



UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Departamento de Oceanografía

INFORME FINAL
PROYECTO FIP N° 2005-38

ANALISIS DEL IMPACTO DE LA JIBIA
EN LAS PESQUERIAS CHILENAS DE
PECES DEMERSALES

Concepción, Mayo de 2007

INFORME FINAL

**FIP N° 2005-38. ANALISIS DEL IMPACTO DE
TITULO DEL PROYECTO : LA JIBIA EN LAS PESQUERIAS CHILENAS
DE PECES DEMERSALES**

REQUIRENTE : Consejo de Investigación Pesquera

**UNIDAD EJECUTORA : Departamento de Oceanografía,
Universidad de Concepción.**

DIRECTOR PROYECTO : Prof. Dr. Hugo Arancibia

Este documento debe ser citado como:

Arancibia, H., M. Barros, S. Neira, U. Markaida, C. Yamashiro, L. Icochea, C. Salinas, L. Cubillos, Ch. Ibáñez, R. León, M. Pedraza, E. Acuña, A. Cortés y V. Kesternich. 2007. Informe Final Proyecto FIP 2005-38. Análisis del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales. Universidad de Concepción / Universidad Católica del Norte, 299 p. + Anexos.

Índice

	Pág.
1. RESUMEN EJECUTIVO	1
2. Antecedentes.....	8
2.1. Objetivo General.....	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. Resultados Esperados	15
4. Metodología.....	16
4.1. Diseño de muestreo	16
4.2. Procesamiento de muestras.....	16
4.3. Metodología General	22
4.3.1. Resultados Generales.....	22
4.3.1.1. Descripción general del muestreo de jibia.....	22
4.3.2. Objetivo Específico 1.	35
4.3.2.1. Enfoque Metodológico	35
4.3.2.2. Revisión Bibliográfica.....	42
4.3.2.3. Varazones	42
4.3.2.4. Comercialización del recurso jibia	42
4.3.2.5. Distribución del recurso jibia y oceanografía en Perú.....	43
4.3.3. Resultados.....	44
4.3.3.1. Generalidades	44
4.3.3.2. Análisis Factorial de Correspondencias al conocimiento del recurso y las pesquerías de jibia	47
4.3.3.3. Dossier de documentos científicos	49
4.3.3.4. Varazones	50
4.3.3.5. Comercialización del recurso jibia	50
4.3.3.6. Distribución del recurso jibia	50
4.3.3.7. Referencias Bibliográficas del conocimiento de la biología de jibia	51
4.3.4. Objetivo Específico 2	54
4.3.4.1. Enfoque Metodológico	55
4.3.4.2. Resultados.....	60
4.3.4.2.1. Determinación áreas (zonas) y periodos de tiempo que pueden presentar jibia como especie del by-catch por zonas y estaciones.....	60

4.3.4.2.2.	Origen de la Información.....	62
4.3.4.2.3.	Análisis de la Componente Espacial	64
4.3.4.2.4.	Análisis Estructural	64
4.3.4.2.5.	Incertidumbre local.....	65
4.3.4.2.6.	Sobreposición espacial entre jibia y merluza común.....	69
4.3.4.2.7.	Análisis de la componente temporal.....	69
4.3.4.2.8.	Análisis espectral.....	70
4.3.4.2.9.	Filtrado de la serie temporal	72
4.3.4.2.10.	Componente espacial de la CPUE de jibia y merluza común	72
4.3.4.2.11.	Componente temporal de la CPUE jibia de merluza común, obtenidos de la flota comercial	80
4.3.4.2.12.	Discusión	92
4.3.4.2.13.	Conclusiones.....	93
4.3.4.2.14.	Referencias Bibliográficas.....	95
4.3.5.	Objetivo Específico 3	97
4.3.5.1.	Metodología.....	98
4.3.5.1.1.	Datos.....	98
4.3.5.1.2.	Análisis del contenido estomacal de jibia (datos de campo)	98
4.3.5.1.3.	Composición de la dieta de jibia.....	98
4.3.5.1.4.	Consumo (Q), ración diaria de alimento (RD) y tasa de evacuación gástrica (E) en la jibia	100
4.3.5.1.5.	Métodos energéticos.....	102
4.3.5.2.	Resultados.....	103
4.3.5.2.1.	Experimentos en laboratorio.....	103
4.3.5.2.2.	Análisis del contenido estomacal de jibia (datos de campo)	106
4.3.5.2.3.	Discusión	133
4.3.5.2.4.	Conclusiones.....	135
4.3.5.2.5.	Referencias Bibliográficas.....	136
4.3.6.	Objetivo Específico 4	140
4.3.6.1.	Parte A. Simulación EwE	142
4.3.6.1.1.	Introducción.....	143
4.3.6.1.2.	Métodos	148
4.3.6.1.3.	Presentación de parámetros de entrada para la modelación ecotrófica y balance de modelo ecotrófico año 2000 para Chile central.....	155

4.3.6.1.4.	Simulaciones de biomasa y consumo poblacional de jibia	163
4.3.6.1.5.	Resultados y Discusión.....	166
4.3.6.1.6.	Resultados de Simulaciones	170
4.3.6.1.7.	Conclusiones.....	180
4.3.6.1.8.	Referencias Bibliográficas.....	181
4.3.6.2.	Parte B. Simulación dinámica poblacional de jibia mediante modelos estructurales multiespecíficos.....	185
4.3.6.2.1.	Introducción.....	185
4.3.6.2.2.	Metodología.....	186
4.3.6.2.3.	Resultados Simulación dinámica poblacional de jibia	209
4.3.6.2.4.	Discusión	236
4.3.6.2.5.	Conclusiones.....	240
4.3.6.2.6.	Referencias Bibliográficas.....	242
4.3.7.	Objetivo Específico 5	243
4.3.7.1.	Introducción.....	244
4.3.7.2.	Métodos	244
4.3.7.2.1.	Consumo de Jibia	244
4.3.7.2.2.	Mortalidad por predación	245
4.3.7.2.3.	Estatus trófico de jibia en Chile centro sur.....	245
4.3.7.3.	Resultados y Discusión.....	246
4.3.7.3.1.	Biomasa estimada de jibia	246
4.3.7.3.2.	Estatus trófico de jibia en el modelo ecotrófico	246
4.3.7.3.3.	Consumo de jibia.....	247
4.3.7.3.4.	Mortalidad por predación	248
4.3.7.3.5.	Conclusiones.....	250
4.3.7.4.	Referencias Bibliográficas.....	251
4.3.8.	Objetivo específico 6.....	252
4.3.9.	Objetivo Específico 7	262
4.3.9.1.	Introducción.....	262
4.3.9.2.	Métodos	263
4.3.9.2.1.	Impactos tróficos combinados	263
4.3.9.3.	Resultados y Discusión.....	264
4.3.9.3.1.	Impactos tróficos combinados de jibia en sus presas	264
4.3.9.3.2.	Discusión	266

4.3.9.3.3.	Conclusión.....	267
4.3.9.3.4.	Referencias Bibliográficas.....	268
4.3.10.	Objetivo específico 8.....	269
4.3.10.1.	Introducción.....	269
4.3.10.2.	Materiales y Métodos	271
4.3.10.2.1.	Extracción de Lípidos y Análisis de Ácidos Grasos.....	271
4.3.10.2.2.	Análisis de las muestras de jibia y presas.....	273
4.3.10.2.3.	Cromatografía.....	274
4.3.10.3.	Resultados.....	277
4.3.10.4.	Acidos grasos de jibia.....	277
4.3.10.4.1.	Por Región	277
4.3.10.4.2.	Entre Regiones.....	278
4.3.10.5.	Acidos grasos de anchoveta.....	279
4.3.10.5.1.	Por Regiones.....	279
4.3.10.5.2.	Entre Regiones (localidades).....	280
4.3.10.6.	Acidos grasos de jurel (IV Región)	281
4.3.10.7.	Acidos grasos de merluza común (VIII Región)	282
4.3.10.8.	Acidos grasos de merluza de cola (VIII Región de Concepción).....	283
4.3.10.9.	Acidos grasos de jibia y de sus presas por Región	284
4.3.10.10.	Resultados.....	286
4.3.10.11.	Discusión y conclusiones	288
4.3.10.12.	Referencias Bibliográficas.....	289
5.	Equipo Profesional y Técnico.....	291
6.	Bases de Datos del Proyecto.....	294
7.	Taller de Difusión de Resultados	295
7.1.	Lista de Participantes Taller FIP 2005-38 (diciembre 01 de 2006).....	296
7.2.	Conclusiones del Taller	297
ANEXOS		300

Listado de Figuras

	Pág.
Fig. 1. Modelo conceptual de las interacciones entre las flotas pesqueras y los recursos merluza común-jibia-merluza de cola/jurel. (M2= mortalidad por predación; Mc= mortalidad por canibalismo; F= mortalidad por pesca). Flecha azul: flota-recurso objetivo; flecha roja: flota-bycatch.	11
Fig. 2. Vista dorsal de jibia y medidas morfométricas registradas: longitud dorsal del manto (LDM), ancho del manto (AM), longitud de la aleta (LA), ancho de aletas (AA), ancho de la cabeza (AC) y longitud de la cabeza (LC).	17
Fig. 3. Numeración de los brazos en jibia, IV brazo (negrita) presencia del hectocotilo en los machos. Fig. 3.2. Hectocotilo de jibia en la zona apical del cuarto brazo; (A) vista oral, (B) vista lateral. (Figuras modificadas Catalogo de Especies de la FAO).	18
Fig. 4. Aparato reproductor interno de la jibia. Se distinguen las siguientes estructuras: (A). Esquema de la hembra: orificio genital femenino (ogf), glándula del oviducto (glovi), oviducto (ovi), huevos (h), celoma genital (cg), ovario (ova), glándula nidamentaria (glni) y ano (an). (B). Esquema del macho: poro genital masculino (pgm), bolsa de Needham (bn), canal deferente (cd), pared de la cavidad celómica (pcc), vesícula seminal (vs), próstata (pro), orificio testicular (ot), y testículo (T) (modificado de Rocha 2003).	19
Fig. 5. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de <i>D. gigas</i> respecto de a la zona de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006; $n_{(LM)} = 1442$; $n_{(W)} = 1416$	25
Fig. 6. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de <i>D. gigas</i> respecto al arte de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006. Número de muestras de longitud del manto: arrastre = 249, cerco = 345, potera centro-sur = 161, potera norte = 1056. Número de muestras de peso total: arrastre = 246, cerco = 319, potera centro-sur = 161, potera norte = 1056.	26
Fig. 7. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de <i>D. gigas</i> respecto a la potera en ambas zonas de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006; $n_{(LM)} = 860$; $n_{(W)} = 860$	26
Fig. 8. Distribución de frecuencia de longitudes de <i>D. gigas</i> para el periodo de estudio. El eje de la abscisa indica el límite inferior de la clase de longitud; $n_{total} = 1808$; $n_{norte} = 1056$; $n_{centro-sur} = 752$).	27

Fig. 9.	Distribución de frecuencias de longitud de <i>D. gigas</i> por sexo y zona de pesca. El eje de la abscisa indica el límite inferior de la clase de longitud. (n _{norte machos} = 295; n _{norte hembras} = 741; n _{centro-sur machos} = 209; n _{centro-sur hembras} = 520).....	28
Fig. 10.	Distribución de frecuencia de tallas mensuales de jibia en la zona norte.....	29
Fig. 11.	Distribución de frecuencia de tallas mensuales de jibia en la zona centro sur.....	30
Fig. 12.	Distribución de frecuencia de tallas por arte de pesca. Se conserva una misma escala de frecuencia (eje y) para las artes utilizadas en la zona centro-sur (potera: A, arrastre: B, cerco: C). El arte de pesca utilizado en la zona norte (potera: D) se presenta con otra escala.	31
Fig. 13.	Relación longitud del manto-peso total de <i>D. gigas</i> en la zona norte.	32
Fig. 14.	Relación longitud del manto-peso total de <i>D. gigas</i> en la zona centro-sur.	33
Fig. 15.	Relación longitud del manto-peso total de <i>D. gigas</i> por sexo.....	34
Fig. 16.	Distribución de <i>D. gigas</i> en el Océano Pacífico Oriental (tomado de Nigmatullin <i>et al.</i> , 2001).	45
Fig. 17.	Distribución bidimensional del Análisis de Correspondencia sobre el conocimiento acerca de <i>D. gigas</i> . El primer eje explica el 73 % de la variación del conocimiento de la especie y el segundo solo 15 %, por lo que las principales diferencias se encuentran con respecto al eje 1. Las abreviaciones que representan los tópicos del conocimiento se presentan en la Tabla 15.....	49
Fig. 18.	Ejemplo de la estructura de tallas de jibia en el periodo julio 2003 - febrero 2004 disponible en Cubillos <i>et al.</i> (2004).....	58
Fig. 19.	Mapas de probabilidad de: (a) exceder el valor umbral de concentración de cadmio y (b) clasificación de contaminado y no contaminado de acuerdo a la probabilidad de 0.65 (tomado de Goovaerts <i>et al.</i> , 1997).	66
Fig. 20.	Distribución espacial de lances de pesca en proyectos FIP 2004-09 de evaluación de merluza común.	73
Fig. 21.	Variograma empírico omnidireccional (puntos) en el plano latitud-longitud para la CPUE del recurso <i>D. gigas</i> y un modelo exponencial (línea). Fuente de datos: proyecto FIP 2004-09. Distancia en km; gamma=varianza espacial.	74
Fig. 22.	Variograma empírico omnidireccional (puntos) en el plano latitud-longitud para la CPUE del recurso <i>M. gayi</i> y un modelo exponencial (línea). Fuente de datos: proyecto FIP 2004-09. Distancia en km; gamma=varianza espacial.	74
Fig. 23.	Variograma empírico (puntos), y su respectivo modelo (línea) para distintos niveles de corte de CPUE de <i>D. gigas</i> : (a) 2.45, (b) 24.39, (c) 44.51, (d) 92.93,	

	(e) 813.31. Plano Latitud-Longitud.	75
Fig. 24.	Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de <i>D. gigas</i> : (a) 2.45, (b) 24.39, (c) 44.51, (d) 813.31. Plano Latitud-Profundidad.	76
Fig. 25.	Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de <i>Merluccius gayi</i> (a) 2.09, (b) 49.27, (c) 90.38, (d) 223.30. Plano Latitud-Profundidad.	76
Fig. 26.	Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de <i>Merluccius gayi</i> (a) 2.09, (b) 49.27, (c) 90.38, (d) 223.30. Plano Latitud-Profundidad.	77
Fig. 27.	Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (A) <i>D. gigas</i> , (B) <i>M. gayi</i> y (C) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.	78
Fig. 28.	Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) <i>D. gigas</i> , (centro) <i>M. gayi</i> y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.	80
Fig. 29.	Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) <i>D. gigas</i> , (centro) <i>M. gay</i> y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.	81
Fig. 30.	Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) <i>D. gigas</i> , (centro) <i>M. gayi</i> y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.	83
Fig. 31.	Serie temporal filtrada, de CPUE de <i>D. gigas</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A) y a tres componentes de frecuencia distintas (B, C y D) Serie filtrada (—), modelos (—).	84
Fig. 32.	Serie temporal original de CPUE de <i>D. gigas</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).	85
Fig. 33.	Serie temporal filtrada de CPUE de <i>D. gigas</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A), componentes de frecuencia que componen el modelo (B y C) y serie original con su modelo. Serie filtrada y original (—), modelos (—). Serie de CPUE artesanales.	86
Fig. 34.	Serie temporal filtrada de CPUE de <i>D. gigas</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A), componentes de frecuencia que componen el modelo (B y C) y serie original con su modelo. Serie filtrada y original (—), modelos (—).	

	Serie de CPUE industriales.....	87
Fig. 35.	Serie temporal original de CPUE de <i>D. gigas</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—). Serie de CPUE industriales.....	88
Fig. 36.	Serie temporal original de abundancia de <i>M. gayi</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).....	90
Fig. 37.	Serie temporal original de abundancia de <i>M. gayi</i> en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).....	91
Fig. 38.	Chinguillo para mantener jibias momentáneamente junto al bote.	105
Fig. 39.	Estanque alargado (60 cm altura, 4 m largo).....	105
Fig. 40.	Estanque circular (9 m ³ de capacidad)	105
Fig. 41.	Jibia en cautiverio.....	105
Fig. 42.	Estado de llenado de los estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur; n = 463.	107
Fig. 43.	Estado de digestión del contenido estomacal de jibia por mes en la zona centro-sur; n = 463.	108
Fig. 44.	Índice de llenado en peso de los estómagos de jibia para la zona centro-sur; n = 463.	109
Fig. 45.	Análisis de Componentes Principales (PCA) para la frecuencia de presas de jibia por tipo de pesquería. Varianza explicada por las primeras dos componentes principales: 16%.	113
Fig. 46.	Análisis de funciones discriminantes representando la disposición espacial de la dieta de jibia para muestras provenientes de tres pesquerías.....	114
Fig. 47.	Frecuencia porcentual de cefalópodos, peces y crustáceos en la dieta de <i>D. gigas</i> durante el año 2006 en la zona norte.	115
Fig. 48.	Diversidad y dominancia en la dieta de <i>D. gigas</i> durante el año 2006 en Coquimbo.	116
Fig. 49.	Frecuencia de ocurrencia de tres categorías de presas en la dieta de <i>D. gigas</i> en las Regiones IV y VIII.....	117
Fig. 50.	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIR%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Grupo de Tamaño.....	126
Fig. 51.	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIN%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Grupo de Tamaño.	127
Fig. 52.	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de	

	IIR%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Sexo.....	128
Fig. 53.	Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIN%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Sexo.....	128
Fig. 54.	Tendencia de la biomasa de merluza común (estimada por hidroacústica y Análisis Secuencial de Población, SPA) y del desembarque entre 1990 y 2005. .	145
Fig. 55.	Tendencia del desembarque de jibia y de un índice relativo de abundancia que corresponde al porcentaje de jibia en los lances de pesca realizados en las prospecciones de evaluación de merluza común en Chile central con el método hidroacústico. Período: años 1990 a 2005.....	146
Fig. 56.	Representación de los flujos entre la fracción vulnerable (V_i) e invulnerable ($B_i - V_i$) de la biomasa de una presa dada en EwE . El parámetro a_{ij} es la tasa de búsqueda de la presa i por el predador j , v es la tasa de intercambio entre el estado vulnerable y el invulnerable. El balance instantáneo entre ambos estados de la biomasa de la presa implica que $V_i = vB_i / (2v + aB_j)$. Modificado de Walters <i>et al.</i> (1997).	155
Fig. 57.	Area de estudio correspondiente a la zona marina frente a Chile central (33°S a 39°S y desde el litoral hasta 30 mn al oeste).	156
Fig. 58.	Consumo de merluza común por jibia bajo distintos escenarios: (1) estimado por el modelo Ecopath año 2000; (2) calculado suponiendo que el aporte (porcentaje en peso) de merluza común en la dieta de jibia es 20% y que la biomasa de jibia es 620 mil ton; (3) calculado suponiendo que el aporte (porcentaje en peso) de merluza común en la dieta de jibia es 50% y la biomasa de jibia es 1,6 millones de ton. Simbología: barras grises = merluza común juveniles (grupo de edad 0 a 3 años); barras blancas = merluza común adultos (grupo de edad 4+ años).	171
Fig. 59.	Tendencias de la biomasa de las principales presas de jibia predichas por el modelo Ecosim ante un aumento de un orden de magnitud en la biomasa de jibia entre los años 2000 y 2005. Simbología: línea azul=control por presas ($v=1$); línea roja=control mixto ($v=2$); línea verde=control por predadores ($v=5$).	173
Fig. 60.	Biomasa relativa de merluza común bajo distintos escenarios dinámicos simulados. (a) adultos (grupo de edad 4+ años), (b) juveniles (grupo de 0 a 3 años). Simbología: línea continua = estimados de IFOP; línea punteada = estimados de Gatica (2006, com. pers); cuadrado sólido = escenario 1 (aumento	

	de jibia en un orden de magnitud); triangulo = escenario 2 (corrección de la mortalidad por pesca en merluza); asterisco = escenario 3 (combinación escenarios 1 y 2).	174
Fig. 61.	Fracción de la mortalidad por predación (M2) atribuida a cada predador en el año 2000. a) merluza juvenil; b) merluza adulta.	175
Fig. 62.	Cambio en la fracción de M2 explicada por distintos predadores de merluza común en las simulaciones dinámicas EwE relativas a ese año. Simbología: a = adultos; b = juveniles. Simbología: línea continua = jibia; cuadrado = lobo marino; asterisco = calamares; circulo = merluza común juvenil; triángulo = merluza común adulta.....	176
Fig. 63.	Cambio en el aporte en peso (porcentaje) de cada presa en la composición de la dieta de jibia durante la simulación del escenario de predación intensa de jibia sobre merluza común. Para mayor claridad de interpretación sólo se presentan las presas que estuvieron representadas en >5% en la dieta de jibia.....	177
Fig. 64.	Proyección de la biomasa de merluza común resultante de distintos escenarios dinámicos simulados EwE. Izquierda: escenario de mortalidad por pesca constante, reclutamiento de merluza común constante y mortalidad por predación por jibia constante a partir del año 2007. Derecha: escenario de mortalidad por pesca y reclutamiento constantes a partir de 2007, con mortalidad por predación por jibia variable.	178
Fig. 65.	Dinámica de la biomasa de merluza resultante de distintos escenarios dinámicos simulados. Izquierda: escenario de mortalidad por pesca cero ($F=0$), reclutamiento y mortalidad por predación por jibia constantes a partir de 2007. Derecha: escenario de $F=0$, reclutamiento constante a partir de 2007 con mortalidad por predación por jibia variable.	179
Fig. 66.	Separación de componentes normales de los datos de frecuencia de tallas de jibia desde lo reportado por Cubillos <i>et al.</i> (2004).....	210
Fig. 67.	Longitud promedio y desviación estándar de los componentes normales de talla graficados en el eje del tiempo. Periodo: julio 2003 – febrero 2004.....	211
Fig. 68.	Relación entre la longitud media (cm) y la edad asignada (meses) a las tallas medias de jibia muestreadas en el periodo julio 2003-febrero 2004.	211
Fig. 69.	Crecimiento en longitud de cohortes mensuales de jibia dentro de un ciclo anual y su comparación con las tallas medias separadas de la estructura de tallas mensuales. La línea roja ilustra una cohorte que conecta 4 tallas medias;	

	esta cohorte se habría generado en diciembre del año anterior, presentando, entonces, cerca de 15 cm LM en enero del año siguiente.	212
Fig. 70.	Relación entre la desviación estándar y la longitud del manto de los grupos identificados en la estructura de tallas.	213
Fig. 71.	Distribución de frecuencia de la CPUE (ton/VCP) de jibia en el periodo 2000-2006, Regiones V-VIII (Fuente: SernaPesca).	213
Fig. 72.	Efecto año por sector pesquero en los datos de CPUE de jibia.	214
Fig. 73.	Efecto estacional (mes) por sector pesquero en los datos de CPUE de jibia.	215
Fig. 74.	Diagnóstico del modelo GLM para la CPUE de jibia (ton/VCP).	217
Fig. 75.	Efectos parciales de los factores utilizados para explicar la CPUE (ton/VCP) de jibia.	217
Fig. 76.	Captura por unidad de esfuerzo de jibia en la zona centro-sur de Chile (V-VIII Regiones).	218
Fig. 77.	Patrón de reclutamiento de jibia en la zona centro-sur deducido del análisis de los datos de frecuencia de tallas disponibles.	219
Fig. 78.	Descomposición del patrón de reclutamiento en dos pulsos representados por dos funciones normales.	219
Fig. 79.	Función de autocorrelación de los residuales de captura de jibia en la zona centro-sur de Chile (enero 2002 – diciembre 2005).	220
Fig. 80.	Serie de tiempo de capturas log-transformadas de jibia y curva de tendencia loess (arriba), y residuales resultantes (abajo), zona centro-sur (enero 2002 – diciembre 2005).	221
Fig. 81.	Modelo trigonométrico ajustado a los datos de captura de jibia (log-transformados) en la zona centro-sur (enero 2002 – diciembre 2005).	222
Fig. 82.	Resultados de GAM entre el peso promedio de las presas y el peso del predador (<i>D. gigas</i>) en los contenidos estomacales.	224
Fig. 83.	Resultados de GAM entre el peso promedio de las presas y la longitud del predador (<i>D. gigas</i>) en los contenidos estomacales.	225
Fig. 84.	Histogramas de frecuencia del índice de selectividad de Ursin para cada una de las presas en los contenidos estomacales de jibia.	227
Fig. 85.	Coeficientes de adecuación de las presas de jibia.	228
Fig. 86.	Ración diaria de alimento de jibia expresada como porcentaje del peso corporal (arriba) y en gramos por día (abajo).	230
Fig. 87.	Ajuste del modelo de simulación de jibia a los datos del índice de abundancia	

	observado en los cruceros de evaluación acústica de merluza común.	232
Fig. 88.	Patrón de explotación edad-específico de la jibia, zona centro-sur.....	232
Fig. 89.	Resultados máximo verosímiles de la abundancia y biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile, periodo 1998 a 2005.....	233
Fig. 90.	Nivel trófico (NT) de los principales predadores en el modelo ecotrófico que representa el ecosistema marino de Chile central en el año 2000.	247
Fig. 91.	Remoción de biomasa de las principales presas de jibia comparada con la remoción de biomasa, de las mismas especies, efectuada por otros predadores del sistema.	248
Fig. 92.	Remoción de biomasa de las principales presas de jibia comparada con la remoción de biomasa, de las mismas especies, efectuada por otros predadores del sistema.	249
Fig. 93.	Impactos tróficos combinados de predadores como jibia, merluza común (adultos) y otros en las presas merluza común (juveniles), merluza común (adultos), peces mesopelágicos, merluza de cola, pejerreta y besugo. Los impactos tróficos positivos se muestran hacia arriba de la línea base, mientras que los impactos negativos se muestran hacia abajo. Los impactos tróficos son relativos, aunque comparables.....	265
Fig. 94.	Perfil de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibia de la IV Región.....	277
Fig. 95.	Perfil de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibias de la VIII Región.	278
Fig. 96.	Comparación de perfiles de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibias de Coquimbo en la IV Región (amarillo) y Concepción en la VIII Región(rojo).....	279
Fig. 97.	Perfil de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de IV Región.	280
Fig. 98.	Perfil de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de la VIII Región.....	280
Fig. 99.	Comparación de perfiles de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de Coquimbo (amarillo) y Concepción (rojo).	281
Fig. 100.	Perfil de ácidos grasos de musculatura de jurel de la IV Región.	282
Fig. 101.	Perfil de ácidos grasos de musculatura de merluza común de la VIII Región.	283
Fig. 102.	Perfil de ácidos grasos de musculatura de merluza de cola de la VIII Región.....	284
Fig. 103.	Perfil de ácidos grasos de la glándula digestiva de Jibia y de la musculatura, de Anchoveta y Jurel de la IV Región.....	285
Fig. 104.	Perfil de ácidos grasos de la glándula digestiva de jibia y de la musculatura de peces (anchoveta, merluza común y merluza de cola) de la VIII Región.	286
Fig. 105.	Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la abundancia relativa de	

ácidos grasos (porcentaje) en jibia (predador) y cinco especies de presa (merluza común, merluza de cola, jurel, anchoveta y la propi jibia) en las Regiones IV y VIII. Stress=0,019.	287
--	-----

Listado de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Escala visual del llenado del estómago en calamares modificada de Jackson <i>et al.</i> (1998).	20
Tabla 2. Escala subjetiva del estado de digestión del contenido estomacal en calamares (modificado de Jackson <i>et al.</i> 1998).	21
Tabla 3. Tamaños de muestra de jibia por mes, zona, arte de pesca, mes y sexo (diciembre 2005 a noviembre 2006); total: 1.812 ejemplares.	23
Tabla 4. Longitud del manto (LM) y peso promedio (W) promedio de <i>D. gigas</i> por zona, arte de pesca y sexo durante el periodo de muestreo (Diciembre 2005 – Noviembre 2006); (DE) desviación estándar; (n) numero de muestra.	24
Tabla 5. ANOVA para longitud y peso de <i>D. gigas</i> considerando como factor la zona de muestreo, el arte de pesca y el sexo; $n_{(LM)} = 1442$; $n_{(W)} = 1416$	25
Tabla 6. Análisis de pendiente de la relación longitud del manto-peso total por sexos para cada región de pesca.	34
Tabla 7. Análisis de pendiente de la relación longitud del manto-peso total por sexos para cada región de pesca.	34
Tabla 8. Unidades temáticas en la búsqueda de información del recurso jibia y sus pesquerías.	36
Tabla 9. Capturas de <i>D. gigas</i> en el Océano Pacífico Oriental en el periodo 1960-2003.	46
Tabla 10. Puntajes de conocimiento asignados a las pesquerías de jibia del Golfo de California, Perú, Coquimbo y Talcahuano. Escala: conocimiento nulo (=0), débil (=1), suficiente (=2) y satisfactorio (=3).	48
Tabla 11. Relación longitud-peso de jibia disponibles en Chile. Nomenclatura: PT = peso total (g), PE = peso eviscerado (g), PM = peso del manto (g), LM = longitud del manto (cm). Las relaciones se establecen para el modelo potencial $y=a \cdot x^b$	59
Tabla 12. Listado de Proyectos FIP en los que se indagó por información de jibia.	63
Tabla 13. Superficie (km ²) de los parches de <i>D. gigas</i> y <i>M. gayi</i> de acuerdo a la tres niveles de corte de CPUE.	77

Tabla 14.	Fracción de áreas de distribución que <i>D. gigas</i> comparte con <i>M. gayi</i> (p_i) y <i>M. gayi</i> con <i>D. gigas</i> (q_i).	79
Tabla 15.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo CPUE de <i>D. gigas</i> en el tiempo y porcentaje de cada frecuencia en la varianza total, IV Región.....	82
Tabla 16.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de CPUE total de <i>M. gayi</i> en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. IV Región.....	83
Tabla 17.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo CPUE de <i>D. gigas</i> en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total, VIII Región.	85
Tabla 18.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de <i>D. gigas</i> en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. VIII Región. Serie de desembarques artesanales	88
Tabla 19.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de CPUE total de <i>D. gigas</i> en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. VIII Región. Serie de desembarques industriales.	89
Tabla 20.	Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de captura total de <i>D. gigas</i> en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. V Región.	91
Tabla 21.	Número de estómagos analizados por grupo de tamaño de longitud del manto (LDM; cm) y trimestre para la IV y VIII Regiones.....	106
Tabla 22.	Índice de llenado (porcentaje) de estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur (n = 463).	107
Tabla 23.	Índice de digestión (porcentaje) en estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur (n = 463).	108
Tabla 24.	Tabla de Contingencia de máxima verosimilitud para la escala de llenado de estómagos de jibia durante para la zona centro-sur; n = 463.	109
Tabla 25.	Tabla de Contingencia de máxima verosimilitud para la escala de digestión del contenido estomacal de jibia para la zona centro-sur; n = 463.....	109
Tabla 26.	Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por mes para la zona centro-sur; n = 425.	109
Tabla 27.	Frecuencia, número, peso e índice de importancia relativa (en porcentaje) de presas en los estómagos de jibia en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur de Chile; n = 401.	110
Tabla 28.	Espectro trófico de <i>D. gigas</i> , frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur. Pesquería de Arrastre (n = 210).	111

Tabla 29.	Espectro trófico de <i>D. gigas</i> , frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur de Chile. Pesquería de Cerco (n = 108).	111
Tabla 30.	Espectro trófico de <i>D. gigas</i> , frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - agosto 2006 en la zona centro-sur de Chile. Pesquería Potera (n = 83).	112
Tabla 31.	Frecuencia, número, peso e índice de importancia relativa, IIT (todos en porcentaje) de presas en los estómagos de jibia, periodo diciembre 2005 – noviembre 2006. Zona norte (n = 1.056).	115
Tabla 32.	Espectro trófico de jibia en el sector norte (IV Región) por trimestre y cinco grupos de tamaño (n.i.= no identificado).	117
Tabla 33.	Espectro trófico de jibia en el sector centro-sur (VIII Región) por trimestre y cinco grupos de tamaño (n.i.= no identificado).	118
Tabla 34.	Índice de Importancia Relativa (IIR%) por grupo de tamaño y trimestre para la IV Región.	120
Tabla 35.	Índice de Importancia Relativa (IIR%) por grupo de tamaño y trimestre para la VIII Región.	121
Tabla 36.	Índice de Importancia Relativa (IIR%) por trimestre (Trim) y sexo (M=machos; H=Hembras) para la IV y VIII Regiones.	122
Tabla 37.	Índice de Importancia Numérica (IIN%) por grupo de tamaño de jibia y trimestre para la IV Región.	123
Tabla 38.	Importancia Numérica (IIN%) por grupo de tamaño de jibia y trimestre para la VIII Región.	124
Tabla 39.	Índice de Importancia Numérica (IIN%) por trimestre (Trim) y sexo (M=machos; H=Hembras) para la IV u VIII Regiones.	125
Tabla 40.	Peso promedio de jibia (g), tasa de evacuación gástrica (E; h-1), peso promedio del contenido estomacal ($\bar{S}$; g), ración diaria de alimento (RD) y consumo total por trimestre, región y grupo de tamaño ($\leq$ a 75 cm y $>$ a 75 cm de LDM).	129
Tabla 41.	Proporción en peso de presas en estómagos de jibia por región, trimestre y tamaño del predador.	130
Tabla 42.	Consumo/biomasa (Q/B) de jibia de diciembre 2005 a noviembre 2006. Datos agrupados por región, trimestre y grupo de tamaño.	131
Tabla 43.	Consumo/biomasa anual (Q/B anual) de jibia sobre sus principales presas.	

	Período: diciembre 2005 - noviembre 2006, por región y grupo de tamaño.....	131
Tabla 44.	Ración diaria de alimento mediante dos modelos energeticos aplicados a jibia.	132
Tabla 45.	Comparación de resultados de los análisis del contenido estomacal de jibia en el presente estudio y el de Cubillos <i>et al.</i> (2004).....	135
Tabla 46.	Grupos tróficos funcionales incluidos en la modelación del ecosistema marino de Chile central (año 2000) y fuente de información necesaria para parametrizar el modelo. Nomenclatura: (j)=juveniles; (a)=adultos; (EC1)=ecuación 1, ver texto; (EC2) ecuación 2, ver texto; (ES)=Evaluación de Stock; (RO)=Reporte oficial del Servicio Nacional de Pesca; (ACE)=Análisis de contenido estomacal; (CGE)=Conocimiento general de la misma especie/grupo.	162
Tabla 47.	Parámetros de entrada y principales output del modelo final balanceado que representa el ecosistema marino de Chile central, año 2000. Resultados calculados por Ecopath se destacan en negritas.	167
Tabla 48.	Composición de la dieta de los predadores en el modelo final cuadrado del ecosistema marino de Chile central, año 2000.	169
Tabla 49.	Coeficientes anuales, estacionales, regionales y por sector asociados con la CPUE de jibia en el periodo 2000-2006.....	216
Tabla 50.	Análisis de Varianza para los factores fijos utilizados del modelo lineal generalizado para estandarizar los datos de CPUE de jibia.....	216
Tabla 51.	Parámetros del modelo trigonométrico ajustado a la serie de tiempo log-transformada de capturas mensuales de jibia.	222
Tabla 52.	Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (<i>ISU</i>) promedio, desviación estándar por presa, y número de estómagos de jibia con cada ítem presa.....	226
Tabla 53.	Parámetros tróficos estimados para <i>D. gigas</i> , por trimestre (Trim) y anual en la zona centro-sur.....	229
Tabla 54.	Características cualitativas de modelos multi-específicos (modificada de Latour <i>et al.</i> , 2003). Nomenclatura: MSP = multispecies production models, MSVPA = Multispecies virtual population analysis, EwE = Ecopath with Ecosim, MSBE = Modelos bioenergéticos multispecíficos.	234
Tabla 55.	Datos requeridos para cuatro tipos de modelos de multiespecíficos.....	235
Tabla 56.	Estándares de ácidos grasos utilizados en este estudio.	272

Tabla 57. Muestras de peces y glándula digestiva de jibia, según procedencia y fecha de colección.	275
--	-----

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto FIP 2005-38 “Análisis del impacto de la jibia (*Dosidicus gigas*) en las pesquerías de peces demersales” se inició el 01 de diciembre de 2005, con una duración inicial de 12 meses, agregándose luego otro mes para dar cuenta de análisis y resultados comprometidos con la gran cantidad de material y datos colectados, por lo que la fecha oficial de término corresponde al 30 de diciembre de 2006. Este proyecto fue realizado por la Universidad de Concepción, sub-contratando a la Universidad Católica del Norte, más la participación directa free-lance de colegas peruanos, mexicanos y chilenos. Acá se da cuenta de los seis objetivos específicos establecidos en las Bases Especiales, más otros dos adicionales ofrecidos por nosotros en la oferta técnica. El objetivo general fue evaluar los potenciales efectos de la jibia sobre pesquerías chilenas de peces de importancia económica, con especial énfasis en merluza común y merluza de cola.

En relación al objetivo específico 1 (realizar una revisión bibliográfica actualizada del conocimiento de la biología, pesca y dinámica poblacional de la jibia, tanto a nivel nacional como internacional), se revisó información disponible en literatura científica (revistas de corriente principal) y literatura gris (sin comité editor) susceptible de obtener formalmente, así como de páginas de Internet. Se compiló y digitalizó todos los documentos en formato PDF, poniéndolos a disposición del FIP junto con el Informe de Avance (corregido). Principalmente el material bibliográfico colectado de jibia y sus pesquerías se refiere a la historia de vida (edad, crecimiento, madurez, reproducción, mortalidad, etc.), pesqueros (desembarques, esfuerzo de pesca, CPUE, etc.), poblacionales (abundancia) y económicos (productos, precios, exportaciones) de jibia tanto a nivel nacional como internacional.

Metodológicamente se consideró un marco conceptual analítico de los elementos de información, los que fueron organizados en unidades temáticas, construyéndose una matriz de conocimiento por localidad donde ha existido pesquerías importantes de jibia (Golfo de California en México; centro-norte de Perú; potera artesanal de Coquimbo; potera artesanal y cerquera artesanal de la zona centro-sur de Chile). Se elaboró una ficha técnica por pesquería,

se construyó indicadores y se creó series de tiempo de variables biológico-pesqueras. Las unidades temáticas son: (i) antecedentes generales; (ii) distribución, unidades de stock e historia de vida; (iii) relaciones tróficas; (iv) dinámica del stock explotable; (v) tecnología pesquera; y (vi) administración pesquera.

Del objetivo específico 2 (compilar, sistematizar y analizar los datos biológicos y pesqueros disponibles de jibia a nivel nacional) se buscó material en proyectos FIP previos, seleccionándose el proyecto FIP 2004-09 (evaluación hidroacústica de merluza común), obteniéndose antecedentes de presencia/ausencia de merluza común, jibia y otras presas en el contenido estomacal de jibia. Además, se analizó datos de captura por unidad de esfuerzo estandariza (CPUE) de merluza común y de jibia para reconocer su co-ocurrencia, efectuándose análisis distribucional mediante autocorrelación espacial. Se obtuvo del Servicio Nacional de Pesca datos mensuales de captura de jibia (ton) y esfuerzo de pesca (número de viajes) de las Regiones IV, V y VIII (período: 2002-2006). Para la CPUE se efectuó Análisis Espectral en la búsqueda de patrones periódicos, revelándose que el mayor pulso ocurre cada 10 meses, explicando 70% de la varianza.

Para dar cuenta del objetivo específico 3 (estimar la tasa instantánea de evacuación gástrica, la ración diaria de alimento y la razón consumo/biomasa de jibia en el ecosistema marino de Chile central, con énfasis en recursos pesqueros), se analizó 1.519 estómagos (1.050 en la IV Región, 463 en la VIII Región), obtenidos de diciembre 2005 a noviembre 2006 (62% con algún tipo de contenido). En la IV Región la jibia es largamente la presa principal de la propia jibia por canibalismo (50% a 100% en peso), incluyendo todos los rangos de tallas analizados (muestras obtenidas de la pesca artesanal con poteras). En la VIII Región las presas principales de jibia son sardina común y merluza común, lo que depende del tipo de pesquería de donde se obtuvo las muestras (cerquera artesanal anchovetera, arrastrera merlucera o potera). Según nuestro equipo de trabajo, el mejor estimado del peso del contenido estomacal de jibia en la VIII Región es aquel cuyas muestras se originan de la pesquería con potera. Acá la merluza común se presenta como presa en 15% en el contenido estomacal de jibia (en peso).

En cuanto a resultados bio-paramétricos, se muestreó 1.811 ejemplares de jibia (58% en la

zona norte, 42% en la zona centro-sur). La proporción sexual fue 1: 2,5 = machos: hembras, con la misma proporción sexual en ambas zonas. La distribución de frecuencia de tallas de machos y hembras de jibia por zona de pesca se presenta unimodal (zona norte: moda machos = 79 cm LM; moda hembras = 73 cm LM para hembras) (zona centro-sur: moda machos = 68.5 cm LM; moda hembras: 66.8 cm de LM).

Para el objetivo específico 4 (simular escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia y estimar el consumo poblacional absoluto, considerando la vulnerabilidad de las presas) se aplicó y se presenta independientemente dos enfoques de simulación, un modelo ecotrófico multiespecífico (Parte A) y un modelo dinámico edad-estructurado (Parte B). Debido a su origen y supuestos tan distintos de ambos tipos de modelos no se hizo esfuerzos para compilar resultados o analizarlos comparativamente, lo que tampoco ha sido realizado en otros lugares.

En la Parte A del objetivo específico 4 se describe el enfoque de modelación multiespecífico Ecopath with Ecosim (EwE) y el parámetro “vulnerabilidad” (v), que está formalmente explicitado par este objetivo específico en las Bases Especiales. Luego se presenta los requerimientos de datos para parametrizar un modelo ecotrófico para el ecosistema de surgencia de Chile central (33° S – 39° S) en el año 2000. Posteriormente se simula posibles efectos de la predación por jibia en sus principales presas de peces pelágicos (sardina común, anchoveta) y demersales (merluza común), considerando la vulnerabilidad de las presas. La simulación consiste, primero, en incrementar la biomasa de jibia en un orden de magnitud del año 2000 al 2005 y analizar su efecto sobre sus principales presas. En el caso específico de merluza común, se incluye un escenario que incorpora una corrección en la mortalidad por pesca con nuestras estimaciones de descarte y sub-reporte de la captura de merluza común. Finalmente, se incluye resultados de un tipo de simulación que no estaba comprometida en la Oferta Técnica, donde se evalúa el efecto de distintos niveles de mortalidad por pesca y biomasa de jibia en la posible recuperación del stock de merluza común en el mediano plazo (período 2005-2010). Para Chile central (V-IX Regiones), se estima con EwE que la biomasa de jibia habría sido de 320 mil ton en el año 2000. Las simulaciones indican que el efecto de un incremento en la biomasa de jibia de un orden de magnitud habría afectado a sus principales presas de distinta manera, dependiendo del tipo de control trófico modelado (por

predadores = top-down, por presas = bottom-up). Particularmente, los mayores cambios se producen bajo control por predadores y las menores bajo control por presas. En el caso específico de la merluza común, los escenarios individuales de pesca y predación extrema por jibia no son capaces de reproducir independientemente la tremenda disminución de la biomasa de merluza común del año 2002 al 2004. Sin embargo, el escenario que combina la corrección de la mortalidad por pesca y la predación extrema sí lo reproduce. Específicamente, la dramática disminución de la biomasa del stock de merluza común se habría debido primero a la sobrepesca, ya que la predación por jibia habría jugado un rol secundario. Estos resultados, sumados a incongruencias ecológicas exhibidas por evaluadores de stock clásicos, permiten concluir que no existe evidencia para apoyar la hipótesis de un evento de “mortalidad catastrófica de origen desconocido” sobre el stock de merluza común.

En la Parte B del objetivo específico 4 se simula cambios de biomasa con un modelo edad-estructurado (edad en meses). El condicionamiento del modelo revela que el crecimiento de *D. gigas* es muy rápido (en promedio: 30 cm de longitud dorsal del manto, LM, y 1,2 kg a los 6 meses; 70 cm LM y 15,2 kg a los 12 meses; y 95 cm LM y 31,5 kg a los 18 meses). El modelo considera un patrón de reclutamiento estacional con dos picos por año, probablemente asociados a eventos reproductivos. Este ciclo es consistente con la generación de dos cohortes por año, determinando una clara componente estacional en las capturas y en el escenario de abundancia/biomasa. Interanualmente, la CPUE se incrementa exponencialmente del año 2000 al 2003, con posterior inhibición y estabilidad del año 2004 al 2006.

La selección de presas por tamaño es constante, lo que indica que a medida que la jibia crece prefiere presas de mayor tamaño. El canibalismo está siendo sostenido por jibias (presas) de hasta 31 cm LM; básicamente son caníbales las jibias de más de 50 cm LM. La selección por tamaños de merluza común es importante sobre ejemplares de merluza de 19 a 31 cm LT, y por jibias de más de 50 cm LM. Los ejemplares de clupeiformes de más de 11 cm son preferidos por jibias de más de 50 cm LM. La estimación por máxima verosimilitud de la biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile indica que dicho recurso pesquero alcanzó, en promedio, 150 mil ton entre los años 2003 y 2006.

Para dar cuenta del objetivo específico 5 (estimar el consumo de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación y evaluar su impacto sobre las poblaciones de presas), se estima el consumo (C) de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación (M2) y se evalúa su impacto en las poblaciones de dichas presas. Se utiliza la estimación de biomasa de jibia (B_{jibia}) del objetivo específico 4 de este proyecto, y se la combina con la razón consumo/biomasa (Q/B_{jibia}) y la composición de la dieta (DC_{jibia}) para estimar: (i) la biomasa de merluza común (juveniles y adultos) y de otras presas removidas por predación por jibia, y (ii) la fracción de M2 explicada por la predación por jibia. Además, se calcula el nivel trófico (NT) de los principales predadores del sistema y se lo compara con el nivel trófico de jibia (NT_{jibia}) para evaluar el estatus trófico de esta última especie. Los resultados señalan que la jibia es uno de los predadores con mayor NT en el ecosistema marino de Chile central. En el caso de merluza juvenil (presa) se observa que, en el año 2000, el principal predador (y principal fuente de M2) es el grupo de adultos de merluza común vía canibalismo, mientras que la jibia y otros predadores representan una remoción marginal de biomasa y de M2 para este grupo. En el caso de adultos de merluza común (presa), la remoción de su biomasa es relativamente similar cuando se compara la remoción por jibia y la remoción por otros predadores. Otras presas como peces mesopelágicos habrían sido predados principalmente por merluza común (adultos) y en menor medida por jibia y otros predadores. El consumo por jibia, y por ende M2 asociada a este predador, sería más importante en merluza de cola, pejerata y besugo. El principal aporte a M2 en jibia como presa corresponde al canibalismo.

Para dar cuenta del objetivo específico 6 (formular hipótesis fundadas que permitan comprender los cambios en la biomasa de jibia en el Océano Pacífico Oriental y proponer líneas de investigación específicos respecto a este recurso), se discutió la formulación de hipótesis y se identificó lineamientos de investigación de corto y mediano plazo, incluyéndose tres fichas de los posibles proyectos para el corto plazo. La primera pregunta fundamental que se formula es la siguiente: ¿Están asociados los crecimientos explosivos de poblaciones de jibia a características biológicas particulares en términos de la población y del individuo? Las piezas de conocimiento con las que se cuenta son: (i) poblacionalmente la jibia presenta muy alto turn-over, probablemente $>6 \text{ año}^{-1}$; (ii) tan alto turn-over puede ser sostenido en

ecosistemas marinos altamente productivos, como lo es en Perú-Chile, aunque esto no explica las apariciones-desapariciones de las poblaciones de jibia. Por lo tanto, probablemente la condicionante es que en tales ecosistemas la producción marina debe ser más alta que la normal como para sostener poblaciones de jibia en su proceso expansivo.

Aunque es factible plantear variadas hipótesis para explicar posibles causas del aumento explosivo de la abundancia y de la expansión de poblaciones de jibia en el Océano Pacífico Oriental, en Chile no poseemos suficiente evidencia para respaldar una u otra hipótesis, entendiéndose por evidencias datos que permitan obtener parámetros básicos de la historia de vida de la jibia y variables del ambiente. Por esto se propone como líneas de investigación de corto plazo la determinación de: (i) crecimiento y edad; (ii) relaciones paramétricas (iii) ciclo reproductivo; (iv); relaciones jibia-presas con énfasis en recursos pesqueros; (v) identificación de paralarvas de Ommastrephidae con énfasis en jibia y su distribución. Para el mediano plazo se propone el establecimiento de un protocolo de monitoreo de jibia en las capturas como especie objetivo y en el by-catch en las pesquerías de cerco jurelera y anchovetera, arrastrera merlucera de fondo y arrastrera de hoki de media-agua, considerando capturas, desembarques, estructura de tallas, profundidad de captura y otros. Las fichas para posibles proyectos FIP a corto plazo son: (a) estimación de la edad, crecimiento y mortalidad natural de la jibia; (b) biología reproductiva de la jibia en Chile; y, (c) análisis comparado de la fuerza de interacciones tróficas e interacciones técnicas del recurso jibia y sus pesquerías en Chile.

Para dar cuenta del objetivo específico 7 (analizar los impactos tróficos directos e indirectos asociados a la aparición de jibia en las costas de Chile central), se calcula tales impactos a partir de un modelo ecotrófico para dicho ecosistema en el año 2000 (objetivo específico 4) y una matriz de interacción entre el grupo que impacta o impctante (jibia) y los grupos impactados (presas de jibia). En el caso del grupo juveniles de merluza común, los impactos negativos sobre este grupo se deben principalmente al canibalismo por adultos. El impacto negativo de jibia en ambos grupos de merluza común (juveniles y adultos, año 2000) es mucho menor comparado con aquellos ejercidos por adultos de merluza común, aunque similar al impacto de otros predadores del sistema. La jibia habría causado impactos tróficos negativos importantes en merluza de cola, pejerrata y besugo. En el caso de jibia, el principal impacto

trófico negativo se debe al canibalismo. La jibia induce indirectamente un impacto positivo sobre peces mesopelágicos debido a la predación de jibia sobre adultos de merluza común, siendo este último un predador importante de peces mesopelágicos.

Finalmente, en relación al objetivo específico 8 (analizar los ácidos grasos para la determinación de las presas en el contenido estomacal de jibia), se cuantificó ácidos grasos en la glándula digestiva de jibia de la IV y VIII Regiones, y musculatura de cuatro especies ícticas (anchoveta y jurel de la IV Región; anchoveta, merluza común y merluza de cola de la VIII Región). Los resultados revelan alta coincidencia de los ácidos grasos detectados en ambos tipos de tejidos (glándula digestiva en jibia y musculatura en peces). Los ácidos grasos saturados predominantes son Mirístico (C14:0), Palmítico (C16:0) y Esteárico (C18:0), mientras los mono-insaturados son Palmitoleico (C16:1), Oleico (C18:1n9c) y Nervónico (C24:1), y los poli-insaturados Linolénico (C18:3n3), cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3) y cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6).

2. Antecedentes

La jibia *D. gigas* (D'Orbigny, 1835) es una de las especies de omastréfidos más abundantes en el Océano Pacífico Oriental y se le ha descrito como un componente importante del ecosistema tropical, particularmente tanto en el sistema de surgencia frente a la zona centro-norte de Perú como en el Golfo de California, donde presenta mayor abundancia relativa (Anderson & Rodhouse, 2001; Argüelles *et al.*, 2001; Markaida & Sosa-Nishizaki, 2003; Nigmatullin *et al.*, 2001). La jibia habita principalmente en el ambiente oceánico, aún cuando también habita ambientes neríticos (Roper *et al.*, 1984). Al igual que la mayoría de los cefalópodos conocidos, las poblaciones de omastréfidos presentan grandes fluctuaciones en su abundancia (Hatanaka *et al.*, 1985; Boyle & Boletzky, 1996; Sakurai *et al.*, 2000; Taípe *et al.*, 2001) debido a sus características biológicas tales como rápido crecimiento, madurez temprana, ciclo de vida muy corto (no más de 1-2 años), alta capacidad migratoria y complejos patrones de reclutamiento (Boyle & Boletzky, 1996). Estas cualidades les han permitido habitar zonas que pueden ser caracterizadas por gran variedad de regímenes oceanográficos (Anderson & Rodhouse, 2001), tanto en el dominio oceánico como el costero, tropical y aguas templadas.

Recientemente se ha postulado que la relación entre la distribución de la jibia y eventos "El Niño Oscilación del Sur" (ENOS) podría determinar alguna capacidad de la especie para invadir las regiones localizadas en los límites norte y sur de su área de distribución (Wormuth, 1998; Anderson & Rodhouse, 2001; Nigmatullin *et al.*, 2001). En dichos límites se registran crecimientos poblacionales explosivos que han sido denominados "efímeros" por Fernández & Vásquez (1995). En Chile centro-sur, la presencia esporádica y de altos niveles de abundancia de *D. gigas* se registra a través del varamiento masivo en zonas costeras y como parte importante de la fauna acompañante en las capturas de especies de importancia comercial, extraídas tanto en zonas neríticas y oceánicas (Fernández & Vásquez, 1995; Rocha & Vega, 2003; Chong *et al.*, 2005). En esta misma zona, los desembarques históricos muestran que la presencia de *D. gigas* aumenta con posterioridad a las condiciones frías desarrolladas después de eventos ENOS. Cubillos *et al.* (2004) han sugerido que el presente brote poblacional de la

especie, que se consolida a contar del 2003, podría relacionarse con cambios inmediatos en la disponibilidad y accesibilidad de especies recurso como los peces pelágicos sardina común (*Strangomera bentincki*), anchoveta (*Engraulis ringens*) y jurel (*Trachurus symmetricus*), y demersales como merluza común (*Merluccius gayi*) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*). No obstante, en la mayoría de los casos se desconoce los efectos de mediano plazo que podría determinar la predación de *D. gigas* sobre la abundancia de estas poblaciones, excepto en el caso de las predación de jibia sobre merluza común, de acuerdo al aporte de Arancibia & Neira (2005), por ejemplo.

La evaluación del consumo de alimento y el impacto ecológico de la abundancia de *D. gigas* sobre las poblaciones de presas son escasos, tanto a nivel nacional como internacional. Ehrhardt (1991) indica que *D. gigas* removió cerca de 60 mil toneladas de sardina (*Sardinops sagax caerulea*) durante 1981 en el Golfo de California, afectando negativamente los desembarques de esta especie. Sin embargo, el procedimiento metodológico aplicado por él es discutible y difícilmente aceptable con rigor científico.

Rodhouse & Nigmatullin (1996) indican que la predación ejercida por una cohorte abundante de cefalópodos sobre los estados de vida tempranos de otras poblaciones puede impactar negativamente su posterior éxito de reclutamiento. Nigmatullin *et al.* (2001) determinaron que para un tamaño poblacional instantáneo estimado entre 7 y 10 millones de ton de calamares para el Océano Pacífico, el consumo diario de alimento para ejemplares mayores a 150-200 mm de longitud del manto (LM) varía entre 0.5-0.7 millones de ton, lo que implica un consumo anual entre 200 y 250 millones de ton. Sin embargo, en este caso también las estimaciones del consumo son de dudoso rigor científico y descansan en reglas simples. Cubillos *et al.* (2004) estimaron la razón consumo-biomasa (Q/B) de jibia en invierno, primavera y verano frente a Chile centro-sur, tanto en aguas oceánicas como costeras, encontrando valores de consumo que fluctuaron entre 1.12 y 3.71 veces su propia biomasa en periodos de 90 días (trimestre). La ración diaria, fluctuó entre 1.2 y 4.1% del peso corporal.

La presencia de jibia como fauna acompañante en las actividades pesqueras frente a Chile se ha hecho más frecuente y notoria desde el año 2002 ó 2003, aparentemente debido a un

crecimiento poblacional explosivo de su abundancia asociado a un factible éxito reproductivo sincronizado con las condiciones más frías del evento La Niña, desarrollado durante 1999 y 2000 (Anderson & Rodhouse 2001). La presencia de jibia en la zona central de Chile se ha mantenido alta, registrando un aumento en el desembarque total de 3.500 ton en el año 2001 a 15.000 ton el año 2003, alcanzando casi 150 mil ton por año en el 2004 y 2005 (SERNAPesca 2000, 2001, 2002, 2003, 2004).

Debido a la alta presencia de jibia en Chile central, la drástica disminución de la biomasa del stock de merluza común en el 2004 y la virtual ausencia de merluza de cola juvenil en la zona centro-sur, así como la moderada incidencia de contribución porcentual de estos recursos en los contenidos estomacales de jibia (Cubillos *et al.*, 2004), se ha postulado que *D. gigas* podría haber removido una fracción significativa de la biomasa de ambas especies. Esta hipótesis, sin embargo, contrasta con las estimaciones basadas en un contexto multiespecífico (Arancibia & Neira, 2005), que indica que la jibia sólo habría removido una cantidad equivalente a la que habría removido por la pesquería, esto es, cerca de 150 mil ton en el año 2003. Por lo tanto, la situación de las pesquerías demersales de merluza común y merluza de cola podría ser consecuencia, primero, de la intensidad de pesca. Para los propósitos de este proyecto, se pondrá a prueba la hipótesis nula central o clave que el reciente brote poblacional de jibia frente a Chile centro-sur no ha tenido una incidencia significativa en la drástica disminución de la biomasa de merluza común ni de merluza de cola.

Básicamente, las interacciones entre los recursos merluza común-jibia-merluza de cola y las flotas que las explotan puede entenderse bajo un modelo conceptual, siguiendo a Brander & Bennet (1986), quienes analizaron las interacciones biológicas y técnicas de los recursos bacalao (*Gadus murhua*) y langosta de Noruega (*Nephrops norvegicus*). Posteriormente, Arancibia (1991), siguiendo a estos autores, analizó la interacción entre merluza común y langostino colorado en Chile central. Nuestro modelo conceptual (Fig. 1) señala que:

- las flotas arrastrera merlucera, calamarera y cerquera no interactúan;
- la jibia es capturada como recurso objetivo (flota calamarera) y como by-catch (flota cerquera, flota arrastrera merlucera);

- la jibia presenta canibalismo y predación sobre merluza común y merluza de cola; y,
- las merluzas no predan jibia.

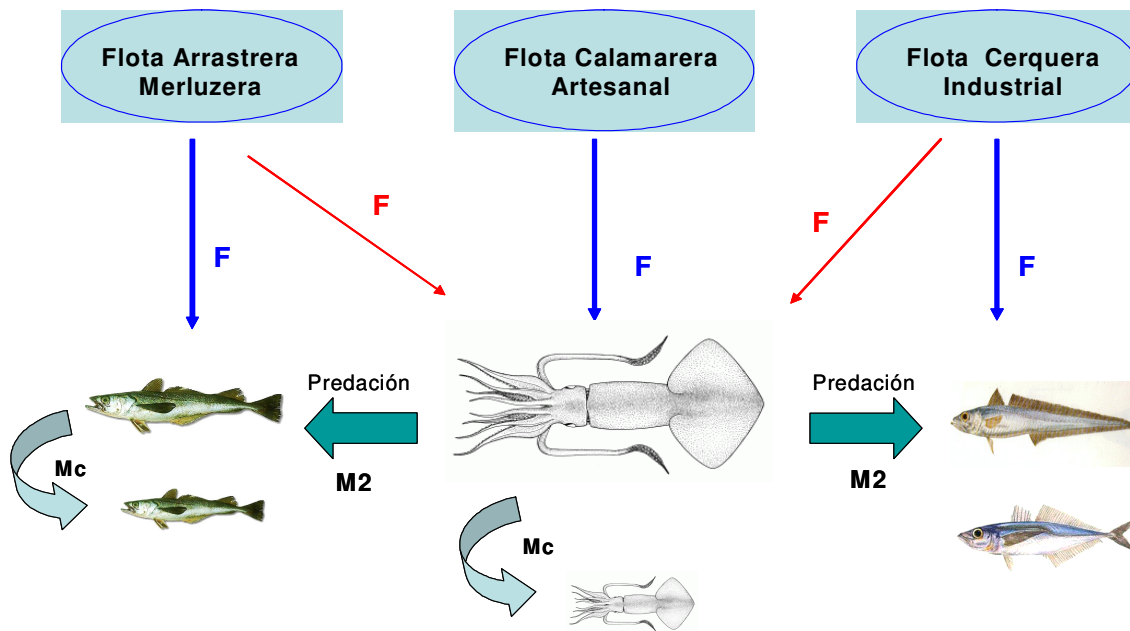


Fig. 1. Modelo conceptual de las interacciones entre las flotas pesqueras y los recursos merluza común-jibia-merluza de cola/jurel. (M2= mortalidad por predación; Mc= mortalidad por canibalismo; F= mortalidad por pesca). Flecha azul: flota-recurso objetivo; flecha roja: flota-bycatch.

Al considerar que el probable impacto que el recurso jibia podría haber tenido sobre recursos pesqueros demersales, con especial énfasis en merluza común y merluza de cola, es de interés para la SubSecretaría de Pesca y otros agentes del sector, entonces, que con el presente proyecto se pueda dilucidar algunas de las múltiples interrogantes que se tiene en Chile sobre el particular. Al respecto, Subsecretaría de Pesca ha realizado varias acciones administrativas pertinentes a dilucidar el impacto tanto cualitativo como cuantitativo respecto de la jibia y que constituyen fuentes de datos e información que se tendrá en cuenta desde el punto de vista retrospectivo, a saber:

Pescas de Investigación

- Pesca de Investigación autorizada a UC Norte (Res. 1845) para que naves artesanales capturen jibia (IV Regiones) – Julio de 2002.
- Pesca de Investigación autorizada a Inpesca (Res. 1705) para que naves cerqueras capturen y procesen jibia (V-X Regiones) – Julio 2003.
- Entrega de información a armadores japoneses para eventual pesca de investigación con jigging (poteras) – Agosto 2003.
- Entrega de información a armadores coreanos para eventual pesca de investigación con jigging (poteras) – Mayo 2004.
- Pesca de Investigación que autoriza la Universidad de Concepción (UdeC) (Res. 1137): “Interacción jibia (*D. gigas*)-pelágicos pequeños (sardina común y anchoveta) en la pesquería artesanal de cerco, VIII Región” – Abril de 2005.

Análisis de CTP

- Solicitud a IFOP de re-análisis de CTP de merluza de cola incorporando el factor jibia – Diciembre 2003.
- Solicitud a IFOP de re-análisis de CTP de merluza común incorporando el factor jibia – Diciembre 2003.

Decretos

- Modificación D.S. N°316/85, incorporando a jibia al listado de especies para reducción (D.S. N° 120; D.O.: 27/Sep/03).

Programas de Investigación

- Solicitud al Fondo de Investigación Pesquera FIP de incorporación tema jibia en todos los cruceros de evaluación acústica 2004.
- Coordinación del comité *ad hoc*, invitando a INPESCA, IFOP, UCSC, UdeC, CEPES y usuarios.

A pesar de todas estas acciones los antecedentes han sido generados de manera esporádica y no han permitido dilucidar el impacto de la jibia sobre las pesquerías reguladas de merluzas, por ejemplo. Por tal motivo, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó el presente proyecto en el programa de investigación pesquera del año 2005, aunque el llamado público ocurrió ya avanzado el segundo semestre 2005 y este proyecto comenzó formalmente el 01 de diciembre de ese año.

Con este proyecto se pretende, entonces, establecer tanto las bases teóricas de la dinámica y estructura poblacional de la jibia como evaluar el impacto producido por predación sobre las poblaciones de presas que son recursos pesqueros, enfocando nuestro interés en recursos pesqueros (merluza común, merluza de cola, sardina común y anchoveta) presentes frente al litoral de Chile central (centro-norte y centro-sur), lo que satisface las Bases Especiales del proyecto.

El equipo de trabajo está constituido por investigadores nacionales con la participación directa de dos colegas peruanos y dos mexicanos con larga experiencia en investigaciones en el recurso jibia y/o sus pesquerías.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar los potenciales efectos de la jibia sobre pesquerías chilenas de peces de importancia económica, con especial énfasis en merluza común y merluza de cola.

2.2. Objetivos Específicos

- 3.2.1. Realizar una revisión bibliográfica actualizada del conocimiento de la biología, pesca y dinámica poblacional de la jibia, tanto a nivel nacional como internacional.
- 3.2.2. Compilar, sistematizar y analizar los datos biológicos y pesqueros disponibles de jibia a nivel nacional.
- 3.2.3. Estimar la tasa instantánea de evacuación gástrica (E), la ración diaria de alimento (RD) y la razón consumo/biomasa (C/B) de jibia en el ecosistema marino de Chile central, con énfasis en recursos pesqueros.
- 3.2.4. Simular escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia y estimar el consumo poblacional absoluto (C), considerando la vulnerabilidad de las presas (v).
- 3.2.5. Estimar el consumo (C) de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación (M2) y evaluar su impacto sobre las poblaciones de presas.
- 3.2.6. Formular hipótesis fundadas que permitan comprender los cambios en la biomasa de jibia en el Océano Pacífico Oriental y proponer líneas de investigación específicos respecto a este recurso.

Los objetivos específicos adicionales incorporados en el proyecto son:

- 3.2.7. Objetivo Específico 7. Analizar los impactos tróficos directos e indirectos asociados a la aparición de jibia en las costas de Chile central.
- 3.2.8. Objetivo Específico 8. Analizar los ácidos grasos para la determinación de las presas en el contenido estomacal de jibia.

3. Resultados Esperados

Los siguientes son los resultados esperados de acuerdo con las Bases Especiales del proyecto:

- 4.1. Revisión de antecedentes de la historia de vida (edad, crecimiento, madurez, reproducción, mortalidad, etc.), pesqueros (desembarques, esfuerzo de pesca, CPUE, etc.) y de la abundancia de jibia tanto a nivel nacional como internacional.
- 4.2. Base de datos integrada de jibia.
- 4.3. Revisión de antecedentes históricos de la presencia (incluyendo varazones) de jibia en aguas nacionales.
- 4.4. Estimación cuantitativa de la tasa instantánea de evacuación gástrica, ración diaria de alimento y de la razón consumo/biomasa de jibia.
- 4.5. Estimación cuantitativa del consumo poblacional de jibia sobre recursos pesqueros demersales y pelágicos, considerando la vulnerabilidad de las presas.
- 4.6. Evaluación cuantitativa del impacto de la predación de jibia a través del consumo y la mortalidad por predación (M2) de sus presas recursos pesqueros.
- 4.7. Presentación de hipótesis de posibles causas de cambios de la abundancia de jibia en aguas nacionales y/o internacionales.
- 4.8. Taller de Trabajo para analizar y discutir los resultados, con recomendaciones de futuros proyectos de investigación en jibia.
- 4.9. Disco compacto auto-ejecutable que incluya documentos empleados y generados en el Taller de Trabajo en formato pdf, así como presentaciones en PowerPoint. El material deberá ser presentado en una página de hipertexto.

De los objetivos específicos adicionales incorporados al proyecto se desprenden los siguientes resultados esperados:

- 4.10. Cuantificación de los impactos tróficos combinados con énfasis en jibia y sus presas.
- 4.11. Determinación cualitativa de las presas de jibia mediante perfiles lipídicos/ácidos grasos y su comparación con muestras de campo (validación).

4. Metodología

4.1. Diseño de muestreo

Para asegurar los requerimientos de muestreo, en términos de tamaño de muestra, se siguió tres estrategias, a saber: i) muestreos regulares sobre bases trimestrales en los centros de desembarque y proceso que reciben la captura de lanchas artesanales de cerco y arrastre que presentan capturas de jibia como un importante componente de su fauna acompañante; ii) muestreos estacionales (verano, otoño, invierno y primavera) a bordo de naves de la flota industrial cerquera y arrastrera dedicadas a la extracción de peces pelágicos (sardina común, anchoveta) y demersales (merluza común, merluza de cola); y, iii) muestreo de ejemplares de jibia capturados con poteras desde lanchas artesanales dedicadas exclusivamente a la captura de esta especie.

El muestreo de jibia fue realizado por personal técnico previamente entrenado para el efecto. Los muestreos se efectuaron regularmente en la IV Región (Coquimbo) y en la VIII Región (San Vicente, Talcahuano, Coronel). Se registró información de la actividad operacional de cada embarcación en bitácoras de pesca *ad-hoc*, cuyo formulario incluye: zona de pesca, hora del lance, captura, especies de la fauna acompañante (cuando corresponde), número de lances realizados por salida, otros. Trimestralmente, el tamaño de muestra de jibia corresponde a 668 ejemplares (ver numeral 4.1.1.6.1 de la Oferta Técnica, pág. 32) en función del atributo del peso promedio del contenido estomacal sobre la base de los datos obtenidos por Cubillos *et al.* (2004), correspondiendo 334 ejemplares por trimestre y por Región (IV y VIII).

4.2. Procesamiento de muestras

A partir de los ejemplares de *D. gigas* muestreados se determina la distribución de frecuencia de tamaños; seguidamente se realiza un submuestreo de ejemplares de jibia para obtener atributos biológicos específicos tales como: obtención de medidas corporales para posteriores análisis morfométricos, el peso total, determinación del sexo, extracción de estómagos para

posterior análisis del contenido estomacal, obtención y preservación de estructuras como mandíbulas, gónadas, estatolitos y tejido muscular para posteriores análisis.

a) Mediciones Corporales

El cuerpo de los cefalópodos puede dividirse en dos partes: la anterior llamada cefalopodio, que consta de la cabeza, de una corona de apéndices móviles y del sifón; y la posterior o visceropáleo, que consiste en un saco muscular o manto, en cuyo interior se alojan las branquias y las vísceras (Mangold 1989). Para la merística en cefalópodos se ha seguido a Voss (1963) y Roper y Voss (1983) para la estandarización y definición clara y cuidadosa de los caracteres y medidas que deben ser utilizadas en para su descripción. Algunas de las medidas morfométricas que se realiza en estos organismos se presentan en la Fig. 2. La medida básica de los cefalópodos es la longitud dorsal del manto (LDM).

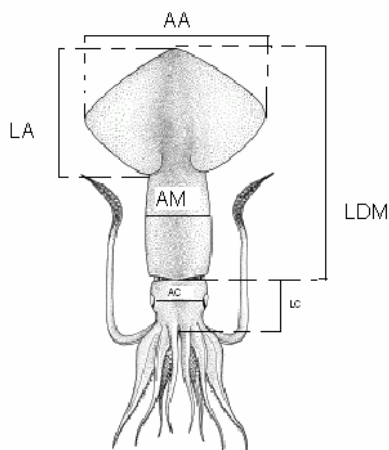


Fig. 2. Vista dorsal de jibia y medidas morfométricas registradas: longitud dorsal del manto (LDM), ancho del manto (AM), longitud de la aleta (LA), ancho de aletas (AA), ancho de la cabeza (AC) y longitud de la cabeza (LC).

Para la determinación de las medidas morfométricas cada ejemplar de jibia es ubicado en posición dorsal con el sifón hacia abajo, siendo medido con precisión de 1 cm. Luego se determina el peso total (PT) mediante balanza mecánica tipo reloj (capacidad máxima de 50 kg y precisión de 0,2 kg). Los datos de longitud del manto son agrupados en intervalos de

clase de 5 cm para generar las distribuciones de frecuencia de tamaños.

b) Determinación del sexo

Las jibias presentan sexos separados, existiendo claro dimorfismo sexual entre machos y hembras (Rocha 2003). Para la determinación del sexo se procede de dos maneras complementarias, a saber: inicialmente los machos son identificados mediante el hectocotilo, en el extremo apical del cuarto brazo (derecho o izquierdo), brazo que se localiza en la zona ventral junto al canal sifonal (Fig. 3.1). El hectocotilo se caracteriza por ser una zona modificada en la que las ventosas desaparecen y en vez de éstas se forman pliegues (Fig. 3.2).

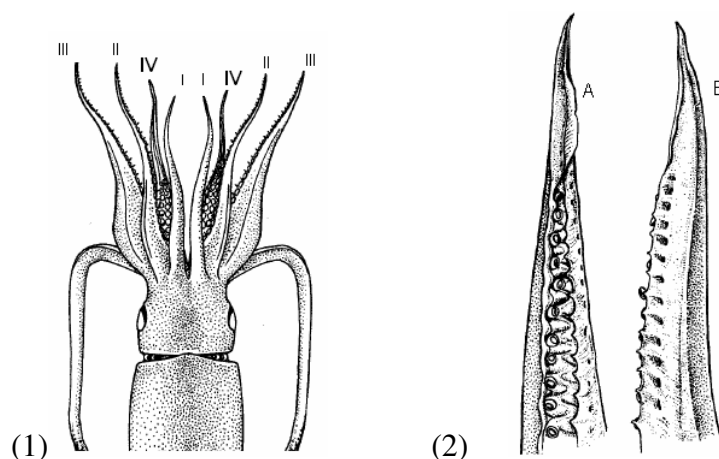


Fig. 3. Numeración de los brazos en jibia, IV brazo (negrita) presencia del hectocotilo en los machos. Fig. 3.2. Hectocotilo de jibia en la zona apical del cuarto brazo; (A) vista oral, (B) vista lateral. (Figuras modificadas Catalogo de Especies de la FAO).

La determinación inicial del sexo se corrobora con la observación y extracción de las gónadas de cada espécimen. El aparato reproductor de hembras de jibia se presenta en la Fig. 4A y el de los machos en la Fig. 4B. La descripción de los órganos reproductores internos de la jibia fue tomada de Nesis (1987) y Rocha (2003).

c) Extracción de estómagos

Los estómagos son extraídos cuidadosamente de la cavidad del manto mediante disección a la altura del esófago (4 cm antes del estómago), cerrándolo con una pequeña cinta para evitar que

el contenido se everta. Igual procedimiento se realiza a la altura del intestino (4 cm después del estómago). Después de extraerse el estómago, se guarda en bolsa rotulada y se conserva congelado.

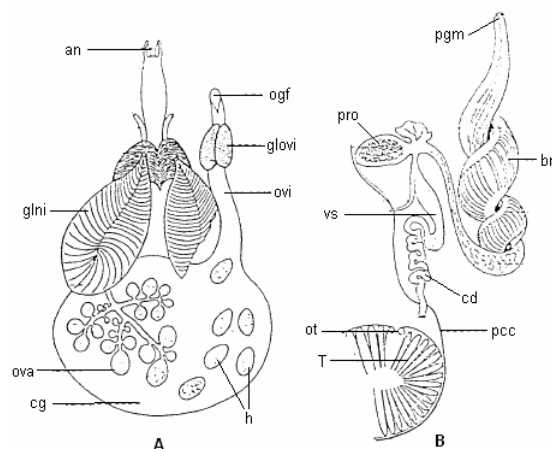


Fig. 4. Aparato reproductor interno de la jibia. Se distinguen las siguientes estructuras: (A). Esquema de la hembra: orificio genital femenino (ogf), glándula del oviducto (glovi), oviducto (ovi), huevos (h), celoma genital (cg), ovario (ova), glándula nidamentaria (glni) y ano (an). (B). Esquema del macho: poro genital masculino (pgm), bolsa de Needham (bn), canal deferente (cd), pared de la cavidad celómica (pcc), vesícula seminal (vs), próstata (pro), orificio testicular (ot), y testículo (T) (modificado de Rocha 2003).

d) Análisis del contenido estomacal

Para el análisis cualitativo y cuantitativo de la alimentación de *D. gigas* se utiliza la metodología descrita por Markaida (2001) y Markaida y Sosa-Nishizaki (2003), aplicándose una escala subjetiva (examen visual) para determinar el índice de llenado del estómago, correspondiendo a: (0) vacío; (1) poco o escaso; (2) medio lleno; (3) casi lleno y (4) completamente lleno (Tabla 1).

Tabla 1. Escala visual del llenado del estómago en calamares modificada de Jackson et al. (1998).

Llenado del estómago	0 Vacío	1 poco	2 medio	3 casi lleno	4 lleno
Criterios	Vacío (estómago limpio o con un líquido rojo).	< 20 % del volumen del estómago.	< 50 % del volumen del estómago.	Sobre el 80 % del volumen del estómago.	El alimento ocupa la cavidad entera del estómago.

El peso del contenido estomacal (PCS) se registra con balanza electrónica (precisión: 0,01 g precisión). Se determina la relación entre el peso del contenido estomacal y el peso corporal (PT) mediante el índice de llenado en peso (FWI) (Rasero *et al.*, 1996), cuya expresión es:

$$FWI = \frac{PCS}{(PT - PCS)} \times 100$$

La escala de llenado visual se contrasta con FWI promedio. Para comparar estadísticamente las frecuencias de las escalas de llenado entre las clases de tamaños se utiliza una Tabla de Contingencia de máxima verosimilitud (test de G), que se evalúa mediante el estadígrafo de X^2 (Zar, 1984). Para evidenciar diferencias en el FWI por clase de tamaños se aplicó Análisis de Varianza de una vía (Zar, 1984).

Además de los índices de llenado del estómago se aplica una escala del grado de digestión del contenido estomacal. Esta escala se refiere a las características de las presas, principalmente de peces, calamares y crustáceos (modificada de Jackson *et al.*, 1998) (Tabla 2).

Luego de identificados los diferentes ítemes alimentarios se procede con el análisis de cada presa en los estómagos, de acuerdo con Hyslop (1980) con: i) método numérico (%N), que corresponde al porcentaje en número de cada ítem de presa; ii) método gravimétrico (%W), que corresponde al porcentaje en peso o volumen de cada ítem de presa; y iii) frecuencia de ocurrencia (%F), que corresponde al porcentaje de frecuencia de cada ítem en el total de

estómagos analizados con contenido. Seguidamente se aplica el índice de importancia relativa de cada ítem de presa (IRI; Pinkas *et al.*, 1971), cuya expresión es:

$$IRI = (\% N + \% W) * (\% F)$$

Para este informe IRI se presenta para el total de muestras analizadas en la zona centro-sur pues no se dispone de los antecedentes de la zona centro-norte (Coquimbo). Cuando se disponga con mayor información la muestra total acumulada de estómagos se analizará en función del tamaño del predador.

Tabla 2. Escala subjetiva del estado de digestión del contenido estomacal en calamares (modificado de Jackson *et al.*, 1998).

Estado de digestión	Nivel de digestión	de	Condición en los peces	Condición en los calamares	Condición en los crustáceos
1	Alimento fresco		Piel y músculos en buenas condiciones.	Cromatóforos presentes, ventosas y/o ganchos presentes en os brazos.	Animal completo no roto en trozos.
2	Levemente digerido 5-15 %		Piel levemente digerida, músculos desprendiéndose de los huesos.	Ventosas y/o ganchos desprendidos de los brazos.	Forma del cuerpo alterada, quelas y apéndices separados del cuerpo.
3	Medio digerido 15-60 %		Músculos separados de los huesos, vértebras separadas.	Anillos y base de los ganchos separados de las ventosas, gladio y picos.	Todas las partes del cuerpo separadas, ojos semi-digeridos, tejidos blandos digeridos.
4	En su mayor parte digerido 60-90%		Tejidos blandos digeridos, escamas, huesos, vértebras sueltas, radios de aletas.	Tejidos blandos digeridos, restos de partes duras, picos y gladio.	Tejidos blandos digeridos, restos del caparazón, y ojos digeridos.
5	Casi todo digerido 90-100%		Solo restos óseos, otolitos, vértebras, escamas, mandíbulas.	Solo picos y ganchos de las ventosas.	Solo mandíbulas y restos deformados del caparazón.
6	Digerido		Solo líquido en el estómago.		

4.3. Metodología General

Para mejor comprensión del lector, para cada objetivo específico se presenta un capítulo que incluye resumen, materiales y métodos, resultados y referencias bibliográficas, más figuras y tablas. En algunos casos se incluye una breve discusión, aunque los resultados en un informe de avance no se discuten, lo que se reserva para el pre-informe final.

4.3.1. Resultados Generales

4.3.1.1. Descripción general del muestreo de jibia

En este proyecto (diciembre 2005 a noviembre 2006) se muestreó desde diferentes flotas a 1.812 ejemplares de jibia, correspondiendo 1.057 individuos a la zona norte (IV Región) y 755 individuos a la zona centro-sur (VIII Región). La proporción sexual fue machos: hembras = 1: 2,5; tanto en la zona norte como en la centro-sur (Tabla 3).

Las actividades de muestreo de jibia durante la ejecución del presente proyecto estuvieron afectadas, por ejemplo, por factores como los siguientes:

- i) la mayor parte de las capturas de jibia en la VIII Región se deben a la flota artesanal cerquera anchovetera. Por lo mismo, en el proceso de desembarque con yoma los ejemplares de jibia son despedazados, quedando muy pocos o ninguno disponibles completos. Además, la fase de degradación de la jibia como materia prima en bodegas de las naves es muy rápida, liberándose compuestos nitrogenados volátiles que otorgan un olor nauseabundo característico a la jibia en el desembarque, lo que dificulta tanto el muestreo como los análisis post-muestreo;
- ii) la pesquería de jibia con poteras en la VIII Región ocurre por pedidos del poder comprador, por lo que no es regular, disminuyendo considerablemente la factibilidad diaria y regular de muestreos del desembarque;
- iii) la pesquería artesanal cerquera anchovetera está afecta oficialmente a dos periodos de veda (reproductiva y de reclutamiento), lo que inactiva a esta flota completamente a

inicios del año y en invierno. La última veda de reclutamiento de pequeños pelágicos ocurrió del 10 de diciembre 2005 al 19 de febrero del 2006; y la última veda reproductiva de anchoveta y sardina común ocurrió del 7 de junio al 31 agosto del 2006; las malas condiciones climáticas y del mar (temporales de otoño-invierno, “surazos” de primavera-verano) conducen al reiterado cierre de puertos en las Regiones IV (Coquimbo) y VIII (San Vicente, Talcahuano, Coronel, Lebu).

Tabla 3. Tamaños de muestra de jibia por mes, zona, arte de pesca, mes y sexo (diciembre 2005 a noviembre 2006); total: 1.812 ejemplares.

			Trimestre I			Trimestre II			Trimestre III			Trimestre IV			Total
Zona	Arte	Sexo	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
Norte	Poterá	Hembra	0	56	101	23	172	88	52	9	88	40	48	65	
		Macho	0	25	39	7	47	35	23	2	53	14	22	28	
		Indet.	0	9	1	1	0	2	1	0	0	0	2	4	
	Subtotal		231			375			228			223			1057
Zona	Cerro	Hembra	58	25	0	37	16	42	17	0	0	23	31	0	
Centro		Macho	13	11	0	13	9	20	5	0	0	8	9	0	
Sur		Indet.	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subtotal		115			137			22			71			345	
	Arrastre	Hembra	0	11	0	23	7	34	47	0	22	0	22	0	
		Macho	0	1	0	4	8	20	16	0	18	0	12	0	
		Indet.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Subtotal		13			96			103			34			246
	Poterá	Hembra	0	0	57	0	18	28	0	0	2	0	0	0	
		Macho	0	0	33	0	0	6	0	0	6	0	0	0	
		Indet.	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Subtotal		104			52			8			0			164
Total			463			660			361			328			1812

La información de longitud dorsal del manto y peso promedio de jibias por zona, arte de pesca y sexo se resumen en la Tabla 4 (promedio y desviación estándar). En general, para las

distintas zonas la longitud del manto promedio y el peso promedio de machos y hembras de jibia es similar, aunque levemente mayor en la zona centro-sur respecto de la zona norte (Fig. 5). Los ejemplares más grandes de jibia son capturados por la flota arrastrera merlucera y los más pequeños aparecen como fauna acompañante de la pesquería de cerco (Fig. 6).

Al comparar el tamaño de los ejemplares de jibia capturados con potera se tiene que los más grandes se presentan en la IV Región respecto de la VIII Región (Fig.7). El Análisis de Varianza por zona, arte de pesca y sexo para la longitud promedio y peso promedio de la jibia indica que existen diferencias significativas para la longitud del manto, pero no en el peso total promedio según sexo (Tabla 5).

Tabla 4. Longitud del manto (LM) y peso promedio (W) promedio de *D. gigas* por zona, arte de pesca y sexo durante el periodo de muestreo (Diciembre 2005 – Noviembre 2006); (DE) desviación estándar; (n) numero de muestra.

Arte	Estadígrafo	Ambos	Hembras	Machos
Cerco	LM (cm)	69.77	70.49	68.35
	DE (cm)	9.44	8.64	11.64
	N	256	173	75
	W (kg)	12.94	13.55	11.81
	DE (kg)	6.79	7.26	5.27
	N	256	173	75
Arrastre	LM (cm)	76.53	75.97	78.27
	DE (cm)	9.61	9.45	6.85
	N	250	138	94
	W (kg)	17.10	17.06	17.42
	DE (kg)	6.66	6.85	6.03
	N	250	138	94
Potera	LM (cm)	71.88	71.82	73.69
	DE	6.04	5.83	6.09
	N	144	87	43
	W (kg)	13.80	13.97	14.46
	DE (kg)	3.65	3.66	3.27
	N	144	87	43

Tabla 5. ANOVA para longitud y peso de *D. gigas* considerando como factor la zona de muestreo, el arte de pesca y el sexo; $n_{(LM)} = 1442$; $n_{(W)} = 1416$.

Respuesta: Longitud del manto (cm)					
Factor	g.l.	SC	SCM	F	Pr(>F)
Zona	1	5489	5489	65,19	1,42E-15
Arte	3	11487	3829	47,77	2,2E-16
Sexo	1	1082	1082	12,40	0,00045
Respuesta: Peso total (kg)					
Factor	g.l.	SC	SCM	F	Pr(>F)
Zona	1	310	310	8,21	0,0042
Arte	3	2516	839	23,14	1,27E-14
Sexo	1	15	15	0,3819	0,5367

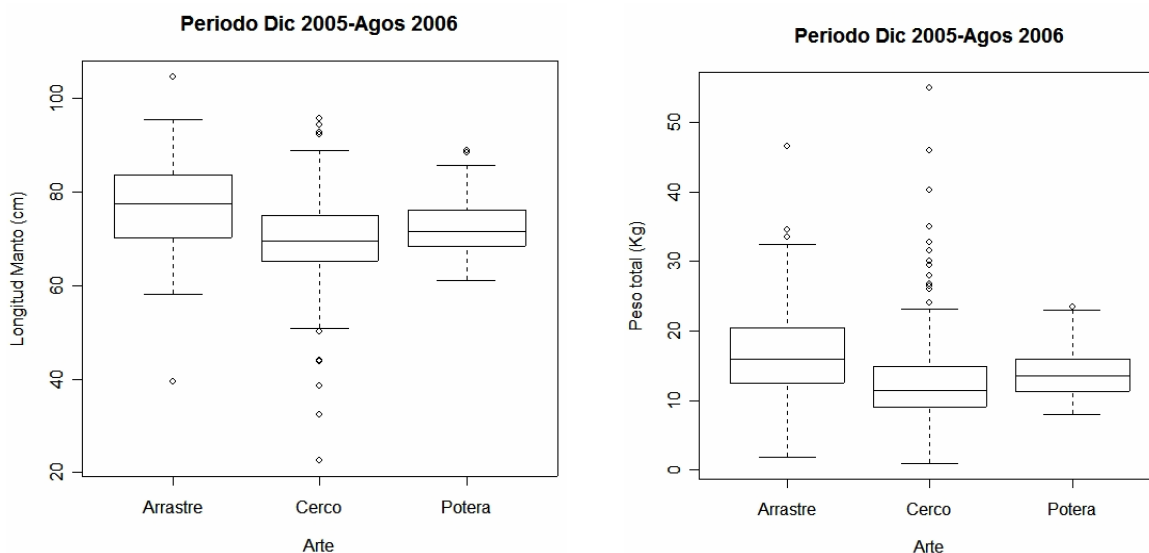


Fig. 5. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de *D. gigas* respecto de a la zona de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006; $n_{(LM)} = 1442$; $n_{(W)} = 1416$.

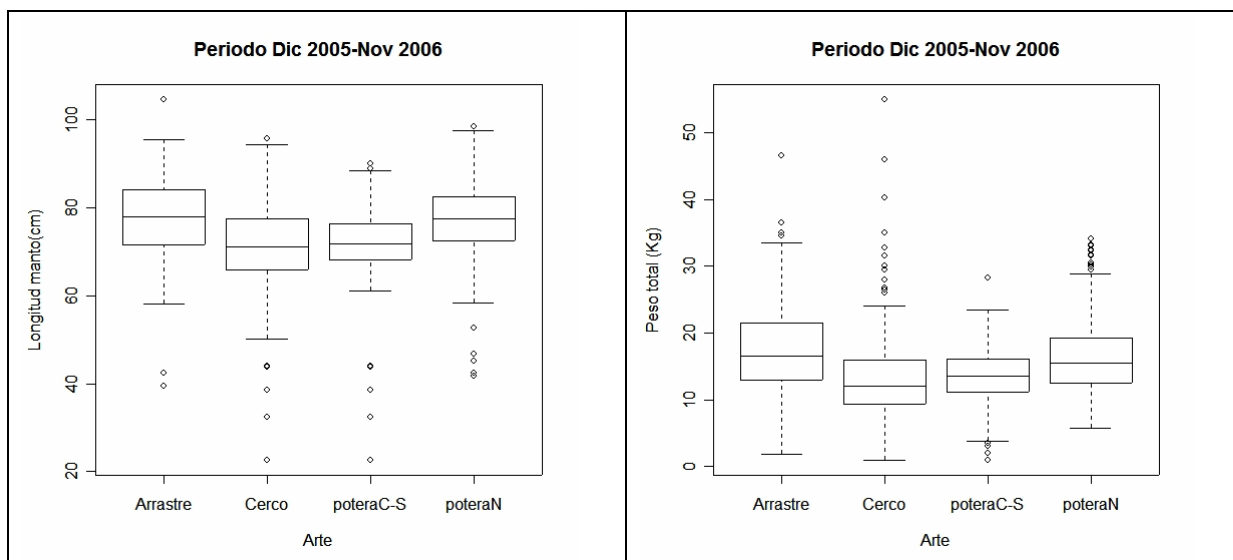


Fig. 6. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de *D. gigas* respecto al arte de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006. Número de muestras de longitud del manto: arrastre = 249, cerco = 345, potera centro-sur = 161, potera norte = 1056. Número de muestras de peso total: arrastre = 246, cerco = 319, potera centro-sur = 161, potera norte = 1056.

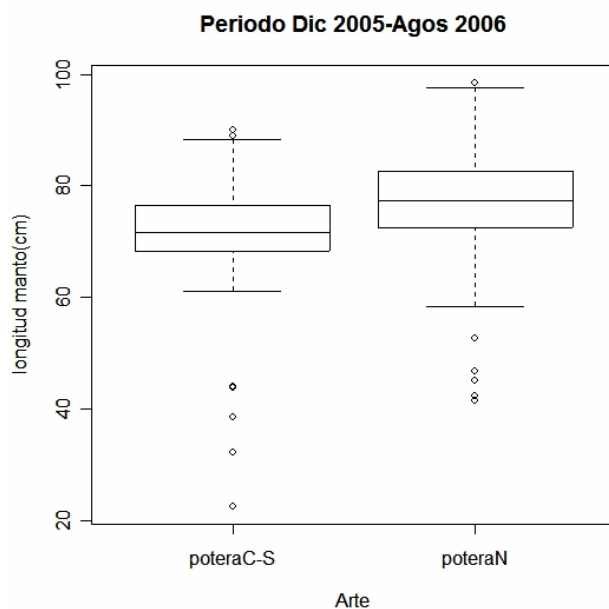


Fig. 7. Box-plot de la longitud del manto (izquierda) y peso total (derecha) de *D. gigas* respecto a la potera en ambas zonas de pesca en el periodo diciembre 2005 – noviembre 2006; $n_{(LM)} = 860$; $n_{(W)} = 860$.

La distribución de frecuencia de tallas de *D. gigas* para todo el periodo de estudio se muestra en la Fig. 8. La estructura de tallas es prácticamente unimodal (rango: 22.5 - 104.7 cm LM), con la talla modal en 73 cm LM. La distribución de frecuencia de tallas por zonas también presenta una estructura unimodal, con la talla modal en la zona norte de 74 cm LM y en la zona centro-sur de 78.5 cm LM.

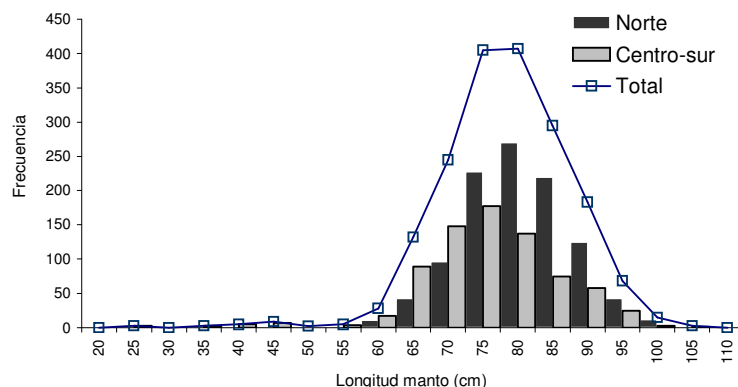


Fig. 8. Distribución de frecuencia de longitudes de *D. gigas* para el periodo de estudio. El eje de la abscisa indica el límite inferior de la clase de longitud; $n_{\text{total}} = 1808$; $n_{\text{norte}} = 1056$; $n_{\text{centro-sur}} = 752$).

La distribución de frecuencia de tallas para machos y hembras por zona de pesca (Fig. 9) presentan igualmente una estructura unimodal. En la zona norte los machos (79 cm LM) son levemente más grandes en promedio que las hembras (73 cm LM); análogamente, en la zona centro-sur los machos (68,5 cm LM) son en promedio levemente más grandes que las hembras (66,8 cm LM).

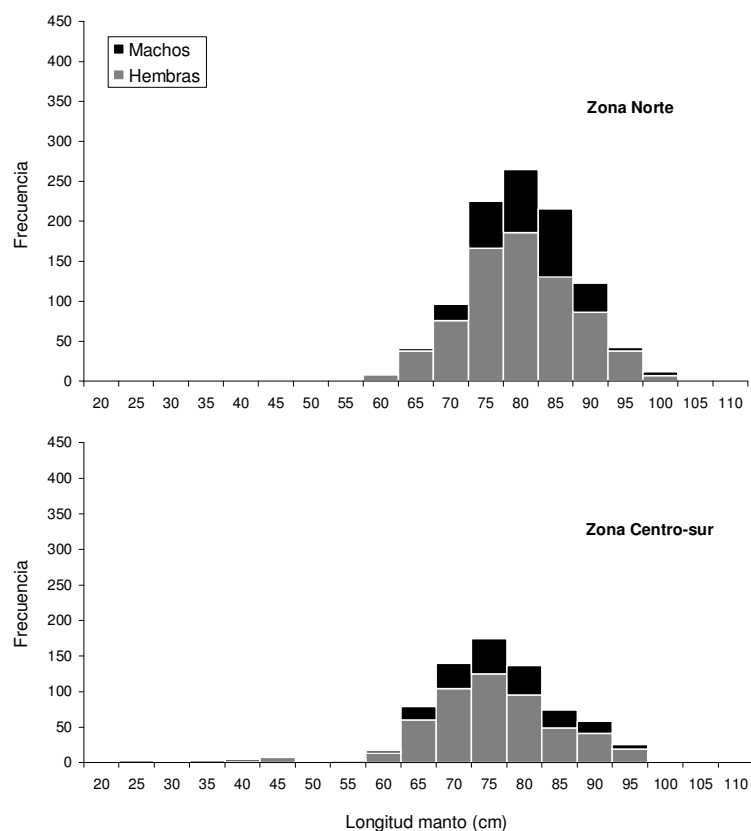


Fig. 9. Distribución de frecuencias de longitud de *D. gigas* por sexo y zona de pesca. El eje de la abscisa indica el límite inferior de la clase de longitud. ($n_{\text{norte machos}} = 295$; $n_{\text{norte hembras}} = 741$; $n_{\text{centro-sur machos}} = 209$; $n_{\text{centro-sur hembras}} = 520$).

La distribución de frecuencias de tallas mensuales por zona se presenta en la Fig. 10 (zona norte, IV Región) y Fig. 11 (zona centro-sur, VIII Región), destacando la presencia de ejemplares grandes en todo el período (>70 cm LM) en ambas zonas. Los ejemplares más pequeños (<60 cm LM) ocurren en abril y mayo en la zona norte, y en enero, marzo, junio y agosto en la zona centro-sur.

Los ejemplares de jibia <60 cm LM son mayormente vulnerados por el arte de cerco, aunque también ocurren en la pesca arrastrera (Fig. 12). La potera prácticamente no vulnera ejemplares de tallas pequeñas en ninguna zona.

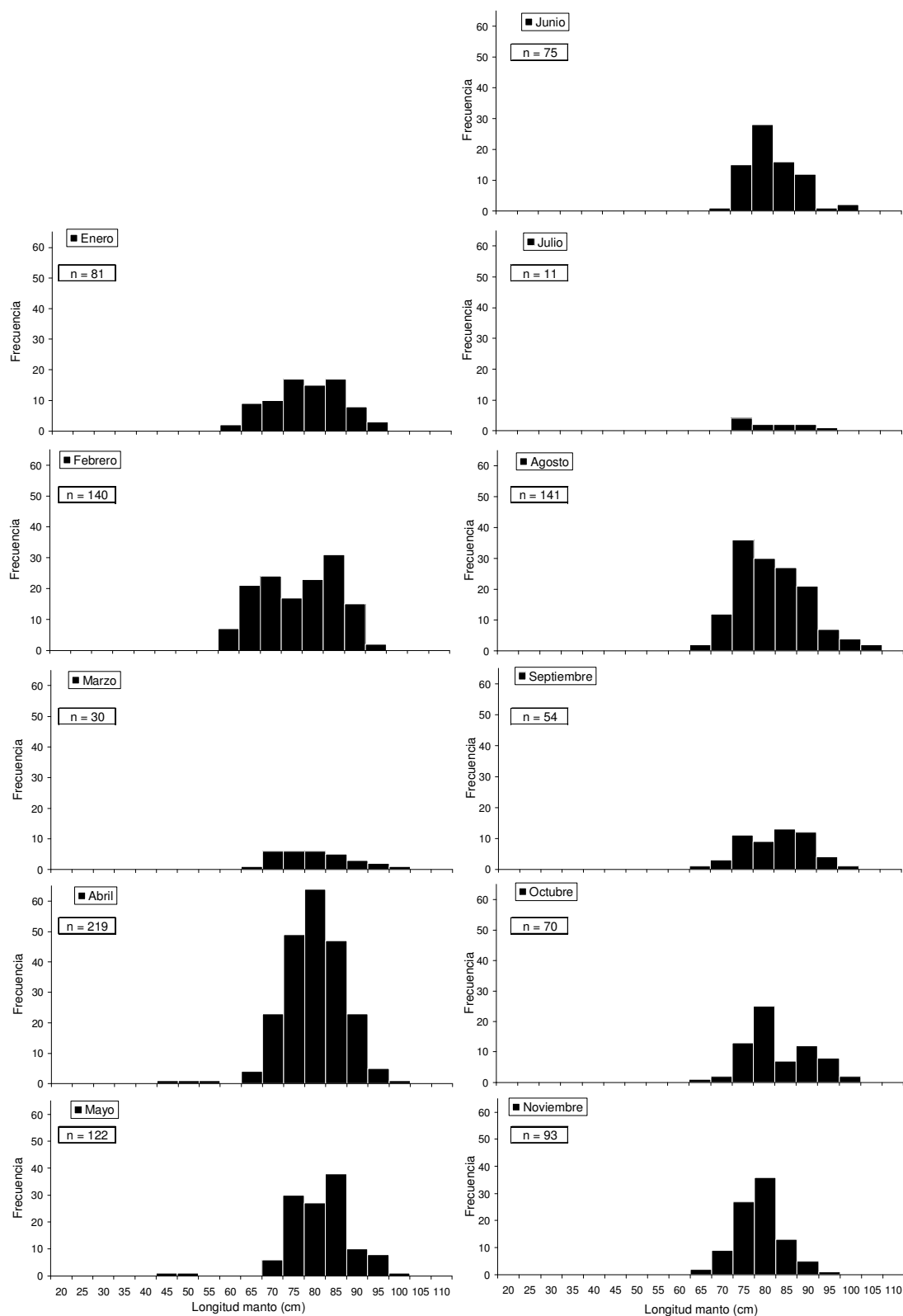


Fig. 10. Distribución de frecuencia de tallas mensuales de jibia en la zona norte.

