

Research Article

Caracterización de las tácticas de pesca en la pesquería multiespecífica de crustáceos demersales en Chile

Diana Párraga¹, Rodrigo Wiff¹, Juan Carlos Quiroz¹, Maximiliano Zilleruelo¹,
Claudio Bernal¹ & Jorge Azócar¹

¹División Investigación Pesquera, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)
P.O. Box 8V, Valparaíso, Chile

RESUMEN. Cada operación de pesca en pesquerías multiespecíficas puede ser descrita por medio del análisis de la proporción de especies en la captura, área y arte de pesca. A un conjunto de operaciones de pesca similares, se ha definido en la literatura como táctica de pesca. En este trabajo, se identificaron tácticas de pesca empleadas en la pesquería multiespecífica de crustáceos (PMC), entre 26°03'S y 38°28'S frente a Chile. Se utilizó la proporción de especie en la captura por lance, registrada en bitácoras de pesca por observadores científicos entre 2007 y 2009. Durante este periodo, se registraron 1599 lances con 57 especies recurrentes. Se realizó un análisis de componentes principales para reducir la dimensionalidad de especies y posteriormente, se aplicó un análisis jerárquico de agrupación sobre los componentes retenidos. Se obtuvieron y analizaron cuatro tácticas, la primera orientada a capturar *Heterocarpus reedi* (camarón nailon) con capturas en un amplio rango latitudinal. La segunda táctica enfocada a *Cervimunida johni* (langostino amarillo) con lances realizados en un estrecho rango de latitud y menor profundidad. La tercera táctica centró su esfuerzo en *Haliporoides diomedea* (gamba de profundidad), siendo los lances realizados a mayor profundidad y la última táctica hacia *Pleuroncodes monodon* (langostino colorado), enfocados en aguas someras cerca de la costa. En el caso de la PMC, la identificación de tácticas de pesca es importante en la asignación de intencionalidad de captura y la construcción de índices de abundancia derivados de bitácoras de pesca. Los resultados son discutidos en términos de caracterizar las tácticas y como su asignación permitirá obtener índices de abundancia menos sesgados.

Palabras clave: crustáceos demersales, composición de especies, análisis multivariado, Chile.

Characterization of fishing tactics in the demersal crustacean multispecies fishery off Chile

ABSTRACT. In multispecies fisheries, each fishing operation can be described by analyzing the catch composition, fishing location, and fishing gear used. Sets of fishing operations with similar characteristics have been usually defined as fishing tactics. The present work defines fishing tactics for the crustacean multispecies fishery (CMF) developed between 26°03'S and 38°28'S off Chile. The catch composition per fishing haul, as recorded by scientific observers in fishing a logbooks from 2007 to 2009, was used. During this period, 1599 fishing hauls containing 57 species were registered in total. After employing a principal component analysis to reduce the species composition dimension, an agglomerative hierarchical analysis was carried out over the retained components. Four fishing tactics were identified and analyzed: 1) effort directed to *Heterocarpus reedi* (red shrimp) over a wide latitudinal range, 2) effort focused on *Cervimunida johni* (yellow squat lobster) in a narrow latitude range and at shallower depths, 3) effort directed to *Haliporoides diomedea* (red royal shrimp), with the deepest hauls, and 4) effort focused on *Pleuroncodes monodon* (red squat lobster) in shallower waters close to the coast. In the case of the CMF, the identification of fishing tactics is important for indicating catch intention and for constructing abundance indices using data derived from fishing a logbooks. The results are discussed in terms of characterizing the fishing tactics and how their designation allows obtaining less biased abundance indices.

Keywords: demersal crustaceans, species composition, multivariate analysis, Chile.

INTRODUCCIÓN

La pesquería multiespecífica de crustáceos (PMC) opera principalmente a lo largo del talud y plataforma continental entre los 26°03'S y 38°28'S frente a la costa chilena. Debido a su naturaleza multiespecífica, donde en cada lance de pesca se captura un importante número de especies en una reducida área y durante corto tiempo; es posible que las operaciones de pesca (lance) reflejen la estructura comunitaria de las poblaciones, como ha sido reportado en otras pesquerías de este tipo (Pelletier & Ferraris, 2000; Alemany & Álvarez, 2003). Si bien, en la PMC el esfuerzo de pesca principalmente se orienta a la captura de *Heterocarpus reedi* (camarón nailon), *Cervimunida johni* (langostino amarillo) y *Pleuroncodes monodon* (langostino colorado), también concurre un importante grupo de otras especies, como peces teleósteos, elasmobranquios y otros crustáceos. Esto posibilita en función a la proporción de estas especies y los crustáceos objetivos, caracterizar las operaciones de pesca bajo la premisa que cada lance es un mecanismo de muestreo de la estructura comunitaria.

Muchos estudios de dinámica pesquera regularmente se enfocan en la dinámica de las especies explotadas *per se*, dejando de lado la interacción de las flotas pesqueras. En este sentido, ignorar el comportamiento de la flota en términos de intencionalidad de captura puede resultar en una percepción errónea de la dinámica pesquera, una evaluación de stock sesgada y finalmente una inapropiada recomendación de manejo. El estudio del comportamiento de la actividad pesquera es particularmente importante en pesquerías multiespecíficas donde la intención de capturar una especie particular puede variar dependiendo de múltiples factores tales como época del año, decisiones de manejo, flotas de pesca, inclusive, acorde a las condiciones del mercado. Estas situaciones hacen difícil la evaluación de la relación existente entre la interacción de una flota específica (el esfuerzo total ejercido) y la mortalidad total resultante de sus operaciones de pesca (Pelletier & Ferraris, 2000).

La caracterización de pesquerías multiespecíficas se ha enfocado en la eliminación de la heterogeneidad de las operaciones de pesca proveniente de las variaciones en la intención de capturar una especie. Suponiendo que cada operación de pesca puede ser descrita sin ambigüedades por la localidad de pesca, el arte usado y la composición de captura, es posible agrupar las operaciones de pesca con base en la similitud de composición de especies (García-Rodríguez, 2003). A estas agrupaciones se les han

dado diferentes nombres en la literatura (Pelletier & Ferraris, 2000), pero preferimos usar el término "táctica de pesca" para referirse a la decisión de captura realizada antes de cada operación de pesca. Estas tácticas de pesca por tanto, corresponden a un grupo de operaciones de pesca que contienen una elección similar en términos de especies objetivo, caladero de pesca, profundidad, época del año e incluso hora del día.

La asignación de tácticas de pesca puede ser realizada mediante metodologías tales como: (1) juicio experto, donde un lance de pesca es asignado a una cierta táctica por truncar un porcentaje en peso o en número de la especie objetivo (*e.g.* > 50%), (2) curvas de Biseau (Biseau, 1998), donde se analiza gráficamente el porcentaje acumulado de cierta especie en las capturas, y dependiendo de la forma de la gráfica se asigna el lance a una táctica de pesca particular y (3) mediante análisis multivariado de la composición de captura, donde regularmente se combina análisis de componentes principales con análisis jerárquico de agrupación (dendrogramas). Las tres técnicas descritas poseen algún grado de subjetividad en el análisis. En el juicio experto, esta se encuentra en el porcentaje de corte elegido. En las curvas de Biseau el método de elección de curvas no es claro, mientras que en análisis multivariado la subjetividad se encuentra en la elección del número de grupos formados en un dendrograma. Sin embargo, el análisis multivariado tiene fundamentos estadísticos sólidos que la hacen una alternativa más objetiva en la determinación de las tácticas de pesca.

