	61°24,6'	3.00	50
91	11:15	08.03.91	62°40,5'	61°24,6'	2.80	50
95	17:40	08.03.91	62°39,9'	61°33,3'	2.70	40
04	07:35	09.03.91	62°32,7'	61°22,4'	2.50	35
47	18:10	12.03.91	62°00,9'	59°18,7'	2.20	40
60	19:00	13.03.91	61°54,5'	58°41,8'	3.10	40
			AREA B			
75	07:00	15.03.91	60°51,2'	55°35,2'	2.60	45
82	18:15	15.03.91	60°50,7'	55°34,7'	2.20	50
90	07:05	16.03.91	60°52,6'	55°37,5'	2.30	35
04	07:50	17.03.91	60°52,8'	55°35,4'	2.10	50
44	04:30	20.03.91	60°59,5'	55°10,4'	2.70	70
59	05:50	21.03.91	60°52,7'	55°22,1'	2.50	50
12	06:10	25.03.91	60°50,2'	55°50,2'	2.10	60

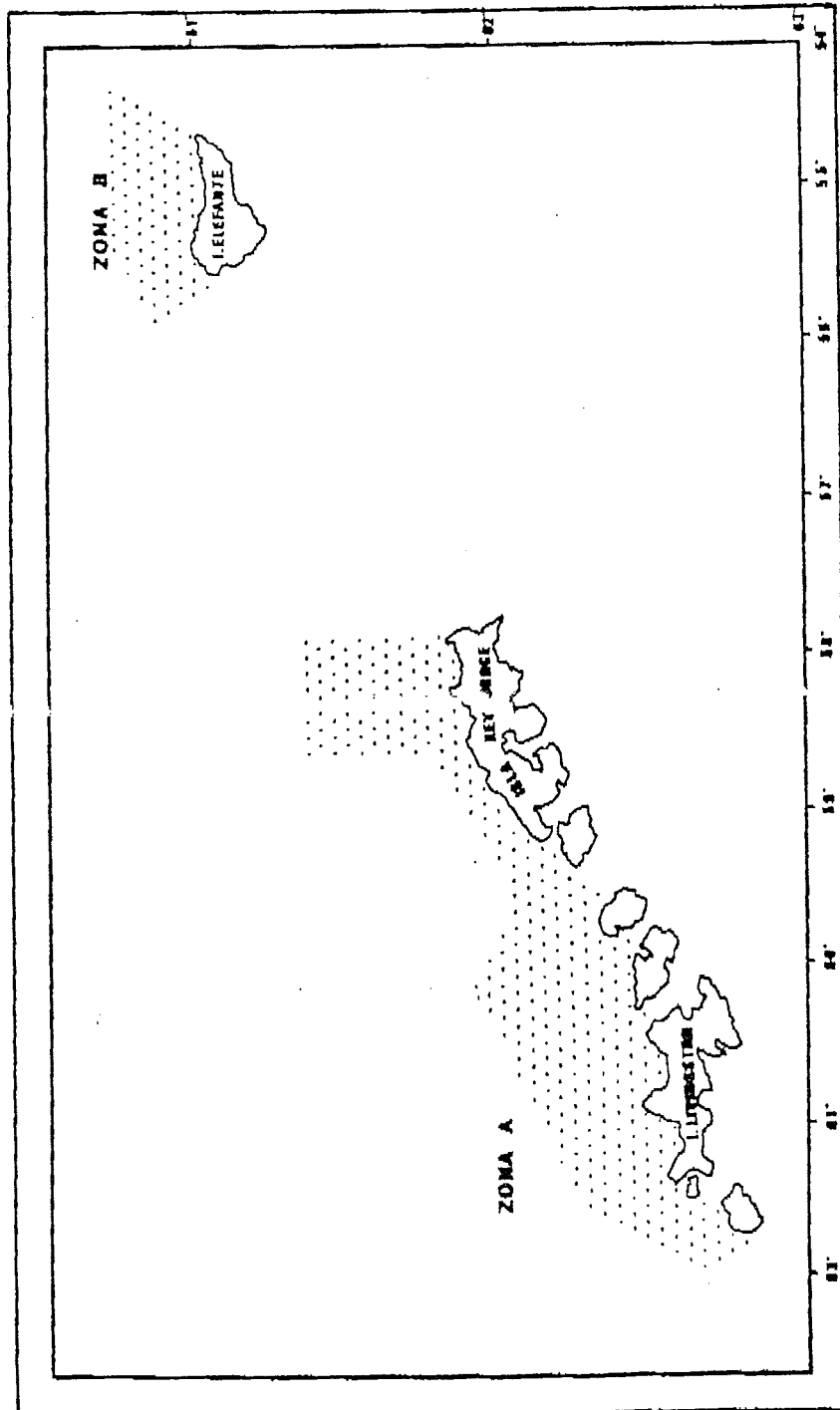


Figure 1: Chilean krill fishing grounds.

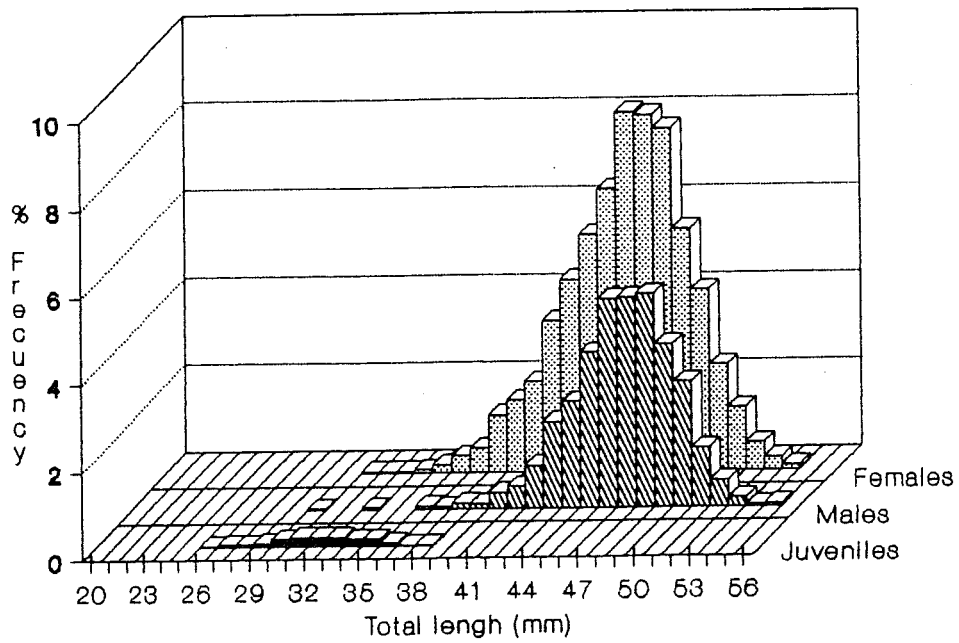


Figure 2: Size frequency distribution of *E. superba* juveniles, males and females in Area A.