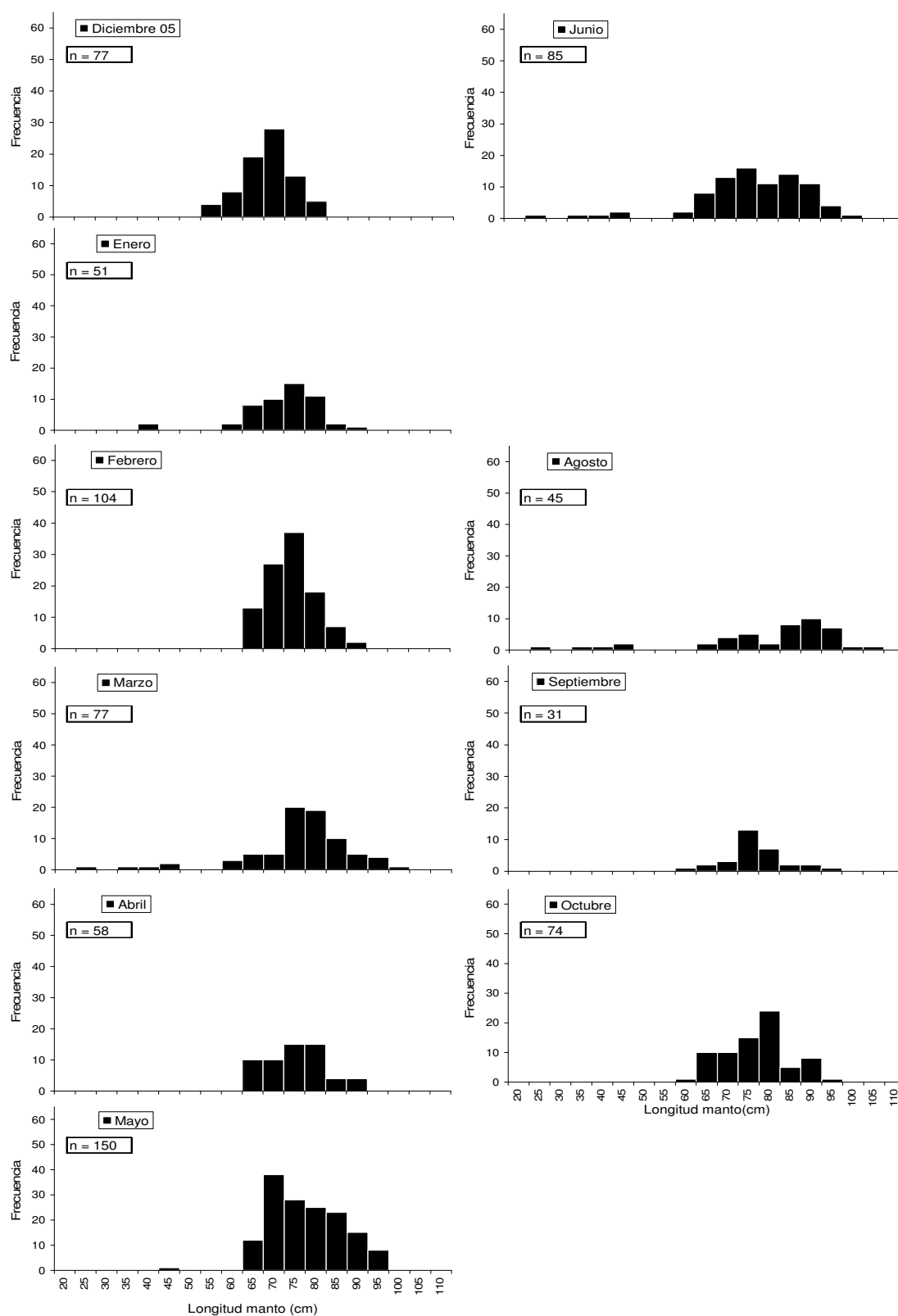


Fig. 11. Distribución de frecuencia de tallas mensuales de jibia en la zona centro sur.

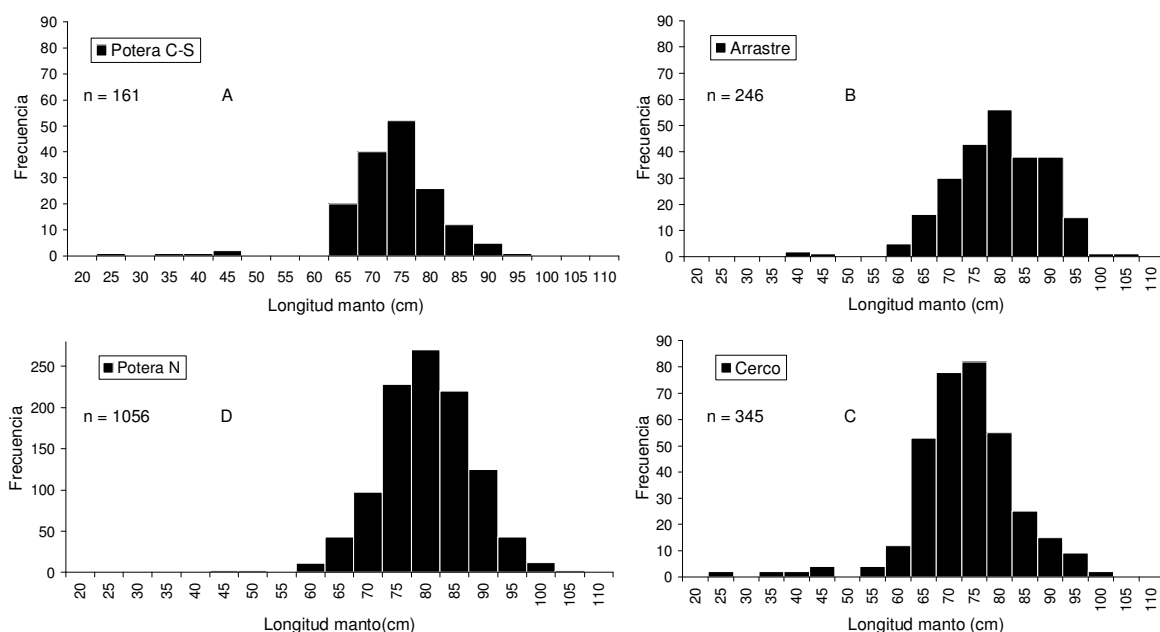


Fig. 12. Distribución de frecuencia de tallas por arte de pesca. Se conserva una misma escala de frecuencia (eje y) para las artes utilizadas en la zona centro-sur (potera: A, arrastre: B, cerco: C). El arte de pesca utilizado en la zona norte (potera: D) se presenta con otra escala.

Relación longitud-peso

La relación longitud-peso por sexo y combinados de *D. gigas* se presenta en la Fig. 13 (zona norte) y Fig. 14 (zona centro-sur), comprobándose que, para una misma talla, las hembras son levemente más pesadas que los machos (Tabla 6). Sin embargo, la comparación para un mismo sexo entre regiones revela que no existen diferencias significativas ni en machos ni en hembras (Tabla 7; Fig. 15).

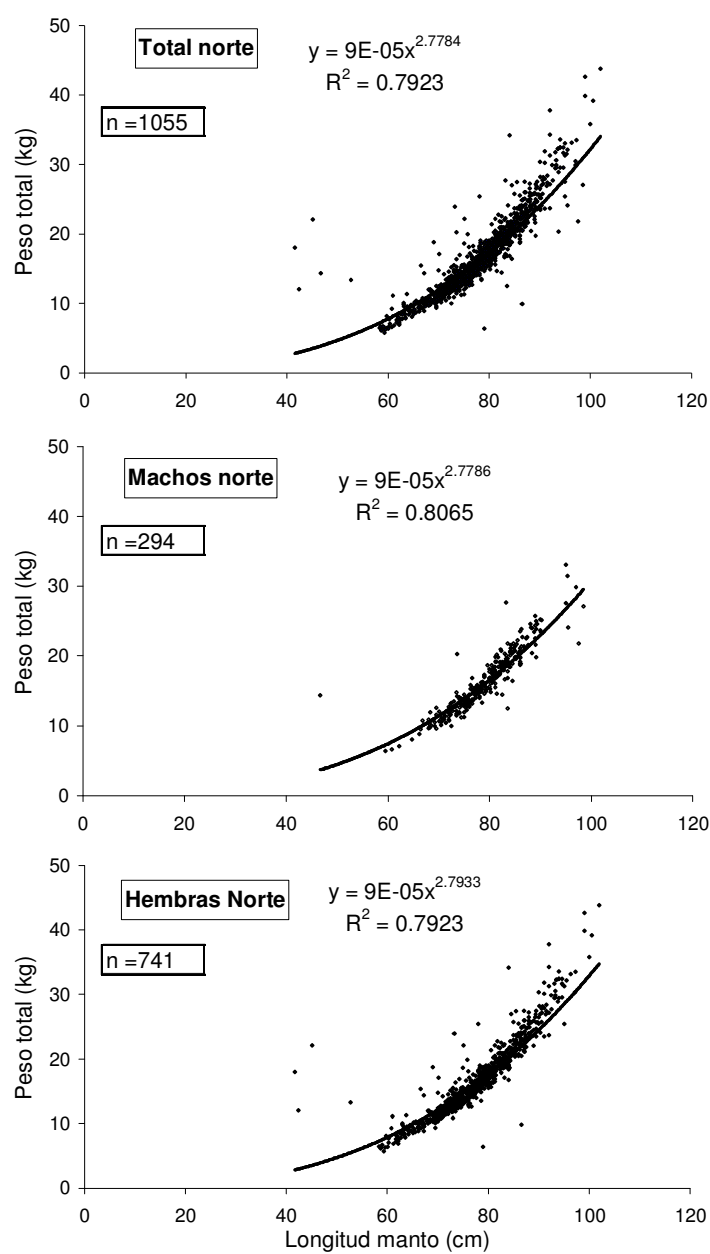


Fig. 13. Relación longitud del manto-peso total de *D. gigas* en la zona norte.

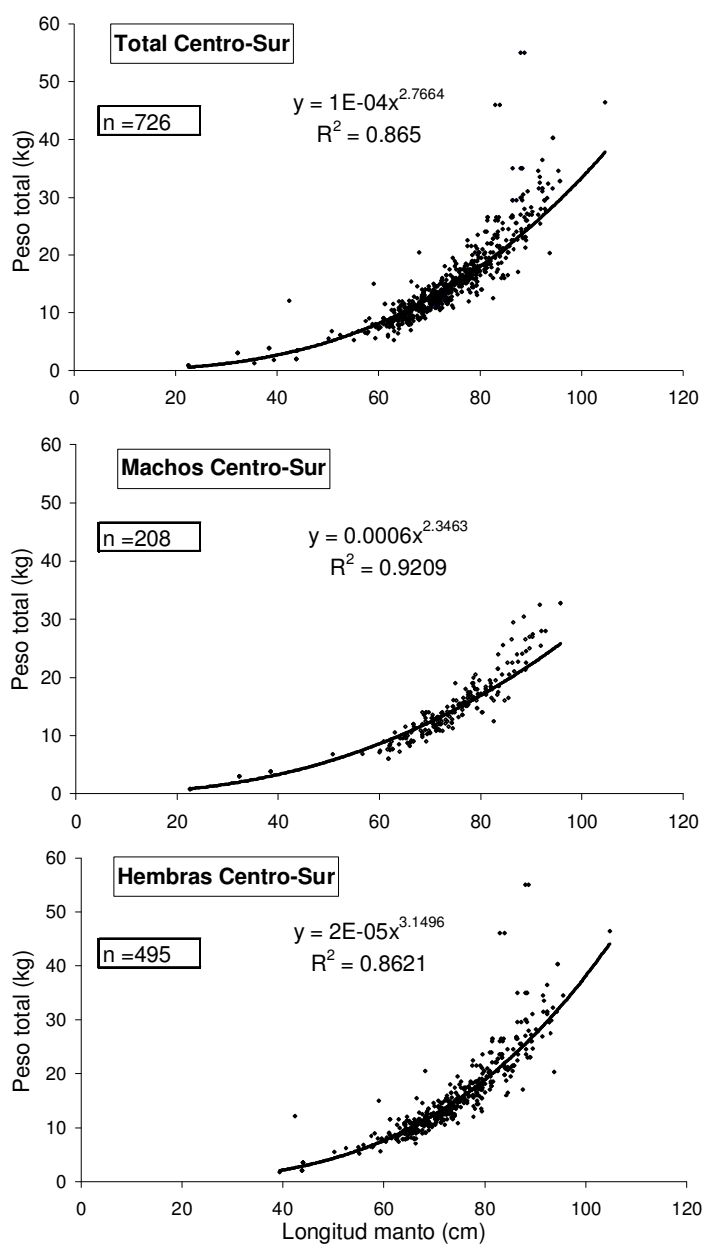


Fig. 14. Relación longitud del manto-peso total de *D. gigas* en la zona centro-sur.

Según estos resultados la relación Longitud del manto – Peso total para machos y hembras de *D. gigas* durante el periodo de estudio se observa en la Fig. 15.

Tabla 6. Análisis de pendiente de la relación longitud del manto-peso total por sexos para cada región de pesca.

Zona	Gl	t-calc	t-tabla	Valor p
Norte (machos vs hembras)	1031	102.2	1.96	0.0007***
Centr-Sur (machos vs hembras)	699	30.4	1.96	0.015***

Tabla 7. Análisis de pendiente de la relación longitud del manto-peso total por sexos para cada región de pesca.

Sexos	gl	t-cal	t-tabla	Valor p
Machos	498	37.7	1.96	0.209 ns
Hembras	1232	6.9	1.96	0.429 ns

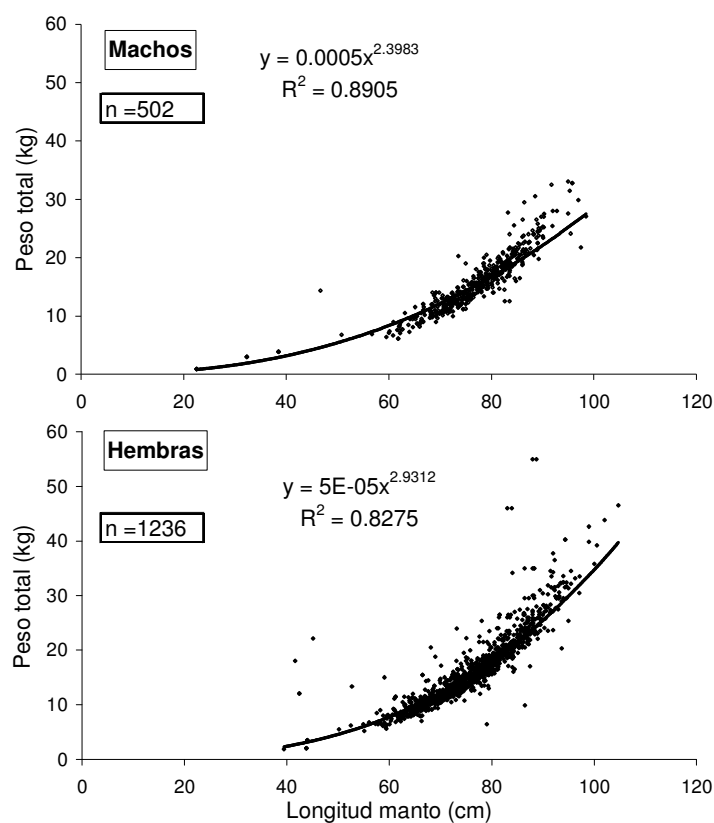


Fig. 15. Relación longitud del manto-peso total de *D. gigas* por sexo.

4.3.2. Objetivo Específico 1.

Realizar una revisión bibliográfica actualizada del conocimiento de la biología, pesca y dinámica poblacional de la jibia, tanto a nivel nacional como internacional.

De acuerdo con las Bases Especiales del proyecto FIP 2005-38 se requiere:

- revisar información disponible a nivel nacional e internacional, tanto en literatura científica como técnica susceptible de obtener formalmente, así como de páginas de Internet;
- revisar la historia de las principales pesquerías de *D. gigas* en el Océano Pacífico Norte y Sur, incluyendo series de capturas, esfuerzos y/o captura por unidad de esfuerzo (CPUE), así como evaluaciones (directas o indirectas) disponibles de la abundancia de jibia. Los aspectos biológicos deberán incluir, por ejemplo, distribución de la población y unidades de stock, crecimiento, determinación de edad, reproducción, dieta, tasa de consumo, predadores, mortalidad natural, varamientos u otros; y,
- compilar los documentos digitalizados in extenso en formato PDF, sistematizados y puestos a disposición del FIP en medios digitales. Filmaciones y/o documentales deberán ser entregados en formato MPEG o AVI.

Según las mismas Bases Especiales, los resultados esperados de este objetivo son:

- revisión de antecedentes de la historia de vida (edad, crecimiento, madurez, reproducción, mortalidad, etc.), pesqueros (desembarques, esfuerzo de pesca, CPUE, etc.) y de la abundancia de jibia tanto a nivel nacional como internacional.

4.3.2.1. Enfoque Metodológico

El enfoque metodológico general consideró un marco conceptual analítico de los elementos de información, los que fueron organizados en unidades temáticas que determinan tanto las fuentes de información como los requerimientos para cumplir con este objetivo específico. Se identificó siete unidades temáticas, recopilándose diferentes tipos de información contenidos en la literatura. Las unidades temáticas propuestas permitieron identificar las dimensiones y

las variables más relevantes, así como los requerimientos para la obtención y procesamiento de la información que permite construir una matriz de conocimiento.

Se elaboró una ficha técnica por pesquerías, se construyó indicadores y se conformó series de tiempo de variables biológico-pesqueras, los que están condicionados por los requerimientos más específicos de la contraparte técnica en Subsecretaría de Pesca y por la coordinación del equipo de trabajo que analiza las unidades de pesquería (Tabla 8). Las unidades temáticas identificadas fueron las siguientes:

Tabla 8. Unidades temáticas en la búsqueda de información del recurso jibia y sus pesquerías.

A) Dimensión: Antecedentes generales

A.1. Unidad de pesquería	¿Está bien definida la unidad de pesquería? Si no está definida ¿se sabe si forma parte de otra(s) unidad(es) de pesquería?
A.2. Desembarques	¿Cuál es la importancia del desembarque en términos de volumen, precio? ¿Cuál es la variación del desembarque en un contexto histórico?
A.3. Zonas de pesca	¿Se conoce las principales zonas de pesca?
A.4. Época de pesca	¿Cuál es la estacionalidad de las capturas?
A.5. Arte de pesca	¿Qué arte(s) de pesca está(n) siendo utilizado(s) por los pescadores?
A.6. Sector Pesquero	¿En la unidad de pesquería participa solo una flota industrial, solo una flota artesanal, o ambas?
A.7. Estado de situación	¿Cuál es la situación actual del recurso? ¿Se conoce con certidumbre el estado en que se encuentra?

B) Dimensión: Distribución, unidad de stock e historia de vida

B.1. Unidad de stock y estructura	¿Se conoce la definición espacial del stock? ¿Se conoce estudios genéticos, marcaje, micro-constituyentes, y/o otras características morfométricas para definir la unidad y estructura del stock?
B.2. Distribución espacio-temporal	¿Se conocen los patrones de distribución espacio-temporal del stock? ¿Se conocen los patrones de agregación y sus cambios estacionales? ¿Se conoce si la especie hace un uso diferencial de hábitat asociados al ciclo de vida?
B.3. Abundancia y estructura demográfica	¿Se conoce la magnitud de la abundancia total del stock y los cambios temporales en un contexto histórico? ¿Se conoce la estructura de edades (tallas) del stock en términos de la edad de reclutamiento, edad de primera captura, edad promedio, y edad máxima que definen la fracción explotable?
B.4. Época y área de desove	¿Se conoce la época y área de desove?
B.5. Proporción sexual	¿Se conoce la proporción sexual y sus variaciones?
B.6. Fecundidad	¿Se conoce la fecundidad (parcial/total), fecundidad relativa, y la fecundidad media poblacional?
B.7. Talla y edad de primera madurez	¿Se conoce la talla de primera madurez sexual o la ojiva de madurez sexual sobre la base de estadios de madurez sexual macro/microcópicos?
B.8. Crecimiento individual	¿Se conoce los parámetros del modelo de crecimiento en longitud y peso, por sexo? ¿Se conoce si el crecimiento es diferente entre sexos? ¿Se conoce los parámetros de la relación longitud-peso? ¿Se conoce el desarrollo de huevos y crecimiento de larvas? ¿Se conoce el crecimiento de juveniles, sub-adultos, y adultos?
B.9. Mortalidad natural	¿Se conoce o se ha estimado la tasa instantánea de mortalidad natural? ¿Cuál es el grado de certidumbre del valor de la tasa instantánea de mortalidad natural?
B.10. Migraciones estacionales	¿Se conoce la época y rutas de emigración/inmigración?
B.11. Migraciones ontogenéticas	¿Se conoce la conectividad entre cada etapa del ciclo de vida en términos espacio-temporales? ¿Se conoce las áreas de desove y crianza, áreas de alimentación y rutas de migración asociadas al ciclo de vida?
B.12. Varazones	¿Se conoce la frecuencia y ocurrencia temporal de las varazones?
B.13. Hábitat	¿Se conoce las características físico-químicas y biológicas del hábitat? ¿Se conoce los límites de tolerancia y preferencia a los cambios en los parámetros físicos (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno)? ¿Se conoce si eventos El Niño/La Niña afectan la distribución y/o abundancia del recurso?

C) Dimensión: Relaciones tróficas

C.1. Alimentación	¿Se conoce el rol trófico de la especie en el ecosistema? ¿Se conoce el espectro trófico, principales especies presas y si se trata de una especie herbívora/carnívora/omnívora/detrítivora? ¿Cuál es la importancia del canibalismo?
C.2. Trofodinámica	¿Se conoce la ración diaria de alimento, la razón consumo-biomasa, la eficiencia de conversión de alimento, el nivel trófico promedio? ¿Comportamiento nictimera de la alimentación?
C.3. Predadores	¿Se conoce los principales predadores de la especie?, ¿Se conoce la magnitud de las remociones por predación?

D) Dimensión: Dinámica del stock explotable

D.1. Captura por unidad de esfuerzo	¿Se conoce si la captura por unidad de esfuerzo es utilizada como índice de abundancia relativa? ¿Se conoce la fracción de la flota que está siendo utilizada y cómo se estandarizan los datos de CPUE? ¿Se conoce sobre la existencia de efectos descompensados con la abundancia (hiperestabilidad/hipoestabilidad)? ¿Se conoce si la CPUE es informativa y refleja el área de distribución del recurso?
D.2. Estructura de tallas	¿Se conoce la estructura de tallas y sus cambios temporales (talla promedio, moda)?
D.3. Edad	¿Se conoce si las determinaciones de edad han sido validadas/verificadas? ¿Se conoce la existencia de errores en la determinación de la edad? ¿Se conoce si la edad se determina rutinariamente para confeccionar claves talla-edad?
D.4. Marcaje y recaptura	¿Se conoce información de marcaje en términos de la magnitud de pérdidas de marcas, recuperación, entre otros aspectos? ¿Se conoce si la población fue uniformemente marcada, se recuperaron las marcas? ¿Se conoce si el marcaje fue para detectar migraciones, crecimiento, mortalidad, evaluación?
D.5. Evaluación directa	¿Se conoce si las evaluaciones directas son periódicas, y si el método de evaluación es adecuado en términos de diseño, supuestos, cobertura espacial? ¿En el caso de evaluaciones acústicas, se conoce si los ecogramas han sido validados y caracterizados, la fuerza de blanco? ¿En el caso de evaluación por área barrida, se conoce la magnitud de la capturabilidad (evasión/escape del arte), de protocolos para determinar el área arrastrada, estimación modelo-basada o diseño-basada?
D.6. Evaluación indirecta	¿Se conoce el modelo de evaluación, supuestos, y los parámetros claves asumidos/estimados? ¿Se conoce de modelos alternativos y

	su desempeño? ¿Se conoce la formulación estadística (mínimos cuadrados ponderados/verosimilitud)? ¿Se conoce las ponderaciones o si las varianzas son asumidas o estimadas? ¿Se conoce los procedimientos de cálculo para la incertidumbre?
D.7. Mortalidad por pesca	¿Se conoce la magnitud de la tasa instantánea de mortalidad por pesca o tasa de explotación, y sus cambios temporales? ¿Se conoce los límites de referencia para la mortalidad por pesca, o puntos biológicos de referencia?
D.8. Abundancia o biomasa total	¿Se conoce la magnitud de la abundancia o biomasa total y los cambios temporales desde una perspectiva histórica? ¿Se conocen estimaciones que permitan conformar una serie de tiempo?
D.9. Biomasa desovante	¿Se conoce la magnitud de la biomasa desovante y los cambios temporales desde una perspectiva histórica? ¿Se conocen estimaciones que permitan conformar una serie de tiempo?
D.10. Reclutamiento	¿Se conoce la magnitud del reclutamiento y los cambios temporales desde una perspectiva histórica? ¿Es suficiente y adecuada la serie de tiempo existente cómo para establecer con cierto grado de certidumbre la relación stock-recluta? ¿Se conoce la variabilidad del reclutamiento?

E) Dimensión: Tecnología pesquera

E.1. Artes de pesca	¿Se conoce las características de los artes de pesca, diseño del arte y equipos de pesca asociados?
E.2. Embarcaciones y flota	¿Se conoce las características físicas, funcionales y operacionales de las embarcaciones? ¿Se conoce la estructura y antigüedad de la flota?
E.3. Selectividad	¿Se conoce la selectividad teórica de los artes de pesca?
E.4. Esfuerzo de pesca	¿Se conoce el régimen operacional de la flota, áreas de pesca, estación de pesca, duración de los viajes, horas de buceo, otras? ¿Se conoce si el esfuerzo de pesca está asociado a la eficiencia tecnológica? ¿Se conoce la estrategia de pesca?
E.5. Rendimientos de pesca	¿Se conoce los rendimientos de pesca por unidad de pesca, área de extracción?
E.6. Captura	¿Se conoce la magnitud de las capturas y su tratamiento abordo (bodega, caja, refrigeración)?
E.7. Descarte	¿Se conoce la magnitud del descarte, preferencia por tamaño o calibre, partes del cuerpo que sean descartadas?

E.8. Desembarque	¿Se conoce la magnitud del desembarque con exactitud (número, peso), su estacionalidad y sitios (puertos) de desembarco?
E.9. Fauna acompañante	¿Se conoce la composición de las especies que conforman la fauna acompañante? ¿Se conoce si se desembarcan aquellas que tienen valor comercial y la magnitud de su aporte al total capturado? ¿Se captura incidentalmente especies carismáticas (delfines/tortugas, otros)?
E.10. Procesamiento	¿Se conoce la magnitud de la capacidad instalada para procesamiento, almacenamiento, transporte, y comercialización? ¿Se conoce los tipos de productos, elaboración, almacenamiento, transporte, y comercialización? ¿Se conoce el rendimiento de la materia prima, coeficientes de pérdida, tiempos de procesamiento, almacenamiento y transporte?

F) Dimensión: Administración pesquera

F.1. Planes y objetivos de manejo	¿Se conoce el plan de manejo y los objetivos de manejo?
F.2. Plan de investigación	¿Se conoce el plan de investigación asociado al plan de manejo?
F.3. Estrategias de explotación y puntos biológicos de referencia.	¿Se conoce la estrategia de explotación y los puntos biológicos de referencia que están siendo utilizados?
F.4. Medidas de administración y regulación	¿Se conoce de medidas de administración y de regulación que están siendo utilizadas o contempladas?

Para definir la matriz de conocimiento se utilizó un muestreo de carácter no probabilístico, cuyo número y representatividad fue determinado por expertos sobre la base de la revisión bibliográfica. Para cada unidad temática se identificó una escala semántica de tres puntos y diferencial con intervalos iguales que expliciten adjetivos bipolares en los extremos, por ejemplo: conocimiento nulo (=0), débil (=1), suficiente (=2), y satisfactorio (=3). La clasificación correspondiente a los intervalos de clase: nulo, débil, suficiente, y satisfactorio fue analizado con la técnica multivariadas de ordenación Análisis Factorial de Correspondencia, considerándose las categorías del conocimiento como índice de abundancia relativa del conocimiento sobre la *D. gigas*, basándose principalmente en estudios publicados en revistas científicas.

La matriz de conocimiento se generó sobre la base de cuatro pesquerías de importancia

económica en el Océano Pacífico Suroriental, a saber:

- a) Pesquería del Golfo de California
- b) Pesquería del norte-centro de Perú
- c) Pesquería artesanal de Coquimbo, Chile (30°S)
- d) Pesquería de la zona centro-sur de Chile (33°S-40°S)

Para el desarrollo de este objetivo se abordó el siguiente esquema de trabajo, separando en el mismo varias líneas de búsqueda destinadas a recopilar:

- i) antecedentes pesqueros,
- ii) antecedentes biológicos, y
- iii) iniciativas de administración y regulación.

La búsqueda de literatura se realizó en publicaciones a nivel nacional e internacional, y las actividades de búsqueda dicen relación con:

- a) bases de datos que incluyen revistas principales de gran circulación tal como: SCIELO, PROQUEST Biology Journals; SCIENCEDIRECT; Web Science; DOAJ (Directory of Open Access Journals); SwetsWise; ASFA; SCIRUS y ELSEVIER. En esta búsqueda predomina un enfoque amplio relacionado con edad, crecimiento, aspectos reproductivos, de reclutamiento, características ecológicas, conocimiento de ciclos de vida, etc.
- b) directa en la base de datos para cefalópodos a nivel mundial tal como: www.cephbase.utmb.edu; The Cephalopod Page (pagina web personal del Dr. James B. Wood de la Universidad de Dalhousie); FAO Statistical DataBase (datos pesqueros que incluyen especies de cefalópodos); SIRIS-bibliographies.si.edu (Sistema de Información del Smithsonian Research Institute, lo que incluye un catálogo de investigaciones en cefalópodos); CIAC (Cephalopod International Advisory Council); www.mnh.si.edu/cephs (Cephalopod pages maintained at the National Museum of Natural History); www.nrcc.utmb.edu (National Resource Center for Cephalopods at UTMB, Galveston, Texas); www.tonmo.com (The Octopus News Magazine Online: Octopus, Squid and Cephalopod Information Center); www.squidfish.net (sitio web que se relaciona con la pesquería de calamares, aunque también incluye discusiones sobre jibia y otros cefalópodos).

- c) Consultas directas a instituciones, investigadores y grupos de trabajo de reconocida trayectoria que, en sus líneas de trabajo alberguen la jibia (e.g. IMARPE (Perú), CIBNOR (México)). El propósito es revisar la historia de las principales pesquerías de *D. gigas* en el Océano Pacífico Norte y Sur para conocer series de capturas, esfuerzos y/o captura por unidad de esfuerzo (CPUE), así como posibles evaluaciones (directas o indirectas) disponibles de la abundancia de jibia.

4.3.2.2. Revisión Bibliográfica

Se realizó búsqueda exhaustiva en literatura científica del recurso jibia y la pesquería, principalmente, además de prensa e Internet. Las búsquedas fueron realizadas por profesionales que participan en este proyecto, aunque de manera independiente los colegas mexicanos, peruanos y chilenos. Entonces, algunos resultados son presentados acá por “grupo de trabajo” y pudiera haber algún material que se repita en la selección efectuada por los colegas Unai Markaida y César Salinas de México, Carmen Yamashiro y Luis Icochea de Perú, y chilenos.

4.3.2.3. Varazones

Este tópico, que también se basa exclusivamente en búsqueda de literatura, se presenta independientemente del numeral anterior debido a su carácter único en cuanto a series históricas registradas.

4.3.2.4. Comercialización del recurso jibia

Se dispone de documentos que dan cuenta de antecedentes de comercialización del recurso jibia, con énfasis en Perú y México, incluyendo tipos de productos, precios y mercados, lo que se presenta extensivamente en los resultados.

4.3.2.5. Distribución del recurso jibia y oceanografía en Perú

Se confeccionó dos documentos con el que se analiza la distribución del recurso jibia en Perú y la oceanografía, tratando de responder porqué aparece jibia irregularmente en determinados años y porqué después prácticamente desaparece. Un documento análogo fue generado por un colega mexicano para la pesquería y el recurso jibia en México. Ambos documentos se presentan extensivamente en los respectivos anexos.

4.3.3. Resultados

Revisión bibliográfica de la biología y dinámica poblacional de la jibia. nacional.

4.3.3.1. Generalidades

La jibia es endémica en el Océano Pacífico Oriental, caracterizándose como especie subtropical, nerítico-oceánica, que visita aguas tropicales (Nesis, 1970; Nigmatullin *et al.*, 2001). Su rango de distribución es semi-oceánico, limitado meridionalmente, a diferencia del resto de los Ommastrephinae, cuyo rango es trans-oceánico. Se encuentra ampliamente distribuida en el Océano Pacífico Oriental entre 37° – 40° N y 45° – 47° S, y entre 125° – 140° W (Tafur *et al.*, 2001; Nesis, 1970,1983) (Fig. 16).

La posición taxonómica de la especie es la siguiente (Markaida, 2001):

Phylum	: Mollusca
Clase	: Cephalopoda
Superorden	: Decapodiformes
Orden	: Teuthida
Suborden	: Oegopsina
Familia	: Ommastrephidae
Subfamilia	: Ommastrephinae
Género	: <i>Dosidicus</i>
Especie	: <i>D. gigas</i> (Orbigny, 1835)

D. gigas es un recurso pesquero en el Océano Pacífico Oriental que ha sido explotado localmente por flotas industriales japonesas y coreanas que operan con naves que han automatizado varios de sus procesos. Según FAO (Tabla 9), las mayores capturas ocurren frente a la costa de Perú, en el Hemisferio Sur, y en el Golfo de California en el Hemisferio Norte, sustentando las actividades pesqueras más importante sobre alguna especie de cefalópodo en el Océano Pacífico (Nesis, 1983; Kuroiwa 1998; Nigmatullin *et al.*, 2001, Taipei *et al.*, 2001). En Chile, la pesquería de *D. gigas* se considera efímera (Fernández y Vásquez, 1995; Rocha y Vega, 2003).

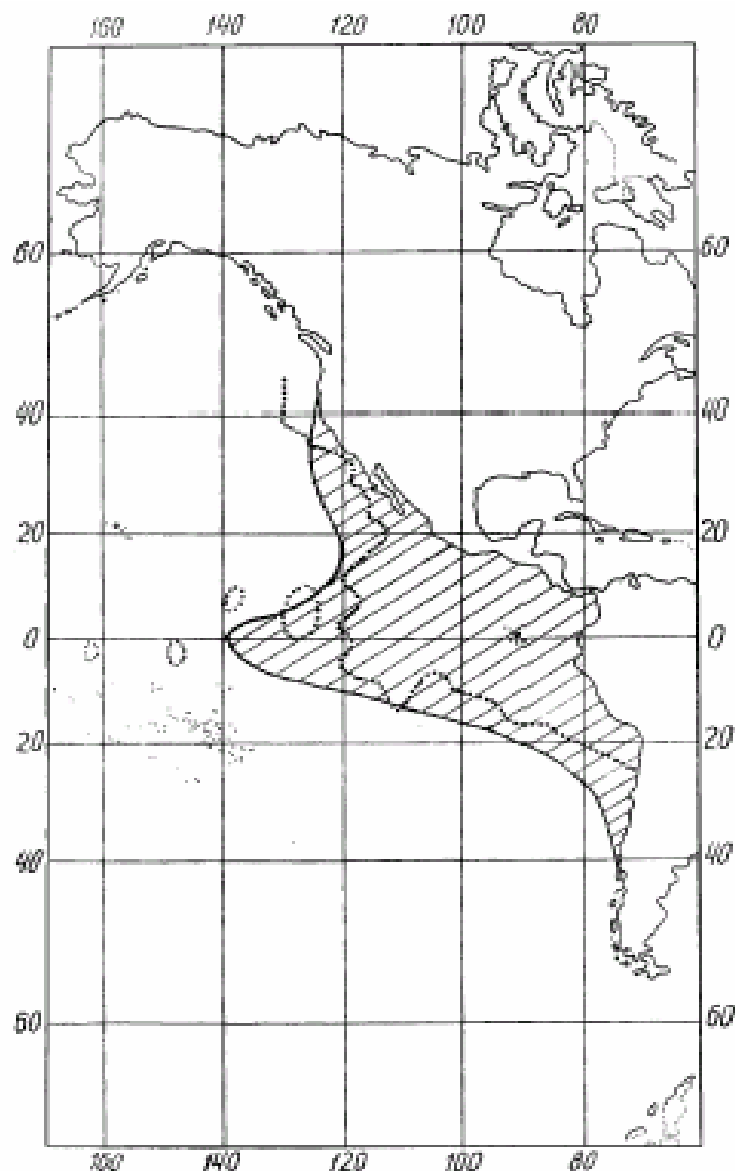


Fig. 16. Distribución de *D. gigas* en el Océano Pacífico Oriental (tomado de Nigmatullin *et al.*, 2001).

Tabla 9. Capturas de *D. gigas* en el Océano Pacífico Oriental en el periodo 1960-2003.

País	China	Japón	Japón	Korea	Mexico	Peru	USA
Area	Pacífico	Pacífico	Pacífico	Pacífico	Pacífico	Pacífico	Pacífico
	Suroriental	Centro-oriental	Suroriental	Suroriental	Centro-oriental	Suroriental	Centro-oriental
1960	.	.	.	.	.	.	.
1961	.	.	.	.	.	.	.
1962	.	.	.	.	<0.5	.	.
1963	.	.	.	.	<0.5	.	.
1964	.	.	-	.	<0.5	.	.
1965	.	.	<0.5	.	100	.	.
1966	.	.	-	.	200	.	.
1967	.	.	-	.	100	.	.
1968	.	.	-	.	<0.5	.	.
1969	.	.	200	.	200	.	.
1970	.	-	.	-	100	500	.
1971	.	-	-	-	100	400	.
1972	.	-	-	-	200	<0.5	.
1973	.	-	-	-	100	-	.
1974	.	-	-	-	90	-	.
1975	.	-	-	-	365	-	.
1976	.	-	-	-	897	717	.
1977	.	-	-	-	658	1	.
1978	.	-	7	-	1635	-	.
1979	.	-	-	-	4522	59	.
1980	.	-	-	-	19068	-	.
1981	.	-	-	-	9726	61	.
1982	.	-	-	-	264	888	.
1983	.	-	<0.5	-	89	2	.
1984	.	-	9	-	364	7	.
1985	.	-	15503	-	177	206	.
1986	.	-	94	-	269	870	.
1987	.	-	-	-	225	84	.
1988	.	-	-	-	885	852	.
1989	.	-	<0.5	-	7380	2992	.
1990	.	-	1348	474	5630	7441	.
1991	.	-	2223	17034	5846	20657	.
1992	.	828	51187	36101	8549	12695	.
1993	.	-	55800	57778	3043	7769	.
1994	.	-	84205	66386	1800	42838	.
1995	.	-	36515	34440	39657	25676	.
1996	.	13096	1201	11784	107967	8138	.
1997	.	19988	3191	2384	120877	16061	3
1998	.	-	-	201	26611	547	107
1999	.	348	46	18813	57985	54652	18
2000	.	25904	33878	15625	56153	53795	1
2001	.	211	72201	5797	73741	71834	<0.5
2002	50483	181	60240	21382	115896	146390	4
2003	81000	180	40000	4722	100000	153727	4

4.3.3.2. Análisis Factorial de Correspondencias al conocimiento del recurso y las pesquerías de jibia

Sobre la base de la revisión bibliográfica previamente descrita en los ámbitos de las dimensiones identificadas, se asignó una escala de cuatro puntos del grado de conocimiento que se tiene del recurso jibia y sus pesquerías (Tabla 10); luego se realizó Análisis Factorial de Correspondencias considerando las cuatro áreas geográficas contempladas (Fig. 17). Perú y California se encuentran más cercanos entre sí respecto de Chile norte y Chile centro-sur, los que, a su vez, se encuentran más cercanos entre sí (en la Fig. 17 cada localidad está representada por un cuadrado rojo). La mayoría de los tópicos se asocian más con California y Perú, lo que se interpreta como que existe mayor conocimiento del recurso jibia y sus pesquerías en estas últimas que en Chile. Para Chile se conoce débilmente algo de varazones, alimentación, desembarques y áreas de pesca, con prácticamente todos los otros elementos con aún más bajo nivel de conocimiento.

Tabla 10. Puntajes de conocimiento asignados a las pesquerías de jibia del Golfo de California, Perú, Coquimbo y Talcahuano. Escala: conocimiento nulo (=0), débil (=1), suficiente (=2) y satisfactorio (=3).

Tópicos	Código	California	Perú	Coquimbo	Talcahuano
Unidad de pesquería	UP		3	3	0
Desembarques	De		3	3	0
Zonas de pesca	ZP		3	3	0
Epoca de pesca	EP		3	3	0
Arte de pesca	AP		3	3	0
Sector Pesquero	SP		3	3	0
Estado de situación	ES		2	2	0
Unidad de stock	US		3	3	0
Distribución	Di		2	2	0
Abundancia	Ab		3	3	0
Desove	De		2	2	0
Proporción sexual	PS		3	3	1
Fecundidad	Fe		3	2	0
Talla primera madurez	MS		3	3	0
Crecimiento	Cr		2	2	0
Mortalidad	MN		2	2	0
Migraciones estacionales	ME		3	3	0
Migraciones ontogenéticas	MO		1	1	0
Varazones	Va		1	1	0
Hábitat	Ha		1	1	0
Alimentación	Al		2	1	1
Trofodinámica	Tr		2	0	1
Predadores	Pr		0	1	0
Captura por unidad de esfuerzo	CU		3	3	1
Estructura de tallas	ET		3	3	1
Edad	Ed		1	1	0
Marcaje y recaptura	MR		1	0	0
Evaluación directa	ED		1	1	0
Evaluación indirecta	EI		0	1	0
Mortalidad por pesca	MP		1	0	0
Biomasa total	BT		1	0	0
Biomasa desovante	BD		1	0	0
Reclutamiento	Re		0	1	0
Artes de pesca	Ap		3	3	1
Embarcaciones	Em		2	2	0
Selectividad	Se		3	3	0
Esfuerzo de pesca	EP		3	3	0
Rendimientos de pesca	RP		2	2	0
Captura	Ca		3	3	2
Descarte	Ds		2	2	0
Desembarque	Dm		3	3	2
Fauna acompañante	FA		1	1	0
Procesamiento	Po		2	2	1
Planes de manejo	PM		2	2	0
Plan de investigación	PI		2	2	0
Estrategias de explotación	EE		2	2	0
Medidas de regulación	MR		3	3	0

4.3.3.4. Varazones

Este tópico se presenta en el Anexo 2.

4.3.3.5. Comercialización del recurso jibia

Este tópico se presenta en el Anexo 3.

4.3.3.6. Distribución del recurso jibia

Este tópico se presenta en el Anexo 4.

4.3.3.7. Referencias Bibliográficas del conocimiento de la biología de jibia

- Berry, S. S. 1912. A review of the cephalopods of Western North America. Bull. Bur. Fish. Wash., 30: 269-336.
- Brongersma-Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. En J. W. Hedgpeth (Ed.), Treatise on marine ecology and paleoecology, Vol. 1 Ecology. Mem. Geol. Soc. America, 67(1): 941-1010, 7 figs.
- Chong, J., C. Oyarzún, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R.D. Sepúlveda & Ibáñez, C.M. 2005. Aspectos biológico-pesqueros de la jibia *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) en la costa de Chile central (29° S - 40° S) durante el periodo 1993-1994. Gayana, 69(2): xx-xx.
- Clark, F. N. & J. B. Phillips. 1936. Commercial use of jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game, 22(2): 143-144.
- Cubillos, L., Ibáñez Ch., González C. and A. Sepúlveda 2004. Pesca de Investigación: Pesca de Jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V y X Regiones, año 2003 (Research Fishery: Catch of Jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) with purse seine between V and X Region, Year 2003). Inst. Inves. Pesq. VIII Región. Talcahuano (Chile). : pp.1-48.
- Eggers, D.M. 1977. Factors in interpreting data obtained by diel sampling of fish stomachs. Fisheries Research Board Canada, 34: 290-294.
- Ehrhardt N.M., P. Jacquemin, F. García, G. González, J. López, J. Ortiz & A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, México. FAO Fisheries Technical Paper 231: 306-340.
- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. Bulletin of Marine Science, 49: 325-332.
- Fernández, F. & J.A. Vásquez. 1995. La jibia gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) en Chile: análisis de una pesquería efímera. Estudios Oceanológicos, 14: 17-21.
- Hochberg, F. G. Jr. & W. Gordon. 1980. Cephalopoda: The squids and octopuses. Chapter 17 In Morris, R. H., D. P. Abbott and E. C. Haderlie (Eds.), Intertida Invertebrates of California. Stanford Univ. Press. Stanford, California. 429-444 pp.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents análisis. A review of methods and its application. Journal of Fish Biology, 17: 441-429.
- Jackson G.D., J.F. McKinnon, C. Lalas, R. Ardern & N.G. Buxton. 1998. Food spectrum of the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae) in New Zealand waters. Polar Biology 20: 56-65
- Jara, F. 1992. Composición específica y tamaños de la ictiofauna proveniente de una arribazón en Dichato (36° 32' S; 73° 57' W), Concepción, Chile. Investigación Pesquera (Chile) 37: 127-132.
- Kuroiwa, M., 1998. Exploration of the Jumbo Squid, *Dosidicus gigas*, resources in the southeastern Pacific Ocean with notes on the history of jigging surveys by the Japan Marine Fishery Resources Research Center. En: Okutani, T. (Ed.), Contributed Papers to International Symposium on Large Pelagic Squids, Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, Japan, pp. 89-105.
- Livingston, P.A., Dwyer, D.A., Wencker, D.L. Yang, M.S. & G.M. Lang. 1986. Trophic

- interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North Pacific Fish. Comm. Bull., 47: 49-65.
- MacGinitie, G.E. & N. MacGinitie. 1949. Natural History of Marine Animals. McGraw-Hill, New York. 473 pp.
- Mangold, K., 1989. Céphalopodes. En: Grassé, PP (Ed.), Traité de Zoologie V(4). Masson, Paris. 804 pp.
- Markaida U., Quiñónez-Velázquez C. & O. Sosa-Nishizaki 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. Fisheries Research. 66: pp.31-47
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 83: 1–16.
- Markaida, U. A. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el golfo de California, México. Tesis de Doctoral. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México, 387 pp.
- Mehl, S. & T. Westgård. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (*Scomber japonicus* L.). ICES C.M./H: 33. Pelagic Fish. Cttee., 11 pp.
- Nesis, K.N., 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. Okeanology 10: 140-152.
- Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), Cephalopod Life Cycles Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.
- Nesis, K.N. 1987. Cephalopods of the world. T.F.H. Publications Inc., Neptune City, NJ, 351 pp.
- Nigmatullin, C.M., Nesis, K.N. & A.I. Arkhipkin. 2001. Biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research, 54: 9–19.
- Oliver Schneider, C. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*, Hupé). Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Orbigny, A. d'. 1835. Voyage dans l'Amérique méridionale exécuté pendant les années 1826-1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, et 1833. Paris et Strassbourg, Tom V pt. 3: Mollusques, Cephalopoda: 1-64, pls. 1-4.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Techn. Pap. 234: 52 p.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, & I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish. Bull. Calif. 152:1-105.
- Quinn, T.J. & Deriso, R.B. 1999. Quantitative Fish Dynamics. New York-Oxford. Oxford University Press, 542 p.
- Rocha F. & M.A. Vega 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research. Elsevier Science BV, Amsterdam. 60 (1) : pp.151-159
- Rocha F., Guerra, A., González, A.F., 2001. A review of the reproductive strategies in cephalopods. Biol. Rev., 76: 291-304.
- Rocha F. and M.A. Vega 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research. Elsevier Science BV, Amsterdam. 60 (1) : pp.151-159
- Rocha, F. 2003. Biología, Ecología, Cultivo Y Pesquerías de Cefalópodos. Curso de postgrado. Universidad austral de Chile. 207p.

- Roper, C.F.E. & G.L. Voss, 1983. Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. *Memoirs of the National Museum of Victoria*, 44: 49-63.
- Sainsbury, K. J. 1986. Estimation of food consumption from field observations of fish feeding cycles. *Journal of Fish Biology*, 29: 23–36.
- Sánchez-Juárez, E. 1991a. Resultados obtenidos durante la segunda etapa del programa de prospección y evaluación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, realizada en el período 14 de junio al 15 de diciembre de 1990, en el Pacífico mexicano. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 47 pp.
- Sánchez-Juárez, E. 1991b. Estimación preliminar del tamaño de la población adulta o biomasa reproductora de calamar gigante *Dosidicus gigas* en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, en diciembre de 1990. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 13 pp.
- Sparre, P. 1991. Introduction to multispecies virtual population analysis. *ICES. Mar. Sci. Symp.*, 193: 12-21.
- Straus, K. 1977. Jumbo squid *Dosidicus gigas*. *Oceans*, 10(2):10-15.
- Shukhgalter O. & C.M. Nigmatullin 2001. Parasitic helminths of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in open waters of the central east Pacific. *Fisheries Research*. 54 : pp.95-110.
- Tafur R., Villegas P., Rabi M. & C. Yamashiro 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fisheries Research*. 54 : pp.33-50.
- Taípe, A., Yamashiro, C., Mariategui, L., Rojas, P. & C. Roque. 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fisheries Research*, 54: 21–32.
- Vivanco M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria 234 pp.
- Voss, G.L., 1963. Cephalopods of the Philippine Islands. *Bulletin of the United States National Museum*, 234: 1-180.
- Wilhelm, G.O., 1951. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias *Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. *Rev. Biol. Mar.* 4, 196–201.
- Wilhelm, O. 1930. Las mortandades de jibias (*Ommastrephes gigas*) en la Bahía de Talcahuano. *Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile)*, III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Wilhelm, O. 1954. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias (*Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. *Rev. Biol. Mar.*, 4: 196- 201.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice –Hall, Inc. New York.

4.3.4. Objetivo Específico 2

Compilar, sistematizar y analizar datos biológicos y pesqueros disponibles de jibia a nivel nacional

Resumen

Se efectuó búsqueda de información del contenido estomacal de jibia en bases de datos de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP), aunque la única que contó con este tipo de información fue la correspondiente al proyecto FIP 2004-09 (evaluación hidroacústica de merluza común). Allí la variable de interés (contenido estomacal) se encontró presente en forma cualitativa (presencia y ausencia de merluza común *Merluccius gayi* en el contenido estomacal de jibia *D. gigas*). Adicionalmente, asociada a la variable anterior se encontró en la misma base de datos las variables grado de repleción, peso, talla y sexo de *D. gigas*. Con estos datos se ajustó un modelo de regresión logística cuya respuesta es la probabilidad de ocurrencia de *M. gayi* en la dieta de *D. gigas*. El análisis de los contenidos estomacales de *D. gigas* revela la ocurrencia de canibalismo, el que incrementa con el aumento del tamaño del calamar en ausencia de otras presas (merluza común, anchoveta *Engraulis ringens*). Sin embargo, ante la presencia de otras presas en el contenido estomacal de jibia, el canibalismo ocurre principalmente en ejemplares de *D. gigas* de tamaño intermedio; los ejemplares de jibia de mayor tamaño predan sobre *M. gayi*. La proporción de las presas en el contenido estomacal de *D. gigas* varía según al arte de pesca con que se captura a este calamar. En efecto, en ejemplares de *D. gigas* capturados con red de arrastre merlucera es *M. gayi* la presa dominante; en ejemplares de jibia capturados artesanalmente con potera el canibalismo es más importante; en cambio, en ejemplares de jibia capturados con cerco anchovetero la presa que contribuye con mayor peso al contenido estomacal de jibia es *E. ringens*. La escala temporal que captura la mayor variabilidad de la dieta de *D. gigas* es la semestral desplazada (primer semestre: octubre a marzo; segundo semestre: abril a septiembre). Este patrón temporal en la dieta de *D. gigas* sería coincidente con la abundancia de sus presas en el ambiente.

En las bases de datos FIP se buscó información de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de

los recursos *M. gayi*, merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) y *D. gigas*, seleccionándose aquella del proyecto FIP 2004-09 por presentar lances de pesca suficientes (n=183) donde co-ocurren *M. gayi* y *D. gigas*. No se encontró ninguna base de datos de proyectos de evaluación de merluza de cola con lances de pesca con registros de jibia. Por este motivo, el análisis distribucional de merluza de cola se trabaja independientemente con datos del proyecto FIP 2004-07. Se efectuó un análisis estructural (variogramas) con la información de jibia (CPUE) para determinar su utilidad, esto es, si el muestreo correspondiente capturó la autocorrelación espacial. En todos los casos los datos permitieron el correcto ajuste de variogramas.

Para el caso de la componente temporal también se realizó la búsqueda de información de jibia, recurriéndose a registros de desembarques oficiales del Servicio Nacional de Pesca (SernaPesca), más registros del esfuerzo de pesca (número de embarcaciones), ambas variables registradas mensualmente. Las regiones administrativas con series temporales con mayor continuidad, sin ausencia de registros, fueron la IV, V y VIII Regiones. Con las series estandarizadas por el número de viajes se efectuó Análisis Espectral en la búsqueda de posibles patrones periódicos. Para *D. gigas*, en las tres regiones se observó pulsos de CPUE cada 10 y 25 meses, explicando el 70 y 50% de su varianza, respectivamente. Los patrones temporales de captura de *M. gayi* en las Regiones IV, V y VIII son distintos entre sí. En efecto, en la IV Región la componente periódica que ocurre cada 4 meses explica el 65% de la varianza; en la V Región la componente que ocurre cada 12 meses explica el 71% de la varianza; y en la VIII Región la componente que ocurre cada 24 meses explica el 70% de la varianza.

4.3.4.1. Enfoque Metodológico

El recurso jibia en Chile presenta características como: i) presencia espasmódica o efímera en el marco de la actividad pesquera nacional; ii) fauna acompañante en las principales pesquerías, esto es, no se cuenta con una actividad pesquera industrial centrada sobre esta especie; y iii) sólo hasta el 2003 se efectuó la modificación D.S. N°316/85, incorporando a la jibia al listado de especies susceptible de ser extraídas, desembarcadas y procesadas para

reducción (zona centro-sur de Chile). Estos antecedentes han presionado para que las líneas de trabajo destinadas a conocer aspectos de la biología y factores pesqueros de esta especie se releguen a un segundo plano. Esto igualmente promocionado por el desbalance (no favorable) de los presupuestos destinados hacia la investigación de recursos secundarios. Según estas consideraciones, gran parte de la información nacional está disponible como literatura gris (reportes internos, tesis, trabajos de grado, artículos no publicados y sin Comité Editor).

El desarrollo de esta componente consistió en separar las siguientes líneas de búsqueda: i) recopilación de antecedentes pesqueros, ii) recopilación de antecedentes biológicos, y iii) recopilación de iniciativas de administración y regulación.

i) Recopilación de antecedentes pesqueros

Estadística de pesca anual (1960-2005)

Se revisó anuarios estadísticos de pesca editados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para los años 1960 a 1977, y por el Servicio Nacional de Pesca (SernaPesca) para los años 1978 a 2005, obteniéndose el desembarque de jibia anual total y por región.

Estadística de pesca periodo 2000-2006

Se compiló la estadística de capturas oficial de jibia obtenidas por las flotas artesanal e industrial de la IV, V, y VIII Regiones que están disponibles en el SernaPesca. Además, a esta institución se solicitó información del número de embarcaciones que reportaron jibia y el número de viajes con pesca, por región. Esta estadística de pesca fue posible obtenerla por gestiones del jefe del proyecto con los Directores Regionales de SernaPesca V y VIII Regiones, aunque sólo para el periodo más reciente (enero 2000 a julio 2006). La información recibida no está registrada por embarcación, sino colapsada mensualmente. Además, se recibió una base de datos de captura y esfuerzo de la Subsecretaría de Pesca, la que no fue utilizada en este proyecto debido a la tardanza en ser entregada y a que los análisis fueron efectuados previamente con información propia y luego completada con la recibida del SernaPesca V y VIII Regiones. Nota: el jefe del proyecto reconoce y agradece a los directores regionales de pesca de la V Región de Valparaíso, Sra. Liliana Maritano, y de la VIII Región de Talcahuano,

Sr. Jorge Toro, su disponibilidad para colaborar con este trabajo cediendo formalmente las bases de datos señalada arriba.

ii) Recopilación de antecedentes biológicos

Se revisó literatura científica chilena disponible de jibia y se extrajo antecedentes biológico-específicos, a saber: estructura de tallas, relación longitud-peso y otra información biológico-específica (contenido estomacal, proporción sexual, estados de madurez macroscópicos, peso de gónadas).

Estructura de tallas

La base de datos de estructura de tallas recopilada es la generada por Cubillos *et al.* (2004), la que se resume en la Fig. 18. Además, se cuenta con la estructura de tallas de jibia como fauna acompañante en las pescas de identificación del recurso objetivo (merluza común) realizadas en los proyectos FIP 2002-03 y FIP 2004-09 de evaluaciones hidroacústicas de merluza común.

Relación longitud-peso

Las relaciones longitud-peso disponibles para jibia en Chile se resumen en la Tabla 11.

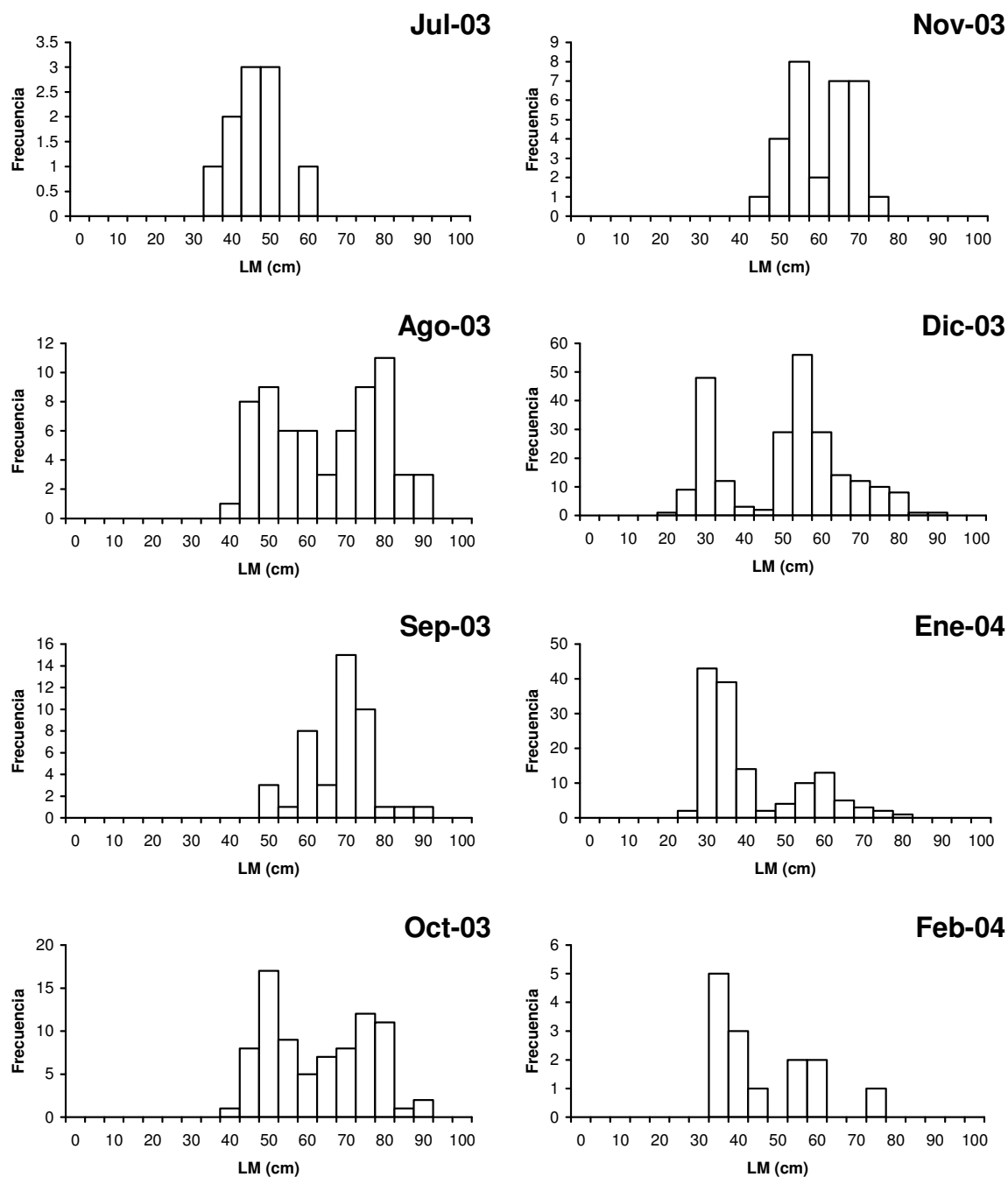


Fig. 18. Ejemplo de la estructura de tallas de jibia en el periodo julio 2003 - febrero 2004 disponible en Cubillos *et al.* (2004).

Tabla 11. Relación longitud-peso de jibia disponibles en Chile. Nomenclatura: PT = peso total (g), PE = peso eviscerado (g), PM = peso del manto (g), LM = longitud del manto (cm). Las relaciones se establecen para el modelo potencial $y=a \cdot x^b$.

Relación	<i>a</i>	<i>b</i>	R^2	Sexo	Año/Periodo	Zona	Area de estudio	Fuente
PT=f(LM)	0.00690	3.379	0.995	Hembras	1993-1994	Costera	Central (29°S-40°S)	Chong <i>et al.</i> (2005)
PE=f(LM)	0.00454	3.440	0.994	Hembras		Costera		
PM=f(LM)	0.00250	3.502	0.993	Hembras		Costera		
PT=f(LM)	0.00993	3.276	0.965	Machos		Costera		
PE=f(LM)	0.00520	3.395	0.986	Machos		Costera		
PM=f(LM)	0.00259	3.487	0.978	Machos		Costera		
PT=f(LM)	0.01590	3.187	0.984	Ambos	2003-2004	Océánica	Central (33°S-40°S)	Cubillos <i>et al.</i> (2004)
PT=f(LM)	0.02770	3.051	0.943	Ambos		Costera		
PT=f(LM)	0.01620	3.183	0.983	Hembras		Oce-Costera	Central (33°S-40°S)	Ibáñez & Cubillos (submitted)
PT=f(LM)	0.01490	3.197	0.985	Machos		Oce-Costera		

Otros antecedentes biológico-específicos

Se recopiló información del contenido estomacal de jibias del by-catch en las pesca de identificación de los proyectos FIP 2002-03 y FIP 2004-09 de evaluaciones hidroacústicas del recurso merluza común, los que fueron ejecutados por el Instituto de Fomento Pesquero, a los que se agrega información del trabajo de Cubillos *et al.* (2004); este último describe la alimentación de jibia temporal y espacialmente de julio 2003 a febrero 2004. De esta última se rescata otros indicadores como proporción sexual, estados de madurez macroscópica y peso de gónadas.

4.3.4.2. Resultados

4.3.4.2.1. Determinación áreas (zonas) y periodos de tiempo que pueden presentar jibia como especie del by-catch por zonas y estaciones

a) Introducción Componente Espacial (Geoestadística)

La técnica geoestadística más usada para la descripción de los patrones espaciales de la abundancia de recursos pesqueros es el kriging, específicamente kriging ordinario, por la ventaja de asumir la media constante y desconocida (Petitgas, 1993; Roa & Tapia, 1998; Rivoirard *et al.*, 2000; Páramo & Roa, 2003). Aunque kriging es la técnica de interpolación más sofisticada presenta la deficiencia de sobrestimar los valores bajos y subestimar los valores altos (Goovaerts *et al.*, 1997), lo que se debe a que la varianza del kriging no depende de los datos propiamente tal, sino que en gran medida de la geometría de la malla de muestreo. En efecto, una malla menos intensa conduce a una precisión menor (Isaaks & Srivastava, 1989).

La varianza del kriging no es la varianza del proceso que se investiga, sino que es una especie de índice ranking de la geometría de los datos. Otra limitación corresponde a la representación que se hace de los valores estimados por kriging, los que son sólo una realización del fenómeno y, por lo tanto, las estimaciones tienen asociadas un grado de incertidumbre, el que, además, es desconocido.

También se ha usado la técnica geoestadística para la delimitación de área de distribución de recursos pesqueros, aunque en menor frecuencia (Petitgas, 1993; Rivoirard, 2001; Bez, 2002), lo que se denomina geoestadística transitiva. Básicamente, esta técnica consiste en usar indicadores con los que se codifica los valores de la variable de interés en un punto determinado ($z_{(x,y)}$), *i.e.* un valor cero (0) para los valores cero de la variable y uno (1) para aquellos valores mayores a cero. La desventaja de este procedimiento es que la representación sigue siendo una sola realización del fenómeno. Dicho de otro modo, es como hacer una

estimación con una muestra de tamaño uno. El tamaño muestral (por ejemplo el número de lances) en la evaluación de recursos pesqueros puede ser el adecuado para la estimación de la captura por unidad de esfuerzo ($\overline{CPUE}$), pero no corresponde a varias observaciones para la delimitación de los parches de distribución. Cada observación debería ser una repetición de la malla de lances, pero, no es posible realizarlo por el alto costo, entonces aquí se propone un procedimiento que permite evaluar la incertidumbre y expresar las estimaciones en términos de probabilidades.

Este procedimiento, conocido como incertidumbre local, se basa en el trabajo de Journel (1983), desarrollado después por Goovaerts & Journel (1995), consiste básicamente en la estimación simultánea de la variable y la probabilidad que ésta exceda cierto nivel umbral y su representación (mapeo). En el ámbito de la geología, que es donde permanentemente se genera teoría geoestadística se aplica este procedimiento para delimitar tanto zonas con alta concentración de minerales como zonas con riesgo de contaminación por aquellos (Goovaerts *et al.*, 1997, Saito & Goovaerts, 2002). Debido a que este procedimiento se basa en la distribución de probabilidad condicional acumulada, aquel permite construir mapas de varianza de dicha probabilidad, los que pueden ser usados como información adicional para delimitar la distribución de recursos pesqueros.

b) Introducción Componente Temporal

Una serie temporal puede contener los siguientes componentes: i) tendencia, ii) estacionalidad y iii) ruido blanco. De éstos, la estacionalidad es la que debe ser analizada para determinar la frecuencia o escala temporal de muestreo óptimo (Shumway & Stoffer, 2000). La estacionalidad de una serie puede ser determinística o estocástica, en cuyos casos el análisis se aborda de forma diferente.

En el caso determinístico la estacionalidad está representada por los parámetros de un modelo de suma de armónicos (senos y cosenos). Estos parámetros se encuentran asociados a una frecuencia, la que, traducida a una escala de tiempo, representa el período en el que ocurren los valores extremos, es decir, la estacionalidad (Bloomfield, 1976). El enfoque adecuado es

mediante análisis espectral en el dominio de las frecuencias, el que es ampliamente usado en economía para describir la estacionalidad en las variables de mercado (Granger *et al.*, 2001). En pesquerías, el análisis espectral no ha sido aplicado frecuentemente, limitándose su aplicación a la estimación de biomasa de peces con datos acústicos (Diachok, 2000).

Si la componente estacional no puede ser modelada como se señala arriba, entonces ésta es estocástica y el problema debe ser abordado con regresión no paramétrica. Acá el modelo que expresa la relación entre las variables no posee una forma matemática con parámetros y su objetivo es suavizar una curva o superficie que detecte la estructura sistemática de los datos. Este tipo de métodos es muy potente para detectar estructuras que no son obvias y cuando no se conoce la forma de la relación entre las variables (Cleveland, 1979).

Un método moderno de regresión no paramétrica es la regresión local (LOESS), la que combina regresión (lineal o polinomial) y "kernel smoothing" (suavizar con un núcleo). Con esta combinación se mejora el sesgo que presenta 'kernel smoothing' en los extremos del rango de datos (Venables & Ripley, 1999). Si la estructura estacional de los datos no es clara y el análisis espectral no logra detectarla, entonces se usa regresión local.

4.3.4.2.2. Origen de la Información

a) Componente espacial

Para los recursos jibia y merluza común se buscó información en las bases de datos de proyectos FIP desde el año 1993 hasta el presente (Tabla 12). De las bases revisadas, sólo la correspondiente al proyecto FIP 2004-09 contenía información de jibia, correspondiendo a 138 lances de pesca de merluza común (georreferenciados), donde se registró el peso en la captura de ambas especies por lance. Las capturas fueron estandarizadas por nosotros a distancia lineal (km), ya que en la base de datos no se encontró registros de abertura de punta de alas.

Tabla 12. Listado de Proyectos FIP en los que se indagó por información de jibia.

Código Proyecto	Descripción
FIP 2004-07	Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur austral, año 2004
FIP 2004-08	Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2004
FIP 2004-09	Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2004
FIP 2003-09	Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2003
FIP 2003-10	Evaluación hidroacústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2003
FIP 2002-03	Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002
FIP 2002-07	Programa de evaluación hidroacústica temporal de merluza
FIP 2001-18	Evaluación hidroacústica de merluza común, 2001
FIP 2001-19	Evaluación hidroacústica de merluza del sur y merluza de cola, 2001
FIP 2001-20	Evaluación hidroacústica de merluza de tres aletas, 2001
FIP 2000-04	Evaluación acústica de merluza común en la zona centro-sur, año 2000
FIP 2000-14	Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores
FIP 2000-15	Evaluación de merluza de cola y merluza de tres aletas
FIP 1999-04	Evaluación acústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999
FIP 1999-06	Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur, 1999
FIP 1999-16	Análisis de la captura y esfuerzo de pesca industrial en la pesquería demersal sur austral
FIP 1997-12	Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur
FIP 1996-38	Evaluación directa del stock desovante de merluza del sur en la zona sur-austral
FIP 1995-14	Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro-sur
FIP 1995-18	Evaluación directa del stock de merluza de cola en la X y XI regiones
FIP 1995-19	Prospección de recursos demersales en aguas exteriores de las regiones X y XI
FIP 1994-06	Evaluación de la pesquería y del stock de merluza común en la zona centro-sur
FIP 1994-09	Evaluación de la pesquería y del stock de merluza del sur y congrio dorado en la zona sur-austral
FIP 1993-04	Evaluación hidroacústica del stock desovante de merluza del sur en la zona de Guafo y Guamblin
FIP 1993-09	Evaluación indirecta del stock de merluza de cola en la VIII Región

b) Componente Temporal

En este caso se requiere datos que estén registrados con frecuencia mensual, como mínimo, siendo el propósito detectar eventuales componentes estacionales desde la escala mensual hacia arriba (trimestre, semestre, año). Se solicitó formalmente al SernaPesca datos de desembarque de jibia y esfuerzo de pesca de las Regiones IV, V y VIII, por presentar éstas mayor continuidad. El esfuerzo de pesca (artesanal e industrial) fue estandarizado por el

número de viajes (cuando jibia era la especie objetivo). Para el caso de *M. gayi* sólo se obtuvo del SernaPesca datos de desembarque.

4.3.4.2.3. Análisis de la Componente Espacial

Planos latitud-longitud y latitud-profundidad

Por lo general, en las evaluaciones directas de merluza común (hidroacústica) los puntos de muestreo (lances) se distribuyen en una franja angosta con sentido norte-sur, lo que dificulta el análisis espacial, ya que se dispone de escasa información de la continuidad espacial en el sentido del eje menor (este-oeste) de la franja de muestreo. Para resolver este problema se “colapsa” el eje longitudinal (este-oeste) en el plano latitud-profundidad, lo que permite incorporar una dimensión que es relevante para el fenómeno que se investiga (profundidad). Esto es adicional al análisis en el plano latitud-longitud.

4.3.4.2.4. Análisis Estructural

Una primera aproximación a la escala espacial de la distribución de un recurso objetivo es el análisis del variograma, lo que permite efectuar análisis comparados de la varianza de la abundancia en función del incremento espacial $[Z(u_i)-Z(u_i+h)]$. Este es definido como la diferencia entre los valores de la variable Z en los puntos u y $u+h$, separados por la distancia (lag) h (u = vector de coordenadas (x,y)). De este modo, la varianza de la variable en función del incremento espacial corresponde al siguiente variograma:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(u_i) - Z(u_i + h)]^2$$

donde: $N(h)$ es el número de pares de comparación.

En la eventualidad que los variogramas experimentales resulten caóticos debido a valores extremos, entonces se usa la siguiente versión robusta (Cressie, 1993):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} |Z(u_i) - Z(u_i + h)|^{1/2} \right\}^4 / \left(.457 + \frac{494}{N(h)} \right)$$

La estimación de los respectivos parámetros de los variogramas se efectúa mediante el estimador de mínimos cuadrados ponderados de Cressie (1993), el que presenta mayor robustez ante a valores extremos que los mínimos cuadrados ordinarios, cuyo criterio de minimización es:

$$\min \sum_{i=1}^H N(h_i) \left[\frac{\gamma^*(h_i)}{\gamma(h_i)} \right]^2$$

donde: $\gamma^*(h_i)$ es la varianza espacial empírica (variograma empírico), $\gamma(h_i)$ es la variancia espacial de acuerdo a la parametrización, $N(h_i)$ es el número de pares de observaciones separados por el vector h . Los variogramas informan cuál es la escala hasta donde existe autocorrelación.

4.3.4.2.5. Incertidumbre local

La incertidumbre local se representa en mapas, exhibiéndose los parches de distribución de los recursos jibia y merluza común. Con el análisis de incertidumbre local se construye mapas de probabilidades de ocurrencias de valores mayores un límite umbral, que corresponde a la CPUE mínima, la que permite definir la presencia de un parche de abundancia. Para definir la existencia de un foco de abundancia de *D. gigas* se usa como nivel mínimo de corte el valor de CPUE = 2,46 ton/km lineal, y en el caso del recurso *M. gayi* el nivel mínimo de corte tiene un valor de CPUE = 2,09 ton/km lineal. El método requiere la incorporación de más niveles de corte de la variable en estudio, presentándose en distintos mapas también aquellos parches

mayores a $CPUE = 41,51$ y $92,93$ ton/km lineal para el caso de *D. gigas*; y $CPUE = 49,27$ y $90,38$ ton/km lineal para el caso de *M. gayi*.

Para ilustrar los parches de distribución se presenta un ejemplo con datos de concentración de cadmio (tomado de Goovaerts *et al.*, 1997), el que corresponde a mapas de probabilidades de ocurrencia de valores superiores a 0.8 mg/kg (Fig. 19). Este valor es considerado umbral y concentraciones mayores indican contaminación. Luego, se puede clasificar la zona en contaminada y no contaminada de acuerdo a una probabilidad límite. En la Fig. 19b se presenta una clasificación de acuerdo a la probabilidad de 0.65 de ocurrencia de valores superiores a 0.8 mg/kg.

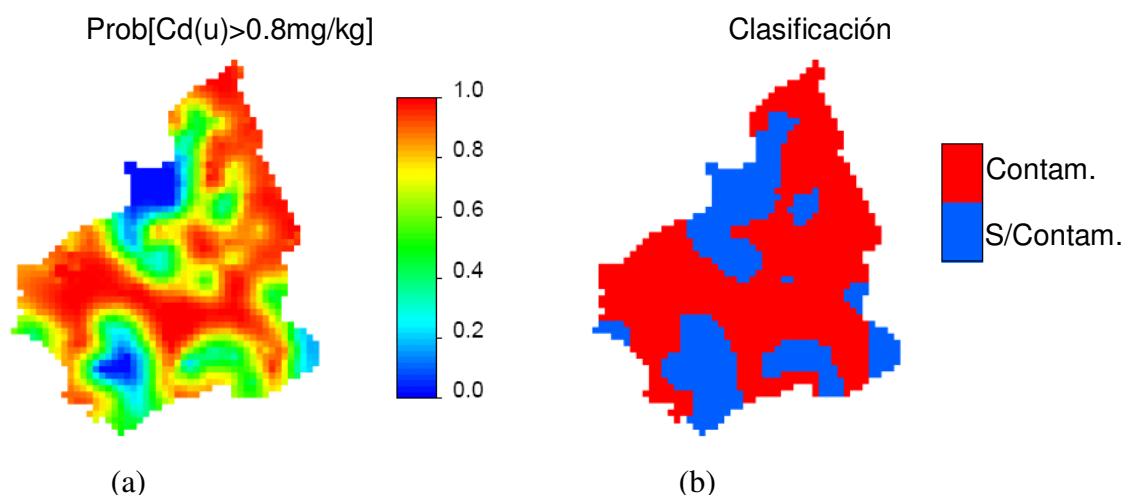


Fig. 19. Mapas de probabilidad de: (a) exceder el valor umbral de concentración de cadmio y (b) clasificación de contaminado y no contaminado de acuerdo a la probabilidad de 0.65 (tomado de Goovaerts *et al.*, 1997).

a) Enfoque del Método

El problema consiste en estimar valores de $CPUE(z)$ que excedan un valor crítico z_c (umbral mínimo para considerar la existencia de banco) en un punto no muestreado (u_0 , u = vector de coordenadas (x,y)). La información disponible consiste en valores de la variable z en N puntos u_j , $j=1, 2, \dots, N$.

En geoestadística el valor $z(u)$ para cualquier punto u es visto como una realización particular de la variable aleatoria $Z(u)$ en los lugares u . Los valores desconocidos $z(u_0)$ son entonces una realización de la variable $Z(u_0)$ y el problema, entonces, se transforma en estimar la probabilidad condicional que $Z(u_0)$ exceda el valor crítico z_c , dado los datos $z(u_j)$, esto es:

$$\begin{aligned} Pr\{Z(u_0) > z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} &= 1 - Pr\{Z(u_0) \leq z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} \\ &= 1 - F(u_0; z_c | N) \end{aligned}$$

donde: $F(u_0; z_c | N)$ es la probabilidad condicional o “posterior” de los valores verdaderos menores que el límite z_c ; N es la información condicionante (datos observados).

Las variables continuas como CPUE pueden ser clasificadas en dos clases en función de un nivel crítico z_c . Una clase contiene a los valores menores o iguales a z_c y la otra todos los valores mayores. Con esto se crea una nueva variable (binaria y también aleatoria) o *Indicador* $I(u; z_c)$, que se define como:

$$I(u; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

Entonces, el enfoque de Indicadores (Journel, 1983) se basa en la probabilidad condicional definida como la esperanza matemática de la variable indicadora en el punto no muestreado u_0 , dada la información existente para la variable Z en los N puntos de muestreo, esto es:

$$F(u_0; z_c | N) = E\{I(u_0; z_c | N)\}$$

con

$$I(u_0; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u_0) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

que es la variable indicadora en los puntos no muestreados, cuya observación $i(u_0; z_c)$ está dada por la observación de la variable original en el punto muestreado j ($z(u_j)$), que se define como:

$$i(u_0; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } z(u_j) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

La codificación binaria asume que el error es despreciable.

b) Variograma para indicadores y kriging con indicadores

Luego de la codificación se caracteriza la distribución espacial del indicador por medio de su semivarianza, cuya forma es:

$$\hat{\gamma}_I(h; z_c) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{j=1}^{N(h)} \{i(u_j; z_c) - i(u_j + h; z_c)\}^2$$

donde: $i(u_j; z_c)$ y $i(u_j + h; z_c)$ son los indicadores de u_j y $u_j + h$ separados por la distancia h ; $N(h)$ es el número de pares de comparación a cada lag (distancia h). El significado de $\hat{\gamma}_I(h; z_c)$ corresponde a la medida de la frecuencia con que cambia el indicador de 0 a 1. Dicho de otro modo, es la frecuencia de transición entre las dos clases de Z en función de h .

De acuerdo al Teorema de Proyección (Luenberger, 1969), el estimador de mínimos cuadrados (kriging) de $I(u_0; z_c)$ es el estimador de mínimos cuadrados de la esperanza condicional. De esta forma la probabilidad $F(u_0; z_c | \mathcal{N})$ puede ser estimada por kriging usando la transformación de indicadores de la variable original Z . De este modo el kriging pasa a

llamarse “kriging de indicadores”. El que se usará en este estudio es el “kriging ordinario de indicadores”.

4.3.4.2.6. Sobreposición espacial entre jibia y merluza común

Se calculó un Índice de Sobreposición Espacial (*ISE*) para obtener una visión cuantitativa de la sobreposición espacial de ambos recursos pesqueros. Este índice es análogo al índice de sobreposición de nicho de Pianka (1977) y corresponde a:

$$ISE = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

donde: p_{ij} y p_{ik} son la proporción del i -ésimo parche de sobreposición respecto a la superficie total de los recursos j y k , respectivamente. La varianza de este índice se obtiene aplicando la técnica de re-muestreo jackknife (Efron & Tibshirani, 1993).

4.3.4.2.7. Análisis de la componente temporal

El análisis de la componente temporal tiene por objeto identificar los patrones estacionales existentes de jibia y merluza común. Para el caso del recurso jibia se usó la CPUE y para merluza común sólo se dispuso oficialmente de datos de captura.

Si se conoce el patrón estacional de una serie se puede sugerir alguna escala temporal de muestreo, ya que se conoce cuándo ocurren los valores máximos y mínimos. Entonces, se puede indicar, por ejemplo, dos muestras en cada componente estacional, una al momento del valor máximo y otra al momento del valor mínimo de la variable. Todas las series temporales analizadas presentan patrones temporales en forma determinística, es decir, pueden ser representadas con un modelo. Por este motivo la búsqueda de patrones periódicos se efectúa

mediante análisis espectral, que es el más adecuado en estos casos, no siendo necesario efectuar regresión no paramétrica.

4.3.4.2.8. Análisis espectral

Al análisis espectral se efectuó en el dominio de las frecuencias con el periodograma expresado en términos de la Transformada de Fourier Discreta (TFD), que está definida como:

$$I_n(\omega) = \frac{1}{n} \left| \sum_{t=1}^n e^{-i\omega t} X_t \right|^2, \text{ para } \omega \in (-\pi, \pi]$$

donde: $I_n(\omega)$ es el periodograma de la serie temporal de tamaño n , en términos de frecuencia ω ; i es el índice o secuencia de observación de cada dato de la serie; t es el tiempo en el que fue medida la variable X_t .

Una primera aproximación para determinar si la serie contiene componentes periódicas fue mediante el gráfico del periodograma estandarizado acumulado vs la frecuencia. Cuando la curva excede los límites críticos se asume que la serie contiene una componente periódica. Los límites críticos están dados por:

$$IC(f(\omega)) = [I_n(\omega) - k\sqrt{q-1}, I_n(\omega) + k\sqrt{q-1}]$$

con $k=1,2,\dots,q$ y $q=(n-1)/2$.

Analíticamente se aplica el test de Fisher para periodicidad escondida (Brockwell & Davis, 1996), sometiéndose a prueba la siguiente hipótesis:

H_0 : X_n es un ruido blanco gaussiano.

H_1 : X_n contiene una componente determinística de frecuencia desconocida.

Por medio de

$$V_k = I_n(\omega_k) / \sigma^2 \sim \chi^2_{2,\alpha} / 2$$

Cuando las pruebas anteriores determinan la existencia de componente estacional se obtiene la frecuencia correspondiente mediante el periodograma o densidad espectral, ya que la frecuencia tiene asociada un valor espectral. La frecuencia de interés es aquella cuyo valor espectral es máximo, cuyo intervalo de confianza está dado por:

$$IC(I_n(\omega), \alpha) = \left[\frac{I_n(\omega)}{\pi \chi^2_{2, 1-\frac{\alpha}{2}}}, \frac{I_n(\omega)}{\pi \chi^2_{2, \frac{\alpha}{2}}} \right]$$

con $\alpha = 0.05$ $\chi^2_{2, 0.975} = 7.378$ $\chi^2_{2, 0.025} = 0.051$

Luego se extrae de la serie la componente estacional mediante el operador de diferencia estacional, cuya expresión es:

$$\nabla^d x_t = (1 - B)^d x_t$$

donde: B es un operador de retardo y d corresponde al período de valor espectral máximo detectado.

Luego de extraída la primera componente estacional se repite el proceso para determinar si existen otras componentes estacionales con períodos distintos. Con todas las frecuencias seleccionadas se ajusta un modelo lineal múltiple con las componentes determinísticas estacionales de la serie, según:

$$X_t = \beta_0 + \sum_{k=1}^q \beta_i \cos(\omega t) + \beta_j \sin(\omega t) + \varepsilon_t$$

donde: β son los parámetros a estimar con $i \neq j$ y ε_t es ruido blanco $\sim N(0, \sigma^2)$

4.3.4.2.9. Filtrado de la serie temporal

Todas las series analizadas son filtradas y estandarizadas previamente al análisis espectral. El filtrado consiste en la extracción de componente tendencia, en caso de existir; la estandarización consiste en restar la media a la observación (dato original) y dividir por la desviación estándar, lográndose aislar la componente periódica que pudiera existir en cada serie.

4.3.4.2.10. Componente espacial de la CPUE de jibia y merluza común

La base de datos de CPUE seleccionada proviene del proyecto FIP 2004-09 (Tabla 12) por presentar suficientes observaciones (lances=183) donde co-ocurren *M. gayi* y *D. gigas* (Fig.20).

La continuidad espacial o autocorrelación de la CPUE de jibia se prolonga hasta 50 km, aprox. (Fig. 21). Esta distancia de continuidad espacial es relativamente alta si se compara con la de recursos bentónicos como camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), que es de 10 km, y langostino amarillo (*Cervimunida johni*), según lo informado en el proyecto FIP 2004-43 (Arancibia *et al.*, 2005).

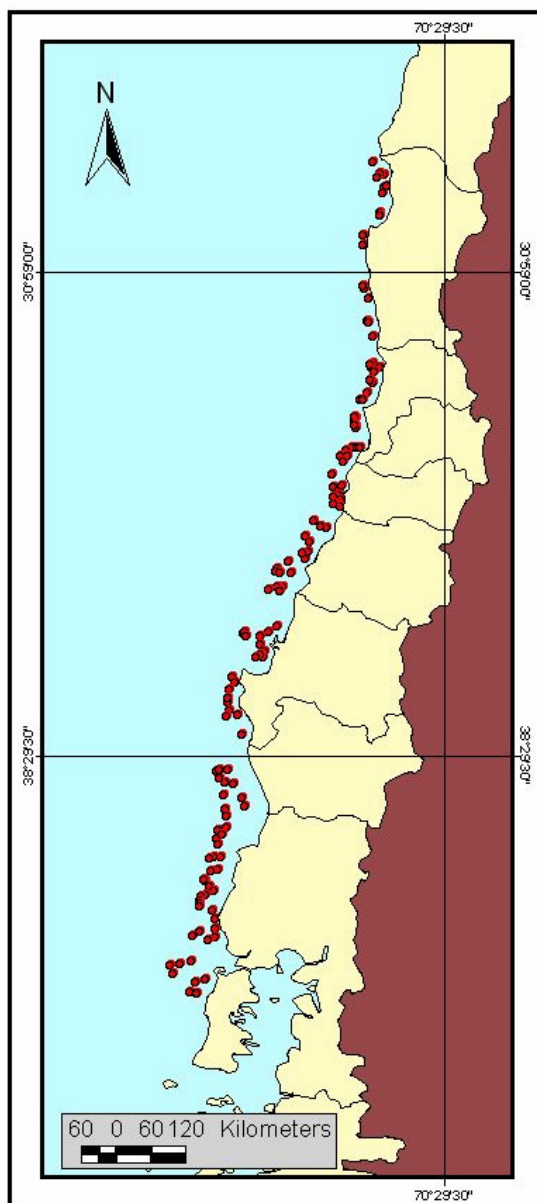


Fig. 20. Distribución espacial de lances de pesca en proyectos FIP 2004-09 de evaluación de merluza común.

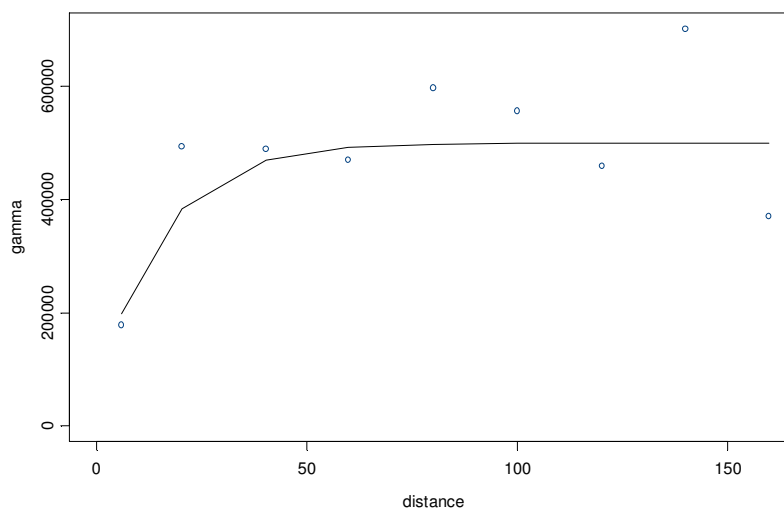


Fig. 21. Variograma empírico omnidireccional (puntos) en el plano latitud-longitud para la CPUE del recurso *D. gigas* y un modelo exponencial (línea). Fuente de datos: proyecto FIP 2004-09. Distancia en km; gamma=varianza espacial.

La autocorrelación espacial de *M. gayi* también es relativamente alta (30 km, aprox.; Fig. 22), comparada con la informada en el proyecto FIP 2004-43 (Arancibia *et al.*, 2005), donde esta alcanzó a 15 km.

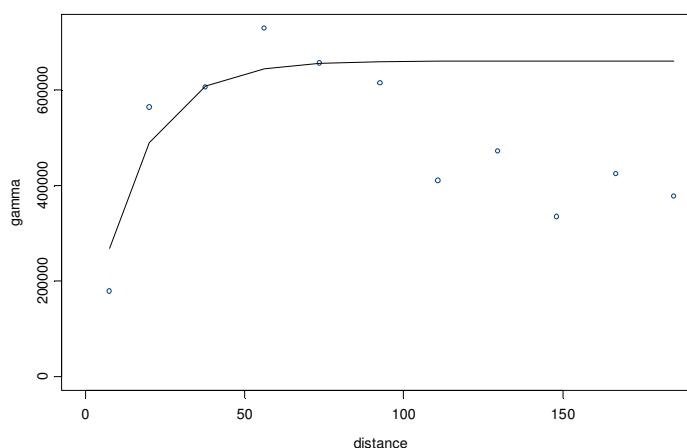


Fig. 22. Variograma empírico omnidireccional (puntos) en el plano latitud-longitud para la CPUE del recurso *M. gayi* y un modelo exponencial (línea). Fuente de datos: proyecto FIP 2004-09. Distancia en km; gamma=varianza espacial.

En las Figs. 23 a 26 se presenta los variogramas indicadores para *D. gigas* y *M. gayi* en los planos latitud-longitud y latitud-profundidad. Con estos variogramas se efectuó el kriging de indicadores, construyéndose después los mapas de distribución de ambos recursos y su sobreposición.

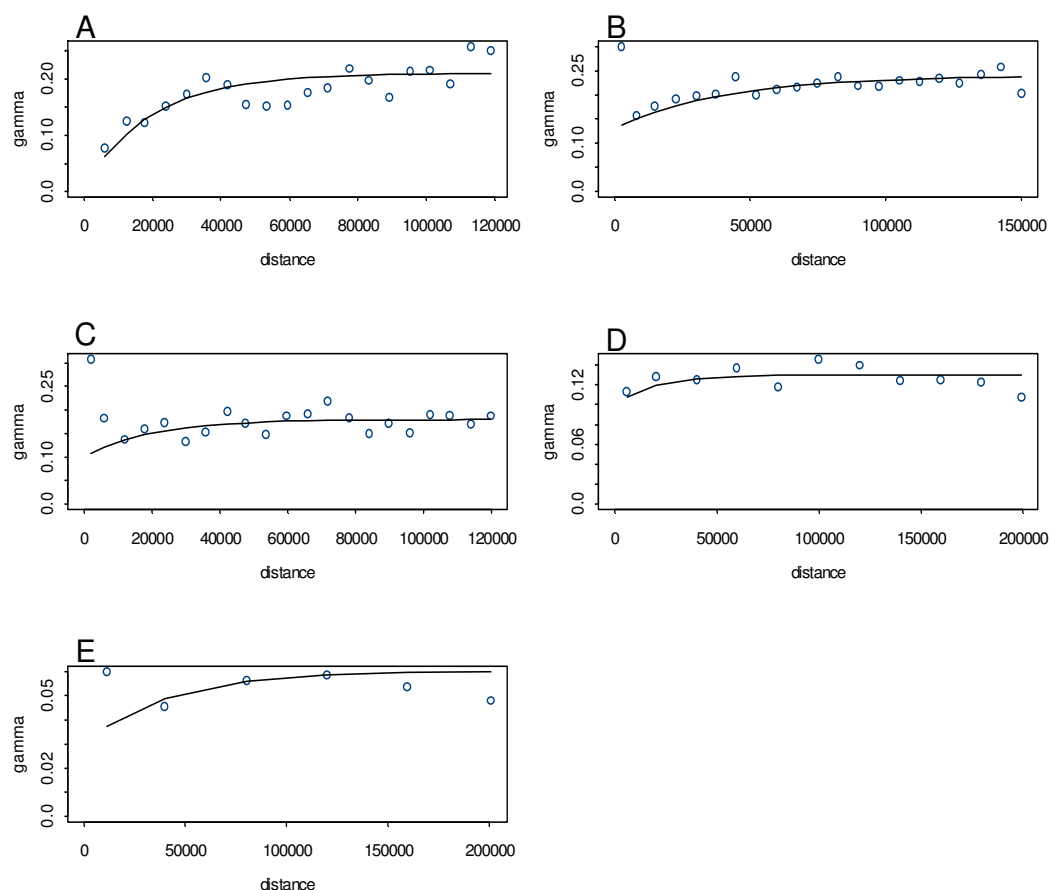


Fig. 23. Variograma empírico (puntos), y su respectivo modelo (línea) para distintos niveles de corte de CPUE de *D. gigas*: (a) 2.45, (b) 24.39, (c) 44.51, (d) 92.93, (e) 813.31. Plano Latitud-Longitud.

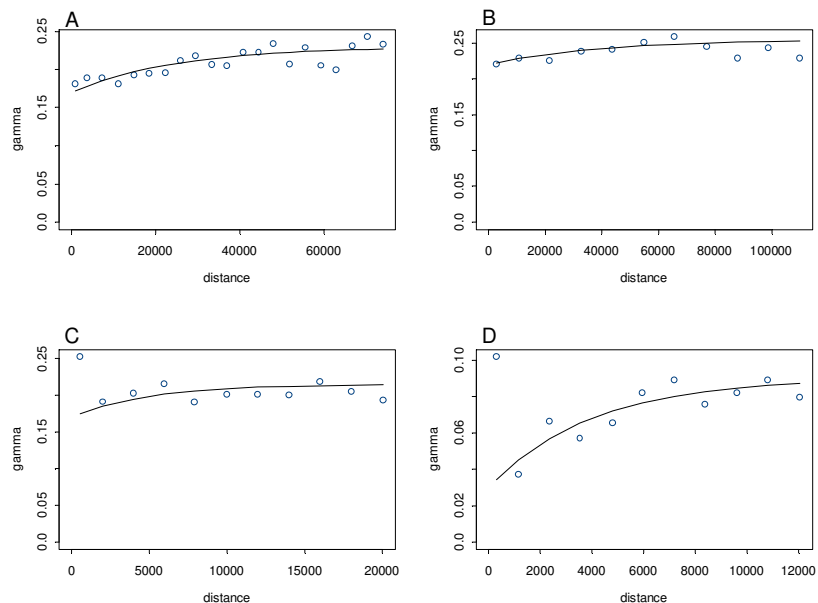


Fig. 24. Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de *D. gigas*: (a) 2.45, (b) 24.39, (c) 44.51, (d) 813.31. Plano Latitud-Profundidad.

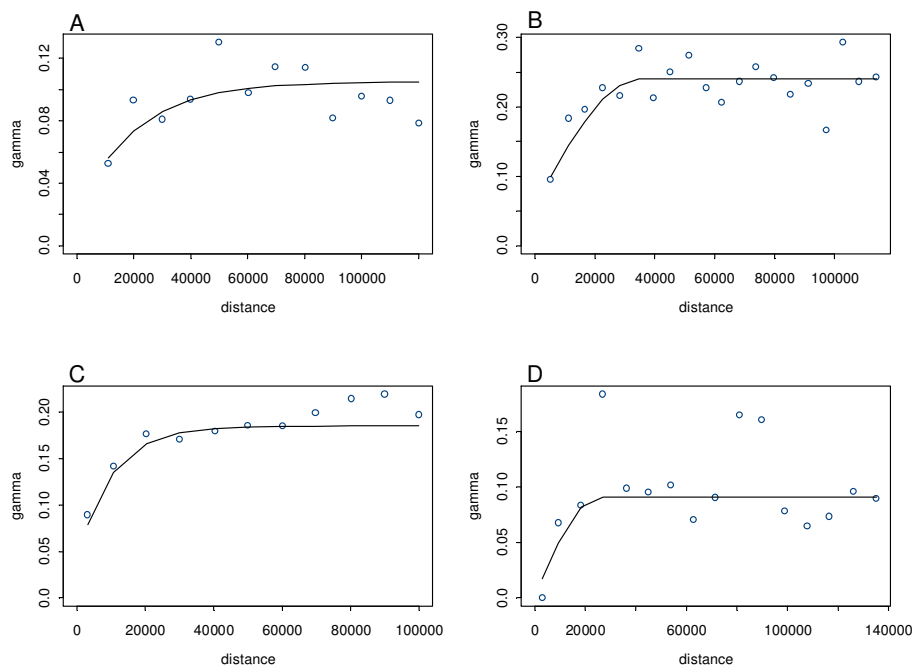


Fig. 25. Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de *Merluccius gayi* (a) 2.09, (b) 49.27, (c) 90.38, (d) 223.30. Plano Latitud-Profundidad.

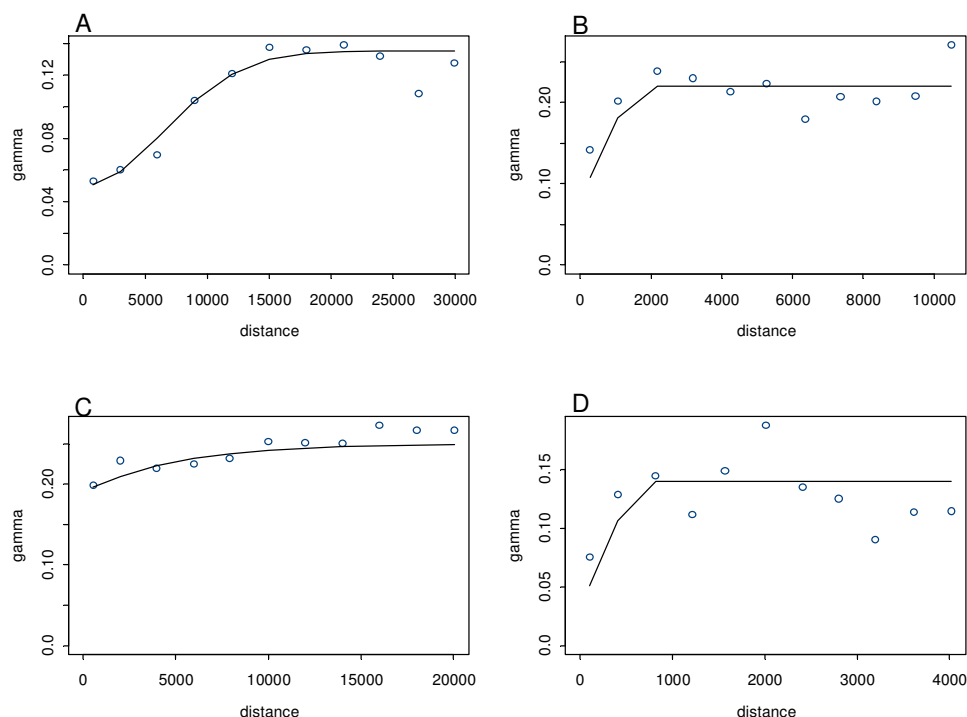


Fig. 26. Variogramas empíricos (puntos) y su respectivo modelo (línea) para los niveles de corte de CPUE de *Merluccius gayi* (a) 2.09, (b) 49.27, (c) 90.38, (d) 223.30. Plano Latitud-Profundidad.

La superficie de distribución de *M. gayi* fue mayor a la *D. gigas* en todos los niveles de corte, a partir de 2.0 ton/km lineal, que fue el mínimo valor para fijar el límite del foco de abundancia (Tabla 13).

Tabla 13. Superficie (km²) de los parches de *D. gigas* y *M. gayi* de acuerdo a la tres niveles de corte de CPUE.

Especie	Nivel de corte de CPUE		
	>2.0	>50	>90
<i>D. gigas</i>	10.753,48	1.482,40	279,89
<i>M. gayi</i>	18.954,06	4.137,96	2.004,47

La distribución espacial de *D. gigas* se concentró principalmente entre las Regiones V y norte de la VI, y en luego un foco de abundancia en la X Región (Fig. 27 A). Para el caso de *M. gayi*, los focos de abundancia estuvieron presentes en todo el rango latitudinal estudiado, desde la IV a la X Regiones (Fig. 27 B).