En el caso de la PMC, una adecuada caracterización de tácticas de pesca es un paso necesario para entender la dinámica de la pesquería y su interacción con las especies objetivos, como también, entregar elementos para una adecuada construcción de índices de abundancia (Wiff *et al.*, 2008) y por consiguiente la evaluación de la mortalidad por pesca en especies concurrentes (Pelletier & Ferraris, 2000). Debido a la complejidad multiespecífica de la PMC, el objetivo del presente estudio es la determinación y caracterización espacio-temporal de tácticas de pesca aplicadas en esta pesquería usando técnicas de análisis multivariado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Breve historia de la pesquería

La PMC comenzó sus operaciones de pesca hace más de 50 años y durante este período ha estado sometida a diferentes medidas de regulación, como cuotas

globales de captura, cuotas individuales, vedas biológicas y más recientemente a límites máximos de captura por armador, que corresponde a una figura de la Ley General de Pesca y Acuicultura chilena, que entrega cuotas de capturas individuales de especies principales y un portafolio de especies de fauna concurrente a los armadores pesqueros. La flota que conforma la PMC se estructura tanto por embarcaciones industriales como artesanales que realizan faenas de pesca entre 150 y 750 m de profundidad, con viajes de pesca con una duración regularmente inferior a una semana y capturas que no superan las 20 ton por viaje. Los principales puertos de desembarque históricamente han sido Coquimbo, Pichidanguí, Quintero, Valparaíso, San Antonio, Tomé y Talcahuano (Montenegro *et al.*, 2010; Zilleruelo *et al.*, 2010).

Datos y características operacionales

La información analizada se refiere a la captura en peso de las especies que conforman un lance de pesca, proveniente de bitácoras de pesca enfocadas en muestreos de fauna acompañante, recopiladas por observadores científicos a bordo de embarcaciones comerciales, entre 2007 y 2009, en el área de pesca comprendida entre 26°03'S y 38°28'S frente a la costa chilena. Esta información proviene de 20 embarcaciones industriales que presentan en promedio una eslora de 21,2 m, un TRG de 84,1 ton y una capacidad de la bodega de 116,3 m³, con potencia hasta 415 HP y una sola embarcación de tipo artesanal que presenta una eslora 17,8 m, un TRG de 48,4, con una capacidad de bodega de 25 m³ y una potencia de 420 HP.

Análisis multivariado

Durante el periodo de estudio se analizaron 1599 lances de pesca y sus bitácoras respectivas, rescatando la proporción de especies en la captura, como también sus valores absolutos. La información a nivel de especie contenida en las bitácoras de pesca indicó un total de 147 especies, de las cuales 57 fueron empleadas en el estudio, por ser las más recurrentes en la pesquería (presencia > 1%) (Tabla 1). La estimación de la captura referida como fauna acompañante, se obtuvo mediante un muestreo, dado que en la mayoría de los casos no fue posible cuantificar (en peso o número) la totalidad de estas especies en cada lance de pesca (mayores detalles ver Montenegro *et al.*, 2011).

Con el objetivo de explorar las tácticas de pesca de la PMC, se realizó inicialmente un análisis de componentes principales (ACP) sobre una matriz que contenía la proporción de la captura por especie para cada lance de pesca, con el fin de reducir la dimensionalidad de las 57 especies. Aquí se retuvieron

tres componentes principales, las cuales explicaron más del 50% de la varianza total de las 57 especies contenidas en la captura. De esta forma se obtuvo una matriz que contenía 1599 filas y 3 columnas, las filas de esta matriz representaron cada uno de los lances de pesca incluidos en el análisis, mientras que las columnas corresponden a las componentes principales ortogonales, y por ende, no correlacionadas. Posteriormente, se realizó un análisis de agrupación jerárquica aglomerativa (AJA) sobre los puntajes de los componentes principales, permitiendo construir agrupaciones de lances por similitud de las tres componentes principales retenidas (Ludwig & Reynolds, 1988). Para el AJA se utilizó la distancia euclidiana y el método de Ward de varianza mínima como medida de agrupación entre las observaciones (Ward, 1963). Como argumentan He *et al.* (1997), las agrupaciones seleccionadas en el AJA son subjetivas en el sentido de los niveles referenciales de clasificación, por tanto, debieron hacerse más de dos agrupaciones para poder evidenciar diferentes tácticas de pesca bajo diferente número de agrupaciones. Con base en la similitud de la composición específica de captura y su porcentaje de contribución, se usaron las agrupaciones resultantes para identificar cada lance en su correspondiente táctica de pesca (grupo). De esta forma, se compararon las composiciones específicas de la captura obtenidas por cada grupo. Todos los análisis estadísticos se implementaron en el programa estadístico R.

Para determinar si las tácticas de pesca eran homogéneas a través de los años, el análisis estadístico de los lances de pesca se realizó de dos formas. El primero analizó las tácticas de pesca para cada año en particular y otro análisis donde se agruparon todos los datos disponibles sin distinción de años. Luego que cada lance de pesca fue asignado a una táctica en particular, se analizaron las características de cada grupo en términos de la composición de captura, profundidad y distribución espacial.

RESULTADOS

Los resultados tanto para el ACP como el AJA fueron homogéneos a través de los años. Sin embargo, en el ACP en el año 2007 se observó una relación positiva de la segunda componente principal con *P. monodon* mientras que en el 2009 esta misma componente se relacionó positivamente con *H. diomedea*. Esto tiene una directa relación con el número de lances que contenían estos recursos en aquellos años. Al realizar el análisis para el periodo en conjunto, la primera componente mantiene su importancia con una relación positiva con *H. reedi* y negativa con *C. johni*, mientras

Tabla 1. Captura en toneladas de las 57 especies retenidas para el análisis multivariado en el periodo 2007-2009.**Table 1.** Catch in ton retained for the multivariate analysis (2007-2009) of 57 species.