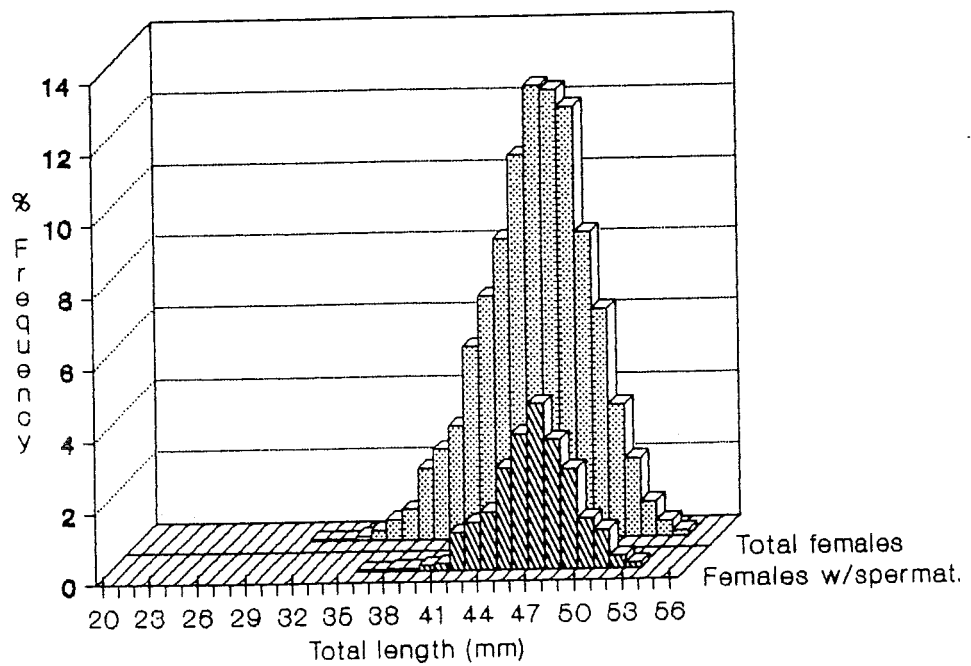


Figure 3: Size frequency distribution of total females and females with spermatophores in Area A.

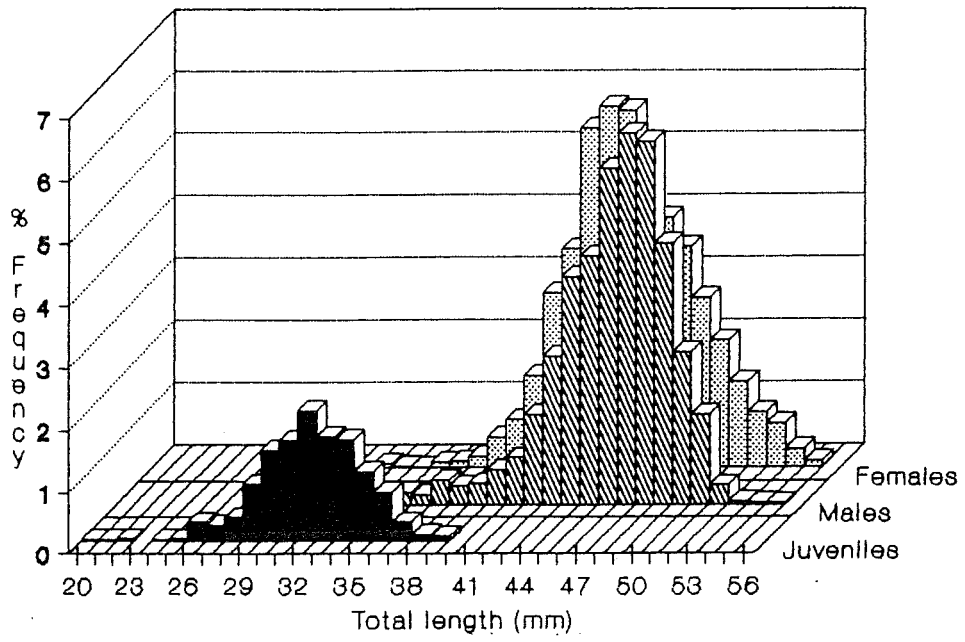


Figure 4: Size frequency distribution of *E. superba* juveniles, males and females in Area B.