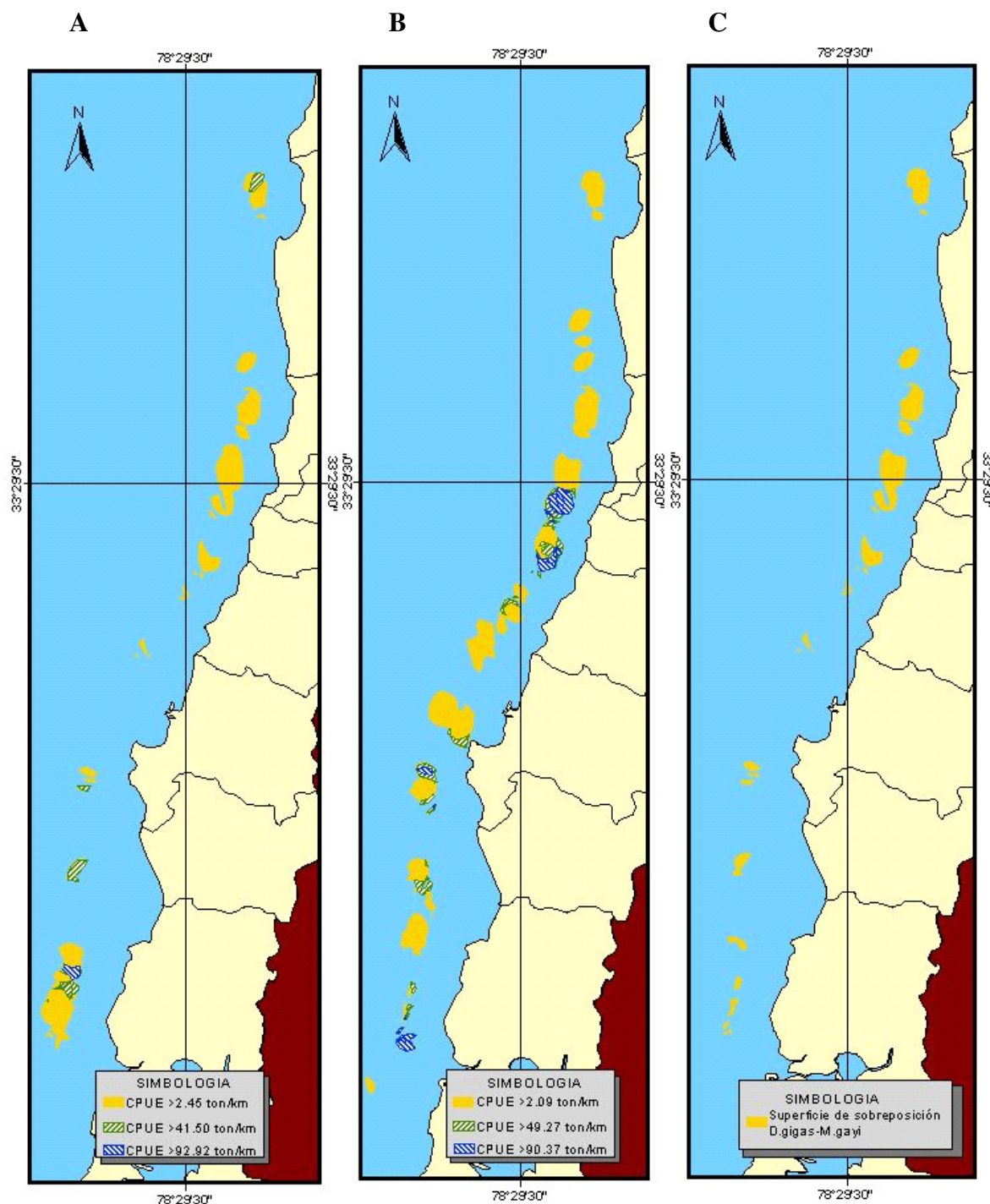


Fig. 27. Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (A) *D. gigas*, (B) *M. gayi* y (C) superposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.

La sobreposición de ambos recursos pesqueros está restringida principalmente a los focos de abundancia de *D. gigas* (Fig. 27 C), ya que su área de distribución está contenida mayormente en el área de distribución de *M. gayi*. Efectivamente, el índice de sobreposición espacial entre ambas especies es alto, alcanzando $0.660 (\pm 0.018)$; este índice de sobreposición consiste en la proporción de la propia superficie de distribución que cada uno de los dos recursos comparte con el otro. De este modo *D. gigas* comparte con *M. gayi* 73% de su superficie de distribución; en cambio, *M. gayi* por exhibir mayor área de distribución, comparte una fracción menor, la que alcanza a 41% (Tabla 14).

Tabla 14. Fracción de áreas de distribución que *D. gigas* comparte con *M. gayi* (p_i) y *M. gayi* con *D. gigas* (q_i).

Estadígrafo	p_i	q_i
Promedio	0.7321	0.4074
Desv. Estándar	0.4145	0.4214

Batimétricamente, *D. gigas* concentra sus mayores valores de CPUE a los 200 m de profundidad, aprox., entre la IX y la X Regiones (Fig. 28 A); en cambio, *M. gayi* lo hace entre 100 y 200 m de profundidad, y desde la V a X Regiones (Fig. 28 B). La sobreposición de ambos recursos ocurre en todo el rango batimétrico, aunque mayormente entre 100 y 200 m de profundidad, a excepción de la VIII Región, donde ocurre casi a 300 m de profundidad (Fig. 28 C).

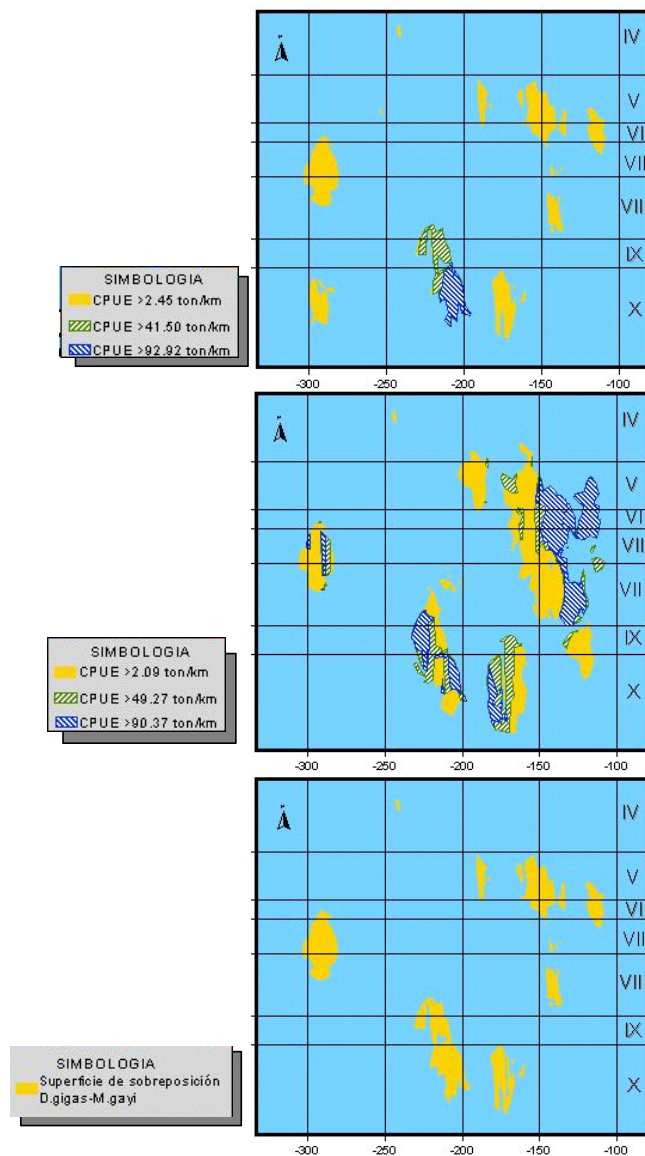


Fig. 28. Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) *D. gigas*, (centro) *M. gayi* y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.

4.3.4.2.11. Componente temporal de la CPUE jibia de merluza común, obtenidos de la flota comercial

El análisis espectral efectuado en la serie temporal filtrada de la CPUE de jibia permite ajustar un modelo que describe el patrón estacional existente (Fig. 29 A, Tabla 15), el que presenta

dos componentes periódicas; una de ellas ocurre con frecuencia de 1,20 veces en el año (cada 10 meses; Fig. 29 B), y la segunda ocurre 3,81 veces en el año (cada 3,1 meses; Fig. 29 C). La suma de ambas resulta en un modelo que se ajusta a la serie temporal original (Fig. 29 D). El 41% de la variación CPUE de *D. gigas* es explicada por la variable tiempo ($R^2 = 0,41$). La variación restante puede deberse a otros factores tal como relaciones tróficas, ambiente, otros. Dentro del 41% de variación de CPUE de *D. gigas* explicada por la variable tiempo, la componente cuya periodicidad fue 1,20/año explica 70%; la componente con periodicidad de 3,81/año explica 26% (Tabla 15).

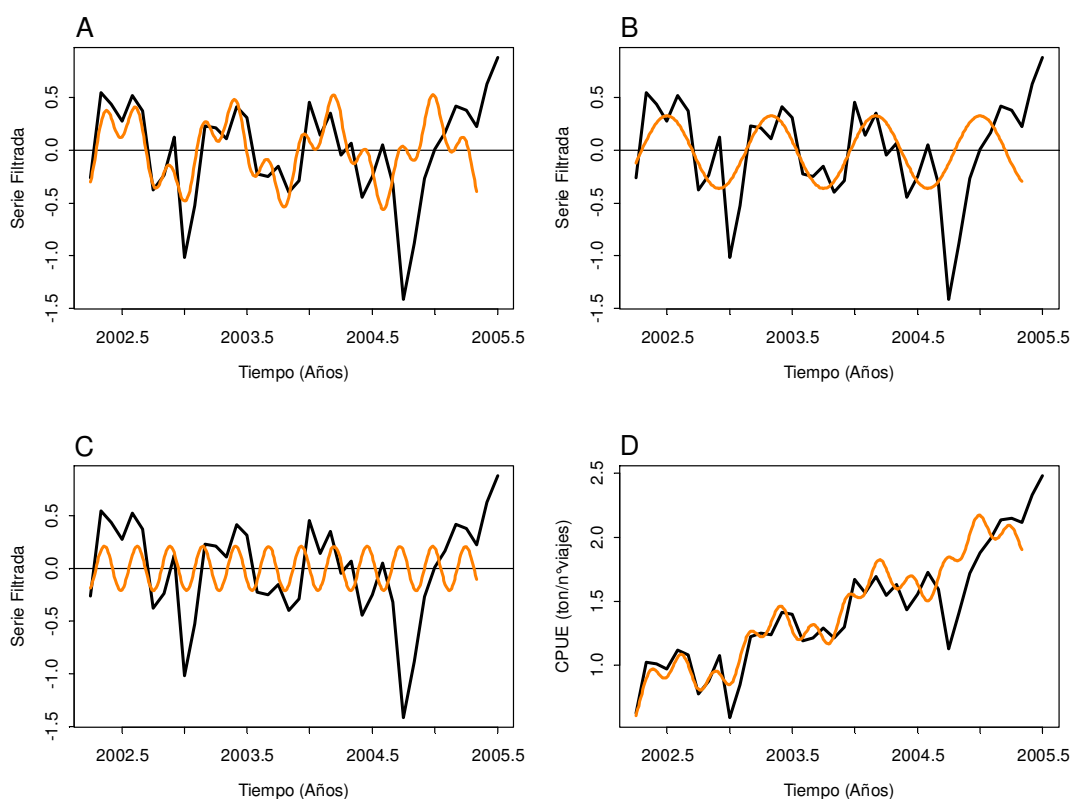


Fig. 29. Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) *D. gigas*, (centro) *M. gay* y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.

Tabla 15. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo CPUE de *D. gigas* en el tiempo y porcentaje de cada frecuencia en la varianza total, IV Región.

Componentes del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclos/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	-0.02	0.80	-	-	-
$\cos(2\pi 1.20t) \hat{\beta}_1$	0.34	< 0.01	1.20	10.0	69.68
$\cos(2\pi 3.81t) \hat{\beta}_2$	0.21	0.02	3.81	3.1	25.91
$\hat{\varepsilon}$	-	-	-	-	4.41

La serie temporal filtrada de desembarque de *M. gayi* también es representada por un modelo compuesto por dos unidades periódicas (Fig. 30 A, Tabla 16), la primera con frecuencia de 1,13/año (equivalente a 10,6 meses; Fig. 30 B), y la segunda con frecuencia de 3,0/año (equivalente a 4 meses; Fig. 30 C). Ambas componentes constituyen un modelo en que la variable tiempo explica 27% de la variación de CPUE de *M. gayi* (R^2). De la variación explicada por el modelo, 28% se debe a la componente periódica de 1,13/año y 65% a la componente de 3,0/año (Tabla 16).

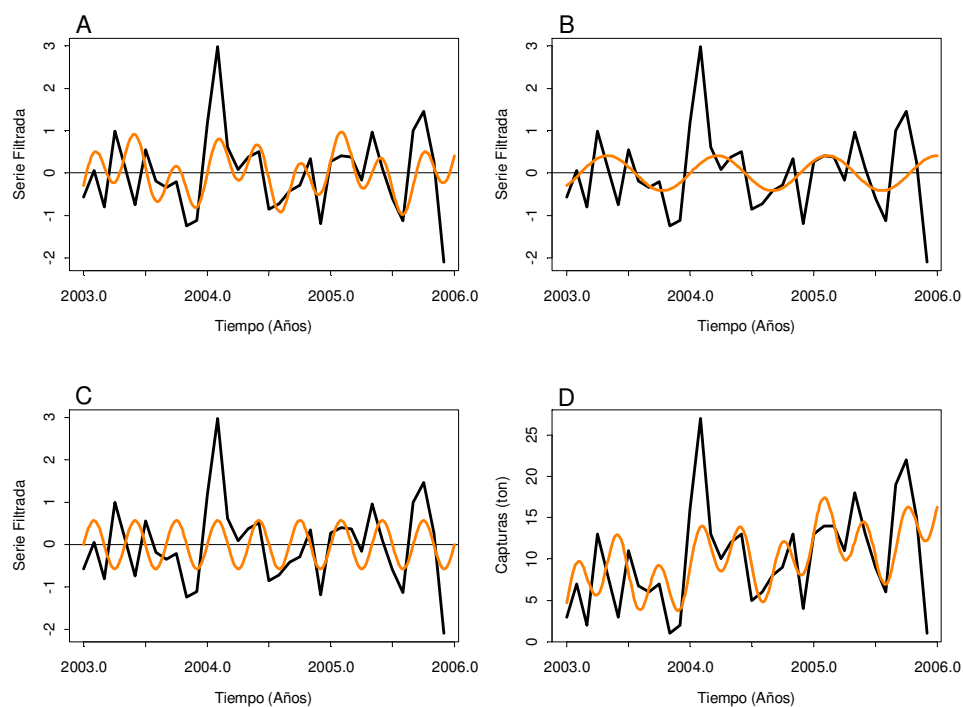


Fig. 30. Distribución espacial de focos de abundancia de acuerdo a diferentes niveles de corte para (arriba) *D. gigas*, (centro) *M. gayi* y (abajo) sobreposición. Datos de CPUE tomados del proyecto FIP 2004-09.

Tabla 16. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de CPUE total de *M. gayi* en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. IV Región.

Componentes del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclos/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	-0.004	0.98	-	-	-
$\text{sen}(2\pi 1.13t) \hat{\beta}_1$	-0.413	0.04	1.13	10.7	27.85
$\text{Sen}(2\pi 3.00t) \hat{\beta}_2$	0.569	0.01	3.00	4.0	64.66
$\hat{\varepsilon}$	-	-	-	-	7.48

VIII Región

La serie cronológica de CPUE de *D. gigas* de la VIII Región revela la existencia de tres unidades periódicas que componen al modelo de mejor ajuste a la serie filtrada (Fig. 31 A, B, C, D). La primera unidad periódica presenta ocurrencia de 1,13/año (equivalente a un ciclo de 10,6 meses; Fig. 31 B). La segunda y tercera unidades periódicas muestran frecuencia de 2,63/año (equivalentes a la ocurrencia de un ciclo periódico cada 4,6 meses). La diferencia entre estas dos componentes está dada por la función armónica a la cual están asociadas (seno o coseno), lo que genera un desfase en la escala temporal entre ambas componentes (Fig. 31 C, D). El modelo ajustado en la escala original de la variable CPUE de *D. gigas*, y que presenta las dos componentes periódicas (Fig. 32), explica 49% ($R^2=0,49$) de la variación total. De la varianza total explicada por el modelo, 54% se debe a la frecuencia 1,13/año, 24% a la frecuencia 2,63/año asociada a la función coseno y 19% a la misma frecuencia asociada a la función seno (Tabla 17).

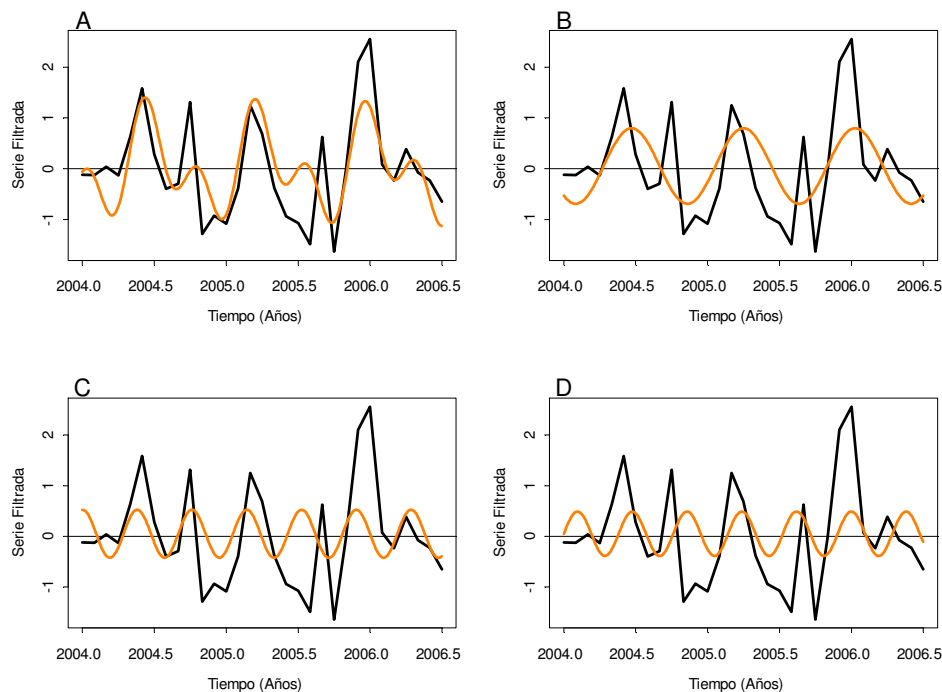


Fig. 31. Serie temporal filtrada, de CPUE de *D. gigas* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A) y a tres componentes de frecuencia distintas (B, C y D) Serie filtrada (—), modelos (—).

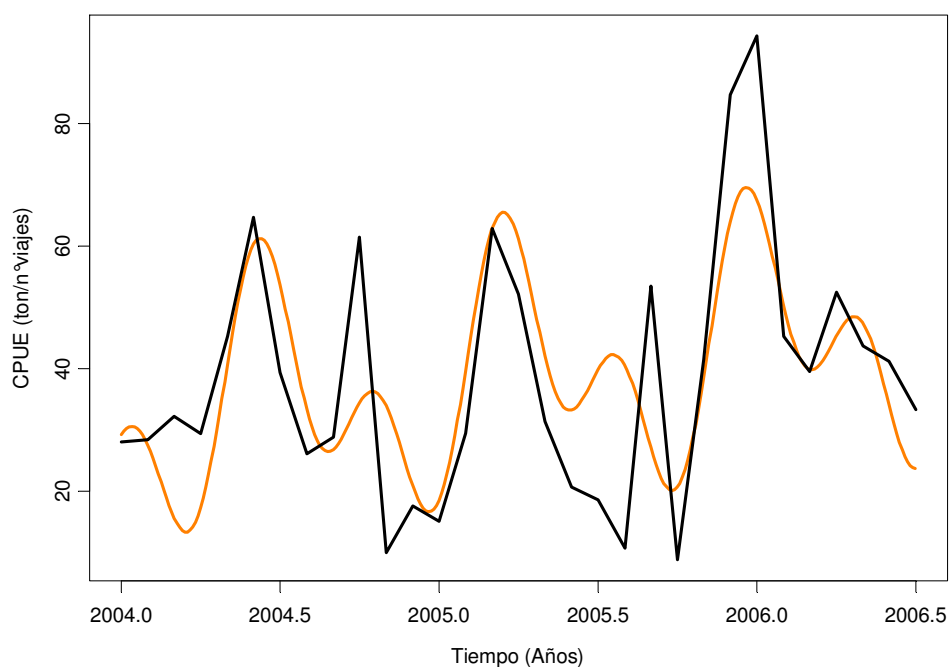


Fig. 32. Serie temporal original de CPUE de *D. gigas* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).

Tabla 17. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo CPUE de *D. gigas* en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total, VIII Región.

Componentes del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclo/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	0.051	0.71	-	-	-
$\text{sen}(2\pi 1.13t) \hat{\beta}_1$	-0.745	<0.01	1.13	10.6	53.87
$\text{cos}(2\pi 2.63t) \hat{\beta}_2$	-0.473	0.02	2.63	4.6	23.85
$\text{sen}(2\pi 2.63t) \hat{\beta}_3$	-0.438	0.03	2.63	4.6	18.62
$\hat{\varepsilon}$	-	-	-	-	3.66

La descomposición de la serie cronológica de CPUE de *D. gigas*, según el origen de los datos (desembarques artesanales o industriales), revela que el patrón general de frecuencias significativas fue aproximadamente el mismo en ambos casos. La serie de desembarques artesanales revela que el modelo ajustado a la serie filtrada se puede descomponer en unidades cuyas frecuencias son 2,5/año y 1,13/año (Fig. 33A, B y C).

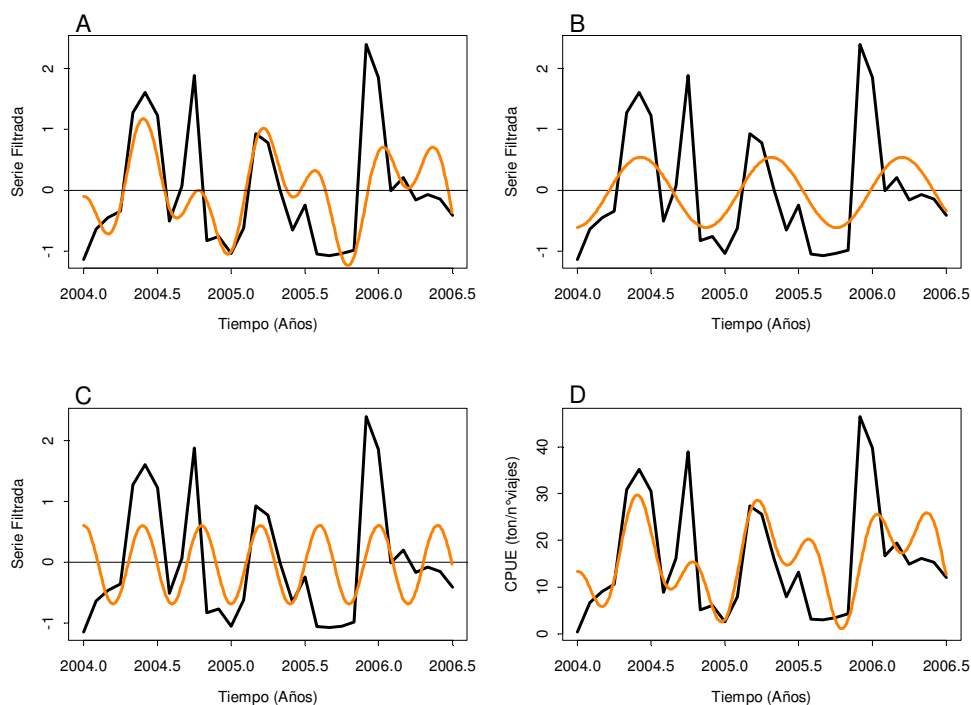


Fig. 33. Serie temporal filtrada de CPUE de *D. gigas* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A), componentes de frecuencia que componen el modelo (B y C) y serie original con su modelo. Serie filtrada y original (—), modelos (—). Serie de CPUE artesanales.

Análogamente, la serie de desembarques industriales (Fig. 34) muestra como frecuencia significativa 1,13/año (Fig. 34B). Esta serie revela dos frecuencias de mayor recurrencia, correspondiendo a 5,14/año y 5,00/año (Figs. 34 C y D).

El modelo total, incluyendo todas las componentes periódicas, tanto para la serie artesanal como industrial (Figs. 34D y 35), presentaron R^2 similares. En efecto, el modelo de la serie de

datos de la pesquería artesanal explica 36% de la variación total ($R^2=0,36$) y el modelo de la serie de datos de la pesquería industrial explica 33% de la varianza total ($R^2=0,33$). En los modelos de ambas series la frecuencia que da cuenta de mayor proporción de la varianza es 1,13/año, equivalente a un ciclo periódico en 10,6 meses. La proporción corresponde a 55% en la serie artesanal y 48% en la serie industrial (Tablas 18 y 19).

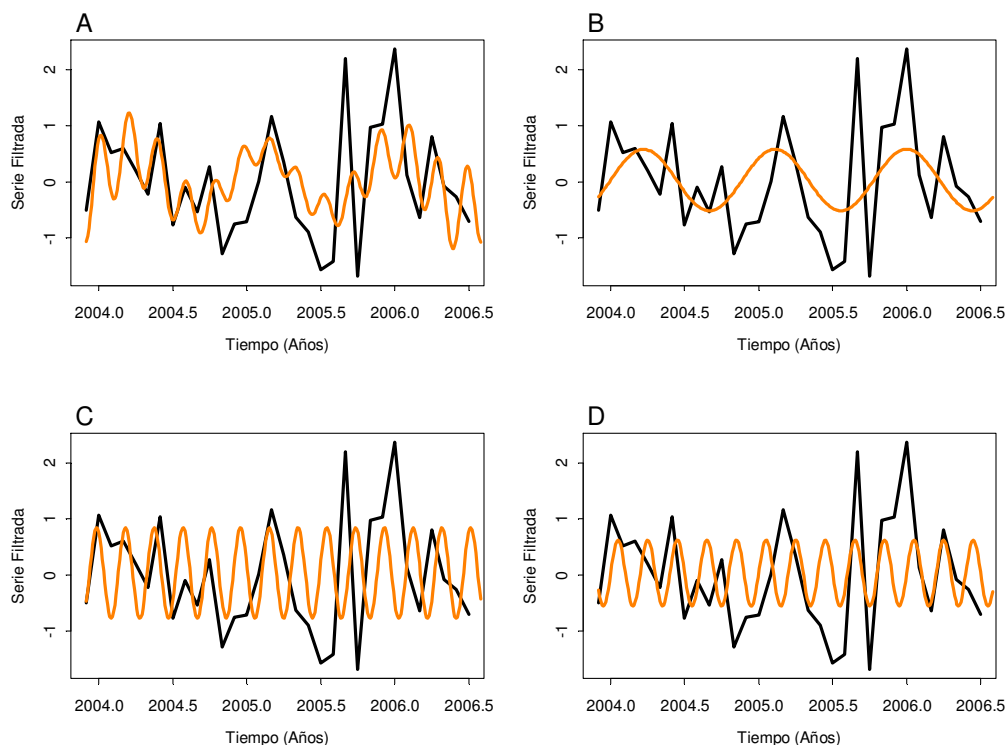


Fig. 34. Serie temporal filtrada de CPUE de *D. gigas* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste (A), componentes de frecuencia que componen el modelo (B y C) y serie original con su modelo. Serie filtrada y original (—), modelos (—). Serie de CPUE industriales.

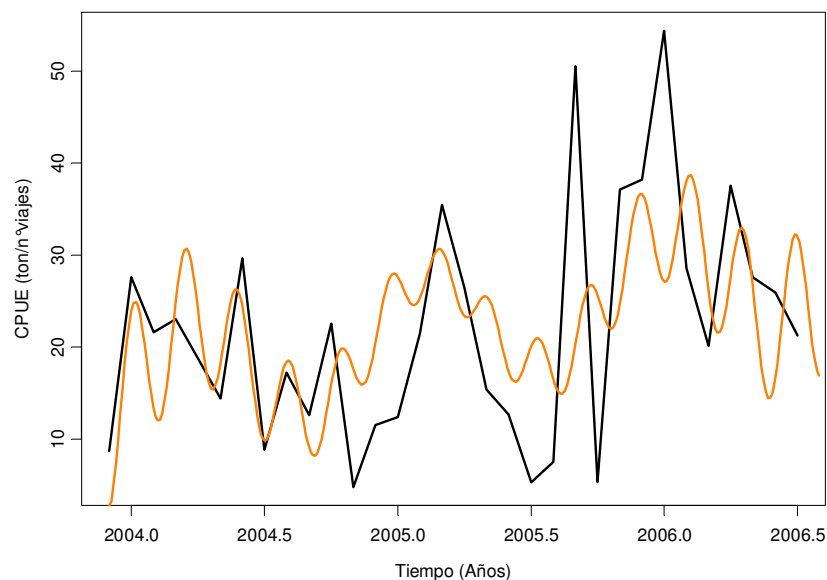


Fig. 35. Serie temporal original de CPUE de *D. gigas* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—). Serie de CPUE industriales.

Tabla 18. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de *D. gigas* en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. VIII Región. Serie de desembarques artesanales

Componentes del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclo/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	-0.038	0.80	-	-	-
$\cos(2\pi 1.13t) \hat{\beta}_1$	0.646	0.01	1.13	10.6	55.37
$\cos(2\pi 2.50t) \hat{\beta}_2$	0.576	0.01	2.50	4.8	38.60
$\hat{\varepsilon}$	-	-	-	-	6.04

Tabla 19. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de CPUE total de *D. gigas* en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. VIII Región. Serie de desembarques industriales.

Componentes Del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclos/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	0.034	0.82	-	-	-
sen(2 π 1.13t) $\hat{\beta}_1$	-0.548	0.02	1.13	10.6	47.53
cos(2 π 5.14t) $\hat{\beta}_2$	-0.810	0.02	5.14	2.3	25.14
sen(2 π 5.00t) $\hat{\beta}_3$	0.588	0.09	5.00	2.4	20.58
$\hat{\varepsilon}$	-	-	-	-	6.75

Para el recurso merluza común desembarcado en la VIII Región el modelo que mejor se ajusta a la serie filtrada de desembarque puede ser descompuesta en cuatro unidades periódicas (Figs. 36 A, B, C, D y F). Dos de estas componentes presentan baja frecuencia (0,19/años), lo que significa que el ciclo periódico ocurre cada 5,25 años (Figs. 36B y E). La diferencia entre una y otra se debe a la función armónica a la cual están asociadas (Tabla 20). Las frecuencias restantes son equivalentes a ciclos periódicos de 6,0; 8,6 y 4,2 meses (Figs. 36 C, D y F).

El modelo completo, con todas las unidades periódicas y en la escala original de la serie de desembarques de *M. gayi*, explica 60% de la varianza (Fig. 37). De esta fracción, la componente periódica 0,19/año (ciclo de 5,3 años), asociada a la función seno, da cuenta de 68%, con el resto repartándose en las otras frecuencias (Tabla 20).

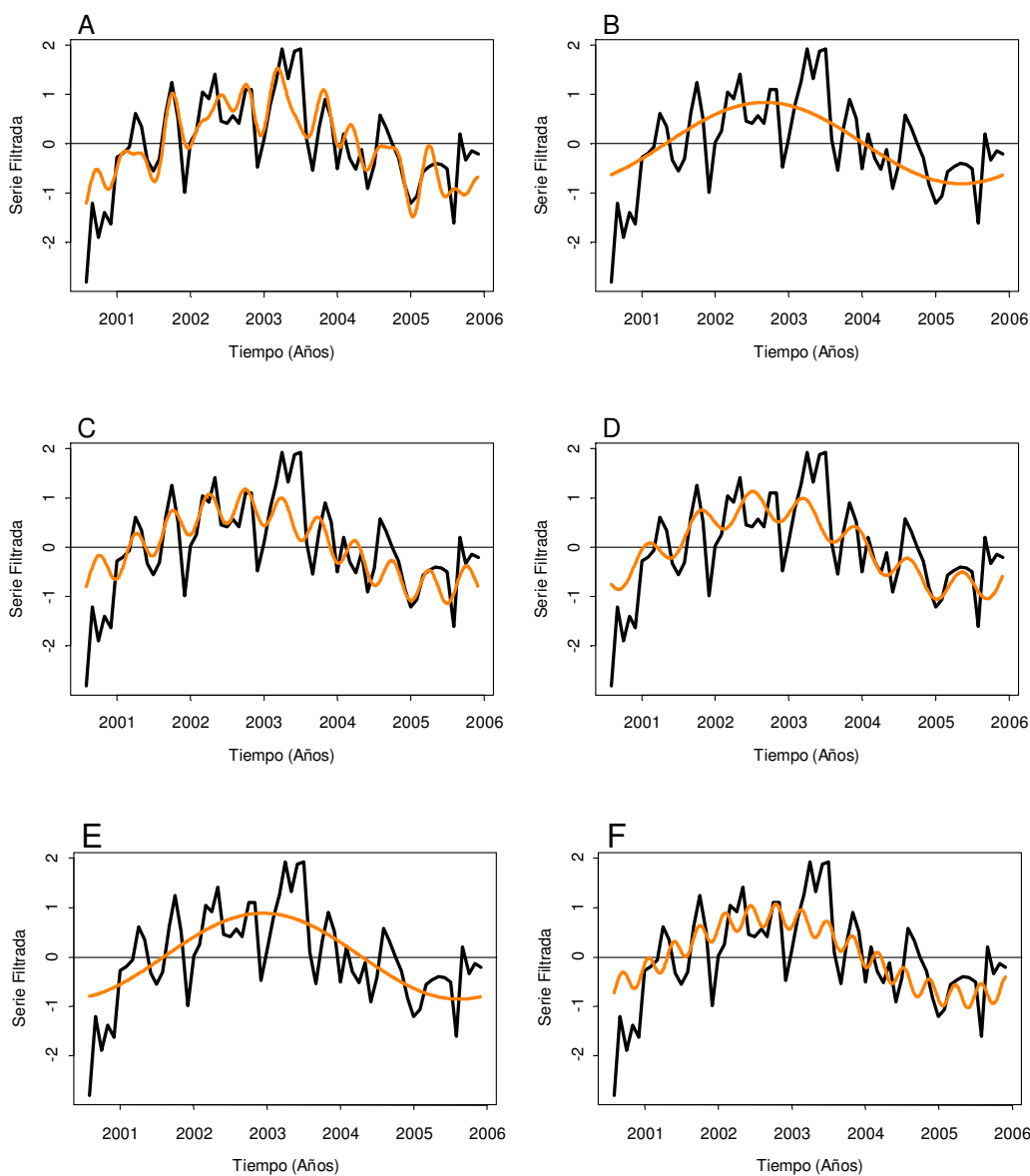


Fig. 36. Serie temporal original de abundancia de *M. gayi* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).

Tabla 20. Parámetros y frecuencias asociadas del modelo de captura total de *D. gigas* en el tiempo y proporción de cada frecuencia en la varianza total. V Región.

Componentes del modelo	$\hat{\beta}$	p	Componente periódica		Varianza (%)
			Frecuencia (ciclos/año)	Meses	
$\hat{\beta}_0$	0.0151	0.84	-	-	-
$\text{sen}(2\pi 0.48t) \hat{\beta}_1$	-0.826	0.00	0.19	63.2	67.68
$\text{cos}(2\pi 0.92t) \hat{\beta}_2$	0.340	0.00	2.00	6.0	9.31
$\text{sen}(2\pi 5.76t) \hat{\beta}_3$	-0.307	0.01	1.40	8.6	9.74
$\text{cos}(2\pi 0.48t) \hat{\beta}_4$	-0.274	0.01	0.19	63.2	6.98
$\text{sen}(2\pi 5.40t) \hat{\beta}_5$	0.232	0.03	2.87	4.2	5.20
$\hat{\varepsilon}$		-	-	-	1.10

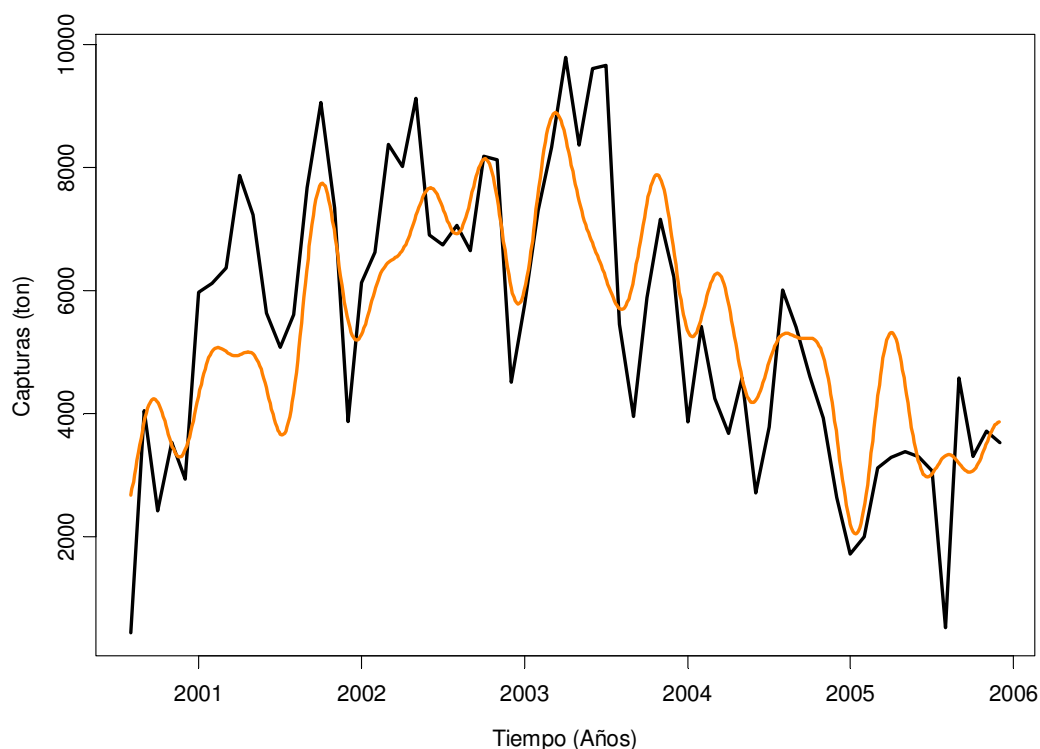


Fig. 37. Serie temporal original de abundancia de *M. gayi* en la VIII Región, junto al modelo de mejor ajuste. Serie filtrada (—), modelos (—).

4.3.4.2.12. Discusión

Los resultados de la componente espacial están condicionados al año en que se efectuó la colección de datos de CPUE georreferenciados (año 2004). A pesar de esto, la información es de utilidad ya que muestra el comportamiento espacial de *D. gigas* y *M. gayi*, incluyendo la sobreposición entre.

Los resultados del análisis de series cronológicas de CPUE de *D. gigas* sugieren que las variaciones intra-anales de la jibia son reflejo de su propia dinámica de reclutamiento. Los ejemplares de *D. gigas* de un año alcanzan 70 cm de longitud del manto, tamaño promedio aproximado de los ejemplares que forman parte de las capturas (resultados del presente estudio). Por tanto, se puede considerar que los registros de CPUE provenientes de la base de datos del Sernapesca corresponden a ejemplares de 1 año de vida aproximadamente. Considerando esto y de acuerdo a los resultados del análisis de espectral de la base de datos del Sernapesca, el máximo de CPUE total detectado en Junio-julio, en la IV Región, es reflejo del reclutamiento ocurrido un año antes en la misma época. En efecto, este calamar presenta dos épocas de reclutamiento, en otoño (marzo) y en invierno (julio). Este mismo resultado fue detectado en la VIII Región con la base de datos artesanal.

El patrón temporal de abundancia de *D. gigas*, que presentó períodos de valores altos y bajos con duración de cinco meses cada uno, aprox., se vio proyectado en el patrón de canibalismo, el que presentó valores altos cuando la CPUE fue alta. Este resultado se observó en las Regiones IV y VIII, pero en esta última estuvo modulada por la presencia de otras presas. De este modo hubo una segregación de la presas de acuerdo al tamaño de *D. gigas*. Además, *M. gayi* sólo es predada por ejemplares de *D. gigas* sobre 80 cm de longitud del manto; el canibalismo y la predación sobre *E. ringens* fue ejercida por los ejemplares de *D. gigas* de 60-80 cm de longitud del manto. Esta segregación en la predación eventualmente es una estrategia que podría permitir a *D. gigas* disminuir la competencia intra-específica por presas. Del mismo modo que los patrones temporales de CPUE de *D. gigas* se proyectan en el canibalismo, los patrones temporales de *M. gayi* en la VIII Región también se reflejan en los patrones temporales de este pez en la dieta de *D. gigas*.

4.3.4.2.13. Conclusiones

- Se revisó prácticamente toda la información disponible del recurso jibia (*Dodidicus gigas*) y sus pesquerías en Chile, Perú y México, cumpliéndose con los objetivos específicos y resultados esperados establecidos en los Términos Básicos de Referencia de este proyecto, contándose con la activa participación de colegas que se encuentran trabajando en varias instituciones (institutos de investigación, universidades) de los países señalados.
- De los aspectos biológicos se obtuvo información básicamente de estructura de tallas y relaciones longitud-peso publicadas, y de otros antecedentes biológicos de jibia de la fauna acompañante de pescas de identificación de proyectos de evaluación hidroacústica de merluza común (proyectos FIP 2002-03 y FIP 2004-09). La estructura de tallas de jibia tiende a ser unimodal o, a lo más, bimodal, lo que se asocia a sus reclutamientos.
- Los antecedentes recopilados exhaustivamente de desembarques de jibia y esfuerzo de pesca (número de viajes y número de embarcaciones) cubren los años 2002 a 2005, en el caso de la IV Región de Coquimbo (flota artesanal), y del 2000 a 2006, en el caso de la VIII Región del Bío-Bío (flotas artesanales cerquera y potera, e industrial arrastrera).
- La información de la operación de las flotas, señalada arriba, fue complementada con información de proyectos FIP de evaluación de las merluzas común (*Merluccius gayi*), austral (*Merluccius australis*), de cola (*Macruronus magellanicus*) y de tres aletas (*Micromesistius australis*). Esta última información consiste en CPUE's georreferenciadas de las especies objetivo y algunas especies by-catch, particularmente jibia. Las capturas provienen de lances de identificación del recurso principal, donde también se registró el by-catch. Sin embargo, sólo la base de datos del proyecto FIP 2004-09 fue utilizada, ya que el número de lances (n=180) permitió proceder con análisis geoestadístico de la CPUE de *M. gayi* y *D. gigas*.
- La información de contenido estomacal de *D. gigas* obtenida del proyecto FIP 2004-09 y

consiste solo en presencia-ausencia de *M. gayi* como presa y grado de repleción del los estómagos de jibia, además de la longitud del manto y peso de este predador.

- La autocorrelación espacial de *D. gigas* (50 km) y *M. gayi* (30 km) es alta, probablemente debido a la alta capacidad de desplazamiento de ambas especies, al menos si se las compara con otras menos móviles, tal como camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*), en los que la autocorrelación espacial es de ca. 10 km.
- *D. gigas* comparte todo su rango de distribución con *M. gayi*, sobreponiéndose en el rango batimétrico principalmente entre 100 y 200 m de profundidad.
- El patrón temporal de la CPUE de *D. gigas*, tanto en la IV como en la VIII Regiones, posee más de una unidad estacional. En ambas Regiones la componente estacional de 10 meses explica sobre el 50% de la varianza, es decir, aquella en que existe alternadamente un máximo y un mínimo de CPUE cada 5 meses.
- Este patrón estacional de la CPUE es reflejo del propio patrón de reclutamiento de *D. gigas*, al coincidir con los dos períodos de reclutamiento detectados en este mismo proyecto (otoño e invierno) y la edad de los ejemplares capturados (1 año), inferida a partir del tamaño promedio de captura (70 cm de longitud del manto).
- Existe coincidencia en la periodicidad del canibalismo de *D. gigas* con la periodicidad de la CPUE. Del mismo modo, el patrón temporal de CPUE de *M. gayi* es concordante con el patrón temporal de la predación que ejerce *D. gigas* sobre esta especie íctica. Por tanto, probablemente el comportamiento de alimentación de *D. gigas* responde a la disponibilidad ambiental de esta presa.
- El tipo de presas encontradas en los estómagos de *D. gigas* es dependiente del tamaño del predador.

4.3.4.2.14. Referencias Bibliográficas

- Ahumada, R. L. Pinto & P. Camus, 2000. The Chilean Coast. In Sheppard C.R.C. (ed) Seas at the millenium: an environmental analysis: 699-717. Pergamon Press, Oxford. United Kingdom
- Bez, N., 2002. Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science*. 59: 1921-1931
- Bloomfield, P., 1976. Fourier analysis id time series: An Introduction. Wiley, 351 p.
- Cleveland, W. S., 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplot. *Journal of American Statistics Association*, 74: 829-836.
- Cressie, N. A. 1993. Statistics for Spatial Data, Revised Edition, Wiley. 1056 p.
- Clarke, R. & O. Paliza, 2000. The Humboldt Currente squid *Dosidiscus gigas* (Orbigny, 1835). *Revista de Biología marina y Oceanografía*, 35:1-39.
- Denis, V. J. Lejeune, & J Robin, 2002. Spatio-temporal analysis of commercial trawler data using General Additive models: patterns of Loliginid squid abundance in the north-east Atlantic. *Journal of Marine Science*, 59: 633-648.
- Diachok, O. 2000. Absorption spectroscopy: A new approach to estimation of biomass. *Fisheries Research*, 47:231-244.
- Gasalla M. C. Rossi-Wornngtschowski, 2004. Contribution of ecosystem analysis to investigating the effects of changes in fishing strategies in the South Brazil Bight coastal ecosystem. *Ecological Modelling*, 172: 283-306.
- Gooaverts, P, 1997. Geostatistics for natural resources evaluation. Oxford University Press. 483 p.
- Goovaerts, P. & A.G. Journel, 1995. Integrating soil map information in modeling conditional probability distribution function. *Mathematical Geology*, 46:397-414.
- Goovaerts, P., R. Webster & J.P. Duobois, 1997. Assessing the risk of soil contamination in the Swiss Jura using indicator geoestadistics. *Environmental and Ecological Statistics*, 4: 31-48.
- Granger, C., E. Ghysels, N. R. Swanson, M. W. Watson, P. Hammond & A. Holly, 2001. Essays in Econometrics: Volume 1, Spectral Analysis, Seasonality, Nonlinearity, Methodology, and Forecasting : Collected Papers of Clive W. J. Granger (Econometric Society Monographs). 544p.
- Isaaks, E. H. & R. M. Srivastava, 1989. Applied Geostatistics, Oxford University Press. 561 p.
- Journel, A.G., 1983. Non-parametric estimation of spatial distribution. *Mathematical Geology*, 15:445-468.
- Lillo, S., M. Rojas, R. Tascheri & V. Ojeda, 2002. Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. Proyecto FIP 2002-03, Informe Final. IFOP. 182 pp+ Anexos.
- Markaida, U & O. Sosa-Nishizaki, 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidiscus gigas* (Cephalopoda: Ommastrphidae) from the Gula of California, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 83:1-16
- Moltschaniwskyj, N. & M. Steer, 2004. Spatial and seasonal variation in reproductive characteristics and spawning of southern calamari (*Sepioteuthis australis*): spreading the mortality risk. *Journal of Marine Science*, 61: 921-927.
- Nigmatullin, Ch., K. Nesis & A. Arkhipkin, 2001. A review of the biology of jumbo squid

- Dosidiscus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research*, 54: 9-19.
- Pennington, M., R. Bowman & R. Langton. 1982. Variability of the weight of stomach contents of fish and its implications for food studies. En: M. Cacilliet y A. Simenstad (eds.). Gutshop 81. Fish food habits studies. Proceedings of the Third Pacific Workshop Washington Sea Grant Publication. University of Washington, pp. 2-7.
- Pierce, G. N. Bailey, Y. Stratoudakis & A. Newton. 1998. Distribution and abundance of the fished population of *Loligo fobesi* in Scottish waters: analysis of research cruise data. *Journal of Marine Science*, 55: 14-33.
- Páramo, J. & R. Roa, 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat-abundance relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. *Fisheries Research*, 60: 309-319.
- Petitgas, P., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K.G. Foote, P. Fernández & N. Bez, 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Science, 203 p.
- Rivoirard, J., 2001. Which Models for Collocated Cokriging?. *Mathematical Geology*, 33:117-131.
- Roa, R. & Tapia, F., 2000. Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* population off central Chile. *Mar.Ecol.Prog.Ser.*, 196: 239-251.
- Roberts M., 2005. Chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) abundance linked to changes in South Africa's Agulhas Bank ecosystem during spawning and the early life cycle. *Journal of Marine Science*, 62: 33-55.
- Saito H. & P. Goovaerts 2002. Accounting for measurement error in uncertainty modeling and decision-making using indicator kriging and p_eld simulation: application to a dioxin contaminated site. *Environmetrics*, 13: 555-567.
- Shumway R. H. & D. S. Stoffer, 2000. Time series analysis and its application. Springer, 549 p.
- Venables, W. N. & B. D. Ripley, 1999. Modern Applied Statistics With S-PLUS. Springer, 520 p.

4.3.5. Objetivo Específico 3

Estimar de la tasa instantánea de evacuación gástrica, la ración diaria de alimento y la razón consumo/biomasa de jibia en el ecosistema marino de Chile central, con énfasis en recursos pesqueros.

Resumen

Se analizó 1.519 estómagos (1.050 en la IV Región y 463 en la VIII Región) obtenidos de diciembre 2005 a noviembre 2006, de los cuales 940 presentaron algún tipo de contenido. El espectro trófico de la jibia alcanzó a 23 ítemes de presa. En la IV Región existe dominancia extrema de la propia jibia como presa (50% a 100% en los individuos mayores a 85 cm de LDM). El canibalismo se hace más frecuente en ejemplares de mayor tamaño (predador). En la VIII Región dominan la dieta la sardina común y la merluza común. Sin embargo, los resultados son arte de pesca-dependientes, esto es, están sesgados por el arte de pesca utilizado en la captura de jibia. El grupo de trabajo de este proyecto concensuó que lo más probable es que el aporte de merluza común a la dieta de jibia en Chile centro-sur sea de 15% en peso.

El análisis de similitud realizado para evaluar agrupaciones entre región, trimestre y grupo de tamaño reveló la existencia de una agrupación mayor asociada a la región (zona), con una asociación menor debida al trimestre para la VIII Región y al grupo de tamaño para la IV Región.

También se comunicaron resultados del muestreo de frecuencia de tallas, relación longitud-peso y del contenido estomacal de jibia en el período diciembre 2005 a noviembre 2006 en las Regiones IV y VIII. En la zona norte los muestreos ocurrieron en Coquimbo y en la zona centro-sur en Talcahuano, San Vicente y Coronel. Se obtuvieron muestras de tres tipos de arte de pesca. En la zona norte se muestreó jibias de la captura con poteras; en la zona centro-sur las muestras fueron obtenidas de embarcaciones cerqueras anchoveteras artesanales, arrastreras industriales merluceras y embarcaciones artesanales poteras. En la pesquería que usa poteras la jibia es la especie objetivo; en las restantes la jibia es parte del by-catch.

Se muestreó en total 1.811 ejemplares de jibia (1.056 en la zona norte y 755 en la zona centro-sur). La proporción sexual fue 1 : 2,5 = machos : hembras, con la misma proporción sexual en ambas zonas. La distribución de frecuencia de tallas de machos y hembras de jibia por zona de pesca se presenta unimodal (zona norte: moda machos = 79 cm LM; moda hembras = 73 cm LM para hembras) (zona centro-sur: moda machos = 68.5 cm LM; moda hembras: 66.8 cm de LM).

Se muestreó 1.519 estómagos de jibia (463 estómagos en la zona centro-sur, de los que 401 presentaron contenido estomacal identificable; 1.056 estómagos en la zona norte, de los que 463 presentaron contenido estomacal identificable). El espectro trófico de la jibia es arte de pesca – dependiente, dominando la jibia en la pesquería con poteras, peces pelágicos en la pesca cerquera artesanal y merluza común en la pesquería arrastrera merlucera.

4.3.5.1. Metodología

4.3.5.1.1. Datos

En la ejecución de este proyecto se ha generado una base de datos propia del contenido estomacal de jibia sustentada en muestreos de estómagos de ejemplares capturados con poteras (Coquimbo y Concepción), así como arte de pesca arrastrero merlucero y cerquero anchovetero artesanal. En todos los casos la jibia es parte del by-catch, excepto en la pesquería con poteras de Coquimbo, donde es recurso objetivo. La información original fue utilizada en la descripción de la dieta de jibia y en la cuantificación del consumo.

4.3.5.1.2. Análisis del contenido estomacal de jibia (datos de campo)

Para este análisis se dispone de $n = 1.519$ estómagos de jibia ($n_{\text{centro-sur}} = 463$ en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006; $n_{\text{norte}} = 1.056$ en el periodo enero - noviembre 2006).

4.3.5.1.3. Composición de la dieta de jibia

Para la cuantificación de la importancia de las presas en la dieta de jibia se utilizó índices de

porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%F), de acuerdo con Hyslop (1980). Debido a que estas tres medidas proporcionan una comprensión distinta de los hábitos alimentarios de un predador, se construyó dos índices compuestos, a saber: el Índice de Importancia Relativa (IIR; Pinkas *et al.*, 1971), cuya expresión es:

$$IIR = (\%N + \%P) \cdot \%F$$

y el Índice de Importancia Numérica (IIN), que se expresa como:

$$IIN = \sqrt{(\%N \cdot \%P) \cdot \%F}$$

En la inspección de las variaciones en la dieta de la jibia con respecto al sexo, tamaño y período de muestreo se utilizó el Índice de Similitud de Bray-Curtis (BC; Bloom, 1981), sobre la base de IIR e IIN, cuya expresión es:

$$BC = \frac{2 \sum_{i=1}^S \min(x_{ij}, x_{ik})}{\sum_{i=1}^S (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde: $\min(x_{ij}, x_{ik})$ corresponde al valor mínimo del IIR (o IIN) de la i -ésima presa en la dieta de jibia entre las variables j y k (e.g. sexo, tamaño, período de muestreo); S es el número total de ítems presa.

Para el análisis de la dieta respecto a la talla de la jibia se confeccionó cinco grupos arbitrarios de tamaño cada 5 cm LDM (<70; 70-75; 75-80; 80-85 y >85 cm de LDM). Para el análisis temporal y espacial de la dieta la información fue separada trimestralmente (I=verano, II=otoño, III=invierno y IV=primavera) y por zonas (norte en la IV Región y centro-sur en la VIII Región). Esta separación temporal se justifica de acuerdo a Pennington *et al.* (1982), quienes mostraron que el peso del contenido estomacal del cod (*Gadus morhua*) del Océano Atlántico noroccidental presenta al trimestre como la principal fuente de variación.

4.3.5.1.4. Consumo (Q), ración diaria de alimento (RD) y tasa de evacuación gástrica (E) en la jibia

La ración diaria (RD), que corresponde a la cantidad de alimento consumido por un animal en 24 horas, es un parámetro básico en el estudio de la trofodinámica de ecosistemas (Hamerlynck *et al.*, 1993). Con el desarrollo de modelos multiespecíficos de evaluación de stock este parámetro ha adquirido importancia en el campo de la ecología aplicada (Sissenwine & Daan, 1991). Las estimaciones cuantitativas del consumo diario y de la tasa de evacuación gástrica, así como la composición de la alimentación, son necesarios y de aplicación en el desarrollo de modelos de evaluación multiespecíficos en especies marinas explotadas (Huebner & Langton, 1982).

Se ha desarrollado varios métodos para el cálculo de RD en especies marinas, los que, aún cuando en sus orígenes fueron diseñados para peces, también han sido aplicados a otro tipo de animales tales como cefalópodos (Cubillos *et al.*, 2004). Uno de los más ampliamente usados se basa en la estimación de la tasa instantánea de evacuación gástrica (E), esto es, el cambio en el peso del contenido estomacal en el tiempo, y del tiempo de digestión (Elliott & Persson, 1978; Jarre *et al.*, 1991). En este método se puede utilizar datos seriados de campo o también datos experimentales con animales en cautiverio, y es válido sólo para peces carnívoros que se alimentan de una sola vez (Macpherson, 1985; Arancibia, 1989).

En estudios de campo E puede ser determinada conociendo el peso del contenido estomacal a intervalos regulares (o irregulares) a lo largo de un período de 24 horas y luego, con el conocimiento de E se puede calcular el consumo total para el período considerado (Arancibia, 1991; Hamerlynck *et al.*, 1993; Whitley & Hayward, 2000).

En estudios donde las mediciones directas del alimento consumido por animales marinos tal como peces son impracticables, E obtenida a partir de experimentos en laboratorio, combinada con datos del contenido estomacal recogidos de campo, puede ser usada para determinar la tasa de consumo de alimento, Q (Elliott & Persson, 1978; He & Wurtsbaugh, 1993).

Para el cálculo de la RD de jibia se agrupó a los ejemplares en dos rangos ($\leq 75\text{cm}$ y $> 75\text{ cm}$ de LDM) por trimestre y región, utilizando la expresión propuesta por Bajkov (1935), la que posteriormente fue usada por Eggers (1977). Este parámetro se calcula como el factor entre el peso promedio del contenido estomacal el período de tiempo (en este caso 24 horas) y la tasa de evacuación gástrica, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$R_i = 24 E_i \overline{S_i}$$

donde: R_i es la ración diaria ($\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$) en el periodo de tiempo i ; E_i es la tasa de evacuación gástrica (h^{-1}); S_i es el peso promedio del contenido estomacal en el periodo i ; 24 representa un día en horas.

Para el cálculo de la tasa de evacuación gástrica se consideró a Sainsbury (1986), descomponiéndose el ciclo de 24 horas en dos fases: a) fase de alimentación, en donde ocurre la ingesta de alimento (presas) a una tasa constante mientras una fracción del contenido estomacal está simultáneamente siendo evacuada; y b) fase de no alimentación, en la que solo ocurre la evacuación del alimento. La duración de la primera fase (en horas) se representa por T_f , y el complemento a 24 horas representa la fase de no alimentación. En este modelo, al final del periodo de alimentación ocurre el máximo contenido estomacal (S_0), a partir del cual y durante la fase de no alimentación comienza a ser evacuado exponencialmente hasta quedar el contenido estomacal residual (S_r), según la siguiente expresión:

$$S_r = S_0 \exp(-E \cdot (24 - T_f))$$

Para el cálculo de los valores de S_0 y S_r se utiliza la distribución de frecuencia del contenido estomacal, considerando el percentil de 10% para obtener S_r y el de 90% para obtener S_0 (Cubillos *et al.*, 2004). La tasa de ingestión en la fase de alimentación ha sido determinada en 1,32% del peso corporal de jibia por hora y la ración diaria fue determinada en 13,14% del peso corporal (periodo de alimentación de 9,95 horas), por lo que se adopta que la fase de alimentación es de 10 horas ($T_f = 10\text{ h}$). Esto permite estimar E de acuerdo a la siguiente expresión:

$$E = -\frac{1}{24 - T_f} \ln \frac{S_r}{S_0}$$

Posteriormente se estima el peso promedio del contenido estomacal por grupo de tamaño de jibia (dos grupos de tamaño separados en 75 cm LM) mediante el promedio geométrico. Con este valor se estima RD. La razón consumo/biomasa (Q/B) fue determinada trimestralmente entre zonas geográficas y por tamaños del predador, según la expresión propuesta por Livingston *et al.* (1986), modificada por Mehl & Westwård (1983) y usada por Arancibia (1989, 1991, 1997), a saber:

$$Q_{ijk} / B_{ij} = R_{ij} D_i P_{ijk}$$

donde: Q_{ijk} es el consumo de la presa k por el grupo de tamaño j del predador en la estación i ; R_{ij} es la ración diaria de alimento del grupo de tamaño j del predador en la estación i ; D_i es el número de días en la estación i ; B_{ij} es la biomasa del grupo de tamaño j del predador en la estación i ; P_{ijk} es la proporción en peso de la presa k consumida por el grupo de tamaño j del predador en la estación i .

El consumo anual (Q_{ajk}) se obtiene como la sumatoria de los consumos trimestrales, según:

$$Q_{ajk} / B_{aj} = \sum Q_{ijk} / B_{ij}$$

donde: Q_{ajk} es el consumo de la presa k por el grupo de edad j (o tamaño) del predador en el año a .

4.3.5.1.5. Métodos energéticos

A diferencia de los métodos anteriores, en los que E, R y Q/B son obtenidos con datos de campo, los modelos bioenergéticos requieren de muestreos menos intensivos de estómagos

desde el ambiente, aún cuando se necesita mayor cantidad de datos de tamaños del predador y de la temperatura del habitat, pues ambas variables se relacionan directamente con el metabolismo. Para evaluar la aplicabilidad de los modelos energéticos en la cuantificación de la cantidad de alimento consumido por la jibia se utilizó dos de aquellos modelos energéticos siguiendo a Rodhouse & Nigmatullin (1996), cuyas expresiones son:

$$R = 0,058M^{0,79} * 1,082^T$$

y,

$$R = 0,0683 + 0,0474M$$

donde: R es la ración diaria de alimento (g/d); M es la masa del cuerpo (g); T es la temperatura (°C).

4.3.5.2. Resultados

Este objetivo específico considera “estimar la tasa instantánea de evacuación gátrica (E), la ración diaria de alimento (RD) y la razón consumo/biomasa (C/B) de jibia en el ecosistema marino de Chile central con énfasis en recursos pesqueros”.

4.3.5.2.1. Experimentos en laboratorio

Se realizó 4 experimentos de mantención de jibia en cautiverio con pescas efectauadas frente a Coquimbo, del 8 al 12 de mayo. Se operó a bordo del bote a motor “El Matías” (Matrícula 2188 de Coquimbo). El equipamiento consistió en dos bins de 1 m³, botellas de aire comprimido, poteras y un chinguillo (2 m de largo, 50 cm de diámetro). Cada zarpe ocurrió desde el muelle de la empresa “Pesquera San José” entre las 19 y 20 horas. Las zonas de pesca se ubicaron a 1-2 horas de navegación rumbo al oeste. Normalmente se trabajó con mar calma.

Como aparejo de pesca se utilizó poteras japonesas de 1,5 kg de peso y doble aro con luz

química verde ubicada a un metro de la potera. Se caló por ambas bandas y se trabajó desde 10 bz a 40 bz. Al capturar un ejemplar de jibia se lo mantuvo en el chinguillo (Fig. 38) por casi una hora, estimulándolo para botar su tinta ya que ésta perjudica notoriamente a los ejemplares de jibia mantenidos en cautiverio (Unai Markaida, comunicación personal). Se continuó con el bote a la deriva y las poteras operando para capturar otro ejemplar.

Los ejemplares de jibia fueron ubicados uno en cada bin con aireación desde las botellas de aire comprimido. Se enfiló rumbo a puerto con recambio de agua de mar completo en cada bin por 2 a 3 veces en el trayecto de regreso, particularmente cuando la jibia expulsó tinta. Los ejemplares de jibia fueron desembarcados en el muelle de la Universidad Católica del Norte-Campus Guayacán y trasladados a dos tipos de estanques con agua de mar filtrada circulando y aireación continua (Figs. 39, 40 y 41). Los estanques fueron cubiertos con malla ratschel negra (70% retención de luz). En total se mantuvo a 7 ejemplares de jibia en cautiverio. Normalmente la recalada ocurrió pasada la medianoche.

En cautiverio los ejemplares fueron controlados a las 07, 10, 13, 16, 19, 22 y 01 horas, registrando en bitácora su condición fisiológica, ofreciéndoles alimento (anchovetas enteras frescas) una vez al día, al anochecer. Todos los ejemplares de jibia mantenidos en cautiverio fallecieron entre 48 y 72 horas después de depositarlos en los estanques. Dos ejemplares aceptaron alimento al anochecer del primer día de cautiverio: una jibia consumió 4 anchovetas (97 gr) y otra una anchoveta (23 gr).

Un patrón general es que las jibias en cautiverio comenzaron a despigmentarse rápidamente al primer o segundo día del cautiverio, dependiendo de la condición fisiológica general y al estado en que llegaron a los estanques. El avance en la despigmentación estuvo asociado a la falta de reacción de la jibia a estímulos mecánicos y lumínicos. Al avanzar la pérdida de condición fisiológica los ejemplares de jibia se mantenían en reposo sobre el fondo del estanque expulsando agua por el sifón. Finalmente, poco antes de morir los ejemplares de jibia reposaban sobre el dorso, expulsando agua tenuemente por el sifón. La experiencia de mantención de jibia en cautiverio se suspendió el viernes 19 de mayo por la tarde. Esta

experiencia no fue retomada debido a la escasa factibilidad de mantener jibias vivas en cautiverio, lo que no ha sido exitoso en ninguna experiencia reciente en países de América (Dr. Unai Markaida, México, comunicación personal efectuada al jefe de proyecto el jueves 16 y viernes 17 de noviembre de 2006 en la Universidad de Hawai en Manoa, Honolulu).



Fig. 38. Chinguillo para mantener jibias momentáneamente junto al bote.



Fig. 39. Estanque alargado (60 cm altura, 4 m largo)



Fig. 40. Estanque circular (9 m³ de capacidad)



Fig. 41. Jibia en cautiverio.

4.3.5.2.2. Análisis del contenido estomacal de jibia (datos de campo)

Datos

Se trabajó con datos de 1.519 estómagos obtenidos en el período diciembre 2005 a noviembre 2006, de los cuales 940 presentaron algún tipo de contenido. En cuanto a la distribución espacial de las muestras colectadas, 1.050 provienen de la IV Región y 463 de la VIII Región (Tabla 21). En ambos casos la fracción de estómagos con contenido fue superior al 50%, siendo mayor en las muestras de la VIII Región.

Tabla 21. Número de estómagos analizados por grupo de tamaño de longitud del manto (LDM; cm) y trimestre para la IV y VIII Regiones.

Grupo LDM / Timestre		IV Región					VIII Región					TOTAL
		I	II	III	IV	Total	I	II	III	IV	Total	
<70	total estómagos	78	46	14	19	157	115	27	29	3	174	331
	c/contenido	41	22	7	11	81	95	25	23	2	145	226
70-75	total estómagos	35	101	40	54	230	65	19	20	4	108	338
	c/contenido	17	58	19	27	121	50	16	16	2	84	205
75-80	total estómagos	39	126	32	71	268	34	27	12	13	86	354
	c/contenido	23	76	16	37	152	28	27	11	8	74	226
80-85	total estómagos	50	106	29	34	219	9	16	15	4	44	263
	c/contenido	31	55	12	24	122	8	14	12	3	37	159
>85	total estómagos	29	72	37	44	182	3	13	27	8	51	233
	c/contenido	16	34	16	21	87	2	12	24	8	46	133
Total estómagos		231	451	152	222	1.056	226	102	103	32	463	1.519
Total	c/contenido	128	245	70	120	563	183	94	86	23	386	949
	(%)	(55)	(54)	(46)	(54)	(53)	(81)	(92)	(83)	(72)	(83)	(62)

Análisis del contenido estomacal de jibia en la zona centro- sur

De los 463 estómagos de jibia analizados, 401 presentaron contenido identificable. Los estómagos vacíos ocurren en el rango 0-32%, mientras que los estómagos llenos ocurren en el rango 1-26% (Tabla 22; Fig. 42).

Tabla 22. Índice de llenado (porcentaje) de estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur (n = 463).

Mes	Vacío	Poco	Medio	Casi lleno	Lleno
Dic-05	27,4	15,2	13,9	12,9	11,8
Ene-06	9,7	2,6	11,1	30,6	15,8
Feb-06	32,3	25,1	15,3	6,5	26,3
Mar-06	3,2	7,3	8,3	3,2	2,6
Abr-06	0,0	4,2	0,0	9,7	1,3
May-06	8,1	12,6	19,4	16,1	10,5
Jun-06	16,1	17,8	9,7	8,1	9,2
Ago-06	1,6	8,9	9,7	1,6	18,4
Oct-06	1,6	6,3	12,5	11,3	3,9

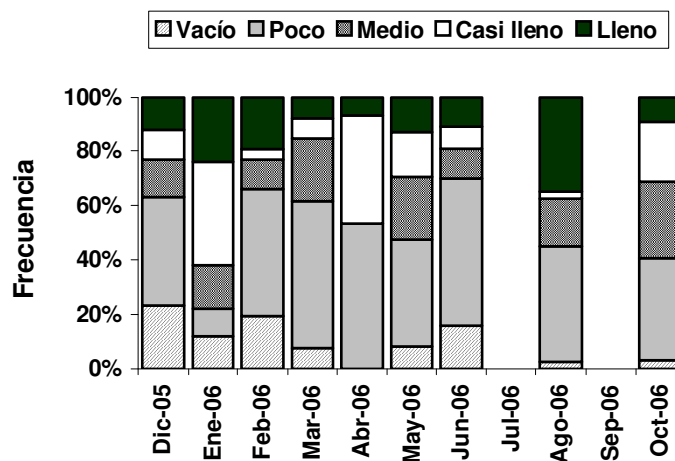


Fig. 42. Estado de llenado de los estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur; n = 463.

No se encontró estómagos de jibia en estado de digestión fresco (recién ingerido). Los estómagos de jibia con contenido estomacal digerido ocurren entre 0 y 26%; y aquellos con alimento digerido entre 2 y 23% (Tabla 23; Fig. 43). A la vez, se encontró diferencias significativas tanto del llenado de los estómagos (Tabla 24) como de su grado de digestión (Tabla 25). El índice de llenado en peso (FWI) no presenta ningún patrón y tiende a ser más bien estable entre meses (Fig. 44) y las diferencias son no significativas (Tabla 26).

Tabla 23. Índice de digestión (porcentaje) en estómagos de jibia por mes en la zona centro-sur (n = 463).

Mes	Medio	Mayor	Casi todo	Todo
Dic-05	42,9	23,2	12,0	25,8
Ene-06	0,0	3,6	12,6	9,1
Feb-06	42,9	5,4	22,8	31,8
Mar-06	14,3	5,4	6,0	3,0
Abr-06	0,0	17,9	1,5	0,0
May-06	0,0	30,4	11,7	7,6
Jun-06	0,0	0,0	15,9	15,2
Ago-06	0,0	12,5	9,0	4,5
Oct-06	0,0	1,8	8,7	3,0

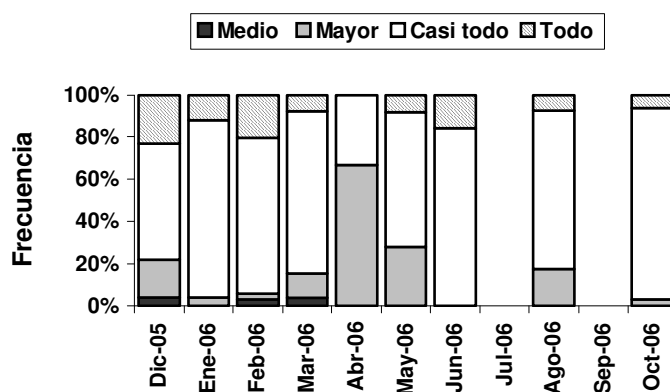


Fig. 43. Estado de digestión del contenido estomacal de jibia por mes en la zona centro-sur; n = 463.

Tabla 24. Tabla de Contingencia de máxima verosimilitud para la escala de llenado de estómagos de jibia durante para la zona centro-sur; n = 463.

	χ^2	g.l.	P
Maximum Likelihood Chi-square	100,62	32	< 0.001
Pearson Chi-square	100,19	32	< 0.001

Tabla 25. Tabla de Contingencia de máxima verosimilitud para la escala de digestión del contenido estomacal de jibia para la zona centro-sur; n = 463

	χ^2	g.l.	P
Maximum Likelihood Chi-square	86,28	24	< 0.001
Pearson Chi-square	94,11	24	< 0.001

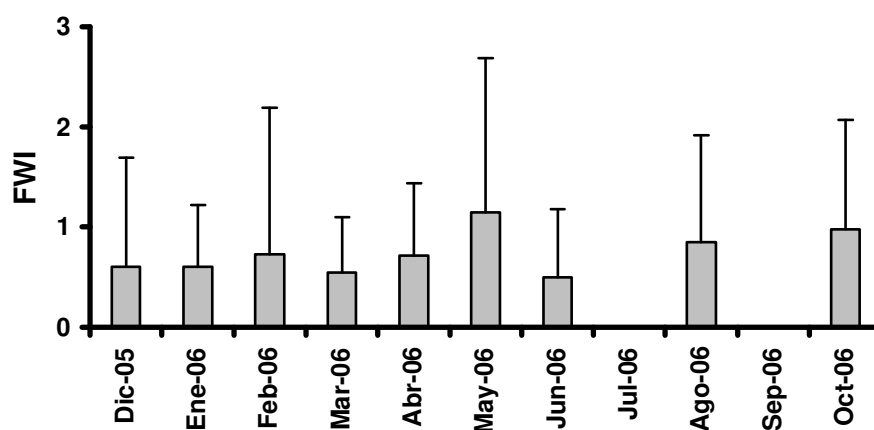


Fig. 44. Índice de llenado en peso de los estómagos de jibia para la zona centro-sur; n = 463.

Tabla 26. Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por mes para la zona centro-sur; n = 425.

ANOVA	SC	g.l.	SCM	F	P
Intercepto	187,06	1	187,06	143,80	<0.001
Fecha	19,24	8	2,40	1,84	0,066
Error	590,56	454	1,30		

El espectro trófico de jibia de la zona centro-sur estuvo conformado por 10 especies de peces, incluido Myctophidae, 2 de cefalópodos (*Todarodes filippovae* y *Dosidicus gigas*), un molusco (*Nassarius gayi*) y 3 crustáceos (*Emerita analoga*, Euphausiacea y Decapada). En los peces predominan sardina común (*Strangomera bentincki*) y merluza común (*Merluccius gayi*), mientras que en los cefalópodos ocurre preferentemente el canibalismo (Tabla 27).

El espectro trófico de jibia determinado con muestras segregadas por tipo de arte de pesca (pesquería) se presenta en la Tabla 28 (pesquería industrial de arrastre merlucero), Tabla 29 (pesquería artesanal de cerco) y Tabla 30 (pesquería potera), destacando que la composición de presas es arte de pesca-dependiente. En efecto, cuando las muestras de jibia son obtenidas de la pesca de arrastre merlucero la presa más importante es la merluza común fue la presa más importante (IIR 85%), mientras que en la pesquería de cerco y de potera lo fueron Euphausiacea (IIR 89%) y sardina común (IIR 98%), respectivamente.

Tabla 27. Frecuencia, número, peso e índice de importancia relativa (en porcentaje) de presas en los estómagos de jibia en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur de Chile; n = 401.

Item	%F	%N	%P	%IIR
Teleostei				
<i>Engraulis ringens</i>	11,90	1,59	12,90	3,20
<i>Strangomera bentincki</i>	25,54	14,81	18,12	39,89
<i>Trachurus murphyi</i>	0,29	0,01	0,003	0,001
<i>Normanichthys crockeri</i>	5,51	1,0	0,37	0,59
<i>Merluccius gayi</i>	39,76	1,43	45,76	10,31
<i>Macruronus magellanicus</i>	1,45	0,05	1,15	0,12
<i>Coelorhynchus</i> sp.	5,22	0,15	1,71	0,25
<i>Diaphus</i> sp.	2,32	0,11	0,44	0,07
<i>Hygophum</i> sp.	12,19	0,97	5,94	1,78
Myctophidae	4,06	0,13	0,68	0,12
Mollusca				
<i>Dosidicus gigas</i>	32,17	0,89	7,10	3,60
<i>Todarodes filippovae</i>	0,75	0,02	0,13	0,02
<i>Nassarius gayi</i>	0,50	0,01	0,004	0,001
Crustacea				
Euphausiacea	4,99	78,72	5,13	39,99
<i>Emerita analoga</i>	0,50	0,01	0,01	0,001
Decapada	2,99	0,10	0,56	0,09
Suma		100	100	100
Total en número		28886	53778,9	

Tabla 28. Espectro trófico de *D. gigas*, frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur. Pesquería de Arrastre (n = 210).

Item	%F	%N	%P	%IIR
Teleostei				
<i>Merluccius gayi</i>	10,36	56,51	92,29	85,54
<i>Diaphus</i> sp.	2,47	29,05	1,67	9,23
<i>Hygophum</i> sp.	0,49	1,45	2,32	0,38
Mollusca				
<i>Dosidicus gigas</i>	3,33	10,00	3,67	4,66
Crustacea				
<i>Emerita analoga</i>	0,48	1,43	0,05	0,09
Decapoda	0,48	1,43	0,001	0,09
Suma		100	100	100
Total en número		70	2481	

Tabla 29. Espectro trófico de *D. gigas*, frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - octubre 2006 en la zona centro-sur de Chile. Pesquería de Cerco (n = 108).

Item	%F	%N	%P	%IIR
Teleostei				
<i>Engraulis ringens</i>	10,67	0,11	0,77	0,10
<i>Strangomera bentincki</i>	30,07	4,28	24,87	7,65
<i>Normanichthys crockeri</i>	11,64	0,50	1,23	0,35
<i>Merluccius gayi</i>	4,85	0,04	0,92	0,05
<i>Macruronus magellanicus</i>	0,97	0,02	0,11	0,01
Mollusca				
<i>Dosidicus gigas</i>	63,89	0,29	33,68	2,59
<i>Nassarius gayi</i>	0,93	0,004	0,002	0,0003
Crustacea				
Euphausiacea	18,52	94,76	38,42	89,25
Suma		100	100	100
Total en número		23975	7128	

Tabla 30. Espectro trófico de *D. gigas*, frecuencia de presas, peso y número en el periodo diciembre 2005 - agosto 2006 en la zona centro-sur de Chile. Pesquería Potera (n = 83).

Item	%F	%N	%P	%IIR
Teleostei				
<i>Engraulis ringens</i>	9,74	0,28	0,21	0,05
<i>Strangomera bentincki</i>	58,45	93,40	71,69	98,27
<i>Trachurus murphyi</i>	1,22	0,03	0,01	0,001
<i>Normanichthys crockeri</i>	7,31	4,20	0,62	0,56
<i>Merluccius gayi</i>	14,61	0,43	15,07	0,38
<i>Macruronus magellanicus</i>	3,65	0,12	5,66	0,11
<i>Coelorhynchus</i> sp.	1,22	0,03	0,04	0,001
<i>Hygophum</i> sp.	3,65	0,12	0,18	0,01
Myctophidae	12,18	0,58	0,69	0,14
Mollusca				
<i>Dosidicus gigas</i>	28,92	0,74	5,79	0,49
<i>Nassarius gayi</i>	1,20	0,03	0,0004	0,001
Crustacea				
<i>Emerita analoga</i>	1,20	0,03	0,003	0,001
Suma		100	100	100
Total en número		3260	10711	

Con los datos de frecuencia de presas en el contenido estomacal de jibia, por pesquería, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA), revelándose la existencia de claras diferencias significativas en la frecuencia de presas por pesquería (Fig. 45). Acá se identifica tres grupos diferentes de presas, los que están determinados por sardina común, merluza común y jibia, las que a su vez dependen del tipo de arte de pesca (cerquero, arrastrero y potero, respectivamente). Un análisis de funciones discriminantes para la dieta de jibia por pesquería reafirma que la dieta encontrada en la jibia es arte de pesca –dependiente (Fig. 46).

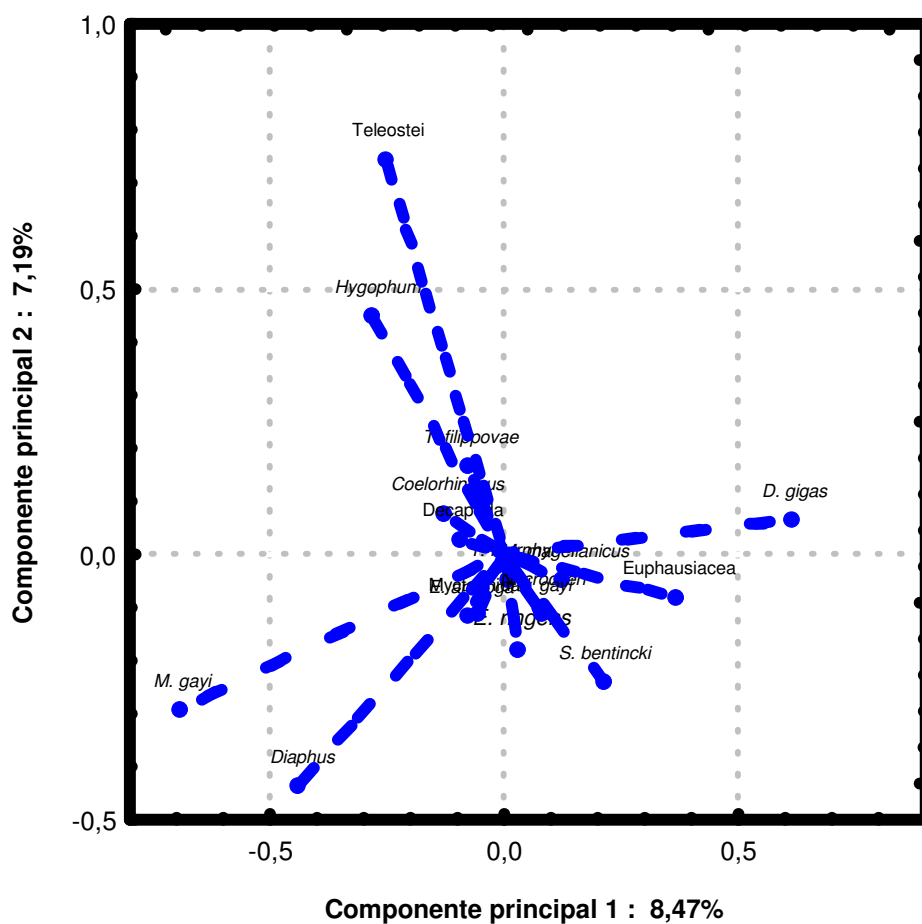


Fig. 45. Análisis de Componentes Principales (PCA) para la frecuencia de presas de jibia por tipo de pesquería. Varianza explicada por las primeras dos componentes principales: 16%.

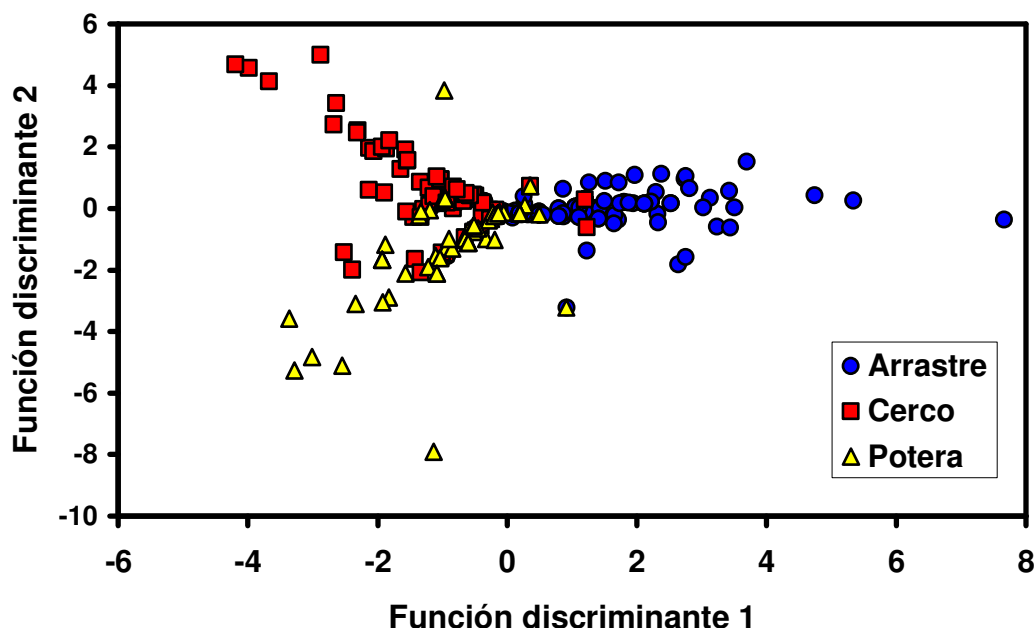


Fig. 46. Análisis de funciones discriminantes representando la disposición espacial de la dieta de jibia para muestras provenientes de tres pesquerías.

Análisis del contenido estomacal de jibia de Coquimbo

Se analizó 1.056 estómagos de *D. gigas*, de los cuales 59% contenían algún tipo de alimento. Todos los ejemplares de jibia fueron capturados con poteras. La incidencia del canibalismo es muy alta, siguiéndole anchoveta (Tabla 31); el resto de las presas presenta baja incidencia.

La comparación de la frecuencia de presas de jibia en tres categorías eco-morfológicas (peces, cefalópodos y crustáceos) entre meses señala que la frecuencia de las presas es altamente dependiente de la época de estudio ($\chi^2 = 39,91$, g.l. = 20, $P = 0,006$), siendo altamente frecuente el canibalismo en todos los meses, aumentando los peces en algunos meses (julio y noviembre) y los crustáceos en otros (marzo y julio) (Fig. 47).

Tabla 31. Frecuencia, número, peso e índice de importancia relativa, IIR (todos en porcentaje) de presas en los estómagos de jibia, periodo diciembre 2005 – noviembre 2006. Zona norte (n = 1.056).

Item	%F	%N	%P	%IIR
Teleostei				
<i>Trachurus murphyi</i>	3,87	3,64	1,77	0,28
<i>Engraulis ringens</i>	6,89	11,73	5,15	1,51
<i>Merluccius gayi</i>	3,44	3,24	3,15	0,25
Mollusca				
<i>Dosidicus gigas</i>	74,94	73,23	87,37	97,73
Gastropoda	0,25	0,24	0,002	0,001
Crustacea				
<i>Pleuroncodes monodon</i>	1,72	4,32	2,20	0,17
<i>Cervimunida johni</i>	0,25	0,24	0,01	0,001
<i>Heterocarpus reedi</i>	0,74	0,72	0,02	0,01
<i>Pterygosquilla armata</i>	0,74	0,72	0,07	0,01
<i>Hepatus chiliensis</i>	0,25	0,24	0,02	0,001
Isopoda	0,25	0,24	0,001	0,001
Crustacea	1,47	1,44	0,23	0,04
Suma		100	100	100
Total en número		417	14070	

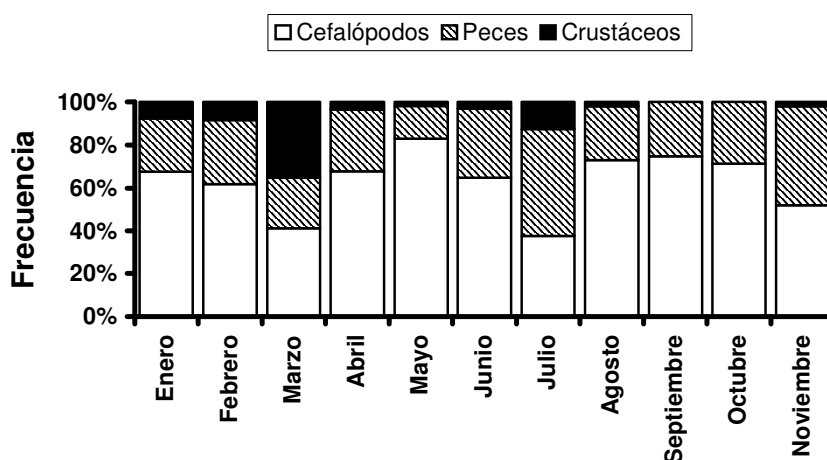


Fig. 47. Frecuencia porcentual de cefalópodos, peces y crustáceos en la dieta de *D. gigas* durante el año 2006 en la zona norte.

La diversidad de presas en la dieta de *D. gigas* en Coquimbo muestra una tendencia a la estacionalidad (principalmente enero-abril con un aumento en junio; Fig. 48), particularmente cuando consumen más peces que crustáceos. La dominancia sigue el patrón inverso que la diversidad.

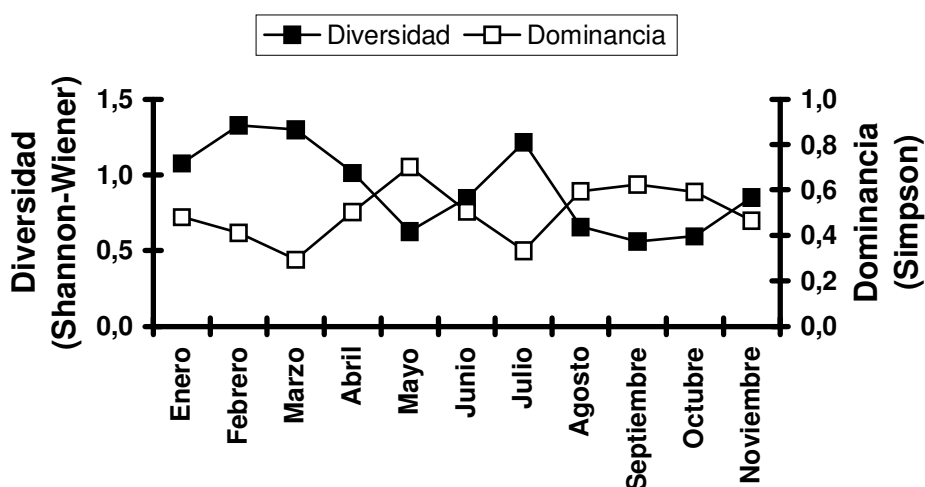


Fig. 48. Diversidad y dominancia en la dieta de *D. gigas* durante el año 2006 en Coquimbo.

La comparación de la frecuencia de presas de jibia en tres categorías eco-morfológicas (peces, cefalópodos y crustáceos), ahora entre zonas (IV y VIII Regiones), revela que la presencia de presas en el contenido estomacal es altamente dependiente de la zona muestreo ($\chi^2 = 178.7$, g.l. = 2, $P < 0,001$), siendo muy importantes los peces en la zona centro-sur y el canibalismo en la zona norte (Fig. 49).

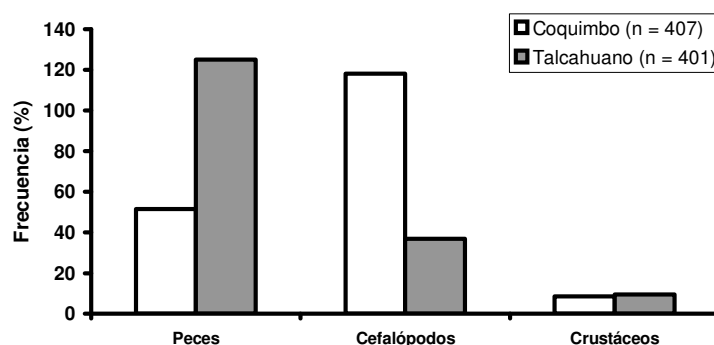


Fig. 49. Frecuencia de ocurrencia de tres categorías de presas en la dieta de *D. gigas* en las Regiones IV y VIII.

Composición de la dieta de jibia

El espectro trófico de la jibia para el periodo y zonas de estudio exhibe en total 23 ítemes de presa. En el análisis zonal se detecta que en el sector centro-sur del área de estudio el espectro de presas fue levemente superior (14 presas) que en el área norte (11 presas). En el norte la principal presa es la propia jibia (Tabla 32). En el sector sur son los peces los más importantes, destacando la merluza común (Tabla 33), aunque el contenido estomacal de la jibia es arte de pesca-dependiente.

Tabla 32. Espectro trófico de jibia en el sector norte (IV Región) por trimestre y cinco grupos de tamaño (n.i.= no identificado).

	<70				70-75				75-80				80-85				>85			
Presas / Trimestre	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Anchoveta																				
Jurel																				
Merluza común																				
Nassarius gayi																				
Jibia																				
Decápodos (otros n.i.)																				
Jaiba puñete																				
Langostino colorado																				
Langostino amarillo																				
Camarón nailon																				
Stomatópodo																				
Restos de calamar																				
Isópodos																				

En el análisis de la importancia relativa de las presas (IIR), obtenido desde las frecuencias de aparición (%F), porcentaje en Número (%N) y porcentaje en Peso (%P) revela que en la IV Región existe dominancia extrema de la propia jibia como presa (IIR= 93%). Además, trimestre y grupo de talla de jibia el canibalismo es el más importante, ocurriendo entre 50% y 100% (Tabla34). El canibalismo ocurre en todo el espectro de tallas, siendo más frecuente en los ejemplares más grandes del predador (>80 cm LDM).

En la VIII Región (Tabla 35) predominan en la dieta de jibia la sardina común (IIR=34%) y la merluza común (IIR=21%). Los eufáusidos presentan altos valores de IIR, aunque solo en jibias de menor tamaño (<70 y 70-75 cm de LDM), y en la temporada estival. La jibia como presa (IIR=3,4%) y la anchoveta (IIR=3,1%) son marginales, siendo mas importante la anchoveta en los grupos menores de jibia (i.e. primeros trimestres de los grupos de tamaño <70 y 70-75 cm de LDM). El análisis de IIR de las presas de jibia con datos agrupados por sexo y trimestre no presenta variaciones importantes (Tabla 36).

Tabla 33. Espectro trófico de jibia en el sector centro-sur (VIII Región) por trimestre y cinco grupos de tamaño (n.i.= no identificado).

	<70				70-75				75-80				80-85				>85			
Presas / Trimestre	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Anchoveta																				
Sardina común																				
Jurel																				
Mote																				
Merluza común																				
Merluza de cola																				
Nassarius gayi																				
Diaphus sp																				
Hygophum sp.																				
Myctopjidae																				
Coelorhynchus sp																				
Jibia																				
cephalopodo n.i																				
Emerita analoga																				
Euphausiacea																				
Decápodos (otros n.i.)																				

La importancia numérica (IIN) revela que en la IV Región aparecen otras presas secundarias en el contenido estomacal de jibia, tl como langostino colorado (IIN=4,7%) y jurel (IIN=4,3%), manteniéndose el alto canibalismo (IIN=59,5%; Tabla 37). En la VIII Región (Tabla 38) los peces linterna son presas secundarias de jibia (IIN=4,8%), seguidos de mote (IIN=3,4%), merluza común (IIN=10,3%), anchoveta (IIN=7,1%) y jibia (IIN=6,3%), siendo más importantes los eufáusidos (IIN=33,1%), seguidos muy de cerca por sardina común (IIN=30,8%). Los eufáusidos, que aparecen como la presa más importante numéricamente (debido a su pequeño tamaño), solo ocurren en los grupos de tamaño de jibia menores y exclusivamente en verano (<75 y 75-80 cm LDM, primer trimestre).

El IIN% por trimestre y sexo de jibia (Tabla 39) se revela similar a IIR%, haciéndose notoria la dominancia de eufásidos en las hembras del primer trimestre en la VIII Región (IIN=88%), ocurriendo similar situación en los machos del mismo trimestre y región para la presa sardina común (IIN=99%).

Tabla 34. Índice de Importancia Relativa (IIR%) por grupo de tamaño y trimestre para la IV Región.

Grupo de LDM	Trimestre	Jibia	Anchoveta	Merluza común	Lang. colorado	Jurel	Stomat.	Camarón nailon	Decapodo n.i.	Restos de calamar	Jaiba puñete	Lang. amarillo	Nassarius gayi	Isópodos
<70	I	67,7	29,4	1,3		0,3	1,1	0,1	0,0					
	II	49,6	49,8	0,4	0,2									
	III	70,1		29,9										
	IV	51,8	5,2	33,1		9,1								
	Total	64,2	31,8	3,1	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0					0,9
	I	94,9	4,5	0,2		0,4								0,0
70-75	II	95,3	4,3	0,0	0,1	0,2	0,0							
	III	96,5	0,8	2,8										
	IV	88,4	1,2	7,5		2,6				0,3				
	Total	95,1	3,8	0,7		0,4	0,0			0,0				
	I	57,2	13,9	1,8	25,5	1,7			0,0					
	II	91,6	6,1	1,0	0,1	1,1		0,0	0,0			0,0		
75-80	III	78,7	0,6	20,2						0,5				
	IV	78,2	8,3	13,5										
	Total	86,9	7,5	3,4	1,5	0,6		0,0	0,0	0,0		0,0		
	I	98,8	0,7	0,2		0,3			0,0					
	II	95,7	3,5	0,7	0,0	0,1								
	III	98,1	1,0			0,9								
80-85	IV	95,2	2,9	1,8										
	Total	96,6	2,6	0,6	0,0	0,1			0,0					
	I	93,3	1,9	4,5		0,2								
	II	99,2	0,1	0,4	0,2				0,0		0,1			
	III	99,5						0,4					0,2	
	IV	99,5	0,2	0,3										
>85	Total	99,3	0,2	0,5	0,0	0,0		0,0	0,0		0,0		0,0	
	TOTAL	93,4	4,9	1,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 35. Índice de Importancia Relativa (IIR%) por grupo de tamaño y trimestre para la VIII Región.

Grupo de LDM	Trim	Eufáu	sardina común	Merluza común	Jibia	Anchoveta	Hygophum sp.	Mote	Coelornhus sp	Mictófidlos	Decapodo n.i.	Diaphus sp	Jurel	Merluza de cola	Cefal. N.i.	Emerita	Nassarius gayi
<70	I	80,2	14,5	0,3	4,5	0,1	0,0	0,2		0,0			0,0	0,1			0,0
	II		2,4	10,3	0,2	86,0	0,0		1,0		0,1						
	III		0,6	62,2	2,0	0,1	23,4		9,5		0,8	1,2	0,2				
	IV		6,1	78,8	15,2												
	Total	73,4	16,6	2,2	4,3	3,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1			0,0
70-75	I	17,3	76,8	1,0	4,5	0,2	0,7	0,1	0,0	0,0		0,1	0,0			0,0	
	II		0,5	43,4	0,6	54,4	0,3	0,3									
	III		0,3	29,0		9,3	48,5		12,7		0,3						
	IV			100,0													
	Total	14,3	68,0	7,4	3,5	5,9	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	
75-80	I		89,2	3,8	4,1		0,0	2,8		0,0		0,1					
	II			72,5	6,1	18,1	0,3		0,2		2,7						
	III		0,5	91,2	2,1	0,6	2,0		0,9	2,3			0,4				
	IV		0,4	95,2	3,4	1,0											
	Total	48,8	78,9	40,7	5,2	3,0	0,2	1,6	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0				0,1
80-85	I			16,3	3,8	0,1	0,3	0,4				0,1					
	II			77,4	2,7	0,4	10,8		6,0		2,6	0,2					
	III		0,1	16,0	1,8	0,8	80,5		0,7								
	IV			98,0											2,0		
	Total	11,9	80,2	53,6	3,1	0,5	29,3	0,0	1,1		0,2	0,1			0,0		0,0
>85	I			8,9	11,0												
	II		0,8	55,2		0,2	42,0			0,9					1,0		
	III			98,4	0,2		0,9			0,1		0,0	0,4				
	IV			99,1			0,9										
	Total	0,4		94,3	0,2	0,0	4,8			0,1		0,0	0,2		0,0		
TOTAL		35,7	34,8	21,1	3,4	3,1	1,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 36. Índice de Importancia Relativa (IIR%) por trimestre (Trim) y sexo (M=machos; H=Hembras) para la IV y VIII Regiones.

Presa/sexo	IV Región												VIII Región												
	Trim I			Trim II			Trim III			Trim IV			Trim I			Trim II			Trim III			Trim IV			
	M	H		M	H		M	H		M	H		M	H		M	H		M	H		M	H		
Jibia	81,5	86,0		66,4	96,7		98,5	97,3		96,8	90,4		9,5	18,3		2,3	1,3		0,5	1,1		10,0	0,1		47,6
Merluza común	0,1	1,5		4,0	0,2		0,5	2,3		0,9	6,2		0,3	2,9		37,6	57,4		78,8	73,3		83,3	99,5		28,2
sardina común													88,5	48,5		0,1	1,2		0,2	0,2		1,6	0,1		10,3
Eufáusidos													0,9	29,8											6,5
Anchoveta	6,1	11,8		27,8	2,9		0,5	0,2		2,0	3,0		0,5	0,1		57,8	31,7		1,1	0,2		2,8			5,9
Hygophum sp.													0,0	0,0		0,9	6,9		19,0	23,1		0,3			0,9
Jurel	0,5	0,5		0,9	0,1			0,0		0,2	0,3			0,0		0,2	0,8		0,1	0,4					0,1
Coelorrinchus sp														0,0		0,2	0,8		0,1	1,5					0,1
Mote													0,1	0,4			0,1								0,1
Decápodo n.i.	0,1	0,0			0,0											0,8	0,5		0,1	0,0					0,0
Mictófidos													0,1	0,0		0,0	0,0		0,1						0,0
Lang. Colorado	11,6			0,9	0,0																				0,0
Diaphus sp																			0,1	0,1					0,0
Cephalopodo n.i.																0,2						2,2			0,0
Stomatópodo		0,2		0,0																					0,0
Camarón		0,0			0,0			0,1																	0,0
Merluza de cola																			0,1	0,1					0,0
Nassarius gayi							0,5						0,0												0,0
Restos de calamar																									0,0
Jaiba puñete					0,0																				0,0
Emerita analoga																									0,0
Lang. Amarillo					0,0																				0,0
Isópodos											0,0														0,0

Tabla 37. Índice de Importancia Numérica (IIN%) por grupo de tamaño de jibia y trimestre para la IV Región.