Especies	2007	2008	2009
<i>Heterocarpus reedi</i>	348,2	305,1	377,2
<i>Cervimunida johni</i>	192,0	343,5	230,3
<i>Pleuroncodes monodon</i>	80,6	46,6	23,1
<i>Merluccius gayi gayi</i>	36,5	21,6	22,6
<i>Hippoglossina macrops</i>	17,1	17,9	12,7
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	16,4	19,5	16,0
<i>Mursia gaudichaudii</i>	10,5	6,0	5,9
<i>Nezumia pulchella</i>	8,4	1,2	2,1
<i>Coelorinchus chilensis</i>	7,6	9,0	10,8
<i>Dipturus chilensis</i>	5,0	3,7	2,0
<i>Haliporoides diomedea</i>	3,9	17,5	13,3
<i>Epigonus crassicaudus</i>	3,5	2,8	4,9
<i>Libidothoe granaria</i>	3,1	0,4	0,6
<i>Mustelus mento</i>	1,6	2,1	1,5
<i>Centroscyllium nigrum</i>	1,6	0,3	1,6
<i>Pterygosquilla armata</i>	1,5	1,2	1,1
<i>Cancer porteri</i>	1,4	4,5	3,0
<i>Coelorinchus fasciatus</i>	1,2	1,9	1,8
<i>Bythaelurus canescens</i>	1,1	2,2	3,8
<i>Eptatretus polytrema</i>	1,0	2,2	1,8
<i>Homalaspis plana</i>	1,0	0,3	0,2
<i>Sympterygia</i> sp.	0,9	0,3	0,1
<i>Paralichthys microps</i>	0,8	3,5	0,2
<i>Genypterus maculatus</i>	0,7	0,2	0,5
<i>Dosidicus gigas</i>	0,6	2,1	1,4
<i>Spongia</i> spp.	0,6	0,14	0,0
<i>Torpedo tremens</i>	0,5	0,08	0,3
<i>Lophorochinia parabranchia</i>	0,20	0,09	0,2
<i>Ophichthus</i> sp.	0,17	0,19	0,1
<i>Macruronus magellanicus</i>	0,16	0,75	0,69
<i>Centroselachus crepidater</i>	0,11	1,23	2,05
<i>Genypterus blacodes</i>	0,10	0,11	0,18
<i>Glyphocrangon alata</i>	0,10	0,04	0,19
<i>Notacanthus sexspinis</i>	0,10	0,69	0,20
<i>Trachyrincus helolepis</i>	0,09	0,32	0,13
<i>Coryphaenoides armatus</i>	0,08	0,14	0,11
<i>Xenomystax atrarius</i>	0,04	0,14	0,11
<i>Aristostomias lunifer</i>	0,04	0,27	0,23
<i>Deania calcea</i>	0,04	0,33	0,29
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	0,03	0,45	0,10
<i>Aeneator loisae</i>	0,02	0,62	0,32
<i>Beryx splendens</i>	0,01	0,00	0,30
<i>Cancer edwardsi</i>	0,01	0,21	0,06
<i>Cancer coronatus</i>	0,00	6,24	1,21
<i>Stromateus stellatus</i>	0,00	0,31	0,00
<i>Dissostichus eleginoides</i>	0,00	0,34	0,05
<i>Bajacalifornia megalops</i>	0,00	0,02	0,24
<i>Campylonotus semistriatus</i>	0,00	0,15	0,39
<i>Bythaelurus canescens</i>	0,00	0,31	0,03
<i>Discopyge tschudii</i>	0,00	0,03	0,56
<i>Antimora rostrata</i>	0,00	0,12	0,15
<i>Benthoctopus longibrachus</i>	0,00	0,31	1,86
<i>Bathyraja</i> sp.	0,00	0,31	0,11
<i>Alepocephalus</i> sp.	0,00	0,18	0,09
<i>Nezumia pudens</i>	0,00	0,03	1,16

que la segunda componente se invierte y tiene una relación negativa con *P. monodon* y *H. diomedae*. Las restantes especies aparecieron en el centro del gráfico indicando que no fueron dominantes en la explicación de la proporción de captura. Las tres primeras componentes principales explicaron el 57% de la varianza total que generaron las 57 especies (Fig. 1). El agrupamiento jerárquico a través de los años sugirió cuatro agrupaciones. Al analizar cada año en particular, se puede notar que el nivel de corte y el valor absoluto de distancia varían; no así la cantidad de grupos distinguibles (Fig. 2). En un análisis no mostrado aquí, se varió el nivel de corte para formar más grupos desde los dendrogramas, pero no se encontraron cambios significativos en la composición de captura de los grupos formados. Esto indicaría que la elección de cuatro tácticas de pesca en esta pesquería parece ser adecuada.

El porcentaje de captura de las especies que aparecen dentro de cada táctica de pesca (grupo) se mantuvo homogéneo a través de los años, principalmente en los grupos 1, 2 y 4. Lo que indicó que el porcentaje de las principales especies capturadas

no varió entre los años (Tablas 2a, 2b y 2d). No obstante en el grupo 3, se observó una proporción de especies diferente en 2007, donde se destacó un 35% el camarón nailon (*H. reedi*), a diferencia de 2008 y 2009 donde el mayor porcentaje estuvo representado por la gamba (*H. diomedae*) (Tabla 2c). Además, se observó que no existen diferencias en las características técnicas del grupo de embarcaciones pertenecientes a cada táctica de pesca, indicando que las embarcaciones participan de acuerdo a la temporalidad o área de pesca, indistintamente en diferentes tácticas de pesca. Sin embargo se observaron diferencias en el número de lances y embarcaciones que participaron en cada táctica de pesca y el esfuerzo promedio que ejercieron (Tabla 3). Al analizar la proporción de especies presentes en los cuatro grupos formados, se observó en específico que, la primera táctica de pesca se caracterizó por una importante proporción de *H. reedi* (77,6%), seguida de otras especies en menores porcentajes donde se destacó *Merluccius gayi gayi* y *Coelorinchus aconcagua* (Fig. 3, Tabla 2e). Además, esta táctica de pesca es la que registró el mayor porcentaje de

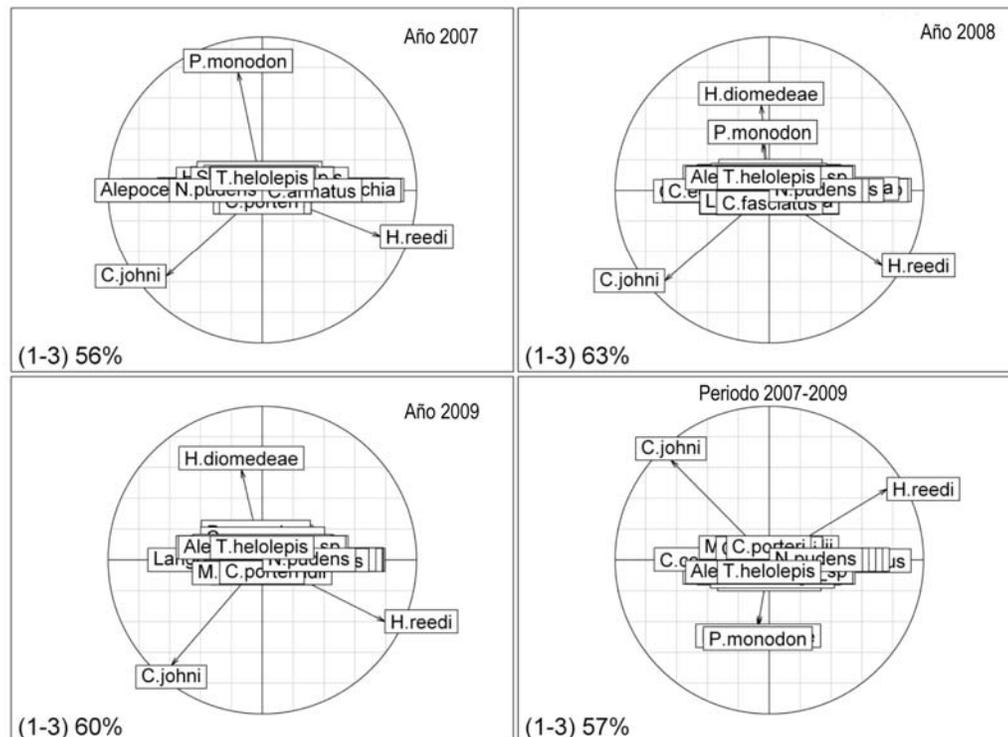


Figura 1. Resultado del análisis de componentes principales. Gráfico bivariado que muestra las agrupaciones de especies de la primera (abscisa) y segunda (ordenada) componente. Se indica el porcentaje de varianza explicada por las tres primeras componentes principales. Datos provenientes de la pesquería de arrastre de crustáceos en el periodo 2007-2009.