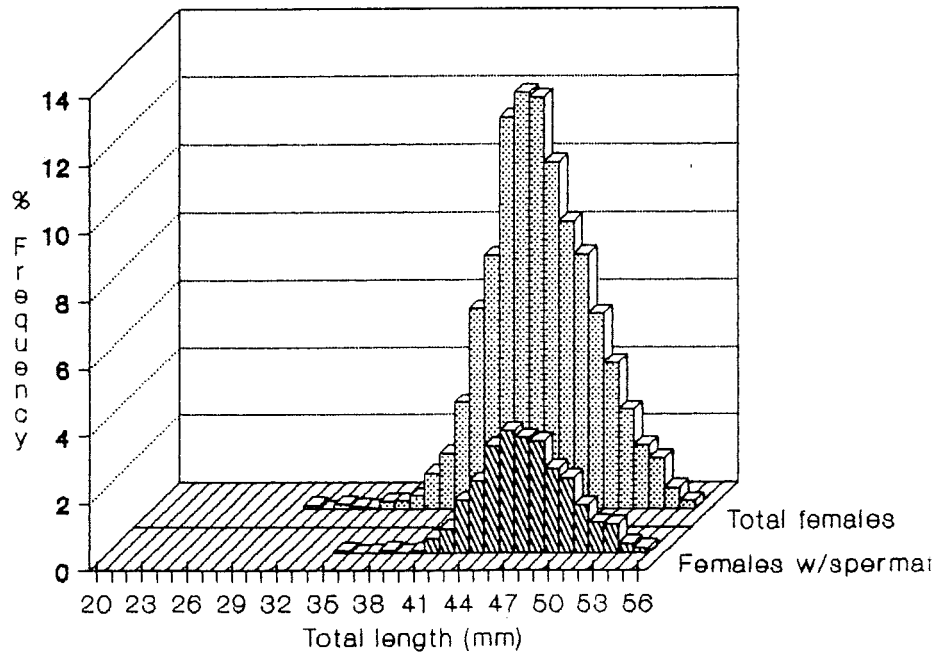


Figure 5: Size frequency distribution of total females and females with spermatophores in Area B.

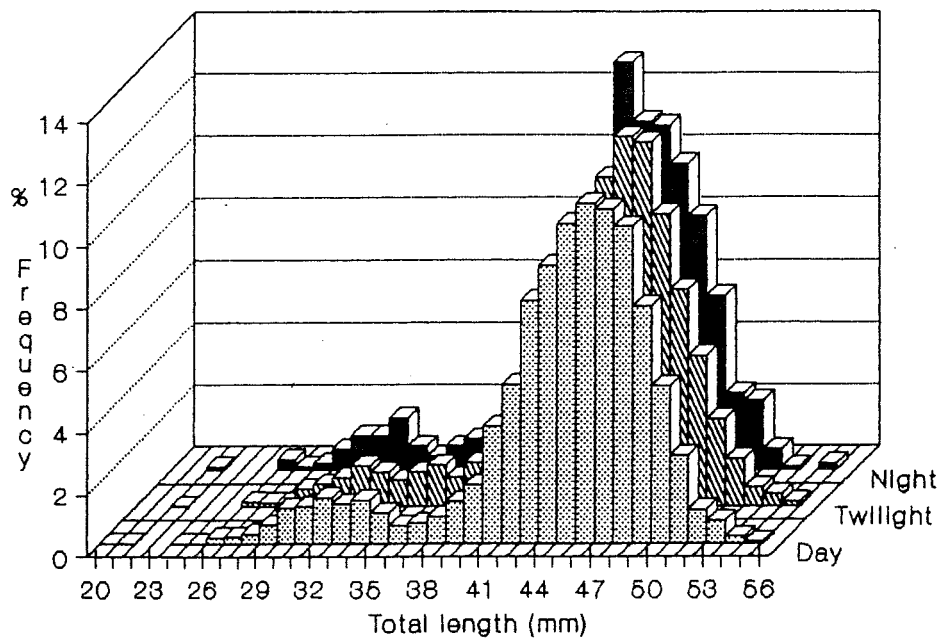


Figure 6: Size frequency distribution of *E. superba* during the daytime, twilight and night-time.