Grupo de LDM	Trim	Jibia	Anchoveta	Merluza común	Lang. colorado	Jurel	Stomat.	Camarón nailon	Decapodo n.i.	Restos de calamari	Jaiba puñete	Lang. amarillo	Nassarius gayi	Isópodos
<70	I	42,2	37,4	4,5		4,5	8,7	2,6						
	II	41,8	49,4	4,4	4,4									
	III	66,7		33,3										
	IV	34,7	12,0	29,4		17,0				6,9				0,9
	Total	41,8	36,5	8,8	1,4	4,7	4,5	1,4		1,0				0,0
70-75	I	65,2	23,3	4,8		6,7								
	II	66,7	22,8	1,8	3,9	3,0	1,8							
	III	75,0	8,3	16,7										
	IV	51,6	9,4	21,0		13,3			4,7					
	Total	63,5	20,0	7,5	2,0	5,3	0,9		0,9					
75-80	I	29,7	22,8	6,3	37,5	3,7								
	II	59,6	20,4	4,7	3,4	9,6		1,2				1,2		
	III	50,0	6,7	36,6					6,7					
	IV	54,8	18,7	26,5										
	Total	49,9	20,4	11,6	10,7	5,7		0,6	0,6			0,6		
80-85	I	80,1	9,2	5,3		5,3								
	II	68,8	18,9	6,8	2,1	3,4								
	III	77,8	11,1			11,1								
	IV	68,5	17,3	14,2										
	Total	71,0	16,8	7,5	1,2	3,5								
>85	I	68,8	12,2	14,0		5,0								
	II	80,6	3,6	7,2	5,1						3,6			
	III	87,0						7,6					5,4	
	IV	87,5	6,3	6,3										
	Total	80,4	5,4	7,1	1,7	1,2		1,7			1,2		1,2	
TOTAL		59,5	20,3	8,7	4,7	4,3	1,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0

Tabla 38. Importancia Numérica (IIN%) por grupo de tamaño de jibia y trimestre para la VIII Región.

po e M	Trim	Eufáusidos	sardina común	Merluza común	Anchoveta	Jibia	Hygophum sp.	Mote	Coelorhynchus sp	Mictófidos	Decapodo n.i.	Diaphus sp	Merluza de cola	Jurel	Cefal. N.i.	Emerita	N. gayi
0	I	62,5	23,5	1,4	1,6	5,9	0,1	3,0		1,1			0,6	0,1			0,1
	II		8,1	15,7	61,8	4,1	1,4		6,1		2,7						
	III		7,1	29,6	2,4	7,1	35,0		9,2		4,8	2,4		2,4			
	IV		33,3	33,3		33,3											
	Total	54,0	22,9	3,6	6,4	5,8	1,7	2,6	0,8	1,0	0,4	0,1	0,5	0,2			0,1
75	I	28,4	54,8	3,0	2,6	6,0		2,4	0,3	0,4		1,4		0,3		0,5	
	II		4,5	25,8	53,4	6,8	4,5	5,1									
	III		3,9	19,6	15,7		41,8		15,2		3,9						
	IV			100,0													
	Total	23,1	46,8	6,6	9,6	5,5	2,7	2,4	1,0	0,3	0,2	1,1		0,2		0,4	
80	I		67,3	6,0		8,3	0,6	14,8		1,2		1,9					
	II			41,6	26,4	15,9	3,2		2,3		10,7						
	III		6,0	40,1	6,0	18,0	12,0		6,0					6,0			
	IV		9,3	62,6	9,3	18,7											
	Total		45,3	18,8	8,0	10,7	1,8	9,3	0,9	1,1	2,5	1,2		0,4			2,7
85	I		62,2	10,4	2,7	10,8	3,8	4,7				2,7					
	II			44,2	4,2	12,6	17,9		12,6		8,4						
	III		2,2	18,1	4,3	8,7	60,3		4,3			2,2					
	IV			84,6											15,4		
	Total		22,4	24,1	3,4	9,2	30,3	1,5	4,2		1,7	1,7			0,8		0,8
5	I		66,7	16,7		16,7											
	II		7,9	25,5	3,2		50,5			6,4						6,4	
	III			78,9		4,1	8,7			2,1		2,1		4,1			
	IV			92,1			7,9										
	Total		6,5	59,7	1,0	3,0	21,9			3,0		1,0		2,0	2,0		
	TOTAL	33,1	30,8	10,3	7,1	6,3	4,8	3,4	1,0	0,9	0,7	0,7	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1

Tabla 39. Índice de Importancia Numérica (IIN%) por trimestre (Trim) y sexo (M=machos; H=Hembras) para la IV u VIII Regiones.

Presa/sexo	IV Región						VIII Región						Total				
	Trim I		Trim II		Trim III		Trim IV		Trim I		Trim II			Trim III		Trim IV	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H		M	H	M	H
Eufáusidos																	
Sardina común																	
Jibia	86,5	91,1	76,7	99,5	100,0	99,7	99,8	98,1		0,0	88,0						48,9
Anchoveta	1,7	8,9	23,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,4		99,9	12,0						34,2
Merluza común	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5		0,0	0,0						14,6
Hygophum sp.										0,0	0,0						1,4
Mote										0,0	0,0						1,0
Jurel	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0	0,0						0,0
Lang. Colorado	11,7		0,1	0,0							0,0						0,0
Coelorthinchus sp											0,0						0,0
Mictofidos										0,0	0,0						0,0
Decápodos n.i.											0,0						0,0
Diaphus sp											0,0						0,0
Stomatópodo		0,0	0,0								0,0						0,0
Camarón nailon		0,0		0,0		0,0					0,0						0,0
Cefalópodo n.i.											0,0						0,0
Merluza de cola																	0,0
Nassarius gayi					0,0												0,0
Restos calamar																	0,0
Emerita analoga																	0,0
Isópodos																	0,0
Jaiba puñete				0,0													0,0
Lang. Amarillo				0,0													0,0
																	0,0

El análisis de similitud de la dieta de jibia realizado para evaluar agrupaciones entre regiones, trimestres y grupos de tamaño revela la existencia de una agrupación mayor asociada a la región (zona), con una asociación menor debido al trimestre para la VIII Región y al grupo de tamaño para la IV Región (Fig. 50). El dendrograma confeccionado con valores de IIN% (Fig. 51) muestra las agrupaciones mayores asociadas a la región. Las agrupaciones dentro de cada región tienden a asociarse con el trimestre más que con el tamaño de la jibia.

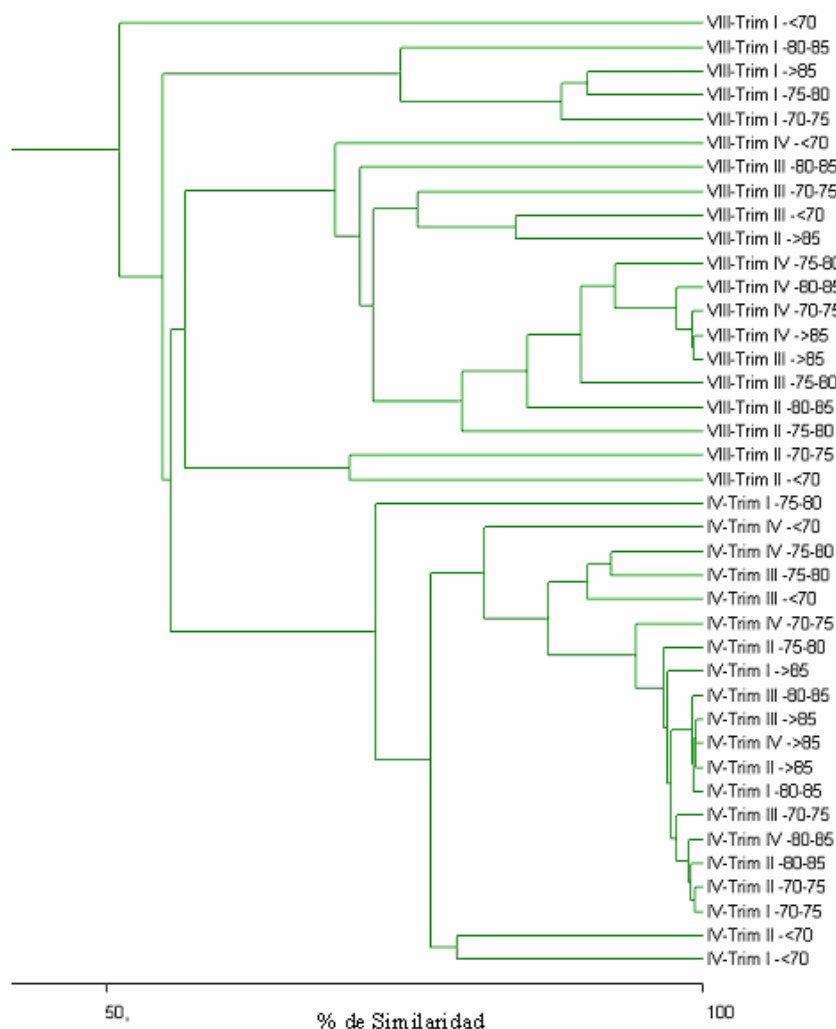


Fig. 50. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIR%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Grupo de Tamaño.

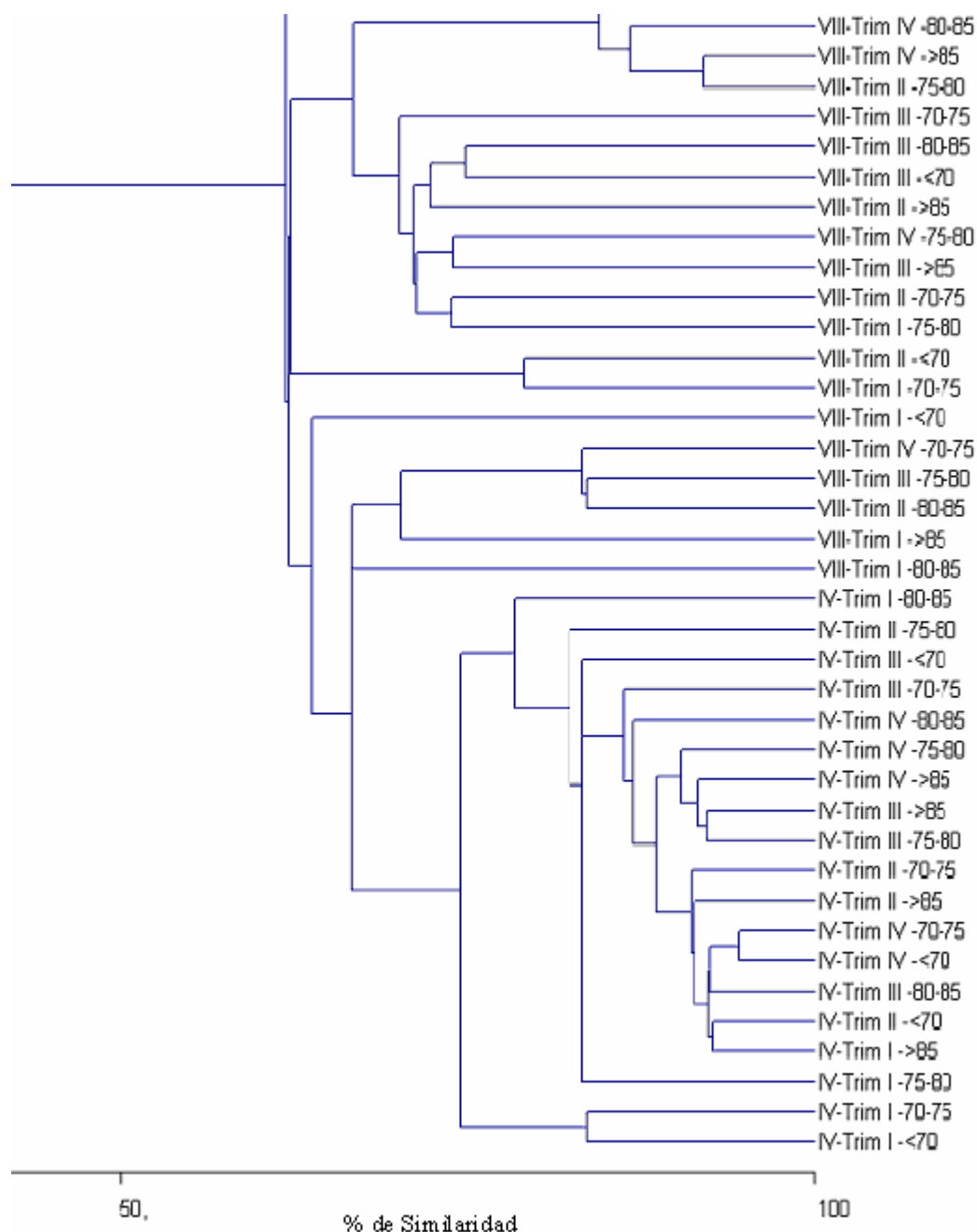


Fig. 51. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIN%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Grupo de Tamaño.

Las asociaciones del contenido estomacal de jibia sin considerar el grupo de tamaño del predador (Figs. 52 y 53) muestran que, para ambos análisis (IIR% e IIN%), los datos se agrupan por región y por trimestre.

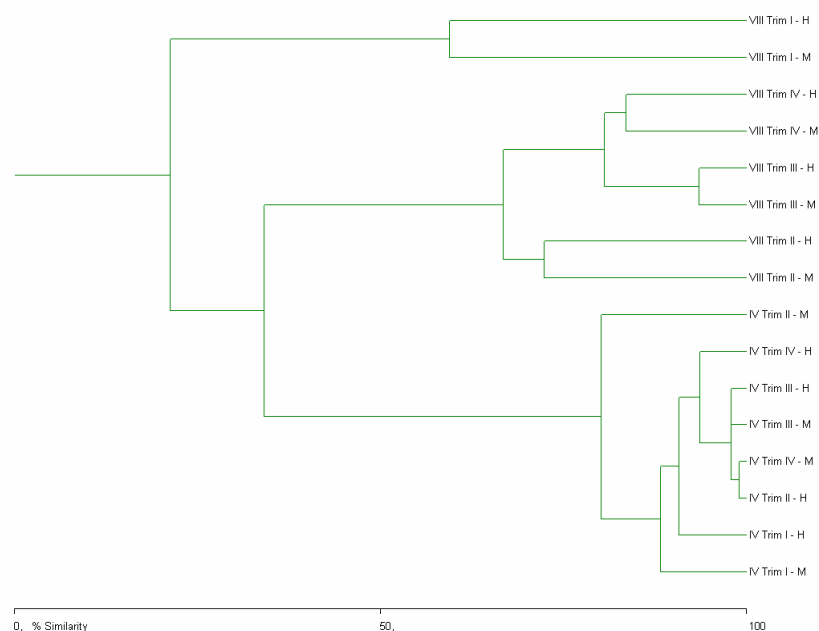


Fig. 52. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIR%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Sexo.

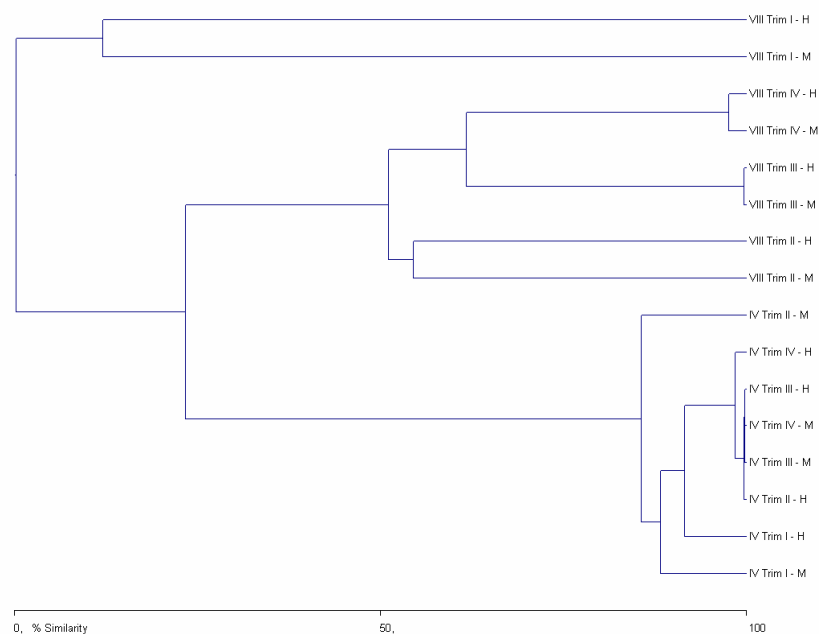


Fig. 53. Dendrograma de similitud de Bray-Curtis confeccionado con los valores de IIN%. El rótulo de la leyenda indica Región-Trimestre-Sexo.

Consumo (Q), ración diaria de alimento (RD) y tasa de evacuación gástrica (E) en jibia

Las estimaciones de E revelan valores mayores en la IV Región (rango= 0,33-0,42 h⁻¹) que en la VIII Región (rango=0,19-0,32 h⁻¹) (Tabla 40). Contrariamente, el peso promedio del contenido estomacal ($\bar{S}$) es siempre muy superior en la VIII Región, lo que trae como consecuencia que Q/B también lo es en esta última. Se destaca que los valores de Q/B no pueden ser sumados entre grupos de tamaño de la jibia ya que sus biomazas son distintas. Sin embargo, el valor del consumo anual de jibia, considerando ambos grupos de tamaño, ocurre en el rango 9,05 - 9,59 para la VIII Región, y en el rango 0,97 - 1,11 para la IV Región. Esta diferencia en los valores de Q/B entre regiones se explica por un lado en que para los estómagos colectados (ver Tabla 21) en la IV Región la fracción con contenido fue siempre inferior (50%) a los colectados en la VIII Región (80%). Y por otro lado, los pesos de los contenidos individuales y promedio ($\bar{S}$) en la IV Región fueron extremadamente mas bajos que en la VIII Región, llegando en algunos casos a diferenciarse en dos órdenes de magnitud, lo que influye directamente en la Ración Diaria (RD) y Q/B (Tabla 40)

Tabla 40. Peso promedio de jibia (g), tasa de evacuación gástrica (E; h⁻¹), peso promedio del contenido estomacal ($\bar{S}$; g), ración diaria de alimento (RD) y consumo total por trimestre, región y grupo de tamaño ($\leq$ a 75 cm y $>$ a 75 cm de LDM).

Trim	Grupos	Peso promedio predador (g)		E (h ⁻¹)		S prom (g)		RD (g/d-1)		RD (%)		(Q/B) total	
		IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII
I	<75 cm LDM	10.301	11.128	0,39	0,32	2,6	27,7	25	211	0,2%	1,9%	0,22	1,71
	75> cm LDM	19.834	18.120	0,43	0,21	6,3	55,0	65	274	0,3%	1,5%	0,30	1,36
II	<75 cm LDM	12.379	12.037	0,35	0,28	5,5	68,0	47	451	0,4%	3,7%	0,34	3,37
	75> cm LDM	19.182	18.727	0,40	0,23	7,0	63,4	67	351	0,3%	1,9%	0,31	1,69
III	<75 cm LDM	12.583	11.571	0,33	0,24	2,2	28,3	17	160	0,1%	1,4%	0,12	1,24
	75> cm LDM	20.802	23.913	0,41	0,29	6,2	131,2	60	901	0,3%	3,8%	0,26	3,39
IV	<75 cm LDM	12.215	10.571	0,35	0,19	4,7	85,7	39	384	0,3%	3,6%	0,29	3,27
	75> cm LDM	19.010	21.784	0,41	0,21	5,2	124,8	51	633	0,3%	2,9%	0,24	2,61
Total $\leq$ 75 cm LDM								0,97	9,59				
Total $>$ 75 cm LDM								1,11	9,05				

En cuanto a la proporción en peso de las presas de jibia, ésta repite la tendencia observada para el IIR% y IIN% de jibia, siendo las más importantes para la IV Región la misma jibia (canibalismo), anchoveta y merluza común; y para la VIII Región lo son sardina común, merluza común, jibia y anchoveta (Tabla 41).

En la zona centro-norte el aporte mayoritario al consumo se debe al canibalismo, seguido de anchoveta (Tabla 42). En cambio, en la zona centro-sur el tipo de presa consumida depende principalmente del grupo de tamaño. Así, las jibias de grupos de tamaño menores predan sobre sardina común y anchoveta, y las más grandes sobre la merluza común (Tabla 42).

Tabla 41. Proporción en peso de presas en estómagos de jibia por región, trimestre y tamaño del predador.

Proporción presas Trim	IV Región								VIII Región							
	<75				>75				<75				>75			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Jibia	0,62	0,68	0,85	0,66	0,61	0,81	0,99	0,91	0,20	0,01	0,02	0,03	0,07	0,03	0,02	0,01
Anchoveta	0,20	0,18	0,03	0,07	0,09	0,07	0,00	0,04	0,01	0,66	0,04	-	0,00	0,28	0,01	0,01
Merluza común	0,07	0,01	0,07	0,19	0,06	0,06	0,00	0,04	0,09	0,24	0,36	0,90	0,26	0,48	0,81	0,92
Jurel	0,01	0,03	-	0,07	0,03	0,01	0,00	-	0,01	-	0,01	-	-	-	0,04	-
Sardina común	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	0,04	0,01	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00
Mote	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,00	-	-	0,01	-	-	-
Merluza de cola	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius gayi	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-
Diaphus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,05	-	0,00	-	0,01	-
Hygophum sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,02	0,22	-	0,00	0,13	0,10	0,05
Myctopjidae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,00	0,01	0,02	-
Coelorhynchus sp	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,01	0,22	-	-	0,03	0,01	-
Euphausiacea	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-

La dieta de jibia en la IV Región está dominada por el canibalismo, con la razón consumo-biomasa (Q/B) de 60% del consumo total (Tabla 43). En la VIII Región domina merluza común en ambos grupos de tamaño, aportando al Q/B con el 46% en los grupos menores de jibia y 70% en los mayores. La alta diferencia en los valores de Q/B está dada principalmente por el bajo peso del contenido estomacal en ejemplares de jibia colectados en la IV Región; esto conduce a que en la VIII Región Q/B sea mayor en uno o dos órdenes de magnitud.

Tabla 42. Consumo/biomasa (Q/B) de jibia de diciembre 2005 a noviembre 2006. Datos agrupados por región, trimestre y grupo de tamaño.

Q/Bi	Trimestre	IV								VIII							
		<75				>75				<75				>75			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Q/B Total		0,22	0,34	0,12	0,29	0,30	0,31	0,26	0,24	1,71	3,37	1,24	3,27	1,36	1,69	3,39	2,61
Jibia		0,13	0,23	0,10	0,19	0,18	0,25	0,26	0,22	0,35	0,02	0,03	0,09	0,10	0,05	0,06	0,03
Anchoveta		0,04	0,06	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	2,24	0,05	-	0,00	0,46	0,02	0,02
Merluza común		0,02	0,00	0,01	0,05	0,02	0,02	0,00	0,01	0,16	0,81	0,44	2,96	0,35	0,80	2,75	2,41
Jurel		0,00	0,01	-	0,02	0,01	0,00	0,00	-	0,01	-	0,01	-	-	-	0,13	-
Sardina común		-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	0,13	0,01	0,00	0,89	0,01	0,01	0,00
Mote		-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	-	-	0,01	-	-	-
Merluza de cola		-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-
Nassarius gayi		-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-
Diaphus sp		-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	0,06	-	0,00	-	0,02	-
Hygophum sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,05	0,27	-	0,00	0,21	0,32	0,12
myctopjidae		-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	0,00	0,01	0,05	-
Coelorhynchus sp		-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,05	0,27	-	-	0,05	0,02	-
Euphausiacea		-	-	-	-	-	-	-	-	0,37	-	-	-	-	-	-	-
Otros		0,02	0,04	0,01	0,01	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,22	0,01	0,08	0,01	0,02

Tabla 43. Consumo/biomasa anual (Q/B anual) de jibia sobre sus principales presas. Período: diciembre 2005 - noviembre 2006, por región y grupo de tamaño.

Q/Bi	Q/B anual							
	IV Región				VIII Región			
	<75		>75		<75		>75	
Q/B TOTAL	0,97		1,11		9,59		9,05	
Jibia	0,66	68%	0,71	64%	0,49	5%	0,24	3%
Anchoveta	0,13	13%	0,11	10%	2,30	24%	0,51	6%
Merluza común	0,08	8%	0,08	7%	4,37	46%	6,32	70%
Jurel	0,03	3%	0,04	3%	0,02	0%	0,13	1%
Sardina común	-		-		0,84	9%	0,91	10%
Mote	-		-		0,03	0%	0,01	0%
Merluza de cola	-		-		0,08	1%	-	
Nassarius gayi	-		-		0,00	0%	0,00	0%
Diaphus sp	-		-		0,07	1%	0,02	0%
Hygophum sp.	-		-		0,32	3%	0,66	7%
myctopjidae	-		-		0,01	0%	0,06	1%
Coelorhynchus sp	-		-		0,32	3%	0,08	1%
Euphausiacea	-		-		0,37	4%	-	
Otros	0,07	0,07	0,11	0,10	0,38	0,00	0,12	0,01

Métodos energéticos

Los resultados de RD y Q/B mediante modelos energéticos se presentan en la Tabla 44. En el Modelo 1 se utiliza el peso corporal del predador y la temperatura del hábitat. En el Modelo 2 se utiliza solamente el peso del predador. El Modelo 1 arroja valores de Q/B entre 6 y 8 para ambas regiones geográficas, los que son consistentes con los obtenidos para la VIII Región, aunque en ningún caso para la IV Región con motivo del presente estudio. El Modelo 2 arroja valores de Q/B con alta inconsistencia respecto a los otros obtenidos en este estudio, ya que duplican el valor obtenido para la VIII Región y superan en 100% a los calculados para la IV Región.

Los valores de RD y Q/B de jibia, tanto trimestral como anual, son concordantes para la VIII Región con los informados por Cubillos *et al.* (2004), quienes informan valores de RD entre 99 y 196 (g/d); y Q/B trimestral entre 1,3 y 3,7 (adimensional)

Tabla 44. Ración diaria de alimento mediante dos modelos energeticos aplicados a jibia.

Trim	Grupos	Peso promedio predador (g)		Modelo 1 $RD=0,058M^{0,79} \times 1,08^T$ (g/d-1)		Modelo 2 $RD = 0,0683 + 0,0474M$ (g/d-1)		Modelo 1 (Q/B) total		Modelo 2 (Q/B) total	
		IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII	IV	VIII
I	<75 cm LDM	10301,2	11127,8	221	217	488	528	1,93	1,76	4,27	4,27
	75> cm LDM	19833,6	18119,6	371	319	940	859	1,68	1,58	4,27	4,27
II	<75 cm LDM	12378,8	12037,0	255	231	587	571	1,86	1,73	4,27	4,27
	75> cm LDM	19182,1	18726,8	361	327	909	888	1,69	1,57	4,27	4,27
III	<75 cm LDM	12583,3	11571,4	259	224	597	549	1,85	1,74	4,27	4,27
	75> cm LDM	20802,2	23913,0	385	397	986	1134	1,67	1,50	4,27	4,27
IV	<75 cm LDM	12215,5	10571,4	253	208	579	501	1,86	1,77	4,27	4,27
	75> cm LDM	19010,2	21784,0	359	369	901	1033	1,70	1,52	4,27	4,27
Total ≤ 75 cm LDM								7,5	7,0	17	17
Total < 75 cm LDM								6,7	6,2	17	17

4.3.5.2.3. Discusión

En contenido estomacal de la jibia mostró un alto índice de estómagos con contenido o llenado, siendo superior en la VIII región con un 83% de estómagos con algún tipo de contenido contra un 53% en la IV Región, lo que no deja de ser atendible, ya que los resultados aportados por Cubillos *et al.*, 2004, indican valores de llenado de contenido estomacal inferiores al 50%, sin embargo el número de estómagos analizados en este estudio fue superior al de Cubillos *et al.* (op. Cit).

El espectro trófico se muestra amplio para ambas zonas, siendo levemente superior en el sector centro sur (14 presas versus 11 presas en el sector centro norte). La información analizada confirma a la jibia como un importante depredador de peces tales como la merluza común, anchoveta y jurel en la zona centro norte y merluza común, anchoveta, sardina común y jurel en la zona centro-sur. Esta alta ingesta de peces por parte de la jibia ya había sido registrada por Wilhelm (1930), el que registró sardina común y merluza común en jibias varadas en la bahía de Talcahuano. El mismo año, Schneider (1930) añade al congrio (*Genypterus sp.*) y cuatro géneros de crustáceos bentónicos a la dieta de la jibia, lo que confirma posteriormente Wilhelm (1954). Del mismo modo, de Sylva (1962) detecta anchoveta, saury (*Scomberesox equirostrum*), y restos de calamares. Sin embargo los datos mas recientes aportados por Cubillos *et al.* (2004) con ejemplares provenientes los desembarques de las regiones V-VIII, indican a la merluza de cola (30%), mictófidis (15%) y merluza común (10%) como los teleósteos mas importantes.

Los mictófidis detectados en este estudio solo ocurrieron en el sector centro-sur (VIII Región), observaciones comparables a las de Cubillos *et al.* (2004), quienes informan la presencia de este grupo en los contenidos estomacales de jibia en las muestras colectadas en la zona más costera. Lo que podría indicar que la jibia muestreada en la zona centro-norte se presento mas oceánica. Los antecedentes aportados por Baral (1967) indican también la presencia de esta presa en los ejemplares capturados en las costas de Perú, siendo uno de los ítems mas importantes con un 46,7% en frecuencia de aparición (F%).

El canibalismo en la jibia se registra en ambas zonas (IV y VIII Regiones), con mayor

importancia en la IV Región, abarcando todo el espectro temporal y de tamaños analizado. Cubillos *et al.* (2004) también informa como importante el canibalismo, el que es mas importante para los ejemplares de la zona mas costera. Otros autores también han registrado como importante el canibalismo, así lo indican Fernández y Vásquez (1995), en donde se observó en mas del 50% de los estómagos analizados (n=10) de ejemplares capturados en las costas de Chile ($F\% > 50\%$). En este sentido, Tafur (2005) indica que en el comportamiento alimenticio de la jibia tiene alta incidencia el canibalismo y que es semejante entre sexos y su importancia está dada por el tamaño del predador.

A pesar de que los valores las tasas de evacuación gástrica (E) fueron superiores en el sector norte del áreas de estudio, debido a que las temperaturas promedio son superiores. Las estimaciones de ración diaria (R), tanto en peso como en fracción del peso del predador fueron muy superiores en sector sur del área reestudio, resultado influenciado directamente por el mayor peso promedio del contenido estomacal y la mayor proporción de estómagos con contenido en la zona centro sur. Como resultado de lo anterior, la relación consumo biomasa fue superior en casi un orden de magnitud en el sector sur del área estudiada. Sin embargo, al comparar nuestros resultados con los de igual zona de estudio (Cubillos *et al.*, 2004) se observa que la ración diaria (R) en fracción del peso corporal para el sector sur del área de estudio (valores entre el 1,9 y 3,8% del peso del predador) se asemejan bastante a los informado por Cubillos *et al.* (op. Cit), y consecuentemente los valores de Q/B también son comparables (Tabla 45). En consecuencia, las diferencias en los valores de contenido estomacal promedio (g) y ración diaria (g/día) desaparecen al estimar los valores en fracción del peso corporal de predador, ya que los individuos muestreados en este estudio fueron largamente más pesados (Tabla 45).

Estimaciones de ración diaria en el Golfo de California indican valores levemente superiores a los informados en este estudio y el de Cubillos *et al.* (2004), tal es el caso de Bazanov (1986) que entrega valores de ración diaria de entre los 4,2 y 5,6% para individuos pequeños (30-35 cm de LDM), valores que se podrían acercar a los obtenidos en este informe ya que a medida que el individuo crece la ingesta de alimento decae. Otro autor que estima valores de R extremadamente altos a nuestro parecer es Ehrhardt (1991), con valores que triplican los de este estudio (13,1% del peso corporal del predador).

Tabla 45. Comparación de resultados de los análisis del contenido estomacal de jibia en el presente estudio y el de Cubillos *et al.* (2004).

	<i>Cubillos et al., 2004</i>		<i>este estudio</i>	
	Rango		Rango	
	inferior	superior	inferior	superior
Peso promedio	4.268	13.165	10.301	23.913
Tasa de evacuación gástrica (h-1)	0,20	0,39	0,19	0,43
Contenido estomacal promedio	13,6	37,8	27,7	131,2
Ración diaria (g/día)	100	196	160	901
Ración diaria/peso predador (%)	1,2	4,1	1,4	3,8
Q/B trimestral	1,12	3,71	1,24	3,39

4.3.5.2.4. Conclusiones

- El espectro trófico de la jibia es amplio, con más de 20 taxa de presas. Sin embargo, las presas dominantes no son más de tres, siendo largamente en la IV Región la jibia (canibalismo), y en la VIII Región lo son sardina común y merluza común.
- Los valores de la tasa de evacuación gástrica son superiores en el sector norte del área de estudio (Coquimbo) que en el sector centro-sur. Sin embargo, la ración diaria y la razón Q/B son extremadamente superiores en la VIII Región, con diferencias de un orden de magnitud en todo los casos.
- El canibalismo es largamente más importante en la IV Región, alcanzando sobre 60% del consumo total anual. En la VIII Región el canibalismo es secundario, siendo más importantes en el consumo de jibia la sardina común y la merluza común.

4.3.5.2.5. Referencias Bibliográficas

- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relations and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Doctoral Thesis. University of Bremen, Federal Republic of Germany. 221 pp.
- Arancibia, H. 1991. Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino Colorado (*Pleuroncodes monodon*) y su interacción con la merluza común (*Merluccius gayi*) y el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*). *Biología Pesquera*, 20: 37-48.
- Bajkov, A.D. 1935. How to estimate the daily food consumption of fish under natural conditions. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 65: 288-289.
- Baral, A. A. 1967a. Some data on the biology of Southeastern Pacific squid. *Ryb. Khoz.*, 43(8): 15-17. [En ruso].
- Berry, S. S. 1912. A review of the cephalopods of Western North America. *Bull. Bur. Fish. Wash.*, 30: 269-336.
- Brongersma-Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. En J. W. Hedgpeth (Ed.), *Treatise on marine ecology and paleoecology*, Vol. 1 Ecology. *Mem. Geol. Soc. America*, 67(1): 941-1010, 7 figs.
- Bloom, S.A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. *Marine Ecology Progress Series*, 5: 125-128.
- Chong, J., C. Oyarzún, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R.D. Sepúlveda and Ibáñez, C.M. 2005. Aspectos biológico-pesqueros de la jibia *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) en la costa de Chile central (29° S - 40° S) durante el periodo 1993-1994. *Gayana*, 69(2): xx-xx.
- Clark, F. N. & J. B. Phillips. 1936. Commercial use of jumbo squid, *Dosidicus gigas*. *Calif. Fish Game*, 22(2): 143-144.
- Cubillos, L., Ibáñez Ch., González C. & A. Sepúlveda 2004. Pesca de Investigación: Pesca de Jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V y X Regiones, año 2003 (Research Fishery: Catch of Jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) with purse seine between V and X Region, Year 2003). *Inst. Inves. Pesq. VIII Región. Talcahuano (Chile)*. : pp.1-48.
- De Sylva. 1962. Red-water blooms off northern Chile, April-May 1956, with reference to the ecology of the swordfish and the striped marlin. *Pac. Sci.*, XVI: 271-279.
- Eggers, D.M. 1977. Factors in interpreting data obtained by diel sampling of fish stomachs. *Fisheries Research Board Canada*, 34: 290-294.
- Ehrhardt N.M., P. Jacquemin, F. García, G. González, J. López, J. Ortiz & A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, México. *FAO Fisheries Technical Paper* 231: 306-340.
- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bulletin of Marine Science*, 49: 325-332.
- Fernández, F. & J.A. Vásquez. 1995. La jibia gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) en Chile: análisis de una pesquería efímera. *Estudios Oceanológicos*, 14: 17-21.
- Hamerlynck, O., Cattrijsse, A. & R.V. Arellano. 1993. Daily ration of juvenile *Pomatoschistus lozanoi* de Buen (Pisces: Gobiidae). *ICES Journal of Marine Science*, 50: 471-480.
- He, E. & W.A. Wurtsbaugh. 1993. An empirical model of gastric evacuation rates for fish and

- an analysis of digestion in piscivorous brown trout. Trans. Am. Fish. Soc., 122: 717-730.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents análisis-a review of methods and their application Journal of Fish Biology, 17: 441-429.
- Hyslop, E. 1980. Stomacal contents análisis. A review of methods and its application. Journal of Fish Biology, 17: 441-429.
- Huebner, J.D. & R.W. Langton. 1982. Rate of gastric evacuation for winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 39: 356-360.
- Hochberg, F. G. Jr. & W. Gordon. 1980. Cephalopoda: The squids and octopuses. Chapter 17 In Morris, R. H., D. P. Abbott and E. C. Haderlie (Eds.), Intertida Invertebrates of California. Stanford Univ. Press. Stanford, California. 429-444 pp.
- Jackson G.D., J.F. McKinnon, C. Lalas, R. Ardern & N.G. Buxton. 1998. Food spectrum of the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae) in New Zealand waters. Polar Biology 20: 56-65
- Jara, F. 1992. Composición específica y tamaños de la ictiofauna proveniente de una arribazón en Dichato (36° 32' S; 73° 57' W), Concepción, Chile. Investigación Pesquera (Chile) 37: 127-132.
- Jarre, A., Palomares, M. L., Soriano, M. L., Sambilay, V. C., & Pauly, D. 1990. A user's manual for Maxims. A computer program for estimating the food consumption of fishes from diel stomach contents data and population parameters. ICLARM Software, 4: 27 p.
- Kuroiwa, M., 1998. Exploration of the Jumbo Squid, *Dosidicus gigas*, resources in the southeastern Pacific Ocean with notes on the history of jigging surveys by the Japan Marine Fishery Resources Research Center. En: Okutani, T. (Ed.), Contributed Papers to International Symposium on Large Pelagic Squids, Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, Japan, pp. 89-105.
- Livingston, P.A., Dwyer, D.A., Wencker, D.L. Yang, M.S. & G.M. Lang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North Pacific Fish. Comm. Bull., 47: 49-65.
- MacGinitie, G.E. & N. MacGinitie. 1949. Natural History of Marine Animals. McGraw-Hill, New York. 473 pp.
- MacPherson, E. 1985. Daily ration and feeding periodicity of some fishes off the coast of Namibia. Marine Ecology Progress Series, 26: 253-260.
- Mangold, K., 1989. Céphalopodes. En: Grassé, PP (Ed.), Traité de Zoologie V(4). Masson, Paris. 804 pp.
- Markaida U., Quiñónez-Velázquez C. and O. Sosa-Nishizaki 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. Fisheries Research. 66 : pp.31-47
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 83: 1-16.
- Markaida, U. A. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el golfo de California, México. Tesis de Doctoral. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México, 387 pp.
- Mehl, S. & T. Westgård. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (*Scomber japonicus* L.). ICES C.M./H: 33. Pelagic Fish. Cttee., 11 pp.
- Nesis, K.N., 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*.

- Okeanology 10: 140-152.
- Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), Cephalopod Life Cycles Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.
- Nesis, K.N. 1987. Cephalopods of the world. T.F.H. Publications Inc., Neptune City, NJ, 351 pp.
- Nigmatullin, C.M., Nesis, K.N. & A.I. Arkhipkin. 2001. Biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research, 54: 9–19.
- Oliver Schneider, C. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*, Hupé). Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Orbigny, A. d'. 1835. Voyage dans l'Amérique méridionale exécuté pendant les années 1826-1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, et 1833. Paris et Strassbourg, Tom V pt. 3: Mollusques, Cephalopoda: 1-64, pls. 1-4.
- Pauly, D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Techn. Pap. 234: 52 p.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, & I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish. Bull. Calif. 152:1-105.
- Quinn, T.J. & Deriso, R.B. 1999. Quantitative Fish Dynamics. New York-Oxford. Oxford University Press, 542 p.
- Rocha F. and M.A. Vega 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research. Elsevier Science BV, Amsterdam. 60 (1): pp.151-159
- Rocha F., Guerra, A., González, A.F., 2001. A review of the reproductive strategies in cephalopods. Biol. Rev., 76: 291-304.
- Rocha F. & M.A. Vega 2003. Overview of cephalopod fisheries in Chilean waters. Fisheries Research. Elsevier Science BV, Amsterdam. 60 (1): pp.151-159
- Rodhouse, P.G. & Ch.M. Nigmatullin. 1996. Role as consumers. Philosophical Transactions of the Royal Society London, B, 351: 1003–1022
- Rocha, F. 2003. Biología, Ecología, Cultivo Y Pesquerías de Cefalópodos. Curso de postgrado. Universidad austral de Chile. 207p.
- Roper, C.F.E. & G.L. Voss, 1983. Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. Memoirs of the National Museum of Victoria, 44: 49-63.
- Sainsbury, K. J. 1986. Estimation of food consumption from field observations of fish feeding cycles. Journal of Fish Biology, 29: 23–36.
- Sánchez-Juárez, E. 1991a. Resultados obtenidos durante la segunda etapa del programa de prospección y evaluación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, realizada en el período 14 de junio al 15 de diciembre de 1990, en el Pacífico mexicano. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 47 pp.
- Sánchez-Juárez, E. 1991b. Estimación preliminar del tamaño de la población adulta o biomasa reproductora de calamar gigante *Dosidicus gigas* en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, en diciembre de 1990. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 13 pp.
- Sissenwine, M.P. & N. Daan. 1991. An overview of multispecies models relevant to management of living resources. ICES marine Science Symposium, 193: 6-11.
- Schneider, C. O. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*). Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 117-124.

- Sparre, P. 1991. Introduction to multispecies virtual population analysis. ICES. Mar. Sci. Symp., 193: 12-21.
- Straus, K. 1977. Jumbo squid *Dosidicus gigas*. Oceans, 10(2):10-15.
- Shukhgalter O. & C.M. Nigmatullin 2001. Parasitic helminths of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in open waters of the central east Pacific. Fish. Res., 54 : pp.95-110.
- Tafur R., Villegas P., Rabi M. & C. Yamashiro 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. Fish. Res.. 54: pp.33-50.
- Tafur, R. 2005. Algunos aspectos del comportamiento alimenticio de *Dosidicus gigas* en el Perú. En III Simposio internacional sobre calamares del Pacífico – Taller Internacional en calamares. 28 al 30 de noviembre y 01 al 02 de diciembre de 2005, Lima Perú.
- Taipe, A., Yamashiro, C., Mariategui, L., Rojas, P. & C. Roque. 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. Fish. Res., 54: 21–32.
- Vivanco M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria 234 pp.
- Voss, G.L., 1963. Cephalopods of the Philippine Islands. Bulletin of the United States National Museum, 234: 1-180.
- Wilhelm, G.O., 1951. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias *Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. Rev. Biol. Mar. 4, 196–201.
- Wilhelm, O. 1930. Las mortandades de jibias (*Ommastrephes gigas*) en la Bahía de Talcahuano. Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Wilhelm, O. 1954. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias (*Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. Rev. Biol. Mar., 4: 196- 201.
- Whitledge, G.W. & R.S. Hayward. 2000. Determining sampling date interval for precise in situ estimates of cumulative food consumption by fishes. Can. J. Fish. Aq. Sci., 57: 1131-1138.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice –Hall, Inc. New York.

4.3.6. Objetivo Específico 4

Simular escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia y estimar el consumo poblacional absoluto, considerando la vulnerabilidad de las presas.

Introducción

La incapacidad de abordar la problemática actual de las pesquerías utilizando enfoques monoespecíficos tradicionales ha conducido a un acuerdo global entre científicos pesqueros y administradores de recursos marinos sobre la necesidad de avanzar y aplicar enfoques más holísticos de manejo pesquero (Christensen *et al.*, 1996; FAO, 2001), por lo que se ha propuesto, por ejemplo, enfoques que consideran indicadores cuantitativos ecosistémicos para la administración de pesquerías como alternativa al actual esquema de manejo monoespecífico de los stocks explotados. Este nuevo enfoque, denominado enfoque ecosistémico para pesquerías (EEP), no intenta reemplazar a los modelos monoespecíficos de evaluación de stocks y manejo de pesquerías, sino que se considera un complemento que enriquecerá sus resultados, disminuyendo la incertidumbre asociada al proceso de toma de decisión (Botsford *et al.*, 1997).

Aunque las pesquerías constituyen la actividad humana más ampliamente distribuida en los mares y océanos del mundo, generando las mayores alteraciones antropogénicas en los ecosistemas marinos (Jackson *et al.*, 2001), la predación sigue siendo la principal causa de mortalidad total, incluso en recursos fuertemente explotados tal como los del Mar del Norte (Bax, 1991; 1998), de los ecosistemas de surgencia de Perú y Benguela (Jarre & Christensen, 1998), y de Chile central (Arancibia & Neira, 2003; Neira & Arancibia, 2004; Neira *et al.*, 2004).

Entonces, el diseño de estrategias de ordenamiento pesquero dentro de un contexto ecosistémico requiere predecir tendencias de la biomasa de un stock en términos del efecto

combinado de la mortalidad por pesca y de las interdependencias con otros stocks (Whipple *et al.*, 2000) y, eventualmente, con el ambiente (Sinclair *et al.*, 1997), incorporando cambios en biomasa e intensidad de las relaciones tróficas dadas por el nivel de biomasa de las especies consideradas en el estudio. Así, el enfoque ecosistémico para las pesquerías no considera únicamente sus efectos en el ecosistema como un todo, sino que también analiza los efectos de una pesquería sobre sus presas y predadores, los que, a su vez, también pueden constituir pesquerías.

Justamente, en este ámbito es donde los modelos tradicionales de evaluación de stock fallan ya que no consideran cambios en la mortalidad natural asociados a la variabilidad en las condiciones ambientales, en la abundancia y/o distribución de predadores y presas, ni mucho menos el efecto combinado de estos factores. El peligro de lo anterior es que conduce a apreciaciones erróneas, generalmente optimistas, sobre la situación de una población explotada, precipitando su sobre-explotación y posterior colapso (*e.g.* Sinclair *et al.*, 1997). Este parece ser el caso de la interacción predador/presa que se establece entre los recursos de peces demersales (*e.g.* merluza común *Merluccius gay*) y jibia (*D. gigas*) como predador en Chile central.

Actualmente, los estudios que se han desarrollado respecto de este cefalópodo en aguas nacionales son escasos (Cubillos *et al.*, 2004; Rocha & Vega, 2003; Arancibia & Neira, 2005), y no se tiene certeza científica de los efectos de su presencia sobre recursos pesqueros como merluza común, merluza de cola, jurel y pelágicos menores. Por ejemplo, la merluza común (*Merluccius gayi*) ha sido por décadas el grupo íctico dominante, tanto en biomasa como en capturas, en el sistema demersal frente a Chile central (Arancibia *et al.*, 1999; Neira *et al.*, 2004).

Hasta comienzos del año 2004 existía controversia sobre los niveles de biomasa del recurso merluza común ya que, por un lado, las estimaciones de stock oficiales informaban una biomasa alta con estructura de edades saludable, mientras que, por el otro, estimaciones independientes indicaban que esta situación no representaba fielmente el estado del recurso y que, contrariamente, las estimaciones de biomasa podrían estar significativamente

sobrestimadas (Arancibia & Neira, 2003). En efecto, en los años 2004 y 2005 la biomasa de merluza decreció significativamente respecto a años anteriores. Esta situación coincidió con el aumento de jibia en el sistema, un predador voraz que predaría ocasionalmente sobre merluza común (Cubillos *et al.*, 2003).

En este objetivo específico se aborda dos aproximaciones o enfoques independientes a la simulación de escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia, siendo el propósito estimar el consumo poblacional absoluto del stock de jibia, particularmente sobre recursos pesqueros tal como merluza común, considerando la vulnerabilidad de las presas (v). Una aproximación es la ecotrófica multiespecífica con balance de masa Ecopath with Ecosim (Sección A). La segunda aproximación es la edad-estructurada multiespecífica (Sección B). Ambas son aplicadas al ecosistema marino de Chile central (V-IX Regiones).

4.3.6.1. Parte A. Simulación EwE

Resumen

Se describe el enfoque de modelación multiespecífico Ecopath with Ecosim (EwE) y se presenta definición matemática y ecológica del parámetro denominado “vulnerabilidad” (v). Luego presenta los requerimientos de datos para parametrizar un modelo ecotrófico que representa el ecosistema de surgencia de Chile central (33° S – 39° S) en el año 2000. Posteriormente se simula posibles efectos de la predación por jibia en sus principales presas de peces pelágicos (sardina común, anchoveta) y demersales (merluza común), considerando la vulnerabilidad de las presas. La simulación considera, primero, el incremento de la biomasa de jibia en un orden de magnitud del año 2000 al 2005 y su efecto sobre sus principales presas. En el caso específico de merluza común, se incluye un escenario que incorpora una corrección en la mortalidad por pesca que considera nuestras estimaciones de descarte y subreporte de la captura de merluza común. Finalmente, se incluye resultados de un tipo de simulación que no estaba comprometida en la Oferta Técnica, pero que es relevante a los objetivos de este proyecto, donde se evalúa el efecto de distintos niveles de mortalidad por pesca y biomasa de

jibia (B_{jibia}) en la posible recuperación del stock de merluza común en el mediano plazo, por ejemplo, en el período 2005 a 2010.

Para Chile central (V-IX Regiones) EwE estima que la biomasa de jibia de habría sido de 320 mil ton en el año 2000. Las simulaciones indican que el efecto de un incremento en la biomasa de jibia de un orden de magnitud habría afectado a sus principales presas de distinta manera, dependiendo del tipo de control trófico modelado (por predadores o top-down, por presas o bottom-up). Particularmente, los mayores cambios se producen bajo control por predadores y las menores bajo control por presas. En el caso específico de la merluza común, los escenarios individuales de pesca y predación extrema por jibia no son capaces de reproducir independientemente la tremenda disminución de la biomasa de merluza común del año 2002 al 2004. Sin embargo, el escenario que combina la corrección de la mortalidad por pesca y la predación extrema sí lo reproduce. Específicamente, la dramática disminución de la biomasa del stock de merluza común se debió primero a la sobrepesca, ya que la predación por jibia sólo habría jugado un rol secundario. Estos resultados, sumados a incongruencias ecológicas exhibidas por evaluadores de stock clásicos (por ejemplo, atribuir un determinado comportamiento trófico de la jibia sin demostración; Payá, 2005), nos permiten concluir que no existe evidencia para apoyar la hipótesis de un evento de “mortalidad catastrófica de origen desconocido” en merluza común.

4.3.6.1.1. Introducción

El sistema de surgencia frente a Chile central (ESCCh) se ubica en la sección sur de la corriente de Humboldt, el cual se cuenta entre los cuatro mayores ecosistemas de surgencia del mundo. Los altos niveles de producción primaria reportados para el ESCCh (e.g., Daneri *et al.*, 2000) permiten el desarrollo grandes biomásas de recursos vivos, muchos de los cuales son de importancia económica y sustentan desembarques mundialmente significativos (www.fao.org). Aunque las especies pelágicas dominan la comunidad íctica en el ESCCh, también existen en esta trama trófica altamente productiva importantes flujos asociados al ambiente demersal, destacando merluza común (*Merluccius gayi*) como especie dominante

tanto en biomasa como en desembarques (Arancibia, 1989; Neira y Arancibia, 2004; Neira *et al.*, 2004).

Desde la década de los años 40 la merluza común ha sostenido una importante pesquería constituida por la flota industrial arrastrera y por la flota artesanal espinelera (esta última ha derivado en los últimos años a pesca con red de enmalle). Desde mediados de los años 90 hasta el año 2002 las evaluaciones oficiales, basadas en cruceros hidroacústicos y modelos monoespecíficos, indicaban que el stock de merluza común se encontraba en condición más que saludable caracterizada por una tendencia creciente de la biomasa y estructura de edades robusta (SSP, 2004). Sin embargo, esta percepción cambió drásticamente el 2004 cuando, con el crucero hidroacústico realizado ese año, se estimó que la biomasa de merluza común en Chile centro-sur sólo alcanzaba a 270 mil ton (Fig. 54). Esta caída dramática de un orden de magnitud en la biomasa de merluza común condujo a la disminución significativa de las cuotas totales permisibles (CTPs) de ese recurso para los años 2005 y 2006. Obviamente, esto desencadenó una crisis en la pesquería, la que resultó en importantes disminuciones en las utilidades de las empresas y pérdida significativa de puestos de trabajo en plantas y flota de la actividad industrial, y en la reducción al mínimo de la actividad artesanal, tanto en desembarques como en tiempo de trabajo.

Las causas de este colapso aún no están claras. El efecto de una posible sobreexplotación no ha sido considerado como el factor principal por los principales agentes del sector normativo, ya que el esfuerzo de pesca parecía controlado antes del colapso, y los modelos tradicionales utilizados en la evaluación de esta pesquería predecían niveles de mortalidad por pesca más bien bajos durante el período en que las CTPs se incrementaron lentamente y la biomasa estimada crecía significativamente (Fig. 54). Adicionalmente, no se reportó ningún cambio ambiental significativo en el área de estudio en los últimos años (e.g., El Niño Oscilación del Sur) como para explicar, por ejemplo, fallas en el reclutamiento, emigraciones fuera de los caladeros o falta de alimento, entre otras causas.

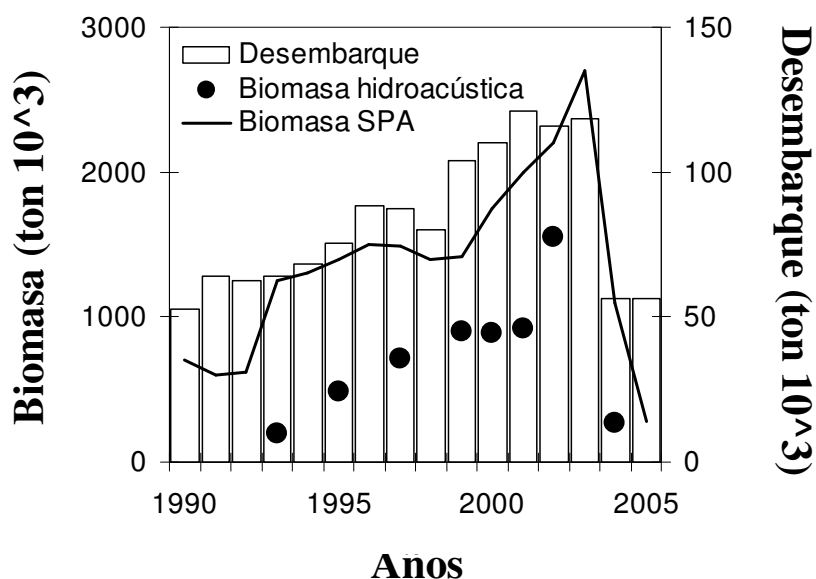


Fig. 54. Tendencia de la biomasa de merluza común (estimada por hidroacústica y Análisis Secuencial de Población, SPA) y del desembarque entre 1990 y 2005.

Casi simultáneamente con el colapso de la pesquería de merluza común en Chile central se constató una inusual y aparentemente alta ocurrencia de jibia (*D. gigas*) en el ecosistema marino (Fig. 55), lo que condujo a algunos investigadores pesqueros a plantear la hipótesis que el colapso del stock de merluza común resultó de la alta predación ejercida por jibia (SSP, 2004; Payá, 2005).

Sin embargo, esta hipótesis, que de aquí en adelante denominaremos “predación catastrófica”, aún no ha sido probada. En efecto, esta hipótesis es más bien intuitiva, ya que no existen estimaciones de biomasa de jibia y sus parámetros clave de la historia de vida son poco conocidos en el sistema en estudio. Esta información es clave para comprender el efecto de los cefalópodos, tanto en sus presas como en la trama trófica completa (Piatkowski *et al.*, 2001). Por lo tanto, nosotros consideramos que la hipótesis de la predación catastrófica necesita ser revisada y sometida a prueba urgentemente.

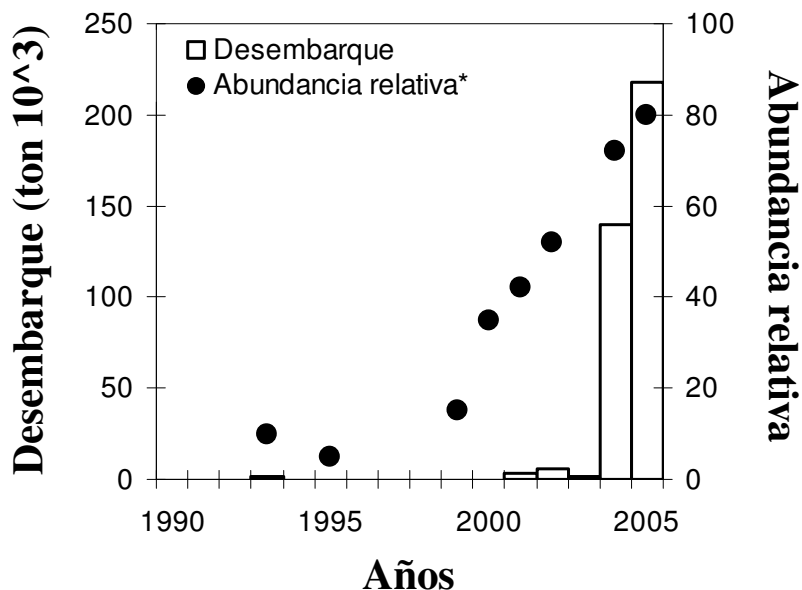


Fig. 55. Tendencia del desembarque de jibia y de un índice relativo de abundancia que corresponde al porcentaje de jibia en los lances de pesca realizados en las prospecciones de evaluación de merluza común en Chile central con el método hidroacústico. Período: años 1990 a 2005.

La jibia es una especie nictimera de rápido crecimiento que se distribuye en las costas del Océano Pacífico Oriental (Rodhouse and Nigmatulin, 1996). Algunos estudios de la alimentación de jibia indican que éste es un predador voraz y altamente oportunista, encontrándose crustáceos planctónicos, moluscos (incluyendo otros cefalópodos) y peces. El canibalismo es moderado, pero altamente frecuente y puede dar cuenta de hasta 30% de la dieta en condiciones de escasez de otras presas (Ehrhardt, 1991). Entre los peces, las especies mesopelágicas son las presas más importantes (tanto en frecuencia como en peso), mientras que especies pelágicas como sardinas, anchovetas y caballas ocupan una posición secundaria (Rodhouse y Nigmatulin, 1996; Nigmatulin, *et al.*, 2001; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003).

Nosotros planteamos que dos aspectos fundamentales están en contra de la hipótesis de predación catastrófica. Primero, especies de peces demersales tales como merluzas están prácticamente ausentes de la dieta de jibia (REFS; www.cephbase.org). Por ejemplo, merluza

común contribuyó en solo 10% (en peso) a la dieta de jibia en Chile central durante el invierno y verano de 2003 (Cubillos *et al.*, 2004). Este porcentaje es bajo considerando que justamente en este periodo es cuando, según la hipótesis de predación catastrófica, la predación de jibia sobre merluza común debió ser intensa.

En segundo lugar, la tasa de consumo/biomasa en jibia (Q/B_{jibia}) se estimó en $\sim 5.3 \text{ año}^{-1}$ para Chile central (Cubillos *et al.*, 2004). Un cálculo simple utilizando el porcentaje de merluza común en la dieta de jibia (10%) y Q/B_{jibia} (5.3 año^{-1}) indica que para remover por predación 1.5 millones de ton de esta presa se habrían necesitado, al menos, 3 millones de toneladas de jibia en el sistema en el año 2003. Las evaluaciones indirectas señalan que el stock total de jibia en Chile centro sur sería del orden de 1,5 millones de ton (Zúñiga y Cubillos, 2006). Entonces, no es fácil aceptar que niveles tan altos de biomasa de jibia hubiesen ocurrido en Chile central en ese período. En esta misma línea, se ha informado que, aunque la presencia de jibia en las capturas de la pesquería pelágica de jurel (*Trachurus symmetricus*, Ayres 1855) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönberg 1907) fue significativa en 2003 (entre 6% y 30%), la incidencia real en términos de peso habría contribuido sólo entre 0.29% y 1.8% en el mismo período (Cubillos *et al.*, 2004). Además, esta hipotéticamente alta biomasa de jibia no se ha reflejado en sus capturas, cuyo máximo se alcanzó en 2005 (dos años después del colapso de merluza común), con unas 200 mil ton (Fig.55).

Entonces, nosotros proponemos analizar otras fuentes de variabilidad en el stock de merluza común para entender su colapso reciente. Específicamente, creemos que el rol de la pesca ha sido subestimado. Por ejemplo, Arancibia y Neira (2003) estimaron que, hasta el año 2004, el descarte de merluza común en la pesquería industrial arrastrera merlucera alcanzaba a 15% del desembarque total de dicho recurso, mientras que la captura no reportada alcanzaba una cifra similar. Sin embargo, la captura no reportada podría haber alcanzado hasta 25% del desembarque oficial artesanal (Arancibia y Neira, 2003). Por lo tanto, la captura anual de merluza común podría haber sido subestimada en un tercio, aproximadamente. Esto significa que la mortalidad por pesca en el stock de merluza común habría sido subestimada consistente y significativamente hasta el año 2004.

Todos estos antecedentes nos conducen a plantear una hipótesis alternativa a la “predación catastrófica”. Nosotros proponemos que el colapso en el stock de merluza común fue el resultado de sobreexplotación inducida por sobrestimación de biomasa y subestimación de capturas.

Los modelos de simulación representan una herramienta útil para comprender el efecto de las interacciones predador/presa (incluyendo el efecto de la pesquería) en situaciones donde la data es insuficiente para realizar análisis más robustos. En estas condiciones, los modelos de simulación contribuyen al manejo pesquero ya que permiten probar hipótesis del efecto de cada uno de estos factores en la dinámica de poblaciones explotadas y/o de la trama trófica completa. Por lo tanto, el objetivo de esta sección es simular escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia y estimar el consumo poblacional absoluto considerando la vulnerabilidad de las presas (v). Esto permite contrastar hipótesis de los efectos potenciales de la presencia de jibia y su predación sobre poblaciones de peces demersales y pelágicos que constituyen pesquerías en Chile central.

4.3.6.1.2. Métodos

Presentación Enfoque Ecopath with Ecosin (EwE)

Tradicionalmente, los modelos de evaluación de stock utilizados en pesquerías se basan en un enfoque monoespecífico, esto es, consideran a la población modelada como si ésta se encontrase aislada y sin interacciones con el ambiente u otras especies. La evidencia acumulada indica que este supuesto no es realista ya que las poblaciones dependen estrechamente tanto de la productividad de sus presas y abundancia de sus predadores como de las condiciones del ambiente físico y químico en el que habitan. Los efectos directos e indirectos de las pesquerías en los ecosistemas marinos han sido ampliamente descritos y cuantificados prácticamente en todas las regiones del mundo. Por lo tanto, existe acuerdo creciente sobre la necesidad de analizar y administrar las pesquerías utilizando enfoques que

incluyan las relaciones tróficas, los efectos indirectos de la pesquería y los cambios ambientales.

Este nuevo enfoque, denominado “enfoque ecosistémico para pesquerías” (EAF, ecosystem approach to fisheries), requiere para su implementación del desarrollo y aplicación de modelos capaces de explorar tanto el efecto del “ecosistema” en las pesquerías como el efecto de las pesquerías en los ecosistemas. Así se ha venido gestando una nueva generación de modelos multiespecíficos, comunitarios y de tramas tróficas, aunque su utilización real se ha restringido hasta el momento más bien al ámbito académico que al de manejo. Ejemplos de tales modelos son el Análisis de Población Virtual Multiespecífico (MSVPA; Sparre, 1991), los modelos basados en el individuo (IBM; deAngelis y Gross, 1992), simulador de ecosistemas marinos explotados objeto-basado (OSMOSE; Shin y Cury, 2004), y la modelación ecotrófica con balance de masa y dinámica temporal, e.g., Ecopath whit Ecosim (Christensen y Pauly, 1992; Walters *et al.*, 1997).

En este proyecto se seleccionó como herramienta de modelación al enfoque Ecopath con Ecosim (EwE, Walters *et al.*, 1997). Las principales ventajas de este enfoque son su relativamente baja complejidad de construcción, parametrización e interpretación, además de una interfase amistosa para el usuario. Esto permite construir, analizar e interpretar modelos ecotróficos con balance de masa con dinámica temporal. Además, EwE ha sido ampliamente aplicado a distintos ecosistemas marinos (más de 1500 usuarios inscritos alrededor del mundo, ver www.ecopath.org), lo que implica un soporte teórico, técnico y práctico que se retro-alimenta regularmente entre los usuarios. Otro factor importante a considerar para seleccionar esta metodología es la experiencia de parte del equipo de trabajo en la modelación multiespecífica comunitaria utilizando EwE, la que se ha traducido en publicaciones científicas en revistas de corriente principal.

A continuación se presenta las características principales del enfoque EwE con énfasis en las aplicaciones relacionadas con el objetivo de este proyecto de investigación.

ECOPATH el modelo con balance de masa

Ecopath es un modelo trófico con balance de masa que representa interacciones entre grupos funcionales en un ecosistema previamente definido. Ecopath se basa en dos ecuaciones principales. La primera describe la utilización de la producción de cada grupo i , por lo que se supone que la producción de i puede separarse en los siguientes componentes:

$$\begin{aligned} \text{Producción} = & \text{capturas} + \text{mortalidad por predación} + \text{acumulación de biomasa} \\ & + \text{migración neta} + \text{otras mortalidades} \end{aligned}$$

O más formalmente,

$$P_i = Y_i + B_i \cdot M2_i + E_i + BA_i + P_i \cdot (1 - EE_i) \quad \text{Ec. 1}$$

donde: P_i es la tasa de producción total del grupo i ; Y_i es su tasa de captura total; $M2_i$ es la tasa de predación total para el grupo i ; B_i es la biomasa total del grupo i ; E_i es la tasa de migración neta (emigración-inmigración), BA_i es la acumulación de biomasa del grupo i ; $P_i (1 - EE_i) = M0_i$ es la tasa de “otras mortalidades”, correspondiendo aquellas mortalidades que son independientes de la predación y capturas.

Matemáticamente, la ecuación anterior se expresa como:

$$B_i \cdot \left(\frac{P}{B} \right)_i - \sum_{j=1}^n B_j \cdot \left(\frac{Q}{B} \right)_i \cdot DC_{ji} - \left(\frac{P}{B} \right)_i \cdot B_i \cdot (1 - EE_i) - Y_i - E_i - BA_i = 0$$

donde: $(P/B)_i$ es la razón producción biomasa, $(Q/B)_i$ es la razón consumo biomasa, DC_{ji} es la fracción de la presa i en la dieta del predador j .

De los términos de la ecuación anterior, la tasa de producción (P_i) se calcula como el producto entre la biomasa del grupo i (B_i) y la razón producción/biomasa $(P/B)_i$. De acuerdo con Allen (1971), en poblaciones en equilibrio, con mortalidad exponencial y crecimiento individual tipo

von Bertalanffy, la razón $(P/B)_i$ corresponde a la tasa de mortalidad total Z . Las “otras mortalidades” ($M0_i$) incluyen a aquellas mortalidades que no se deben a predación ni captura (*i.e.* mortalidad debido a enfermedades, longevidad, etc.), y se calcula internamente como $M0_i = P_i \cdot (1 - EE_i)$, donde EE_i es la “eficiencia ecotrófica” de i y representa la proporción de la producción del grupo i que se utiliza dentro del sistema.

El término que describe la mortalidad por predación ($M2$), que es el que conecta los grupos (presas y predadores) del sistema, se calcula como

$$M2_i = \sum_{j=1}^n Q_j \cdot DC_{ji}$$

donde: la sumatoria se aplica sobre todos los n predadores que se alimentan de la presa i , Q_j es la tasa de consumo total del predador j , DC_{ji} es la fracción con que la presa i contribuye a la dieta del predador j . Q_j se calcula como el producto entre B_j y Q/B_j .

A partir de la ecuación anterior, la información de la tasa de consumo y la dieta de un predador dado sobre una presa particular se utiliza para estimar $M2$ para el grupo presa.

En Ecopath las entradas de energía deben estar exactamente balanceadas con las salidas. La primera ecuación de Ecopath incluye sólo la producción de una caja, la que se iguala a la predación + capturas + migración neta + biomasa acumulada + otras mortalidades. Una vez que se ha ingresado todos los parámetros de entrada requeridos por el modelo, el balance de masa en cada grupo se verifica a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{producción} + \text{respiración} + \text{alimento no asimilado}$$

O más formalmente:

$$Q = P + R + U$$

Ec. 2

donde: Q es el consumo, P es la producción, R es la respiración, U es el alimento no asimilado. Esta ecuación define el consumo como la suma del crecimiento gonadal y somático, los costos metabólicos y los productos de excreción.

ECOSIM: el Modelo con Dinamica Temporal

Aunque Ecopath ha sido ampliamente utilizado para caracterizar tramas tróficas acuáticas, este enfoque representa sólo la situación del sistema en el período analizado, siendo incapaz de responder preguntas sobre la dinámica de stocks particulares o de la trama trófica en su conjunto ante cambios en factores internos (predación) o externos (pesca, variabilidad ambiental). Walters *et al.* (1997), concientes de esta limitación, dieron un salto cualitativo y cuantitativo significativo en el análisis de ecosistemas marinos con enfoques ecotróficos multiespecíficos al traducir la ecuación básica de Ecopath en una ecuación de biomasa dinámica. Esto permite realizar simulaciones y analizar tendencias de la biomasa de cada componente del ecosistema ante distintos escenarios de pesca o ecológicos. De ahí el nombre de este nuevo modelo, Ecosim. La ventaja de Ecosim es que se aplica sobre un modelo Ecopath ya construido, tomando ventaja entonces de toda la parametrización previa. La ecuación básica de Ecosim describe la dinámica de los grupos funcionales en el ecosistema de la siguiente forma:

$$\frac{dB_i}{dt} = f(B) - M_i B_i - \sum_{j=1}^n c_{ij}(B_i, B_j)$$

donde: $f(B)$ es una función de B_i ; F_i es la tasa de mortalidad por pesca del grupo i ; $c_{ij}(B_i, B_j)$ es la función que predice el consumo de la presa i por el predador j . Si el grupo i es un productor primario, entonces:

$$f(B_i) = v_i B_i / (1 + B_i h_i)$$

donde: v_i es la razón P/B máxima que i puede alcanzar cuando B_i es baja; v_i/h_i es la tasa de

producción primaria neta máxima para el grupo i cuando B_i no está limitada por la producción.

Si el grupo i es un consumidor, entonces:

$$f(B_i) = g_i \sum_{j=1}^n c_{ij}(B_i, B_j)$$

donde: $g_i = B_i (P_i/B_i)$ representa la eficiencia neta de crecimiento de i .

El sistema de ecuaciones que se deriva se integra en el tiempo incorporando tasas de mortalidad por pesca (F) variables, entregando predicciones dinámicas de biomasa para todo i , las que son resultado directo de cambios en la captura, predación y disponibilidad de alimento para cada grupo i , y un reflejo indirecto de cambios en la pesca y predación sobre grupos que interactúan con el grupo i .

Ecuación de Consumo en EwE

Tal como ocurre en Ecopath, en Ecosim lo que es consumo para un grupo (predador) es mortalidad para otro (presa). Por lo tanto, la dinámica temporal de cada grupo i está fuertemente ligada al consumo de alimento (mortalidad por predación, M2) de cada predador. La expresión con la que Ecosim predice el consumo (C_{ijt}) de la presa i por el predador j al tiempo t es:

$$C_{ij} = \frac{a_{ij}v_{ij}B_{it}B_{jt}}{2v_{ij} + a_{ij}B_{jt}}$$

donde: a_{ij} corresponde a la tasa efectiva de búsqueda del predador j sobre la presa i ; v_{ij} es la tasa instantánea máxima de mortalidad que el predador j puede causar sobre la presa i . En esta ecuación C_{ijt} depende de las biomasa de presa (B_{it}), del predador (B_{jt}), de la tasa de búsqueda del predador (a_{ij}) y de la “vulnerabilidad” de la presa a la predación (v_{ij}). De estos cuatro parámetros la vulnerabilidad a la predación es la que determina en mayor medida la dinámica,

tanto de la biomasa del predador como de la presa. A continuación se discute con más detalle aspectos relacionados a este parámetro.

Vulnerabilidad a la predación

Las relaciones predador-presa son más complejas que aquellas descritas mediante ecuaciones simples tipo Lotka-Volterra (Walters *et al.*, 1997). En efecto, los predadores y las presas no se distribuyen homogéneamente en el espacio, sino que su interacción depende del comportamiento de ambos. Por un lado, la presa utiliza tácticas de escape/refugio que disminuyen la probabilidad de ser predada, mientras que el predador puede cambiar los tiempos/energía que destina a la búsqueda de una presa particular. Esto se relaciona con las dos visiones clásicas que tratan de explicar la regulación poblacional en ecosistemas naturales.

Por un lado se sostiene que la disponibilidad de alimento (control por presas o bottom-up) es el principal medio de regulación poblacional, mientras que, por el otro, se propone que es la presión de predación (control por predadores o top-down). Actualmente se acepta que ambos tipos de control operan dinámicamente al interior de las tramas tróficas marinas. Esto implica que la evaluación de las relaciones predador-presa requiere necesariamente de un análisis del tipo de control operando. Ecosim utiliza la vulnerabilidad de la presa a la predación como una aproximación a este problema. Esta vulnerabilidad puede estar influenciada por cambios espaciales del predador, de la presa o de ambos, y de ahí la alternancia dinámica entre un tipo de control y otro.

En Ecosim la biomasa de cada grupo presa B_i tiene un componente vulnerable para cada predador j (V_{ij}) en cualquier momento del tiempo (Fig. 56). La importancia del parámetro vulnerabilidad (v) en las predicciones realizadas por Ecosim es que éste regula la velocidad de intercambio entre la fracción invulnerable y la vulnerable de la presa. Si v es alto, entonces el reemplazo desde la biomasa invulnerable a la vulnerable será casi instantáneo. En cambio, si v es bajo, entonces el reemplazo de la biomasa desde la fracción invulnerable a la vulnerable será lento; en este caso la dinámica del predador estará regulada por el valor de v más que por el valor de la biomasa del predador. Así, un valor bajo de v (i.e., $v=1$) implicará control por

presas. En la versión de Ecosim 5.1, ν se distribuye entre 1 y $\gg 1$. Por lo tanto, un valor alto de ν (i.e. alrededor de 5) implica control por predadores (top-down). El modelo asume por defecto que $\nu=2$ en todos los grupos funcionales incluidos en el modelo.

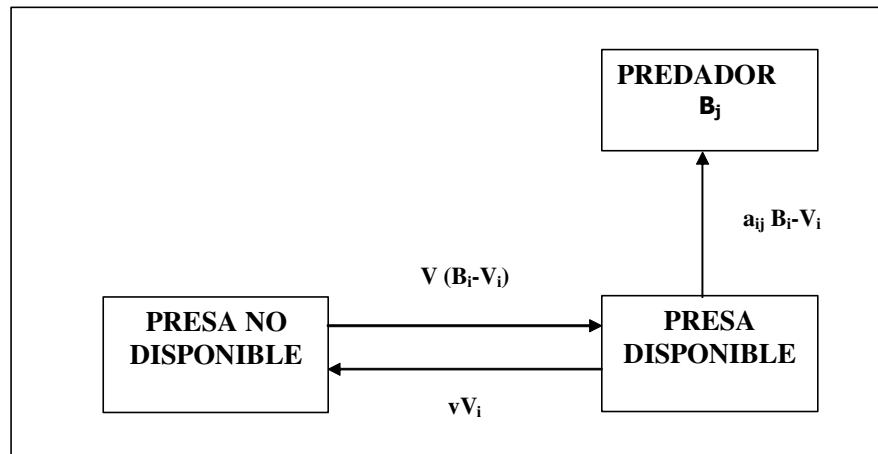


Fig. 56. Representación de los flujos entre la fracción vulnerable (V_i) e invulnerable ($B_i - V_i$) de la biomasa de una presa dada en **EwE**. El parámetro a_{ij} es la tasa de búsqueda de la presa i por el predador j , ν es la tasa de intercambio entre el estado vulnerable y el invulnerable. El balance instantáneo entre ambos estados de la biomasa de la presa implica que $V_i = \nu B_i / (2\nu + a_{ij})$. Modificado de Walters *et al.* (1997).

4.3.6.1.3. Presentación de parámetros de entrada para la modelación ecotrófica y balance de modelo ecotrófico año 2000 para Chile central.

(a) Construcción modelo ecotrófico para Chile central año 2000

Se construyó un modelo ecotrófico que representa interacciones entre los principales grupos funcionales (con énfasis en recursos pesqueros, sus presas y predadores) y estructura comunitaria en el área de estudio en el año 2000. Para ello nos basamos en el modelo construido por Neira (2003), agregando a la jibia como grupo funcional adicional.

Se construyó un modelo ecotrófico que representa interacciones entre los principales grupos funcionales (con énfasis en recursos pesqueros, sus presas y predadores) y estructura

comunitaria en el área de estudio (33° S – 39° S, y desde la costa hasta 30 mn al oeste; Fig. 57) en el año 2000, apoyándonos en Neira (2003), agregándose ahora un grupo funcional adicional que representa al recurso jibia. El área ha sido delimitada considerando tanto las unidades de pesquería y los patrones de distribución de las flotas como el límite oeste de la plataforma continental. La escala temporal del modelo es un año.

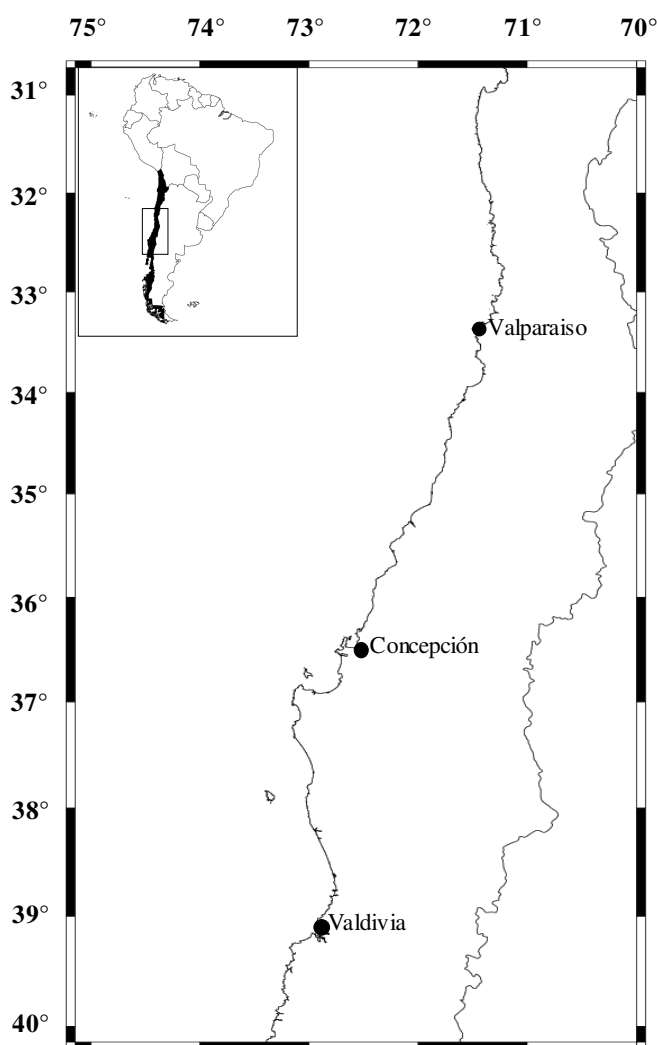


Fig. 57. Área de estudio correspondiente a la zona marina frente a Chile central (33° S a 39° S y desde el litoral hasta 30 mn al oeste).

El área de estudio presenta rasgos oceanográficos y topográficos característicos que la definen como una unidad biogeográfica, a saber: el proceso de surgencia costera es estacional (Arcos & Navarro, 1986); la turbulencia es alta en la época estival, pero también en la época invernal debido al paso de frentes de mal tiempo por la región; y el transporte fuera de la costa es alto en verano y la extensión de la plataforma continental es moderada a ancha (Ahumada, 1989).

(b) Representación de la trama trófica del ecosistema marino de Chile central

La trama trófica del ecosistema marino de Chile central se modela utilizando el paquete computacional Ecopath con Ecosim (**EwE**; Christensen & Pauly, 1992; Walters *et al.*, 1997). El modelo resume información biológica y pesquera de los principales grupos tróficos del sistema, con énfasis en los recursos pesqueros tradicionales, sus presas y predadores para el año 2000.

(c) Descripción de los parámetros de entrada requeridos para construir el modelo

Los parámetros de entrada para cada grupo funcional requeridos por el modelo ecotrófico son los siguientes:

Biomasa (B): es la masa total de cada grupo viviente. En **EwE** se ingresa como densidad y su unidad es $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$. Se calcula mediante técnicas de evaluación de stock estándar, como por ejemplo evaluación directa (área barrida, hidroacústica) o indirecta (Análisis Secuencial de Población). En los grupos que componen la fauna acompañante de la pesquería de merluza común, y a falta de estimados directos, B_i se calculó como sigue:

$$B_i = B_{M.gayi} * (L_i * L_{M.gayi}^{-1})$$

donde B_i es la biomasa anual que habría ocurrido de la especie i del by-catch en la pesca de arrastre de *M. gayi*, $B_{M.gayi}$ es la biomasa anual de *M. gayi*, L_i es la captura de la especie i obtenida a partir de los cruceros que se realizaron el año 2000 para determinar biomasa de merluza común, $L_{M.gayi}$ es la captura de *M. gayi* durante el mismo crucero. El supuesto es que todas las especies responden igualmente al arte de pesca arrastrero merlucero.

- **Producción:** es la generación de tejido por un grupo en el período de tiempo considerado. Se ingresa como la razón producción/biomasa (P/B). La producción total estimada por **EwE** es un flujo expresado en $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$, mientras que P/B se expresa en año^{-1} . De acuerdo con Allen (1971), en poblaciones en equilibrio (mortalidad exponencial y crecimiento tipo von Bertalanffy) la razón P/B es equivalente a la mortalidad total (Z), la que se estima mediante técnicas estándar, como por ejemplo el método de la curva de captura.
- **Consumo:** es la ingesta de alimento por un grupo en el período de tiempo considerado. Se ingresa como la razón consumo sobre biomasa (Q/B). El consumo absoluto calculado por **EwE** es un flujo expresado en $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$, mientras que Q/B se expresa en año^{-1} .
- **Composición de la dieta de los predadores (DC):** corresponde a la fracción en peso que aporta cada presa al contenido estomacal de un predador. No tiene unidades. Se determina a través del análisis cuantitativo del contenido estomacal de los predadores.
- **Eficiencia ecotrófica (EE):** corresponde a la fracción de la producción de cada grupo que es utilizada dentro del sistema como predación o capturas. No tiene unidades.
- **Eficiencia de conversión de alimento (GE):** se estima como la razón producción/consumo (P/Q). No tiene unidades.
- **Captura (Y):** es la remoción por pesca de la biomasa de un grupo dentro del sistema. Sus unidades son $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$. Para los grupos recursos pesqueros, se utiliza el desembarque oficial informado por el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPesca).

La captura de grupos que pertenecen a la fauna acompañante en la pesquería de merluza común (*M. gayi*) corresponde al desembarque de cada grupo i (D_i) informada por SERNAPesca, más una estimación del descarte en la pesquería de arrastre de *M. gayi* (C_i), esto es:

$$Y_i = D_i + C_i$$

donde C_i se calculó como

$$C_i = Y_{M.gayi} * (L_i * L_{M.gayi}^{-1})$$

donde C_i es la captura anual que habría ocurrido de la especie i del by-catch en la pesca de arrastre de *M. gayi*.

La fuente de información desde la que se obtuvo los parámetros de entrada para cada grupo funcional en el año 2000 se detalla en la Tabla 46. Los grupos funcionales incluidos en la modelación del ecosistema marino de Chile central, año 2000, son:

- cetáceos,
- lobo marino común (*Otaria flavescens*),
- aves marinas,
- merluza común juveniles (*Merluccius. gayi*),
- sardina común (*Strangomera bentincki*),
- anchoveta (*Engraulis ringens*),
- jibia (*Dosidicus gigas*),
- calamar (*Loligo gahi*),
- peces mesopelágicos,
- langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*),
- langostino amarillo (*Cervimunida johni*),
- camarón nailon (*Heterocarpus reedi*),
- jurel (*Trachurus. symmetricus*),
- merluza de cola (*Macruronus magellanicus*),
- albacora (*Xiphias gladius*),
- lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*),
- congrio negro (*Genypterus maculatus*),
- besugo (*Epigonus crassicaudus*),
- blanquillo (*Prolatilus jugularis*),
- pejerrata (*Coelorhyncus aconcagua*),
- rayas (*Raja spp.*),
- poliquetos (*Paraprionospio pinnata*),
- salpas y plancton gelatinoso,
- copépodos,
- eufáusidos,
- fitoplancton, y
- detritus.

Algunos grupos funcionales fueron separados en componentes menores. De acuerdo con Arancibia (1987), en merluza común la caja “juveniles” incluye los grupos de edad de 0 a 3 años, mientras que los adultos corresponden al grupo de edad 4+ años. En sardina común, anchoveta y langostino colorado se consideró como juveniles los grupos de edad 0 año (reclutas) y como adultos a los grupos 1+ años.

En **EwE**, B, P/B, Q/B o EE puede ser desconocido para cualquier grupo i , ya que si se ingresa valores para tres de estos cuatro parámetros, **EwE** estima el parámetro desconocido al resolver el sistema de ecuaciones que definen el modelo. Con esta rutina se estima B en grupos funcionales para los cuales no existe data.

En calamar, peces mesopelágicos, langostino colorado, eufáusidos y copépodos B se estima con **EwE** bajo el supuesto que $EE=0,999$. Este valor de EE implica que **EwE** calcula la biomasa mínima para sustentar a los predadores de estos grupos. Siguiendo a Jarre-Teichmann *et al.* (1998), B de plancton gelatinoso se estima asumiendo $EE=0,15$. En fitoplancton, B se estima asumiendo $EE=0,8$ con lo que se consigue que la producción primaria estimada por **EwE** se encuentre dentro del rango informado para el ecosistema marino de Chile central (*i.e.* $PP \approx 1 \text{ kg C m}^{-2}$; Daneri *et al.*, 2000).

Considerando que para Chile central no existen estimaciones de B para cetáceos ni aves marinas, y que **EwE** no puede estimar B en predadores tope, se considera que los niveles de B para estos grupos en Chile central son similares a los niveles de biomasa informados para ecosistemas de surgencia (Jarre *et al.*, 1989; Jarre-Teichmann *et al.*, 1998).

En cuanto al grupo funcional que representa a jibia, la composición de la dieta (DC_{jibia}) y la razón consumo/biomasa (Q/B_{jibia}) fueron obtenidos desde Cubillos *et al.* (2004).

Considerando que el modelo ecotrófico desarrollado en este proyecto incluye estructura de edades en merluza común (entre otros grupos) y que Cubillos *et al.* (2004) no informan el tamaño (edad) de las presas en el contenido estomacal de jibia, se asume, entonces, que los ítem presa en la composición de la dieta de jibia (DC_{jibia}) se encontraron en un rango

aproximado de 10% del tamaño de jibia (Nigmatulin *et al.*, 2001 proponen que este rango va desde 5% A 15%).

Tomando en cuenta que los ejemplares de jibia encontrados sobre la plataforma continental de Chile central midieron, en promedio, 72.5 cm ML en 2003 (Cubillos *et al.*, 2004), entonces las presas (incluyendo merluza común) habrían medido, en promedio, <10 cm TL (i.e., juveniles en el caso de merluza común). Sin embargo, Rodhouse y Nigmatulin (1996) informan que algunos individuos de jibia son capaces de atacar presas de hasta su propio tamaño. Por lo tanto, se asumió que el 66% de las merluzas consumidas por jibia eran juveniles y 33% eran adultos.

A falta de mayor información se asumió que la razón P/B_{jibia} es 1.75 año^{-1} , lo que corresponde al 50% del P/B en calamares informados para la Corriente de Benguela (Jarre Teichmann *et al.*, 1998).

En ausencia de estimaciones directas o indirectas de biomasa de jibia (B_{jibia}) frente a Chile central, nosotros calculamos una biomasa “ecológicamente” posible utilizando la primera ecuación de Ecopath (ver arriba). Nuestro enfoque consiste en suponer un valor intermedio para el parámetro eficiencia ecotrófica en el grupo jibia (EE_{jibia}). EE se distribuye entre 0 (i.e., predadores tope donde no existe mortalidad por predación o por pesca) y 1 (en especies con alta presión pesquera y de predación, e.g., peces pelágicos de tamaño pequeño) (Christensen y Pauly, 1992).

Entonces, considerando que en el año 2000 no se reportó desembarques importantes de jibia en el sistema (i.e., mortalidad por pesca prácticamente nula), se asume que en ese período $EE_{jibia} = 0.5$. Con este supuesto se busca que la estimación de B_{jibia} por EwE sea cerca de dos veces mayor a la biomasa necesaria para sustentar solo los requerimientos de alimentación de los predadores de jibia (i.e., cuando se asume que $EE_{jibia}=1$).

Tabla 46. Grupos tróficos funcionales incluidos en la modelación del ecosistema marino de Chile central (año 2000) y fuente de información necesaria para parametrizar el modelo. Nomenclatura: (j)=juveniles; (a)=adultos; (EC1)= ecuación 1, ver texto; (EC2) ecuación 2, ver texto; (ES)=Evaluación de Stock; (RO)=Reporte oficial del Servicio Nacional de Pesca; (ACE)=Análisis de contenido estomacal; (CGE)=Conocimiento general de la misma especie/grupo.

Grupo/Parámetro	B_i $t \cdot km^{-2}$	P_i/B_i $año^{-1}$	Q_i/B_i $año^{-1}$	Y_i $t \cdot km^{-2} \cdot año^{-1}$	DC	EE_i	GE_i
1. cetáceos	19 y 20	20; 25	7; 25	-	23; 25		
2. lobo marino	14	20	19	-	CGE basado en 14		
3. aves marinas	19 y 20	19	19	-	19; 20		
4. merluza común (j)	ES; 26	2	2	26	ACE; 3		
5. merluza común (a)	ES; 26	2	2	RO; 28	ACE; 3		
6. sardina común (j)	ES; 27	IFOP		RO; 28	ACE; 4		17
7. sardina común (a)	ES; 27	IFOP		RO; 28	ACE; 4		17
8. anchoveta (j)	ES; 27	IFOP		RO; 28	ACE; 4		17
9. anchoveta (a)	ES; 27	IFOP		RO; 28	ACE; 4		17
10. calamar		20		RO; 28	22; 30	0,999	29
11. jibia	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto	Ver texto
12. peces mesopelágicos		17	20	-	1	0,999	
13. langostino colorado (j)		CGE basado en 30	30	-	CGE basado en 30	0,999	
14. langostino colorado (a)	ES; 10	30	30	RO; 28	CGE basado en 30		
15. langostino amarillo	ES; 16	30	30	RO; 28	CGE basado en 30		
16. camarón nailon	ES; 9	30	30	RO; 28	CGE basado en 30		
17. jurel	ES; 11	Cubillos, com. pers.	19	Cubillos, com. pers.	ACE; 3		
18. merluza de cola	ES; 27	20		RO; 28	ACE; 12		
19. albacora		20		RO; 28	ACE; 6		20
20. congrio negro	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
21. pejerrata	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
22. lenguado ojos grandes	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
23. besugo	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
24. blanquillo	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
25. rayas	EC1	3; 24	3; 24	EC2	3; 24		
26. poliquetos	8	8	5	-	CGE basado en 8		
27. plancton gelatinoso		20	20	-	20	0,150	
28. copépodos		15		-	18	0,999	18
29. eufáusidos		18		-	18	0,999	18
30. fitoplancton		13	-	-	-	0,800	
31. detrito	-	-	-	-	-	-	-

1=Amstrong *et al.* (1991); 2=Arancibia *et al.* (1998); 3=Arancibia *et al.*, (2002); 4=Arrizaga *et al.* (1993); 5=Arreguin-Sánchez *et al.* (1993); 6=Barbieri *et al.* (1998); 7=Browder (1993); 8=Carrasco & Arcos (1980); 9=Canales (2002); 10=Canales & Espejo (2002); 11=Córdova *et al.* (2000); 12=Cubillos

et al. (1998); 13=Daneri *et al.*, 2000; 14=Doppler Ltda. (1997); 15=Escribano & McLaren (1999); 16=Espejo & Canales (2002); 17=Hewitson & Crushak (1993); 18=Hutchings *et al.* (1991); 19=Jarre *et al.* (1989); 20=Jarre-Teichmann *et al.* (1998); 21=Lillo *et al.* 2001; 22=Lipinski (1992); 23=Majluf & Reyes (1989); 24=Neira *et al.* (en revisión); 25=Pauly *et al.*, (1998b); 26=Payá *et al.* (2001); 27=Quiñones *et al.* (2002); 28=SERNAPesca (2001); 29=Shannon & Jarre-Teichmann (1999); 30=Wolff (1994).

4.3.6.1.4. Simulaciones de biomasa y consumo poblacional de jibia

Tal como lo establecen las Bases Especiales del proyecto y nuestra Oferta Técnica, nosotros realizamos simulaciones de escenarios de biomasa y estructura poblacional de jibia para estimar el consumo poblacional absoluto considerando la vulnerabilidad de las presas (*v*) con tres tipos de simulaciones, las que se describe a continuación:

Simulación I

Se estimó los niveles máximos de biomasa de merluza común removida por jibia (i.e., durante la aparición de jibia en los años 2003 y 2004) utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{ij} = B_j[(Q/B)_j * DC_{ij}]$$

donde: Q_{ij} es el consumo de la presa *i* por el predador *j* (jibia en este caso); B_j es la biomasa del predador *j*; Q/B_j es la razón consumo/biomasa del predador *j*; DC_{ij} es la proporción de la presa *i* en la composición de la dieta de *j* (en peso). Se compara el consumo de jibia para las principales presas con el consumo realizado por otros predadores en el sistema, a saber: merluza común y otros predadores (en los que se consideró a cetáceos, lobo marino y aves marinas).

Se asumió valores máximos para B_{jibia} y para la proporción de merluza común en la DC_{jibia} . Nosotros incrementamos estos parámetros en 2 y 5 veces cada uno respecto a los valores usados en el modelo original (ver Tabla 46 y Tabla 47).

Simulación II

Las simulaciones descritas arriba son útiles para calcular cantidades potenciales de las presas removidas por jibia en el sistema. Sin embargo, aquellas no toman en cuenta las interacciones dinámicas predador-presa. Por ejemplo, las presas exhiben una variedad de respuestas frente a un aumento o disminución en la presión de predación a la que están expuestas (escape, cambios en distribución, etc.), mientras que los predadores pueden cambiar su dieta de acuerdo a la disponibilidad de presas en el ambiente. Por lo tanto, nosotros realizamos simulaciones para evaluar los efectos de aumento en la predación y pesca en la dinámica del stock de merluza utilizando el modelo Ecopath balanceado (Tabla 47 y Tabla 48) y el modelo con dinámica temporal Ecosim (Walters *et al.*, 1997; Christensen and Walters, 2004).

Nosotros probamos tres escenarios dinámicos, a saber:

- Aumento en predación. Se asume que el aumento en los desembarques y CPUE de jibia reflejan la abundancia de jibia en el sistema. Se incluyó una tasa de acumulación de biomasa de 1.75 año^{-1} para jibia para simular un incremento de un orden de magnitud en su biomasa desde el año 2000 al año 2005. El impacto de este cambio sobre la biomasa de las principales presas se evaluó manteniendo la mortalidad por pesca constante para todos los grupos recursos pesqueros y de la fauna acompañante durante el tiempo de simulación, i.e., se mantuvo el valor de F para cada grupo obtenido en el año 2000 (ver Tabla 47). El efecto de este incremento en la biomasa de jibia sobre sus presas principales se evaluó bajo tres tipos de control trófico, a saber: control por predadores ($v=5$, top-down), control mixto ($v=2$) y control por presas ($v=1$) con el objetivo de evaluar una presión por predación extrema sobre las especies de presa.
- En el caso específico de merluza común, se probó también un escenario de aumento de la mortalidad por pesca. Nosotros simulamos el efecto de incremento en la mortalidad por pesca en merluza común. Para ello se efectuó una corrección de la mortalidad por pesca de merluza para los años 2000 al 2005 utilizando un coeficiente de mortalidad por pesca

corregido (F^*) por un factor que toma en cuenta subestimación de F como sigue:

$$F^* = a F$$

donde F^* es el coeficiente de mortalidad por pesca corregido en merluza común; F es el coeficiente de mortalidad por pesca que se calculó como $F=Y/B$, donde Y es el desembarque oficial de merluza común obtenido del Servicio Nacional de Pesca (www.sernapesca.cl); B corresponde a la biomasa vulnerable de merluza común obtenida de SSP (2004); “ a ” es una constante utilizada para corregir el estimado de F “oficial” al incluir una estimación de descarte y subreporte en las capturas. De acuerdo con Arancibia y Neira (2004), se asumió que $a=1.3$. En este escenario no se incluyó cambios en la predación.

- El tercer escenario combina los efectos de la predación y la pesca en merluza común, evaluándose los efectos sinérgicos de la mortalidad por predación por jibia y el de subestimación de $F_{\text{merluza común}}$. Este escenario es una combinación de los escenarios 1 y 2.

Simulaciones III

Este tipo de simulaciones no fue incluido inicialmente en nuestra Oferta Técnica. Sin embargo, nosotros presentamos acá un tipo de simulación más formal para evaluar tendencias en la biomasa de merluza común en el corto y mediano plazo ante escenarios de cambios en F de merluza común y en la biomasa de jibia. Para el efecto se utilizó un modelo Ecopath representando el ecosistema marino de Chile central en el año 1970, recientemente calibrado y ajustado a series de tiempo que cubren el periodo 1970 a 2004 (Neira *et al*, en prep.). Con este modelo calibrado nosotros simulamos la biomasa de merluza común desde el año 2005 al año 2010, bajo los siguientes escenarios:

Mortalidad por pesca (F):

- constante (i.e., valores de F en 2005); y,
- cero ($F = \text{cero}$ desde 2007-2010).

Mortalidad por predación (M2)

- constante (i.e., $M2_i = M2_{i2005}$);
- variable: biomasa de jibia constante entre 2005 al 2007, y luego disminución en 50% desde 2008-2010.

En estas simulaciones no se evalúa cambios en el reclutamiento, asumiéndolo constante.

4.3.6.1.5. Resultados y Discusión

Modelo Balanceado para el año 2000

Los parámetros resultantes y la composición de la dieta de los predadores resultantes del balance del modelo se presentan en la Tabla 47 y Tabla 48.

Tabla 47. Parámetros de entrada y principales output del modelo final balanceado que representa el ecosistema marino de Chile central, año 2000. Resultados calculados por Ecopath se destacan en negritas.

Grupo/parámetro	Nivel trófico	B ton*km ⁻²	P/B año ⁻¹	Q/B año ⁻¹	Y ton*km ⁻² *año ⁻¹	EE	GE	F año ⁻¹	M2 año ⁻¹	M0 año ⁻¹
1. cetáceos	4,5	0,010	0,600	10,000	-	0,167	0,060	-	0,100	0,600
2. lobo marino	3,9	0,072	0,250	20,000	-	0,544	0,012	-	0,136	0,114
3. aves marinas	3,6	0,065	0,500	20,000	-	0,000	0,025	-		0,500
4. merluza común (j)	3,3	7,793	2,500	8,323	0,064	0,741	0,300	0,008	1,845	0,646
5. merluza común (a)	3,9	12,189	0,456	5,159	2,143	0,457	0,088	0,176	0,033	0,248
6. sardina común (j)	2,0	41,355	1,453	14,530	8,510	0,283	0,100	0,206	0,206	1,041
7. sardina común (a)	2,0	14,600	1,875	18,750	4,594	0,288	0,100	0,315	0,225	1,335
8. anchoveta (j)	2,0	23,971	0,703	7,030	3,650	0,522	0,100	0,152	0,215	0,336
9. anchoveta (a)	2,0	14,631	2,120	21,200	4,520	0,252	0,100	0,309	0,225	1,586
10. calamar	3,7	1,069	3,500	10,606	-	0,999	0,330	-	3,496	0,003
11. jibia	3,6	2,661	1,750	5,303	-	0,500	0,330	-	-	-
12. peces mesopelágicos	3,4	32,951	1,200	12,000	-	0,999	0,100	-	1,199	0,001
13. langostino colorado (j)	2,0	0,199	5,900	18,000	-	0,982	0,328	-	5,792	0,108
14. langostino colorado (a)	2,0	0,360	3,569	12,500	0,080	0,964	0,286	0,222	3,218	0,129
15. langostino amarillo	2,0	0,077	3,569	11,600	0,059	0,782	0,308	0,766	2,026	0,776
16. camarón naílon	2,0	0,400	2,500	12,000	0,089	0,467	0,208	0,223	0,944	1,333
17. jurel	3,5	23,980	0,564	14,200	3,163	0,443	0,040	0,132	0,118	0,314
18. merluza de cola	3,8	7,200	0,440	4,400	1,509	0,981	0,100	0,210	0,222	0,008
19. albacora	4,7	0,640	0,500	5,000	0,240	0,750	0,100	0,375	0,000	0,125
20. congrio negro	3,5	0,300	0,700	3,500	0,068	0,351	0,200	0,227	0,019	0,454
21. pejerreta	3,0	0,327	0,700	3,500	0,001	0,554	0,200	0,003	0,385	0,312
22. lenguado ojos grandes	3,0	0,200	0,700	3,500	0,002	0,014	0,200	0,010	0,000	0,69
23. besugo	3,5	0,780	0,700	3,500	0,115	0,290	0,200	0,147	0,055	0,497
24. blanquillo	3,6	0,045	0,700	3,500	0,003	0,095	0,200	0,067	0,000	0,633
25. rayas	3,0	0,253	0,362	2,413	0,012	0,131	0,150	0,047	0,000	0,315
26. poliquetos	2,0	1,886	2,410	15,900	-	0,000	0,152	-	0,000	2,410
27. plancton gelatinoso	2,6	7,774	0,584	1,420	-	0,150	0,411	-	0,088	0,496
28. copépodos	2,2	59,389	45,000	154,519	-	0,999	0,291	-	44,955	0,045

Tabla 47. Continuación.

Grupo/parámetro	Nivel trófico	B ton*km ⁻²	P/B año ⁻¹	Q/B año ⁻¹	Y ton*km ⁻² *año ⁻¹	EE	GE	F año ⁻¹	M2 año ⁻¹	M0 año ⁻¹
29. eufausidos	2,5	50,703	13,000	31,707	-	0,999	0,410	-	12,987	0,013
30. fitoplancton	1,0	267,717	120,000	-	-	0,300	-	-	36,000	84,000
31. detrito	1,0	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-

Tabla 48. Composición de la dieta de los predadores en el modelo final cuadrado del ecosistema marino de Chile central, año 2000.