Figure 1. Results of the principal component analysis. Biplot showing the grouping of the species of the first (abscissa) and second (ordinate) components. The explained variance percentage of the three first principal components is indicated. Data coming from trawling crustacean fishery for the period 2007-2009.

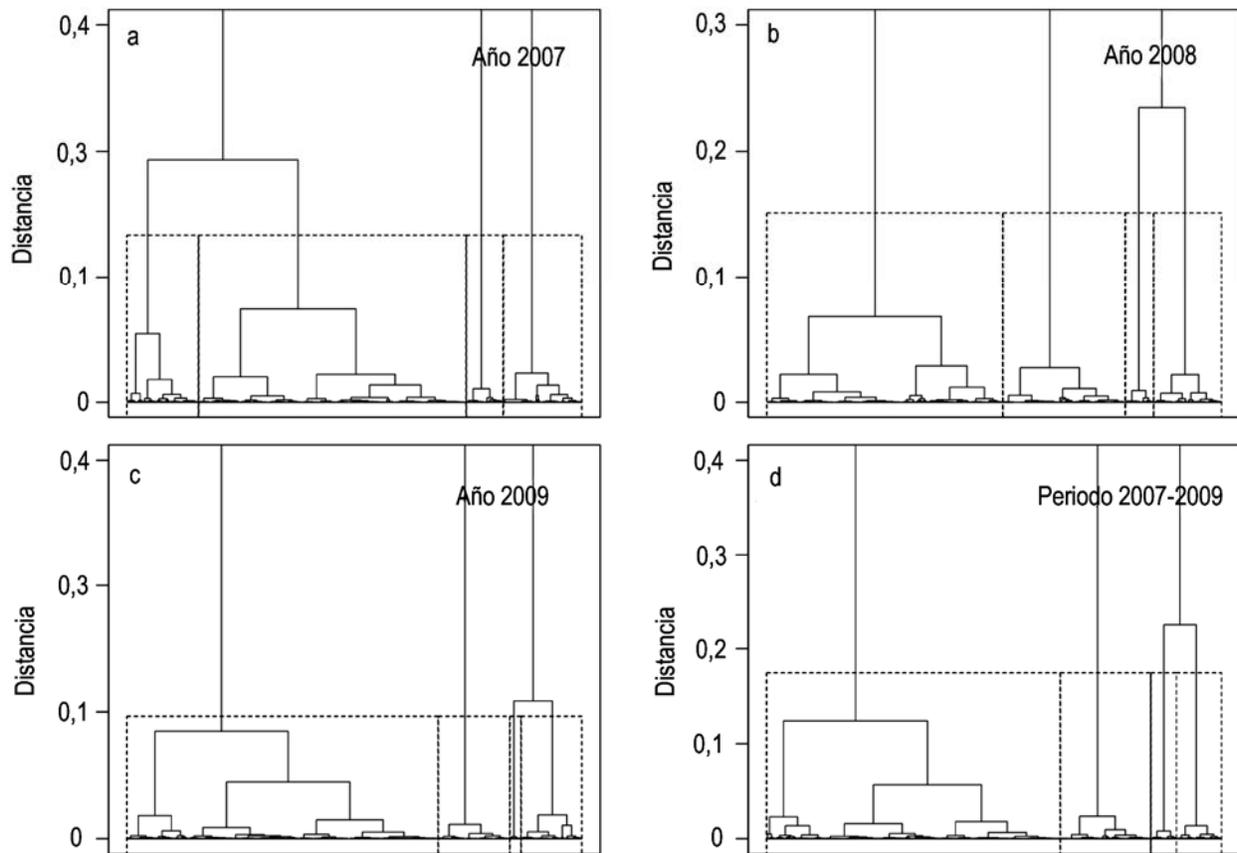


Figura 2. Resultados del agrupamiento jerárquico aglomerativo de los puntajes del análisis de componentes principales. La línea indica el corte del dendrograma y los grupos formados. Datos provenientes de la pesquería de arrastre de crustáceos en el periodo 2007-2009.

Figure 2. Results of the agglomerative hierarchical analysis of the scores in the principal component analysis. The line indicates the dendrogram cut and formed groups. Data coming from trawling crustacean fishery for the period 2007-2009.

lances analizados (65%) a una profundidad promedio de los lances de 322 m (Tabla 3). Los lances pertenecientes a esta táctica de pesca se distribuyeron a través de toda la extensión geográfica analizada (Fig. 4).

La segunda táctica de pesca mostró una alta proporción de *C. johni* (89,8%) representando el 20% de los lances, la mayoría de estos se realizaron en torno a los 214 m de profundidad entre los puertos de Coquimbo y el norte de Constitución (Tabla 3, Fig. 4). En esta táctica de pesca se observaron especies de peces teleósteos y aparecieron con una importancia secundaria crustáceos bentónicos como *Mursia gaudichaudii*, *Cancer porteri* y *C. coronatus* (Fig. 3, Tabla 2e). La tercera táctica de pesca presentó un 59,2% de la especie *H. diomedea* siendo la táctica con mayor porcentaje de otras especie componiendo la captura, se destacó el granadero *Coelorrinchus chilensis* y *M. gayi gayi* (Fig. 3, Tabla 2e). Los lances de pesca incluidos en esta táctica de pesca fueron

realizados en aguas profundas (597 m) principalmente entre Valparaíso y norte de Constitución (Tabla 3, Fig. 4). La última táctica de pesca presentó un 90,1% de *P. monodon*, esta táctica presentó como especies secundarias a *M. gayi gayi* y *Hipoglossina macrops* (Fig. 3, Tabla 2e). Los lances fueron realizados en aguas someras cerca de la costa (239 m) y en una acotada zona del norte del área de pesca, incorporando el 6% del total de los lances analizados en este estudio (Tabla 3, Fig. 4).

DISCUSIÓN

Si bien, la pesquería de arrastre de crustáceos de Chile captura muchas especies al mismo tiempo y en el mismo lugar, fue posible identificar cuatro tácticas de pesca en función directa de la composición de especies capturadas y en forma indirecta del esfuerzo total de pesca. En la primera táctica de pesca, donde aparece con mayor importancia *H. reedi*, se observó la

Tabla 2. Porcentaje de la captura de cada especie en cada grupo identificado. Datos provenientes de la pesquería de arrastre de crustáceos en el periodo 2007-2009.

Table 2. Percentage in the catch for each specie in each identified group. Data coming from trawling crustacean fishery for the period 2007-2009.