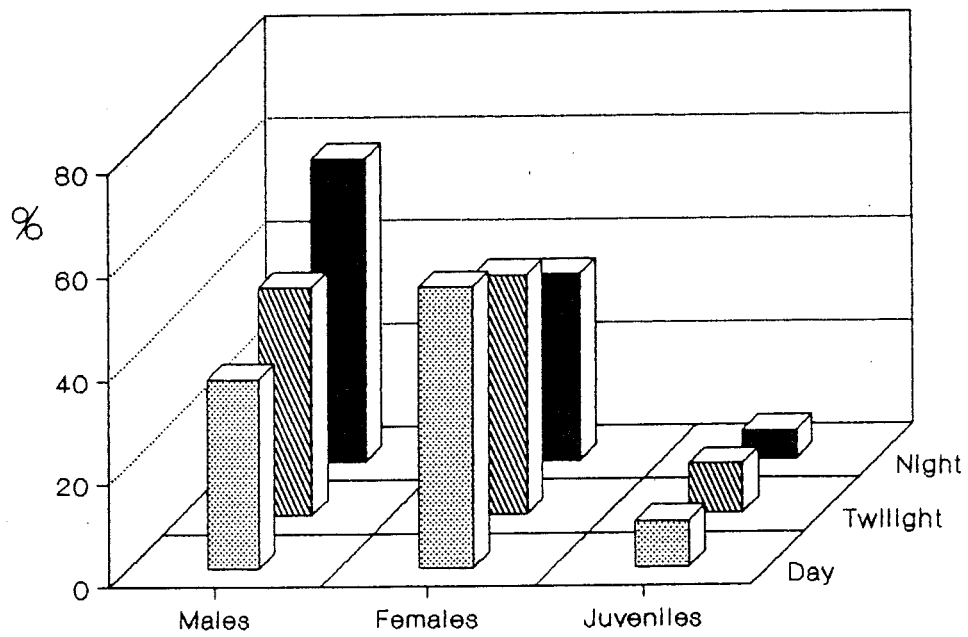


Figure 7: Sex composition of *E. superba* in the three time periods.

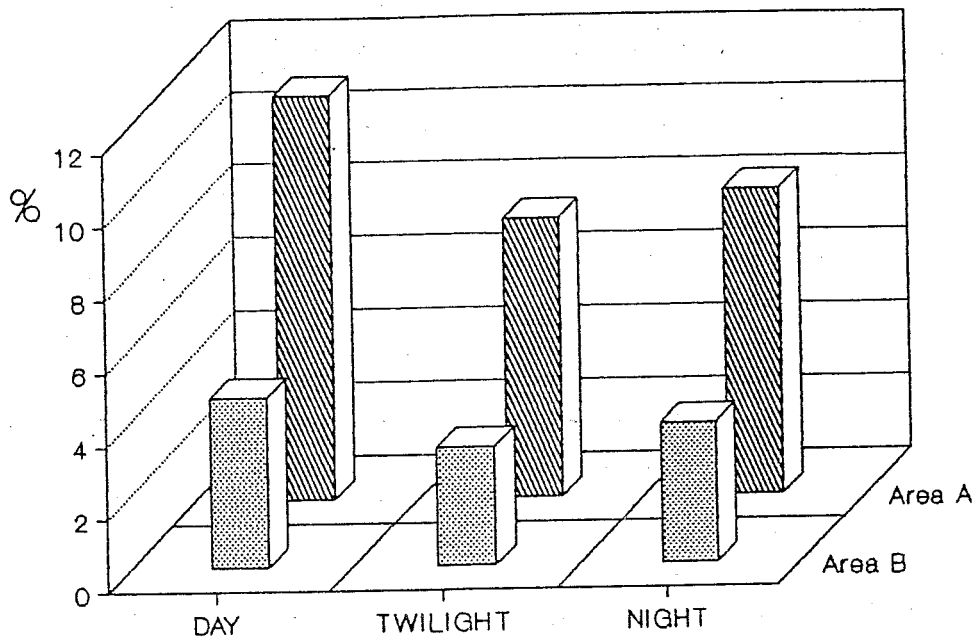


Figure 8: Total catch (tonne/mile) in both areas during the three time periods.