Presa	Predador	Cetáceos	lobo marino	aves marinas	merluza (j)	merluza (a)	sardina (j)	sardina (a)	anchoveta (j)	anchoveta (a)	calamar	jibia	peces mesops	l. colorado (j)	l. colorado (a)	camarón	jurel	mercola	albacora	congrío	pejerrata	lenguado	besugo	blanquillo	rayas	poliquetos	gelatinosos	copépodos	eufáusidos
Cetáceos	0.01																												
aves marinas	0.10																												
merluza (j)	0.06	0.25	0.10	0.04	0.17																								
merluza (a)	0.07	0.20	0.05			0.05	0.08																0.07						
sardina (j)	0.10	0.18	0.28	0.12		0.05																							
sardina (a)	0.03	0.07	0.10	0.04																									
anchoveta (j)	0.06	0.11	0.17	0.07		0.05																							
anchoveta (a)	0.04	0.06	0.10	0.04																									
calamar	0.15		0.04		0.00						0.21						0.04	0.01											
jibia	0.15		0.04									0.17					0.04	0.01											
peces mesops	0.10		0.12		0.30						0.10	0.15					0.03	0.18											
l. colorado (j)					0.02	0.00													0.00	0.03	0.02			0.00					
l. colorado (a)					0.01	0.00													0.11	0.11	0.30			0.21					
l. amarillo						0.00													0.00		0.02			0.02					
camarón						0.01																							
jurel	0.10	0.10																	0.48										
mercola												0.30							0.50										
albacora																													
congrío		0.00																											
pejerrata					0.00																								
lenguado																													
besugo		0.03																											
blanquillo												0.10																	
rayas																													
poliquetos																													
gelatinosos																	0.00												
copépodos							0.02	0.02	0.02	0.02	0.44		0.40				0.00										0.50	0.20	
eufáusidos					0.50	0.51					0.10	0.60					0.97	0.75									0.50	0.80	
fitoplancton							0.98	0.98	0.98	0.98																	0.50	0.60	
detrito																													
Importación	0.04				0.17	0.01						0.15		1.00	1.00	1.00				0.84	0.86	0.66	0.50	0.26	0.77			1.00	
Total	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	

Biomasa estimada de jibia

Bajo los supuestos mencionados arriba, con EwE se estima un valor de B para jibia de ~320 mil ton para el año 2000 en Chile centro-sur.

4.3.6.1.6. Resultados de Simulaciones

Simulaciones A. Escenarios ecotróficos multiespecíficos utilizando el software Ecopath with Ecosim (EwE). Tres escenarios.

Simulaciones I

Biomasa de merluza removida bajo distintos niveles de biomasa de jibia (B_{jibia}) y aporte de merluza común en la composición de la dieta (DC_{jibia}) de jibia.

En la Fig. 58 se muestra la biomasa de merluza común que habría sido removida por jibia (año 2000) bajo diferentes supuestos en cuanto a: (i) aporte de merluza común en la composición de la dieta de jibia (DC_{jibia}) y (ii) niveles de biomasa de jibia en el mar (B_{jibia}). Cuando la B_{jibia} es 320 mil ton y el porcentaje (en peso) de merluza común en la DC_{jibia} es 10%, entonces la jibia habría consumido unas 170 mil ton de merluza juvenil (grupos de edad 0 a 3 años) y unas 56 mil ton de merluza común adultas (grupos de edad 4+ años), lo que es levemente superior a las capturas comerciales promedio anual de merluza común en el periodo 2000-2003 (i.e., 120 mil ton por año).

Bajo el supuesto que la B_{jibia} y el aporte de merluza común en la DC_{jibia} son el doble de aquellos valores utilizados en el modelo que representa la trama trófica en el año 2000 (párrafo anterior), se obtiene que la jibia habría removido 1.4 millones de ton de merluza común juvenil y 0.5 millones de ton de merluza común adultas. En el escenario que supone que B_{jibia} y el aporte de merluza común en la DC_{jibia} son cinco veces superiores a aquellos en el año 2000, la jibia podría haber removido cerca de 3.5 millones de ton de merluza (j) y 1.5 millones de merluza (a).

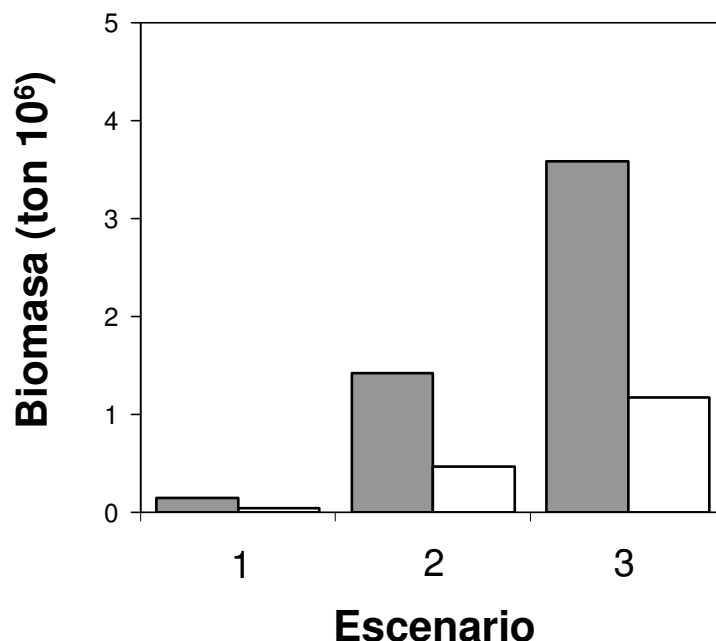


Fig. 58. Consumo de merluza común por jibia bajo distintos escenarios: (1) estimado por el modelo Ecopath año 2000; (2) calculado suponiendo que el aporte (porcentaje en peso) de merluza común en la dieta de jibia es 20% y que la biomasa de jibia es 620 mil ton; (3) calculado suponiendo que el aporte (porcentaje en peso) de merluza común en la dieta de jibia es 50% y la biomasa de jibia es 1,6 millones de ton. Simbología: barras grises = merluza común juveniles (grupo de edad 0 a 3 años); barras blancas = merluza común adultos (grupo de edad 4+ años).

Estas simulaciones en estado estable indican que el escenario 3 es totalmente irreal, ya que se habría removido más biomasa de merluza común que la presente en el ecosistema. Algo similar ocurre con el escenario 2. Esto significa que es baja la probabilidad de ocurrencia de altos niveles de biomasa de jibia (> 1.5 millones de toneladas) y/o alto aporte de merluza común (porcentaje en peso) en la dieta de jibia (>50%).

Adicionalmente, estos resultados revelan también que, de haber ocurrido una “predación catastrófica” de jibia sobre merluza común (*sensu* SSP, 2004; Payá, 2005), el aumento en la predación de jibia habría impactado principalmente a la fracción juvenil del stock de merluza

común y que, por lo tanto, los efectos en la fracción adulta (o vulnerable) de merluza común no se habrían reflejado antes de 3 ó 4 años. Esto indica que es poco probable que el stock de merluza común hubiese colapsado desde un nivel de biomasa alto y estructura de edad saludable en el año 2002 hasta una biomasa mínima y estructura de edad alterada en sólo dos años, como lo muestran los resultados del crucero hidroacústico del 2004 (Lillo *et al.*, 2004). En otras palabras, la disminución de la biomasa del stock de merluza común vendría desde muchos años antes.

Simulaciones II

Las tendencias de la biomasa predicha por Ecosim para las principales presas de jibia resultantes de los escenarios simulados se presentan en la Fig. 59. En general, los mayores cambios en la biomasa de las principales presas de jibia se producen bajo un tipo de control por predadores ($v=5$), mientras que los menores cambios se producen bajo un tipo de control por presas ($v=1$); cambios intermedios se producen bajo control mixto ($v=2$).

El incremento de jibia en un orden de magnitud afectaría a merluza común (adultos y juveniles) sólo bajo el tipo de control por predadores (Fig 59). En el caso de peces mesopelágicos, el control por predadores produce fuertes oscilaciones en la biomasa de este grupo, mientras que prácticamente no hay cambios en las presas bajo el control mixto y por presas (Fig. 59). En el caso de merluza de cola se observa que los distintos tipos de control producen respuestas disímiles en la dinámica de este grupo. En efecto, mientras el control por predadores produce el colapso del stock, el control por presas produce un aumento en su biomasa (Fig. 59). En el caso de pejerreta y besugo se observa disminución de sus biomasa bajo los tipos de control por predadores y mixto, mientras que bajo el control por presas no se produce cambios observables (Fig. 59).

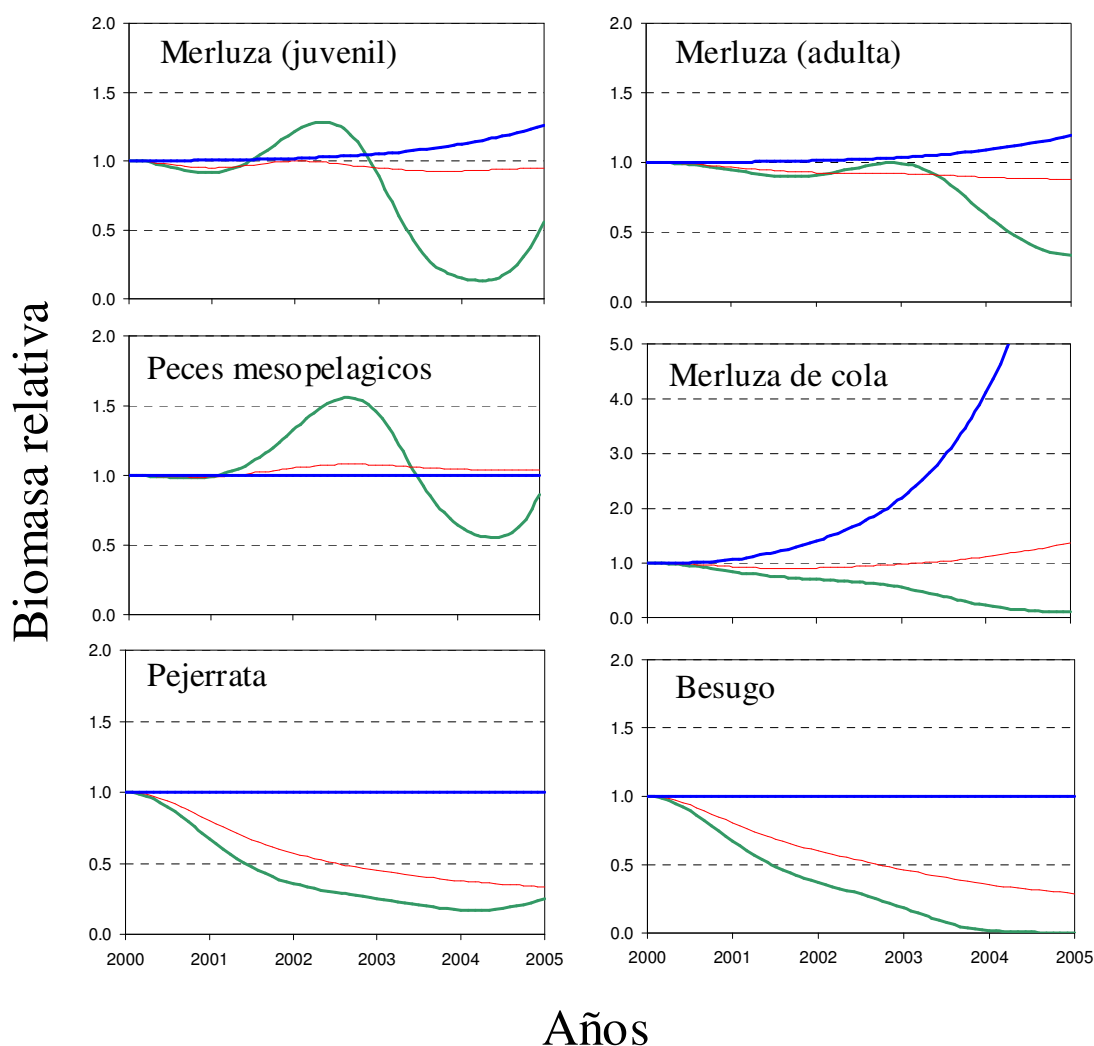


Fig. 59. Tendencias de la biomasa de las principales presas de jibia predichas por el modelo Ecosim ante un aumento de un orden de magnitud en la biomasa de jibia entre los años 2000 y 2005. Simbología: línea azul=control por presas ($v=1$); línea roja=control mixto ($v=2$); línea verde=control por predadores ($v=5$).

Las tendencias de la biomasa predicha por Ecosim para los grupos juveniles y adultos de merluza común resultantes de los escenarios simulados se presentan en la Fig. 60. Para efectos comparativos se muestra también la estimación efectuada por IFOP (ver SSP, 2004).

Comparativamente respecto de la tendencia de la biomasa de juveniles y adultos de merluza común en Chile central, existe alta discrepancia entre los resultados del presente estudio

(escenarios simulados EwE) y la evaluación indirecta de IFOP (presentada en SSP, 2004). En este último se revela que la biomasa adulta de merluza común se incrementó subrepticamente hasta el año 2002, para luego decaer fuertemente, mientras que la biomasa de juveniles se habría mantenido relativamente constante desde el 2000 al 2002, aumentando el 2003 para luego caer hacia el 2005. Sin embargo, Gatica (2006, com. pers.) informa que la biomasa del stock de merluza común ha decrecido desde el año 2000 (Fig. 60a, b).

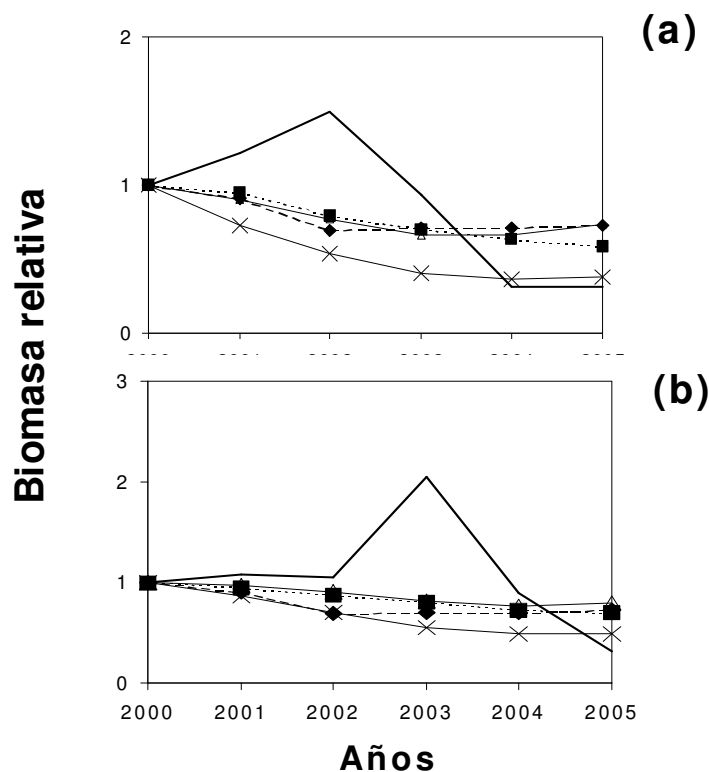


Fig. 60. Biomasa relativa de merluza común bajo distintos escenarios dinámicos simulados. (a) adultos (grupo de edad 4+ años), (b) juveniles (grupo de 0 a 3 años). Simbología: línea continua = estimados de IFOP; línea punteada = estimados de Gatica (2006, com. pers.); cuadrado sólido = escenario 1 (aumento de jibia en un orden de magnitud); triángulo = escenario 2 (corrección de la mortalidad por pesca en merluza); asterisco = escenario 3 (combinación escenarios 1 y 2).

Las biomazas de adultos y juveniles de merluza común obtenidas de la aplicación de EwE bajo el escenario 1 (simulación de aumento en la biomasa de jibia en un orden de magnitud) y el escenario 2 (corrección de la mortalidad por pesca de merluza que incluye un estimado de descarte y subreporte) están de acuerdo con la evaluación de stock efectuada

independientemente por Gatica (2006, com. pers.), tanto en sus tendencias como en su magnitud de cambio (Figs. 60a y 60b).

Por otro lado, el escenario 3 (simulación conjunta de aumento en biomasa de jibia y corrección de mortalidad por pesca en merluza común) produce la mayor disminución de biomasa de las fracciones adulta y juvenil de merluza común. Los tres escenarios simulados en este estudio - mas el estudio de Gatica (2006, com. pers.)- resultan en una disminución continua de la biomasa de merluza común (juveniles y adultos) a partir del año 2000. La evaluación indirecta de IFOP muestra una dinámica totalmente distinta, con la biomasa adulta de merluza aumentando hasta el año 2002 para luego caer fuertemente el año 2004. A su vez, según IFOP, la biomasa juvenil se habría incrementado fuertemente el año 2003, para luego decaer significativamente.

La fracción de la mortalidad por predación (M2) atribuida a los distintos predadores de merluza común en el año 2000 se muestra en la Fig. 61. La principal causa de mortalidad en merluza común (juveniles) en ese año fue el canibalismo ejercido por la fracción adulta del stock, mientras que la escasa mortalidad por predación en merluza común (adultos) estaría explicada principalmente por jibia. Esto se debe solamente al supuesto inicial de modelación en el que, del total de merluza común predada por jibia, el 66% corresponde a juveniles mientras que el 33% corresponde a adultos.

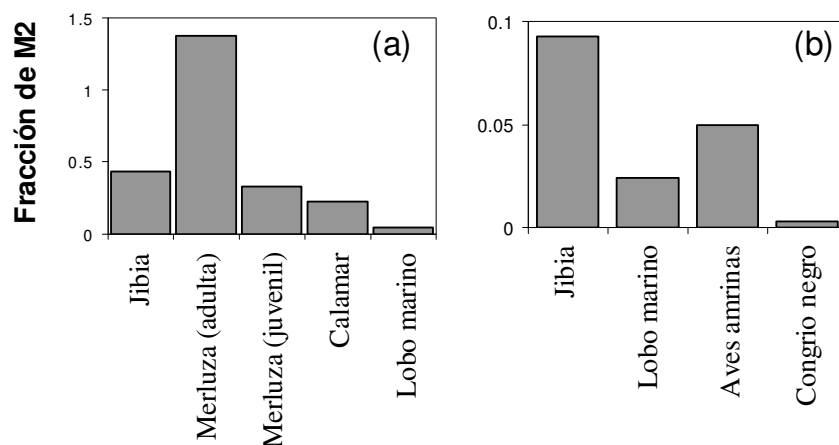


Fig. 61. Fracción de la mortalidad por predación (M2) atribuida a cada predador en el año 2000. a) merluza juvenil; b) merluza adulta.

Bajo el escenario de predación intensa (escenario 1), la jibia es el único predador que incrementa su aporte a la mortalidad por predación en merluza común adultos y juveniles desde el año 2000 al 2005, aunque solo en 25% y 10%, respectivamente (Fig. 62) Consecuentemente, nuestros resultados señalan que M2 de merluza común causada por jibia no se habría incrementado fuertemente ante un aumento significativo en la biomasa de jibia, tal como lo señala la hipótesis de mortalidad catastrófica (*sensu* Payá, 2005). En efecto, las simulaciones indican que, al disminuir la biomasa de merluza por predación por jibia en los primeros años de simulación, esta última especie habría dirigido su consumo hacia otras presas más abundantes, lo que resulta en un aumento moderado de M2 sobre merluza común.

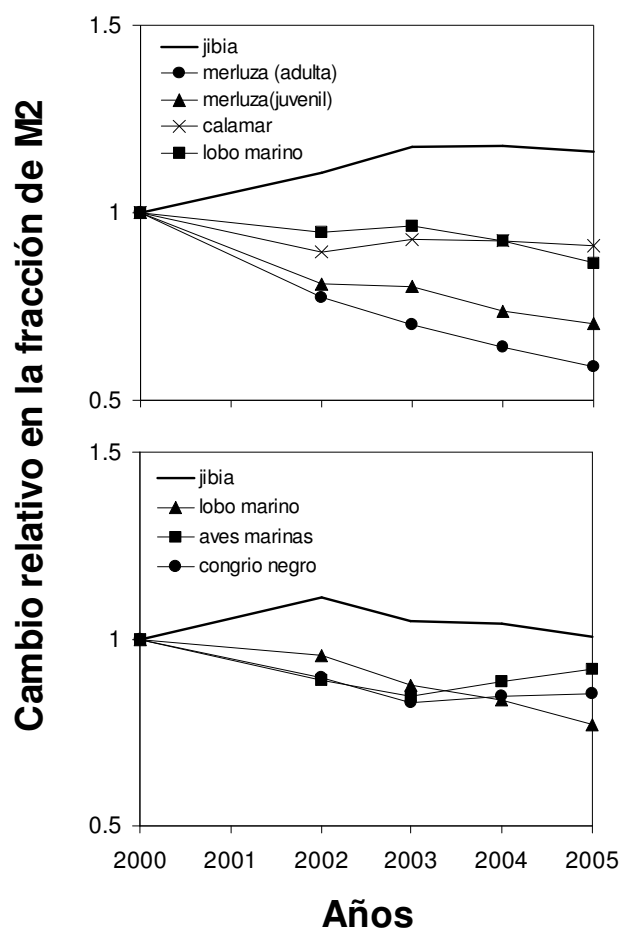


Fig. 62. Cambio en la fracción de M2 explicada por distintos predadores de merluza común en las simulaciones dinámicas EwE relativas a ese año. Simbología: a = adultos; b = juveniles. Simbología: línea continua = jibia; cuadrado = lobo marino; asterisco = calamares; círculo = merluza común juvenil; triángulo = merluza común adulta.

El aporte de las presas (porcentaje en peso) en el contenido estomacal de jibia durante el tiempo de simulación (años 2000 a 2005) se muestra en la Fig. 63. El resultado de la simulación señala que todas las presas disminuyen su aporte a la composición de la dieta de jibia, siendo la excepción el aumento del canibalismo en jibia. Esto también está de acuerdo con el comportamiento caníbal y oportunista de la jibia.

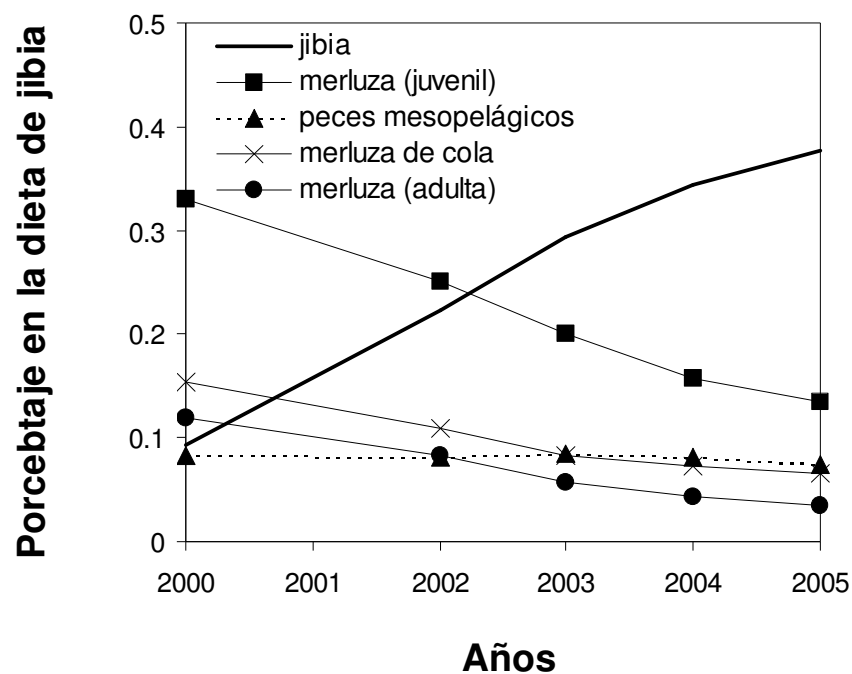


Fig. 63. Cambio en el aporte en peso (porcentaje) de cada presa en la composición de la dieta de jibia durante la simulación del escenario de predación intensa de jibia sobre merluza común. Para mayor claridad de interpretación sólo se presentan las presas que estuvieron representadas en >5% en la dieta de jibia.

Simulaciones III

La dinámica de merluza común resultante de las simulaciones III se presenta en la Fig 64 y Fig. 65. La recuperación del stock de merluza común en el mediano y largo plazo sería posible solo bajo condición de no pesca (i.e., $F=0$), lo que es impracticable. Además, el efecto de la predación por jibia en la dinámica de merluza común no sería significativo desde el año 2005 en adelante.

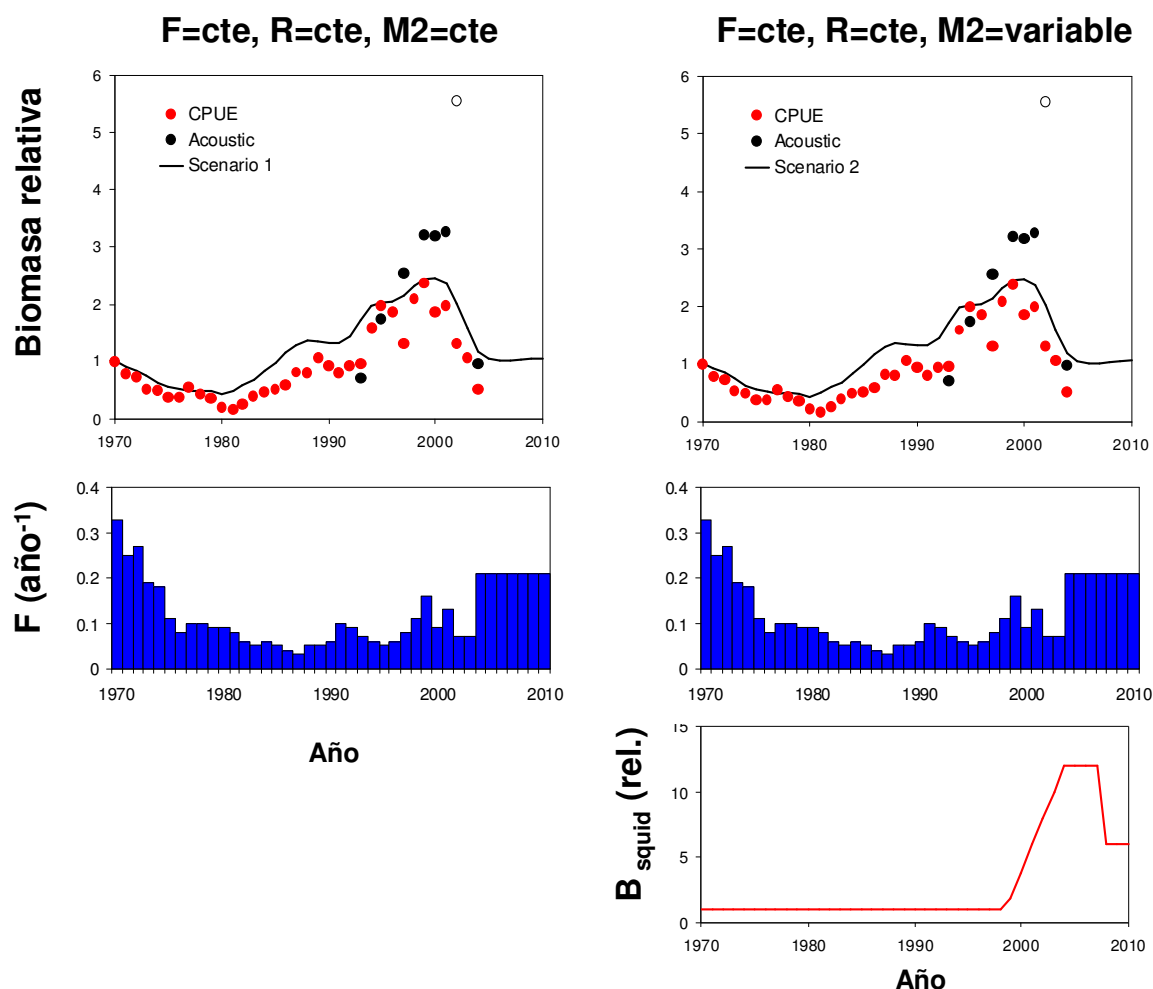


Fig. 64. Proyección de la biomasa de merluza común resultante de distintos escenarios dinámicos simulados EwE. Izquierda: escenario de mortalidad por pesca constante, reclutamiento de merluza común constante y mortalidad por predación por jibia constante a partir del año 2007. Derecha: escenario de mortalidad por pesca y reclutamiento constantes a partir de 2007, con mortalidad por predación por jibia variable.

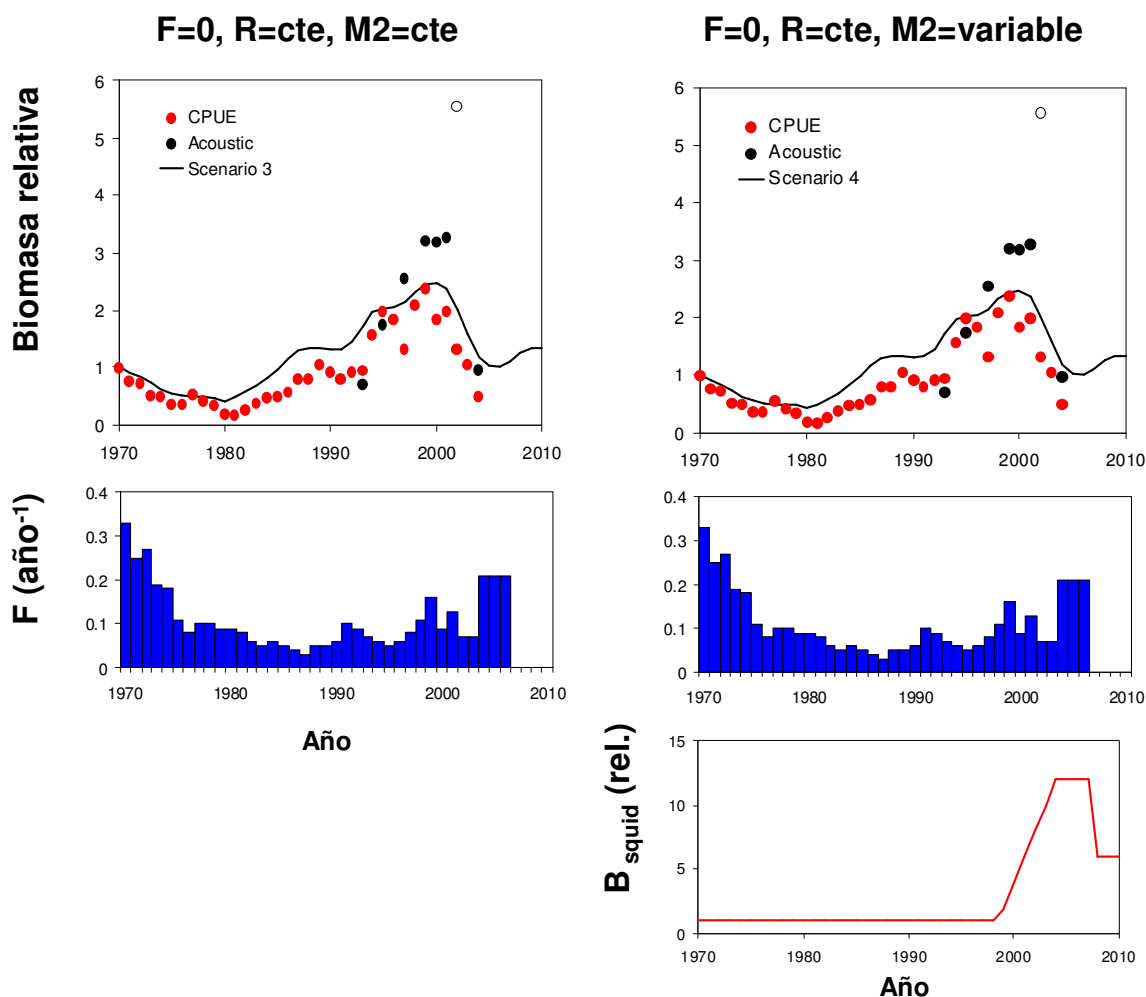


Fig. 65. Dinámica de la biomasa de merluza resultante de distintos escenarios dinámicos simulados. Izquierda: escenario de mortalidad por pesca cero ($F=0$), reclutamiento y mortalidad por predación por jibia constantes a partir de 2007. Derecha: escenario de $F=0$, reclutamiento constante a partir de 2007 con mortalidad por predación por jibia variable.

4.3.6.1.7. Conclusiones

- Las simulaciones ecotróficas multiespecíficas indican que altos valores de biomasa de jibia y de presencia de merluza común en la dieta de jibia resultan en valores irreales de consumo de jibia, i.e., se habría removido más biomasa de merluza común que la presente en el ecosistema.
- En general, los mayores cambios en la biomasa de las principales presas de jibia se producen bajo un tipo de control por predadores ($v=5$), mientras que los menores cambios se producen bajo un tipo de control por presas ($v=1$); cambios intermedios se producen bajo un control mixto ($v=2$).
- La mortalidad por predación (M2) de merluza común causada por jibia no se habría incrementado fuertemente ante un aumento significativo en la biomasa de jibia, tal como lo señala la hipótesis de mortalidad catastrófica.
- La recuperación del stock de merluza común en el mediano y largo plazo sería posible solo bajo condición de no pesca (i.e., $F=0$), lo que es impracticable. Además, el efecto de la predación por jibia en la dinámica de merluza común no sería significativo desde el año 2005 en adelante.
- Específicamente, el colapso del stock de merluza común se habría debido primero a la sobrepesca, ya que la predación por jibia habría jugado un rol secundario. Los resultados de esta sección permiten concluir que no existe evidencia para apoyar la hipótesis de un evento de mortalidad catastrófica de origen desconocido en merluza común.

4.3.6.1.8. Referencias Bibliográficas

- Ahumada, R. 1989. Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías en Chile central: una hipótesis. *Biología Pesquera* (Chile), 18: 53-66.
- Allen, K. R. 1971. Relation between production and biomass. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 28: 1573-1581.
- Amstrong, M.J., A.G. James & S. Valdés Szeinfeld. 1991. Estimates of annual consumption of food by anchovy and other pelagic fish species off South Africa during the period 1984-1998. *South African Journal of marine Science*, 11: 251-266.
- Arancibia, H. 1987. On the application of multivariate analysis in the determination of "ontogenetic trophic units" in the Chilean hake, *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848). ICES Demersal Fish Committee, Ref. Statistics Committee, C.M. 1987/G:6.
- Arancibia, H. 1989. Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen (Federal Republic of Germany), 221 p.
- Arancibia, H., S. Neira. 2003. Simulación de cambios en la biomasa de los principales recursos pesqueros de Chile central (V-IX región) bajo el marco de la ley de pesca N° 19.713 y sus posteriores modificaciones. Informe Final. Universidad de Concepción, 53 pp.
- Arancibia, H., M. Catrileo & B. Farías. 1998. Evaluación de la demanda de alimento en merluza común y análisis de su impacto en pre-reclutas. Informe Final Proyecto FIP 95-17. Universidad de Concepción, 98 pp.
- Arcos D. & N. Navarro. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37° S). *Investigación Pesquera* (Chile), 33: 91-98.
- Arreguín-Sánchez, F., J.C. Seijo & E. Valero-Pacheco. 1993. An application of Ecopath to the Continental Shelf ecosystem of Yucatan, Mexico. 269-278. *En: Trophic models of aquatic ecosystems*, Christensen, V. & D. Pauly. (Eds.), ICLARM Conference Proceedings, N° 26, 390 pp.
- Arrizaga, A., Fuentealba, M., Espinoza, C., Chong, J. & Oyarzún, C., 1993. Hábitos tróficos de dos especies de peces pelágicos: *Strangomera bentincki* (Norman, 1936) y *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 en el litoral de la Región del Bio-Bio, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* (Chile), 6-4: 27-35.
- Barbieri, M.A., C. Canales, V. Correa, M. Donoso, A. González, B. Leiva A. Montiel & E. Yáñez. 1998. Development and present State of the Sword fish, *Xiphias Gladius*, fishery in Chile. pp. 1-10. *En: Biology and Fisheries of sword fish, Xiphias gladius*. Barret, I., O. Sosa-Nishizaki & N. Bartoo (Eds). Papers from the International Symposium on Pacific sword fish, Ensenada, Mexico 11-14 diciembre 1994.
- Browder, J.A. 1993. A pilot model of the Gulf of Mexico Continental Shelf, 279-284. *En: Trophic models of aquatic ecosystems*, Christensen, V. & D. Pauly. (Eds.), ICLARM Conference Proceedings, N° 26, 390 pp.
- Canales, C. 2002. Informe de avance Proyecto "Investigación CTP camarón nailon 2002" Diagnóstico actualizado del estado de situación del recurso camarón nailon 2001. 32

- pp. + 3 Anexos.
- Canales, C. & B. Espejo. 2002. Informe de avance Proyecto “Investigación CTP Langostino colorado 2002” Diagnóstico actualizado del estado de situación del recurso langostino colorado. 27 pp. + 6 Anexos.
- Carrasco F. & D. Arcos. 1980. Estimación de la producción secundaria de *Parapionospio pinnata* (Spionidea, Polychaeta) frente a Bahía de Concepción, Chile. Boletín del Instituto Oceanográfico de Sao Paulo, 29 (2): 79-82.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1992. ECOPATH II. A software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling, 61: 169-185.
- Córdova, J., M^a A. Barbieri, H. Miranda, M. Espejo, M. Rojas, S. Núñez, J. Ortiz, V. Catasti, V. Valenzuela, M. Braun, L. Miranda, C. Cuevas, H. Rebolledo & G. Galindo. 2000. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona económica de Chile. Pre-Informe Final Proyecto FIP N° 2000-03, 110 pp.
- Cubillos, L.C., C. Ibáñez, C. González, A. Sepúlveda. 2004. Pesca de Investigación: Pesca de jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V a X Regiones, 2003. Instituto de Investigación Pesquera, 48 pp.
- Cubillos, L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, C. Pino, A. Sepúlveda. G. Vásquez. 1998. Estudio Biológico pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro-sur. Informe Final Proyecto FIP N° 96-19. 158 pp.
- Daneri, G., V. Dellarossa, R. Quiñones, B. Jacob, P. Montero & O. Ulloa. 2000. Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. Marine Ecology Progress Series, 197: 41-49.
- DeAngelis, D.L., Gross, M.J., 1992. Individual-based models and approaches in ecology: populations, communities, and ecosystems. Chapman et Hall, New York.
- Doppler Ltda. 1997. Censo poblacional del lobo marino común en el litoral de la V a IX Regiones. Informe final Proyecto FIP-IT/96-51, 218 pp.
- Ehrhardt, N.M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. Bulletin of Marine Science, 49(1-2): 325-332.
- Escribano, R. & I. McLaren. 1999. Production of *Calanus chilensis* in the upwelling area of Antofagasta, northern Chile. Marine Ecology Progress Series, 177: 147-156.
- Espejo, V. & C. Canales. 2002. Informe de avance Proyecto “Investigación CTP Langostino amarillo 2002” Diagnóstico actualizado del estado de situación del recurso langostino amarillo, 26 pp. + 4 Anexos.
- Hewitson, J. & R.A. Crushak. 1993. Production and consumption by planktivorous fish in the northern Benguela ecosystem in the 1980s. South African Journal of marine Science, 13:1031-1050.
- Hutchings, L., S.C. Pillar & H. Verheye. 1991. Estimates of standing stock, production and consumption of meso- and macrozooplankton in the Benguela ecosystem. South African Journal of marine Science, 11: 499-512.
- Jarre A, P. Muck & D. Pauly. 1989. Interactions between fish stocks in the Peruvian upwelling ecosystem. ICES Marine Science Symposium, Paper N° 27, ICLARM Contribution N° 563, 23 pp.
- Jarre-Teichmann, A., L. Shannon, C. Moloney & P. Wickens. 1998. Comparing trophic flows

- in the Southern Benguela to those in other upwelling ecosystems. In: Pillar, S., Moloney, C., Payne, A., Shillington (Eds.). Benguela Dynamics. South African Journal of marine Science, 19: 391-414.
- Lillo, S., J. Olivares, M. Braun, A., Díaz, S. Núñez, A. Saavedra, J. Saavedra & R. Tascheri. 2005. Evaluación Hidroacústica merluza común año 2004. Informe final Proyecto FIP N°2004-09. Instituto de Fomento Pesquero, 190 pp + figuras y anexos.
- Lillo, S., V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz & P. Torres. 2001. Evaluación acústica de merluza común en la zona centro sur, año 2000. Informe final Proyecto FIP N° 2000-04. 126 p. +29 tablas, 57 figs.+ 2 anexos.
- Lipinski, M.R. 1992. Cephalopods and the Benguela ecosystem; trophic relationships and impact. *En: Benguela trophic functioning*, Payne, A.J.L., Brink, K.H., Mann, K.H. & R. Hilborn (Eds.), South African Journal of Marine Science, 12: 791-802
- Majluf, P. & J. Reyes. 1989. The marine mammals of Peru: a review. 344-363. *En: D. Pauly, P. Muck, J. Mendo & I. Tsukayama (Eds). The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and Interactions. ICLARM conference Proceedings 18, 483 pp.*
- Neira, S. 2003. Simulación de cambios en los niveles de captura de los principales recursos pesqueros cuantificando su impacto en la estructura comunitaria del ecosistema marino de Chile Central. Tesis de Magíster en Pesquerías. Universidad de Concepción, Chile, 89 pp.
- Neira, S., H., Arancibia & L., Cubillos. 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fish species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecological Modelling*, 172: 233-248.
- Nigmatulin, Ch.M., K.N. Nesis & A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Omastrephidae). *Fisheries Research* 54: 9-19.
- Pauly. D., V. Christensen & C. Walters. 2000. Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impacts of fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 697-706.
- Payá, I. 2005. Evaluación de stock de merluza común y estrategia de recuperación. En: Libro "Programa y Resúmenes del XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar", COLACMAR, p. 343.
- Payá, I., R. Tascheri, C. Montenegro y C. Bravo. 2001. Investigación CTP Merluza común 2002. Primer Informe de Avance. IFOP, 43 pp + figuras y anexos.
- Rodhouse P.G. & Ch.M. Nigmatulin. 1996. Role as consumers. *Philosophical Transactions. Biological Sciences*, Vol. 351, No. 1343, The role of cephalopds in the World's Oceans. Pp 1003-1022.
- SERNAPesca. 2001. Anuario Estadístico de Pesca 2000. Departamento de Información y Estadística Pesquera. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. 283 pp.
- Shannon L.J. & A. Jarre-Teichmann. 1999. A model of trophic flows in the Benguela Upwelling System during the 1980's. *South African Journal of Marine Science*, 21: 349-366.
- Shannon L.J., P. Cury & A. Jarre. 2000. Modeling effects of fishing in the Southern Benguela ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 720-722.
- Shin, Y-J. & Cury, P. 2004. Using an individual-based model of .sh assemblages to study the response of size spectra to changes in fishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 414-431.

- Sparre, P. 1991. Introduction to multispecies virtual population analysis. ICES.mar. Sci. Symp, 193:12-21.
- SSP. 2001. Informe Sectorial Pesquero, enero-diciembre de 2000. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Subsecretaría de Pesca, Departamento de análisis sectorial, 17 pp.
- SSP. 2004. Cuota global anual de captura de merluza común año 2004. Informe Técnico (Res. Pesq.) N° 80, 31 pp.
- Trites A. W., P. Livingstone, M. C. Vasconcelos, S. Mackinson, A. M. Springer & D. Pauly. 1998. Ecosystem considerations and the limitations of ecosystem models in fisheries management: Insights from the Bering Sea. *In press*: proceedings of ecosystem consideration in fisheries management. 16th Lowell Walkfield Fisheries Symposium and American Fisheries Society joint meeting. Anchorage, Alaska, USA.
- Walters, C., V. Christensen & D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 139-172.
- Wolff, M. 1994. A trophic model for Tongoy Bay. A system exposed to suspended scallop culture (Northern Chile). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 182: 149-168.

4.3.6.2. Parte B. Simulación dinámica poblacional de jibia mediante modelos estructurales multiespecíficos

Resumen

Se simula cambios de biomasa con un modelo edad-estructurado y edad en meses. El condicionamiento del modelo revela un rápido crecimiento en longitud de *D. gigas*, alcanzando, en promedio, 30 cm de longitud dorsal del manto, LM (1,2 kg) a los 6 meses; 70 cm LM (15,2 kg) a los 12 meses; y 95 cm LM (31,5 kg) a los 18 meses. El modelo considera un patrón de reclutamiento estacional con dos picos por año, probablemente asociados a eventos reproductivos. Este ciclo estacional es consistente con la generación de dos cohortes por año, lo que determina una clara componente estacional en las capturas y en el escenario de abundancia/biomasa. Interanualmente, la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) se incrementa exponencialmente del año 2000 al 2003, con posterior inhibición y estabilidad desde el año 2004 al 2006.

La selección de presas por tamaño es constante, lo que indica que a medida que la jibia crece prefiere presas de mayor tamaño. El canibalismo está siendo sostenido por jibias (presas) de hasta 31 cm LM; básicamente son caníbales las jibias de más de 50 cm LM. La selección por tamaños de merluza común es importante sobre ejemplares de merluza de 19 a 31 cm LT, y por jibias de más de 50 cm LM. Los ejemplares de clupeiformes de más de 11 cm son preferidos por jibias de más de 50 cm LM.

La estimación por máxima verosimilitud de la biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile indica que dicho recurso pesquero alcanzó, en promedio, 150 mil ton entre los años 2003 y 2006.

4.3.6.2.1. Introducción

En esta sección se presenta un modelo básico edad-estructurado para estimar el consumo de

jibia sobre presas que son recursos pesqueros, particularmente merluza común, jibia (canibalismo), merluza de cola y peces pelágicos menores (anchoveta). El modelo básico resuelve la dinámica de la abundancia de jibia asociado a dos pulsos de reclutamiento por año. Los detalles del modelo se presentan extensamente en la metodología. Este modelo edad-estructurado se ha trabajado de manera independiente al modelo ecotrófico multi-específico EwE.

4.3.6.2.2. Metodología

Simulación estructural

Se simuló una población de *D. gigas* asumiendo que:

- la población es cerrada en la zona centro-sur de Chile (V – X Regiones);
- la mortalidad natural es constante entre meses, años y edades;
- la mortalidad por pesca y la mortalidad natural ocurren simultáneamente;
- la dinámica poblacional es gobernada por la generación de cohortes mensuales, con reclutamientos que siguen una estructura auto-correlacionad; y,
- tanto el crecimiento en longitud como en peso son rápidos (edad máxima 18 meses = 1,5 años)

El Modelo Básico es el siguiente:

a) Dinámica de la abundancia

La abundancia en número es descrita por:

$$N_{t,a} = \begin{cases} R_{t,a} & a = 1; t = 1, \dots, n \\ N_{t-1,a-1} \exp(-(M + s_a F_t)) & a = 2, \dots, m; t = 2, \dots, n \end{cases}$$

donde: $N_{t,a}$ es la abundancia (en número) a comienzos del mes t de un grupo de animales de

edad a ; $R_{t,1}$ representa el reclutamiento en el mes t del primer grupo de edad ($a=1$); M es la tasa de mortalidad natural (y^{-1}); s_a es el patrón de explotación edad-específico; F_t es la tasa de mortalidad por pesca en el mes t (y^{-1}). La biomasa total está definida por la suma del producto entre el peso promedio (W_a) y el número de individuos ($N_{t,a}$), i.e.

$$B_{t,a} = \sum_{a=1}^m W_a N_{t,a}$$

b) Crecimiento en longitud y peso

El crecimiento en longitud de jibia es descrito por el modelo logístico de Markaida (2001), representado por:

$$L_t = L_{\infty} [1 + \exp(-K(t - t_0))]^{-1}$$

donde: L_t es la longitud a la edad t (en meses); L_{∞} es la longitud del manto asintótica (cm); K es el coeficiente de crecimiento individual; y t_0 es una edad hipotética en el punto de inflexión. Markaida (2001) informó que $L_{\infty} = 101,9$ cm LM, $K = 0,2655$ mes⁻¹ y $t_0 = 8,63$ meses. La relación longitud-peso obtenida por Cubillos *et al.* (2004) se utilizó para transformar datos de longitud a unidades de peso (g), según:

$$W_a = 0,0151 \times (L_a)^{3,1978}$$

El modelo de crecimiento describe la evolución de la longitud media de los individuos pertenecientes a cada cohorte mensual originada en la población de *D. gigas*. La varianza en función de la longitud media permite elaborar una clave talla-edad para modelar la contribución del crecimiento de cada cohorte y generar datos de frecuencia de tallas. El análisis de datos de frecuencia de tallas (ver más adelante) permite establecer la relación entre la desviación estándar y la longitud promedio.

Después de obtener la longitud a la edad mediante el modelo de crecimiento se calcula la desviación estándar de la longitud a la edad y se estima la probabilidad de observar la longitud a la edad de cada cohorte siguiendo una distribución normal, i.e.

$$\varphi_{a,l} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_a^2}(L_l - L_a)^2\right]$$

donde: L_l representa la marca de clase del intervalo de longitud l . Esta función define una matriz de probabilidad ($\varphi_{a,l}$) que un grupo de peces de edad a sea de la clase de longitud l y permite transformar edad a longitud, y longitudes a edades. El número de grupos de edad queda definido previamente (1,5 años = 18 meses). Así, el número de ejemplares en el stock por clase de longitud ($N_{t,l}$) se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$N_{t,l} = \sum_{a=1}^m \varphi_{a,l} N_{t,a}$$

De acuerdo con Quinn y Deriso (1999), los parámetros de crecimiento y la variabilidad de la longitud a la edad pertenecen al stock y no a los ejemplares que han sido capturados, ya que en éstas tanto las longitudes promedio como la variabilidad de la longitud a la edad están afectadas por la vulnerabilidad de los artes de pesca y el patrón de reclutamiento a la zona de pesca.

c) Capturas

La captura en número de individuos se simula con la ecuación de Baranov, i.e.

$$C_{t,a} = \frac{F_{t,a}}{Z_{t,a}} (1 - \exp(-Z_{t,a})) N_{t,a}$$

$$C_t = \sum_{a=1}^m C_{t,a}$$

$$p_{t,a} = C_{t,a} / C_t$$

$$Y_t = \sum_{a=1}^m W_a C_{t,a}$$

donde:

- n = número total de meses a analizar;
- m = número de grupos de edad en meses (como grupo "plus");
- $N_{t,a}$ = número de peces en el stock del grupo a comienzos del mes t , de edad a ;
- $C_{t,a}$ = captura en número de peces del grupo de edad a durante el mes t ;
- $p_{t,a}$ = proporción observada del grupo de edad a en la captura total del mes t ;
- C_t = captura total en número en el mes t ;
- W_a = peso promedio de los peces del grupo de edad a ;
- Y_t = captura en peso en el mes t ;
- $F_{t,a}$ = tasa instantánea de mortalidad por pesca para la edad a en el año t ;
- M = tasa instantánea de mortalidad natural, asumida constante;
- $Z_{t,a}$ = tasa instantánea de mortalidad total para el grupo de edad a en el mes t ;

d) Consumo de presas

Establecida la ración diaria de alimento el consumo de presas puede ser simulado globalmente utilizando la expresión sugerida por Livingston *et al.* (1986), modificada de Mehl y Westgard (1983), i.e:

$$Q_{ik} = R_i * D_i * P_{ik} * B_i$$

donde: Q es el consumo de la presa k en el periodo i ; R_i es la ración diaria en el periodo i , expresada como fracción del peso del depredador; D_i es el número de días en el período i ; P_{ik} es la proporción en peso de la k -ésima presa consumida durante el periodo i ; B_i es la biomasa promedio del predador en el periodo de tiempo i .

Condicionamiento del modelo de simulación

Para simular escenarios de biomasa de jibia se analizó información biológico-pesquera básica que permita establecer un modelo básico. La información analizada consiste en:

- análisis de la estructura de tallas en las bases de datos compiladas en el proyecto actual;
- estandarización de la captura de jibia por unidad de esfuerzo;
- patrón de reclutamiento estacional;
- selectividad de presas por tamaño; y,
- ración diaria de alimento y razón consumo/biomasa.

El detalle metodológico de estos tópicos se describe a continuación:

a) Análisis de datos de estructura de tallas

A partir de la base de datos de estructura de tallas compiladas del trabajo de Cubillos *et al.* (2004) se separó componentes normales para identificar el número de cohortes o grupos presentes en los datos de estructura de tallas. Se utilizó el algoritmo estadístico-numérico de MacDonald y Pitcher (1979), implementado en el programa computacional MIX (MacDonald y Green, 1988). Se utilizó el algoritmo cuasi-newton de convergencia y se asumió que cada clase de edad tiene una función de densidad de probabilidad normal. El número de grupos fue determinado por inspección visual del histograma de frecuencia; el análisis se realizó sin restringir los parámetros, excepto en algunos casos en que el análisis sin restricciones no produce convergencia. Se utilizó el programa “mixdist” (<http://icarus.math.mcmaster.ca/peter/mix/mix.html>; Du Juan, 2002) disponible para el software R versión 2.01 y superiores.

Una vez identificadas las tallas promedio y la desviación estándar se asignó una edad sobre la base de las relaciones talla-edad descritas por Markaida (2001), y se estableció la relación entre la desviación estándar y la longitud promedio, i.e.

$$\sigma_i = a + bL_i$$

donde: σ_i es la desviación estándar de la longitud promedio L para el i -ésimo grupo identificado por MIX. La relación se estableció mediante por regresión lineal simple.

b) Estandarización de la captura por unidad de esfuerzo

A partir de los datos de captura y esfuerzo de pesca (viajes con pesca), compilados para el periodo 2000-2006 en la zona centro-sur (V - VIII Regiones), fueron estandarizados para utilizarlos en la búsqueda de un índice de abundancia relativa de jibia. Los datos han sido agrupados por año, mes, región (V y VIII), y por sector pesquero (artesanal e industrial). Se aplicó un modelo basado en el Análisis de Varianza, considerando factores fijos cuyos coeficientes son estimados con la técnica de Modelos Lineales Generalizados del paquete 'MASS' disponible para R (Venables y Ripley, 2002). Los coeficientes del modelo son obtenidos transformando los datos a logaritmos, utilizando la familia gaussiana y enlace identidad.

c) Patrón de reclutamiento

El reclutamiento en número de individuos ($R_{t,a}$) está condicionado por una estructura estacional, siendo posibles dos alternativas, a saber: (i) determinando el patrón de reclutamiento estacional según metodología descrita por Pauly (1983), utilizando datos de frecuencia de tallas disponibles (e.g. Cubillos *et al.* 2004) mediante la rutina implementada en el paquete computacional FISAT II de FAO (<http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat/index.htm>); y (ii), incorporando una estructura de error autocorrelacionada sobre la base de las capturas mensuales de jibia disponibles.

La rutina 'Recruitment Pattern' de FISAT II rebana datos de frecuencia de tallas ordenados en el tiempo y acumula en el eje del tiempo la frecuencia relativa que cae entre dos curvas de crecimiento. Se utiliza los datos mensuales de frecuencia de tallas de jibia informados por Cubillos *et al.* (2004), y los parámetros de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy estimados por Markaida (2001).

A partir de los datos mensuales de capturas de jibia en la V-VIII Regiones, desde enero de 2002 hasta diciembre de 2005, se analiza la estructura autocorrelacionada subyacente. Los datos se transforman a logaritmo natural, se elimina la tendencia utilizando un suavizador no paramétrico loess (Cleveland *et al.* 1992) y se calcula los residuos, los que son analizados mediante la función de autocorrelación (ACF), la que se aplica considerando un retraso máximo de 36 meses mediante el programa “Stats” para R.

Finalmente, siguiendo Astudillo y Caddy (1988) y Arancibia *et al.* (1995), a la periodicidad regular en los datos de captura es evaluada mediante un modelo trigonométrico, cuya forma es:

$$\log(Y_t + 1) = \alpha_t + A\alpha_t \cos(tn\pi + \phi)$$

donde: Y_t es la captura en el mes t ($t = 1$ para enero 2002, ..., $t = 48$ para diciembre 2005); α_t es la tendencia descrita por “loess”; A es la amplitud del ciclo; n y ϕ son constantes relacionadas con la fase. Los parámetros A , n and ϕ son estimados por regresión no lineal implementada en el programa “nls” de Venables and Ripley (2002) para el lenguaje y software R.

d) Selectividad de presas por tamaño

Actualmente, a nivel internacional existe suficiente experiencia en la colecta de datos biológico-pesqueros orientados a la aplicación de métodos multiespecíficos de evaluación de stock, por ejemplo el MSVPA (Brey & Sparre, 1983; Livingston *et al.*, 2000), Flexibest (Frøysa, 2002), Ecopath (Christensen & Pauly, 1992) y EwE (Walters *et al.*, 1987). Para establecer bases cuantitativas que permitan avanzar en la evaluación de la mortalidad por predación (M2) de la jibia sobre las presas que constituyen recursos de importancia comercial, se determina las funciones de preferencia por tamaño y los coeficientes de adecuación de las presas de jibia. Este tipo de información es fundamental para comprender las relaciones tróficas en un contexto multiespecífico, y en este estudio se intenta poner a prueba la hipótesis que a medida que los ejemplares de jibia crecen ellos consumen presas de mayor tamaño

corporal.

Se utiliza la base de datos de contenidos estomacales de jibia que cubre el periodo diciembre de 2005 a noviembre de 2006 generada en este proyecto. Con esta base de datos se explora la relación existente entre el peso promedio de los ítems presa y el peso del predador mediante modelos aditivos generalizados (GAM), utilizándose el paquete computacional “mgcv” de Wood (2001, 2002) disponible para el programa R.

Se utiliza el índice de selección por tamaños de Ursin (1973), donde el tamaño relativo de cada presa en el estómago de cada predador es calculado como la razón entre el peso del predador y el peso de la presa, y cada razón es designada como un valor *ISU*, la que se expresa como:

$$ISU = \log_e \left(\frac{w_x}{w_s} \right)$$

donde: w_x es el peso del predador x (g); w_s es el peso de la presa s (g) en el estómago del predador x . De acuerdo con Clark (1985), w_s corresponde al peso de cada ítem presa en el contenido estomacal de cada individuo predador y no al peso de cada presa individual. Los estadígrafos del *ISU* son el promedio y la desviación estándar. El promedio del *ISU* representa el tamaño promedio entre el predador y sus presas, y la desviación estándar es una medida relativa de la selectividad, siendo inversamente proporcional a ésta. El *ISU* se analiza para establecer solamente la importancia del canibalismo y la predación sobre merluza común, sardina común, anchoveta y otras presas agrupadas.

La ecuación que mide la adecuación de la presa s del grupo de edad i para el predador x del grupo de edad j , $\xi(j_x, i_s)$ viene dada por:

$$\xi(j_x, i_s) = \alpha_1(x, s) \alpha_2(x, s) \alpha_3(j_x, i_s)$$

donde: $\alpha_1(x, s)$ describe la preferencia del predador x por la presa s y que se debe a factores

como movilidad, color, distribución (pelágica vs demersal), etc. Cuando este valor es igual a 1, la presa s es la más preferida para el predador x ; $\alpha_2(x,s)$ representa la sobreposición geográfica entre predador y presa; $\alpha_3(x,s)$ describe el tamaño de preferencia del predador x por la presa s . Las constantes $\alpha_1(x,s)$ y $\alpha_2(x,s)$ varían entre 0 y 1, considerando uno de los supuestos del Análisis de Población Virtual Multiespecífico (MSVPA, Brey & Sparre 1981). Esto es, que el predador accede a una producción constante de presas. Una vez obtenido el promedio y desviación estándar del ISU para el periodo de estudio se determina la función de preferencia por tamaños a la edad, *i.e.*

$$\alpha_3(j_x, i_s) = \exp \left[- \frac{\left(\ln \left(\frac{W_{x,j}}{W_{s,i}} - \eta \right) \right)^2}{2\sigma^2} \right]$$

donde: $W_{x,j}$ es el peso promedio del predador x a la edad j ; $W_{s,i}$ es el peso promedio de la presa s a la edad i . En este estudio se asume que la jibia es un predador oportunista en el contexto del corto periodo de tiempo que involucra la predación, lo que permite ponderar la preferencia de presas por la importancia relativa en peso de cada presa en los contenidos estomacales de jibia (el predador del sistema en estudio). En el caso de las presas se utiliza el rango de tamaños que regularmente aparece en el stock explotable. El peso promedio de las presas en cada clase de talla se estima utilizando las relaciones longitud-peso disponible.

e) Ración diaria y razón consumo-biomasa.

El consumo de alimento de la jibia puede ser estimado de acuerdo con Livingston *et al.* (1986), modificada de Mehl y Westgard (1983), mediante la siguiente expresión:

$$\left(\frac{Q}{B} \right)_{ik} = R_i * D_i * P_{ik}$$

donde: Q/B es la razón consumo biomasa de la presa k en el periodo i ; R_i es la ración diaria en el periodo i , expresada como fracción del peso del depredador; D_i es el número de días en el periodo i ; P_{ik} es la proporción en peso de la k -ésima presa consumida durante el periodo i . La ración diaria puede ser estimada con el modelo de Eggers (1977), cuya expresión es:

$$R_i = E_i * \bar{S}_i * 24$$

donde: R_i es la ración diaria ($g \cdot d^{-1}$) en el periodo de tiempo i ; E_i es la tasa de evacuación gástrica (h^{-1}); $\bar{S}_i$ es el peso promedio del contenido estomacal en el periodo i ; 24 representa la transformación de la tasa de evacuación gástrica a un periodo de 24 horas.

Para calcular la tasa de evacuación gástrica se considera los supuestos del método de Sainsbury (1986), que asume que un ciclo de 24 horas puede ser descompuesto en dos fases: (i) una fase de alimentación, durante la cual ocurre la ingesta de alimento a una tasa constante mientras una fracción del contenido estomacal está simultáneamente siendo evacuada; y, (ii) una fase de no alimentación, durante la cual solamente ocurre la evacuación del alimento.

Para un ciclo de 24 horas se tiene que:

- τ : es el tiempo fisiológico (en horas), medido a partir del inicio de la fase de alimentación;
- S_τ : es el peso promedio del contenido estomacal en el instante τ ;
- A : es la tasa de alimentación ($g \cdot hora^{-1}$);
- B : es la tasa de evacuación ($hora^{-1}$);
- T_m : es la duración (horas) del período de alimentación; y
- S_r : es el contenido estomacal residual al comienzo del periodo de alimentación.

En el período de alimentación ($0 < \tau < T_m$) se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$S_\tau = \frac{a}{b} + \frac{(bS_r - a)}{b} \exp(-b\tau)$$

En el período de no-alimentación ($T_m < \tau < 24$ horas) se tiene que:

$$S_\tau = \left[\frac{a}{b} + \frac{(bS_r - a)}{b} \exp(-bT_m) \right] \exp(-b(\tau - T_m))$$

Los parámetros desconocidos son a y b . S_r se puede estimar por:

$$S_r = \frac{a(\exp(-b(24 - T_m)) - \exp(-b \times 24))}{b(1 - \exp(-b \times 24))}$$

Para los períodos de alimentación y no-alimentación se consideró la aproximación de Cubillos *et al.* (2004), a saber: la duración de la fase de alimentación (en horas) es representada por T_m y el complemento de 24 horas representa la fase de no alimentación. En este modelo se observa que al final del periodo de alimentación ocurre el máximo contenido estomacal (S_0), a partir del cual y durante la fase de no alimentación comienza a ser evacuado exponencialmente hasta quedar un contenido estomacal residual (S_r), justo cuando se inicia una nueva fase de alimentación, i.e.:

$$S_r = S_0 * \exp(-E * (24 - T_f))$$

Para calcular el peso del contenido estomacal residual e inicial se utiliza la distribución de frecuencia del contenido estomacal. Se considerara el percentil de 10% para obtener el peso del contenido estomacal residual (S_r), mientras que para el peso del contenido estomacal al término del periodo de alimentación (S_0) se utiliza el percentil de 90% de la distribución de frecuencias acumulada del contenido estomacal. Para la duración de la fase de alimentación (T_m), Ehrhardt (1991) comunica que la alimentación de la jibia en el Golfo de California se intensifica desde las 18:00 h hasta aproximadamente las 05:00 h, con máxima actividad entre las 20:00 y 02:00 h. Con esta información se asume una duración de 10 horas para la fase de alimentación ($T_m = 10$ h), lo que permite estimar la tasa de evacuación gástrica mediante la

siguiente expresión:

$$E = -\frac{1}{24 - T_f} * \ln\left(\frac{S_r}{S_o}\right)$$

La razón consumo/biomasa (Q/B) de *D. gigas* se estima multiplicando la ración diaria (R) obtenida en una escala temporal (en días), particularmente para merluza común, canibalismo y “otras presas”.

Presentación Modelos Multiespecíficos

Con el objeto de revisar posibles aplicaciones de modelos estructurales multiespecíficos que permitan dimensionar la predación que ejerce la jibia sobre merluza común, merluza de cola y pelágicos (jurel, sardina común y anchoveta), esto es, para dimensionar M2 (mortalidad por predación) y luego Q (=consumo), se revisa los siguientes modelos:

- i) Modelo de Producción Multiespecífico;
- ii) MSVPA (Multispecies Virtual Population Analysis);
- iii) VPA-CP (Virtual Population Analysis with Canibalism and Predation).

Desde el punto de vista de la complejidad, un modelo usualmente se mide por la cantidad de parámetros desconocidos que necesita estimar, y para ello se requiere datos. En consecuencia, para analizar la complejidad de los modelos que serán revisados, no sólo se debe considerar el número de parámetros involucrados sino también la cantidad de datos suficientes para distinguir entre los posibles valores de los parámetros del modelo. El compromiso existente entre complejidad y simplicidad es uno de los problemas más difíciles. Por lo general, cuatro son los criterios que se debe contemplar en la complejidad de un modelo, a saber:

- a) *Generalidad*, un modelo se considera más general que otro si incluye otros modelos como casos especiales. Es decir, si se puede obtener un modelo más simple a partir de un modelo más complejo introduciendo alguna restricción en uno o más parámetros.

Luego, un modelo se considera de mayor generalidad si es capaz de producir una mayor cantidad de modelos alternativos al aplicar un conjunto de restricciones en sus parámetros.

- b) *Realismo*, este criterio tiene que ver con la fidelidad del modelo para dar cuenta de los procesos de dinámica que son conocidos.
- c) *Parsimonia*, que considera directamente al número de parámetros utilizados para modelar los procesos.
- d) *Precisión*, considera el grado de ajuste de las observaciones logradas por el modelo a datos observados.

Sin embargo, estos criterios (generalidad, realismo, parsimonia, precisión) no son independientes entre sí y no pueden ser maximizados simultáneamente. Un esquema de trabajo que funciona consiste en priorizar la parsimonia a costa del realismo y la generalidad para facilitar la estimación y aumentar los grados de libertad. En la medida que se pierde precisión es factible incrementar el realismo y la generalidad mediante la adición de parámetros. Esto implica ganar precisión y perder parsimonia.

Acá utiliza los criterios de generalidad, realismo y precisión para analizar ventajas y desventajas de uno u otro modelo, en términos de si se enfocan en los siguientes grupos:

- Grupo I: orientados hacia la generalidad y precisión. Estos modelos son usualmente denominados analíticos (Pickette *et al.*, 1994) y permiten predecir respuestas con exactitud dentro de una limitada y simplificada realidad. Las ecuaciones de Lotka-Volterra y la ecuación general de crecimiento logístico son, por ejemplo, modelos analíticos en esta categoría.
- Grupo II: orientados al realismo y generalidad, y están constituidos por modelos denominados mecanicistas, causal o modelo de los procesos.
- Grupo III: sacrifican generalidad por realismo y precisión, y son denominados modelos empíricos.

En términos cualitativos y desde el punto de vista del manejo se considera una clasificación de los modelos según las siguientes características:

- estructura de edad/talla (clasificación sí/no);
- predicción de biomasa (clasificación sí/no);
- requerimientos de datos (clasificación bajo, medio, alto);
- balance de masa/energía (clasificación sí/no);
- número de especies (bajo, medio, alto);
- detalle de las salidas del modelo (bajo, medio, alto);
- información fisiológica (sí/no, limitada);
- predicciones con F variable (sí/no);
- resolución espacial (sí/no, posible);
- resolución taxonómica (especies, grupos funcionales); y,
- resolución temporal (diaria, mensual, anual)

Desde el punto de vista de la necesidad de datos para construir los modelos se toma en cuenta si éstos son dependientes o independientes de la pesquería, según:

- desembarques o capturas;
- biomasa del stock;
- abundancia del stock (número);
- captura a la edad (número);
- mortalidad por pesca (F);
- tasa de consumo de los predadores (E , RD , Q , Q/B);
- composición de la dieta de los predadores (DC);
- tasa de mortalidad natural residual ($M1$);
- peso promedio a la edad (W_{prom});
- razón consumo/biomasa (Q/B);
- eficiencia ecotrófica (EE);
- tasa de mortalidad total (Z);
- parámetros fisiológicos (consumo O_2); y,
- biomasa o producción primaria (B , PP).

Descripción de los métodos de evaluación de stock que incluyen la predación

La selección de métodos de evaluación de stock que consideren la predación de jibia sobre merluza común, merluza de cola, peces pelágicos (principalmente sardina común, anchoveta) y canibalismo requiere especificar un conjunto de modelos de evaluación que podrían ser empleados operacionalmente en diferentes escenarios de simulación. Los datos de entrada de cada modelo de evaluación determinan, a su vez, diferentes opciones de monitoreo (dependientes de la pesquería), las que son evaluadas en función de los costos involucrados en la generación de los datos y la precisión de las estimaciones de las cantidades relevantes al modelo. La habilidad de diferentes modelos de evaluación de stock para estimar cantidades relevantes al manejo (algunas de las cuales pueden constituir la base para indicadores de desempeño) puede variar en un modo marcado dependiendo de la cantidad de interés a estimar. Entre algunas de las causas se puede citar una mala especificación del modelo a emplear (Punt, 1988).

Desde los puntos de vista del manejo y operacional sólo se considera aquellos modelos con mayor potencial orientados al manejo pesquero. De esta manera, se analiza varios procedimientos de evaluación de stock que incluyen la predación (incluyendo el canibalismo) con el objeto de determinar cuáles de estas metodologías de evaluación de stock son capaces de proporcionar estimadores confiables de la abundancia del stock, con particular referencia, en esta caso, al efecto de $M2$ de uno o varios componentes del ecosistema sobre otros.

a) Multispecies Production Models

Los modelos de producción multispecíficos (Multispecies Production Models; Link 2002) son una mera extensión de los modelos de producción monoespecíficos (ver Collie & DeLong, 2000). En el caso de tres especies interactuantes, cuyas biomazas pueden ser denotadas por B_1 , B_2 , y B_3 , una ecuación de diferencia puede ser expresada por

$$B_{1,t+1} = B_{1,t} + B_{1,t}(a - bB_{1,t} \pm cB_{2,t} \pm dB_{3,t}) - C_t$$

Los términos $a = r$ y $b = r/k$ representan los parámetros del modelo logístico de crecimiento poblacional, C_t a las capturas anuales, y los parámetros c y d son los coeficientes que determinan la interacción de B_1 con B_2 y B_3 , respectivamente. Una ecuación similar se puede construir para las especies 2 y 3. Si B_1 es la especie presa y B_2 es la especie predador, entonces el signo del coeficiente c es negativo. Si B_1 es el predador y B_2 la presa, entonces el coeficiente c es positivo. En el caso que B_3 sea un competidor de B_1 , entonces el coeficiente d es negativo. La magnitud de los coeficientes también es interpretable. Si B_1 es un predador de B_2 y B_3 y el coeficiente de B_2 es dos veces el valor del coeficiente de B_3 , entonces B_2 es la presa preferida de B_1 . En la ecuación, el término $(-cB_2)$ representa una relación lineal funcional del Tipo I (Holling, 1959), pero también son posibles de incluir otras relaciones funcionales Tipo II y III (Collie & DeLong, 1999). Este tipo de modelo utiliza series de tiempo de índices de abundancia, dependiente o independiente de la pesquería, pero deben reflejar la biomasa total. El modelo es ajustado a los datos ya sea por mínimos cuadrados o vía los principios de máxima verosimilitud.

b) Modelo Monoespecífico con Predación

El modelo mono-específico con predación fue descrito por Livingston & Methot (1998) y Hollowed *et al.* (2000) para el pollock el Mar de Bering y el pollock del Golfo de Alaska, respectivamente. Estos modelos han sido actualizados incorporando canibalismo de pollock y predación tanto por el bacalao del Pacífico como por el lobo marino del norte (<http://www.afsc.noaa.gov/refm/reem>). Estos modelos permiten evaluar la situación de un stock considerando la mortalidad por predación en términos del consumo por unidad de predador (CPUP), de tal manera que habrá un modelo para cada especie.

En este modelo la mortalidad natural se asume compuesta por dos componentes principales, i.e.:

$$M_{i,j} = M_j^r + M_{i,p}^p$$

donde: M_j^r es una mortalidad natural residual por grupos de edad j ; $M_{i,p}^p$ es la mortalidad natural por predación en el año i debida a p predadores. El modelo asume que los efectos de la mortalidad por predación pueden ser modeladas en forma análoga a como se modela normalmente la mortalidad por pesca. Entonces, para un año determinado la mortalidad por predación puede ser expresada mediante

$$M^p = \psi P$$

donde: P representa la abundancia (o biomasa del predador); ψ es una constante de proporcionalidad. La tasa de predación expresada en términos de consumo por unidad de abundancia del predador (CPUP) se puede asumir como proporcional al reclutamiento o proporcional a la abundancia media del stock.

Siguiendo a Hollander *et al.* (2000), la tasa de consumo *per capita* puede exhibir un nivel máximo más allá del cual un incremento adicional en la abundancia de la presa no resultará en un incremento en la CPUP. El nivel máximo de CPUP ($U_{\max}$) puede ser estimado como la cantidad total de alimento que una unidad de predador podría haber consumido en un año dadas las raciones diarias de alimento (daily ratio), el número de veces de alimentación por día (consumo diario) y por año (consumo anual). Si la abundancia de la presa se incrementa más allá del punto de saciedad, entonces el efecto de la predación (*i.e.* merluza común) disminuye. Este efecto puede ser modelado por:

$$M^p = \psi P \exp(-\kappa(U / U_{\max} - 1))$$

donde: U es la CPUP en el año. Esta función es flexible y depende del parámetro κ para conformar varias curvas que describen los tipos de respuesta funcional (Holling, 1965). Cuando $\kappa = 0$ se genera la respuesta Tipo I (*i.e.* ración proporcional sin saciedad), mientras que un valor cercano a 1 genera una respuesta Tipo IV. Una respuesta Tipo II es mejor descrita por $\kappa = 0.7$, de tal manera que se puede restringir el valor de κ entre 0 y 0.7.

c) Multispecies Virtual Population Analysis (MSVPA)

Este modelo considera un método de evaluación multiespecífica que incluye la predación y se trata del Multispecies Virtual Population Analysis (MSVPA), el que considera varias presas y varios predadores interactuantes. Bajo este enfoque la mortalidad natural (M) es separada en dos componentes: una mortalidad natural residual constante ($M1$) y una mortalidad por predación ($M2$). Esta última es determinada sobre la base de parámetros de adecuación que reflejan la preferencia de una presa por un predador, mientras que $M1$ está relacionado con otras fuentes de mortalidad no tomadas en cuenta en el modelo. El detalle de este método es descrito por Magnusson (1995), Gislason (1999), Livingston & Jurado-Molina (2000), Tsou & Collie (2001a) y Tsou & Collie (2001b).

En el modelo el número de muertes de la especie presa p a la edad a causada por mortalidad natural en el año t es estimada como:

$$D_{p,a,t} = M\bar{N}_{p,a,t} = (M1_{p,a} + M2_{p,a})\bar{N}_{p,a,t}$$

donde: $\bar{N}_{p,a,t}$ es la abundancia promedio de la población de especie presa p ; M es la mortalidad natural ($=M1+M2$). Además, el número de muertes causada por predación en la clase de edad a de la especie presa p en el año t está dado por:

$$P_{p,a,t} = M2_{p,a,t}\bar{N}_{p,a,t}$$

donde: $P_{p,a,t}$ se estima como la sumatoria del número de muertes producida por cada clase de edad j del predador i , i.e.:

$$P_{p,a,t} = \sum_{i,j} P_{p,a,t,i,j}$$

donde cada $P_{p,a,t,i,j}$ es definido por:

$$P_{p,a,t,i,j} = M2_{p,a,t,i,j} \bar{N}_{p,a,t}$$

Con esta última ecuación, $M2$ causada por un predador de un grupo de edad sobre un determinado grupo de edad de presa es:

$$M2_{p,a,t,i,j} = \frac{P_{p,a,t,i,j}}{\bar{N}_{p,a,t}}$$

Asimismo, la estimación de la predación total para un grupo de edad de presa es la suma de todos los componentes individuales, esto es:

$$M2_{p,a,t} = \sum_i \sum_j M2_{p,a,y,i,j} + M2_{\text{otros predadores}}$$

En esta ecuación el término $M2_{\text{otros predadores}}$ representa la contribución a $M2$ por “otros predadores”. La estimación de $M2$ involucra dos parámetros conocidos (P y $\bar{N}$) y, por lo tanto, es necesaria una forma alternativa para determinar $P_{p,a,t,i,j}$. Un paso útil es definir la “biomasa adecuada de presas” para el grupo de edad j del predador i , como:

$$BS_{i,j} = S_{i,j,op} B_{op} + \sum_p \sum_b S_{i,j,p,a,t} W_{p,a} \bar{N}_{p,a,t}$$

En esta expresión B_{op} representa la biomasa de “otras presas”, $W_{p,a}$ es el peso de la presa p , $S_{i,j,p,a,t}$ es el coeficiente de adecuación (*i.e.* "suitability coefficient" *sensu* Sparre, 1991). $S_{i,a,op}$ denota el coeficiente de adecuación de otras presas. Siguiendo a Magnusson (1995), la cantidad total de presa p de edad a consumida por un predador i es:

$$P_{i,j,p,a} = \frac{BS_{i,j,p,a}}{BS_{i,j}} R_{i,j} \bar{N}_{i,j}$$

donde: $R_{i,j}$ es la razón de consumo anual de individuos de edad a del predador i , que se asume constante; $\bar{N}_{i,j}$ corresponde a la abundancia promedio de predador. Sustituyendo estas expresiones en las anteriores se obtiene:

$$M_{2,i,j,p,a} = \frac{P_{i,j,p,a}}{W_{p,a} \bar{N}_{p,a}} = \frac{S_{i,j,p,a} R_{i,j} \bar{N}_{i,j}}{BS_{i,j}}$$

De esta manera, para estimar la mortalidad por predación se requiere una estimación de los coeficientes de adecuación ($S_{i,j,p,a}$), lo que involucra varias etapas. En primer lugar se necesita definir el contenido estomacal relativo o la fracción de predación sobre la presa p , cuya forma es:

$$U_{p,a,t,i,j} = \frac{\bar{N}_{p,a,t} W_{p,a,t,i,j} S_{p,a,t,y,j}}{\sum_{p+1} \sum_a \bar{N}_{p,a,t} W_{p,a,t,i,j} S_{p,a,t,i,j}}$$

Esta expresión es una definición operacional de los coeficientes de adecuación, la cual señala que los coeficientes son un factor ponderador que determina la disponibilidad de la presa p como alimento para el predador i (Gislason & Sparre, 1987). De esta manera, si se tiene los valores de los pesos individuales $W_{p,a,t,i,j}$ y la abundancia promedio de la población de predador $\bar{N}_{p,a,t}$, entonces los coeficientes de adecuación para cada combinación predador-presa se estiman considerando la siguiente restricción:

$$\sum_p \sum_a S_{p,a,t,i,j} = 1$$

Una solución explícita para $S_{p,a,t,i,j}$ es dada por la siguiente ecuación:

$$S_{p,a,t,i,j} = \frac{\frac{U_{p,a,t,i,j}}{\bar{N}_{p,a,t,i,j} W_{p,a,t,i,j}}}{\sum_p \sum_a \frac{U_{p,a,t,i,j}}{\bar{N}_{p,a,t,i,j} W_{p,a,t,i,j}}}$$

Al analizar la secuencia de ecuaciones presentadas ocurre un problema computacional en la solución de las ecuaciones. En efecto, para estimar la abundancia de predadores y presas en el mar a partir de las capturas y de la información de contenido estomacal del predador, tanto las mortalidades por pesca (especie-específicas) como la mortalidad por predación (especie-específicas) deben ser conocidas. De la misma forma, para calcular la mortalidad por predación el tamaño poblacional y los coeficientes de adecuación deben ser conocidos (Sparre, 1991). Este problema es resuelto en el modelo a través de un procedimiento iterativo que involucra tres algoritmos: uno para estimar $M2$, el segundo para obtener el tamaño del stock y las mortalidades por pesca, y el último para definir los coeficientes de adecuación. El primer algoritmo es usado en la estimación de las mortalidades por pesca F y el tamaño del stock N . Este algoritmo es utilizado con el algoritmo II para estimar $M2$. Finalmente, el tercer algoritmo estima los coeficientes de adecuación fijando valores para el tamaño del stock. Una descripción detallada de estos algoritmos y su aplicación puede ser encontrada en Sparre (1991) y Magnusson (1995).

d) Análisis de Población Virtual con Canibalismo y Predación (APV-CP)

Este modelo viene a expandir el desarrollado por Lleonart *et al.* (1985a), el cual consideraba solo la mortalidad por canibalismo en la merluza del Cabo (*Merluccius capensis*). En esta nueva aproximación se considera, además, la mortalidad por predación por otro pez, en este caso la rosada o kingclip (*Genypterus capensis*). Estos autores sugieren que es posible una extensión a otras especies. Sin embargo, es necesario conocer a fondo y con datos empíricos

las dietas anuales de los predadores, siendo probablemente éste un factor clave o limitante.

El modelo APV-C de Leonart *et al.* (1985b) coincide con un VPA clásico cuando la mortalidad natural (M) es un valor constante impuesto, pero que permite desglosar a ésta en diversos sumandos en los que cada uno de ellos represente la mortalidad debida al consumo efectuado por cada predador. Así, a medida que conozca las dietas y el número de predadores se irá obteniendo una mejor aproximación a M , reduciendo, por tanto, la incertidumbre que representa la imposición de un dato al disminuir el valor de éste.

Se parte de un modelo de crecimiento de una cohorte y se asume que la mortalidad total (Z) es constante por cohorte y año, al igual que el VPA clásico, pero en este caso se considera:

$$Z = F + \text{mortalidades por depredaciones conocidas} + M'$$

Donde: M' representa la mortalidad natural por causas conocidas o no directamente estimables (predación no cuantificada, enfermedades, etc.), cuyo valor se impone, al igual que se hacía con la M en el VPA, pero que obviamente será menor, pues parte de la M está explícita en los anteriores términos de la descomposición.

Por tanto, se llega a la ecuación fundamental del VPA para individuos de una edad durante un año, que se expresa en los siguientes términos:

Muertos conocidos en el año,

$$\frac{\text{muertos conocidos en el año}}{\text{supervivientes al terminar}} = (X - 1) \left(1 - \frac{M'}{\ln X} \right)$$

donde:

$$X = \frac{\text{vivos al comenzar año}}{\text{supervivientes al terminar}}$$

Aunque X no se puede despejar, esta ecuación tiene solución única para valores de $X > e^{M'}$ y término independiente positivo, por lo que X se puede obtener por métodos de aproximación numérica (*i.e.* iteración). Entonces, para resolver el problema se supone conocido el miembro de la izquierda para cada edad i y año k . Por tanto hay que disponer de:

- 1) capturas de la flota en número de individuos por edad, C_{ik} , datos de composición de las capturas por tallas, claves talla/edad y la relación talla/peso. Estos datos son los mismos que se utilizan para VPA clásico;
- 2) los individuos ingeridos por cada especie predadora, CP_{ik} , que provienen de la estimación de su dieta anual a partir de la observación y estudio de los contenidos estomacales, y del número de predadores que existe, según:

$$CP_{ik} = \sum_j PP_{ijk} NP_{jk}$$

donde: PP_{ijk} es la dieta durante el año k del predador de edad j expresada en número de individuos de edad i ; NP_{jk} es el número de individuos del predador citado que viven durante el año, cuya obtención hace necesario la aplicación de un VPA.

En el caso de canibalismo debe tenerse en cuenta que los predadores son siempre mayores (en tamaño y edad) que sus víctimas, o sea, pertenecen a una cohorte distinta, así que habrá que calcular este número utilizando el modelo propuesto, empezando por las cohortes más antiguas.

- 3) El número de supervivientes, que equivale al número de individuos que empiezan el año siguiente, $N_{i+1, k+1}$, provendrá a partir del número de individuos de edad máxima de la cohorte. Ello obliga a conocerlo y se hace a partir de imponer F 's terminales, al igual que en el VPA clásico.

Datos necesarios:

- datos de captura del predador (en este caso merluza común),

- frecuencias de talla del predador,
- dietas anuales del predador,
- relación talla/peso del predador,
- clave talla/edad del predador.

Además, se deben conocer los siguientes parámetros:

- mortalidad natural del predador,
- mortalidad por pesca terminal,
- mortalidad residual del predador.

4.3.6.2.3. Resultados Simulación dinámica poblacional de jibia

Condicionamiento del modelo de simulación

a) Análisis de la estructura de tallas

A partir de la base de datos de estructura de tallas de jibia compiladas de Cubillos *et al.* (2004) se separó componentes normales de tamaños con el software MIX para identificar el número de cohortes presentes (Fig. 66). El análisis de las tallas medias y la desviación estándar de cada componente normal identificada en los datos mensuales de frecuencia de tallas se presenta en la Fig. 67, observándose en algunos meses la presencia de hasta tres cohortes. Dado que la jibia es un animal de muy rápido crecimiento corporal, con la potencialidad de generar cohortes intra-estacionales, se asignó una edad a cada talla promedio de cada componente normal utilizando los parámetros de crecimiento del modelo logístico reportado por Markaida (2001).

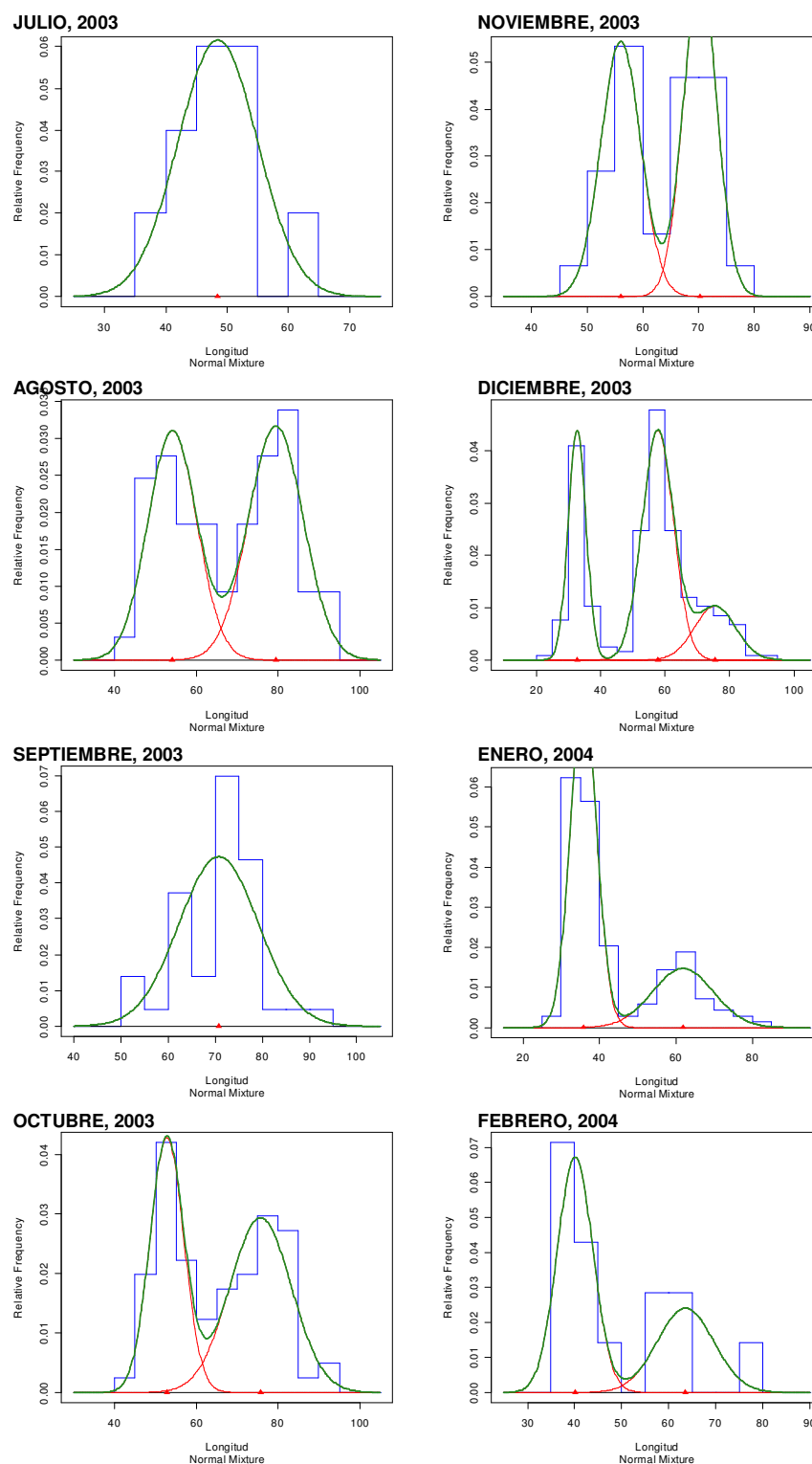


Fig. 66. Separación de componentes normales de los datos de frecuencia de tallas de jibia desde lo reportado por Cubillos *et al.* (2004)

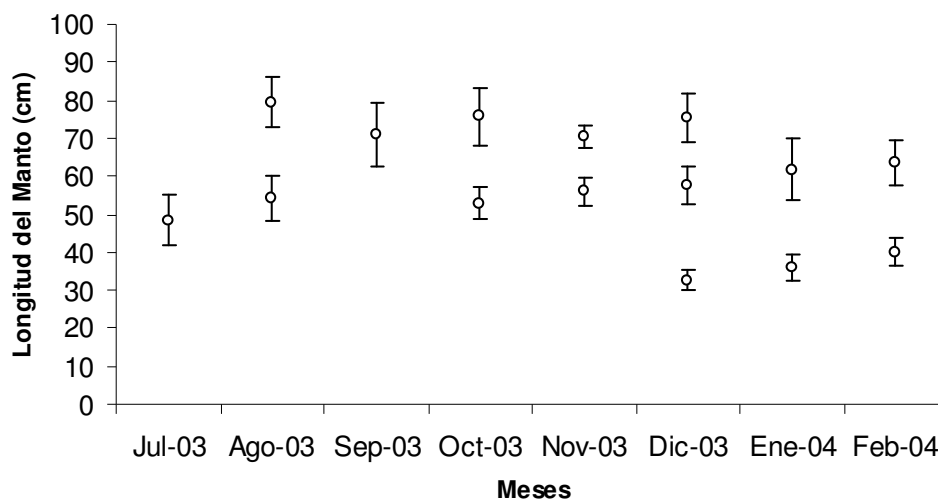


Fig. 67. Longitud promedio y desviación estándar de los componentes normales de talla graficados en el eje del tiempo. Periodo: julio 2003 – febrero 2004.

El análisis de la asignación de la edad a los componentes normales de talla revela que en los datos de frecuencia de tallas de jibia (periodo julio 2003-febrero 2004) aparecen ejemplares de 6 a 13 meses de edad. A estos datos se ajustó un modelo de crecimiento logístico (Fig. 68), cuyos parámetros fueron $L_{\infty} = 99,8$ cm LM, $K = 0.299$ mes^{-1} , $t_0 = 8,236$ meses (SSQ = 25,864).

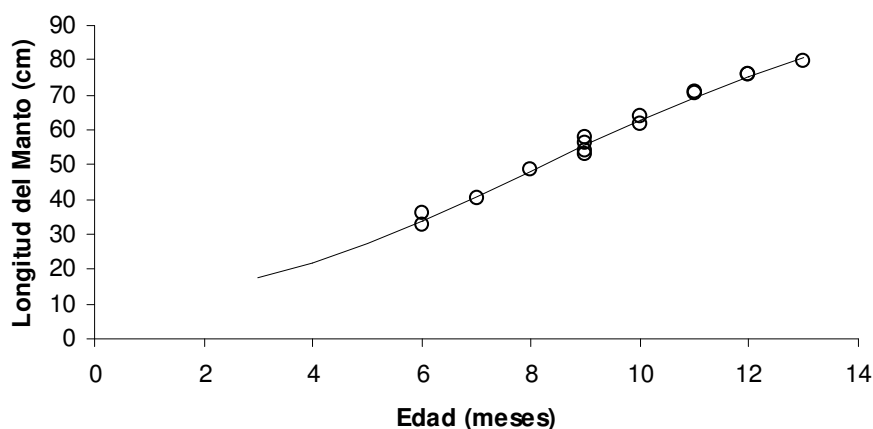


Fig. 68. Relación entre la longitud media (cm) y la edad asignada (meses) a las tallas medias de jibia muestreadas en el periodo julio 2003-febrero 2004.

En la estructura de tallas de jibia se tiene ejemplares mezclados que provienen de múltiples cohortes. Esta conclusión se esquematiza en la Fig. 69, donde se han generado cohortes mensuales de jibia y se ha sobrepuesto las tallas promedio identificadas. Entonces, para simular cambios de biomasa de jibia es necesario que el modelo de simulación sea capaz de generar cohortes mensuales. Estas cohortes mensuales serán más o menos abundantes siguiendo un patrón de reclutamiento relativo.

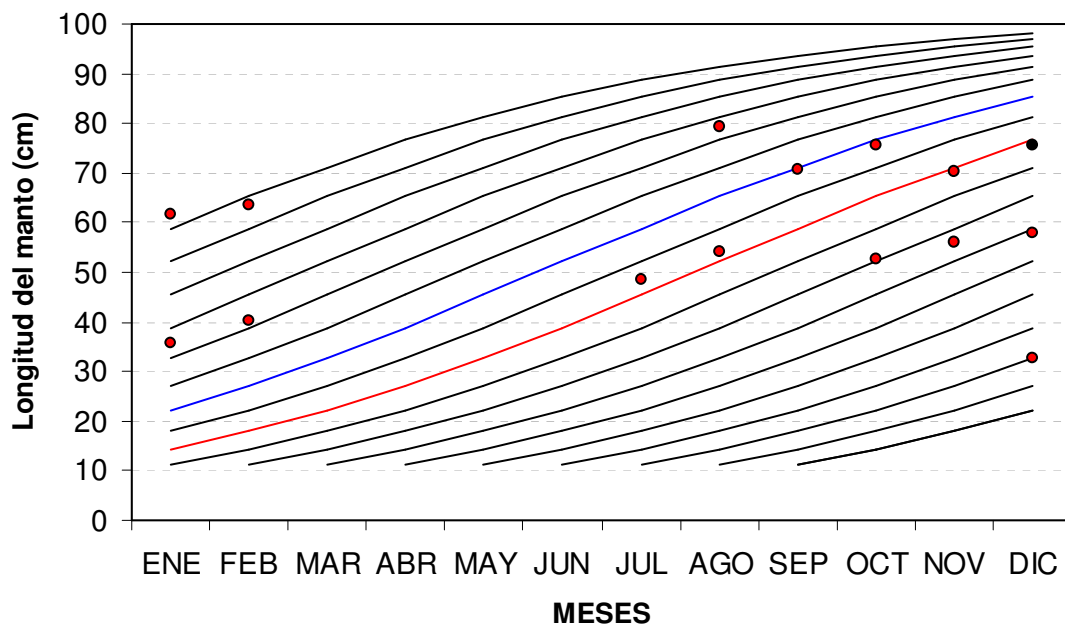


Fig. 69. Crecimiento en longitud de cohortes mensuales de jibia dentro de un ciclo anual y su comparación con las tallas medias separadas de la estructura de tallas mensuales. La línea roja ilustra una cohorte que conecta 4 tallas medias; esta cohorte se habría generado en diciembre del año anterior, presentando, entonces, cerca de 15 cm LM en enero del año siguiente.

La relación entre la desviación estándar y la longitud del manto se presenta en la Fig. 70, siendo ésta lineal positiva y significativa. Se descartó dos puntos atípicos de la relación que indican una subestimación de la desviación estándar con el procedimiento MIX, lo que se debería a baja representación de dichos grupos en la estructuras de tallas. La relación lineal positiva indica que el coeficiente de variación (CV) en función de la longitud permanece aproximadamente constante. El CV promedio fue calculado en 0,099, y se puede utilizar para describir una clave talla-edad promedio para estructurar el modelo de simulación.

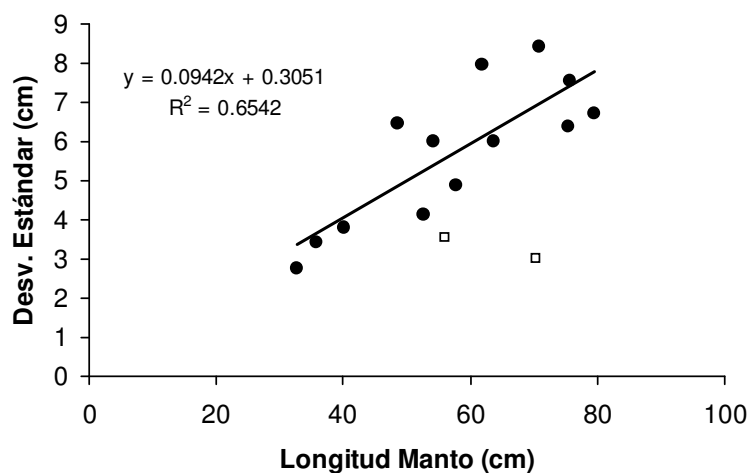


Fig. 70. Relación entre la desviación estándar y la longitud del manto de los grupos identificados en la estructura de tallas.

b) Estandarización de las tasas de captura

Los datos de estadística de capturas de jibia en la zona central (V – VIII Regiones) compilados para el periodo más reciente (años 2000-2006) fueron estandarizados para obtener una serie de captura por unidad de esfuerzo. La distribución de la captura por unidad de esfuerzo nominal (ton/VCP) muestra que los datos siguen una distribución asimétrica positiva (Fig. 71), por lo que el análisis se realizó con la CPUE transformada a logaritmo.

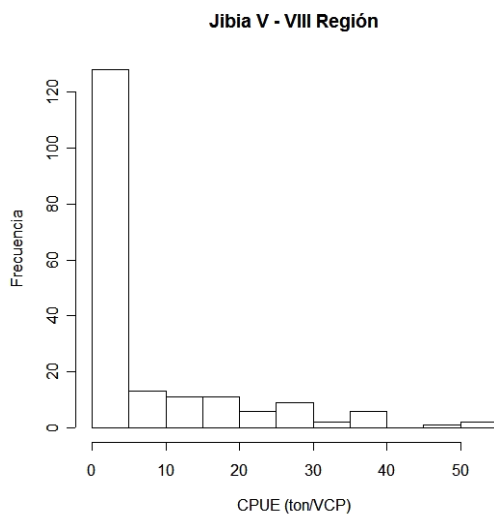


Fig. 71. Distribución de frecuencia de la CPUE (ton/VCP) de jibia en el periodo 2000-2006, Regiones V-VIII (Fuente: SernaPesca).

Para estandarizar la CPUE se han tomado en cuenta factores fijos asociados a los años, meses, zonas (V y VIII Regiones) y sectores pesqueros (artesanal e industrial). En efecto, al transformar la CPUE anual a logaritmo se revela que en ambos sectores pesqueros (industrial y artesanal) la CPUE se ha incrementado y varía entre sectores (Fig. 72). También es posible observar algunos valores atípicos muy altos.

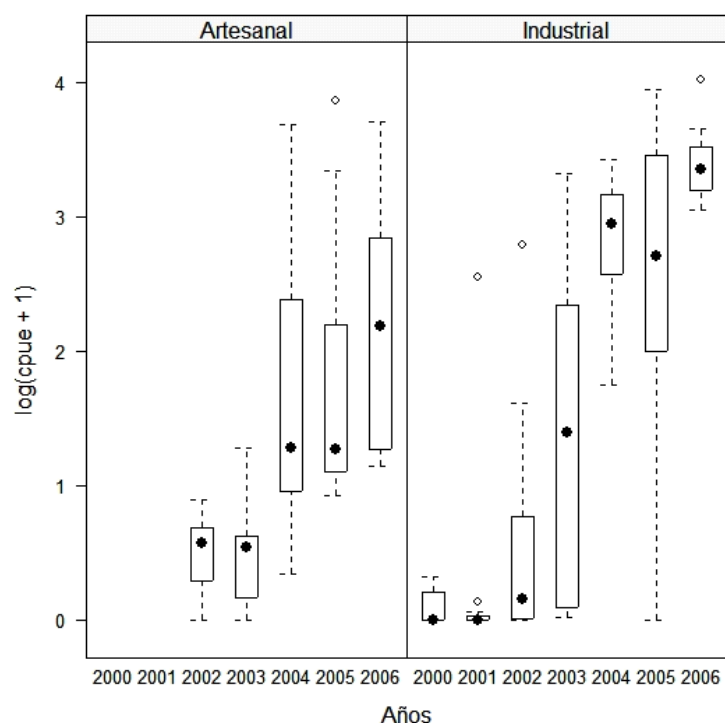


Fig. 72. Efecto año por sector pesquero en los datos de CPUE de jibia.

Estacionalmente, el factor mes también revela cambios importantes de la CPUE con una estacionalidad diferente entre sectores pesqueros. Sin embargo, debido a que los datos del sector artesanal comienzan el año 2002 se tiene un diseño no balanceado y los efectos cruzados no podrán ser tomados en cuenta (Fig. 73).