Grupo 1				Grupo 2			
a	2007	2008	2009	b	2007	2008	2009
<i>Heterocarpus reedi</i>	81,9	80,2	80,5	<i>Cervimunida johnei</i>	87,8	89,2	92,1
<i>Merluccius gayi gayi</i>	5,4	3,8	3,8	<i>Merluccius gayi gayi</i>	3,6	2,1	2,3
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	2,9	5,3	3,6	<i>Hippoglossina macrops</i>	2,4	2,7	2,0
<i>Hippoglossina macrops</i>	1,5	1,6	1,9	<i>Mursia gaudichaudii</i>	2,0	0,9	1,2
<i>Zearaja chilensis</i>	0,9	1,0	0,3	<i>Heterocarpus reedi</i>	1,9	0,7	0,3
<i>Mursia gaudichaudii</i>	0,9	0,8	0,7	<i>Cancer porteri</i>	0,6	0,9	0,7
<i>Nezumia pulchella</i>	0,8	0,2	0,3	<i>Cancer coronatus</i>	-	-	0,2
<i>Coelorinchus chilensis</i>	0,8	1,8	2,1	<i>Paralichthys microps</i>	-	0,9	0,1
<i>Epigonus crassicaudus</i>	0,6	1,0	1,1	otras especies	1,7	2,7	1,2
otras especies	4,3	4,3	5,6				

Grupo 3				Grupo 4			
c	2007	2008	2009	d	2007	2008	2009
<i>Haliporoides diomedea</i>	10,2	60,2	54,0	<i>Pleuroncodes monodon</i>	88,6	91,1	92,8
<i>Heterocarpus reedi</i>	35,0	1,4	0,0	<i>Cervimunida johnei</i>	2,9	0,8	0,2
<i>Coelorinchus chilensis</i>	5,1	6,6	7,4	<i>Hippoglossina macrops</i>	2,1	3,4	3,1
<i>Merluccius gayi gayi</i>	13,6	5,0	9,0	<i>Merluccius gayi gayi</i>	1,9	2,2	2,7
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	6,7	3,2	5,3	<i>Heterocarpus reedi</i>	1,4	0,1	0,05
<i>Nezumia pulchella</i>	4,9	1,0	-	<i>Mursia gaudichaudii</i>	1,4	1,2	1,1
<i>Hippoglossina macrops</i>	4,8	0,1	-	<i>Coelorinchus fasciatus</i>	0,6	-	-
<i>Epigonus crassicaudus</i>	1,1	1,1	1,4	<i>Epigonus crassicaudus</i>	0,4	-	-
<i>Centroselachus crepidater</i>	0,4	3,1	5,6	otras especies	1,7	1,3	0,1
otras especies	17,6	18,3	15,5				

e Periodo 2007-2009	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
<i>Heterocarpus reedi</i>	77,66	0,61	1,15	0,70
<i>Pleuroncodes monodon</i>	0,12	0,36	-	90,16
<i>Cervimunida johnei</i>	0,62	89,86	-	1,70
<i>Merluccius gayi gayi</i>	5,31	2,58	5,12	2,12
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	4,04	0,12	4,62	-
<i>Haliporoides diomedea</i>	0,38	-	59,25	-
<i>Hippoglossina macrops</i>	1,94	2,40	0,07	2,75
<i>Coelorinchus chilensis</i>	1,80	0,05	7,02	0,24
<i>Mursia gaudichaudii</i>	0,92	1,29	-	1,26
<i>Zearaja chilensis</i>	0,72	-	0,07	-
<i>Cancer porteri</i>	0,18	0,74	-	0,03
<i>Cancer coronatus</i>	0,08	0,73	-	0,17
<i>Epigonus crassicaudus</i>	0,98	0,02	0,81	0,19
<i>Centroselachus crepidater</i>	0,10	-	4,22	-
otras especies	4,87	1,25	17,66	0,68

mayoría de los lances (65%) distribuidos en un amplio rango de latitud. Para esta táctica de pesca, se observó

un escaso número de lances en el sector norte del área de estudio, relacionado con la lejanía de los puertos

Tabla 3. Características promedio de los cuatro grupos de pesca descritos en el período 2007-2009. TRG significa registro de tonelaje grueso y h.a. es una unidad de esfuerzo medida en horas de arrastre.

Table 3. Mean characteristics of the four fishing groups described for the total period covered between 2007-2009. TRG indicates total gross tonnage and h.a. is an effort unit measures in trawling hours.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Eslora (m)	21,25 (cv 0,07)	21,09 (cv 0,07)	20,37 (0,1)	21,56 (cv 0,05)
TRG (ton)	84,01 (cv 0,18)	82,07 (cv 0,17)	78,34 (cv 0,34)	82,99 (cv 0,02)
Número de barcos	20	12	5	7
Profundidad (m)	322,18 (cv 0,20)	214,45 (cv 0,21)	597,26 (cv 0,10)	238,89 (cv 0,26)
Esfuerzo promedio por lance (h.a.)	2,19 (cv 0,34)	2,08 (cv 0,42)	4,53 (cv 0,18)	1,55 (cv 0,38)
Esfuerzo total (h.a.)	2266,20	662,23	721,52	139,52
Número de lances	1032 (65%)	318 (20%)	159 (10%)	90 (6%)
Especie principal	<i>H. reedi</i>	<i>C. jonhi</i>	<i>H. diomedae</i>	<i>P. monodon</i>