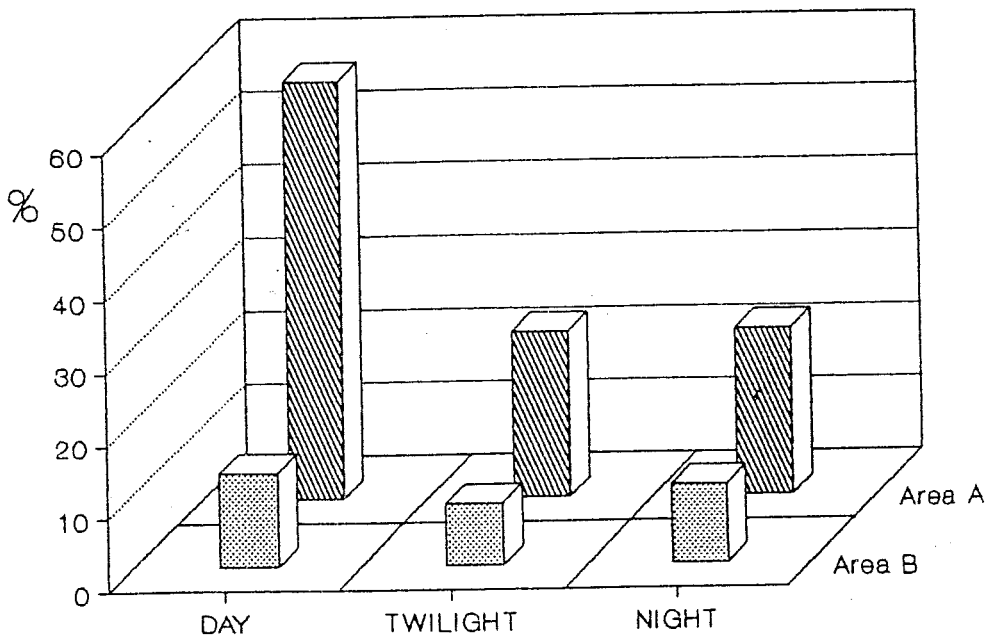


Figure 9: Total catch (tonne/hrs) in both areas during the three time periods.

Лéгенды таблиц

Таблица 1 : Нумеро, heure, date, et position du trait, vitesse du chalutage et profondeur minimale aux stations de captures effectives de poissons au cours de la pêche du krill.

Лéгенды фигур

- Figure 1: Lieux de pêche du krill fréquentés par le Chili.
- Figure 2: Distribution de fréquences de tailles de juvéniles, de mâles et de femelles d'*E. superba* de la zone A.
- Figure 3: Distribution de fréquences de tailles du total des femelles et des femelles portant des spermatophores dans la zone A.
- Figure 4: Distribution de fréquences de tailles de juvéniles, de mâles et de femelles d'*E. superba* de la zone B.
- Figure 5: Distribution de fréquences de tailles de la totalité des femelles et des femelles portant des spermatophores dans la zone B.
- Figure 6: Distribution de fréquences de tailles d'*E. superba* de jour, en période de demi-jour et de nuit.
- Figure 7: Sex ratio d'*E. superba* pendant les trois périodes.
- Figure 8: Capture totale (tonnes/mille) dans les deux zones pendant les trois périodes.
- Figure 9: Capture totale (tonnes/heure) dans les deux zones pendant les trois périodes.

Список таблиц

Таблица 1: Номер траления, время траления, дата, позиция, скорость траления и минимальная глубина станций, где рыба наблюдалась в прилове при промысле криля.

Список рисунков

- Рисунок 1: Чилийские участки промысла криля.
- Рисунок 2: Распределение частоты длин молодежи, самцов и самок *E. superba* в Районе А.
- Рисунок 3: Распределение частоты длин всех самок и самок, имеющих сперматофоры, в Районе А.
- Рисунок 4: Распределение частоты длин молодежи, самцов и самок *E. superba* в Районе В.
- Рисунок 5: Распределение частоты длин всех самок и самок, имеющих сперматофоры в Районе В.

- Рисунок 6: Распределение частоты длин особей *E. superba*, выловленных при дневном свете, в сумерках и ночью.
- Рисунок 7: Половой состав *E. superba* в течение трех периодов.
- Рисунок 8: Общий вылов (тонна/милю) в обоих районах в течение трех периодов.
- Рисунок 9: Общий вылов (тонна/милю) в обоих районах в течение трех периодов.

Lista de las tablas

- Tabla 1: Número de arrastre, hora, fecha, posición, velocidad y profundidad mínima de las estaciones en las que se pescaron peces como pesca secundaria en la pesquería del kril.

Lista de las figuras

- Figura 1: Caladero en el que Chile realizó la pesquería del kril.
- Figura 2: Distribución de frecuencia de tallas de peces juveniles, machos y hembras de *E. superba*, correspondientes al Area A.
- Figura 3: Distribución de frecuencia de tallas del total de hembras y hembras con espermatoforas correspondientes al Area A.
- Figura 4: Distribución de frecuencia de tallas de juveniles, machos y hembras de *E. superba* correspondientes al Area B.
- Figura 5: Distribución de frecuencia de tallas del total de hembras y hembras con espermatoforas correspondientes al Area B.
- Figura 6: Distribución de frecuencia de tallas de las capturas diurnas, crepusculares y nocturnas respectivamente.
- Figura 7: Composición de sexos de *E. superba* de los tres períodos.
- Figura 8: Captura total (toneladas/milla) para ambas áreas de los tres períodos temporales.
- Figura 9: Captura total (toneladas/horas) para ambas áreas en los tres períodos temporales.