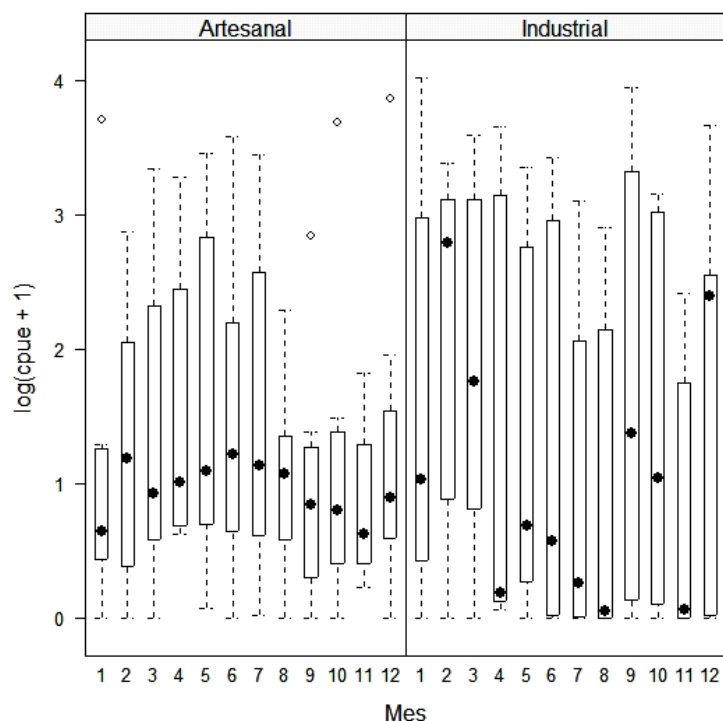


Fig. 73. Efecto estacional (mes) por sector pesquero en los datos de CPUE de jibia.

Los resultados del modelo lineal generalizado a la variable CPUE se presentan en las Tablas 49 y 50, observándose efectos significativos entre años (respecto del 2000) al comparar entre sectores (industrial, artesanal) y entre áreas (V, VIII Regiones). Para la V Región solo se cuenta con información de CPUE del sector pesquero artesanal. En términos del diagnóstico del modelo utilizado se observa que los residuales siguen la distribución normal y que los valores predichos y observados siguen una relación 1:1 en la escala logarítmica (Fig. 74). La CPUE se incrementó fuertemente hasta el año 2006, siendo mayor en la flota pesquera artesanal que en la industrial, y en la VIII Región respecto de la V Región (Fig. 75).

Tabla 49. Coeficientes anuales, estacionales, regionales y por sector asociados con la CPUE de jibia en el periodo 2000-2006.

Factores	Coeficientes	Error		
		Estándar	valor t	Pr(> t)
Intercepto	-1.21045	0.3039	-3.983	0.000101
2001	0.13457	0.29711	0.453	0.651194
2002	0.95657	0.25548	3.744	0.000248
2003	1.18854	0.25548	4.652	6.60E-06
2004	2.56963	0.25548	10.058	< 2e-16
2005	2.45717	0.25548	9.618	< 2e-16
2006	2.99555	0.27934	10.724	< 2e-16
Feb	0.28404	0.24962	1.138	0.256788
Mar	0.30301	0.24962	1.214	0.226499
Abr	0.20511	0.24962	0.822	0.412412
May	0.22282	0.24962	0.893	0.373333
Jun	0.14894	0.24962	0.597	0.55153
Jul	-0.02903	0.24962	-0.116	0.907554
Ago	-0.06995	0.26447	-0.265	0.791708
Sep	0.2414	0.26447	0.913	0.362656
Oct	0.19922	0.26447	0.753	0.452326
Nov	-0.24541	0.26447	-0.928	0.354767
Dic	0.46682	0.26447	1.765	0.079346
Industrial	0.46839	0.13878	3.375	0.000916
VIII Región	0.69184	0.13878	4.985	1.52E-06

Tabla 50. Análisis de Varianza para los factores fijos utilizados del modelo lineal generalizado para estandarizar los datos de CPUE de jibia.

Factor	g.l.	SC	SCM	F	Pr(>F)
Año	6	140.876	23.479	44.32	<0.01
Mes	11	6.186	0.562	1.07	0.395
Sector	1	24.314	24.314	45.91	<0.01
Región	1	13.163	13.163	24.85	<0.01
Residuales	169	89.512	0.530		

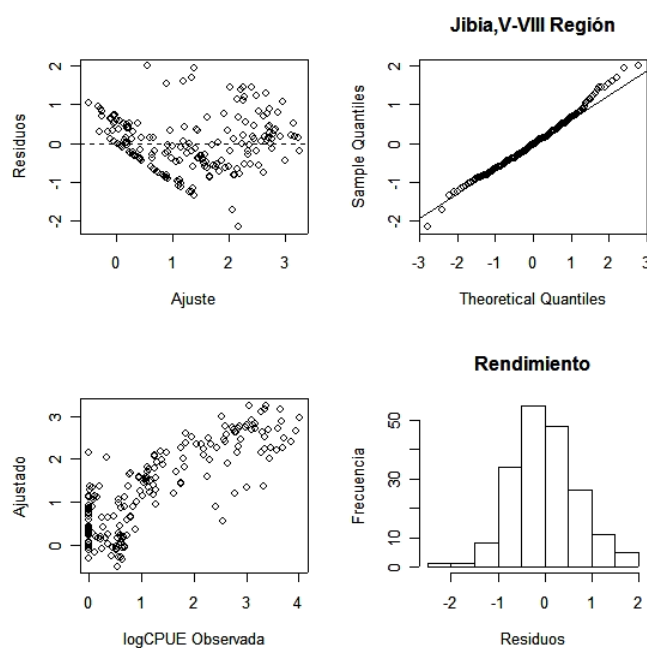


Fig. 74. Diagnóstico del modelo GLM para la CPUE de jibia (ton/VCP).

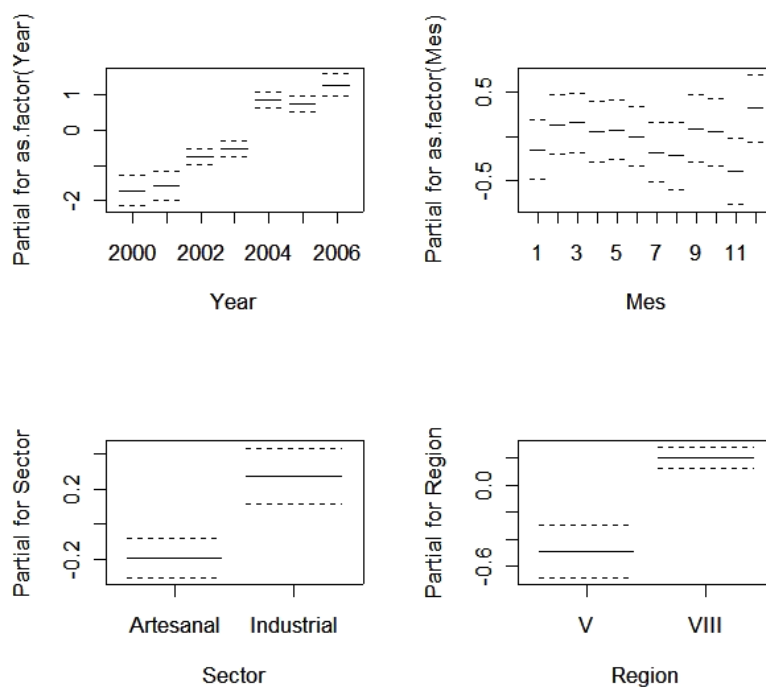


Fig. 75. Efectos parciales de los factores utilizados para explicar la CPUE (ton/VCP) de jibia.

Globalmente, la CPUE (ton/viaje) de jibia se ha incrementado prácticamente de manera exponencial en la zona centro-sur de Chile desde el año 2002 al 2006 (Fig. 76). La estandarización está referida al año 2000, mes de enero, flota artesanal, V Región.

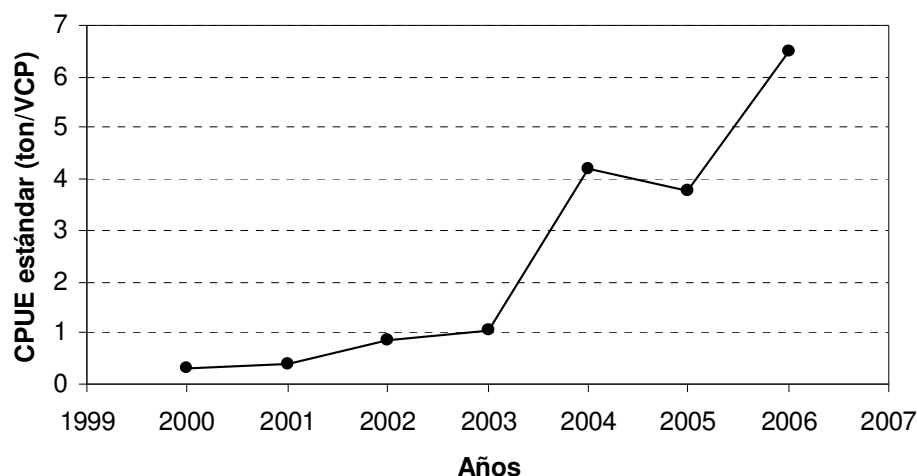


Fig. 76. Captura por unidad de esfuerzo de jibia en la zona centro-sur de Chile (V-VIII Regiones).

Desde el punto de vista de los escenarios de simulación de biomasa de jibia, el modelo que se utilice debería considerar el incremento en la CPUE de este recurso desde el 2000 al 2006. No obstante, debido a que se debe proceder con análisis que den cuenta de la dinámica mensual, entonces los factores anuales que se tome en cuenta permitirán sólo forzar la señal estacional del reclutamiento.

c) Patrón de reclutamiento

El análisis de los datos de frecuencia de tallas con la rutina “recruitment pattern” del programa FISAT II reveló tres máximos: uno en marzo (secundario), otro en mayo (tercero) y el mayor en julio (Fig. 77). Sin embargo, si bien el patrón de reclutamiento resultante aparece como multimodal, al descomponer las observaciones utilizando dos funciones de distribución normal se observa sólo dos pulsos de reclutamiento por año (Fig. 78). El primer pulso está caracterizado por una media de 2,42 (DS = 0,439), que equivale a mediados de marzo (13 de

marzo), mientras que el segundo pulso presenta una media de 6,69 (DS = 1,786), que equivale a fines de julio (21 de julio). El primer pulso es menos intenso (área bajo la curva, $p = 0.226$), mientras que el segundo presenta mayor amplitud e intensidad (área bajo la curva, $p = 0.774$).

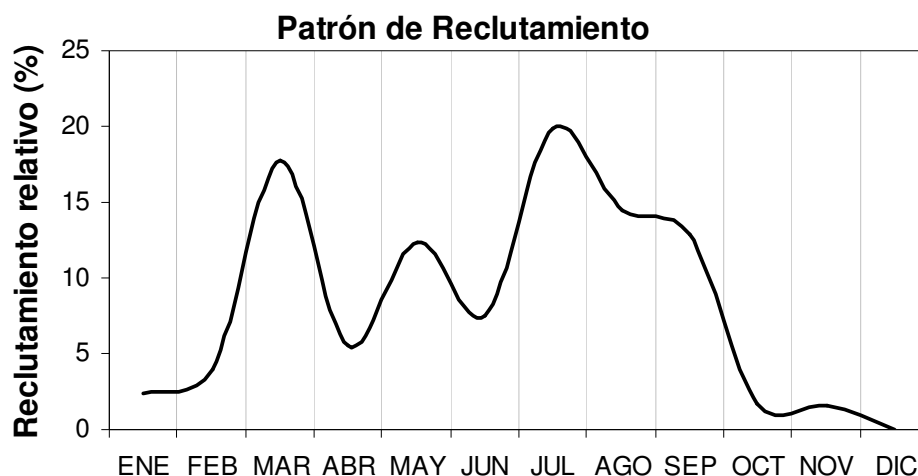


Fig. 77. Patrón de reclutamiento de jibia en la zona centro-sur deducido del análisis de los datos de frecuencia de tallas disponibles.

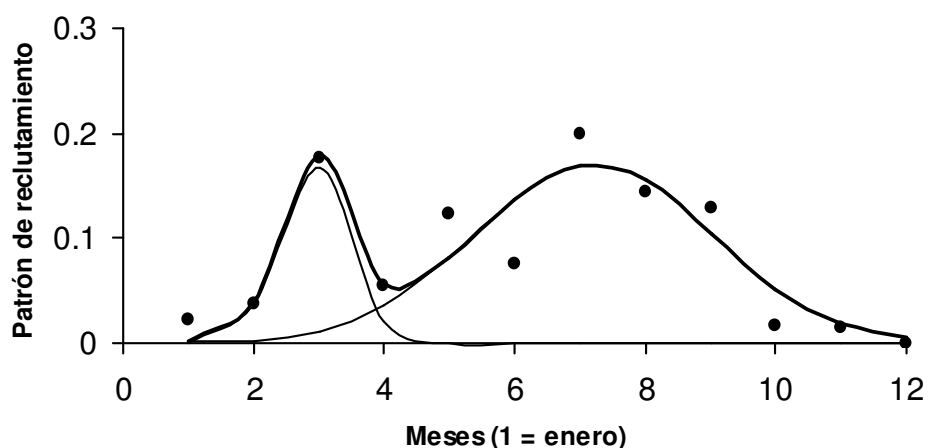


Fig. 78. Descomposición del patrón de reclutamiento en dos pulsos representados por dos funciones normales.

En consecuencia, la dinámica poblacional de jibia debe considerar la generación de cohortes mensuales representadas por el patrón de reclutamiento antes descrito, uno en marzo y el

principal en julio. Esto implica, de acuerdo con los pulsos promedio identificados, que las cohortes asociadas a los picos del patrón de reclutamiento se diferenciarán entre si por 4,3 meses.

Para corroborar si existe periodicidad regular estacional en el reclutamiento se analiza la serie mensual de captura de jibia (log transformada) disponible para el periodo enero 2002 a diciembre 2005. En la Fig. 79 se presenta la serie de tiempo de capturas mensuales los-transformada, con el análisis de tendencia y los residuales resultantes.

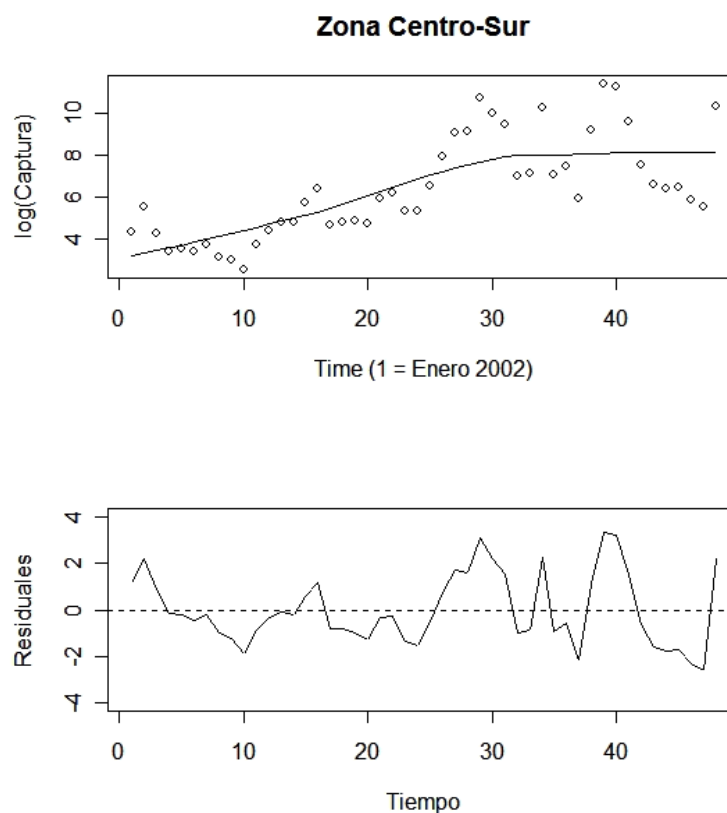


Fig. 79. Función de autocorrelación de los residuales de captura de jibia en la zona centro-sur de Chile (enero 2002 – diciembre 2005).

La tendencia de la serie de capturas mensuales de jibia, obtenida con el suavizador loess, fue significativa, con el intercepto en 3,425 (Error Estándar = 0,454; $p < 0.01$) y con el suavizador asociado al tiempo de 0,121 (Error Estándar = 0,016; $p < 0.01$). La función de autocorrelación aplicada a la serie de tiempo de residuales indica la existencia de un proceso regular estacional

en los datos de captura (Fig. 80), representada por coeficientes de correlación significativos cada 6 meses, aproximadamente.

La tendencia de la serie de capturas mensuales de jibia, obtenida con el suavizador loess, fue significativa, con el intercepto en 3,425 (Error Estándar = 0,454; $p < 0.01$) y con el suavizador asociado al tiempo de 0,121 (Error Estándar = 0,016; $p < 0.01$). La función de autocorrelación aplicada a la serie de tiempo de residuales indica la existencia de un proceso regular estacional en los datos de captura (Fig. 80), representada por coeficientes de correlación significativos cada 6 meses, aproximadamente.

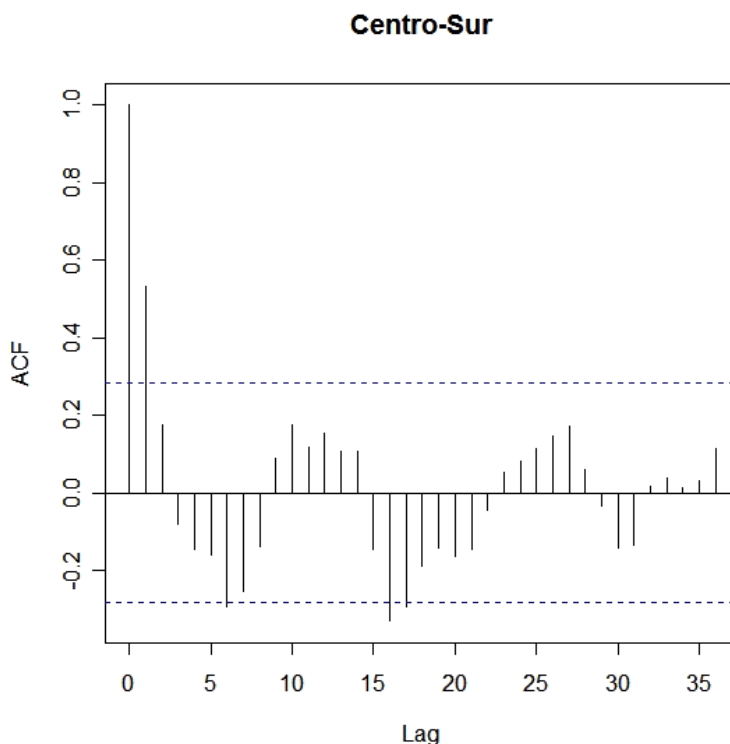


Fig. 80. Serie de tiempo de capturas log-transformadas de jibia y curva de tendencia loess (arriba), y residuales resultantes (abajo), zona centro-sur (enero 2002 – diciembre 2005)

Al aplicar el modelo trigonométrico a la serie de tiempo se obtiene parámetros significativos (Tabla 51). El ajuste del modelo a los datos mensuales de captura de jibia (Fig. 81) revela la regularidad estacional detectada con ciclos de aproximadamente 6 meses.

Tabla 51. Parámetros del modelo trigonométrico ajustado a la serie de tiempo log-transformada de capturas mensuales de jibia.

Parámetros	Zona centro-sur	Error Estándar	Valor p
A	0.202	0.038	$p < 0.01$
n	0.167	0.005	$p < 0.01$
ϕ	4.365	0.527	$p < 0.01$
Residual Std. Error	1.225		
N	48		

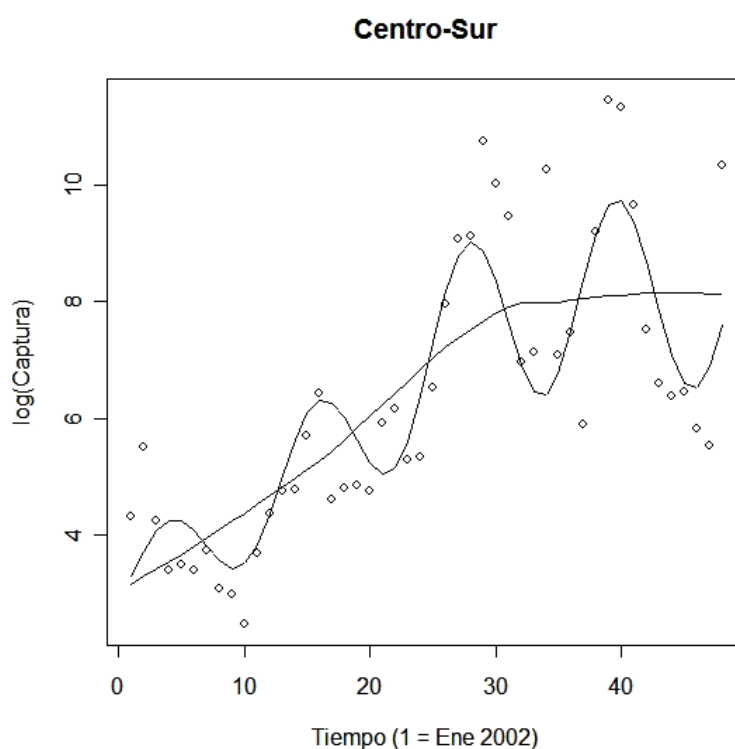


Fig. 81. Modelo trigonométrico ajustado a los datos de captura de jibia (log-transformados) en la zona centro-sur (enero 2002 – diciembre 2005).

d) Selectividad de presas por tamaño

Para condicionar el modelo de simulación, en términos de la adecuación de presas, se analiza el índice de selectividad de presas de Ursin (ISU) por tamaño de jibia y los coeficientes de adecuación en el contexto del Multispecies VirtualPopulation Analysis (MSVPA). La base de

datos de contenidos estomacales de jibia generados en este proyecto reveló que la contribución en peso de las más importantes presas estuvo representado por merluza común (42,3%), sardina común (16,8%), anchoveta (10,9%), y canibalismo (6,6%). En otras especies, destacan aquellas no identificadas como Teleostei (8,52%), Hygophum sp (5,50 %) y eufáusidos (4,75 %), las que fueron agrupadas y analizadas en conjunto con un aporte de 23,43%. Sin embargo, destacamos que muy probablemente la contribución (en peso) de merluza común al contenido estomacal de jibia en este estudio está muy sobre-estimado debido a que predominan muestras biológico-específicas de jibias de la fauna acompañante de la pesquería de arrastre merlucera industrial. En tal caso, es conocido que la jibia capturada como by-catch sigue consumiendo presas en la red desde el momento de su captura hasta que esta última es depositada sobre la cubierta de la embarcación.

El análisis exploratorio entre el peso promedio de la presa y el peso del predador revela que a medida que los ejemplares de jibia crecen ellos prefieren presas de mayor peso, tanto en las presas merluza común, canibalismo, sardina común como “otras presas” (Figs. 82 y 83). Todos los modelos son significativos ($p < 0,05$) con residuos independientes e idénticamente distribuidos.

El Índice de Selectividad de Presas de Ursin (*ISU*), por trimestre y especies-presa, se presenta en la Tabla 52. Prácticamente la merluza común, el canibalismo y otras presas se presentaron durante todo el año. En cambio, la anchoveta y sardina común fueron importantes solamente en el primer y segundo trimestre, probablemente revelando estas dos últimas su disponibilidad.

Al considerar la distribución de frecuencia del ISU para el periodo de tiempo completo (diciembre 2005 a noviembre 2006) se observa que la distribución es normal, excepto en el caso de anchoveta (Fig. 84), siendo factible que la jibia hubiese predado sobre individuos de presas muy pequeños y muy grandes en trimestres diferentes, lo que marca también la relación entre el peso promedio de la presa y el tamaño del predador.

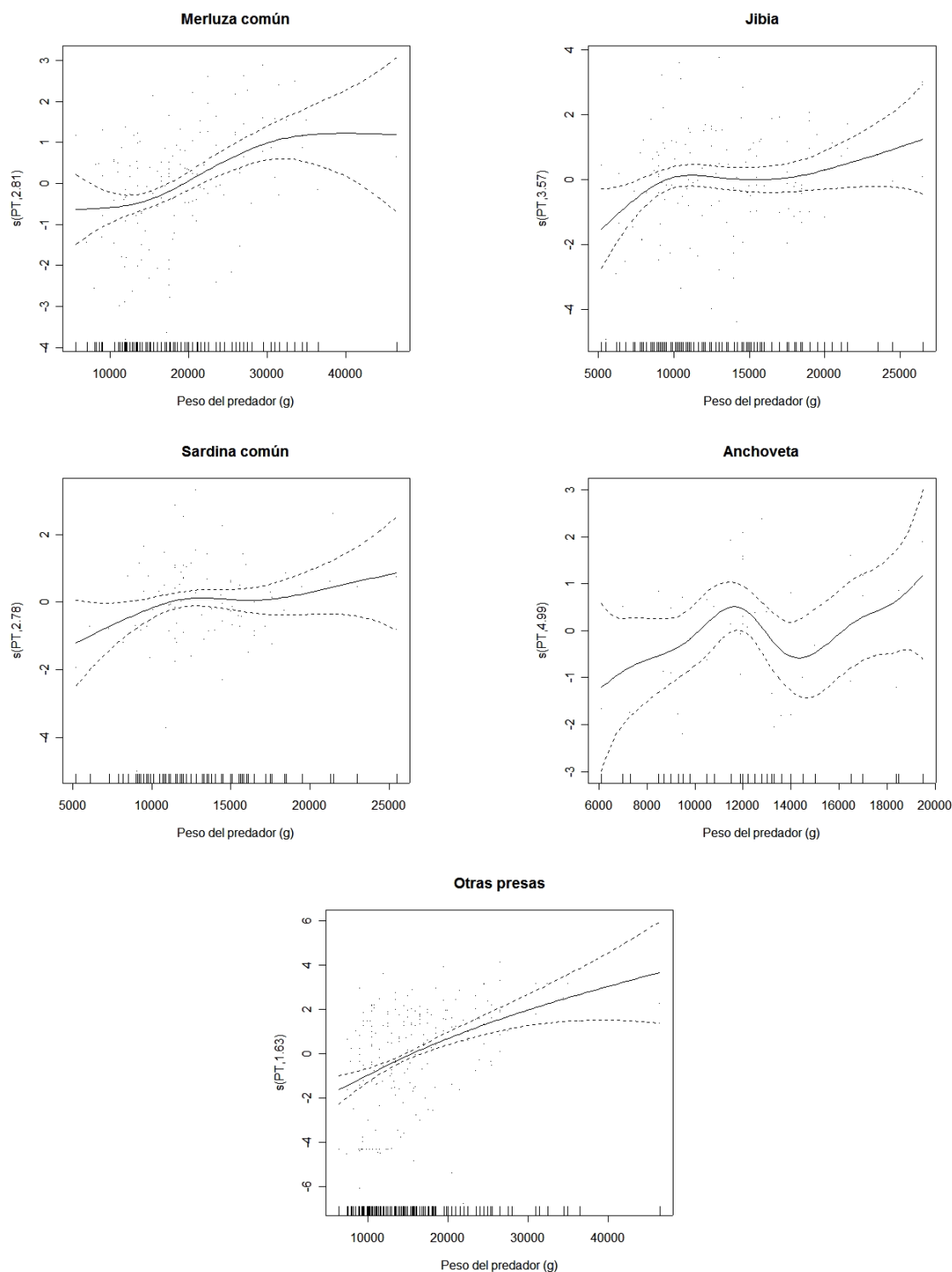


Fig. 82. Resultados de GAM entre el peso promedio de las presas y el peso del predador (*D. gigas*) en los contenidos estomacales.

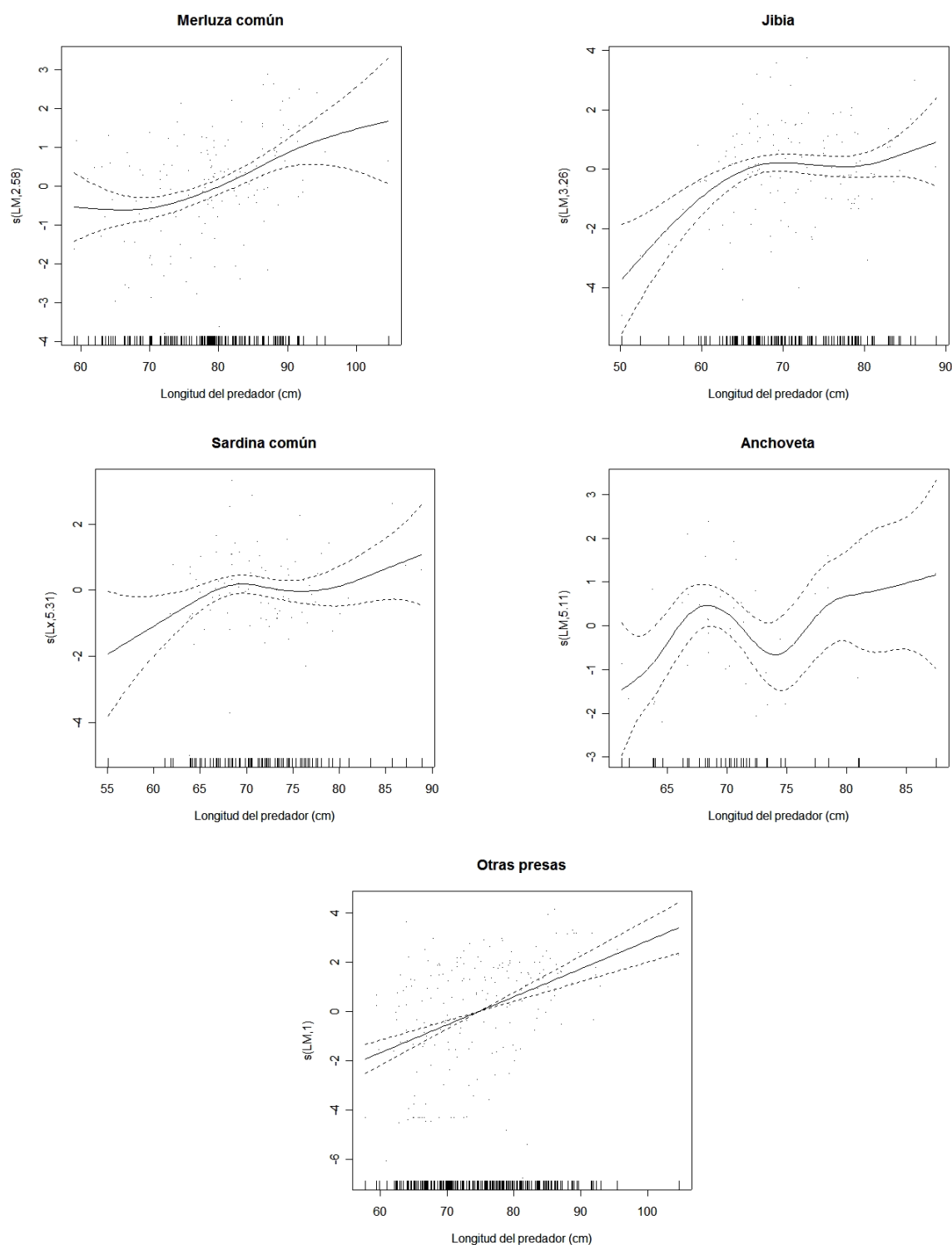


Fig. 83. Resultados de GAM entre el peso promedio de las presas y la longitud del predador (*D. gigas*) en los contenidos estomacales.

Tabla 52. Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (*ISU*) promedio, desviación estándar por presa, y número de estómagos de jibia con cada ítem presa.

Presa	Estadígrafo	Trimestres				Total
		I	II	III	IV	
Merluza común	Promedio	6.00	5.94	5.12	4.60	5.57
	DS	1.723	1.197	1.396	1.01	1.436
	n	29	57	37	16	139
Jibia	Promedio	6.92	8.06	7.50	6.33	7.16
	DS	1.554	1.396	1.349	0.088	1.542
	n	95	19	12	3	129
Sardina común	Promedio	5.90	6.31	6.44	-	5.94
	DS	1.639	0.906	-	-	1.579
	n	79	8	1	-	88
Anchoveta	Promedio	8.30	4.16	6.14	-	6.13
	DS	0.924	1.080	-	-	2.289
	n	19	21	1	-	41
Otras presas	Promedio	7.09	6.39	5.90	6.01	6.40
	DS	2.390	1.548	1.052	1.308	1.780
	n	66	42	75	18	201

La matriz de adecuación de alimento de las presas más importantes de jibia se estima considerando el ISU total del periodo de estudio (Fig. 84). La merluza común es predada por ejemplares de tamaño de jibia >50 cm LM, con bajos coeficientes de adecuación (del orden de 0.02) para merluzas de entre 19 y 31 cm LT (Fig. 85). En el caso del canibalismo, ejemplares de jibia de 20 a 30 cm LM prefieren congéneres de 2,5 cm LM, mientras que la jibia de más de 60 cm prefiere ejemplares de entre 7,5 y 32,5 cm LM. En el caso de sardina y anchoveta, la jibia de más de 40 cm LM prefiere ejemplares adultos de más de 11 cm LT. Otras presas son más importantes en términos de adecuación para la fracción juvenil de jibia, probablemente zooplancton (eufáusidos) y mictófidios.

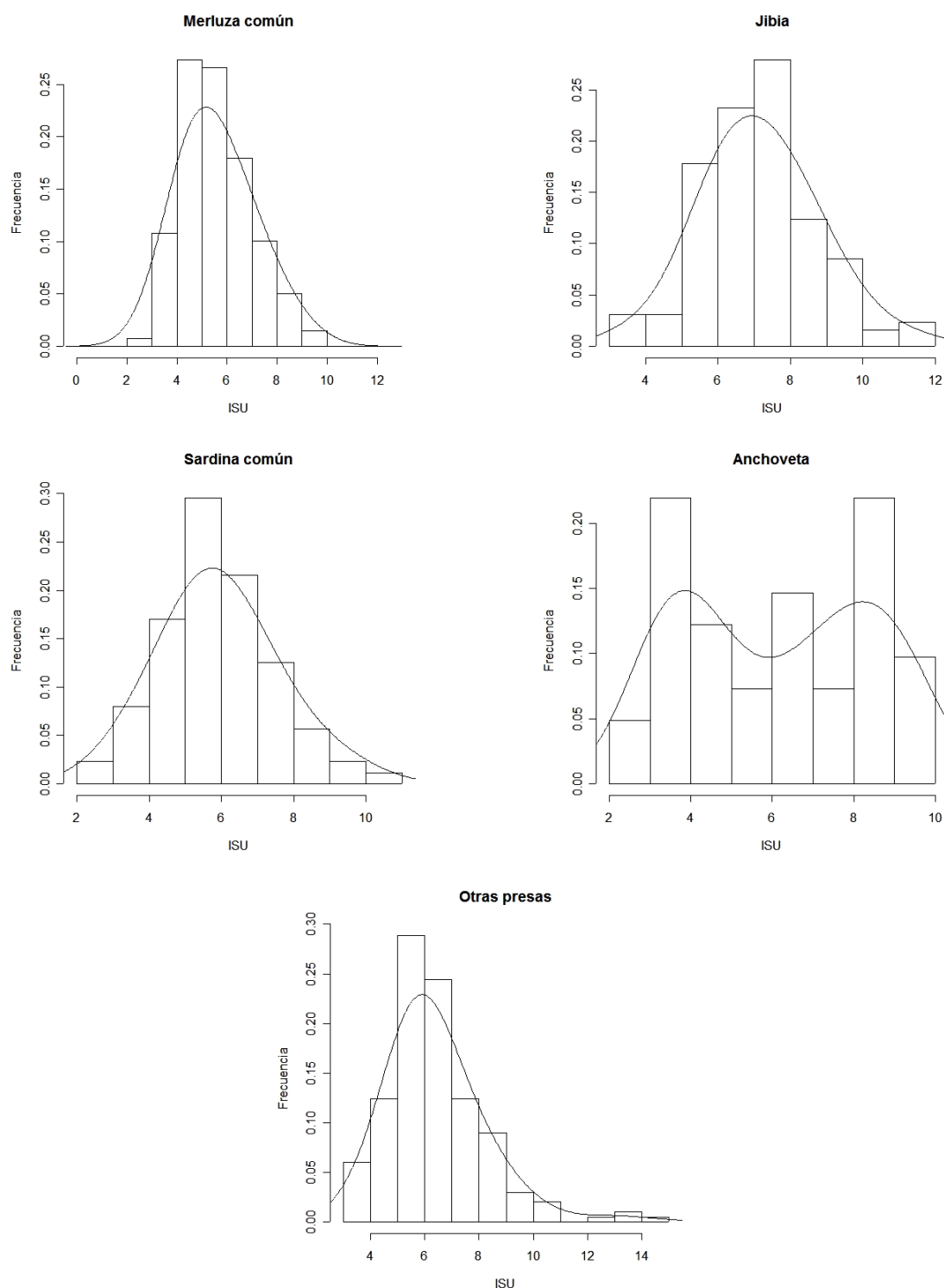


Fig. 84. Histogramas de frecuencia del índice de selectividad de Ursin para cada una de las presas en los contenidos estomacales de jibia.

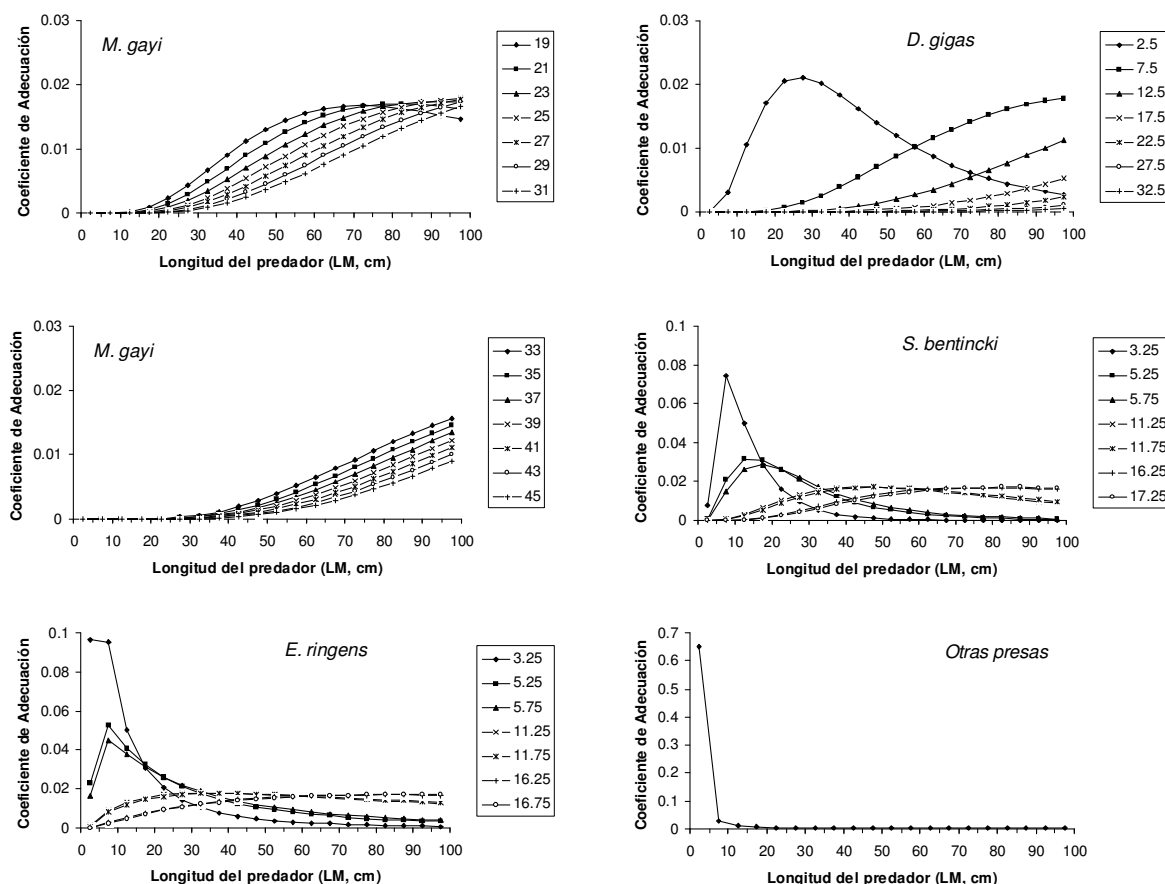


Fig. 85. Coeficientes de adecuación de las presas de jibia.

e) Ración diaria de alimento y razón consumo/biomasa (Q/B)

Bajo el supuesto que la jibia comienza a alimentarse a partir de las 18:00 hrs por un lapso de 10 horas, las estimaciones de los parámetros que definen la dinámica trófica se presentan en la Tabla 53. La ración diaria de alimento de jibia (Fig. 86) ocurre entre 246.7 y 580.5 g·d⁻¹, lo que equivale a valores de entre 1.97 y 3.22% del peso total del predador (jibia). La razón consumo-biomasa por trimestre fluctúa entre 1,77 y 2,8 veces, con un total anual de 8,64. Esto implica que una jibia promedio es capaz de consumir 8,64 veces su propio peso en un ciclo anual.

Tabla 53. Parámetros tróficos estimados para *D. gigas*, por trimestre (Trim) y anual en la zona centro-sur.

Parámetro, símbolo y unidad	1er Trim	2do Trim	3er Trim	4to Trim	Anual
Peso total, PT (g)	12551	15710	18042	19331	14937
Contenido estomacal residual, S_r (g)	4.0	3.7	13.2	24.4	6.5
Maximo cont. estomacal, S_0 (g)	285.4	352.3	598.1	445.2	390.0
Tasa evacuación gástrica, E (h^{-1})	0.305	0.325	0.273	0.207	0.292
Contenido estom. promedio, S (g)	33.7	36.1	88.7	104.3	36.0
Ración diaria de alimento, R ($g \cdot d^{-1}$)	246.7	282.0	580.5	519.0	353.4
Ración diaria/Peso total, R (%)	1.97	1.79	3.22	2.68	2.37
Razón consumo-biomasa (Q/B)	1.769	1.805	2.791	1.970	8.635
Q/B principales presas:					
<i>M. gayi</i>	0.260	0.632	1.775	1.542	3.648
<i>S. bentincki</i>	0.866	0.038	0.003	0.000	1.440
<i>E. ringens</i>	0.007	0.817	0.006	0.000	0.937
<i>D. gigas</i>	0.282	0.033	0.047	0.024	0.550
Otras presas	0.354	0.285	0.960	0.405	2.059

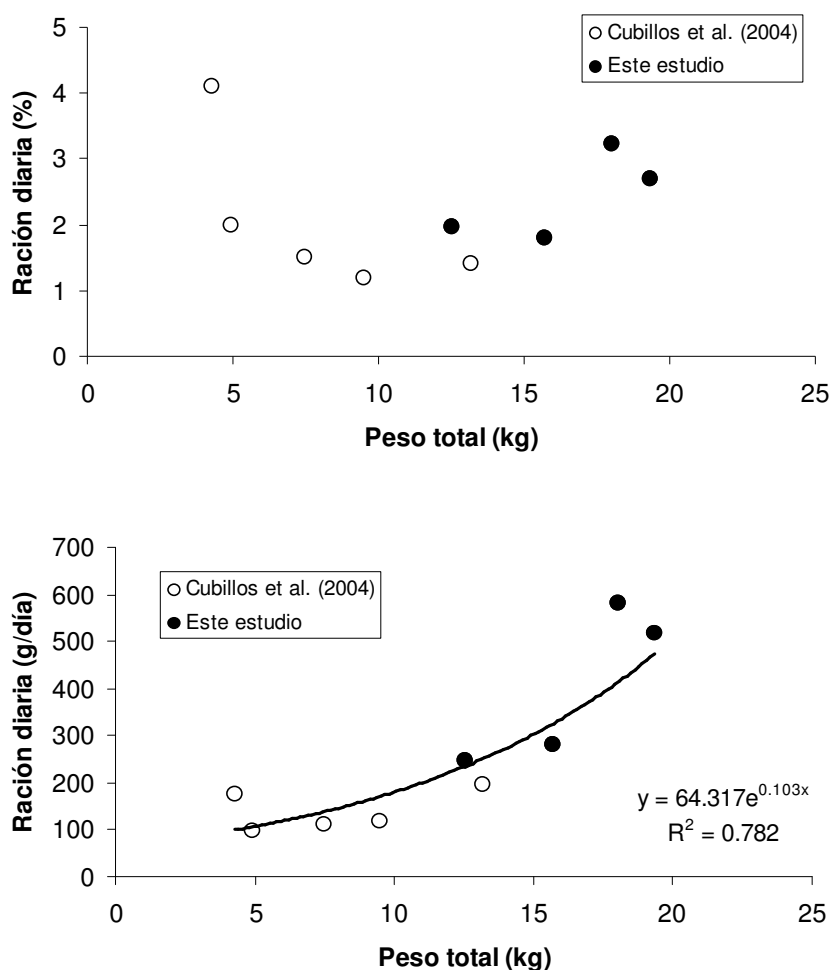


Fig. 86. Ración diaria de alimento de jibia expresada como porcentaje del peso corporal (arriba) y en gramos por día (abajo).

Simulación de cambios de biomasa de una población de jibia

De acuerdo con los tópicos cubiertos previamente para condicionar un modelo de dinámica poblacional que incluya la dinámica trófica, se comunica acá los resultados de un modelo verosímil para los cambios de biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile. El modelo se caracteriza por los siguientes parámetros:

- crecimiento logístico (según los parámetros estimados en este proyecto);
- coeficiente de variación de la longitud a la edad ($CV = 0,099$);
- edad máxima de 18 meses, desde la edad 1;
- relación longitud-peso según los parámetros encontrados por Cubillos *et al.* (2004);
- tasa de mortalidad natural (M) asumida igual a 0,4 por mes;
- generación de cohortes mensuales según el patrón de reclutamiento observado;
- coeficiente de variación para cambios interanuales del reclutamiento asumido en 0,4;
- patrón de selectividad edad-específica según modelo logístico; y,
- capturas observadas sin error.

El modelo se ajustó a información disponible; a saber:

- índice de abundancia (incidencia de jibia en cruceros acústicos de merluza común); y,
- frecuencias de tallas disponibles.

Los parámetros a ser estimados son:

- patrón de reclutamiento interanual;
- coeficiente de capturabilidad; y,
- parámetros de selectividad.

El ajuste de un denominado “índice de abundancia” de jibia, asumido proporcional a la incidencia de jibia en las capturas obtenidas durante los cruceros de evaluación acústica de merluza común, se muestra en la Fig. 87, observándose un buen grado de ajuste, o que representa bien los cambios interanuales en términos de tendencia.

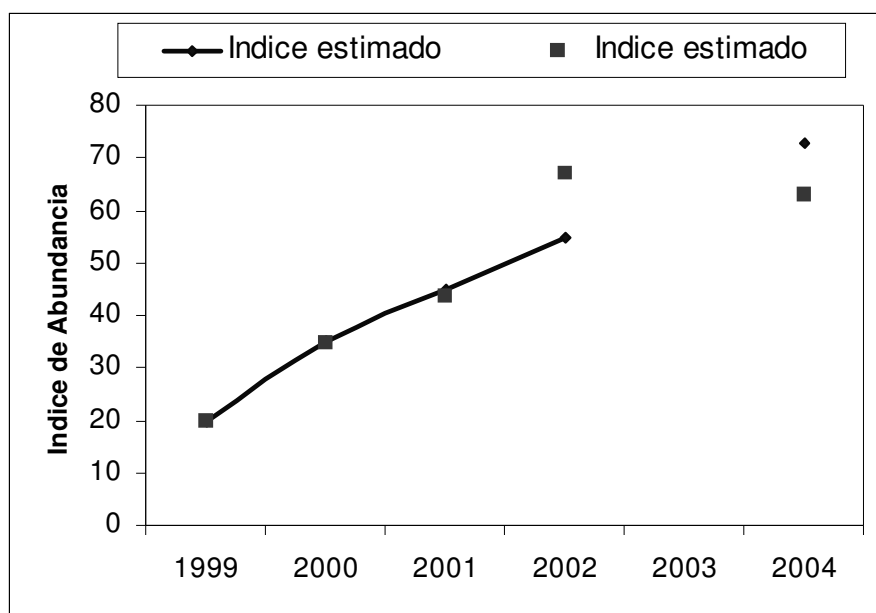


Fig. 87. Ajuste del modelo de simulación de jibia a los datos del índice de abundancia observado en los cruceros de evaluación acústica de merluza común.

El patrón de explotación resultante (Fig. 88) indica que la jibia comienza a ser explotada a partir de la edad 3 (en meses), ya que, de acuerdo con Cubillos *et al.* (2004), la estructura de tallas de diciembre de 2003 a febrero de 2004 estuvo representada la fracción más juvenil del stock.

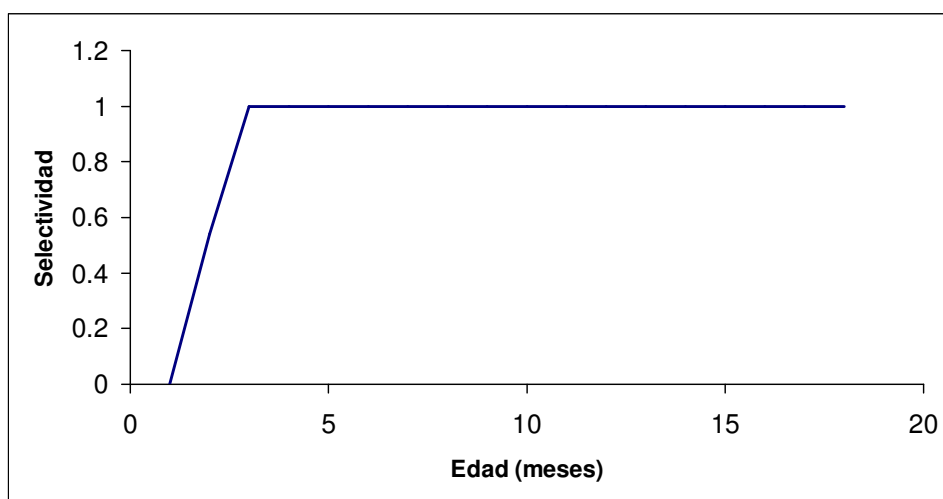


Fig. 88. Patrón de explotación edad-específico de la jibia, zona centro-sur.

Los cambios en abundancia del stock de jibia evidencian un patrón estacional caracterizado por el patrón estacional de reclutamiento observado (Fig. 89). A su vez, se revela una tendencia que asemeja crecimiento logístico de la abundancia, situación que se revela más claramente en la tendencia de la biomasa total de jibia. Al respecto, la biomasa de jibia se incrementa desde menos de 25 mil ton en 1999 hasta cerca de 150 mil toneladas en promedio, con un valor mensual máximo cercano a 230 mil ton en el 2002.

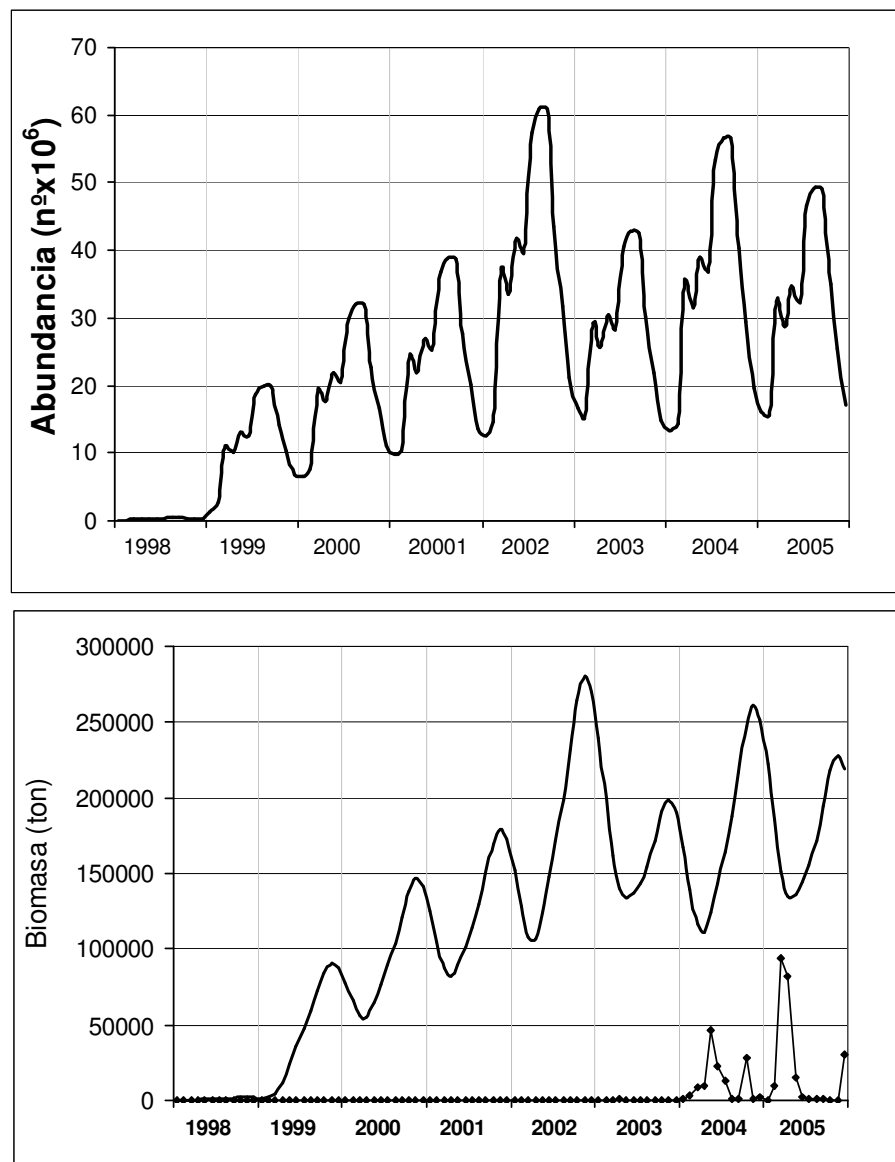


Fig. 89. Resultados máximo verosímiles de la abundancia y biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile, periodo 1998 a 2005.

Modelos multispecíficos que incluyen la predación

La revisión de modelos multispecíficos que incluyen la predación como causa de mortalidad deben tomar en cuenta la dinámica estructurada de la jibia que se modela en este estudio sobre la base de lo solicitado en las Bases Especiales del proyecto, esto es, un modelo de simulación de biomasa estructurado. Desde el punto de vista del manejo se ejemplifica una clasificación de los diferentes modelos (aquel más representativo) sobre la base de los atributos cualitativos propuestos (Tabla 54). Desde el punto de vista de la necesidad de datos para construir los modelos, en la Tabla 55 se resume las variables más relevantes que deben ser monitoreadas en un contexto multispecífico, sean éstas dependientes o independientes de la pesquería.

Tabla 54. Características cualitativas de modelos multi-específicos (modificada de Latour *et al.*, 2003). Nomenclatura: MSP = multispecies production models, MSVPA = Multispecies virtual population analysis, EwE = Ecopath with Ecosim, MSBE = Modelos bioenergéticos multispecíficos.

Características cualitativas	MSP	MSVPA	EwE	MSBE
Estructura de edad/talla	No	Si	Si	Si
Predicción de biomasa	Si	Si	Si	Si
Requerimientos de datos	Bajo	Alta	Alta	Alta
Balance de masa/energía	No	No	Si	Si
Network analysis	No	No	Si	No
Número de especies	Bajo	Intermedio	Alta	Intermedio
Detalle de las salidas del modelo	Intermedio	cuantitativo	cualitativo	Intermedio
Información fisiológica	No	No	Limitado	Si
Predicciones con F variable	Si	Si	Si	Si
Resolución espacial	No	No	posible	posible
Resolución taxonómica	Especies o grupos	Especies	Especies o grupos	Especies
Resolución temporal	anual	anual	anual	Diaria

La administración de las pesquerías de la gran mayoría de las agencias de manejo se basa esencialmente en el asesoramiento y resultados de modelos de evaluación de stock mono-específicos. Por lo general, en este tipo de modelos se asume tasa de mortalidad natural constante entre edades/tallas y años, pero tales modelos fallan en considerar la ecología de las especies en el ámbito de los requerimientos del hábitat (dinámica), respuestas a cambios ambientales, denso-dependencia (exceptuando las relaciones stock-recluta), así como

interacciones ecológicas interespecíficas (depredación, competencia, vulnerabilidad, etc.) e interacciones tecnológicas (descarte, by-catch) (NMFS, 1999; Link 2002a,b).

Tabla 55. Datos requeridos para cuatro tipos de modelos de multiespecíficos.

Parámetro	MSP ^a	MSVPA	EwE ^b	MSBE ^c	Fuente ^d
Desembarques o capturas	X		X		FD datos
Biomasa del stock	X		X		FI datos/ TSA
Abundancia del stock (número) ^e		X		X	FI datos/ TSA
Captura a la edad (número)		X			FD datos
Mortalidad por pesca ^f		X		X	TSA
Tasa de consumo de los depredadores		X			Literatura, modelos evacuación
Composición de la dieta de los depredadores		X	X		Literatura, análisis
Tasa de mortalidad natural residual ^g (M1)		X		X	Literatura
Peso promedio a la edad		X		X	FI datos
Razón consumo/biomasa (Q/B)			X		Literatura
Eficiencia ecotrófica			X		Mejor estimación
Tasa de mortalidad total (Z)			X		TSA
Parámetros fisiológicos				X	Literatura, Lab. Experimentos
Biomasa o producción primaria			X	X	Literatura, estudio de campo

^a Un mínimo de dos años de datos es necesario para modelo MSP.

^b Nuestra lista refleja los requerimientos mínimos para EwE; stos modelos contienen varios parámetros adicionales para los cuales los datos de la calibración sean altamente útiles.

^c Abundancia y el peso individuales requerido el set solo en condición inicial.

^d abreviación: (FI) Fishery-independent, (FD) Fishery-dependent, (TSA) traditional stock assessment (e.g., SSVPA).

^e MSVPA el modelo requiere abundancia de “otros depredadores” y “ otras presas”.

^f MSVPA requiere esta tasa para el año terminal y para el grupo de edad más viejo. MSBE requiere un estimado de la población, que en el presente caso es simulado.

^g La mortalidad residual es mortalidad natural (no por pesca) debido a todas las fuentes con excepción de la depredación.

Los modelos multiespecíficos, en cambio, han desarrollándose para trasladarse hacia un enfoque ecosistémico para el manejo pesquero (Hollowed *et al.*, 2000; Whipple *et al.*, 2000; Link, 2002a, b), con notables consideraciones respecto de indicadores ecosistémicos y puntos biológicos de referencia (Collie y Gislason, 2001). Aunque el enfoque ecosistémico para el manejo de las pesquerías se está desarrollando con gran fuerza (Link, 2002a, b), en esta revisión el énfasis está en los modelos mono-específicos que incluyen la mortalidad por

predación. Esto es una condición necesaria para los fines del proyecto. En efecto, solamente se considera metodologías que tienen mayor potencialidad para mejorar el manejo pesquero del recurso merluza común, en términos de la predación ejercida por jibia. No obstante, los modelos y aproximaciones aquí revisados dicen relación con aquellos enfoques generales que toman en cuenta interacciones predador-presa (incluyendo el canibalismo), más bien que todos los aspectos de un enfoque ecosistémico, exceptuando a ECOPATH y EwE.

Por las razones previas, la presente revisión de metodologías de evaluación de stock para la estimación de M2, en un contexto multi-específico, pone énfasis precisamente en los enfoques de modelación más bien en que si estas técnicas están siendo o no consideradas en el manejo de algunas pesquerías. Las razones son varias, como por ejemplo: i) la descripción de los modelos ayuda a identificar requerimientos de datos que deben ser monitoreados; ii) la estructura del modelo, su parsimonia, generalidad y realismo permiten identificar al modelo más simple y robusto que podría ser utilizado en un contexto operacional de evaluación de stock; y, iii) esto ayudará a la implementación de modelos operantes que serán utilizados para evaluar, a lo menos, tres métodos de evaluación de stock que incluyan la predación, y obviamente el canibalismo.

No obstante, la visión de la dinámica mensual de cambios de biomasa de una población de la jibia pude resultar incompatible con varios de los modelos que actualmente se encuentran disponibles para evaluar la mortalidad por predación, básicamente porque aquellos disponibles trabajan todos sobre la base de tiempo anual. En este sentido, aquel más flexible y que pudiera adaptar información relevante (resultados), así como para simular escenarios de manejo, es el modelo ECOPATH y EwE. De estos dos últimos se expone resultados más adelante.

4.3.6.2.4. Discusión

El modelo edad-estructurado establecido para simular escenarios de biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile requirió de un condicionamiento en aspectos básicos. De esta manera, al analizar la estructura de tamaños de jibia disponibles (Cubillos *et al.*, 2004), se

identificó grupos normales de longitud a los que se les asignó una edad con el modelo logístico de Markaida (2001), lo que permitió describir el crecimiento en longitud y el rango de edades presentes en los datos de frecuencia de tallas (6 a 13 meses). Sin embargo, la estructura de tallas no es un buen indicador de la edad en calamares, por lo que el análisis de frecuencia de tallas permite separar grupos normales y no cohortes verdaderas. Por esta razón el modelo de crecimiento resultante permitió identificar que las tallas medias a la edad asignada provenían de diferentes grupos de meses dentro de un ciclo anual. Estos grupos de meses están relacionados, sin duda, con el patrón de reclutamiento estacional asociado a la reproducción.

En efecto, el patrón de reclutamiento estacional reveló la ocurrencia de dos pulsos de reclutamientos relativos anualmente. El primero, de menor amplitud, estaría restringido al otoño con un pico en marzo, mientras que el segundo pulso es de mayor amplitud y su máximo ocurre a fines de julio. El patrón de reclutamiento aquí descrito deberá ser contrastado en estudios posteriores con antecedentes del ciclo reproductivo de *D. gigas*. Lamentablemente, tal ciclo reproductivo nos es absolutamente desconocido en la zona centro-sur de Chile. No obstante, se cuenta con antecedentes para otras regiones. Por ejemplo, Nesis (1970, 1983) sugirió que el desove de jibia ocurre en primavera y verano en el Hemisferio del Sur. Clark y Paliza (2000) postularon la existencia de dos periodos de desoves en un año para *D. gigas* en Perú, con el pico principal en otoño (abril-mayo) y el secundario en primavera (octubre-noviembre). Recientemente, para la jibia en aguas peruanas, Tafur *et al.* (2001) también sugirieron que el pico principal de desove ocurre de octubre a enero, con el pico secundario en julio-agosto. Aunque tales desoves de jibia no son concordantes con el patrón estacional de reclutamiento identificado en el presente trabajo, el hecho es que la jibia en otras regiones revela a lo menos dos periodos reproductivos por ciclo anual. Si esto es así, entonces la contribución relativa de la abundancia de cohortes que han sido generadas durante estos periodos debería contribuir a la existencia de un ciclo estacional asociado simplemente a la dinámica estructurada de la población. En efecto, tal ciclo estacional se identificó en nuestros datos de captura de jibia, donde el patrón de reclutamiento es regular y con periodicidad promedio de 6 meses, lo que podría estar relacionado con la ocurrencia de dos cohortes de jibia por ciclo anual, lo que coincide con los datos de frecuencia de longitud de jibia

comunicados por Chong *et al.* (2005) e Ibáñez y Cubillos (in press).

La estandarización de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en la zona centro-sur reveló que el poder de pesca relativo es diferente entre las flotas industrial y artesanal, con diferencias regionales, entre meses y años. El patrón anual de CPUE revela un crecimiento exponencial del 2000 al 2002, y posterior inhibición los años 2004-2005. Este patrón de CPUE es característico de un crecimiento poblacional inicial explosivo e inhibición asociada a los principios del modelo logístico. En este contexto, y aunque el año 2006 aparece con un alto valor de CPUE, es factible que ocurra más bien una estabilización de este índice. Tal comportamiento de la CPUE se verificó también en la tendencia interanual de las capturas mensuales de jibia (en la escala logarítmica).

El análisis del contenido estomacal de jibia nos permitió calcular el índice de selectividad de presas por tamaño de la jibia (*sensu* Ursin, 1973). Este índice asume que los predadores presentan una razón constante basada en la amplitud del nicho trófico, de tal manera que la selección de presas por tamaño es independiente del tamaño del predador. En este contexto, se está asumiendo un espectro de biomasa plano con una pendiente igual a cero y la distribución de frecuencia de la razón de peso predador-presa describe una distribución de frecuencia log-normal para la preferencia de presas por tamaño. El máximo de la distribución marca la razón de peso predador-presa preferida, utilizándose la media como estimador de éste. De esta manera, el peso absoluto de la presa preferida se incrementa proporcionalmente con el peso absoluto del predador. Nuestros resultados indican que el peso de las presas en los contenidos estomacales de *D. gigas* se incrementa con el peso y tamaño del predador. En otras palabras, a medida que la jibia crece prefiere presas más grandes, y el tamaño óptimo se ve reflejado en el valor promedio del índice de selectividad de Ursin.

En este estudio se acepta la hipótesis de que a medida que los ejemplares de *D. gigas* crecen ellos consume presas de mayor tamaño corporal, aunque, en términos absolutos, el efecto neto se traduce en el consumo de la fracción más juvenil de las poblaciones de presa. Al menos esta afirmación es evidente en el caso del canibalismo sobre jibia de 2,5 a 32,5 cm LM. Ejemplares de mayor tamaño no serían canibalizados por las jibias. En el caso de merluza común los

coeficientes de adecuación revelan que son las jibias mayores a 50 cm LM las que generan impacto trófico sobre ejemplares de merluza común de 19 a 31 cm LT, y jibias de tamaño mayor a 80 cm LM impactan a merluzas de 33 a 45 cm LT. En el caso de los clupeiformes, el patrón de selectividad por tamaño es similar, observándose que ejemplares de jibia de tamaño mayor a 40 cm LM prefieren clupeiformes de 11,25 a 17,25 cm LT. Las “otras presas” son mayormente seleccionadas por jibias pequeñas.

Los coeficientes de adecuación predador-presa en la jibia están orientados al análisis multiespecífico basado en relaciones tróficas. Desafortunadamente, la calidad y cantidad de información de jibia, como predador, no es suficiente para implementar modelos multiespecíficos que incluyan la predación. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo exhiben la potencialidad para desarrollar futuras aplicaciones basadas en los supuestos del Análisis de Población Virtual Multiespecífico (MSVPA), entre otras aproximaciones recientes (e.g. Flexibest, Frøysa *et al.*, 2002; GADGET, Bogstad *et al.*, 2003), las que pueden ser utilizadas para evaluar la mortalidad por predación ejercida por *D. gigas* sobre presas que son, a su vez, recursos pesqueros.

El cálculo de la tasa de evacuación gástrica, la ración diaria y la razón consumo/biomasa de jibia son parámetros de dinámica trófica que permitirán dimensionar el consumo absoluto de presas de jibia luego que la vulnerabilidad de las presas quede establecida. Este parámetro es uno de los más difíciles de estimar pues implica considerar cambios funcionales entre la biomasa de las presas y la biomasa del predador, los cuales generalmente son no lineales.

En el contexto de la simulación de cambios de biomas y estructura de la jibia se establece un modelo edad-estructurado que podría ser utilizado en futuras evaluaciones de este recurso. Al menos, con la información limitada de jibia con la que se cuenta, el estimador máximo verosímil de la biomasa contrastada con los datos de estructura de tamaños y un índice de abundancia basado en la incidencia de jibia en los lances de pesca obtenidos durante los cruceros de evaluación de merluza común, indican que la biomasa de jibia habría alcanzado, en promedio, a cerca de 150 mil ton anuales después del año 2002, con un claro componente estacional asociado al ingreso diferencial de cohortes según el patrón de reclutamiento

encontrado. Estos resultados son consistentes con la aproximación utilizada por Zúñiga (2006) para la estimación de la abundancia de jibia sobre, quien utilizó un modelo similar.

La jibia presenta un ciclo de vida de no más de 18 meses, y rápido crecimiento individual en longitud y peso (Markaida, 2001). A su vez, se caracteriza por tener un único ciclo de desarrollo del sistema reproductor, participación en solo un desove, seguido de la muerte después de efectuado el mismo (Rocha *et al.*, 2001; Bazzino, 2001); por lo tanto, la tasa de mortalidad natural (M) de la jibia es muy alta. Según la estimación realizada en el Golfo de California por Morales–Bojórquez *et al.* (1997), *D. gigas* presenta una $M=0,202$ quincena⁻¹, equivalente a, $M=0,4$ mes⁻¹. Este último valor fue impuesto en nuestro modelo de simulación estructurado, adoptándose como un valor de compromiso.

En cuanto a los modelos multiespecíficos que incluyen la predación, en el presente trabajo se revisó varios modelos que permiten estimar la mortalidad por predación en un contexto multiespecífico, a saber, modelos globales, MSVPA, y C-VPA. Los requerimientos de información de estos modelos son altos y, aunque en este estudio se provee de información que tiene la potencialidad para utilizar dichos modelos, en la práctica se deberá compatibilizar la dinámica mensual de la abundancia descrita para la jibia con la dinámica de las presas, que usualmente es en base anual. Esta es una de las limitaciones más importantes; sin embargo, nos inclinamos a señalar que la mejor alternativa para evaluar la mortalidad por predación por jibia lo constituye actualmente un modelo como ECOPATH, particularmente ECOPATH with ECOSIM, aplicados en este estudio.

4.3.6.2.5. Conclusiones

- a) La jibia es una especie de extraordinariamente rápido crecimiento corporal individual, alcanzando en promedio 30 cm LM (1,2 kg) a los 6 meses, 70 cm LM (15,2 kg) a los 12 meses, y 95 cm LM (31,5 kg) a los 18 meses.

- b) La estructura de tallas de jibia en el desembarque está representada por cohortes mensuales originadas en promedio por la ocurrencia de dos eventos reproductivos, uno de mayor intensidad en invierno-primavera (julio-octubre) y otro secundario en otoño (marzo).
- c) La regularidad estacional de las capturas de jibia sería consecuencia de la influencia de cohortes intra-estacionales de diferente magnitud.
- d) La CPUE de jibia se incrementa logísticamente, implicando crecimiento inicial explosivo no inhibido desde el año 2001 al 2003, y posterior inhibición que ha determinado una estabilidad relativa hacia los años 2005 y 2006.
- e) La función de preferencia de presas por tamaños de la jibia indica que el predador tienen una razón constante basada en la amplitud del nicho trófico, de tal manera que la preferencia de presas por tamaño es independiente del tamaño del predador; a medida que la jibia crece consume presas de mayor tamaño corporal.
- f) La ración diaria de alimento de jibia se incrementa exponencialmente con el tamaño del predador, probablemente por altísimos requerimientos metabólicos asociados a la natación y la reproducción.
- g) La razón consumo/biomasa en jibia es alta, del orden 8,6 veces su propio peso. Sin embargo, no se puede establecer una relación lineal debido a que se debe modelar la vulnerabilidad de las presas a la predación (actualmente los datos son limitados).
- h) Las simulaciones de biomasa y la estimación por máxima verosimilitud de un modelo edad-estructurado básico indican que la biomasa de jibia en la zona centro-sur de Chile habría alcanzado un máximo del orden de 150 mil ton promedio del año 2003 al 2006.
- i) Es necesario compatibilizar la dinámica mensual de la jibia con la dinámica de las presas (usualmente anual). La mejor alternativa, a la fecha, lo constituyen modelos del tipo ecotróficos, tal como como ECOPATH y EwE.

4.3.6.2.6. Referencias Bibliográficas

- Du, Juan. 2002. Combined Algorithms for Fitting Finite Mixture Distributions, McMaster University. Unpublished M.Sc. thesis.
- McDonald, P.D.M. & P.E.J. Green. 1988. User's guide to program MIX: an interactive program for fitting mixtures of distributions. Icthus Data Systems, Hamilton, Ont., 75 p.
- McDonald, P.D.M. & T.J. Pitcher. 1979. Age groups from size-frequency data: a versatile and efficient method for analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36, 987-1001.
- Astudillo A & Caddy JF. 1986. Periodicidad de los desembarcos de merluza (*Merluccius merluccius*) y salmonete (*Mullus sp.*) en la isla de Mallorca. Int. Symp. Long Term Changes Mar. Fish Pop., Vigo, p. 221-234.
- Arancibia H., Alarcón R., Cubillos L. & Arcos D. 1995. A landing forecast for horse mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols, 1920) off Central Chile. Sci. Mar. 59: 113-117.
- Chong J, Oyarzún C, Galleguillos R, Tarifeño E, Sepúlveda RD & Ibáñez CM. 2005. Parámetros biológico-pesqueros de la jibia, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) frente a la costa de Chile central (29° S y 40° S) durante el período 1993-1994. Gayana (Concepción) 69: 319-328.
- Cleveland WS. 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. J. Am. Stat. Assoc. 74: 829-836.
- Ihaka R. & Gentleman R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. Journal of Computational and Graphical Statistics 5: 299-314.
- Venables WN, Ripley BD. 2002. Modern Applied Statistics with S, 4th ed. Springer-Verlag, New York.

4.3.7. Objetivo Específico 5

Estimar el consumo (C) de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación (M2) y evaluar su impacto sobre las poblaciones de presas.

Resumen

Se estima el consumo (C) de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación (M2) y se evalúa su impacto en las poblaciones de sus principales presas. Para ello se utiliza la estimación de biomasa de jibia (B_{jibia}), obtenida de los resultados del objetivo específico 4 de este proyecto, y se la combina con la razón consumo/biomasa (Q/B_{jibia}) y la composición de la dieta (DC_{jibia}) para estimar: (i) la biomasa de merluza común (juveniles y adultos) y de otras presas removidas por predación por jibia, y (ii) la fracción de M2 explicada por la predación por jibia. Además, se calcula y compara el nivel trófico (NT) de los principales predadores del sistema y se lo compara con el nivel trófico de jibia (NT_{jibia}) para evaluar el estatus trófico de esta última especie en el sistema. Los resultados señalan que la jibia es uno de los predadores con mayor NT en el ecosistema marino de Chile central. En el caso de merluza juvenil (presa) se observa que, en el año 2000, el principal predador (y principal fuente de M2) es el grupo de adultos de merluza común vía canibalismo, mientras que la jibia y otros predadores representan una remoción marginal de biomasa y de M2 para este grupo. En el caso de adultos de merluza común (presa), la remoción de su biomasa es relativamente similar cuando se compara la remoción por jibia y la remoción por otros predadores. Otras presas como peces mesopelágicos habrían sido predados principalmente por merluza común (adultos) y en menor medida por jibia y otros predadores. El consumo por jibia, y por ende M2 asociada a este predador, sería más importante en merluza de cola, pejerreta y besugo. El principal aporte a M2 en jibia como presa corresponde al canibalismo.

4.3.7.1. Introducción

La expansión de la población de jibia en la presente década de los 2000, incluyendo el ecosistema marino de Chile central, ha sido asociada a cambios en la distribución y abundancia de stocks de peces que sustentan actividades pesqueras, como por ejemplo merluza común (*Merluccius gayi*) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), entre otros (SSP, 2004; Payá, 2005).

Específicamente, en el caso de merluza común, no existe acuerdo sobre el efecto de la predación oportunista de jibia sobre este recurso pesquero. Por ejemplo, Arancibia y Neira (2005) señalan que la remoción de biomasa por jibia habría sido del orden de las 150 mil ton en el año 2000. Además, esos mismos autores estiman, mediante simulaciones dinámicas multiespecíficas, que no existe evidencia suficiente para apoyar el supuesto de que el efecto de la predación por jibia explique por si solo la dramática disminución de biomasa que habría experimentado el stock de merluza en los años 2003 y 2004 (Arancibia y Neira, 2005). Recientemente, Arancibia y Neira (en prep.) consideran que el colapso del stock de merluza común podría haber sido inducido primariamente por sobrepesca y que la predación por jibia habría jugado un rol secundario.

Entonces, considerando que los Términos Básicos de Referencia del proyecto FIP 2005-38 exigen "... estimar el posible efecto de la predación de jibia en el ecosistema marino de Chile central (consumo de alimento), con especial énfasis en merluza común y merluza de cola", el propósito de esta sección es estimar el consumo (C) de jibia sobre sus principales presas como causa de mortalidad por predación (M2) y evaluar su impacto sobre las poblaciones de presas.

4.3.7.2. Métodos

4.3.7.2.1. Consumo de Jibia

Para estimar el consumo de presas por jibia se utiliza el valor de biomasa de jibia (B_{jibia}) obtenido mediante el balance del modelo Ecopath que representa el ecosistema marino de

Chile central en el año 2000 (ver objetivo específico 4 de este informe). B_{jibia} se combina con valores de la razón consumo/biomasa (Q/B_{jibia}) y de la composición de la dieta de jibia (DC_{jibia}) para calcular la biomasa de merluza común (juveniles y adultos) y otras presas removidas por predación por jibia mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{ij} = B_j[(Q/B)_j * DC_{ij}]$$

donde: Q_{ij} es el consumo de la presa i por el predador j (jibia en este caso); B_j es la biomasa del predador j ; Q/B_j es la razón consumo/biomasa del predador j ; DC_{ij} es la proporción de la presa i en la composición de la dieta de j (en peso). Se compara el consumo de jibia para las principales presas con el consumo realizado por otros predadores en el sistema, a saber, merluza común y otros predadores (en los que se consideró a cetáceos, lobo marino y aves marinas).

4.3.7.2.2. Mortalidad por predación

La mortalidad por predación (M_2) causada por jibia en sus principales presas se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_2 = \sum_{j=1}^n Q_{ij} \cdot DC_{ji}$$

donde: la sumatoria es sobre todos los n predadores que se alimentan de la presa i ; Q_j es la tasa de consumo total de la presa i por el predador j ; DC_{ji} es la fracción con que la presa i contribuye a la dieta del predador j . Q_{ij} y DC_{ji} se obtienen a partir del modelo Ecopath que representa el sistema en el año 2000 (ver objetivo específico 4 de este informe).

4.3.7.2.3. Estatus trófico de jibia en Chile centro sur

Se calcula el nivel trófico (NT) de los principales predadores del sistema y se compara con el NT_{jibia} para evaluar el estatus trófico de esta última. De acuerdo con Christensen y Pauly (1992), NT_i se calcula como sigue: por definición se asigna $NT = 1$ a productores primarios y

detritus; en el caso de predadores, NT se calcula como $1 + [\text{el promedio ponderado de NT de cada presa en el contenido estomacal del predador}]$ (Christensen y Pauly, 1992).

4.3.7.3. Resultados y Discusión

4.3.7.3.1. Biomasa estimada de jibia

Bajo los supuestos mencionados en la sección del objetivo específico 4 de este proyecto, el balance del modelo ecotrófico que representa el ecosistema marino de Chile central en el año 2000 arrojó un valor de B_{jibia} de aproximadamente 320 mil ton.

4.3.7.3.2. Estatus trófico de jibia en el modelo ecotrófico

En la Fig. 90 se presenta el nivel trófico de los principales predadores (aquellos con $NT > 3$), obtenido como output del modelo ecotrófico balanceado para ecosistema marino de Chile central en el año 2000. Si se considera a los predadores apicales ($NT > 3.75$), entonces la jibia es uno de los predadores con mayor NT en el sistema. En efecto, NT de jibia ($NT = 4.65$) es levemente inferior al NT de pez espada ($NT = 4.66$), siendo este último el predador de mayor NT en el modelo. Otros predadores con alto NT en el sistema son cetáceos ($NT = 4.44$, particularmente orca y delfines), lobo marino ($NT = 3.93$), merluza adulta ($NT = 3.92$) y merluza de cola ($NT = 3.78$).

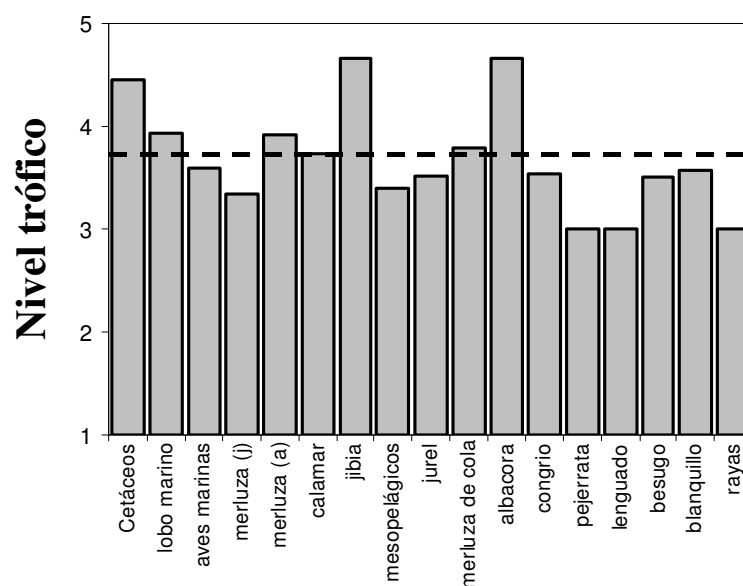


Fig. 90. Nivel trófico (NT) de los principales predadores en el modelo ecotrófico que representa el ecosistema marino de Chile central en el año 2000.

4.3.7.3.3. Consumo de jibia

La remoción de biomasa de las principales presas de jibia se presenta la Fig. 91. Para efectos comparativos se presenta también, para las mismas presas, la remoción de biomasa efectuada por otros predadores del sistema, i.e., merluza común y “otros predadores”, donde se incluye a cetáceos, lobos marinos y aves marinas.

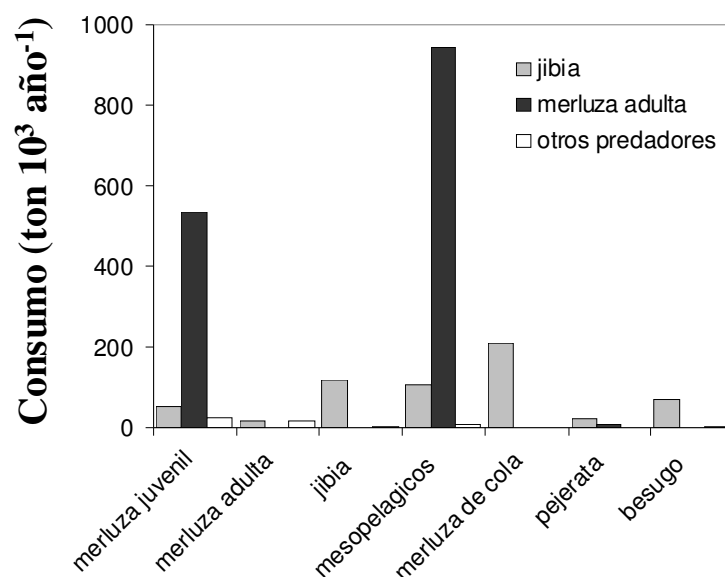


Fig. 91. Remoción de biomasa de las principales presas de jibia comparada con la remoción de biomasa, de las mismas especies, efectuada por otros predadores del sistema.

En el caso del grupo merluza común juvenil, año 2000, el principal predador corresponde a merluza común adulta a través del canibalismo, mientras que la jibia y otros predadores producen una remoción marginal de biomasa (Fig. 91). En el caso del grupo merluza común adulta, la remoción de biomasa por consumo de predadores es relativamente similar cuando se compara la remoción por jibia y la remoción por otros predadores.

Los peces mesopelágicos habrían sido predados principalmente por merluza común (adultos) y en menor medida por jibia y otros predadores. El consumo por jibia sería el más importante en los grupos merluza de cola, pejerata y besugo (Fig. 91).

4.3.7.3.4. Mortalidad por predación

La proporción de mortalidad por predación causada por jibia en sus principales presas se presenta la Fig. 92. Para efectos comparativos se presenta también, para las mismas presas, la remoción de biomasa efectuada por otros predadores del sistema.

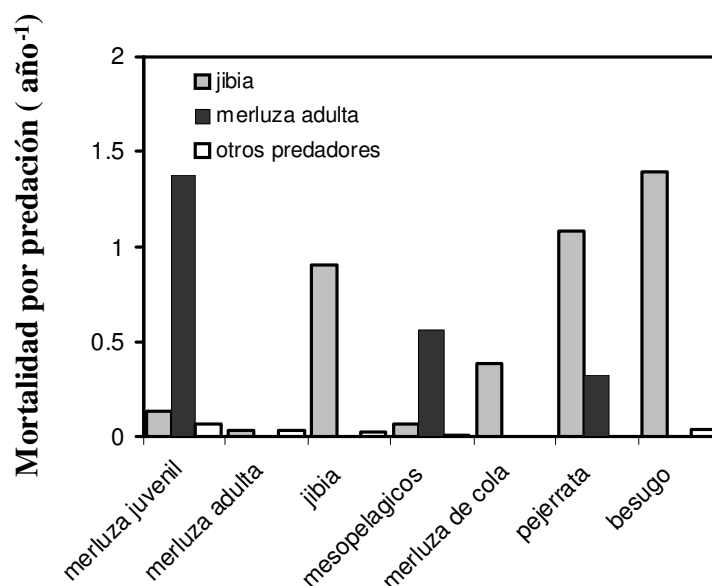


Fig. 92. Remoción de biomasa de las principales presas de jibia comparada con la remoción de biomasa, de las mismas especies, efectuada por otros predadores del sistema.

En el caso del grupo merluza común juvenil como presa (año 2000), el mayor aporte a M2 se debe al canibalismo ejercido por los adultos sobre juveniles, mientras que la jibia y otros predadores aportan marginalmente a M2 (Fig. 92). En el caso del grupo merluza común adulta como presa, el aporte de jibia y el de otros predadores a M2 es similar, aunque relativamente bajo.

El principal aporte a M2 en jibia como presa corresponde al canibalismo, mientras que el aporte de otros predadores es casi nulo. En los peces mesopelágicos la principal fuente de M2 corresponde a la predación de merluza común (adultos), y en menor medida a jibia y otros. En el ecosistema marino de Chile central la jibia aparece prácticamente como el único predador sobre merluza de cola, siendo también la principal fuente de M2 en pejerrata y besugo (Fig. 92).

4.3.7.3.5. Conclusiones

- La jibia es un predador de alto nivel trófico en el ecosistema marino de Chile central (año 2000), debido a que su dieta es principalmente piscívora.
- En el año 2000, se observa que el principal predador (y fuente de M2) sobre merluza común juvenil es merluza común adulta a través del canibalismo, mientras que la jibia y otros predadores representan una remoción marginal de este grupo.
- El consumo por jibia, y por ende M2 asociada a este predador, sería el más importante, comparado con otros predadores, sólo en los grupos merluza de cola, pejerrata y besugo.
- El principal aporte a M2 en jibia como presa corresponde al canibalismo, mientras que el aporte de otros predadores a M2 de jibia es prácticamente nulo.

4.3.7.4. Referencias Bibliográficas

Arancibia, H. & S. Neira. 2005. Predación de merluza común (*Merluccius gayi*) por jibia (*Dosidicus gigas*) en Chile central (33-39°S). En: Libro “Programa y Resúmenes del XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar”, COLACMAR, p. 104.

Arancibia, H. & S. Neira. (en prep.). Assessing the potential role of predation and fishing mortality on the recent collapse of common hake (*Merluccius gayi*) in central Chile.

SSP. 2004. Cuota global anual de captura de merluza común año 2004. Informe Técnico (Res. Pesq.) N° 80, 31 pp.

4.3.8. Objetivo específico 6

Formular hipótesis fundadas que permitan comprender los cambios en la biomasa de jibia en el Océano Pacífico Oriental y proponer líneas de investigación específicas respecto a este recurso.

De acuerdo con las Bases Especiales de este proyecto, “el proponente deberá formular hipótesis fundadas en el conocimiento actual nacional e internacional respecto de los cambios de la abundancia del recurso jibia en el Océano Pacífico Oriental, identificando lineamientos de investigación mediante un programa de corto y mediano plazo. Se deberá incluir Fichas de los posibles proyectos que puedan ejecutarse. Cada Ficha deberá contar con, al menos, nombre del proyecto, objetivos general y específico, metodología básica para dar cuenta de cada objetivo, duración, informes, resultados esperados y estimación del costo asociado”. Además, en las Mismas Bases se establece como resultado esperado la “presentación de hipótesis de posibles causas de cambios de la abundancia de jibia en aguas nacionales y/o internacionales”

Al respecto, se sabe que la jibia ha mostrado crecimientos poblacionales temporalmente efímeros e irregulares a lo largo de la costa de Chile (siendo los últimos en 1991-1993 y 2001 en adelante), los que han coincidido con la expansión de poblaciones de jibia en México (Golfo de California), Perú y Centroamérica (Domo de Panamá), y últimamente con expansiones hasta la parte sur de Alaska y el extremo austral de Chile.

Una pregunta fundamental que se puede formular es la siguiente: ¿Están asociados estos crecimientos explosivos de poblaciones de jibia a características biológicas particulares en términos de la población y del individuo? Al respecto, las piezas con las que se dispone señalan que:

- poblacionalmente la jibia presenta muy alto turn-over, probablemente $>6 \text{ año}^{-1}$, debido a que la mortalidad natural ha sido estimada en $0,4 \text{ mes}^{-1}$;

- tan alto turn-over puede ser sostenido en ecosistemas marinos altamente productivos, como lo es el margen oriental del Océano Pacífico Sur, particularmente en Perú-Chile, aunque esto no explica las apariciones-desapariciones de las poblaciones de jibia. Por lo tanto, probablemente la condicionante es que en tales ecosistemas la producción marina debe ser más alta que la normal como para sostener poblaciones de jibia en su proceso expansivo, como el ocurrido desde los años 2000-2001 en México, Perú y Chile, principalmente.

Otro tema relevante, particularmente en los últimos años en Chile, es el tipo y magnitud de las interacciones predador-presa que pudieren haber ocurrido y estar ocurriendo entre la jibia (predador) y sus presas, especialmente cuando algunas de sus presas son, a la vez, recursos pesqueros, como es el caso de merluza común, merluza de cola y peces pelágicos pequeños (anchoveta y/o sardina común). Existe bastante consenso a nivel nacional e internacional que la jibia es un predador oportunista, y probablemente voraz. Luego, que la jibia sea tróficamente oportunista significa que preda sobre presas que, primero, estén disponibles en el ambiente; segundo, que sean vulnerables a la predación; y, tercero, que esas presas le reporten diariamente la suficiente materia para que el balance entre los procesos catabólicos y anabólicos sea positivo, esto es, que conduzca a la generación de tejidos, además de la respiración.

Normalmente, dos son los puntos de vista con los que se trata de analizar la dinámica poblacional de una especie, lo que puede ser válido para formular y establecer las causas más plausibles del proceso de expansión las poblaciones de jibia en el margen oriental del Océano Pacífico. Uno enfoque señala a factores exógenos o denso-independientes (ambientales) como los únicos causantes de cambios en la abundancia poblacional. El segundo enfoque señala que la variabilidad en la abundancia poblacional se explica solamente por factores endógenos o denso-dependientes (relaciones predador-presas, abundancia de adultos, niveles de reclutamiento, otros). Probablemente, la dinámica de las poblaciones naturales es mejor entendida y explicada por la interacción entre factores endógenos (denso-dependientes) y factores exógenos (denso-independientes).

En el caso de factores denso-dependientes nosotros subrayamos la importancia de la jibia como predador, en especial si la predación ocurre parcialmente sobre recursos pesqueros. Sin embargo, una respuesta robusta que conduzca a entender mejor el tipo y magnitud de las interacciones entre jibia y sus presas puede abordarse a través de iniciativas que cubran el mediano plazo (5 años). Bajo el enfoque actual de asignación de financiamiento para investigación de la dinámica poblacional de la jibia (por ejemplo a través del FIP), la mejor opción la tienen propuestas de proyectos de corto plazo.

Aunque es factible plantear variadas hipótesis para explicar posibles causas del aumento explosivo de la abundancia y de la expansión de poblaciones de jibia en el Océano Pacífico Oriental, en Chile no poseemos suficiente evidencia para respaldar una u otra hipótesis, entendiéndose por evidencias datos que permitan obtener parámetros básicos de la historia de vida de la jibia y variables del ambiente. Por esto, las líneas de investigación que sugerimos en un Programa de Corto y Mediano Plazo son:

Corto Plazo

- crecimiento y edad (lecturas de microanillos en estatolitos; validación con mantención de ejemplares en cautiverio);
- relaciones paramétricas (L-W, estructura tallas, madurez vs. Talla);
- ciclo reproductivo (longitud media de madurez, peso medio de madurez, períodos de desove, fecundidad, índices de madurez vs peso hepato-páncreas, otros);
- relaciones jibia-presas (con énfasis en recursos pesqueros);
- identificación de paralarvas de Ommastrephidae, con énfasis en *Dosidicus gigas*, en muestras planctónicas de cruceros de hidroacústica de jurel, principalmente, y su distribución.

Mediano Plazo

- establecimiento de protocolo de monitoreo de jibia en las capturas como especie objetivo y en el by-catch (de las pesquerías de cerco jurelera y anchovetera; arrastrera merlucera de fondo; arrastrera de hoki de media-agua), considerando capturas, desembarques, estructura de tallas, profundidad de captura y otros bajo muestros específicos *ad hoc*.

A continuación se presenta Fichas para posibles proyectos FIP futuros, con énfasis en el corto plazo:

POSTULACIÓN FIP AÑO 0000

Nombre del estudio: Estimación de la edad, crecimiento y mortalidad natural de la jibia.

Objetivo General:

Conocer parámetros básicos de la historia de vida de la jibia.

Objetivos específicos

- Determinar la edad de la jibia mediante lectura de microanillos de crecimiento en estatolitos.
- Ajustar uno o más modelos de crecimiento en longitud y peso para jibia.
- Estimar la tasa instantánea de mortalidad natural de jibia.
- Efectuar un taller de difusión de los resultados del proyecto.

Resultados Esperados

- Determinación de la edad individualmente en ejemplares de jibia.
- Obtención de uno o más modelos de crecimiento en longitud y en peso.
- Obtención de la tasa instantánea de mortalidad natural y su varianza.

Metodología Básica

Para la determinación de la edad de jibia se deberá aplicar técnicas de preparación de estatolitos que permitan la lectura de microincrementos diarios de crecimiento en todo el diámetro del estatolito. La o las técnicas específicas deberán ser fundamentadas por el oferente.

El oferente deberá analizar diferentes funciones de crecimiento (por ejemplo von Bertalanffy, potencial, logística u otras) y seleccionar aquella más parsimoniosa y verosímil que de cuenta del proceso de crecimiento en longitud y peso, independientemente. La selección de la función de crecimiento deberá tener sustento biológico, lo mismo que sus parámetros.

El oferente podrá proponer una o más funciones para estimar la mortalidad natural, debidamente justificadas, incluyendo la varianza.

Duración del Estudio: 10 meses (informes: de avance al 5° mes; pre-final al 9° mes; final al 10° mes).

Presupuesto Indicativo: \$ 50.000.000 (cincuenta millones de pesos)

Origen de la Ficha : Proyecto FIP 2005-38 (Hugo Arancibia y Luis Cubillos)

POSTULACIÓN FIP AÑO 0000

Nombre del estudio: Biología reproductiva de la jibia en Chile

Objetivo General:

Conocer parámetros y el ciclo reproductivo de la jibia en Chile.

Objetivos específicos

- Identificar períodos reproductivos de jibia.
- Determinar la talla media de madurez y la talla mínima de madurez en hembras y machos de jibia, y establecer la ojiva de madurez.
- Determinar la fecundidad en hembras de jibia y establecer su relación con la longitud y el peso.
- Efectuar un taller de difusión de los resultados del proyecto.

Resultados Esperados

- Establecimiento del o de los períodos reproductivos poblacionales de jibia en Chile.
- Obtención de la talla media y de la talla mínima de madurez en jibia, por sexo.
- Establecimiento de la fecundidad en función de la talla y peso.
- Determinación de la proporción sexual por grupo de talla y período.
- Desarrollo del taller de difusión.

Metodología Básica

Para la identificación de los períodos reproductivos de jibia se deberá analizar cambios temporales, durante un año de muestreo, de uno o más indicadores de madurez y/o desove, los que podrán estar basados en examen visual o con el uso de histología. Estas técnicas son aplicables también para la determinación de las tallas de madurez (media y mínima). Para la fecundidad se deberá aplicar métodos gravimétrico o volumétrico, debidamente justificado.

Para indagar en la existencia de patrones o diferencias en la biología reproductiva de jibia,

el consultor deberá incorporar en los muestreos una localidad de al menos dos de las siguientes áreas: Macrozona A: I-II Regiones; Macrozona B: III-IV Regiones; Macrozona C: V-VIII Regiones; y Macrozona D: X-XII Regiones, debidamente justificados.

Duración del Estudio: 14 meses (informes de: avance al 7° mes; pre-final al 13° mes; final al 14° mes)

Presupuesto Indicativo: \$ 85.000.000 (ochenta y cinco millones de pesos)

Origen de la Ficha : Proyecto FIP 2005-38 (Hugo Arancibia y Luis Cubillos)

POSTULACIÓN FIP AÑO 0000

Nombre del estudio: Análisis comparado de la fuerza de interacciones tróficas e interacciones técnicas del recurso jibia y sus pesquerías en Chile.

Objetivo General:

Conocer el peso de las interacciones tróficas y técnicas que afectan al recurso jibia en Chile.

Objetivos específicos

- Identificar, seleccionar, cuantificar y analizar las principales relaciones predador-presa de la jibia.
- Cuantificar las capturas y la mortalidad por pesca de la jibia como recurso objetivo y del by-catch en distintas flotas pesqueras.
- Estimar el peso relativo de las interacciones seleccionadas (biológicas y las técnicas).
- Efectuar un taller de difusión de los resultados del proyecto.

Resultados Esperados

- Cuantificación de las principales relaciones tróficas de la jibia como predador con sus presas, con énfasis en recursos pesqueros.
- Cuantificación de las capturas y de la mortalidad por pesca de la jibia en pesquerías en las que aquella es recurso objetivo y en las que es pesca incidental.
- Establecimiento cuantitativo de un ranking del peso de los factores o variables tróficas y técnicas seleccionadas.
- Construcción de un modelo conceptual y semi-cuantitativo, al menos, de las interacciones tróficas y técnicas de la jibia, sus presas y pesquerías.
- Desarrollo del taller de difusión.

Metodología Básica

La cuantificación de las relaciones tróficas jibia-presas se deberá efectuar análisis basados en unidades ontogenéticas tróficas intra-específicas (UOT's) y en unidades onto-genéticas ecológicas inter-específicas (UOE's) para especies de peces y la jibia en las distintas flotas

seleccionadas. La sparación de de UOT's y UOE's deberá fundamentarse adecuadamente con información previa bajo un marco conceptual apropiado. Los muestreos del contenido estomacal de jibia y de peces será sobre bases trimestrales en el menos dos localidades de Chile durante un año. El o los tamaños de muestra deberán ser establecidos cuantitativamente.

Para la cuantificación de las capturas y de la mortalidad por pesca de la jibia se deberá fundamentar la selección de las flotas en las que ella es recurso objetivo o pesca incidental. El ranking del peso relativo de de los factores tróficos y de los factores técnicos seleccionados deberá ser "objetivo", en términos del uso de herramientas cuantitativas que eliminen la subjtividad humana en la priorización de las variables.

Duración del Estudio: 14 meses (informes de: avance al 7° mes; pre-final al 13° mes; final al 14° mes)

Presupuesto Indicativo: \$75.000.000 (setenta y cinco millones de pesos)

Origen de la Ficha : Proyecto FIP 2005-38 (Hugo Arancibia)

4.3.9. Objetivo Específico 7

Analizar los impactos tróficos directos e indirectos asociados a la aparición de jibia en las costas de Chile central

Resumen

Se analiza los impactos tróficos combinados (ITC) directos e indirectos asociados a la aparición de jibia en el ecosistema marino de Chile central. Los ITC's son calculados a partir de un modelo ecotrófico para dicho ecosistema en el año 2000 (ver Objetivo Específico 4) y una matriz de interacción entre el grupo que impacta o impctante (jibia) y los grupos impactados (presas de jibia). En el caso del grupo juveniles de merluza común, los impactos negativos sobre este grupo se deben principalmente al canibalismo por adultos. El impacto negativo de jibia en ambos grupos de merluza común (juveniles y adultos, año 2000) es mucho menor comparado con aquellos ejercidos por adultos de merluza común, aunque similar al impacto de otros predadores del sistema. La jibia habría causado impactos tróficos negativos importantes en merluza de cola, pejerrata y besugo. En el caso de jibia, el principal impacto trófico negativo se debe al canibalismo. La jibia induce indirectamente un impacto positivo sobre peces mesopelágicos debido a la predación de jibia sobre adultos de merluza común, siendo este último un predador importante de peces mesopelágicos. Se concluye que, en el año 2000, la jibia habría causado impactos tróficos negativos importantes en algunas de sus presas (merluza de cola, pejerrata y besuso). Sin embargo, en merluza común, el canibalismo fue el impacto trófico negativo más importante.

4.3.9.1. Introducción

En la naturaleza, los organismos se impactan unos a otros a través de relaciones ecológicas, principalmente del tipo predador-presa. Por ejemplo, un predador tendrá un impacto negativo

sobre sus presas preferidas, pero, además, es posible que tenga un efecto positivo indirecto en las presas de sus presas (Christensen y Pauly, 1992).

Un aumento repentino en la abundancia de un predador oportunista de alto nivel trófico, tal como la jibia, puede desencadenar importantes impactos tróficos directos e indirectos en la trama trófica que lo sustenta. Si embargo, estos impactos tróficos directos e indirectos no son simples de dimensionar, para lo que se requiere de alguna herramienta (software) amistosa, en cuanto a su utilización, además de exigir una demanda de información moderada. En este sentido, Leontief (1951) desarrolló un método para evaluar las interacciones directas e indirectas en la economía de los Estados Unidos de Norteamérica a través de la que se ha sido denominado, desde entonces, la Matriz de Leontief. Posteriormente, Hannon (1973) y Hannon and Joiris (1989) introducen este enfoque en ecología, el que fue desarrollado posteriormente por Ulanowicz and Puccia (1990), e incluido luego como rutina en el software Ecopath with Ecosim (Walters *et al.*, 1997).