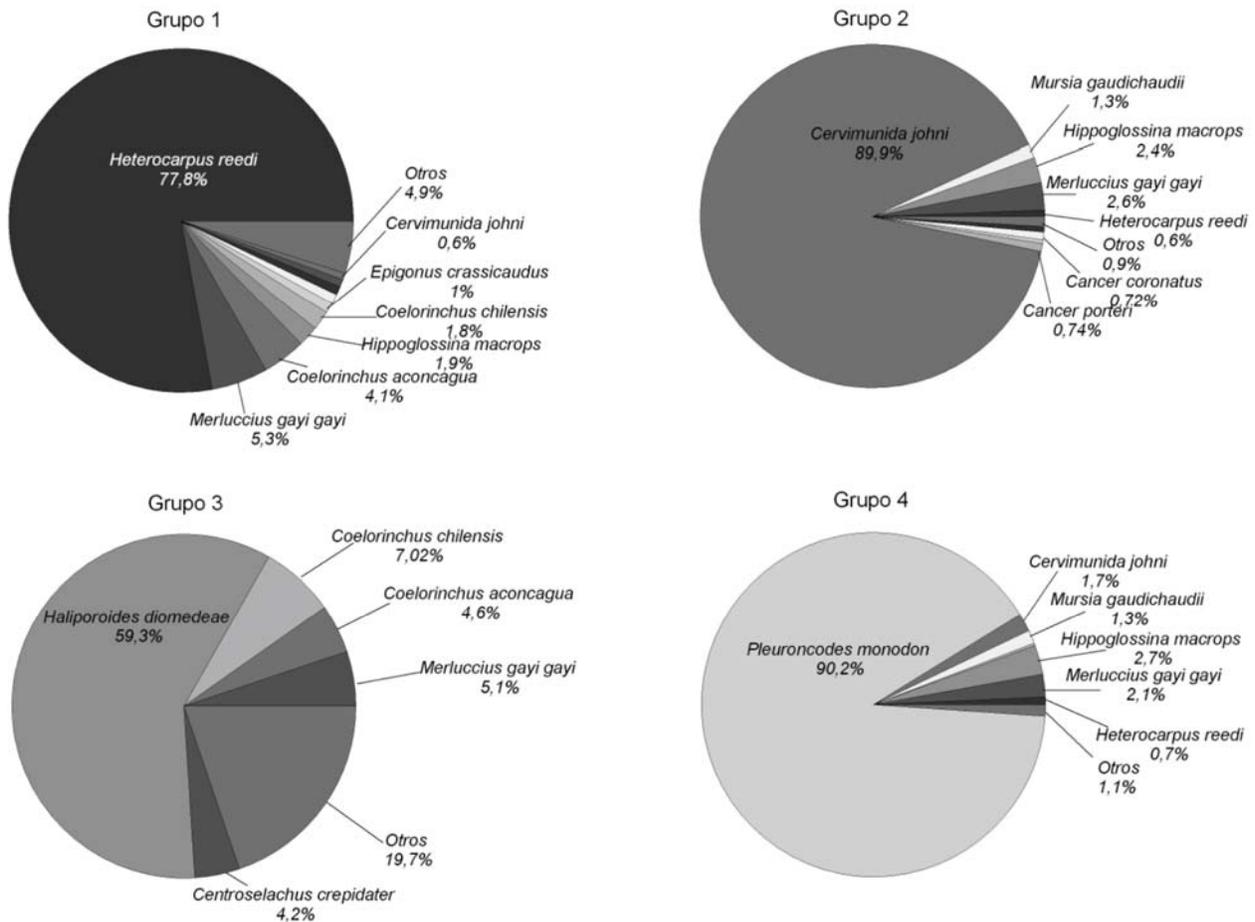


Figura 3. Composición de la captura como porcentaje en peso de los tres grupos identificados en los datos de la pesquería de arrastre de crustáceos en el periodo 2007-2009.

Figure 3. Catch species composition as percentage in weight for the three clusters identified in the crustacean trawling fishery for the period 2007-2009.

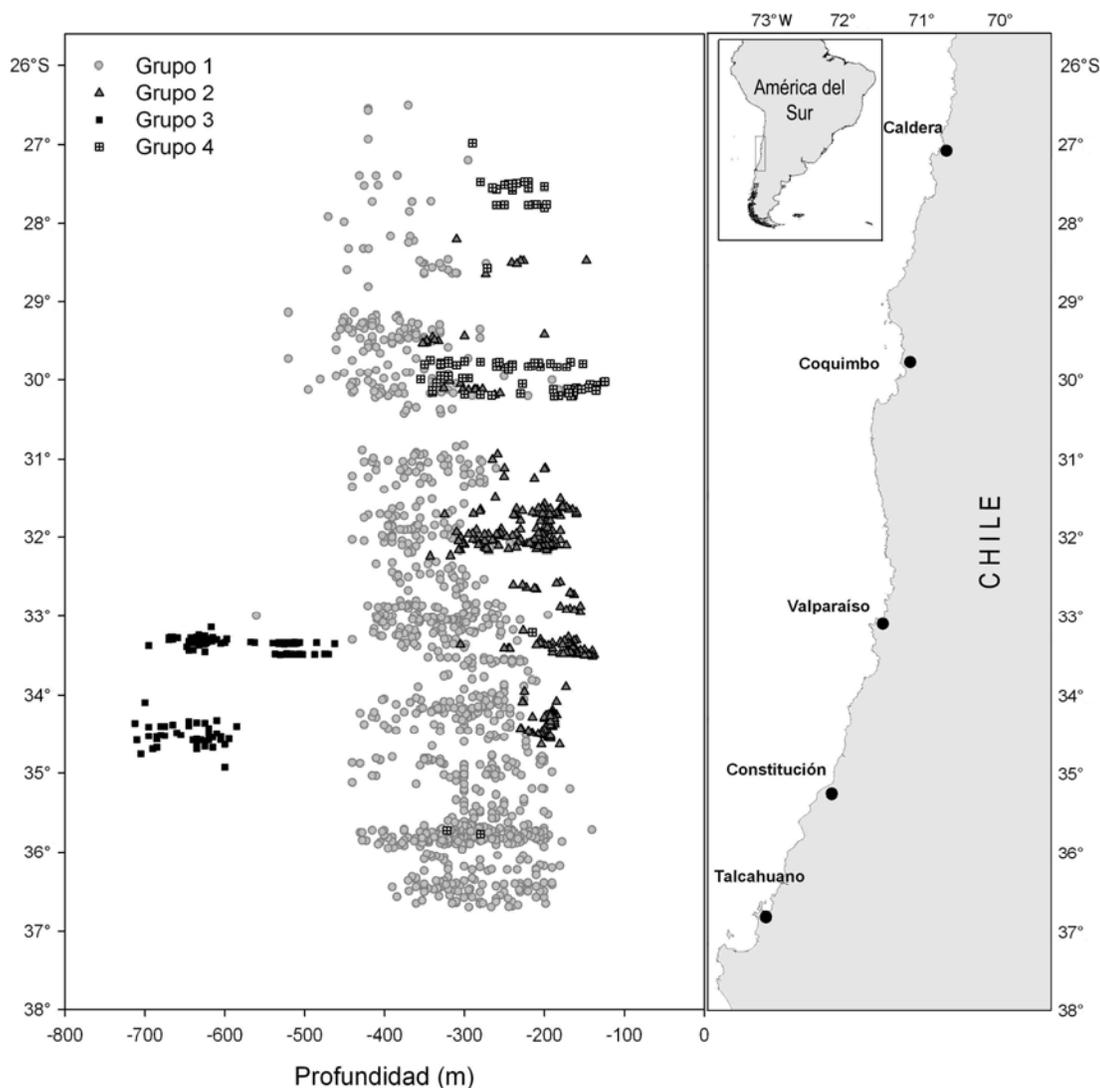


Figura 4. Latitud y profundidad de los lances de pesca pertenecientes a cada grupo identificado. El mapa muestra el área de operación de la pesquería. Datos provenientes de la pesquería de arrastre de crustáceos en el periodo 2007-2009.

Figure 4. Latitude and depth of the fishing hauls belonging to each identified group. The map shows the area of the fishery's operation. Data obtained from the trawling crustacean fishery for the period 2007-2009.

de desembarque y un menor tamaño de los ejemplares que provoca el desinterés de la flota por esta área, contrario a lo que ocurre en las regiones del sur de la unidad de pesquería (Zilleruelo *et al.*, 2010). A su vez, se observó que la operación de pesca entre 32°10' y 38°28'S es más somera, manteniendo una diferencia en la profundidad producto de la plataforma de la costa chilena, la cual se profundiza más rápidamente en el norte donde la forma de la plataforma continental es más estrecha (Escribano *et al.*, 2004).

La segunda táctica incluye el 20% del total de lances y está conformada principalmente por *C. johni*, en este grupo las operaciones de pesca fueron reali-

zadas en aguas más someras, en concomitancia con una distribución latitudinal más acotada. Este comportamiento en las operaciones de pesca y por ende en la ubicación de los lances de pesca, estaría relacionado con un prolongado cierre en el área sur de la zona de pesca hasta 2008, lo que obligó a la flota a enfocar su actividad entre los 26°03' y 32°10'S. Esta táctica en cuanto a su composición específica se caracteriza por la presencia de algunos crustáceos bentónicos que se desarrollan en aguas más someras, coincidiendo con el área donde se desarrolla esta especie sobre sustratos fangosos y duros de la plataforma y borde continental (Arana & Pizarro, 1970).

La tercera táctica de pesca presentó una alta proporción de *H. diomedae* cuyas capturas se llevan a cabo en aguas más profundas y en un delimitado rango latitudinal. Esta táctica se limita principalmente a dos focos de operación, uno en 32°10'S y el otro en 33°05'S, donde también se han presentado a su vez las mayores tasas de captura (Párraga *et al.*, 2010). Además, este grupo se caracterizó por ser el más heterogéneo en cuanto a su composición de captura, lo que estaría relacionado con la profundidad de operación y la mayor duración promedio de los lances de pesca (4,5 h.a). Sin embargo, el escaso número de lances dirigidos a esta táctica de pesca evidenció un escaso interés de la flota por capturar esta especie, lo que estaría asociado a altos costos operativos y la baja abundancia en los fondos rastreables, sumado a la escasa participación de la flota arrastrera que enfoca su esfuerzo en otros crustáceos más abundantes y de mayor demanda (Párraga *et al.*, 2010).

La última táctica de pesca está enfocada a *P. monodon*, y se caracteriza por un bajo número de lances, donde la fauna concurrente es baja. Esta táctica ha mostrado una actividad acotada a 27° y 30°S (Caldera y Coquimbo), relacionado principalmente con que el área entre 32°10' y 38°28'S se mantiene cerrada a la pesca hasta el 2010. El escaso interés de la flota por capturar este recurso, estaría relacionado con el menor tamaño de los ejemplares respecto al langostino amarillo (*C. johni*), en conjunto con su bajo valor comercial (Zilleruelo *et al.*, 2010).

Los análisis multivariados empleados en esta investigación para discriminar o identificar las tácticas de pesca en la PMC son altamente efectivos. Primero, se ha reconocido que la pesquería de langostinos (*P. monodon* y *C. johni*) muestra sobreposición batimétrica (Acuña *et al.*, 2005) y por tanto, las zonas de pesca y su profundidad no necesariamente son atributos que permitan desde la opinión o juicio experto discriminar la posible predicción de la especie objetivo. Sin embargo, los métodos de clasificación empleados han permitido identificar y desagregar a nivel de lance claramente dos conjuntos operacionales de pesca, llamadas acá tácticas de pesca. Estos dos grupos, si bien tienen características operacionales (esfuerzo y profundidad) y logísticas (TRG, eslora) similares (Tabla 3), difieren significativamente en términos de las especies capturadas y su importancia relativa (Fig. 3), indicando que la sobreposición de una especie, en este caso de *P. monodon* por sobre *C. johni* o viceversa, depende exclusivamente de las especies que concurren durante la operación de pesca. Contrario a otros elementos de juicio experto empleados para identificar o clasificar tácticas de pesca, como es la recurrente visita a caladeros de

pesca, la tendencia histórica de captura por embarcación y la profundidad (en el caso de la gamba), la concurrencia de fauna acompañante es imposible detectar antes de la operación de pesca. Bajo este último punto, la clasificación de tácticas de pesca en base a la proporción de captura únicamente puede ser evidenciada por métodos analíticos donde el juicio experto no juega un rol protagónico.

Segundo, es claro que la agrupación o táctica de pesca que incluye a la gamba de profundidad (Grupo 3) (Tabla 2e), podría ser discriminada desde la conjunción entre la distribución geográfica de los lances (Fig. 4) y los rangos batimétricos (Tabla 3). En este sentido, la clasificación de la táctica de pesca asociada con la gamba de profundidad podría ser obvia desde el punto de vista de juicio experto. Lo relevante de los resultados, es que en ausencia de estos elementos de juicio experto (es decir únicamente empleando la captura y composición de especies), los métodos de clasificación empleados en esta investigación son eficientes en discriminar la agrupación de gamba de profundidad, aseverando que la discriminación cuantitativa por métodos estadísticos es una adecuada herramienta de análisis, que se condice con las opiniones cualitativas basadas en juicio experto.

Las tácticas de pesca 1, 2 y 3 muestran una clara separación batimétrica (Tabla 3), con caladeros de pesca delimitados en términos latitudinales, comportamiento que podría estar asociado principalmente a la experiencia y desempeño de los capitanes de pesca en respuesta muchas veces a requerimientos específicos de captura, por ejemplo para suplir la demanda de mercados. En efecto, requerimientos específicos de captura condicionan a que las operaciones de pesca se concentren en caladeros específicos donde la probabilidad de éxito de captura para la especie objetivo es alta. A su vez la distribución batimétrica de la táctica de pesca 4 es similar a la 2 (Tabla 3), indicando secuencialidad en los rangos batimétricos donde habitan *P. monodon* y *C. johni* (Quiroz *et al.*, 2006). No obstante su distribución latitudinal está relacionada con las medidas administrativas actuales. El análisis de tácticas de pesca presenta consistencia en dos tópicos.

En primer lugar, cuando se analizan tanto las componentes principales como las agrupaciones jerárquicas, las especies que explican variabilidad son bastante homogéneas para los tres años analizados. Este resultado es particularmente relevante, porque permite agrupar todos los años registrados asignando tácticas de pesca que son independientes del tiempo. Siendo relevante, toda vez que se ha señalado que asociaciones faunísticas regularmente sufren varia-

ciones tanto en espacio como en tiempo (Katsanevakis *et al.*, 2010). Este resultado es contrario a lo reportado por Acuña *et al.* (2005), quienes analizaron la composición de captura en las bases de datos históricos del monitoreo de la flota y cruceros de evaluación directa de crustáceos entre 1994 y 2004 indicando que la diversidad a sufrido variaciones en el tiempo producto de la explotación pesquera. Posiblemente, la cierta estabilidad temporal de las tácticas de pesca reportadas se deba a que la corta ventana de observación usada (tres años) no permite observar cambios evidentes en la comunidad vulnerada por la pesca. No obstante, los resultados en ambos estudios mostraron una alta representación de peces teleósteos de la familia Macrouridae y Merlucciidae como fauna acompañante de los crustáceos objetivo. A su vez las asociaciones faunísticas reportadas por Acuña *et al.* (2005) fueron similares a las encontradas en este estudio, donde una de ellas corresponde a *H. reedi* como especie dominante (similar al Grupo 1), otra con alta proporción de *C. johni* (similar al Grupo 2) y evidenciaron a su vez que la diversidad de especies fue mayor en la asociación faunística más profunda, similar a lo reportado en el grupo 3.