En esta sección se analiza los impactos tróficos directos e indirectos asociados a la aparición de jibia en el ecosistema marino de Chile central a partir de un modelo ecotrófico para el año 2000 (para mayores detalles ver resultados del Objetivo Específico 4 de este documento).

4.3.9.2. Métodos

4.3.9.2.1. Impactos tróficos combinados

Los impactos tróficos combinados (ITC) se calculan a partir del balance del modelo ecotrófico construido para representar el ecosistema marino de Chile central en el año 2000 (ver Objetivo Específico 4). Una vez balanceado el modelo, los ITC's son calculados con la construcción de una matriz de dimensión $n \times n$, donde el i,j_{esimo} elemento representa la interacción entre el grupo que impacta (i) y el grupo impactado (j), lo que se representa como:

$$ITC_{i,j} = DC_{i,j} - FC_{j,i}$$

donde: DC_{ij} es el término de composición de la dieta que expresa la contribución de j a la dieta de i . Por su parte, FC_{ji} es un término que expresa la proporción de la mortalidad por predación sobre j causada por el predador i . Los ITC son relativos, aunque comparables. La rutina de impactos tróficos combinados puede considerarse también como un análisis de sensibilidad (Christensen *et al.*, 2005).

4.3.9.3. Resultados y Discusión

4.3.9.3.1. Impactos tróficos combinados de jibia en sus presas

Un análisis comparado de los impactos tróficos combinados provocados por jibia y otros predadores del sistema sobre las principales presas de jibia se presenta en la Fig. 93. En el caso de merluza juvenil y merluza adulto, los principales impactos negativos se atribuyen al grupo merluza adulta, grupo que impacta a juveniles por canibalismo y a sí mismo debido a competencia por alimento. El impacto negativo de jibia en ambos grupos es mucho menor al de merluza común. Algo similar ocurre en el grupo jibia, donde el mayor impacto trófico es negativo y causado por el mismo grupo, debido también al canibalismo.

En el caso de peces mesopelágicos los mayores impactos son negativos y los genera merluza (adultos). La jibia provoca un impacto positivo en este grupo lo que se entiende como un efecto trófico indirecto. En efecto, la jibia remueve parte de la biomasa de un predador importante de mesopelágicos (merluza adulta) y este impacto positivo es mayor que el impacto negativo causado por la predación de jibia sobre el grupo mesopelágicos. La jibia provoca también impactos tróficos negativos (por predación) en merluza de cola, pejerrata y besugo (Fig. 93).

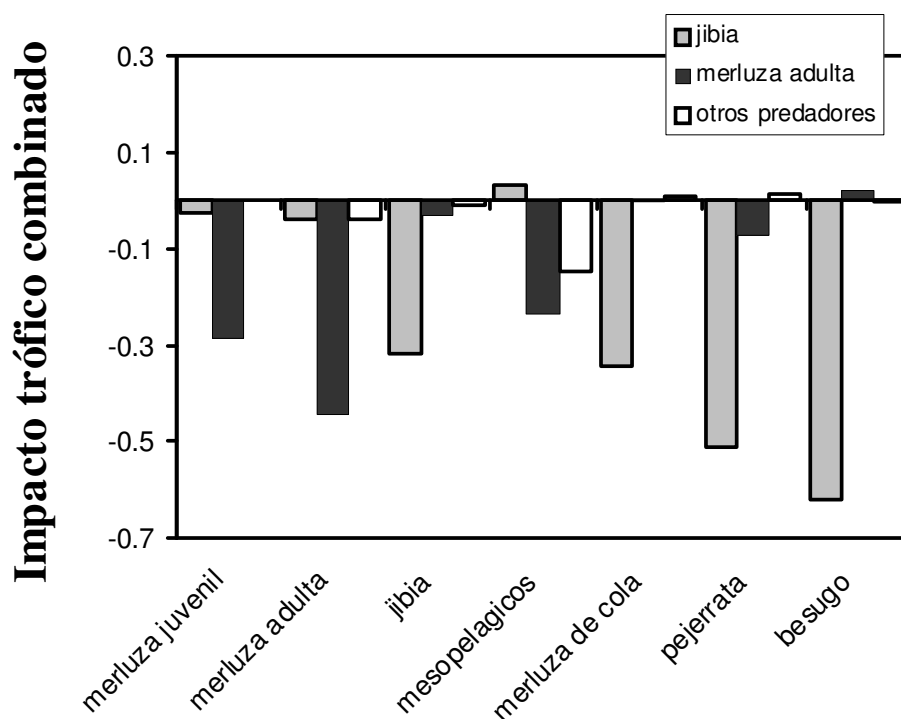


Fig. 93. Impactos tróficos combinados de predadores como jibia, merluza común (adultos) y otros en las presas merluza común (juveniles), merluza común (adultos), peces mesopelágicos, merluza de cola, pejerrata y besugo. Los impactos tróficos positivos se muestran hacia arriba de la línea base, mientras que los impactos negativos se muestran hacia abajo. Los impactos tróficos son relativos, aunque comparables.

4.3.9.3.2. Discusión

El análisis de los impactos tróficos combinados (ITC's) reveló que tanto en merluza común (en las fracciones del stock de adultos y juveniles, independientemente) como en jibia, el principal impacto trófico negativo fue causado por el canibalismo, no por la jibia. Estos resultados son esperables teniendo presente la ecología trófica de ambas especies. En efecto, es ampliamente conocido que merluza común, al igual que otros representantes de peces Gadiformes alrededor del mundo, es una especie altamente caníbal en Chile central (Arancibia *et al.*, 1998). En el caso de jibia, el canibalismo, aunque moderado, es altamente frecuente (este estudio).

En el año 2000, la jibia habría generado importantes impactos tróficos negativos por predación en merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), pejerrata (*Coelorhynchus aconcagua*) y besugo (*Epigonus crassicaudius*). Estos resultados pueden estar, sin embargo, sesgados por la composición de la dieta de jibia disponible para el año 2000, la que fue obtenida de Cubillos *et al.* (2004), quienes basan sus análisis de muestras obtenidas mayoritariamente desde la flota arrastrera merlucera. De ahí que presas tales como pejerrata y besugo, que no presentan alta abundancia en el sistema, sean impactados tan negativa y fuertemente por jibia. Sin embargo, es posible que estos impactos estén fuertemente sobre-estimados.

En cuanto a los impactos indirectos de jibia en la trama trófica, esta especie habría afectado positivamente a algunos grupos, i.e., peces mesopelágicos, el que sería el resultado de la predación de jibia sobre merluza común, pues esta última es un predador importante en el sistema (Neira y Arancibia, 2004; Neira *et al.*, 2004). Este tipo de impacto indirecto podría culminar en una cascada trófica en el sistema. Las cascadas tróficas se producen cuando la abundancia de un predador de elevado nivel trófico es diezmada ya sea por pesca (i.e., Frank *et al.*, 2004) o por predación (Estes y Duggins, 1995), afectando positivamente a sus presas, pero negativamente a las presas de sus presas. Desafortunadamente, la falta de series de tiempo de abundancia de peces mesopelágicos y otras presas en el sistema impide, por el

momento, probar esta hipótesis.

Los resultados de este análisis son representativos de las condiciones del año 2000, cuando la abundancia de jibia en el sistema, al parecer, no era tan alta como en el periodo 2003-2005. Los impactos directos e indirectos de jibia en la trama trófica durante los últimos años pudieron haber cambiado tanto en intensidad (mayores o menores) como en su dirección (positivos o negativos). La construcción de un nuevo modelo ecotrófico multiespecífico del tipo Ecopath, para representar al sistema marino de Chile central a mediados de la década de los años 2000, podría responder a esta pregunta.

4.3.9.3.3. Conclusión

En el año 2000, en el ecosistema marino de Chile central la jibia habría causado impactos tróficos negativos importantes en algunas de sus presas (merluza de cola, pejerrata y besugo). En merluza común, sin embargo, el canibalismo fue el impacto trófico negativo más importante.

4.3.9.3.4. Referencias Bibliográficas

- Arancibia, H., M. Catrileo & B. Farías. 1998. Evaluación de la demanda de alimento en merluza común y análisis de su impacto en pre-reclutas. Informe Final Proyecto FIP 95-17. Universidad de Concepción, 98 pp.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1992. ECOPATH II - a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecol. Modelling* 61:169-185.
- Cubillos, L.C., C. Ibáñez, C. González & A. Sepúlveda. 2004. Pesca de Investigación: Pesca de jibia (*Dosidicus gigas*) con red de cerco entre la V a X Regiones, 2003. Instituto de Investigación Pesquera, 48 pp.
- Ehrhardt, NM. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bulletin of Marine Science*, 49(1-2): 325-332.
- Estes, J.A. & D.O. Duggins. 1995. Sea otters and kelp forests in Alaska: generality and variation in a community ecological paradigm. *Ecological Monographs*, 65: 75-100
- Frank, K.T., B. Petrie, J.S. Choi & W.C. Leggett. 2005. Trophic cascades in a formerly cod-dominated ecosystem. *Science*, 308: 1621-1623.
- Hannon, B., 1973. The structure of ecosystems. *J. Theor. Biol.* 41:535-546.
- Hannon, B. and C. Joiris. 1989. A seasonal analysis of the southern North Sea ecosystem. *Ecology* 70(6):1916-1934.
- Leontief, W.W., 1951. The structure of the U.S. economy, 2nd ed. Oxford University Press, New York.
- Neira S., & H. Arancibia. 2004. Trophic interactions and community structure in the Central Chile marine ecosystem (33°S-39°S). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 312: 349-366.
- Neira, S., H. Arancibia & L. Cubillos. 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fish species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecological Modelling*, 172: 233-248.
- Ulanowicz, R.E. and C.J. Puccia. 1990. Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses* 5:7-16.
- Walters, C., V. Christensen & D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 139-172.

4.3.10. Objetivo específico 8

Analizar los ácidos para la determinación de las presas en el contenido estomacal de jibia

Resumen

Se cuantificó ácidos grasos en la glándula digestiva de jibia (*Dosidicus gigas*) de la IV y VIII Regiones, y musculatura de cuatro especies ícticas (anchoveta *Engraulis ringens* y jurel *Trachurus symmetricus* de la IV Región; anchoveta, merluza común *Merluccius gayi* y merluza de cola *Macruronus magellanicus* de la VIII Región). Los resultados muestran que existe coincidencia de los ácidos grasos detectados en ambos tipos de tejidos (glándula digestiva en jibia y musculatura en peces). Los ácidos grasos saturados predominantes son Mirístico (C14:0), Palmítico (C16:0) y Esteárico (C18:0), mientras los mono-insaturados son Palmitoleico (C16:1), Oleico (C18:1n9c) y Nervónico (C24:1), y los poli-insaturados Linolénico (C18:3n3), cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3) y cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6).

4.3.10.1. Introducción

El conocimiento de la dieta de cualquier especie es fundamental para comprender su ecología. Sin embargo, estos estudios son relativamente complejos de realizar en los predadores tope como algunos mamíferos marinos tal como pinnípedos y cetáceos, algunos peces y calamares, en los cuales no siempre se puede acceder a contenidos estomacales o que el proceso de identificación de las presas sea difícil, particularmente de aquellas presas consumidas en forma natural de aquellas que se relacionan con los distintos métodos de capturas utilizados. En el caso específico de *D. gigas*, Nigmatullin *et al.* (2001) detectaron que 3-4% de juveniles son canibalizados.

En los últimos cinco años ha aparecido en la literatura científica publicaciones de los hábitos

alimentarios de especies predatoras, contemplándose la cuantificación de ácidos grasos como metodología para determinar la composición de las dietas. Este procedimiento ha sido aplicado a muestras del elefante marino *Mirounga leonina* (Bradshaw *et al.*, 2003; Best *et al.*, 2003), la ballena nariz de botella *Hyperoodon ampullatus* (Hooker *et al.*, 2001), el lobo marino antártico *Arctocephalus gazella* (Lea *et al.*, 2002) y el calamar *Moroteuthis ingens* (Phillips *et al.*, 2003).

Diversos estudios han establecido que la composición dietaria de los cefalópodos cambia con el aumento de su tamaño, incorporando un espectro diferente y más amplio de presas, lo que ha sido documentado para la jibia por Nigmatullin *et al.* (2001), señalan que el espectro trófico de *D. gigas* cambia continuamente con la ontogenia, desde invertebrados macroplañctónicos y larvas de peces, en los ejemplares juveniles de jibia, hasta peces y calamares en los adultos. En cambio, Markaida y Sosa-Nishizaki (2003) encontraron que en el Golfo de California la dieta de jibia es más constante, principalmente en los mictóficos.

Las grasas y aceites se diferencian desde el punto de vista físico en que, a temperatura ambiente, son lípidos sólidos y lípidos líquidos, respectivamente; y desde el punto de vista químico las grasas y aceites se diferencian por el tipo de ácidos grasos que los constituyen. Los ácidos grasos son cadenas de átomos de carbono unidos entre sí, que poseen dos de sus cuatro enlaces saturados o no con átomos de hidrógeno; en este último caso es cuando se denominan insaturados.

Existen ciertos tipos de ácidos grasos denominados esenciales porque el organismo humano no los produce, pero que indefectiblemente necesita en ciertas cantidades para poder cumplir con determinadas funciones de tejidos tales como el nervioso, circulatorio, cardíaco y también la piel. Por tal razón, a estos ácidos grasos esenciales el ser humano los debe incorporar a su organismo a través de la dieta mediante lípidos de origen vegetal y de origen marino, los que, luego de ingeridos, en el organismo humano puede aumentar el número de carbonos y la insaturación de los mismos para formar ácidos grasos de cadena más larga, los que son necesarios para el funcionamiento celular.

Acá se informa resultados del análisis de los ácidos grasos obtenidos en muestras de jibia (predador) y algunas especies de peces (presas potenciales) tal como merluza común, merluza

de cola anchoveta de la VIII Región, y anchoveta y jurel de la IV Región.

4.3.10.2. Materiales y Métodos

Para acceder a información cuali- y cuantitativa de los ácidos grasos que integran los lípidos de alimentos de distinto origen biológico se debe determinar su composición, cuyo análisis se efectúa mediante extracción de los compuestos mencionados y posterior separación en columnas capilares mediante técnicas de cromatografía gaseosa isotérmica o con programación de rampas de temperatura. Acá se aplicó la técnica analítica de análisis cromatográfico estandarizado, que es reconocido internacionalmente.

4.3.10.2.1. Extracción de Lípidos y Análisis de Ácidos Grasos

Se montó la técnica de determinación química y se realizó screenings de la composición de ácidos grasos, de acuerdo con Phillips *et al.* (2003). Se colectó la glándula digestiva de 10 ejemplares de jibia muestreadas al azar tanto en Coquimbo (IV Región) como en Concepción (VIII Región), así como de peces que son sus presas potenciales, particularmente anchoveta y jurel de la IV Región, y merluza común, anchoveta y merluza de cola de la VIII Región. Se obtuvo un trozo de músculo de cada ejemplar de pez ($n = 10$ en todos los casos, excepto en merluza de cola, donde $n = 9$). Todas las muestras de jibia y de peces se las obtuvo frescas del desembarque y se las congeló inmediatamente en un freezer a -20°C . Posteriormente se obtuvo una muestra de tejido (1 g, aprox.), la que fue triturada en un mortero y homogenizada previo a la etapa de extracción de ácidos grasos. Se homogenizó cada glándula digestiva de jibia y luego se obtuvo 0,25-0,5 g como submuestra, a la cual se les extrajo los ácidos grasos (perfiles lipídicos).

a) Pre-tratamiento de la muestra: Estándares

Supelco N° 47885-U” (SUPELCO, 2005-2006), la que consta de 37 ácidos grasos metil ésteres

(comenzando en el C4:0 hasta el C22:6n3). En los resultados se informa los ácidos grasos desde C14:0 hasta C24 debido al origen marino de las especies estudiadas y a antecedentes bibliográficos. Los estándares FAMES (Fatty Acids Methyl Esther) utilizados se presentan en la Tabla 56.

Tabla 56. Estándares de ácidos grasos utilizados en este estudio.

Acido Graso	Componente
C14:0	Mirístico
C15:0	Pentadecanoico
C16:0	Palmítico
C17:0	Heptadecanoico
C18:0	Estearico
C20:0	Araquídico
C21:0	Heneicosanoico
C22:0	Behenico
C23:0	Tricosanoico
C24:0	Lignocérico
C14:1	Miristoleico
C15:1	<i>cis</i> -10-Pentadecenoico
C16:1	Palmitoleico
C17:1	<i>cis</i> -10-Heptadecenoico
C18:1n9t	Elaidico
C18:1n9c	Oleico
C20:1	<i>cis</i> -11-Eicosenoico
C22:1n9	Erúcico
C24:1	Nervónico
C18:2n6t	Linolelaídico
C18:2n6c	Linoleico
C20:2	<i>cis</i> -11,14-Eicosadienoico
C22:2	<i>cis</i> -13,16-Docosadienoico
C18:3n3	Linolenico
C18:3n6	γ -Linolenico
C20:3n3	<i>cis</i> -11,14,17-Eicosatrienoico
C20:3n6	<i>cis</i> -8,11,14-Eicosatrienoico
C20:4n6	Arachidonoico
C20:5n3	<i>cis</i> -5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico
C22:6n3	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico

La cuantificación de cada uno de los constituyentes (analitos) se determina por el porcentaje del área de cada máximo respecto del total de máximos que aparecen en el cromatograma. La identificación de cada máximo se hace comparando sus tiempos de retención, (Tr, expresados

en segundos), con los tiempos de retención que presentan los estándares.

4.3.10.2.2. Análisis de las muestras de jibia y presas

a) Homogenización de la muestra.

Las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente, cortadas en trozos y luego una submuestra fue homogenizada en un mortero. De esta muestra homogenizada se utilizó 1 g para los músculos de pescados y 0,25-0,5 g para las glándulas digestivas. Una vez pesada la muestra se la depositó en un tubo de ensayos de vidrio de 25 ml con tapa rosca. Para el análisis se utilizó solamente una submuestra, según protocolo de Phillips *et al.* (2003).

b) Extracción de la materia grasa.

Se adicionó al tubo 6 ml de una mezcla metanol/cloroformo/agua (2/1/0.8; V/V/V), agitándola para su completa homogenización en solvente; se incubó por 12 hr a temperatura ambiente. Luego se adicionó 1,6 ml de agua y 1,6 ml de cloroformo, se agitó el tubo en vórtex y se esperó la separación de las fases, centrifugando el tubo a 2.500 rpm por 5 minutos. Se retiró la fase acuosa superior, la que fue eliminada. Se trasvasió la fase de cloroformo a un tubo de vidrio previamente pesado y seco. Se procedió a lavar el tejido residual contenido en el tubo de vidrio con 2 ml de cloroformo. Nuevamente se agitó en vórtex y se centrifugó a 2.500 rpm por 5 minutos. Finalmente se procedió a juntar las fases orgánicas limpias.

c) Secado y resuspensión

Se secó la fase orgánica total de cloroformo contenido en el tubo de ensayos con nitrógeno a 40 °C por 10 minutos. Se registró el peso del tubo con los lípidos (porcentaje de lípidos totales en masa húmeda). Se llevó los lípidos a un volumen final de 5 ml con cloroformo y se almacenó a -20 °C.

d) Derivatización y cromatografía

Se depositó una alícuota de 1 ml de la fase orgánica de cloroformo en tubo de ensayos de 10 ml con tapa rosca y se agregó 3 ml de una mezcla metanol/HCl conc./cloroformo (10/1/1;

V/V/V); se saturó con nitrógeno y se cerró el tubo herméticamente. Luego éste se calentó a baño María a 80°C por 2 horas, y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Los ácidos grasos metilados (FAME) fueron particionados agregando 1 ml de agua (2 fases). Posteriormente, los ácidos grasos metilados fueron extraídos agregando 1,5 ml de una mezcla hexano/cloroformo (4/1; V/V) por tres veces. La mezcla se agitó en vórtex y se esperó la separación de las fases. Se retiró la fase acuosa superior con una pipeta Pasteur y se llevó la fase orgánica inferior casi a sequedad con Nitrógeno. Finalmente, se resuspendió el extracto en 1 ml de n-hexano, quedando este residuo para análisis por cromatografía gaseosa.

4.3.10.2.3. Cromatografía

Los parámetros utilizados para el análisis de los ácidos grasos metil ésteres son los siguientes:

a) Resumen de especificaciones instrumentales

Las muestras fueron analizadas en cromatógrafo de gases Agilent 6890 equipado con autosampler 7683 inyector split/Splitless, detector FID y el software Chemstation para procesamiento de datos. Se utilizó una columna capilar Supelco SP- 2560 de 100 m, 0,25 mm 0,2 µm, un carrier Helio grado 5.0 a una velocidad lineal de 25 cm/seg. El modo de inyección correspondió al Split 1/25, con un volumen de inyección de 2 µL y un tiempo total de corrida de 65 minutos.

b) Resumen de las especificaciones cromatográficas

Temperatura inicial (°C)	140	200	260
Tiempo (min)	5	5	20
Rampa (°C/min)	3	4	
Temperatura inyector Split (°C)	260		
Temperatura detector FID (°C)	280		

Las muestras fueron recolectadas en dos zonas del litoral chileno (IV y VIII Regiones), tal como se muestra en la Tabla 57.

Tabla 57. Muestras de peces y glándula digestiva de jibia, según procedencia y fecha de colección.

Número muestra	Especie	Localidad	Fecha colección
1	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
2	Merluza común	Concepción	30-05-2006
3	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
4	Merluza común	Concepción	30-05-2006
5	Merluza común	Concepción	30-05-2006
6	Merluza común	Concepción	30-05-2006
7	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
8	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
9	Merluza común	Concepción	30-05-2006
10	Merluza común	Concepción	30-05-2006
11	Merluza común	Concepción	30-05-2006
12	Merluza común	Concepción	30-05-2006
13	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
14	Merluza común	Concepción	30-05-2006
15	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
16	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
17	Merluza común	Concepción	30-05-2006
18	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
19	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
20	Anchoveta	Concepción	30-05-2006
21	Merluza común	Concepción	30-05-2006
22	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
23	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
24	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
25	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
26	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
27	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
28	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
29	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
30	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
31	Anchoveta	Coquimbo	16-05-2006
32	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
33	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
34	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
35	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
36	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
37	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
38	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
39	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
40	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
41	Jurel	Coquimbo	16-05-2006
42	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
43	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
44	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006

Continuación Tabla 57.

Número muestra	Especie	Localidad	Fecha colección
45	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
46	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
47	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
48	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
49	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
50	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
51	Jibia - Glándula	Coquimbo	11-05-2006
52	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
53	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
54	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
55	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
56	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
57	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
58	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
59	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
60	Merluza de cola	Concepción	30-05-2006
61	Jibia - Glándula	Concepción	
62	Jibia - Glándula	Concepción	
63	Jibia - Glándula	Concepción	
64	Jibia - Glándula	Concepción	
65	Jibia - Glándula	Concepción	
66	Jibia - Glándula	Concepción	
67	Jibia - Glándula	Concepción	
68	Jibia - Glándula	Concepción	
69	Jibia - Glándula	Concepción	
70	Jibia - Glándula	Concepción	

4.3.10.3. Resultados

4.3.10.4. Ácidos grasos de jibia

4.3.10.4.1. Por Región

El perfil de los ácidos grasos de las glándulas digestivas de jibia (n=10 ejemplares) de la IV Región se presenta en la Fig. 94, siendo los más característicos (abundantes, en porcentaje) los siguientes: C16:0, C24:1 y C20:3n3; y secundariamente C18:1n9c, C14:0, C16:1 y C18:0.

En el caso de la VIII Región los ácidos grasos más característicos de jibia (n=10 ejemplares) (Fig. 95) corresponden a C24:1, C16:0, C18:1n9c y C20:3n3; y secundariamente C14:0, C18:0, C16:1 y C18:3n3.

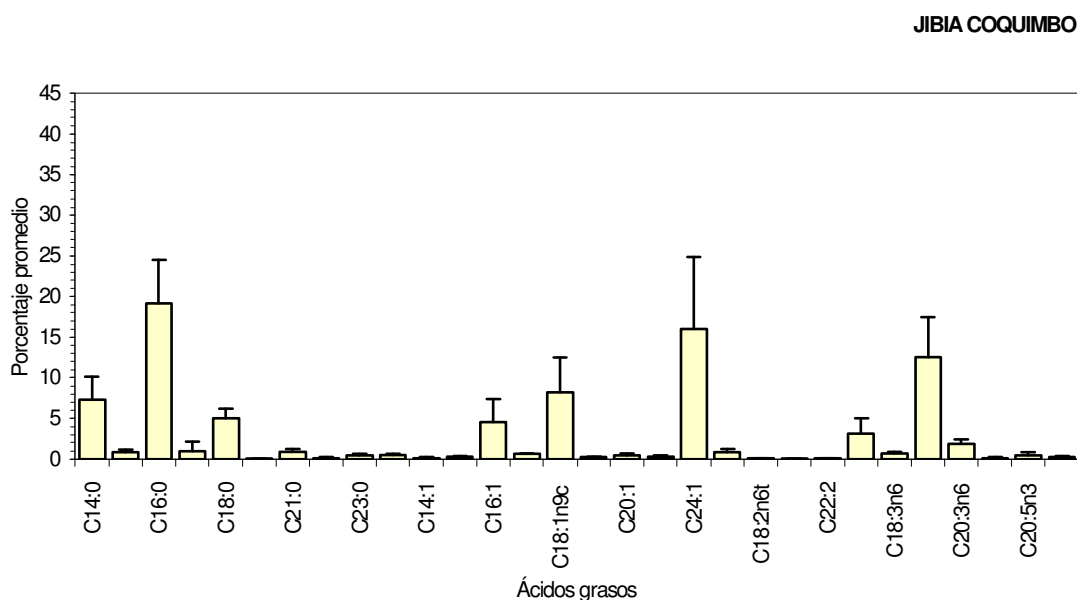


Fig. 94. Perfil de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibia de la IV Región.

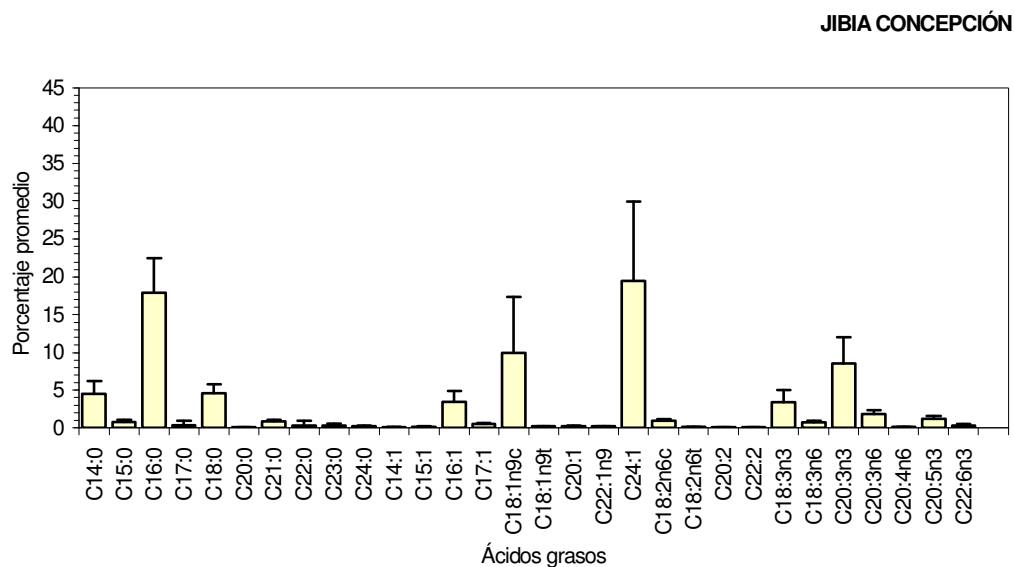


Fig. 95. Perfil de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibias de la VIII Región.

4.3.10.4.2. Entre Regiones

Se observa elevada coincidencia en los ácidos grasos predominantes de glándulas digestivas de ejemplares de jibia de las Regiones IV y VIII (Fig. 96), aunque con unas pocas excepciones. Los ácidos grasos más característicos en la IV Región son C14:0, C16:0, C16:1 y C20:3n3; y los de la VIII Región son C18:1n9c, C18:3n3 y 24:1.

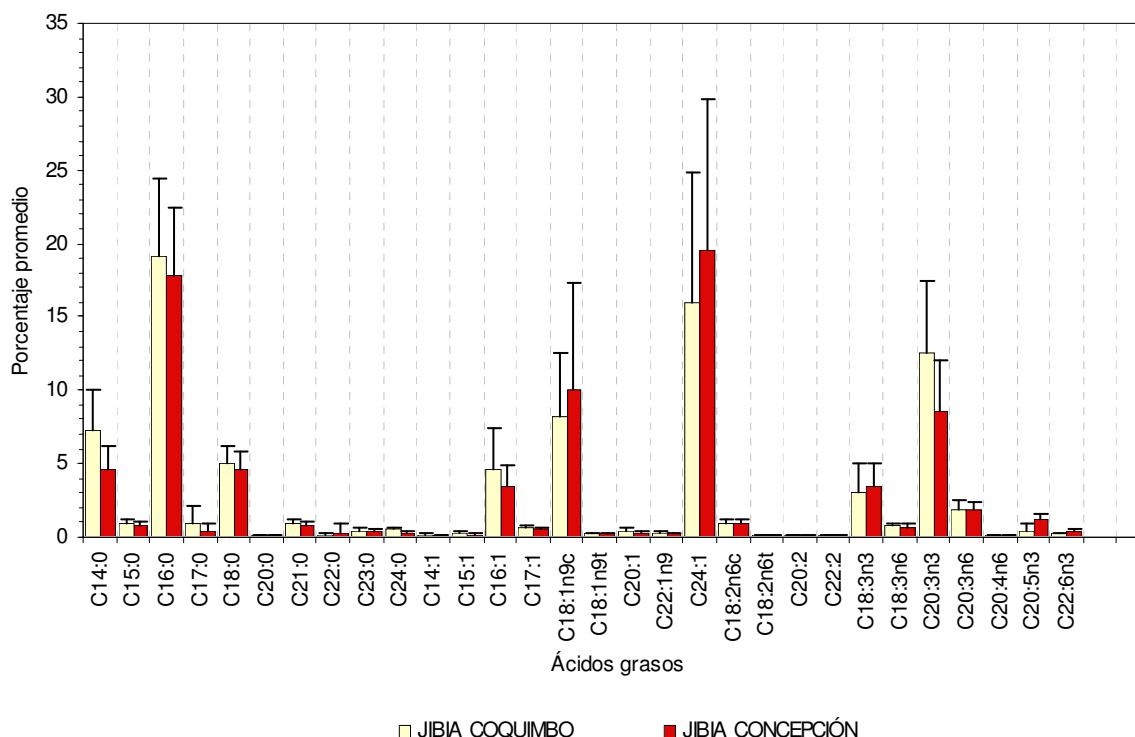


Fig. 96. Comparación de perfiles de ácidos grasos de glándulas digestivas de jibias de Coquimbo en la IV Región (amarillo) y Concepción en la VIII Región(rojo).

4.3.10.5. Ácidos grasos de anchoveta

4.3.10.5.1. Por Regiones

El perfil de los ácidos grasos de la musculatura de anchoveta (n=10 ejemplares) de la IV Región se presenta en la Fig. 97, siendo los más característicos (abundantes, en porcentaje) los siguientes: C16:0, C20:3n3 y C24:1; y secundariamente C18:1n9c, C14:0, C16:1 y C18:0.

En el caso de la VIII Región los ácidos grasos más característicos de anchoveta (n=10 ejemplares) (Fig. 98) corresponden a C16:0, C20:3n3 y C24:1; y secundariamente a C18:1n9c, C16:1, C14:0, C18:0 y C18:3n3.

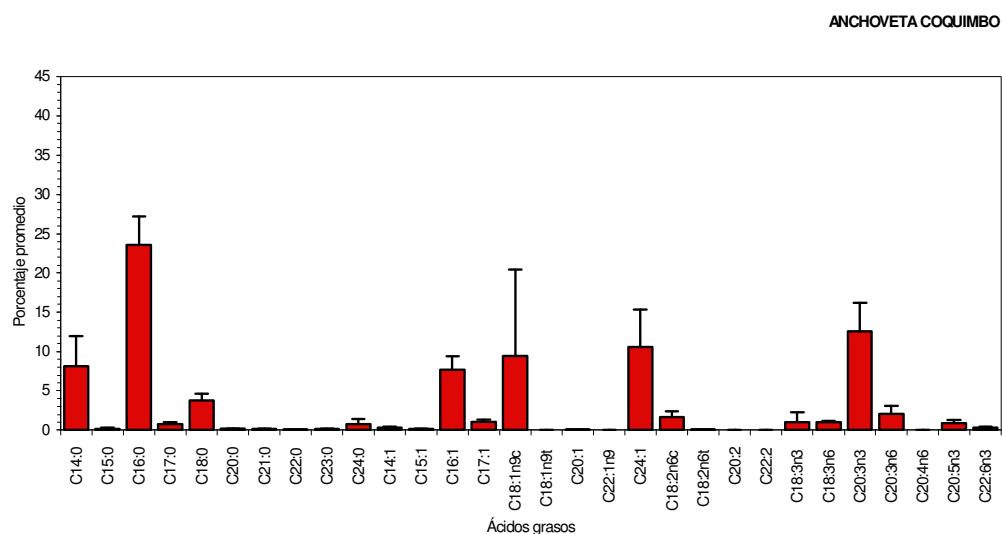


Fig. 97. Perfil de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de IV Región.

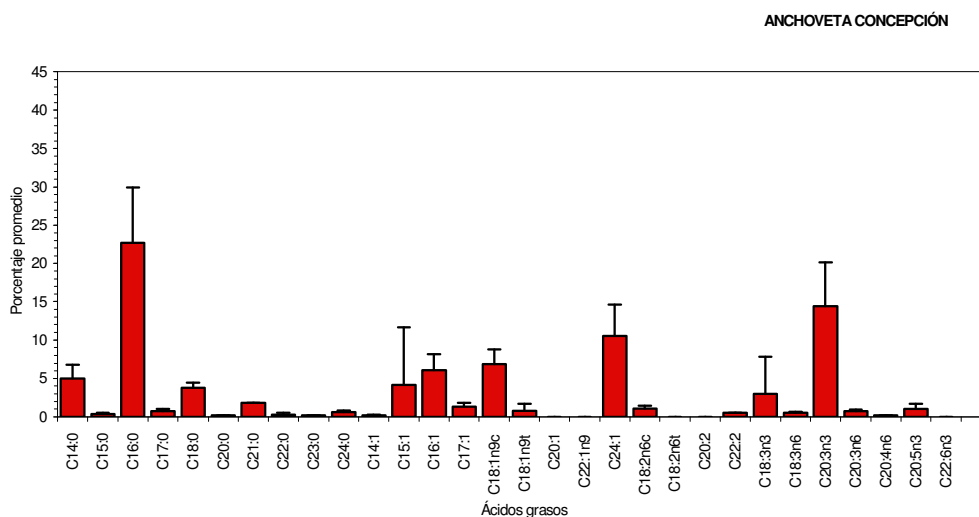


Fig. 98. Perfil de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de la VIII Región.

4.3.10.5.2. Entre Regiones (localidades)

Se observa coincidencia en varios de los ácidos grasos predominantes de la musculatura de anchoveta de las Regiones IV y VIII (Fig. 99), aunque tres tipos de ácidos grasos (C15:1, C18:1n9t y C21:0) se presentan bien en la VIII Región y son muy poco importantes en la IV

Región. Las diferencias se presentan en los ácidos grasos C14:0, C16:0, C16:1, C18:1n9c y C20:3n6, los que son más abundantes en la IV Región; y en los ácidos grasos C18:1n9c y 20:3n3, con más abundancia en la VIII Región.

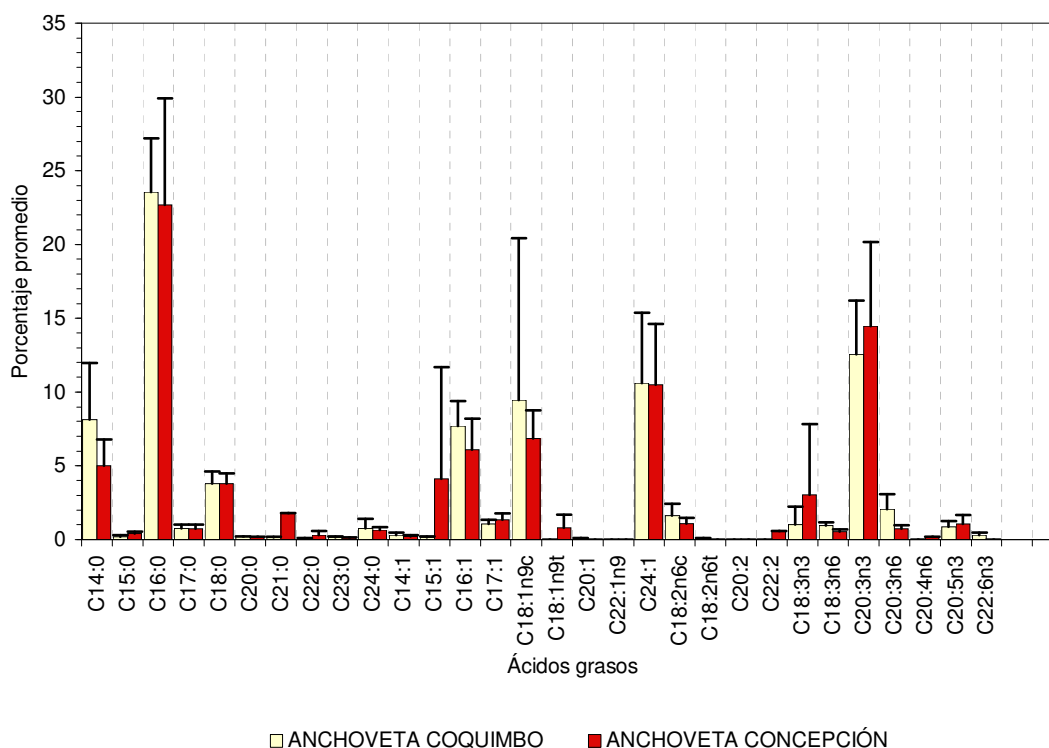


Fig. 99. Comparación de perfiles de ácidos grasos de musculatura de anchoveta de Coquimbo (amarillo) y Concepción (rojo).

4.3.10.6. Ácidos grasos de jurel (IV Región)

El perfil de los ácidos grasos de la musculatura de jurel (n=10 ejemplares) de la IV Región se presenta en la Fig. 100, siendo los más característicos (abundantes, en porcentaje) los siguientes: C18:1n9c, C16:0 y C24:1; y secundariamente C20:3n3, C16:1, C18:0 y C14:0.

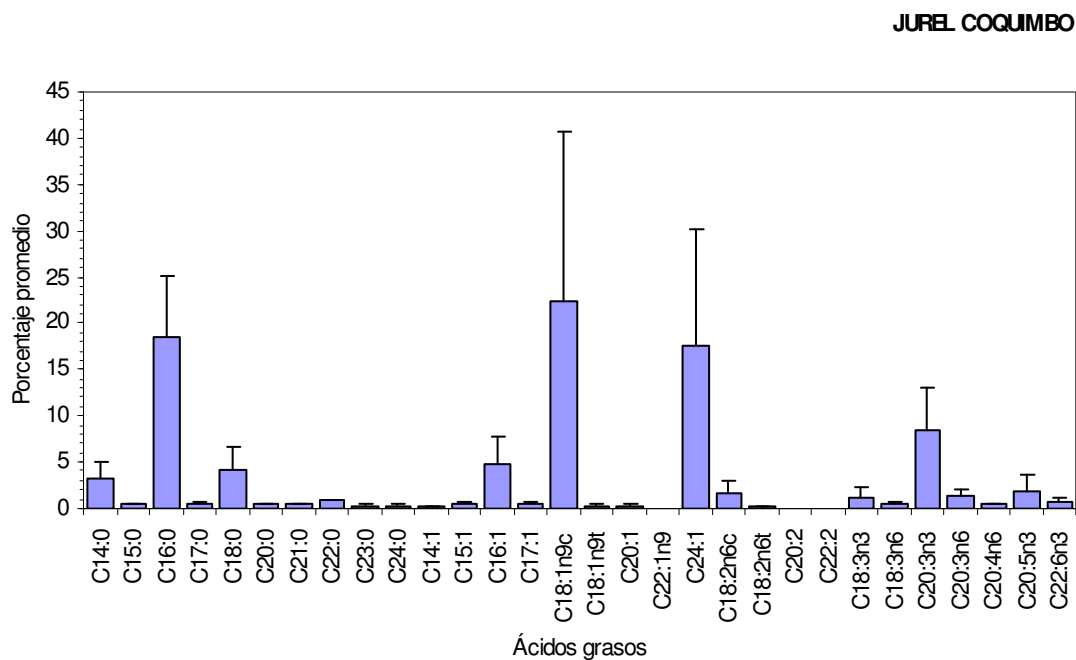


Fig. 100. Perfil de ácidos grasos de musculatura de jurel de la IV Región.

4.3.10.7. Ácidos grasos de merluza común (VIII Región)

El perfil de los ácidos grasos de la musculatura de merluza común (n=10 ejemplares) de la VIII Región se presenta en la Fig.101, siendo los más característicos (abundantes, en porcentaje) los siguientes: C24:1, C16:0, C20:3n3, C18:1n9t y C18:1n9c; y secundariamente C18:0, C16:1, C14:0 y C21:0.

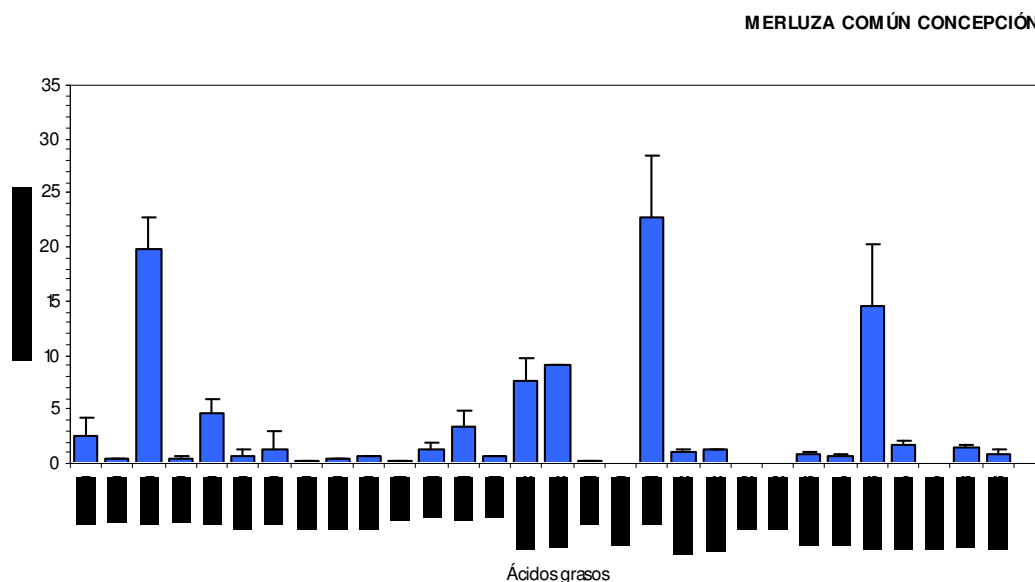


Fig. 101. Perfil de ácidos grasos de musculatura de merluza común de la VIII Región.

4.3.10.8. Ácidos grasos de merluza de cola (VIII Región de Concepción)

El perfil de los ácidos grasos de la musculatura de merluza de cola (n=9 ejemplares) de la VIII Región se presenta en la Fig. 102, siendo los más característicos (abundantes, en porcentaje) los siguientes: C16:0, C18:1n9c, C24:1 y C20:3n3; y secundariamente C16:1, C22:1n9, 18:0 y C14:0 y C20:5n3.

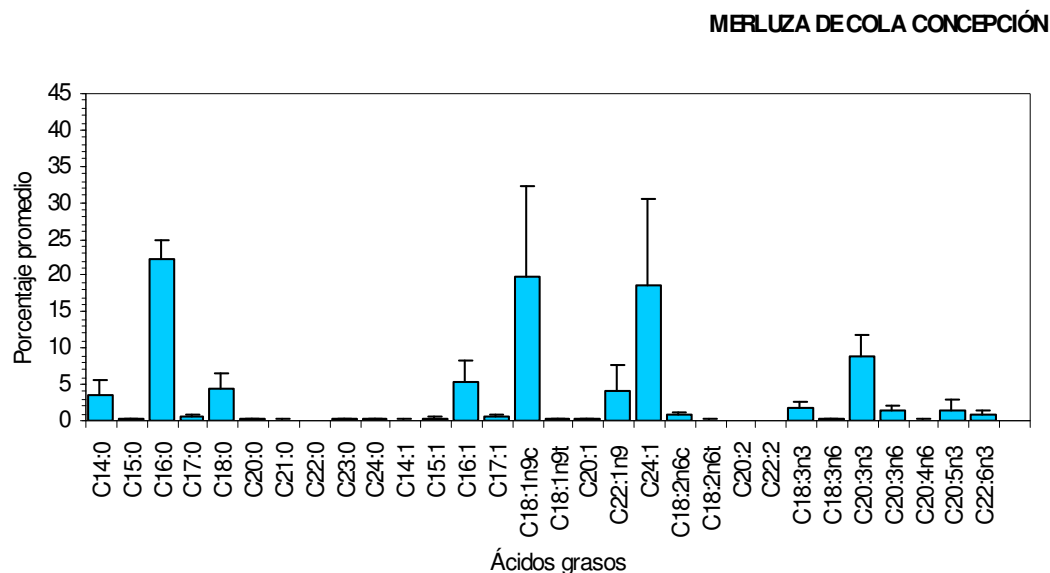


Fig. 102. Perfil de ácidos grasos de musculatura de merluza de cola de la VIII Región.

4.3.10.9. Ácidos grasos de jibia y de sus presas por Región

IV Región de Coquimbo

Para establecer la posible interacción predador (jibia) – presas (peces) en la IV Región se analizó comparativamente los ácidos grasos de la glándula digestiva de jibia, por un lado, y de la musculatura de anchoveta y jurel, por otro lado (Fig. 103). En total son doce los ácidos grasos que presentan similar perfil entre anchoveta y jibia, a saber: C14:0, C14:1, C16:0, C17:0, C18:1n9c, C18:3n6, C22:0, C20:3n6, C20:3n3, C22:0, C20:3n6, C20:3n3. Comparativamente, siete son los ácidos grasos que presentan similar perfil entre jurel y jibia, a saber: C16:1, C17:1, C18:0, C20:1, C18:3n3, C24:0 y C24:1; tendencias similares se observa en los ácidos grasos menos abundantes de jibia y peces (anchoveta, jurel), a saber: C15:0, C15:1, C17:0, C17:1, C18:2n6c, C18:3n6, C20:0, C20:1, C20:2, C20:6n3, C21:0, C22:6n3, C23:0 y C24:0.

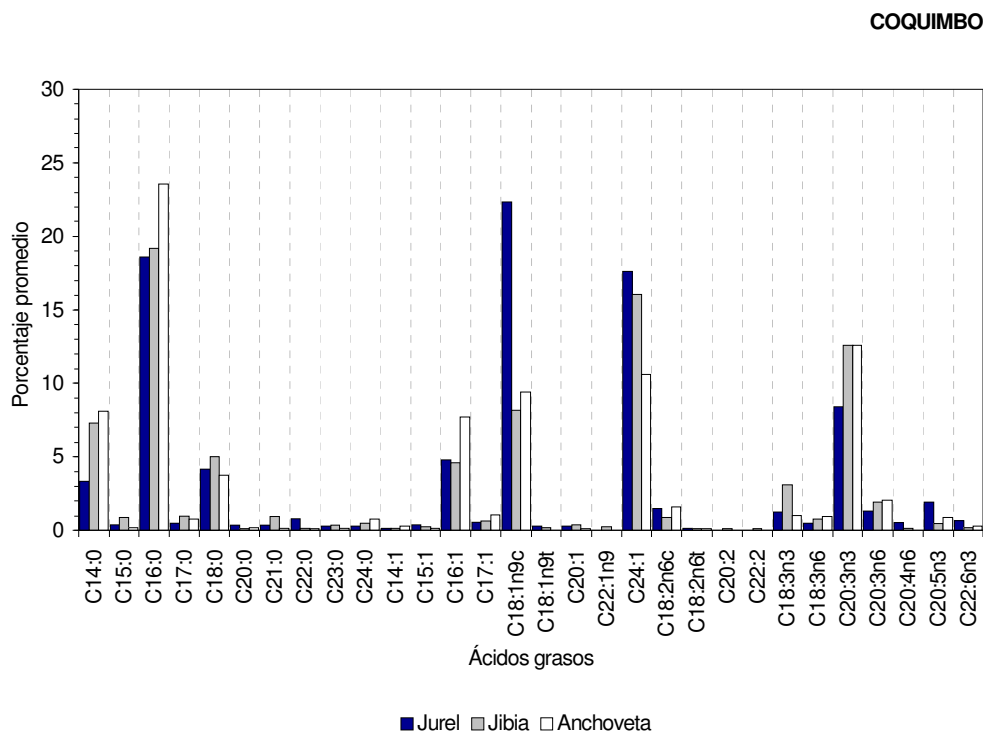


Fig. 103. Perfil de ácidos grasos de la glándula digestiva de Jibia y de la musculatura, de Anchoveta y Jurel de la IV Región.

Para establecer la posible interacción predador (jibia) – presas (peces) en la VIII Región se analizó comparativamente los ácidos grasos de la glándula digestiva de jibia, por un lado, y de la musculatura de anchoveta, merluza común y merluza de cola, por otro lado (Fig. 104).

Los ácidos grasos más abundantes en los peces (presas) y en jibia (predador) son diez, a saber: C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1n9c, C18:3n3, C20:3n3, C20:3n6, C20:5n3 y C24:1. Análogamente, los ácidos grasos menos abundantes son doce y también presentan similar perfil entre peces (presas) y predador (jibia), y son: C14:1, C15:0, C17:0, C17:1, C18:2n6c, C18:3n6, C20:0, C20:1, C20:4n6, C22:0, C23:0 y C24:0.

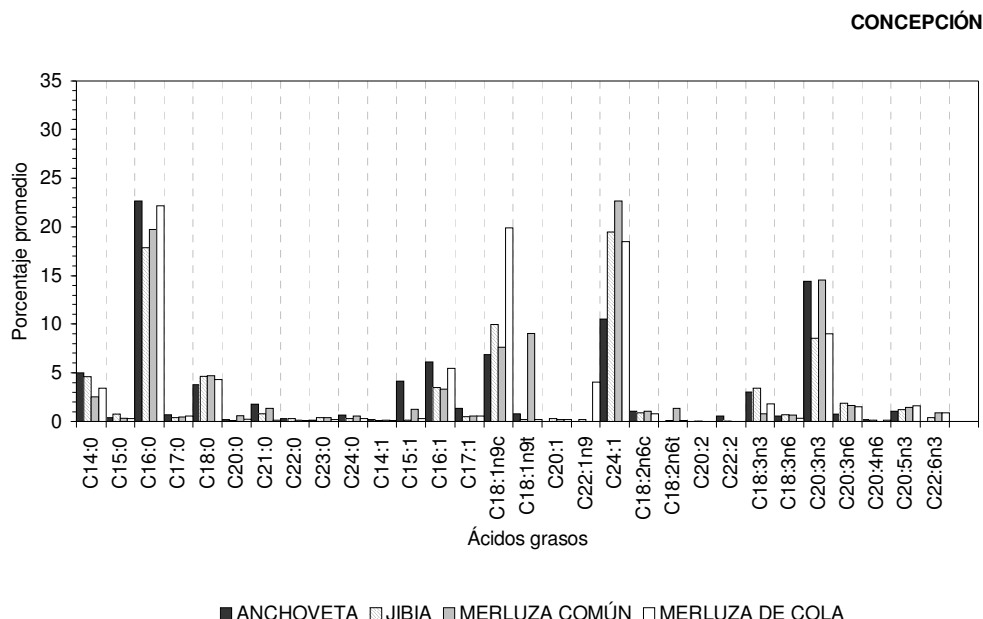


Fig. 104. Perfil de ácidos grasos de la glándula digestiva de jibia y de la musculatura de peces (anchoveta, merluza común y merluza de cola) de la VIII Región.

4.3.10.10. Resultados

El análisis comparado de la abundancia relativa (porcentual) de ácidos grasos en peces (presas) y en (predador), realizado con muestras de la IV y VIII Regiones, revela la existencia de elevada correspondencia entre predador y presas. Se destaca que este tipo de correspondencia ocurre no solo en los ácidos grasos más abundantes, sino también en los menos abundantes del predador y sus presas.

Este estudio revela la utilidad de la técnica cromatográfica de determinación de ácidos grasos para analizar relaciones tróficas de organismos marinos, lo que ha sido mostrado en pinnípedos (Lea *et al.*, 2002; Best *et al.*, 2003; Bradshaw *et al.*, 2003), cetáceos (Hooker *et al.*, 2001), peces (Phleger *et al.*, 1999; Hagen *et al.*, 2000; Kamler *et al.*, 2001; Lea *et al.*, 2002), aves (Raclot *et al.*, 1998; Thil *et al.*, 2003) y calamares (Moreno *et al.*, 1998; Phillips *et al.*, 2002, 2003).

Para avanzar un poco más en el entendimiento de resultados de la abundancia relativa

(porcentual) de ácidos grasos en presas (peces) y predador (jibia) se probó la existencia de diferencias de ácidos grasos entre especies y regiones (IV y VIII). El contraste multivariado entre regiones muestra que no existen diferencias en la concentración de ácidos grasos medidos en las especies presentes en una y otra región. En efecto, el coeficiente R de ANOSIM es 0.022 ($p=0.166$) y es no significativo. Complementariamente, la ordenación con menos stress (o más significativa; $\text{stress}=p=0.019$), obtenida con la aplicación de Multi-Dimensional Scaling (MDS) a la abundancia relativa (porcentual) de los 30 ácidos grasos medidos en ejemplares de cada una de las presas, revela que la segregación inter-específica no es clara entre (Fig. 105), pues existe mucha sobreposición individual (ejemplares medidos en sus ácidos grasos) de las diferentes especies, lo que podría deberse a que los ácidos grasos abundantes son muy abundantes y están presentes en todas las especies analizadas.

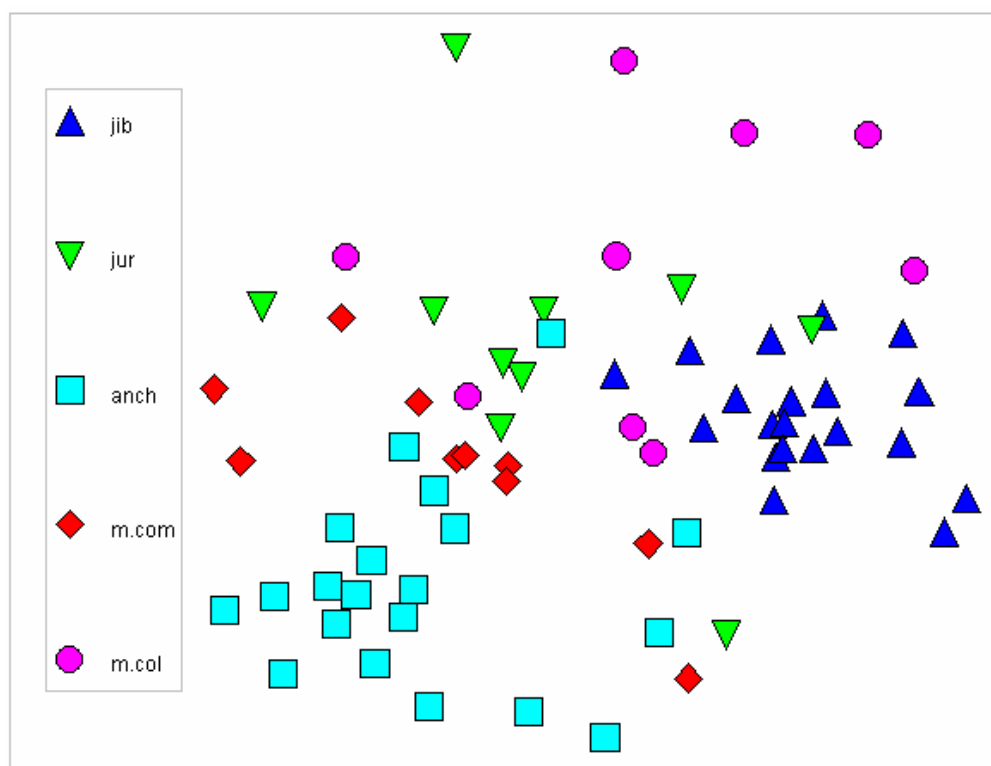


Fig. 105. Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de la abundancia relativa de ácidos grasos (porcentaje) en jibia (predador) y cinco especies de presa (merluza común, merluza de cola, jurel, anchoveta y la propi jibia) en las Regiones IV y VIII. Stress=0,019.

4.3.10.11. Discusión y conclusiones

La técnica cromatográfica para la determinación de ácidos grasos se ha confirmado como una herramienta útil para estudiar los hábitos alimentarios de organismos pelágicos, como la jibia *Dosidicus gigas*. En este estudio, tanto el jurel como los peces demersales merluza común y merluza de cola son parte de la dieta de *D. gigas* en Coquimbo y Concepción, respectivamente. En tanto, la propia jibia y la anchoveta están presentes en dichos hábitos alimentarios en ambas localidades

La determinación de ácidos grasos en la glándula digestiva de jibia demostró ser una técnica útil para estudiar los hábitos alimentarios de la especie, la que debe ser considerada como complementaria con otros métodos más tradicionales como el análisis de los contenidos estomacales.

Sin embargo, dado que los antecedentes registrados por los estudios de contenidos estomacales sugieren un espectro trófico más amplio que sólo las especies ícticas analizadas, se deben hacer estudios complementarios para poder reconstruir los aportes de las distintas presas de la jibia, en las dos localidades estudiadas.

4.3.10.12. Referencias Bibliográficas

- Best, N. J., Bradshaw, C. J. A., Hindell, M. A. & Nichols, P. D. 2003. Vertical stratification of fatty acids in the blubber of southern elephant seals (*Mirounga leonina*): implications for diet analysis. *Comp. Biochem. Physiol. B* 134, 253–263.
- Bradshaw, C. J. A., M. A. Hindell, N. J. Best, K. L. Phillips, G. Wilson & P. D. Nichols. (2003). You are what you eat: describing the foraging ecology of southern elephant seals (*Mirounga leonina*) using blubber fatty acids. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 1283–1292.
- Hagen, W., G. Kattner & C. Friedrich. 2000. The lipid composition of high-Antarctic notothenioid fish species with different life strategies. *Polar Biol.* 23: 785-791.
- Hooker, S.K., S.J. Iverson, P. Ostrom & S.C. Smith. (2001). Diet of northern bottlenose whales inferred from fatty-acid and stable-isotope analyses of biopsy samples. *Can. J. Zool.* 79: 1442-1454.
- Kamler, E., B. Krasicka & S. Rakusda-Suszczewski. 2001. Comparison of lipid content and fatty acid composition in muscle and liver of two notothenioid fishers from admiralty Bay (Antarctica): an eco-physiological perspective. *Polar Biol.* 24: 735 – 743.
- Lea, M.-A., Peter D. Nichols & Gareth Wilson. 2002 Fatty acid composition of lipid-rich myctophids and mackerel icefish (*Champscephalus gunnari*) – Southern Ocean food-web implications. *Polar Biol.*; 25: 834- 854.
- Lea, M.A., Y. Cherel, C. Guinet & P.D. Nichols. 2002. Antarctic fur seals foraging in the Polar Frontal Zone: inter-annual shifts in diet as shown from fecal and fatty acid analyses. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 245: 281-297.
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 83: 4162/1-16.
- Moreno, J.E.A., V.J. Moreno, L. Ricci, M. Roldán & M. Gerpe. 1998. Variations in the biochemical composition of the squid *Illex argentinus* from the South Atlantic Ocean. *Comp. Biochem. Physiol. Part B.* 119: 631-637.
- Nigmatullín, Ch.M., K.N. Nesis & A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research* 54: 9-19.
- Phleger, C.F., P.D. Nichols, E. Erb & R. Williams. 1999. Lipids of the notothenioid fishes *Trematomus* spp. and *Pagothenia borchgrevinki* from East Antarctica. *Polar Biol.* 22: 241-247.
- Phillips, K. L., P.D. Nichols & G. Jackson. 2002. Lipid and fatty acid composition of the mantle and digestive gland of four Southern Ocean squid species: implications for food-web studies. *Antarctic Science.* 14 (3): 212 – 220.
- Phillips, K. L., P.D. Nichols and G. Jackson. (2003) Size-related dietary changes observed in the squid *Moroteuthis ingens* at the Falkland Islands: stomach contents and fatty-acid analyses. *Polar Biol.*; 26: 474 – 485.
- Raclot, T., R. Groscolas & Y. Cherel. 1998. Fatty acid evidence for the importance of myctophids fishes in the diet of king penguins, *Aptenodytes patagonicus*. *Marine Biology* 132: 523-533.

- SUPELCO. 2005-2006. Chromatography Products for Analysis & Purification Catalog, Pag. 773.
- Thil, M.A, B.K. Speake & R. Groscolas. 2003. Changes in tissue fatty acid composition during the first month of growth of the king penguin chick. J. Comp. Physiol. B. 173: 199-206.
- Uno, S., Yun, Ji Hyun, M. Kaneniwa, J. Koyama, H. Yamada & K. Ikeda. Lipid class and fatty acid composition of mussel, *Mytilus trossulus*, in Vancouver Harbour.

5. Equipo Profesional y Técnico

En la ejecución de este proyecto participaron las siguientes personas por institución:

- **Universidad de Concepción**

Nombre	Participación
Hugo Arancibia	Jefe de proyecto
Mónica Barros	Asistente técnico del jefe de proyecto, participación en objetivos específicos 1 y 2, responsable informes
Rafael León	Objetivos específicos 1, 2 y 5
Luis Cubillos	Objetivos específicos 1, 2, 3, 4 y 6
Carolina Alarcón	Objetivos específicos 1 y 2
Milton Pedraza	Objetivo específico 2, muestreos de campo y análisis muestras en laboratorio
Leonardo Miranda	Objetivo específico 3
Sergio Neira	Objetivos específicos 4, 6 y 7
Christian Ibáñez	Objetivo específico 5
Luis Poblete	Muestreos de campo y análisis muestras en laboratorio
Claudio Castillo	Muestreos de campo, análisis muestras en laboratorio y construcción bases de datos
Ma. José Zúñiga	Análisis muestras en laboratorio
Diana Párraga	Análisis muestras en laboratorio
Alejandro Zuleta	Free-lance, revisión y aportes a la dinámica poblacional y a la formulación de hipótesis

- **Universidad Católica del Norte**

Nombre	Participación
Enzo Acuña	Objetivo específico 8 y encargado proyecto en zona norte (Coquimbo)
Víctor Kesternich	Objetivo específico 8
Alex Cortés	Coordinador muestreos zona norte, experimento jibia cautiverio y encargado bases datos UC Norte
Danny Rivera	Muestreos de campo y análisis muestras en laboratorio
Yerko Peña	Muestreos de campo y análisis muestras en laboratorio
José Zepeda	Muestreos de campo y análisis muestras en laboratorio

- **Participación investigadores extranjeros en condición free-lance**

Unai Markaida	Confección Anexo 3. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías I.
Carmen Yamashiro	Confección Anexo 4. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías II.
Luis Icochea	Confección Anexo 5. La jibia y su relación con las condiciones oceanográficas. Confección Anexo 6. Comercialización de la jibia en Perú.
César Salinas	Confección Anexo 7. La pesquería de calamar gigante en México. Enfoque de Cadena Productiva.

6. Bases de Datos del Proyecto

Las Bases de Datos que contienen toda la información básica obtenida durante la ejecución del Proyecto FIP 2005-38 “Evaluación del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales” se encuentra almacenada en el disco compacto adjunto, según la siguiente descripción:

Nombre del CD: FIPDATA\2005-38\

RUTA	ARCHIVO	DESCRIPCIÓN
FIPDATA\2005-38\	CPUEJibia.xls Ver data	Datos de capturas, número de barcos, número de viajes, captura por número de barcos (cpue1), captura por número de viajes (cpue2), por año, mes, región y sector al que pertenecen las capturas.
	número Dieta jibia Coquimbo.xls Ver data	Fecha, mes, región en que se realizó el muestreo. Peso total, eviscerado y de la gónada por individuo. Sexo, dieta y número de presas.
	número Dieta jibia Talcahuano.xls Ver data	Embarcación, fecha, mes, trimestre y tipo de pesquería donde se obtuvo la muestra. Longitud del manto (cm), peso total e índice de llenado del estómago del individuo. Sexo y dieta con el número de cada una de las presas presentes.
	peso Dieta jibia Coquimbo.xls Ver data	Fecha, mes, región en que se realizó el muestreo. Peso total, eviscerado y de la gonada por individuo. Sexo, peso del contenido estomacal, dieta y peso en gramos de cada una de las presas presentes.
	peso Dieta jibia Talcahuano.xls Ver data	Embarcación, fecha, mes, trimestre y tipo de pesquería donde se obtuvo la muestra. Longitud del manto (cm), peso total, peso del estómago e índice de llenado del individuo. Sexo y dieta con el peso en gramos de cada una de las presas presentes.
	databiologicajibia Centro-Sur.xls Ver data	Fecha, trimestre, pesquería. Longitud del manto, aleta y cabeza. Ancho manto, aleta y cabeza. Sexo y peso total de los individuos.
	databiologicajibia Coquimbo.xls Ver data	Trimestre, fecha, mes, región, longitud manto, aleta anal, cabeza, tentáculo. Ancho aleta y manto. Peso total, gónada, estómago y glándula digestiva por individuo.

7. Taller de Difusión de Resultados



Taller de Difusión de Resultados Proyecto FIP 2005-38.

“Evaluación del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales”

Fecha: Viernes 01 de diciembre de 2006

**Lugar: Sala Minera Escondida, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
(Campus Principal, Universidad de Concepción)**

08:30-09:30. Registro y café

09:00-09:10. Presentación y características del taller (Hugo Arancibia y Mónica Barros)

09:10-09:30. Análisis temporal y espacial de la captura y cpue de jibia (Rafael León)

09:30-09:50. Ración diaria de alimento y consumo/biomasa en jibia (Leonardo Miranda)

09:50-10:20. Estructura de tamaños de jibia en el desembarque y parámetros poblacionales
(Milton Pedraza)

10:20-10:40. Análisis trófico de la jibia (Christian Ibáñez)

10:40-11:00. Análisis del contenido de ácidos grasos en jibia y en sus presas (Alex Cortés)

11:20-11:40. Pausa de café

11:40-12:00. Análisis del componente de la varianza del contenido estomacal (Rafael León)

12:20-12:40. Preferencia de presas de jibia por tamaño y estimación de biomasa de jibia (Luis Cubillos)

12:40-13:00. Impactos tróficos combinados de jibia (Hugo Arancibia)

13:00-13:20. Consumo, mortalidad por predación e impactos tróficos combinados asociados a jibia (Hugo Arancibia).

14:45-15:00. Café

15:00-15:20. Análisis del efecto de cambios en la biomasa de jibia en sus principales presas mediante simulación ecotrófica (Hugo Arancibia)

15:00-17:00. Discusión abierta por hipótesis de posibles causas de cambios de la abundancia de jibia (presentación inicial a cargo de Luis Cubillos y Hugo Arancibia)

17:00-17:20. Conclusiones del Taller.

Nota: cada presentación tendrá como duración máxima 15 minutos, dejando para preguntas y consultas 5-7 minutos.

7.1. Lista de Participantes Taller FIP 2005-38 (diciembre 01 de 2006)

	Nombre	Institución
1	Malú Zabando	Secretaría Ejecutiva del FIP
2	Enrique Porter	Pesquera San José S.A.
3	Patricio Herrera	Pesquera Bío-Bío S.A.
4	Daniel Cerda Miranda	ALIMAR S.A.
5	Marcel Moenne	Pesquera El Golfo S.A.
6	Luis Felipe Moncada	ASIPEs
7	Hernan Rebolledo	INPESCA S.A.
8	Claudio Gatica M	INPESCA S.A.
9	Sergio Nuñez Elías	INPESCA S.A.
10	Marco Arteaga	INPESCA S.A.
11	Ruben Alarcón	INPESCA S.A.
12	Christian Ibáñez	Programa Doctorado en Ecología, Universidad de Chile
13	Diana Parraga	Programa M. Sc. (Pesquerías), Universidad de Concepción
14	Claudio Castillo	Universidad de Concepción
15	Luis Flores	Programa Doctorado en Ecología, Universidad de Chile
16	Katty Riquelme	Universidad de Concepción
12	Luis Cubillos	Universidad de Concepción
13	Milton Pedraza	Programa Doctorado en Ecología, Universidad de Chile
14	Rafael León	Universidad de Concepción
15	Hugo Arancibia	Universidad de Concepción
16	Mónica Barros	Universidad de Concepción

7.2. Conclusiones del Taller

Las notas que se presenta más abajo derivan de la sesión de discusión del Taller (15-17 horas) con la participación de la mayoría de los asistentes al evento (ver listado en la página anterior).

- Las actividades de investigación del recurso jibia y sus pesquerías (Golfo de Baja California en México; norte y centro de Perú; Coquimbo y Chile centro-sur) necesitan de la interacción profesional e inter-institucional en el corto y mediano plazo, particularmente para dilucidar el rol de la jibia en los ecosistemas marinos de surgencias y en ambientes oceánicos del Océano Pacífico Oriental, lo que incluye a colegas de los países señalados, sino también a colegas de diferentes instituciones de USA (NOAA y universidades).
- Los muestreos bio-específicos y de frecuencias de longitud de jibia desde las capturas y desembarques deben ser diseñados flota-específicos debido a la diferente disponibilidad del recurso jibia a los distintos artes de pesca, sea como especie objetivo (pesca con poteras) o como especie del by-catch (pesca arrastrera merlucera, pesca cerquera anchovetera, pesca de hoki con arrastre de media agua). En otras palabras, se reconoce el sesgo que tendrán los muestreos de jibia dependiendo del arte de pesca utilizado.
- Respecto de los muestreos de estómagos de jibia, se reconoce la marcada existencia de sesgo arte de pesca-dependiente, lo que afecta los aportes relativos (por ejemplo, porcentaje en peso) de los distintos ítemes alimentarios registrados debido a que la jibia se sigue alimentando en la red después de ser capturada. Esto es particularmente válido en el caso de muestreos de jibia como parte del by-catch de la pesca arrastrera merlucera y arrastrera de hoki de media agua.
- La conclusión de los investigadores de este proyecto en cuanto a la fracción de merluza común (en peso) en el contenido estomacal de jibia en Chile central (33° S – 39° S) es que aquella sería del orden de 15% (y no de 42%, como lo sugieren los muestreos de jibia provenientes de la pesquería arrastrera merlucera, los que están ampliamente sesgados debido a lo señalado inmediatamente arriba).
- La expansión de la jibia habría sido exitosa, al menos en Chile central (centro-sur y centro-sur), en parte debido a la disponibilidad de nichos en los ambientes nerítico-

oceánico por menor abundancia de jurel (*Trachurus symmetricus* = *T. murphyi*) y en los ambientes demersal y de media agua por menor abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) y hoki = merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), respectivamente. Sin embargo, esto no explica el éxito de las poblaciones de jibia en el proceso expansivo hacia el norte (América del Norte y Centroamérica) y sur (América del Sur) por el margen oriental de Océano Pacífico. Similarmente, en USA algunos colegas de la NOAA en California postulan la hipótesis que la jibia habría colonizado el ambiente demersal por escasísima biomasa del withing (*Merluccius productus*), posterior al colapso de la pesquería arrastrera de este último recurso. Esta hipótesis podría ser análogamente aplicada a la presencia de jibia en Chile central posterior a la sobre-explotación de la merluza común en los años previos al 2003.

- La postulación de una hipótesis de la mantención de las poblaciones de jibia en el mediano plazo en niveles posiblemente altos en el Océano Pacífico Oriental (norte y sur) no podría ser probada, básicamente porque se desconoce las abundancias absolutas. Sin embargo, se puede argumentar que, probablemente, los procesos de expansión de los stocks de jibia ya habrían cesado y que actualmente la abundancia habría alcanzado el plateau, al menos en Chile, por lo que, dada la dinámica de historia de vida de la jibia, cabría esperar que los stocks tiendan a disminuir en sus abundancias (independientemente de la cantidad de stocks que existan, lo que tampoco ha sido resuelto).
- ¿Llegó la jibia al mar chileno en su proceso poblacional expansivo o es endémica? El recurso jibia ha estado presente siempre en las costas chilenas, tal como lo atestiguan los desembarques históricos y el registro histórico de varazones. Además, a la jibia se la ha utilizado históricamente por pescadores artesanales como carnada en la pesquería de congrios, por lo que es más bien endémica. Por lo tanto, la pregunta que habría que formular es
- ¿Qué factores habría gatillado, primero, y modulado, después, la expansión de *Dosidicus gigas* por todo el margen oriental del Océano Pacífico (norte y sur)? Probablemente habría ocurrido un evento que abarcó geográficamente toda el área de expansión, esto es, un mega-evento. Un postulado es que tal mega-evento, más que El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), sería un cambio de régimen en el Océano Pacífico a partir del año 2000, habiendo ingresado a una fase fría desde entonces, lo que conlleva mayor producción de biomasa desde los niveles bajos de la trama trófica, favoreciendo, por ejemplo, a peces

pelágicos de pequeño tamaño (sardina común *Strangomera bentincki* en Chile central; anchoveta *Engraulis ringens* en el norte y centro de Chile, y probablemente en Perú) y de tamaño medio (sardina del Pacífico *Sardinops sagax* en California). Entonces, habría existido condiciones oceanográfico-ambientales muy favorables para la expansión de los stocks de jibia, lo que también habría afectado positivamente a su éxito reproductivo. A esto se agrega la disponibilidad de nicho por previa sobre-explotación de stocks de peces demersales como merluzas.

- ¿Afecta negativamente el recurso jibia, vía predación, a otros recursos pesqueros como merluzas y, en consecuencia, a las pesquerías de demersales y de media agua? Una posibilidad es que hubiese existido efectos sinérgicos entre sobre-explotación de merluzas y la posterior predación por jibia. Obviamente, la jibia afectará a otros recursos pesqueros y a sus pesquerías. En el caso del recurso merluza común, las simulaciones ecotróficas multi-específicas con balance de masa indican que, en el año 2000, la jibia habría removido por predación una cantidad de merluza común similar a la que removió la pesquería en su conjunto (industrial arrastrera y artesanal espinelera), aunque sobre grupos de tamaños distintos (peces pequeños en la predación de jibia y al stock adulto por la pesquería).

ANEXOS

Listado de Anexos

Anexo 1. Dossier Documentos Científicos

Anexo 2. Varazones de jibia en Chile

Anexo 3. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías I

Anexo 4. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías II

Anexo 5. La jibia y su relación con las condiciones oceanográficas

Anexo 6. Comercialización de jibia en Perú

Anexo 7. La pesquería de la jibia o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en México. Enfoque de la cadena productiva

Anexo 1. Dossier Documentos Científicos

Se presenta resúmenes de 81 trabajos científicos seleccionados después de una exhaustiva búsqueda por Internet y otros medios. El CD con los documentos completos se envió formalmente a la Secretaría Ejecutiva del Fip el 17.07.2006, mediante carta UNITP/FIP/187.

Anexo 2. Varazones de jibia en Chile

Luis Cubillos, Milton Pedraza, Carolina Alarcón, Hugo Arancibia y Mónica Barros.

La presencia y varazones de jibia en las costas de Chile han sido informadas desde el año 1835 (Orbigny, 1835), cuando el naturista francés Alcides D'Orbigny decide publicar observaciones de su expedición del año 1830 a través del territorio nacional. Posteriormente, el naturista chileno de origen uruguayo Carlos Oliver Schneider registra varazones de jibia ocurrida entre el 7 y 11 de febrero de 1895, según un documento del Dr. Máximo Cienfuegos dirigido a la Sociedad Científica de Chile. Adicionalmente, este último registra personalmente en 1916 una gran varazón de jibia en Bahía de Concepción.

Sin embargo, las varazones de jibia históricas mejor documentadas son las ocurridas en 1930 en Bahía Concepción. En efecto, el Dr. Ottomar Wilhelm presentó una comunicación a la Sociedad de Biología de Concepción y un trabajo en el XI Congreso Internacional de Zoología realizado en Papua, Italia. En estos documentos el Dr. Wilhelm describe y registra fotográficamente el evento, el que provocó alarma sanitaria en Talcahuano. Posteriormente, Wilhelm, en su trabajo de 1954, comunica varazones ocurridas en los años 1895, 1916, 1930, 1932 y 1935-36.

Los actuales registros de varazones de jibia son escasos, destacándose los recientes aportes de Jara (1992) y referencias relacionadas de este hecho en diferentes sectores del Golfo de Arauco, Bahía Concepción y Bahía Coliumo, como por ejemplo las ocurridas de marzo a mayo de 2003 de Coliumo, Isla Santa María y Dichato (e.g. <http://www.planetark.com/envpicstory.cfm/newsid/20926>). El diario “El Sur” de Concepción (www.elsur.cl) comunica varazones de jibia en la Provincia de Concepción desde el 2003 al 2006.

De acuerdo con Rodhouse 2001 (citado en Taipe *et al.* 2001) el fuerte incremento de las capturas de jibia en Perú, primero, y luego en Chile en los últimos cinco años, se habría debido a nuevas condiciones oceanográficas favorables para el explosivo crecimiento del stock de

jibia. Sin embargo, las varazones de jibia no son predecibles y no es posible registrar cuantitativamente su magnitud. La varazón de jibia en Isla Santa María en enero de 2004 (http://www.elsur.cl/edicion_hoy/secciones/impreso.php?id=29248) produjo estragos en las actividades de pesca artesanal y mariscadores de la localidad, afectando más de un kilómetro de borde costero. A fines de febrero del 2004 ocurrieron varazones de jibia tan al sur como la localidad de Ancud en el extremo norte de la Isla Grande de Chiloé, hacia Calbuco, en el lado interno del canal de Chacao y hacia la parte meridional de la isla a lo largo de la costa, hasta Castro (http://www.esa.int/esaEO/SEMVNJYV1SD_index_0.html). Por ultimo, en febrero del 2006, en el sector Los Morros de Coliumo, se registró una fuerte varazón de jibia, lo que afectó al turismo local estival debido a al fuerte olor de los ejemplares de jibia en descomposición

(http://www.elsur.cl/edicion_hoy/secciones/articulo.php?id=66837&dia=1139281200).

Adicionalmente, el día 5 de ese mes se registró una varazon de sardina común, siguiéndole la fuerte varazón de jibia el día 7

(http://www.elsur.cl/edicion_hoy/secciones/articulo.php?id=66748).

Para las costas de California se tiene documentados varamientos desde el año 1911 en las playas de la península de Monterrey (Berry, 1912; Clark & Phillips, 1936). Igualmente, se tiene referencias de varazones en Newport (Oregon) en los años 1935, 1936 y 1976 (MacGinitie & MacGinitie, 1949; Straus, 1977). Sánchez-Juárez (1991a,b) reportan varamientos de jibia en junio de 1990 en Baja California Norte y las playas del sur de California. En el Golfo de California las varazones son comunes. Cada verano, hacia junio, se varan cientos de ellos en la Bahía de Los Ángeles (Antonio Resendiz, com. pers.) o en la Bahía de San Jorge, Sonora (Adriana Orozco, com. pers.), siendo éste el punto más al norte registrado de varazotes de jibia en el Golfo.

Las posibles causas señaladas para explicar el fenómeno de las varazones de jibia son diversas, mencionándose el comportamiento reproductivo, el comportamiento alimenticio, condiciones oceanográficas, etc. (Oliver-Schneider, 1930; Wilhelm, 1930, 1954). Nesis (1983) supone que tales eventos se deben a migraciones de alimentación de grandes calamares inmaduros durante años de alta abundancia del stock de jibia. Brongersma-Sanders, (1957)

indican como causa de varazotes las mareas rojas tóxicas.

En este sentido, en el año 2003 William F. Gilly & Carl Elliger, (<http://montereybay.noaa.gov/reports/2005/eco/harvestedsp.html>), de la Estación Marina Hopkins de la Univesidad de Stanford, analizaron el contenido estomacal de ejemplares de *D. gigas* varados en las localidades de la Jolla y Monterrey, ya que supusieron que las varazotes podrían deberse a una intoxicación por ácido domoico producidas por microalgas; el ácido domoico es producido naturalmente y corresponde a una sustancia tóxica que actúa sobre el sistema nervioso central, produciendo destrucción de la célula neuronal. Sin embargo, tales investigadores no detectaron dicha toxina en los extractos estomacales de las jibias analizadas.

Las varazones de jibia en Chile han sido descritas por cronistas desde tiempos de la Colonia (Siglos XVII y XVIII). En efecto, en 1787 los jesuitas penquistas comunicaron varazones de peces y jibia a la orilla del mar en Bahía Concepción (http://www.inpesca.cl/ARTICULO2_archivos/ARTICULO2.htm). Posteriormente (1828, 1839), se presumió que las varazones de jibia se debían a su alta abundancia asociada al escape a la predación del cachalote (*Physeter macrocephalus*). Luego (1839-1840) las naves balleneras dejaron de recalar en puertos de la Provincia de Concepción debido al desplazamiento del cachalote a las costas de Nueva Zelanda, lo que se atribuyó a la ausencia de jibia y calamares en la zona. A partir de 1841 las naves balleneras retornaron a puertos de esta región.

Schneider (1829 *fide* Salvo http://www.inpesca.cl/ARTICULO2_archivos/ARTICULO2.htm) indica que “la abundancia de jibias no es regular cada año” y registra varazones en Bahía Concepción (pozas del dique e isla Rocuant) del 7 al 11 de febrero de 1895, y febrero del año 1916. Ese autor atribuye las mayores varazones de jibia en isla Rocuant a la forma en que la corriente marina entra a la bahía y a lo bajo de la topografía en esa isla.

Wilhelm (1830 *fide* Salvo http://www.inpesca.cl/ARTICULO2_archivos/ARTICULO2.htm) señala el 6 de junio de ese año, ante la Sociedad de Biología de Concepción, que “Todos los años durante los meses de verano, especialmente desde fines de febrero hasta mediados de abril, más o menos, se observa en la bahía de Talcahuano [= Concepción] un espectáculo de

proporciones gigantescas, que es las varazones de jibias (*Omastrephe gigas*)” (sic).

En la Tabla 1 se presenta un listado con varazones de jibia comunicadas en periódicos de circulación regional, principalmente, durante el Siglo XX e inicios del Siglo XXI. Esta tabla será completada en el transcurso del proyecto. Según uno de estos periódicos, para los buzos de Isla Santa María la jibia “se convirtió en una plaga durante el año 2003, invadiendo la isla e impidiendo sus actividades extractivas, ya que los atacaba” (sic). Los pescadores antiguos de Puerto Montt y de sectores costeros de la X Región señalan que antes del terremoto del año 1960 hubo varamientos de jibia como los ocurridos durante el año 2004, asociando ellos las varazones de jibia con terremotos. Los pescadores del sur de la Isla de Chiloé señalan que en los años 1940 la jibia varaba en las costas de Castro, pudriéndose, la que era utilizada para abono. Desde entonces los varamientos de jibia habrían sido frecuentes, aunque en menor cantidad y en diferentes épocas, siendo el año 2004 donde nuevamente se registró los mayores varamientos en la Isla de Chiloé, desde Ten Ten hasta Putemún. En el año 2005 hubo varazones de jibia en el mar interior de Chiloé y en la XI Región.

Tabla 1. Varazones de jibia registradas en Chile durante el Siglo XX e inicios del Siglo XXI por periódicos de circulación regional y nacional.

Fecha	Lugar	Fuente
Diciembre 26/1907	Bahía Concepción	Diario El Sur, Concepción
Abril 12/1930	Bahía Concepción	Diario El Sur, Concepción
Agosto 12 /1940	Bahía Concepción	Diario El Sur, Concepción
¿Mes?/1993	Coquimbo y Valdivia	Diario El Sur, Concepción
Marzo 14/2002	Valparaíso	La Estrella, Valparaíso
Abril 21/2003	Costa de Antofagasta	El Mercurio, Antofagasta
Mayo 22/2003	Isla Santa María	Diario Crónica, Concepción
	Coliumo (Tomé)	Diario Crónica, Concepción
	Lenga (Talcahuano)	Diario Crónica, Concepción
Julio 22/2003	V Región	Diario El Sur, Concepción
Marzo 12/2004	Castro, Isla de Chiloé (Ten Ten-Putemún)	El Llanquihue, Puerto Montt
Mayo 13/2004	Puerto Montt	Diario Las Últimas Noticias
Agosto 16/2004	Puerto Montt (Pelluco)	El Llanquihue, Puerto Montt
Mayo 29/2005	Costas X-XI Regiones	El Llanquihue, Puerto Montt
Julio 12/2005	Costas de Valparaíso	El Mercurio de Valparaíso

Referencias Bibliográficas

http://www.inpesca.cl/ARTICULO2_archivos/ARTICULO2.htm

- Oliver Schneider, Carlos 1929. Notas sobre las jibias chilenas (*Ommastrephes gigas* Hupé). Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile, Tomos III-IV, 117 p.
- Towsend, C.H. 1935. The distribution of certain whales as shown by logbook records of American Whaleships. Zoologica 19 (1):1-50 + 5 maps.
- Wilhelm G., Ottmar. 1929. Las mortandades de jibias (*Ommastrephes gigas*) en la Bahía de Talcahuano. Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile, Tomos III-IV:6-30.
- Brongersma-Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. En J. W. Hedgpeth (Ed.), Treatise on marine ecology and paleoecology, Vol. 1 Ecology. Mem. Geol. Soc. America, 67(1): 941-1010, 7 figs.
- Jara, F. 1992. Composición específica y tamaños de la ictiofauna proveniente de una arribazón en Dichato (36° 32' S; 73° 57' W), Concepción, Chile. Investigación Pesquera (Chile) 37: 127-132.
- Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), Cephalopod Life Cycles Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.
- Oliver Schneider, C. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*, Hupé). Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Orbigny, A. d'. 1835. Voyage dans l'Amérique méridionale exécuté pendant les années 1826-1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, et 1833. Paris et Strassbourg, Tom V pt. 3: Mollusques, Cephalopoda: 1-64, pls. 1-4.
- Sánchez-Juárez, E. 1991a. Resultados obtenidos durante la segunda etapa del programa de prospección y evaluación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, realizada en el período 14 de junio al 15 de diciembre de 1990, en el Pacífico mexicano. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 47 pp.
- Sánchez-Juárez, E. 1991b. Estimación preliminar del tamaño de la población adulta o biomasa reproductora de calamar gigante *D. gigas* en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, en diciembre de 1990. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 13 pp.
- Taipe, A., Yamashiro, C., Mariategui, L., Rojas, P. & C. Roque. 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*D. gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. Fisheries Research, 54: 21-32.
- Wilhelm, O. 1930. Las mortandades de jibias (*Ommastrephes gigas*) en la Bahía de Talcahuano. Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Wilhelm, O. 1954. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias (*Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. Rev. Biol. Mar., 4: 196- 201.

Anexo 3. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías I

Autor: Dr. Unai Markaidaa (Laboratorio de Pesquerías Artesanales. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche Campeche, México, umarkaida@camp.ecosur.mx)

Revisión, adaptación y edición: Dr. Hugo Arancibia (Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, Chile; harancib@udec.cl)

Asistencia técnica de edición: M. Sc. (c) Mónica Barros (Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile; mobarros@udec.cl)

A) Antecedentes generales de la pesquería:

A.1) Unidades de pesquería.

A.2) Desembarques, importancia del desembarque, variación.

En el año 2004 los desembarques industriales del calamar gigante en Perú alcanzaron a cerca de 50 mil ton en el 2004, en cambio la pesquería artesanal desembarcó en el mismo año casi 180 mil ton (Castillo *et al.*, 2005). Análogamente, en Chile los desembarques de jibia por la pesquería artesanal predominan ampliamente respecto de la industrial (Tabla 1). En el año 2005 los desembarques totales de jibia alcanzaron a 270 mil ton.

Tabla 1. Desembarque nacional (en toneladas) de jibia entre los años 2003 a 2006. Nota: año 2006 considera de enero a mayo.

FLOTA	Artesanal	Industrial	Total
2003	24.644 (94%)	1.475 (6%)	26.118
2004	144.374 (95%)	8.272 (5%)	152.646
2005	256.784 (95%)	13.293 (5%)	270.077
2006*	132.090 (99%)	1.778 (1%)	133.868
Total	557.892 (96%)	24.817 (4%)	582.709

Fuente: Estadísticas Sernapesca

A.2) Zonas de Pesca.

No abordado.

A.3) Época de pesca: estacionalidad y régimen operacional.

No abordado.

A.4) Arte de pesca.

El calamar gigante se pesca con potera, que consta de un cebo artificial con varias coronas de anzuelos sin rebarba, que prende al calamar cuando éste la ataca. La atracción hacia las poteras se realiza mediante la iluminación de la embarcación durante la noche y está basada tanto en el fototropismo positivo del calamar como su voracidad hacia todo lo que se mueve. Entre las ventajas de este arte de pesca están la efectividad en la captura, alta selectividad hacia el tamaño del calamar, captura individual y ausencia de capturas incidentales de otras especies o daños al ecosistema (Rathjen, 1991). En la pesca artesanal cada pescador trabaja con una línea a la que va atada la potera. En los buques calamareros las máquinas calamareras automáticas trabajan con dos líneas y cada línea posee entre 8 y 25 poteras (Ehrhardt *et al.*, 1982b).

La potera es un arte de pesca altamente selectivo para los tamaños del calamar gigante (Nesis, 1983, García-Rodríguez, 1995). Las poteras japonesas normales (24-30 cm y dos coronas) no son muy eficaces pescando ejemplares mayores de 47 cm LM, pues éstos se desprenden fácilmente de la potera por su propio peso al ser izados a bordo (Klett, 1982; Ehrhardt *et al.*, 1982b, 1983a,b; Sánchez-Juarez 1991a). Ehrhardt *et al.* (1983a) sugieren que este problema se resolvería dotando de estas poteras de mayores anzuelos. El mercado japonés prefiere de todas maneras los tamaños de calamar pequeños (Rosa *et al.*, 1995).

Los ejemplares grandes de jibia (>50 cm LM) son capturados con poteras de grandes dimensiones, únicas para esta especie de calamar y son de dos tipos. El primer tipo consiste en poteras construidas artesanalmente y consisten en una barra de 25-30 cm con clavos soldados (Fig. 3.1.2. En Ehrhardt *et al.*, 1982b; Ehrhardt *et al.* 1983a,b). Estas poteras son capaces de capturar calamares pequeños y su selectividad es similar a las de las poteras japonesas

normales en el intervalo 12-47 cm LM (Klett-Traulsen, 1982; Ehrhardt *et al.*, 1982b; Ehrhardt *et al.* 1983a,b, Vázquez-Novoa, 1985), pero son mucho más eficientes que aquellas en calamares mayores de 50 cm LM, pues el calamar difícilmente se desprende al ser izado. Ehrhardt *et al.* (1982b) concluyen que la selectividad de la potera está en función del tamaño y capacidad de retención de los ganchos, más que del tamaño del cuerpo (vástago) de la misma. Otra modalidad de potera de construcción casera es el “erizo”, con un cuerpo de 12.5 cm y dos coronas soldadas de 15 anzuelos de N° 4 y 5, y que los investigadores rusos usaron para capturar calamares mayores a 3 kg (Figs. 1 y 2 en Baral, 1967b; Fig. 96 en Nesis, 1971; Fig. 13.4 en Nesis, 1983). El segundo tipo de potera grande es la modificada uniendo dos poteras japonesas grandes de doble corona de 14 anzuelos (García-Vázquez, 1990; Sánchez-Juárez, 1991a,b; Rosa *et al.* (1995) Fig. 13; Kuroiwa, 1998, Fig. 3). Una variante de este tipo es el más usado actualmente en el Golfo de California, desmontando ambas poteras y montando una gran potera de dos cuerpos y seis coronas (Nevárez-Martínez, 2000; Markaida, comunicación personal). Vázquez-Novoa (1985) recomienda el uso de máquinas automáticas a bordo de los barcos camaroneros que pescan jibia manualmente. Sobre poteras automáticas-

Incidentalmente se ha capturado calamar gigante en redes de cerco, de arrastre y de superficie, y en palangres para bacalao negro y rockot en California y Perú. También se ha capturado en la pesca deportiva en anzuelos cebados en California y Chile (Clark y Phillips, 1936; Crocker, 1937; Phillips, 1937; Duncan, 1941; Benites y Valdivieso, 1986). Entre 1978 y 1991 se capturó calamar gigante con grandes barcos de arrastre pelágico frente a Centroamérica y Perú (Nigmatullin *et al.*, 1995b). Ganoza *et al.* (1997) reportan en la pesca experimental de arrastre pelágico capturas de calamar gigante de sólo 0.12% de la captura total. Rubio y Salazar (1992) trabajaron la pesca experimental con redes de deriva frente a Perú, en la que se capturó hasta 59% en peso de pesca incidental de otras especies.

B) Distribución, unidades poblacionales e historia de vida

B.1) Distribución, unidades de stock, y área de desove.

Distribución y abundancia

La jibia es endémica al Océano Pacífico Oriental subtropical (Fig. 1) y habita los

ambientes nerítico y oceánico, aunque se le puede encontrar también en aguas tropicales (Nesis, 1970; Nigmatullin *et al.*, 2001). Los registros para varias localidades del Océano Indo Pacífico (Brazier 1892 en Clarke, 1966) no han sido confirmados jamás y probablemente se trate de identificaciones erróneas. Su rango de distribución es semioceánico, limitado meridionalmente, a diferencia del resto de los calamares Ommastrephinae, cuyo rango es transoceánico (Nigmatullin *et al.*, 2001). Su límite por el sur, frente a las costas de Chile es hasta 60°S. Esta última latitud no ha sido confirmada (García-Tello, 1965), aunque al menos se han registrado varazones en la isla de Chiloé (42–43° S) (Wilhelm, 1954). La distribución más normal comprende hasta 26°S (Wormuth, 1998).

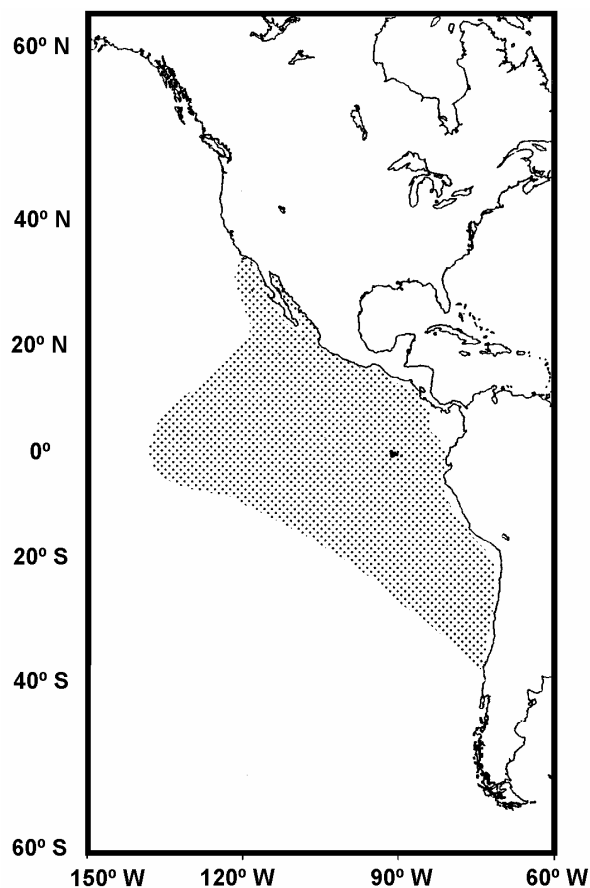


Fig. 1. Distribución geográfica del calamar gigante, *D. gigas* (modificado de Wormuth, 1988).

Ultimos reportes de apariciones de este recurso y observaciones hidroacústicas realizadas por profesionales de la Universidad Austral confirman la existencia de jibia en la zona sur austral de Chile, entre Puerto Montt e Isla Guafo (comunicado Subpesca, 2006) Estos se corrobora con informes de varazones recientes en Chiloé (año 2002) y Puerto Montt (año 2004).

La distribución de jibia en el Océano Pacífico Norte se conoce hasta las costas de California, donde alcanzó frente a Monterey en 1934-37 y 1974-76 (Clark y Phillips, 1936; Croker, 1937; MacGinitie y MacGinitie, 1949; Anderson, 1978), aunque normalmente no más al norte que las costas de Baja California (Wormuth, 1998). Las oscilaciones en la distribución en la corriente de California son debidas a eventos de El Niño (Hamman *et al.*, 1995; Wormuth, 1998; Sweedler *et al.*, 2000). Durante El Niño de 1997-1998 se encontró jibia frente a Coos Bay, Oregon, en 43° N (Bacon, 1998); la jibia fue tan común en tal área entre junio y noviembre de 1997 que los barcos arrastreros la capturaron (Percy, 2002). Sin embargo, reportes posteriores señalan la presencia de jibia en el Golfo de Alaska en el año 2004, e incluso ya desde 1997-98, siendo éste el límite más norteño a la fecha y al parecer relacionado con el calentamiento del mar en el área en años recientes (Cosgrove, 2005).

La distribución occidental de jibia incluye de norte a sur, al menos, las Islas Revillagigedo (Sato, 1975; Sánchez-Juarez, 1991a), las islas Galápagos (Nesis, 1970; Kuroiwa, 1998), y la isla Róbinson Crusoe en el archipiélago Juan Fernández (Odhner, 1926). Su distribución más occidental alcanza a 125° W sobre el ecuador (Nesis, 1983). Wormuth (1998) señala que la jibia puede alcanzar los 140° W.

La primera cita sobre calamar gigante en el Golfo de California data de 1959, y se refiere a una hembra y un macho maduros a tallas pequeñas de 20.8 y 21.2 cm LM, respectivamente (Wormuth, 1976). En el Golfo su distribución norteña está limitada por la plataforma continental y normalmente alcanza la zona del Canal de Ballenas, donde los pescadores de Bahía de Los Ángeles lo pescan en pequeña escala. El límite más al norte lo constituyen ejemplares varados en la barra del Golfo de San Jorge.

Nesis (1970, 1983) señala que las mayores concentraciones de calamar se encuentran en la zona donde la productividad primaria es alta pero no máxima, la biomasa de zooplancton es

relativamente alta y el número de peces meso- y bati-pelágicos es máximo. Su distribución hacia aguas al oeste y altas latitudes está limitada por la baja productividad de las masas de agua centrales. La necesidad de retornar al talud continental a desovar también debe limitar su distribución. Según Anónimo (1999), la disponibilidad de presas es más importante que los valores absolutos de temperatura al considerar la distribución del calamar gigante. Los ejemplares de jibia de menor tamaño (hasta 30 cm LM) predominan en aguas oceánicas, mientras que los grandes son neríticos (Nesis, 1970).

En general, el rango de distribución de la jibia cae dentro de la región del campo de deformación de corrientes del Océano Pacífico Oriental, que se las puede caracterizar como eutróficas durante todo el año. Los límites de su rango de distribución coinciden con las periferias orientales de los giros oceánicos de las masas de agua centrales y coinciden, aproximadamente, con la isolínea del promedio de la concentración de fosfato de $0.8 \text{ mg PO}_4^3/\text{m}^2$ en la capa de 0-100 m (Nigmatullin *et al.*, 2001). Nigmatullin (1979 en Nesis (1983) y Nigmatullin *et al.* (2001) concluyen que el calamar gigante es una especie oceánico de distribución nerito-oceánica porque está especializada para vivir en comunidades altamente productivas en la periferia de zonas de afloramiento costero con ciclos de producción desbalanceados, y no por las peculiaridades de su reproducción (relación con el talud continental), tal y como sugirió Nesis (1970, 1983). Su adhesión a zonas altamente productivas impide a esta especie conquistar el océano abierto.

Tradicionalmente se han descrito dos zonas con grandes concentraciones de calamar gigante. Una entre el ecuador y los 11-18°S, entre el talud continental y 200-250 millas mar adentro (Nesis, 1970; Kuroiwa, 1998; Yamashiro *et al.*, 1998). Otra en el hemisferio norte, frente a la costa occidental de Baja California (Sato, 1975, 1976; Sánchez-Juárez, 1991) y en el Golfo de California, principalmente en su parte central, asociada con surgencias costeros (Klett-Traulsen, 1981; Klett, 1982; Ehrhardt *et al.*, 1983a,b, 1986). Una nueva zona de abundancia la constituye el Domo de Costa Rica, donde las flotas japonesa y coreana obtuvieron buenas capturas en 1996 y 1997 (Anónimo, 1999, Ichii *et al.*, 2002).

En la corriente de Perú la jibia predomina en latitudes subtropicales (desde 2-3° S hasta 20° S), mientras que el calamar *Sthenoteuthis oualaniensis* domina en la zona ecuatorial (desde la parte sur de Baja California hasta 2-3°S) y *Todarodes angolensis* desde la costa hasta

el talud continental, al norte hasta 6°S (Nesis, 1972). *S. oualaniensis* está confinado al área más occidental o pelágica en el Domo de Costa Rica y en aguas peruanas (Anónimo, 1999); esta especie puede confundirse fácilmente con el calamar gigante (Voss, 1979). El calamar gigante no parece ser común en el Golfo de Panamá (Voss, 1971). Sato (1975) señala que el límite norte de distribución del calamar gigante se sobrepone con el área de distribución de *Ommastrephes bartramii* y alerta sobre la posibilidad de confundir ambas especies. Pese a su naturaleza más primitiva, el calamar gigante es el omastréfido más grande, numeroso, y más capaz de competir, desplazando en su área de distribución a otros omastréfidos como *O. bartramii*, *S. oualaniensis* y *Eucleoteuthis luminosa* (Zuev *et al.*, 1975).