En segundo lugar, las embarcaciones que integran las cuatro tácticas de pesca no han variado en el tiempo, indicando que las embarcaciones alternan diferentes tácticas de pesca dentro del año, es decir una táctica de pesca específica no necesariamente está relacionada con una embarcación en particular, similar a lo reportado para la pesquería multiespecífica demersal de Chile central (Wiff *et al.*, 2008). Cabe mencionar, que las tácticas de pesca, que dependen exclusivamente de la composición faunística y captura total durante la operación de pesca, son altamente consistentes con las características operacionales (área geográfica, profundidad) y logísticas (eslora, número de embarcaciones) que emergen de cada una de estas táctica. Una segunda fase de este estudio debería ser capaz de integrar la composición faunística y los atributos operacionales-logísticos en la discriminación de las tácticas de pesca, y no únicamente compararlos como se ha hecho en este estudio, robusteciendo por esta vía la clasificación e identificación de las tácticas de pesca en la PMC.

La información de captura (en algunos casos desembarques) ha sido utilizada extensivamente en la literatura para definir tácticas de pesca (He *et al.*, 1997; Pelletier & Ferraris 2000; Ulrich & Andersen, 2004; Marchal, 2008), que junto a otros elementos operacionales y logísticos de la flota (Biseau, 1998) permiten identificar cuando la composición de captura debe ser empleada para la clasificación de pesquerías multiespecíficas. En este sentido, el análisis esta-

dístico de la composición de captura entrega herramientas objetivas en el análisis de pesquerías multiespecíficas, en comparación con el juicio experto. Este último podría ser arbitrario, donde regularmente el procedimiento de análisis no se encuentra establecido y además es experto-dependiente. El análisis implementado en este trabajo podría soslayar esos problemas que presenta el juicio experto en pesquerías multiespecíficas. En este contexto, el procedimiento de análisis tiene utilidad en entregar herramientas objetivas para caracterizar una pesquería donde muchas especies son capturadas al mismo tiempo y en el mismo lugar. Sin embargo, la determinación de tácticas de pesca en pesquerías multiespecífica no es sólo de interés descriptivo.

Las tácticas de pesca han sido regularmente usadas para asignar intencionalidad de capturas a las operaciones de pesca, y posteriormente incorporadas en la construcción de índices de abundancias menos sesgado realizados con información de la captura comercial (Wiff *et al.*, 2008). Esto es particularmente importante para la determinación de la abundancia poblacional, toda vez que los índices de abundancia derivados de la captura comercial son usados regularmente como calibradores en la evaluación de stock. Por otra parte, el principal problema en el análisis de una pesquería multiespecífica es que cada operación de pesca afecta de manera particular a un grupo de especies. Desde este punto de vista, la asignación de tácticas de pesca puede ser de utilidad en analizar la vulnerabilidad a la explotación de especies que aparecen como fauna concurrente en la pesquería. En este contexto, se debe tomar especial atención sobre especies de teleósteos de alta longevidad y elasmobranqueos, los cuales pueden tener una alta vulnerabilidad a la explotación, incluso no siendo especies objetivos de una pesquería. De esta forma, este trabajo puede contribuir al conocimiento de la pesquería demersal de crustáceos que se desarrolla entre los 26°03' y 38°28'S; y por otra parte, constituye información de línea base que puede tener implicancias en la conservación y manejo de recursos pesqueros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el "Proyecto de Investigación Situación Pesquerías Crustáceos", efectuado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP-Chile). Los autores agradecen especialmente a los observadores científicos que recopilaron la información y a dos revisores anónimos cuyas sugerencias y comentarios enriquecieron la versión final de este artículo.

REFERENCIAS

- Acuña, E., J.C. Villarroel, M. Andrade & A. Cortés. 2005. Fauna acompañante en pesquerías de arrastre de crustáceos de Chile: implicancias y desafíos desde la perspectiva de la biodiversidad. En: E. Figueroa (ed.). Biodiversidad marina: valoración, usos y perspectivas ¿Hacia dónde va Chile? Editorial Universitaria, Santiago, pp. 395-424.
- Alemaný, F. & F. Alvarez. 2003. Determination of effective fishing effort on hake *Merluccius merluccius* in a Mediterranean trawl fishery. *Sci. Mar.*, 67(4): 491-499.
- Arana, P. & M.F. Pizarro. 1970. Análisis de los parámetros biométricos de los langostinos amarillo (*Cervimunida johni*) y zanahoria (*Pleuroncodes monodon*) de la costa de Valparaíso. *Invest. Mar., Valparaíso*, 1(12): 285-316.
- Biseau, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessment. *Aquat. Living Resour.*, 11(3): 119-136.
- Escribano, R., G. Daneri, L. Farías, V.A. Gallardo, H.E. González, D. Gutiérrez, C.B. Lange, C.E. Morales, O. Pizarro, O. Ulloa & M. Braun. 2004. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in the Chilean coastal upwelling system: a synthesis. *Deep-Sea Res. II*, 51: 2389-2411.
- García-Rodríguez, M. 2003. Characterisation and standardisation of a red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), fishery off the Alicante Gulf (SE Spain). *Sci. Mar.*, 67(1): 63-74.
- He, X., K.A. Bigelow & C.H. Boggs. 1997. Cluster analysis of longline sets and fishing strategies within the Hawaii-based fishery. *Fish. Res.*, 31: 147-158.
- Katsanevakis, S., C.D. Maravelias & L.T. Kell. 2010. Landings profiles and potential métiers in Greek set longliners. *ICES J. Mar. Sci.*, 67: 646-656.
- Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology*. John Wiley & Sons, Nueva York, 337 pp.
- Marchal, P. 2008. A comparative analysis of métiers and catch profiles for some French demersal and pelagic fleets. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 674-686.
- Montenegro, C., D. Bucarey, M. Zilleruelo & D. Párraga. 2010. Investigación del estatus y evaluación de estrategias de explotación sustentables en camarón nailon, Regiones II a VIII, 2010. Informe Final. SUPESCA/IFOP: 66 pp.
- Montenegro, C., M. Zilleruelo, D. Párraga & C. Bravo. 2011. Manual del observador científico pesquería de arrastre de crustáceos. Documento interno IFOP, 37 pp.
- Párraga, D., M. Zilleruelo, C. Montenegro & E. Leal. 2010. Estandarización de las tasas de captura en la pesquería de gamba (*Haliporoides diomedea*) frente a la costa central de Chile, 2002-2008. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38(1): 143-150.
- Pelletier, D. & J. Ferraris. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57: 51-65.
- Quiroz, J.C., C. Montenegro, P. Báez, F. Espíndola & C. Canales. 2006. Dinámica y estructura poblacional del Langostino Colorado III y IV Regiones. Informe Final, Proyecto FIP N°2005-41: 181 pp.
- R. Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Ulrich, C. & B.S. Andersen. 2004. Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES J. Mar. Sci.*, 61: 308-322.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimise an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.*, 58: 236-244.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, R. Tascheri & F. Contreras. 2008. Effects of fishing tactic on the standardization of cardinalfish (*Epigonus crassicaudus*) catch rates in the demersal multispecies fishery off central Chile. *Cienc. Mar.*, 34(2): 143-154.
- Zilleruelo, M., D. Párraga & C. Bravo. 2010. Proyecto investigación situación pesquerías crustáceos, 2009. Informe Final, SUBPESCA/IFOP: 195 pp.

Received: 6 December 2010; Accepted: 18 December 2011