Nevárez-Martínez *et al.* (2000) comunica que la biomasa de jibia en el Golfo de California en el año 1996, estimada por dos métodos (uno estratificado aleatorio y el segundo por área barrida por estratos) es de 85.513 ton (intervalo 95%: 79.613 - 93.413 ton), con el primer método, y de 118.170 t (intervalo 95%: 113.243 - 123.097 ton). No se encontró alguna relación entre la biomasa de jibia, su distribución y la temperatura del agua.

Morales-Bojórquez *et al.* (2005) realizan una estimación de la biomasa de jibia en octubre de 2001 mediante un método de marcaje y recaptura en, resultando un tamaño poblacional de 28 millones de ejemplares (intervalo de confianza: 22 a 37 millones de individuos). Para un peso promedio de 2 kg/individuo de 50 cm de LDM promedio), la biomasa de jibia se estimó en 14.444 toneladas (intervalo de la confianza: 11.300 a 18.800 ton). En el mismo período los desembarques de jibia de en ambas costas del Golfo de California central fue 3.150 ton (1.5 millones de jibia, aprox).

El registro de jibia de tallas mayores es escaso y se presenta en muchas ocasiones plumas pequeñas débiles. Cuando los ejemplares son de menor tamaño estos se encuentran agregados a menor distancia entre ellos, y aumenta moderadamente la densidad y reflectividad (Castillo *et al.*, 2005). Los individuos mayores resisten fuertes cambios oceanográficos y su desplazamiento vertical es rápido, normalmente hasta 380 m de profundidad. La distribución de esta especie en los años 1999 y 2000 fue dispersa, con las mayores concentraciones en la zona norte del área de distribución del Perú (entre 5°-10° S). A partir del 2001 la distribución es mayor y dispersa, con agregaciones de mayor concentración temporales, las que estarían sujetas a cambios oceanográficos, dieta y reproducción, su centro de gravedad se detectó entre

10° y 14° S (Castillo *et al.*, 2005). La biomasa anual de jibia en Perú, entre los años 1999 y 2005, se estimó en menos de 900.000 ton, con los mayores valores en primavera de 2001 y 2002, y verano de 2003 y 2004 (Castillo *et al.*, 2005).

Taipe *et al.*, (2001) analizan cambios estacionales de distribución y concentración de jibia en Perú para 1991-1999 utilizando datos de captura y esfuerzo de la flota, mostrando amplia distribución a lo largo de las costas de Perú, con las mayores concentraciones del norte desde Puerto Pizarro (3°24') a Chimbote (9°S), y las bajas concentraciones ocurridas en Pisco (13°42') y Atico (16°14'). Las CPUEs más altas ocurren en otoño, invierno y primavera, con el recurso dispersándose hacia el verano. Existe cierta evidencia de que los cambios interanuales están asociados a las variaciones de la temperatura superficial. Las capturas y CPUEs fueron altos entre 1991-95 y bajo en 1996. Las altas capturas en otoño, invierno y primavera se deben a los máximos de reclutamiento en esas estaciones (Argüelles *et al.*, 1999 fide Taipe *et al.*, 2001). Los bajos valores de captura y CPUE para 1996 están marcados por el enfriamiento de las aguas ya a fines del 1995, lo que se prolongó hacia 1996, haciendo bajar las temperaturas en 2°C (La Niña) e induciendo la migración de gran parte de los ejemplares de jibia de Perú hacia Nicaragua, Costa Rica, Colombia y costa ecuatoriana, en donde se observaron altas capturas (Mariategui *et al.*, 1997, fide Taipe *et al.*, 2001).

Hernández-Herrera y Morales-Bojórquez (1998) aplicaron un modelo de biomasa de cohorte simple para el manejo de la pesquería de jibia del Golfo de California con datos desde noviembre 1995 a noviembre 1996, bajo la estrategia de escape proporcional como control al esfuerzo pesquero. Los resultados indican la presencia de una cohorte que recluta en mayo y que soporta la pesquería de todo el año. El modelo predice altos niveles de biomasa desde octubre de 1996 a enero de 1997, con la máxima biomasa en mayo (27% a 40%) en mayo, donde se espera aparezca el nuevo reclutamiento.

En Chile, un crucero de investigación entre 29° y 40° S, realizado de julio 1993 a enero 1994, señaló que en invierno se encuentran ejemplares de jibia grandes (71-98 cm LDM) y chicos (menores a 44cm LDM), y que en primavera se encuentran ejemplares de tamaños intermedios (26 a 60 cm LDM), concluyéndose la presencia de dos cohortes en la zona de pesca (Chong *et al.*, 2006).

Según Yamashiro, *et al.* (2005), las características oceanográficas de la costa peruana durante los eventos El Niño 1992 y 2002 (moderado) favorecieron la alta disponibilidad y

abundancia de jibia. En cambio, durante La Niña de 1996 y El Niño 1997-1998 (fuerte), la disponibilidad y la abundancia de jibia fue baja. Los autores concluyen que el éxito del reclutamiento de jibia estaría relacionado con la disponibilidad del alimento y el desarrollo de paralarvas (Yamashiro, *et al.*, 2005).

Vecchione (1999) indica durante El Niño 1987 existió una alta concentración de paralarvas de cefalópodos en el Domo de Costa Rica, donde la temperatura superficial osciló entre 27,5°-31°C. Sin embargo, no existe certeza si tales paralarvas pertenecen a *D. gigas* o a *S. oualaniensis*. Para la misma zona, Ichii *et al.* (2002) indican que durante El Niño 1997 la abundancia de jibia fue alta, no así durante La Niña 1999.

Unidades de stock

La jibia del Golfo de California constituye un solo stock compuesto de varias cohortes (Ehrhardt *et al.*, 1983a,b). Sin embargo, y al igual que en otros Ommastrephinae, la estructura poblacional intraespecífica es muy compleja, abarcando varios grupos de distinta talla de madurez en la mismo área (Nesis, 1993; Nigmatullin *et al.*, 2001, ver **madurez**).

Los grupos intraespecíficos pueden ser distinguidos sobre la base del tamaño (LDM en mm) de los adultos, a saber: adultos pequeños (machos: 130-260 mm; hembras = 140-340 mm), medianos (machos: 240-420 mm; hembras: 280-600 mm) y grandes mayores (machos: 400-500; hembras: 650 a mas de 1.000 mm LDM). La vida promedio es de alrededor de 1 año, sin embargo, ejemplares más grandes pueden vivir 2 años. El desove es a través del año con máximos distintivos en primavera (octubre) y verano (febrero) en el Hemisferio Sur (octubre) (Nigmatullin *et al.*, 2001).

La coeficiente de capturabilidad (q) de la jibia depende del tamaño y del comportamiento de la especie. En este sentido, un estudio de q en jibia del Golfo de California, basado en datos de la estructura de tamaños de la población expresado como CPUE entre 1995 y 1996, señala bajas capturabilidades en los grupos de tallas (LDM en mm) de 19-27, 43-49 y 57-63 cm, y altas capturabilidades en los grupos de tallas 29-33, 53-57 y 64-71 cm, lo que se debe a la sobreposición de cohortes dominantes (Morales-Bojórquez *et al.*, 2001).

Áreas de desove

El desove es uno de los procesos menos conocidos de la biología de la jibia, habiéndose observado solo una vez en cautiverio (Tafur y Rabí, 1997). Las áreas de desove podrían ser identificadas por la dominancia de hembras maduras en la población o por presencia de los estadios de vida más tempranos (paralarvas) en el medio natural.

La mayor limitancia al estudio de las paralarvas de jibia es que, pese a las descripciones disponibles, las paralarvas de omastréfidos en el Océano Pacífico Oriental no han sido aún descritas satisfactoriamente. Nesis (com. pers. al Dr. Unai Markaida; 5 de junio de 2001) opinaba que no se ha resuelto la manera de diferenciar los estadios tempranos de las distintas especies de los calamres omastréfidos.

Las paralarvas son planctónicas epipelágicas, hallándose mayoritariamente entre la superficie y 200 m de profundidad. Frente a Perú y Chile se ha encontrado paralarvas desde 3°30'N hasta 30°S, tanto en la zona costera como en la oceánica, hasta 200-300 mn de la costa. Sin embargo, las paralarvas más pequeñas (1.2-1.6 mm LDM) han sido colectadas cerca de la plataforma continental (Nesis, 1970; Nesis, 1983). Este autor postula que, frente a las costas de Perú, el desove debería ocurrir en la primavera y verano austral sobre el talud continental.

Okutani y McGowan (1969) describieron e ilustraron una muestra de 23 rynchoteuthion (1.4-7.3 mm LDM) colectada frente a la costa occidental de Baja California entre 1954 y 1957. Nesis (1979) opina que estas paralarvas pertenecen a *Dosidicus*.

Okutani (1974) encontró 65 paralarvas de omastréfidos (2.5-20.0 mm LDM) en el Océano Pacífico Tropical Oriental en 1967-1968 e identificó especialmente los mayores (>9.5 mm LM) como *S. oualaniensis*.

Desde octubre de 1969 hasta febrero de 1970 se encontró que las paralarvas de calamares Ommastrephidae representaron un tercio de aquellas colectadas en el Océano Pacífico Oriental (Ueyanagi y Nonaka, 1993). En esta familia el 60,6% de 747 especímenes pertenecían al género *Ommastrephes* (probablemente incluyendo *Dosidicus*), de 1.1-13.2 mm LDM, y se encontraron ampliamente distribuidos en el área, excepto en aguas de la contracorriente ecuatorial. Estas paralarvas ocurrieron con mayor frecuencia en los lances bajo la superficie (20-30 m de profundidad).

Durante El Niño de 1987 (agosto a noviembre), Vecchione (1999) encontró las mayores concentraciones de paralarvas de cefalópodos conocidas (hasta 12.354 rynchoteuthion en un sólo lance de 15 min) en el Domo de Costa Rica, con temperaturas superficiales entre 27.5° y 31°C. Sin embargo, dicho autor reconoce que estas paralarvas pueden pertenecer tanto a *D. gigas* como a *S. oualaniensis* debido a la insuficiencia de las descripciones disponibles para su identificación.

Yatsu (1999) encontró que las paralarvas de *D. gigas* se distribuyen más cerca de la costa que las de *S. oualaniensi*. Anónimo (1999) encontró paralarvas de omastréfidos en el Domo de Costa Rica y frente a Perú en octubre-noviembre de 1997. De un total de 1.019 paralarvas, 875 no se identificaron a nivel de especie, 68 pertenecieron *D. gigas* y otras 138 quedaron sin determinar entre esta especie, *O. bartrami* y *S. oualaniensis*. Las paralarvas no fueron abundantes frente a Perú, especialmente en el área del sur, y estuvieron distribuidas a mayores profundidades que aquellas colectadas en el Domo de Costa Rica, tal vez por presentar mayores fluctuaciones en la temperatura superficial.

Para el Golfo de California García-Pámanes y Tripp-Quezada (1979) informaron el hallazgo de 108 rynchoteuthion (1-4 mm LM) en agosto en la boca del golfo, coincidiendo con las descritas por Okutani y McGowan (1969), y describiendo hasta tres estadios de desarrollo anteriores (1-1.8 mm LM). En base al patrón de distribución de las paralarvas, estos autores concluyen que son transportadas por aguas oceánicas que penetran al golfo.

Recientemente se ha identificado las paralarvas colectadas al norte de la Cuenca de Guaymas, en el Golfo de California, como pertenecientes a *Dosidicus gigas* gracias métodos de genética molecular (Gilly *et al.*, en prensa). Esta técnica permite evitar identificaciones erróneas y demuestra definitivamente que la jibia desova dentro del golfo.

La presencia de machos y hembras en proceso de maduración (no maduros) sugiere que el Golfo de California es un área de alimentación (Markaida y Sosa-Nihizki, 2002). Las surgencias alternatidas proveen de alimento y los altos valores de reproducción ocurrirían en sectores oceánicos de mar abierto.

Argüelles *et al.* (2001) indican con datos de la pesquería de jibia en Perú que la proporción de individuos maduros es baja en otoño e invierno, ocurriendo lo contrario en primavera y verano. Para el período 1991 a 1995 se ha estimado que en Perú la talla media de

madurez en hembras ocurre entre 240 y 320 mm de LDM, con el máximo desove de octubre a enero y un desove secundario en julio-agosto (Tafur *et al.*, 2001). La mayor parte del desove en la zona del Perú ocurre en el área norte del área de distribución, entre los 3° y 8° de latitud sur y un segundo foco entre los 12° y 17°. Este desove se lleva a cabo sobre el borde de la plataforma continental y zona oceánica adyacente y los de mas al sur se relacionan con las pendientes de las montañas submarinas de Nazca.

B.2) Biología reproductiva

Los cefalópodos son organismos dioicos, esto es, con sexos separados (Mangold, 1987). En el calamar gigante ocurre algún dimorfismo sexual. La hembra es siempre mayor que el macho, aunque el dimorfismo en la talla no es tan exagerado (Nesis, 1971, Nigmatullin *et al.*, en prensa). Además, el manto de los machos es cilíndrico, mientras en las hembras el manto se extiende ligeramente en su parte media cuando los los oviductos se encuentran llenos; el manto de los machos es más duro y grueso respecto al de las hembras (Nesis, 1970) (Fig. 2). Sin embargo hay que recalcar que este dimorfismo es también poco aparente (Ochoa-Báez, 1982; Michel *et al.*, 1986).



Fig. 2. Hembra (izquierda) y macho (derecha) de calamar gigante *D. gigas* de 30-35 cm LDM capturados frente a Santa Rosalía en mayo de 1999.

El carácter externo más conspicuo en los machos de algunas especies de calamares es el brazo hectocotilizado (Mangold, 1987; Nesis, 1996). En el calamar gigante uno del par de los brazos ventrales está hectocotilizado (Sato, 1975; Nesis, 1970; Nesis, 1983; Nesis, 1996). El brazo hectocotilizado se caracteriza por la ausencia de ventosas en su tercio o mitad distal y presenta un canal zigzageante, el que ha sido profusamente descrito (Pfeffer, 1912; Nesis, 1970; Wormuth, 1976) debido a su valor taxonómico, aunque difiere poco de aquel de *Ommastrephes* y *Sthenoteuthis* (Nesis, 1970).

El apareamiento se realiza de cabeza a cabeza, de manera que el macho transfiere los espermatóforos a la membrana bucal de las hembras, donde se hallan entre 125 y 230 receptáculos seminales (espermatecas) (Nigmatullin *et al.*, 1999); pueden contarse decenas de espermatangios (sacos espermáticos) adheridos a la membrana bucal de la hembra copulada, la que se traga los espermatangios sobrantes y las cápsulas vacías de los espermatóforos. El espermatozoide se almacena viable por mucho tiempo en los receptáculos seminales, por lo que la cópula ocurre algún tiempo antes de la puesta. Las hembras en proceso de maduración por lo común ya se han apareado; incluso aquellas completamente inmaduras pueden llegar a copular (Nesis, 1970; Nesis, 1983, 1996; Koronkiewicz, 1988). El apareamiento en los Ommastrephidae es breve y probablemente no exista cortejo alguno (Nesis, 1996); en el calamar gigante el apareamiento no dura más de un minuto (Nigmatulin *et al.*, 2001; Gilly *et al.*, en prensa).

Proporción sexual

Las hembras de la jibia alcanzan tallas mayores y son más numerosas que los machos, como ocurre en otros Ommastrephidae, debido a que los machos viven menos, maduran antes y mueren tras la primera cópula a una edad menor (Nesis, 1970, 1983; Benites, 1985). El predominio de hembras sobre machos también se ha explicado por mayor mortalidad masculina (Sato, 1975; Marcial-Ramos, 1996) o por selección del arte de pesca debido a una segregación sexual por profundidad (Anónimo, 1999; Nigmatullin, en prep.).

Nesis (1970, 1983) observó que frente a Perú y Chile la razón sexual promedio de hembras a machos era de 2 : 1. Sin embargo, esta proporción varía entre muestras y con la

talla, declinando la proporción de machos a partir de los 30 cm LDM. Benites (1985) encontró proporciones sexuales de 7.7 : 1 a favor de las hembras frente a Perú. Rubio y Salazar (1992) muestrearon hembras de 15-47 cm LDM y machos de 17-45 cm LDM en noviembre y diciembre de 1989, encontrando que la proporción sexual fue 7.3 : 1 también a favor de las hembras. Castillo-Portugal (1997) halló en 1995 una proporción sexual de 3 hembras por cada macho. Marcial-Ramos (1996), desde septiembre 1995 a marzo 1996 encontró en la pesquería artesanal costera una proporción sexual favorable a las hembras de 3.2 : 1. Mariátegui *et al.* (1997a), en octubre-noviembre 1996, encontraron jibias de 23-40 cm LDM con proporciones sexuales de 6-7 : 1 a favor de las hembras. En julio-agosto de 1997 la razón entre sexos fue 3.6 : 1 a favor de las hembras LDM (Mariátegui *et al.*, 1998a).

Las hembras predominaron en las capturas (94%) durante 1984-86 en la ZEE de Nicaragua y aguas adyacentes probablemente debido a que los machos se distribuyen bajo la capa superficial de alcance de las poteras (0-20 m) (Nigmatullin, 1999).

Ramírez y Klett (1985) observaron en 1981 en la costa occidental del Golfo de California que la razón sexual fue entre 1.5 : 1 y 3 : 1 a favor de las hembras, y en la región sur del Golfo una relación de 1.82 : 1, siempre a favor de las hembras. Otros trabajos que reportan la proporción de sexos de jibia en el Golfo de California son los de García-Vázquez (1990), Leal-Ocampo (1994), Morán-Angulo (1990), Guerrero-Escobedo *et al.* (1992, 1995a), Guerrero-Escobedo *et al.* (1995b, 1996), Guerrero-Escobedo *et al.* (2002) y Hernández-Herrera *et al.* (1996). A inicios de la década del 2000 Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) hallaron una razón de sexos de 2.3 : 1 en el centro del Golfo de California, con variaciones mensuales de entre 4.9 : 1 a 1 : 1. En jibias inmaduras y madurando las hembras siempre predominaron con razones mayores a 5 : 1. Sin embargo, en jibias maduras la razón sexual (0.62 : 1) se invirtió a favor de los machos.

Época de desove de jibia en Perú

La época de desove se ha determinado por predominio de hembras maduras en la población. Nesis (1970, 1983) observó que frente a Perú y Chile la mayoría de las hembras habían copulado en octubre y noviembre, al norte de los 20°S. A juzgar por este hecho y la localidad

de las larvas más pequeñas, el desove ocurriría en la primavera y verano austral sobre la zona del talud continental (Nesis, 1970, 1983).

Nigmatullin *et al.* (1991) y Nigmatullin y Parfenjuk (1999) hallaron entre 1979 y 1984 calamares de los grupos de talla pequeño y mediano frente a Perú. El grupo mediano predominó en aguas de la ZEE peruana, desovando en octubre- diciembre, mientras que el grupo pequeño ocurrió en el área norteña, desovando en enero.

Frente a Perú, Benites y Valdivieso (1986) encontraron calamares gigantes de hasta 39 cm LDM y observaron hembras desovantes, pero no llegaron a identificar los meses de su mayor ocurrencia. Benites (1985) halló individuos de 14-35 cm LDM en 1983-1984, cuyas hembras <23 cm LDM estaban madurando y aquellas >27 cm LM ya eran maduras. Se observaron hembras maduras en todos los meses muestreados. Este autor concluye que el desove se produce durante todo el año y su magnitud estacional es desconocida.

Rubio y Salazar (1992) muestrearon hembras de 15-47 cm LM y machos de 17-45 cm LDM en noviembre y diciembre de 1989, con 41.8% de hembras y 90.1% de machos maduros, y 84% de hembras copuladas, indicativos de una intensa actividad sexual a fin del año.

Según IMARPE, en el período 1991-1995 el desove en aguas peruanas se extendió a lo largo del año, pero con un máximo de desove pronunciado en octubre-enero, sobre todo en noviembre, y un segundo máximo en julio y agosto (Tafur y Rabí, 1997; Yamashiro *et al.*, 1998). El pico reproductivo principal ocurre en invierno en los machos y en primavera en las hembras (Yamashiro *et al.*, 1998). Este hecho está también apoyado por las expediciones de JAMARC, que hallaron en octubre un máximo de ocurrencia de calamares maduros de ambos sexos en aguas dentro y fuera del Perú (Kuroiwa, 1998). Castillo-Portugal (1997) encontró en 1995 tallas promedio de madurez de 30 y 25 cm LDM para hembras y machos, respectivamente, y una época de desove extendida a todo el año en el norte de Perú (3°30' y 5°S), con mayores intensidades en invierno y primavera.

Marcial-Ramos (1996) señala que tallas de “primera” madurez son de 32.0 y 26.5 cm LDM para hembras y machos, respectivamente, con la época de desove ocurriendo en primavera (septiembre-noviembre), con un segundo desove de menor magnitud en marzo.

Otros estudios de madurez corresponde a Segura *et al.* (1996), Mariátegui *et al.* (1997a) y Ganoza *et al.* (1997).

En marzo-abril de 1997 las hembras <26 cm LDM estaban inmaduras, mientras que un tercio de aquellas entre 36-40 cm LM estaban maduras (Mariátegui *et al.*, 1997b). En julio-agosto de ese año el 43% de hembras y el 82% de machos se hallaban maduros, con un rango de talla de entre 16 y 54 cm LM (Mariátegui *et al.*, 1998a). Estos autores reportan la existencia de un pico reproductivo intenso en verano y otro en invierno entre 1991 y 1997. Entre octubre y diciembre de 1997 Mariátegui *et al.* (1998b) hallaron un rango de tallas de 19-57 cm LM, una proporción sexual de 4-5 : 1 para hembras y hembras maduras (41-61% del total), sobre todo en diciembre, así como un promedio del 51% de hembras copuladas, indicando actividad reproductora de la especie al final de la primavera. Anónimo (1999) observó, en octubre-noviembre de 1997, dos grupos de tallas a la madurez en calamares de 16-54 cm LM y una mayoría de machos maduros.

Tafur *et al.* (2001) informan que las hembras de jibia en Perú presentan la talla media de madurez entre 240 a 320 mm de LDM, con el máximo período de desove en octubre-enero y uno secundario en julio -agosto (Tafur *et al.*, 2001).

Época de desove de jibia en Centroamérica

Koronkiewicz (1988) observó fuera de la ZEE de Centroamérica que las hembras de jibia dominaron en las capturas (71-100%) y se hallaban por lo común inmaduras, a excepción de bajos porcentajes de hembras maduras (16-22.2%) en el sector sur, aunque la mayoría ya había copulado (7.1% de las inmaduras y hasta el 95.6% del resto). Nigmatullin (1999) comenta que en 1984-86, en la ZEE de Nicaragua y aguas adyacentes, el desove de jibia ocurre durante todo el año, con máximos en enero-marzo sobre el talud continental y aguas oceánicas adyacentes. Mariátegui *et al.* (1997), en octubre-noviembre de 1996, hallaron calamares (15-48 cm LDM) con altas proporciones de desovantes hembras (>75%) y machos (>89%) y alta frecuencia de hembras copuladas (>82%) en aguas internacionales frente a Centroamérica. En el Domo de Costa Rica, Anónimo (1999) halló calamares de 16-46 cm LDM con predominancia de hembras, hembras copuladas >30 cm LM y maduras >35 cm LM, y mayor abundancia de hembras maduras al sur del área.

Época de desove de jibia en la Corriente de California

Sato (1975, 1976) concluye, a partir de las altas tasas de cópula en hembras de jibia en aguas cercanas a Baja California, que esta área podría ser de desove y que el período de reproductivao es antes de octubre. Nesis (1983) comenta que, al igual que en el Hemisferio Sur, el calamar gigante del Hemisferio Norte y la zona ecuatorial probablemente desova también en otoño-invierno cerca del talud continental. Sánchez-Juárez (1991a) observaron hembras maduras en el área de bahía Magdalena en diciembre 1989 – febrero, 1990 y calamares menores a 30 cm LDM en junio-julio 1990, concluyendo que ésta es un área de reproducción en invierno. Leal-Ocampo (1994) encontró que la mayoría de las hembras se encontraban en marzo-mayo de 1991 y junio de 1992, e inmaduras en septiembre y noviembre de 1991. Entre los machos los ejemplares maduros dominaron en todos los meses.

Época de desove de jibia en el Golfo de California

Klett-Traulsen (1981) y Klett (1982) encuentra calamares maduros en la costa oriental del Golfo de California en el invierno tardío, y establece que la temporada reproductiva de la jibia ocurre desde marzo a noviembre en la costa occidental, con un máximo en junio-julio y desoves secundarios en la primavera temprana y el otoño tardío.

Ehrhardt *et al.* (1983a,b, 1986) concluyen que el ciclo reproductivo no está periódicamente establecido y varía con las condiciones oceanográficas, encontrando hembras maduras casi todo el año 1980 e identificando tres máximos reproductivos; el más importante ocurre en diciembre-enero en el noroeste cerca de Guaymas y a lo largo del talud continental de la costa occidental de Baja California (según Sato, 1976 y observaciones de los autores). Este evento reproductivo genera los individuos que se reclutan a la pesquería en marzo-abril y la sustentan hasta septiembre. Los otros dos picos reproductivos ocurren en mayo-junio y en septiembre, cerca de Santa Rosalía, y se reclutan a la pesquería en septiembre y enero-febrero, respectivamente (Ehrhardt *et al.*, 1983a,b, 1986).

En 1981, cuando este período de pesca terminó, Ramírez y Klett (1985) observaron una talla menor de jibia (25-30 cm LDM) desde mayo a septiembre, econtrando que en la costa occidental del Golfo las hembras desovantes dominaron en mayo-julio; la mitad de las

hembras maduraban a los 30 cm LDM. En la región sur del Golfo de California el 90% de las hembras median entre 26 y 33 cm LDM.

En el siguiente período de pesca, en 1989-90, Morán-Angulo (1990) halló que el promedio de tallas en la costa occidental del Golfo de California era de 50-70 cm LM, con un mínimo de 32 cm LM en marzo-abril frente a Loreto. Para la misma área en 1991, Guerrero-Escobedo *et al.* (1992, 1995a) hallaron LMs de 30-75 cm mayoritariamente. Las hembras madurando y casi maduras predominaron desde abril a junio y en agosto-septiembre, mientras que las hembras maduras estaban casi ausentes. Otros trabajos son los de Guerrero-Escobedo *et al.* (1995b, 1996), Guerrero-Escobedo *et al.* (2002) y Hernández-Herrera *et al.* (1996). Posteriormente, Markaida y Sosa-Nishizaki (2001) hallaron predominancia de hembras inmaduras entre 1995 y 1997 en el centro del Golfo de California, concluyendo que el periodo reproductivo se extiende a lo largo de todo el año, probablemente fuera de las áreas de pesca de Santa Rosalía y Guaymas. Las fechas de nacimiento estimadas mediante el análisis de incrementos en estatolitos tampoco permitió determinar una época de desove en particular (Markaida *et al.*, 2004).

Fecundidad de la hembra de jibia

Dada la radiación adaptativa que presenta la familia Ommastrephidae y su importancia ecológica en los océanos, sus estrategias reproductivas son objeto apropiado para el análisis de las implicaciones ecológicas que conllevan (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994). Desde el punto de vista del manejo pesquero, las diferencias en el comportamiento desovante y la creación de masas de huevos son de considerable importancia (Boyle, 1990). La información sobre distribución de tallas y número de ovocitos en el ovario, y el número y tamaño de huevos en los oviductos son esenciales para entender la estrategia reproductiva en calamares (Laptikhovsky y Nigmatullin, 1992, 1993, 1999; Nigmatullin y Laptikhovsky, 1992, 1999).

Nesis (1970, 1983) describió los huevos de hembras del calamar gigante. Los ovocitos inmaduros son opacos, blancos, y de forma irregular multiangular, mientras que los huevos maduros son ovales, transparentes y de color amarillo ámbar. Los ovocitos varían en tamaño desde 0.1 a 1 mm, siendo los huevos maduros de 0.9 a 1.1 mm de diámetro máximo, con peso

promedio de 0.57 mg. Yatsu *et al.* (1999a, 1999b) describieron los huevos como ovalados y de 0.9×1.3 mm de tamaño.

Nesis (1970, 1983) estimó la fecundidad para el calamar gigante, reportando cifras de 100.000 a 600.000 ovocitos (máximo de 650.000), teniendo en cuenta sólo los ovocitos vitelados del ovario y los huevos maduros de los oviductos de ~1 mm en hembras de 35 a 56 cm LDM de Perú y Chile; la maduración de los ovocitos al parecer no es simultánea y por ello estas cifras de fecundidad deben estar subestimadas. La mayor parte de los huevos se encuentran en los oviductos y aparentemente la descarga de éstos es simultánea (Nesis, 1970, 1986).

Sin embargo, esta estimación de fecundidad apareció erróneamente como de 1.000.000 a más de 6.000.000 de huevos en el texto de 1970, tanto en el original ruso (Chingis Nigmatullin, com. pers.) como en su traducción al inglés (Nesis, 1970; p. 114), siendo correctas las cifras que se reportan en la tabla y el resumen del trabajo. Posteriormente, Ehrhardt *et al.* (1983b, 1986) citaron, de manera además no muy clara, a Nesis (1970), reportando esta cifra errónea. Debido a esto, en revisiones posteriores sobre fecundidad de cefalópodos (Voss, 1983; Mangold, 1987, 1989; Boyle, 1990) se reporta la cifra de uno a más de seis millones de huevos como estimación de fecundidad del calamar gigante por parte de Ehrhardt *et al.* (1983b) para el Golfo de California, contribuyendo a difundir el error tanto en la cifra estimada como en su fuente original. El caso más notorio es Mangold (1987), quien reporta tanto la estimación original y verdadera de Nesis (1970) (100.000-650.000), como la de Ehrhardt *et al.* (1983b) (1 a 6 millones).

Los cefalópodos fueron generalmente considerados organismos semélparos (con un solo desove, como los salmones), incluyendo los omastréfidos, en los cuales el desove se creía que se realizaba en cuestión de horas (Mangold, 1983). Nesis (1983) sugirió que el calamar gigante muere tras desovar una vez. Young y Hixon (citados en Mangold, 1983) fueron los primeros en sugerir un desove intermitente en *Sthenoteuthis oualaniensis*; posteriormente, Harman *et al.* (1989) observaron en esta especie evidencias como maduración continua de los huevos con crecimiento somático significativo en hembras maduras.

Nigmatullin y Laptikhovsky (1994) consideran desoves intermitentes en todos los Ommastrephidae y definen dos estrategias reproductivas en la familia, a saber:

1. Estrategia nerítica, tipo *Illex*. Desoves de tipo descendente, en los cuales el calamar cesa de alimentarse poco antes de la puesta, y va degenerando físicamente conforme se dan las puestas intermitentes, las cuales son consecutivamente menores en tamaño. El desove ocurre cerca del fondo sobre la plataforma o talud continental. Esta estrategia es típica de las subfamilias Illicinae, Todaropsinae y Todarodinae (Laptikhovsky y Nigmatullin, 1993; Nigmatullin y Laptikhovsky, 1999).
2. Estrategia oceánica, tipo *Sthenoteuthis*. La hembra continúa alimentándose durante el período reproductivo, persistiendo el crecimiento somático (Harman *et al.*, 1989). Las puestas consecutivas son de magnitud semejante, sin conexión con el fondo, supuestamente en el ámbito epipelágico. Esta estrategia se da en los calamares Ornithoteuthinae y Ommastrephinae.

Estos dos grupos de omastréfidos reflejan la transición desde los biotopos de plataforma y talud continental en las primitivas subfamilias a los ecosistemas oceánicos epipelágicos en los más evolucionados Ornithoteuthinae y Ommastrephinae. Hay dos tendencias evolutivas dentro de la evolución de la familia Ommastrephidae: hacia la estrategia *K* (Todaropsinae, especialmente algunos Todarodinae) y hacia la estrategia *r* (Ornithoteuthinae y Ommastrephinae), con un aumento de la fecundidad y retención del primitivo (*Illex*) tamaño pequeño de los huevos (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994, 1999). El calamar gigante, perteneciendo a los omastréfidos oceánicos, pero reteniendo caracteres nerito-oceánicos, presenta rasgos intermedios entre ambos grupos, como fecundidad de 300.000 oocitos (15 cm LDM) a 13 millones de huevos (70 cm LDM), fecundidad relativa moderada (1.500-3.500 huevos/g de peso corporal) y una proporción de ovocitos vitelados en el ovario mayor al 10% (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994).

Nigmatullin *et al.* (1999) reportan distribución unimodal de ovocitos ováricos con predominancia (>85-90%) de ovocitos protoplasmáticos de 0.1-0.2 mm de diámetro. La máxima proporción de ovocitos vitelados es 23%. Los huevos son rosados o color frambuesa, con diámetros de 0.78-1.07 mm y pesos de 0.22-0.47 mg. El máximo número de oocitos en los oviductos se incrementa entre los 10.000 de una hembra de 15 cm LDM, a 300.000 en otra de 35 cm LDM, y un millón en hembras mayores a 50 cm LDM. La fecundidad potencial se estima entre 300.000 y 32.500.000, pero varía por un factor de 3 a 7 entre hembras de la

misma talla y el mismo grupo. La cifra máxima es la mayor reportada para cualquier cefalópodo. La hembra desova no menos de la mitad de su fecundidad potencial. Asumiendo una duración del período de maduración y madurez de 3-4 meses, la producción diaria de huevos se estima en 8-10 huevos/g (0.25-0.5% peso corporal).

Los huevos del calamar gigante no han sido encontrados en el mar (Nesis, 1983). Tafur y Rabí (1997) observaron desoves incidentales en ejemplares de jibia cautiverio, tratándose probablemente de huevos no fertilizados expulsados como una estrategia defensiva. En la familia Ommastrephidae se han descrito las masas de huevos de especies de *Illex*, *Todarodes* y *Sthenoteuthis*, todas ellas obtenidas en acuario; tan sólo las de *S. pteropus* fueron colectadas en el mar (ver revisión en Nesis, 1996). En *Illex illecebrosus* la masa de huevos es como un balón de gelatina ligera pero firme (su consistencia hace imposible colectarlas con una red), de flotabilidad neutra en su medio (O'Dor y Balch, 1985); estos autores suponen que la puesta es epipelágica y que la masa de huevos se hunde hasta mantenerse flotando en la picnoclina. Otros autores (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994; Nesis, 1996), sin embargo, opinan que la puesta en las subfamilias Illicinae, Todaropsinae y Todarodinae ha de ocurrir cerca del fondo de la plataforma y talud continentales. En la subfamilia Ommastrephinae, sin embargo, se cree que han de ser epipelágicos (Nesis, 1996), y en el caso del calamar gigante deben darse tanto en el ámbito oceánico de las corrientes de California y Perú (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994; Nigmatullin *et al.*, en prensa) como sobre el talud continental (Nesis, 1970, 1983).

En los calamares de la subfamilia Ommastrephinae las puestas son intermitentes y multiporcionales, durando hasta varios meses. Estos calamares continúan alimentándose entre puestas, presentando crecimiento somático; se mantienen musculosos casi hasta el momento de la muerte postpuesta y probablemente se hunden tras morir (Harman *et al.*, 1989; Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994; Nesis, 1996). Las observaciones sobre ejemplares desovados de esta subfamilia son raras. Baral (1967a, b) observó agregaciones de miles de calamares gigantes (55-80 cm LDM) inactivos en la superficie frente a Valparaíso. Se cree que se trataba de calamares desovados por la similitud con agregaciones semejantes de *Sthenoteuthis pteropus* desovados observadas en el Atlántico tropical (Nigmatullin, en prep.).

Fecundidad del macho de jibia

El esperma en cefalópodos se almacena en espermatóforos. Nesis (1970) describió los espermatóforos de la jibia. El número y longitud de ellos aumenta con el crecimiento: 300 espermatóforos (promedio de 27.5 mm de longitud) en un macho de 24 cm LDM, hasta 1200 (promedio de 35 mm) en otro macho de 40 cm LDM, mientras que su longitud relativa decrece desde 11.5% de LDM hasta 9%.

Nigmatullin *et al.* (1999) reportan que los espermatóforos del calamar gigante pesan entre 10 y 17 mg, y miden entre 17-19 cm en individuos de 14-16 cm LDM (11-13% LDM), y 30-32 cm en calamares de 36-40 cm LDM (6.9-10%). Durante la espermatogénesis, tanto la longitud de los nuevos espermatóforos (2-3% LDM) como su reservorio seminal (5-7% del espermatóforo) aumentan de tamaño. Los machos menores a 25-30 cm LDM producen 500-800 espermatóforos, mientras aquellos de 31-40 cm LDM producen 1.000-1.500 espermatóforos.

Nigmatullin y Sabirov (2003) hallaron que en los omastréfidos la longitud del espermatóforo se correlaciona positivamente con la LDM y negativamente con la longitud relativa a él (%LM). El número máximo de espermatóforos se da entre los omastréfidos más grandes y varía en torno a 1.000-2.500. En los grandes Ommastrephinae (*Dosidicus*, *Ommastrephes* y *Sthenoteuthis*) se da un crecimiento alométricamente positivo del complejo espermatofórico a lo largo de su vida, con un máximo en el período de espermatogénesis activa. El tamaño de los espermatóforos y el volumen del reservorio seminal también aumentan con el tamaño del individuo. El número de espermatóforos, sin embargo, no varía significativamente con la LDM (Nigmatullin y Sabirov, 2003).

Madurez

Los cefalópodos son animales de biología muy plástica y la madurez se puede dar en un amplio rango de tallas (Mangold, 1983). Nesis (1970) estableció una primera clasificación de los tamaños a la madurez de la jibia como pequeños (20-33 cm LDM), medianos (34-45 cm LDM) y grandes (>46 cm LDM). Frente a Perú y Chile los individuos mayores eran más frecuentes hacia el sur. Este autor posteriormente estableció la siguiente una clasificación de

acuerdo a talla de madurez y distribución geográfica, a saber: (i) talla pequeña de madurez temprana ocurre en la zona ecuatorial y Corriente de California (15-18 cm LDM en machos y 20-27 cm LDM en hembras); (ii) mediana de madurez tardía ocurre en la zona oceánica de la Corriente de Perú (20-24 cm LDM en machos y 29-60 cm LDM en hembras); y (iii) talla grande de madurez muy tardía sobre la fosa de Perú-Chile (machos y hembras inmaduros a 39-48 cm LDM y 39-59 cm LDM, respectivamente) (Nesis, 1983). De acuerdo con este autor, la diferencia entre las poblaciones de los dos últimos grupos pudiera deberse al efecto de las bajas temperaturas sobre el proceso de madurez.

Sato (1975, 1976) describe cuatro o cinco grupos distintos de calamar gigante alrededor de la península de Baja California, a saber: dos grupos de tamaño grande, 30-40 cm LDM; dos medianos, de 20-29 cm LDM; y uno pequeño con hembras copulando entre los 16-20 cm LDM. En general, los machos de todos los grupos estaban maduros (a excepción de algunos en el grupo de menor talla), y las hembras comenzaban a copular entre los 16-21 cm, y todas las mayores a 20-25 cm LDM habían copulado. Los cinco grupos podrían pertenecer a distintas subpoblaciones con temporadas de desove y hábitats específicos, siendo su maduración diferencial consecuencia de distintas condiciones oceanográficas en sus hábitats.

Koronkiewicz (1988) distingue fuera de la ZEE de Centroamérica 3 subpoblaciones de tallas a la madurez (estadio 5): 26.4 y 26.8 cm LDM; 48.5 y 51.5 cm LDM; y 69.2 y 64.1 cm LDM para hembras y machos, respectivamente.

Nigmatullin *et al.* (1991, 1999 y 2001) establecen la siguiente clasificación más clara para las tallas de madurez del calamar gigante: talla pequeña (machos 13 – 26 cm LDM, hembras 16 – 34 cm LDM); mediana (24 – 42 cm LDM y 28 – 60 cm LDM); y grande (> 40 – 50 cm LDM y desde 55 – 65 a 100 cm LDM, respectivamente). La talla pequeña habita predominantemente aguas cercanas al ecuador, la talla mediana parece ser la más común y se encuentra en todo el rango de distribución de la especie (excepto en altas latitudes), y la forma grande habita los extremos del rango de distribución (latitudes mayores a 10-15°), como el Golfo de California y la Corriente de California en el Hemisferio Norte, y la Corriente del Perú en el Hemisferio Sur. Las formas gigantes pueden alcanzar el ecuador gracias a intrusiones de corrientes costeras frías, principalmente ramas de la corriente de Perú.

La talla de madurez pequeña, registrada por Wormuth (1976), no se ha reportado posteriormente en el Golfo de California.

Los calamares frente a Nicaragua maduran a 20-27 cm LDM y los machos a los 15-18 cm LDM (Nesis, 1983). Nigmatullin (1999) comenta que el grupo menor ocurre dentro de la ZEE de Nicaragua durante todo el año, mientras que los grupos mediano y grande ocurren en aguas oceánicas.

Sin embargo, no se ha tratado de discriminar estos grupos de tallas de madurez en estudios de reproducción del calamar gigante, llegando a la errónea conclusión de establecer una talla de primera madurez (Tafur y Rabí, 1997; Hernández-Herrera *et al.*, 1996, Clarke y Paliza, 2000). Tafur y Rabí (1997) llegan a sugerir puestas múltiples en un amplio intervalo de tallas (hasta los 70 cm LDM). Hernández-Herrera *et al.* (1996), incluso, concluyen que los machos maduran a tallas mayores a las de las hembras.

La talla a la madurez y, por ende, la definición y aparición de estos grupos de madurez parecen ser consecuencia de factores oceanográficos. La pesquería de jibia se sostiene básicamente por el grupo de madurez grande en el Golfo de California desde 1995 (hembras madurando a los 75 cm MDL y machos a los 53-67 cm MDL) (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001; Markaida *et al.*, 2005; Díaz-Uribe *et al.*, 2006). Sin embargo, este grupo desapareció durante El Niño 1997-1998 y fue reemplazado por un grupo de madurez mediano (<45 cm LM) durante 1999 (Markaida a, en prensa).

Las condiciones de El Niño resultan en efectos diferentes sobre la abundancia y estructura poblacional de jibia a lo largo del Océano Pacífico Oriental. En efecto, El Niño de 1992 hizo que aumentara la disponibilidad de jibia de gran tamaño frente a la costa occidental de Baja California (Hammann *et al.*, 1995; Klett-Traulsen, 1996). También se encontró jibia del grupo grande en el suroeste de Baja durante El Niño de 1998 (Morales-Bojórquez *et al.*, 2001). En el Domo de Costa Rica las condiciones oceanográficas desarrolladas durante El Niño 1997-1998 favorecieron la abundancia y capturas de jibia de mediano tamaño (<40 cm ML) (Ichii *et al.*, 2001).

Frente a Perú, durante eventos de El Niño la jibia de tamaño grande decrece en abundancia mientras que aquellas de pequeño y mediano tamaño son más comunes

(Nigmatullin *et al.*, 2001). El evento frío de La Niña 1996 causó que la jibia migrara a aguas más cálidas (Taípe *et al.*, 2001). Anderson y Rodhouse (2001) proponen que los eventos cálidos favorecen la retención de huevos y paralarvas de jibia frente a Perú, incrementando la densidad y capturas de jibia en la región

La jibia recluta en Perú a la zona de la pesquería en primavera y verano cuanto la temperatura es aceptable para la maduración sexual y también para el rápida maduración de los ejemplares más pequeños (Argüelles *et al.*, 2001). En las capturas de otoño e invierno se presentaron bajas proporciones de individuos maduros de jibia en Perú, ocurriendo lo contrario en primavera y verano. Esto conduce a suponer que la jibia se alimenta en la zona de la pesquería y desova en el océano abierto, siendo categorizada como desovante oceánico.

Markaida *et al.* (2004) indican que los ejemplares individuos más grandes de jibia hembras maduran a los 12 meses (73 cm LDM promedio) y los machos a los 10 meses (60 cm LDM promedio); hembras y machos de grupos de tallas medios maduraron a los 7 meses con tamaños individuales promedio de 37 y 34 cm de LDM, respectivamente.

Entre 1995 y 1997 en Santa Rosalia y Guaymas, dos áreas de surgencia estacional alternada en el centro del Golfo de California, la pesquería artesanal de jibia estaba sustentada principalmente por individuos grandes (hembras madurando a los 75 cm de LDM y machos a los 53 y 67 cm de LDM). Se detectó un grupo de tallas medias de maduración de 40 cm LDM en hebras y 33 cm de LDM en machos (Markaida y Sosa-Nihizki, 2002). La presencia de machos y hembras en proceso de maduración sugiere que el Golfo de Californisa es un área de alimentación (Markaida y Sosa-Nihizki, 2002). Las surgencias alternativas proveen de alimento y los altos valores de reproducción ocurrirían en el océano abierto debido a que en la zona de estudio no se encontraron estados maduros en alta proporción.

B.3) Crecimiento corporal

Desarrollo de huevos y crecimiento de larvas: modelos.

El desarrollo de los huevos se ha observado tras inducir la fertilización artificial de hembras maduras cautivas de jibia (Yatsu *et al.*, 1999a,b). Tras la fertilización los huevos cambian de forma oval (1.3 mm × 0.9 mm) a esférica y se expande el corion. Entre el cuarto y

quinto día se observan los brazos, ojos y el pigmento del manto. Al sexto día los embriones rotan en el espacio perivitelino. El tamaño de los huevos se duplica.

Las paralarvas se mantuvieron vivas por hasta 10 días y medían entre 0.9 y 1.8 mm LDM. La LDM promedio aumentó con la edad, aunque hubo gran variabilidad individual en su crecimiento. Se ajustó un modelo lineal $LDM = 0.34x + 1.1429$ para edades (x) entre 0 y 7 días. No se observaron incrementos de crecimiento en sus estatolitos (Yatsu, 2000; Yatsu *et al.*, 1999a,b).

Crecimiento de juveniles y adultos: modelos de crecimiento y métodos de determinación de la edad.

El calamar gigante *D. gigas* es el omastréfido más grande y también el de mayores dimensiones de cuantos se pescan comercialmente (Okutani, 1998). Su tamaño se ha exagerado en la literatura (Nesis, 1983; Clarke y Paliza, 2000). Por ejemplo, Lane (1960) reporta dimensiones de 12 pies (3.7 m) de longitud total (LT) y hasta 300 lb (135 kg) de peso; tallas muy semejantes se reportan en Clarke (1966), Voss y Sisson (1967) y Straus (1977).

Las dimensiones máximas registradas en jibias calamares capturadas fueron 113 libras castellanas (54 kg) (Molina, 1788); 9 pies (2.7 m) de LT, y más 100 lb (45 kg) de peso (Duncan, 1941); 93 cm LDM (Baral, 1967a); 106 cm LDM y 31 kg (Shevtsov, 1970); 93 cm LDM y 35.2 kg (García-Tello, 1965); 103 cm LDM (Fernández y Vásquez, 1995); 110 cm (Argüelles-Torres, 1996; Yamashiro *et al.*, 1998), todos ellos capturados en la corriente de Perú-Chile.

Nesis (1970) estimó tallas de más de un metro LDM y 50 kg de peso a partir de las longitudes rostrales (30 mm o más) de picos de calamar gigante colectados en el lecho submarino con redes arrastreras Sigsbee. Clarke *et al.* (1976) estimaron también un peso máximo de 50 kg a partir del pico más grande de calamar gigante (32 mm de longitud rostral inferior) encontrado en el contenido estomacal de cachalotes capturados frente a Perú y Chile.

Los calamares más grandes medidos provenían del contenido estomacal de los cachalotes

capturados en las costas peruanas. Clarke y Paliza (2000) reportan tallas máximas de 1.2 m LDM, 2.06 m de longitud estandar (LE, medida desde la punta del manto hasta la punta del brazo más largo, sin incluir los tentáculos) y 58 kg de peso. Vinatea (1965, en Clarke y Paliza, 2000) analizó un calamar gigante de 2.2 m LE y 65 kg. Los cachalotes pueden capturar e ingerir calamares mucho mayores (género *Architeuthis*), por lo que es razonable asumir que éstas sean las dimensiones máximas reales para el calamar gigante (Clarke y Paliza, 2000).

Hernández-Herrera *et al.* (1996) reportan que 152 cm el mayor tamaño registrado en el Golfo de California, aunque muy probablemente se refieran a la longitud estandar. El calamar más grande hallado en este estudio fue una hembra madura de 87.5 cm LDM y 23.175 kg capturada frente a Santa Rosalía el 10 de agosto de 1996.

Crecimiento de la jibia estimado mediante métodos indirectos

Tradicionalmente los estudios de crecimiento en calamares se han estado realizando por medio del análisis de la distribución de frecuencias de tallas (Voss, 1983), y el calamar gigante no ha sido una excepción. Nesis (1970, 1983) fue el primero en asignar edad al calamar gigante en aguas de Sudamérica. Discriminó tres grupos de talla mediante análisis de frecuencia de LDM en papel de probabilidad, y atribuyó un año de edad a los calamares de 20-35 cm LDM y dos años a los de 30-50 cm LDM, con tasas de crecimiento mensuales promedio de 2.0-2.5 cm y 1.0-1.2 cm LDM, respectivamente. Los calamares >45-50 cm LDM tendrían tres, cuatro o hasta más años de edad, con tasas de crecimiento desconocidas. Sato (1976) estimó que el calamar gigante que el observó en aguas mexicanas alcanzaría tallas de 50 cm LDM y 3 kg de peso al año de edad.

En un primer trabajo, Ehrhardt *et al.* (1982a), mediante análisis de distribución de frecuencias, discriminaron cuatro cohortes (enero a septiembre 1980) en el Golfo de California. Las tasas de crecimiento varían en cada cohorte y van desde 7.3-11 cm/mes, en los primeros tres meses de vida, a 2-2.5 cm/mes en edades de 9-11 meses. La longevidad máxima no es mayor a los 20-24 meses. Estas altas tasas de crecimiento se deben a las altas temperaturas y

disponibilidad de alimento en el Golfo de California casi durante todo el año. Posteriormente, Ehrhardt *et al.* (1983b) discriminan cinco cohortes con tasas de crecimiento que varían desde 5-9 cm/mes, en los primeros meses, hasta 1-2 y 5 cm/mes a los 7-10 meses. La longevidad máxima se reduce en este estudio a 16-20 meses. Con el método de Taylor, Ehrhardt *et al.* (1983b) estiman longevidades de 22 a 37 meses. En su última revisión, Ehrhardt *et al.* (1986) reportan entre 14.5-19 meses de longevidad. Pauly (1985) utiliza los datos de Ehrhardt *et al.* (1983b) para estimar parámetros de crecimiento (Tabla 2).

Benites (1985) estima crecimientos de 3 a 7 cm LDM (septiembre-octubre 1983) para cuatro cohortes de 14 a 29 cm LDM observadas frente a Perú. Tomando como referencia el trabajo de Ehrhardt *et al.* (1983b), Benites (1985) estima tallas de 60 cm LDM al año de edad. Argüelles-Torres (1996) observa uno o dos grupos modales anuales entre 1991 y 1994, a excepción de 1992 e inicios de 1993, en los que se registraron ejemplares grandes (hasta 95-105 cm LDM), conformando varios grupos modales. Mediante el análisis de las tallas modales este autor discrimina dos cohortes anuales en las costas de Perú entre 1991 y 1994. El calamar alcanza tallas de entre 41-53 cm LDM al año de edad (con tasas de crecimiento de 3.9 cm/mes), y de 64-80 cm LDM al segundo año de edad (2.1 cm/mes). Castillo-Portugal (1997) analizó las capturas de calamar gigante en Perú durante 1995 calculando los parámetros de crecimiento por medio del programa ELEFAN, estimando que al año de edad la LDM promedio de machos es 53 cm y las hembras y las hembras de 49 cm LDM. Las tasas de crecimiento mensual más altas (5.4 cm/mes) se alcanzan durante los tres primeros meses para luego decrecer. Los machos crecen más rápido que las hembras, aunque sus tallas máximas son menores.

Solís-Nava y García-Badillo (1996) identificaron 5 cohortes presentes en la temporada, y estimaron el crecimiento en las tres cohortes presentes desde noviembre 1995 a mayo 1996. Las curvas ajustadas se proyectan por dos años a LDM asintóticas de 91-97 cm. Hernández-Herrera *et al.* (1998) analizaron la distribución de frecuencias de LDM del calamar gigante desembarcado en el puerto de Guaymas, Golfo de California, entre noviembre 1995 y 1996; ellos observaron una sola cohorte que se recluta en mayo, a una edad estimada de 6 meses y tallas de 24-50 cm LDM, postulando que la jibia vive más de dos años, a una LDM asintótica de 87 cm.

Tabla 2. Parámetros de las ecuaciones von Bertalanffy aplicadas por varios autores para describir el crecimiento de la jibia mediante análisis de distribución de frecuencias de tallas. $L_t [P_t] = L_{\infty} [P_{\infty}] * (1 - e^{(-K*(t-t_0)})}$

Fuente	L_{∞} LM, cm	P_{∞} kg	K (anual)	Rango LM, cm	N	Comentarios
<i>Golfo de California</i>						
Ehrhardt <i>et al.</i> (1982a)	35-77		0.15-0.42	17-77	3,611	4 cohortes K mensuales
Ehrhardt <i>et al.</i> (1983 a,b)	91-152		0.12-0.05			3 cohortes ¹ K mensuales
Pauly (1985)	96	22	1.2			Ehrhardt <i>et al.</i> (1983b)
Solis-Nava García-Badillo (1996)	91-97		0.15-0.163			3 cohortes K mensuales
Hernández-Herrera <i>et al.</i> (1998)	87	13	0.8	24.3-86	1,934	P_{∞} , Peso manto
<i>Perú</i>						
Argüelles-Torres (1996)	90-140		0.39-0.80	11-110		3 años, 2 cohortes, 2 métodos
Castillo-Portugal (1997)	100 85		0.750 0.850	13.5-61.5 13.5-58.5	909,225 314,970	Hembras Machos

¹Estos autores reportan además otras dos cohortes cuya relación LM-edad es lineal.

Clarke y Paliza (2000) utilizan las tasas de crecimiento calculadas por Masuda *et al.* (1998) (6.6 cm/mes para machos y 7.6 cm/mes para hembras) y las aplican al estudio de distribución de tallas de la pesquería de calamar gigante en Perú en 1989-92; ellos proponen dos ciclos de vida asumiendo iteroparidad en el calamar gigante, lo que simplificaría una estructura poblacional de semélparos con distintas tallas madurez. En el primer ciclo los calamares nacidos en diciembre desovarían por primera vez en mayo siguiente (machos a los 33 cm

LDM, hembras a los 38 cm LDM), y por segunda vez al año en diciembre (machos a los 79 cm LDM, hembras a los 91 cm). En el otro ciclo, los calamares nacidos en mayo desovarían en diciembre siguiente (a los 46 y 53 cm LDM para machos y hembras, respectivamente), y por segunda vez durante mayo al año siguiente (a las mismas tallas que los del primer ciclo). La máxima longevidad para machos sería de 15 meses a los 100 cm LDM y para hembras de 16 meses, a los 120 cm LDM.

Sin embargo la aplicación del análisis modal para el estudio de edad y crecimiento en calamares ha sido ampliamente criticada (Arkhipkin, 1991; Caddy 1991; Hatfield y Rodhouse, 1994; Jackson, 1994; Yatsu *et al.*, 1997). Entre los inconvenientes más importantes están: etapa reproductiva extendida a la mayor parte del año, poblaciones constituidas por individuos de distintas generaciones en la misma área reproductiva o reemplazamiento gradual de generaciones en las áreas de alimentación, especie altamente migratorias y crecimiento individual muy variable (Arkhipkin, 1991; Caddy, 1991; Jackson, 1994; Jackson y Choat, 1992).

Edad y crecimiento de jibia por medio de lectura de incrementos de estatolitos

El descubrimiento de incrementos del carácter supuestamente diario en los estatolitos llevó a la consiguiente proliferación de estudios de edad y crecimiento en muchas especies de calamares comerciales (ver Tabla 2 en Jackson, 1994). En ellos y como regla general se concluyó que los calamares ommastrephidos viven menos o cerca de un año (Rodhouse y Hatfield, 1990; Jackson 1994), incluyendo los grandes ommastrephidos oceánicos, familia Ommastrephinae: *Ommastrephes bartrami* (Yatsu *et al.*, 1997), *Sthenoteuthis oualaniensis* (Arkhipkin y Bizikov, 1991) y *S. pteropus* (Arkhipkin y Mikheev, 1992). La única excepción parecen constituir la las formas grandes (>70-80 cm LM) de *D. gigas* y *Ommastrephes bartramii* (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1994; Nigmatullin *et al.*, 2001). Las grandes ventajas de este método directo para estimar la edad son la posibilidad de calcular la longevidad y la fecha de nacimiento para cada individuo, pudiendo agrupar los individuos en generaciones reales y calcular la tasa de crecimiento para cada generación (Arkhipkin, 1991, Jackson 1994). Sus inconvenientes son: colecta de organismos y preparación de los estatolitos laborioso y

tardado; periodicidad de los incrementos no validada aún para muchas especies; e imposibilidad de obtener tasas de crecimiento individuales a través de los anchos de incrementos en el estatolito por observarse estos en distintos planos a diferentes estadios ontogenéticos (Arkhipkin, 1991; Arkhipkin y Pérez, 1998).

El primer trabajo sobre edad y crecimiento para calamar gigante a través de la observación de la microestructura del estatolito lo realizaron Arkhipkin y Murzov (1986b) y Arkhipkin (1989b), analizando 113 especímenes de 0.9-49.0 cm LDM del Océano Pacífico sudeste. Además, ellos son los únicos autores que han estudiado el crecimiento de juveniles de jibia y han completado la descripción de los estadios ontogénicos del crecimiento mediante la observación e interpretación de la microestructura del estatolito. Rodeando al núcleo del estatolito se han observado numerosos incrementos de crecimiento formando 3 zonas o regiones: las zonas postnuclear, oscura y periférica, (Arkhipkin y Murzov, 1986b; Arkhipkin y Perez, 1998) o regiones R1, R2 y R3 de acuerdo a Morris y Aldrich (1985). En correspondencia se han definido los siguientes estadios:

1. Estadio embrionario. Corresponde con el núcleo del estatolito y aparece durante el crecimiento no periódico.
2. Estadio larvario (de 0.1 a 0.9-1.0 cm LM). La zona postnuclear rodea al núcleo, es transparente a la luz transmitida, y contiene incrementos casi uniformes (Arkhipkin y Perez, 1998). En la jibia ésta zona mide 160-170 μm de radio y contiene 25-27 incrementos, con una distancia entre incrementos de 4 μm al principio y unas 8 μm en su final (Arkhipkin y Murzov, 1986b). Esta zona se relaciona con el estadio de paralarva y concluye con la división de la proboscis en dos tentáculos a los 0.9-1.0 cm LDM, lo que supone un cambio en la estrategia de alimentación (Arkhipkin y Murzov, 1986b; Arkhipkin y Perez, 1998).
3. Freza y juvenil. (0.9-1.0 a 10 cm LM). La zona oscura del estatolito, relacionada con este periodo, corresponde a las mayores tasas de crecimiento del estatolito. La ración diaria es mayor que el 50% del peso corporal (Mangold, 1983), mayormente utilizado para crecimiento somático. El crecimiento de juveniles de jibia es el mayor entre los Ommastrephidae, variando entre 5-8% de la LDM y 17-20 % del peso corporal diario. Los juveniles de 0.9-1.0 cm tienen

entre 4 y 4.5 semanas de edad, y presentan la proboscis dividida en dos brazos. Se observan incrementos de crecimiento secundario en la zona oscura tras la división de la proboscis. El límite exterior de la zona oscura corresponde a tallas de 10-12 cm LM, talla alcanzada a los 45-55 días.

4. Estadio de transición (10-12 a 14-16 cm LM). Corresponde con el desarrollo de la subzona I de la zona periférica del estatolito. Cambio de alimentación hacia mictófidios y calamares.

5. Adultos inmaduros (14-16 cm LDM al inicio de la madurez). Decremento gradual de las tasas de crecimiento hasta 0.8-1.5% LDM diario (Arkhipkin, 1989b). Formación de la subzona II de la zona periférica a las primeras marcas de desove.

6. Adultos maduros. En el estatolito inicia con la primera marca de desove en la zona periférica. El crecimiento somático es irregular. La tasa de crecimiento es mínima, con alternancia de periodos de crecimiento somático activo con periodos sin crecimiento debidos a eventos de desove. Los ejemplares maduros crecen a tasas diarias de 0.2-0.4% LM y 2.2-2.5% del peso corporal (Arkhipkin, 1989b).

Arkhipkin y Murzov (1986b) discriminaron dos grupos de calamares frente a Perú: uno grande, maduro a tallas de 35-52 cm LDM y otro pequeño, maduro a 18-32 cm LDM. Las hembras maduras grandes de 46-49 cm LDM tendrían 36-37 semanas de vida. Los machos maduros de 38-42 cm LDM tendrían 32-34 semanas y las hembras maduras pequeñas de 26-28 cm LDM tendrían 29-30 semanas. Hipotéticamente, las hembras y machos inmaduros tienen la misma tasa de crecimiento, que se aminora durante el proceso de maduración debido al esfuerzo reproductivo. Los machos maduran más temprano y tallas menores que las hembras, por lo que éstas tienen tiempo de crecer más que aquellos.

De acuerdo a sus resultados, Arkhipkin y Murzov (1986b) concluyen que la proyección para un año de vida sería de tallas de 75 cm LDM y pesos de 24-26 kg a tasas de crecimiento constantes, o de 70 cm LDM y 16-18 kg a tasas decrecientes. Arkhipkin (en Nigmatullin y Laptikovsky, 1994) opina que los calamares mayores de 70-80 cm DLM deberían de superar el año de edad, pudiendo incluso llegar al año y medio o dos años (Arkhipkin en Nigmatullin *et al.*, 2001).

Masuda *et al.* (1998) analizaron 584 estatolitos de calamares gigantes del Océano Pacífico

sudoriental. Sus estimaciones de edad variaron entre 44 días para un juvenil de 2 cm LDM, 352 días para un macho de 77 cm LDM, y 338 días para una hembra de 86 cm LDM. Ellos discriminaron cuatro períodos de nacimiento y hallaron que los modelos lineales de crecimiento aplicados a cada período eran distintos entre sí. Las tasas de crecimiento promedio variaron entre 1.54 mm/día en los calamares nacidos en febrero-mayo (verano-otoño) y 1.92 mm/día de los ejemplares nacidos en junio-septiembre (invierno), observándose que las hembras maduras tienen mayores tasas de crecimiento que las inmaduras, pero esta diferencia no ocurre entre los machos. Además, se encontró que ambos sexos maduraban a dos tallas distintas. En efecto, las hembras pequeñas están maduras a los 40-50 cm LDM, equivalente a 4-5 meses, y las grandes a 75 cm LM, equivalente al año de edad, mientras que los machos de ambos grupos maduran a tallas 5-10 cm menores a las de las hembras.

Las fechas de nacimiento se distribuían a lo largo de todo el año, coincidiendo con la presencia de calamares maduros en todos los meses. Masuda *et al.* (1998) realizaron la proyección a 15 meses para los mayores calamares de 120 cm con tasas de crecimiento de 2.5 mm/día. Sin embargo, el número de calamares grandes examinados fue limitado (no más de 17 organismos >50 cm LM) y reconocen la necesidad de analizar mayores muestras de estas tallas (Masuda *et al.*, 1998).

Bizikov (1991) calculó el crecimiento de 33 hembras (2.2-49.2 cm LDM) y 29 machos (1-27.2 cm LDM) de calamar gigante de aguas peruanas observando los incrementos periódicos en la pluma (gladio). Las hembras crecieron desde 0.5 a 49 cm LDM en 389 días, mientras que los machos crecieron desde 0.5 a 26 cm LDM en 342 días. El ciclo de vida parece ser anual.

Argüelles *et al.* (2001) analizaron estatolitos de jibias colectadas en aguas peruanas y asignaron edades de 115-200 días a 82 jibias medianas de 10-49 cm LDM y de 200-354 días a 52 ejemplares grandes de entre 52 y 110 cm LDM.

Markaida *et al.* (2004) determinaron la edad de las jibias del Golfo de California colectadas en 1995-1997. Las hembras más longevas (70-80 cm LDM) tenían 14-15 meses de edad. El modelo logístico es el que mejor describe el crecimiento de la jibia. Este modelo es similar al de otros modelos usados para la jibia mediante el conteo de incrementos de crecimiento en los estatolitos (Fig. 3 A, B). Sin embargo, difiere de aquellos métodos de asignación de edad por

análisis modal de tallas (Fig. 3C).

Markaida *et al.* (2004) comunican que no se encontró diferencias en el crecimiento de ejemplares de jibia de las dos zonas de pesca, Santa Rosalía y Guaymas. Las hembras crecen más rápido que los machos y ambos sexos superan la tasa de crecimiento de 2 mm/día durante varios meses de vida. Las hembras de talla grande maduran al año a los 73 cm LDM, mientras que los machos lo hacen a los 10 meses y 60 cm LDM. Las jibias de talla de madurez mediana (34-37 cm LDM) maduran antes, a los 7 meses. Por lo tanto, las dos tallas de madurez corresponden a madurez tardía y temprana, respectivamente, algo ya mencionado por Masuda *et al.*, 1998.

Filauri (2005) analiza los estatolitos de *D. gigas* del Golfo de California para los años 2000-2002, argumentando una tasa de crecimiento ligeramente mayor a los 2 mm de LDM por día y reporta edades máximas de 385 y 450 días para machos y hembras, respectivamente.

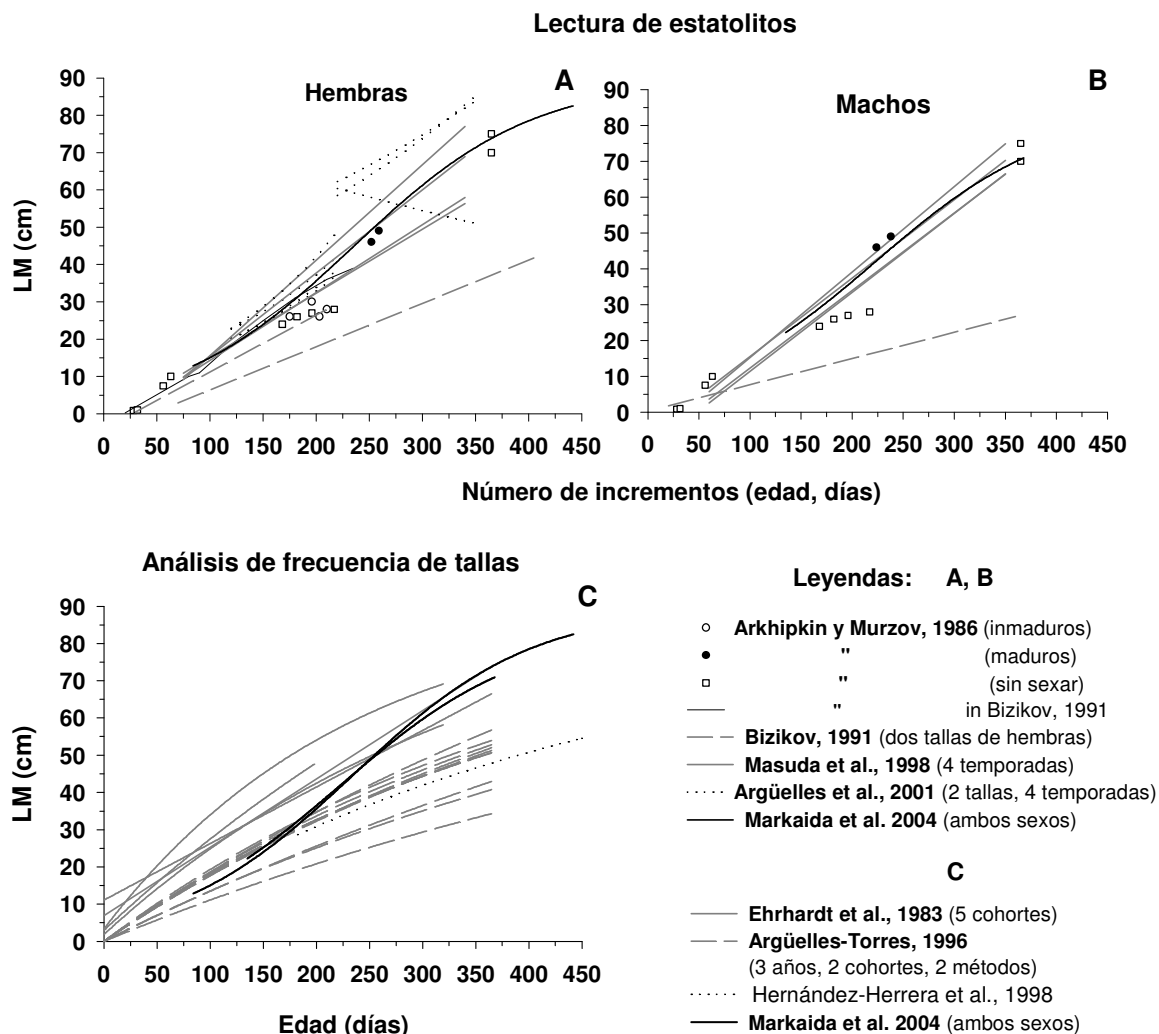


Fig. 3. Relación entre la edad y la LM para jibia según distintos autores: lectura de incrementos en estatolitos en hembras (A), y en machos (B); y modelos de von Bertalanffy logrados por el análisis de frecuencia de tallas (C).

B.4) Tasa de mortalidad natural:

No abordado aún en este proyecto.

B.5) Migraciones:

Distribución vertical

Los miembros de la familia Ommastrephidae realizan migraciones verticales diarias, visitando aguas epipelágicas durante la noche (Roper y Young, 1975; Wormuth, 1976; Moiseev, 1991; Nakamura, 1993), quedando disponible al arte de pesca. La jibia comienza a migrar al atardecer hasta cerca de la superficie del mar, aunque no toda la población realice esta migración, y retorna aguas profundas antes del amanecer (Nesis, 1970, 1983). La migración vertical parece depender de la necesidad de alimentarse (Moiseev, 1991) y se cree que está gobernada por la intensidad luminosa, aunque la temperatura también parece importante (Nakamura, 1993; Yatsu *et al.*, 1999c,d).

Las bajas o nulas capturas durante el día sugieren que el calamar se halla en profundidad, inaccesible al arte de pesca (Yatsu *et al.*, 1998c,d). Nigmatullin *et al.*, 2001 señalan que el calamar permanece en o bajo la capa mínima de oxígeno durante el día. Sin embargo, ocasionalmente se le ha visto de día en superficie (Roper y Young, 1975) y en agosto-septiembre de 1991-1993 se capturaban grandes cantidades entre las 6:00 y las 18:00 h frente a Perú, indicando que en ciertas condiciones oceanográficas, como baja temperatura, el calamar ocurre cerca de la superficie de día (Yatsu *et al.*, 1999c,d). Baral (1967a) también encontró calamar gigante en profundidades subsuperficiales (30-100 m) frente a Perú. En el Golfo de California se avistó ejemplares de calamar gigante en la superficie alimentándose de anchoveta durante la mañana del 12 de noviembre de 1996 (Markaida, obs. pers).

Durante la luna llena la jibia evita acercarse a la superficie (Wormuth, 1976), algo que se refleja en su pesquería con bajos rendimientos; por el contrario, las máximas capturas ocurren durante luna nueva (García-Vázquez, 1990; Sánchez-Juárez, 1991a; Nigmatullin, 1988a; Nigmatullin *et al.*, 1995b). Leal-Ocampo (1994) notó que los calamares mayores a 39 cm LDM se capturan durante luna llena y cuartos de luna y el calamar más pequeño durante todas las fases. Guerrero-Escobedo *et al.* (2002), sin embargo, no encontraron relación entre la

captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y la fase lunar. El calamar gigante puede propulsarse por encima de la superficie del agua (Cole y Gilbert, 1970).

En el Hemisferio Sur los calamares pequeños (25-30 cm LDM) y los grandes (50-60 cm LDM) se ven raramente en la superficie, y estos últimos probablemente permanezcan a profundidades de 10 a 50 m (Nesis, 1983). Los juveniles también se hallan en superficie de noche y a profundidad durante el día (Nesis, 1972). Los calamares mayores se encuentran a mayores profundidades: ejemplares de 24-26 cm LDM en superficie, de 40-67 cm LDM a 120-160 m, y calamres hasta 73-80 cm LDM a mayores profundidades frente a Centroamérica (Koronkiewicz, 1988).

Anónimo (1999) sugiere que existe segregación sexual con la profundidad, ya que la red de cuchara captura mayor proporción de machos en la superficie, al contrario que las poteras, que trabajan entre 0-150 m de profundidad. Nigmatullin (en prep.) sugiere que los machos se distribuyen por debajo de la profundidad a la que las poteras operan (0-20 m), por lo que son poco capturados, mientras que la red de arrastre pelágica, con una apertura vertical de 50-90 m, pesca mayor proporción de machos.

El uso de la ecosonda permitió conocer aspectos de las distribución vertical del calamar gigante. Ehrhardt *et al.* (1983b) localizaron calamares entrando al Golfo de California a profundidades mayores a los 100 m. Benites (1985) supone que el calamar gigante se encuentra más profundo que los 150 m. Nigmatullin (1988a) identificó los cardumenes de calamar gigante en el ecograma a profundidades de 250-300 m y 340-420 m de día, y entre 50 y 10-0m de noche frente a Nicaragua. Rubio y Salazar (1992) hallaron al calamar gigante en Perú en 180-190 m de día, y en 30-50 m de noche con luna nueva y cuarto menguante, con una distribución global entre 3 y 270 m. Ganoza *et al.* (1997) hallaron al calamar de noche entre la superficie y 50 m de profundidad, y de día hasta 230-240 m de profundidad. En otro estudio se halló que el eco de los calamares era débil y difícil de separar de la señal del zooplancton y peces (Anónimo, 1999).

La profundidad de la migración diaria es desconocida, aunque probablemente permanezcan sobre la termoclina a profundidades de 20-30 hasta 50-80 m (Nesis, 1983). Se sabe que varias especies de la familia Ommastrephidae rebasan los 1000 m de profundidad en sus migraciones

verticales (Roper y Young, 1975; Wormuth, 1976; Moiseev, 1991). Clark y Phillips (1936) reportan la pesca de calamares gigantes con anzuelos hasta las 300 brazas (549 m). Se capturó un calamar gigante con una red de arrastre Isaac-Kidd trabajando a 1600 m, aunque el animal pudo ser capturado a cualquier profundidad cuando la red era izada (Nesis, 1970). Yatsu *et al.* (1999c,d) colocaron transmisores ultrasónicos en 3 calamares gigantes (25-43 cm LM) en el Domo de Costa Rica y frente a Perú. Los calamares nadaron sobre los 200 m de profundidad durante el día y bajaron al menos hasta los 1000 m al amanecer. No se vieron afectados por la capa de mínima de oxígeno, entre los 200 y 800 m, durante el descenso.

El calamar gigante tiene un componente nerítico, hallándose desde aguas oceánicas hasta sobre el talud continental (Nesis, 1970). Sato (1975) observó calamares <30 cm LM sobre la plataforma continental a profundidades de 180-200 m o en bancos adyacentes, mientras que los individuos >30 cm LDM aparecen en regiones más distantes de la costa. Las áreas de pesca se encuentran sin embargo sobre el talud continental, sobre fondos de 200 a 2000 m, especialmente en la convergencia entre corrientes costeras y oceánicas (Sato, 1976). Nesis (1983), sin embargo, comenta que la forma grande es nerítica.

Migraciones horizontales

Las migraciones horizontales del calamar gigante son muy extensas (Nesis, 1970, 1983). Los juveniles se dispersan desde el área de desove a lo largo de una amplia área hacia el oeste y el ecuador con el curso de las corrientes de vientos alisios y de frontera este. A mayor edad la jibia migra activamente hacia áreas más productivas, como las aguas de la corriente de Perú (sureste y este), la zona ecuatorial, y al Hemisferio Norte (hacia el noreste y este). Los calamares más grandes migran primero. El período de la migración en la corriente de Perú es el verano y otoño austral; durante el otoño e invierno permanecen alimentándose sobre el talud continental y mar adentro. Tras el período de alimentación vuelven hacia el ecuador a las áreas de desove costeras, madurando gradualmente. La velocidad durante la migración varía entre 5-10 y 20-25 km/h (Sabirov, 1983). Las invasiones irregulares (acompañadas frecuentemente de varamientos) que el calamar gigante realiza en los extremos de su distribución se deben migraciones de alimentación de grandes calamares inmaduros durante años en que el calamar

es abundante (Nesis, 1983; Nigmatullin *et al.*, en prensa).

Sato (1975, 1976) comenta que el calamar gigante migra cuando las aguas costeras se enfrían. Wormuth (1976) añade que las formas pequeñas (20 cm LDM) halladas en 120° W sobre el ecuador probablemente no migren a aguas costeras para reproducirse.

Nesis (1983) cree que las formas grandes halladas en California y Baja California, típicas del área de Perú y Chile, pudieran haber emigrado desde ahí a través del ecuador. De manera similar, Voss (1982) postula que la abundancia de calamar gigante en el norte de México y California en 1980, anteriormente considerado raro, aparentemente se deba a cambios hidrográficos que causaron su migración desde aguas de Perú y Chile, donde desapareció desde la década de 1970.

Ehrhardt *et al.* (1983a,b) y Ehrhardt (1991) señalan que la población de calamar gigante que habita el Golfo de California migra dentro y fuera de él en respuesta a actividades de alimentación y reproductoras. Klett-Traulsen (1981, 1996) y Klett (1982) describió la migración del calamar gigante en el Golfo de California en base a patrones de distribución observados en su pesquería desde 1974. El calamar se concentra en la boca del Golfo y entra en él durante el invierno (diciembre-marzo), con cardúmenes de calamar grande (45 cm LDM) entrando primero por el centro, seguido de calamar más pequeño (30-40 cm LDM) cercano a la orilla. En esta época el calamar forma pequeños cardúmenes dispersos que no son atraídos por la luz. En el invierno tardío, sin embargo, se hallan grandes concentraciones de calamar maduro (≈ 55 cm LDM) en el centro del Golfo a los 28°N frente a Guaymas, donde comienza una exitosa temporada de pesca. En esta época organismos más pequeños arriban a la zona entre las islas San José y Santa Catalina (Baja California Sur, B. C. S.), y al centro del Golfo. Hacia la mitad de la primavera el calamar escasea frente a Guaymas y los individuos grandes desaparecen.

En primavera un grupo de organismos medianos y grandes cruzan el Golfo desde la costa oriental hacia Santa Rosalía y un segundo grupo de adultos jóvenes y juveniles se mueve hacia el norte por la costa occidental, alcanzando primero Loreto y posteriormente Santa Rosalía. Conforme la temperatura y disponibilidad de alimento aumentan, el calamar alcanza su madurez, que comienza en la primavera tardía.

La máxima concentración y rendimiento pesquero del recurso ocurre en verano (junio-septiembre) frente a Santa Rosalía y Loreto, donde se da una prolongada temporada reproductora (marzo-noviembre), observándose el reclutamiento de diferentes cohortes. En otoño (octubre-noviembre) el calamar escasea y se dispersa en aguas profundas, acercándose a la entrada del Golfo, tras completar su función reproductora. Sólo algunos reproductores tardíos permanecen en las islas de la costa sudoccidental del Golfo. Se observaron capturas y tamaños del calamar mayores fuera de Santa Rosalía y Guaymas, en la parte central del Golfo.

Una versión similar del modelo de migración se describe en Ehrhardt *et al.* (1983a,b; 1986) y Ehrhardt (1991) para el año 1980, y en menor medida para 1981. Estos autores agregan que de mayo a agosto los ejemplares mayores (35-65 cm LDM) se hallan frente a la costa mientras que los menores (20-40 cm LDM) se hallan a 10-20 mn de ella. Además, durante el invierno parte de la población constituida por individuos grandes (55-75 cm LDM) permanecen en la parte centro-oriental del Golfo. Entre aquellos calamares que salen del Golfo, un componente emigra al sur a lo largo de la costa del continente (operaciones de pesca frente a Manzanillo en 1979), y el segundo se extiende alrededor de la punta de Baja California, probablemente para reproducirse frente a la costa occidental de B.C.S., tal y como lo sugirió Sato (1976). En junio de 1981, Ramírez y Klett (1985) hallaron calamar pequeño en el sur del Golfo, con un elevado porcentaje de hembras maduras que supuestamente migraban hacia el norte con carácter reproductivo.

Morán-Angulo (1990) observó el mismo modelo de migración para 1989-90 en el lado occidental del Golfo, con calamares que llegan a Santa Rosalía y Loreto en primavera, máximas abundancias de calamar en verano y paulatina disminución durante otoño e invierno. Guerrero-Escobedo *et al.* (1992, 1995a) registran desembarques en La Paz (B.C.S.) desde enero a marzo, abundancias máximas durante el verano de 1991 fuera de Santa Rosalía y Loreto, y disminución de las capturas a partir de noviembre.

En el período de 1995 a 1997 se encontró un patrón similar al descrito por Klett-Traulsen (1981) y Klett (1982). La pesquería del calamar gigante se concentra en la parte central del Golfo de California, sobre Elos talud continental de la cuenca de Guaymas (hasta 1.800 m de profundidad). Esta se da durante todo el año, ocurriendo de mayo a octubre frente a Santa Rosalía y de noviembre a mayo frente a Guaymas. Este patrón estacionario coincide con el de

las surgencias costeras forzadas por el viento anteriormente descrito (Roden y Groves, 1959; Bray y Robles, 1991), y ya se vió cómo otro importante recurso pelágico del Golfo, la sardina de Monterey, también lo utiliza durante su ciclo de vida (Sokolov, 1974; Hamman *et al.*, 1988).

Esta relación no está del todo clara en el caso del calamar gigante, ya que, aunque el afloramiento costero es mayor frente a la costa oriental durante el invierno (Badan-Dangon *et al.*, 1985; Bray y Robles, 1991; Santamaría-del-Angel *et al.*, 1999), al menos el 70-75% de las capturas de calamar gigante se realizan frente a la península de Baja California durante el verano (SEMARNAP, 2000). Además, se desconoce el patrón migratorio del calamar gigante fuera de la región central del Golfo de California, aunque el estudio genético de Enriquez-Paredes (1999) sugiere una continua renovación de los componentes poblacionales desde el exterior del Golfo.

- Migraciones estacionales.

No abordado aún.

- Migraciones ontogenéticas.

No abordado aún.

B.6) Varazones: frecuencia y ocurrencia inter-temporal.

Dado su carácter nerítico y de agrupación en cardúmenes, la jibia suele vararse en la costa en grandes cantidades. Las varazones más numerosas y mejor documentadas son las ocurridas a lo largo de la costa de Chile entre febrero y abril (Orbigny, 1835; Wilhelm, 1954); en la bahía de Talcahuano, en 1930, miles de ejemplares de jibia se vararon causando alarma sanitaria (Wilhelm, 1930, 1954), lo que se ha repetido en los últimos años en la isla Santa María y Bahía Coliumo en la VIII Región de Chile. A fines del Siglo 19 y primera mitad del 20 también se documentó varazones en los años 1895, 1916, 1930, 1932 y 1935-36 (Wilhelm, 1954; Brongersma-Sanders, 1957; Nesis, 1983). Se supone que las posibles causas de las

varazones pudieran ser de carácter reproductivo y alimentación, sin descartar factores oceanográficos y químicos (Oliver-Schneider, 1930; Wilhelm, 1930, 1954), o debido a mareas rojas tóxicas (Brongersma-Sanders, 1957), aunque esto es menos probable debido a que la marea roja no es tóxica para organismos invertebrados. Nesis (1983) supone tales varzones se deben a migraciones tróficas de jibias grandes inmaduras durante años en que este calamar es muy abundante. Esto nos permite hipotetizar si las varazotes de jibia pudieren ser un indicador indirecto de sus altas abundancia en el mar.

Para las costas de California se dispone de registros de varamientos desde 1911 en las playas de la península de Monterey durante tormentas (Berry, 1912; Clark y Phillips, 1936). También se ha capturado jibias en el muelle de Newport (norte de Oregon) en 1935-36 y 1976 (MacGinitie y MacGinitie, 1949; Straus, 1977). Hochberg y Gordon (1980) apuntan que las varzones ocurren en eventos de desove muy cerca de la costa. Sánchez-Juárez (1991) reporta varamientos en masa de calamar gigante en junio de 1990 en Baja California Norte y las playas del sur de California.

Con la reciente y más común aparición de la jibia en aguas de California se ha reportado varamientos de jibia con más frecuencia, siendo el primer reporte en julio de 2002 (pleno verano boreal) para las localidades de Encinita y La Jolla. Otra varazón corruió en la Isla Catalina del estado de California en agosto del mismo año, así como en Camp Pendleton, Newport y Monterrey (Henry y Talyor, 2002). En el año 2004 personal del CIBNOR de México registraron varzones en varias localidades de B.C.S (La Reforma, La Bocana y Punta Abreojos), así como en Baja California (Bahía Vizcaíno, Santa Rosalita y San Quintín). En el último tiempo, en el Golfo de California los varzones de jibia son comunes cada verano (junio), como ha ocurrido en Bahía de Los Angeles (Antonio Resendiz¹, com. pers.) y en Bahía de San Jorge, Sonora (Adriana Orozco², com. pers.), siendo éste el sector más al norte donde se ha registrado varazotes en el Golfo, y que implica la migración a través de cientos de kilómetros sobre la plataforma continental.

¹ Antonio Resendiz, Campo Archelon, Bahía de Los Angeles, Baja California

² Adriana Orozco, Dpto. de Ecología Marina, CICESE, Baja California

C) Relaciones tróficas

C.1) Alimentación:

Espectro trófico

Los cefalópodos son depredadores activos y rápidos que se alimentan de presas vivas como crustáceos, peces y otros cefalópodos, habiendo, por lo general, una sucesión ontogénica trófica (Mangold, 1983; Voss, 1983; Boyle, 1990; Hanlon y Messenger, 1996; Rodhouse y Nigmatullin, 1996; Nixon, 1987). Su eficiencia de crecimiento bruto (como porcentaje del alimento ingerido) es espectacular, estimándose entre 27-30% y 60-69% (ver revisiones en O'Dor y Wells, 1987; Hanlon y Messenger, 1994). Muchos autores, sin embargo, coinciden en las dificultades al estudiar la dieta de los cefalópodos (Boyle, 1990; Nixon, 1987; Voss, 1983) debido a las muchas dificultades para mantener ejemplares en cautiverio.

Los estudios de alimentación de calamar gigante se han basado casi exclusivamente en observaciones del contenido estomacal, aunque pocas han sido dedicadas exclusivamente a ello. Las primeras referencias sobre esta especie han considerado al calamar gigante como un plaga para la pesca comercial de otros recursos pesqueros como sardina. En Santa Cruz y Monterey, California, el calamar gigante era capturado en palangres para bacalao negro y rocot durante 1935-36 (Clark y Phillips, 1936), aunque usualmente devoraba los cebos o las capturas de los palangres para rocot o aquellos de la pesca deportiva (Croker, 1937). Frente a Sudamérica los calamares gigantes se alimentan del cebo (calamar, pez aguja o merluza) usado en el palangre pelágico para pez espada y tiburones, dificultando su pesca (Stroem y Saetersdal, 1966), o bien devoran las capturas obtenidas en los palangres, como atunes aleta amarilla de 23-28 kilos (Lane, 1960) o marlines de hasta 275 kilos (Voss y Sisson, 1967).

Nigmatullin *et al.*, (2001) indican que el calamar gigante es un predador activo y sus presas más comunes son peces epipelágicos y otras especies de calamares. Se incluye el canibalismo, que es común, aunque en pequeñas cantidades de juveniles (3-4% en peso del contenido estomacal), aunque el canibalismo puede alcanzar hasta 30% (Herdhart, 1991, fide Nigmatullin *et al.*, 2001). Esta información proviene de datos de la flota rusa que ha operado en el Océano Pacífico. Los predadores de jibia son varios y difieren en el tamaño y

características ecológicas. Los juveniles de jibia son predados por juveniles de grandes peces carnívoros, como atunes y calamares (*S. oualaniensis*). Los adultos tempranos de jibia son predados por dorado (*Coryphaena hippurus*), snake mackerel (*Gempylus serpens*), yellow fin tuna (*Thunnus albacares*), otros atunes grandes, focas, tiburones adultos, swordfish (*Xiphias gladius*), cachalote y ballena piloto.

Chile

Wilhelm (1930) encontró sardinas (*Strangomera bentincki*), merluzas (*Merluccius gayi*), pequeños moluscos y restos de su misma especie en calamares gigantes varados en la bahía de Talcahuano, Chile. Oliver Schneider (1930) añade el congrio (*Genypterus sp.*) y cuatro géneros de crustáceos bentónicos como presas del calamar gigante, lo que posteriormente repitió Wilhelm (1954). de Sylva (1962) examinó los estómagos de 8 calamares capturados durante una marea roja en Chile en 1956. Dos estaban vacíos, tres contenían anchoveta *Engraulis ringens*, uno un saury *Scomberesox equirostrum*, y los otros dos restos de calamares. Baral (1967a) halló mictófidios en el 46.7% de los estómagos, calamares pequeños en el 30.3%, siendo el saury también una presa importante, entre 1965 y 1966 frente al Perú. En calamares de 7-10 kg de peso se hallaron trozos de calamar de 0.5-1 cm³ de tamaño. El 60.3% de los estómagos estaban vacíos.

Clarke *et al.* (1978) hallaron restos de peces (*Scomberesox*?) en ocho o nueve estómagos de calamar gigante frente a Chile. Dos de los estómagos contenían restos de calamar, uno de ellos era probablemente calamar gigante.

Fernández y Vásquez (1995) registraron canibalismo en más de la mitad de los ejemplares de jibia, además de observar como frecuentes a restos de peces, probablemente jurel *Trachurus murphyi* y sardina *Sardinops sagax*, en 10 calamares gigantes de entre 77 y 103 cm LM capturados en Chile.

En Chile centro sur (33°-39°) el canibalismo en jibia es importante (17% en peso), además del consumo de peces como merluza de cola (30%), mictófidios (15%) y merluza común (10%) (Cubillos *et al.*, 2004). De acuerdo con estudios ecotróficos multiespecíficos, (Arancibia y Neira, 2005), la jibia puede llegar a remover cantidades similares de merluza

común que remueve anualmente la pesquería.

Perú

Rahm (1937) registró plancton y restos de peces en el contenido estomacal de calamares gigantes de la costa sur de Perú. Nesis (1970) analizó 266 estómagos de calamares de 20 a 59 cm LM frente a Sudamérica (agosto-noviembre 1968), reportando mictófidios *Myctophum* y *Symbolophorus* (70.2% de frecuencia), canibalismo (13.3% de frecuencia), plancton (7.9%). La frecuencia de ocurrencia del plancton decrece con la talla, siendo secundaria para calamares <30 cm LDM, mientras que la del canibalismo aumenta, siendo secundaria en individuos >35cm LDM, lo que resulta en un mayor grado de llenado del estómago conforme aumenta la talla del calamar (Nesis, 1970, 1983).

Clarke *et al.* (1988) sugieren que los picos de 18 especies de cefalópodos identificadas por Clarke *et al.* (1976) en estómagos de cachalotes capturados frente a Perú provenían realmente de los calamares gigantes ingeridos por los cachalotes.

Benites y Valdivieso (1986) reportan como alimento a restos de peces (mayoritariamente peces linterna de la familia, Maurolicidae), crustáceos Natantia (langostinos), cefalópodos, celentéreos y huevos de peces en calamares gigantes menores a 39 cm LDM en 1979 y 1980. Rubio y Salazar (1992) encontraron evidencias de canibalismo en el 43% de las 416 hembras y el 30% de los 223 machos analizados en noviembre -diciembre de 1989, en un rango general de 15-47 cm LDM. Kuroiwa (1998) reporta los resultados de las observaciones del contenido estomacal de calamares gigantes capturados entre 1984 y 1991 en aguas ecuatorianas y peruanas, y la alta mar adyacente. Los peces dominaron la dieta en el 49.2% de los estómagos, seguidos de calamar (21.2%). Los restos de calamar prevalecieron en más del 50% de los ejemplares medianos y grandes (>30 cm LDM). Según Tafur (2005), el comportamiento alimenticio de la jibia tiene alta incidencia el canibalismo, es semejante entre sexos y la composición dietaria está dada por el tamaño del predador.

Los trabajos de Shchetinnikov (1986a, 1986b, 1989), con muestras colectadas frente Ecuador y Perú en 1981, son los más detallados de la alimentación del calamar gigante, el ue en estado adulto se alimenta principalmente de mictófidios epipelágicos (*Symbolophorus evermanni*,

Myctophum aerolaternatum, *M. nitidulum* y *Higophum reinhardti*). No se registró diferencias en la dieta entre sexos por grupo cada talla. Los calamares (*Onychoteuthis banksii*, *Abraliopsis affinis*, omastréfidos) son presas secundarias. La dominancia de los mictófididos se relaciona con áreas productivas, mientras que en aguas oligotróficas las presas secundarias o el canibalismo aumentan. Shchetinnikov (1989) distingue cinco estadios ontogénicos en el espectro trófico, tres de ellos estables alternando con otros dos transitorios, a saber

- La alimentación es desconocida durante el estadio larval, desde la eclosión hasta la división de la proboscis (0.9-1 cm LDM), y durante el período transitorio posterior (1-1.5 cm LDM).

- Alevines y juveniles micronectónicos (1.5-10 cm LDM) se alimentan de mesoplancton, grandes copépodos, eufasiáceos, anfípodos, larvas de peces y alevines de mictófididos y *Vinciguerria*, y más raramente juveniles de calamar. Se encontró de dos a cuatro presas de 0.7-0.9 cm (15-17% de LDM del calamar) por estómago. Distribución de la jibia desde la superficie hasta 150 m, sobre todo en la termoclina.

- Segundo período transitorio (10-15 cm LDM). Transición desde mesozooplancton a mictófididos nictoeipelágicos y *Vinciguerria*. Tres a seis presas, 1.8-2.3 cm (12-13% de LDM). Comienzo de migraciones verticales.

- Calamares de tamaño mediano (15-33 cm LDM). Presas son principalmente mictófididos epipelágicos y secundariamente calamares y *Vinciguerria*, y ocasionalmente crustáceos. Seis a doce presas de 3-7 cm (10-12% de LDM). El patrón migratorio cambia a nictoeipelágico y el calamar migra bajo los 200 m durante el día.

- Tercer período transitorio (33 a 40-42 cm LDM). La importancia de los mictófididos en la dieta decae en favor de los calamares. Nueve a diez presas de 6.5-7 cm (10-12% de LDM) por estómago.

- Calamares grandes (>40-42 cm LDM). Presas son principalmente calamares, mictófididos y peces voladores; en aguas costeras peces neríticos (sardina, macarela=caballa, anchoveta).

Para el período 1991-1995, Yamashiro *et al.* (1998) reportan como presas a eufausiáceos y

otros organismos planctónicos para los ejemplares de jibia más pequeños, mientras que los medianos y grandes se alimentan de mictófididos, peces voladores y otros peces, junto con alto canibalismo. Segura *et al.* (1996) examinaron 343 estómagos de jibia en octubre- noviembre de 1995, registrándose canibalismo (15.7% de los estómagos), alimento digerido (32.6%), restos de peces no identificados (21.2%), crustáceos (6.4%) y otras categorías (23.3%). En 323 jibias capturadas por la flota artesanal costera, Marcial-Ramos (1996) encuentra principalmente canibalismo y en secundariamente peces (anchoveta *Engraulis ringens* y samasa *Anchoa nasus*).

Mariátegui *et al.* (1997a) encontraron mayor preferencia por los peces (46.9%), seguido de los crustáceos (18.6%) y calamar (17.6%) en 636 calamares gigantes capturados en noviembre y diciembre de 1996. Ganoza *et al.* (1997) registraron peces (40.2%), crustáceos, calamar gigante (5.7%) y estómagos vacíos (36.4%) al analizar 209 estómagos de calamares colectados en primavera de 1996. Mariátegui *et al.* (1998a) en julio y agosto de 1997 reportan peces (64.9%), calamares (17.8%), crustáceos (6.1%) y 6.1% de estómagos vacíos entre los 453 analizados. Mariátegui *et al.* (1998b) también hallaron peces (26.1%), calamar gigante (22.6%), otras presas (15%) y 36% de los estómagos vacíos en la costa norte de Perú desde octubre a diciembre de 1997.

California

Fitch (1976; en Wormuth, 1976) ha sido el único autor en identificar los peces teleósteos componentes de la dieta de la jibia por medio de sus otolitos, registrando a *Higophum atratum*, *Myctophum aurolaternatum*, *Lampanyctus parvicauda*, *Diogenichthys laternatum*, *Benthosema panamense* y el gonostomátido *Vinciguerrria lucetia* en jibias colectadas en la boca del Golfo de California. Walter identificó 5 otolitos de *Myctophum aurolaternatum* en una jibia ingerida por un delfín (Walker, 1981).

Hochberg y Gordon (1980) enumeran a peces como la anchoveta, skippers, mictófididos, crustáceos (langostilla pelágica *Pleuroncodes planipes*) y moluscos (pterópodos, heterópodos y cefalópodos, incluido el canibalismo) como presas de la jibia.

Koronkiewicz (1988) encontró peces de las familias Myctophidae y Exocoetidae, calamares

(predominantemente canibalismo) y crustáceos (Euphausidae y Portunidae) en los ejemplares menores de jibia des Costa Rica hasta México en octubre-diciembre 1986.

Golfo de California y aguas adyacentes

Los trabajos de dieta de la jibia en el Golfo de California han sido menos numerosos. Sato (1975, 1976) observó que las presas de la jibia de tallas menores a 40 cm LDM son mictófidios, anchovetas, macarelas, larvas de varios tipos y, principalmente, la langostilla pelágica *Pleuroncodes planipes* en la región de Baja California y costa occidental de México.

La dieta de jibia para el Golfo de California y tallas entre 14,5 y 87,5 cm de LDM estuvo dominada por mictofidos, siendo el más importante *Benthosema panamense*. Secundariamente aparecen en los estómagos de jibia otros componentes del necton mesopelágico (5-7 cm de largo) como también otros mictófidios, calamares pequeños y crustáceos. Existe variación espacio-temporal en la dieta, dejando en segundo plano las diferencias en la dieta a la talla y sexo. Markaida y Sosa-Nishizaki (2003) discuten si el canibalismo es tan alto como algunos registros sugieren, lo que podría deberse a una condeucat alimentaria postcaptura.

Ehrhardt *et al.* (1983a, b; 1986) señalan a la sardina *Sardinops sagax*, macarela *Scomber japonicus* y langostilla pelágica (*P. planipes*) como presas principales de la jibia en el Golfo de California en 1980. En mayo y julio hallaron calamares mayores a 65 cm LDM con más de 500 g de postlarvas de camarón en sus estómagos (Ehrhardt *et al.*, 1983b, 1986). La gran cantidad de estómagos vacíos se debe a que la tasa de digestión es muy elevada (Ehrhardt *et al.*, 1983a, b, 1986). Ehrhardt *et al.* (1983b, 1986) concluyen que el calamar gigante se alimenta principalmente de recursos pelágicos como anchovetas en las corrientes de California y Perú, y sardinas y macarelas en el Golfo de California. En un trabajo más detallado, Ehrhardt (1991) examinó 688 estómagos de calamares gigantes capturados en el Golfo de California en enero-septiembre de 1980, encontrando que sardina, macarela, mictófidios, postlarvas de camarón, langostilla pelágica y el calamar gigante alternan mensualmente su importancia en el peso del contenido estomacal del calamar.

García-Domínguez y González-Ramírez (1988) encuentran restos de peces (Clupeidae,

Scombridae, Lutjanidae y Haemulidae; 28%), calamar gigante (23%), plancton grande (eufasiáceos y postlarvas de pendedos; 20%), material no identificado (13.6%), plancton chico (copépodos, quetognatos y heterópodos; 5.2%), juveniles de calamar gigante (21-44 mm LDM; 4.2%) y cangrejos bentónicos (*Portunus* y *Callinectes*; 3.1%) como componentes por frecuencia de ocurrencia de la dieta de 138 calamares gigantes de entre 19.2 y 53 cm LDM capturados en el Golfo en 1980-81.

Sánchez-Juárez (1991a) encontró que *P. planipes* es el componente principal de la dieta de calamares gigantes de todos los tamaños frente a Bahía Magdalena, B. C. S., mientras que la anchoveta nortea (*Engraulis mordax*) y la macarela=caballa (*Scomber japonicus*) lo son frente al noroeste de Baja California en 1990. Sánchez (1996) halló que en marzo de 1990, en la boca del Golfo de California, a *P. planipes* como la presa más abundante junto con el calamar gigante. También observó crustáceos, calamares loliginidos, peces (principalmente mictófidios) y medusas.

Leal-Ocampo (1994) encontró crustáceos, peces y calamar en estómagos de calamar gigante capturados frente al noroeste de Baja California, entre marzo de 1991 y junio de 1992. Morales-Azpeitia y López-Martínez (1997) registraron principalmente canibalismo y crustáceos en los restos de 500 calamares de 21-87 cm LDM en mayo de 1996 en el Golfo de California.

Markaida y Sosa-Nishizaki (2003) analizaron los contenidos estomacales de 533 ejemplares maduros de jibia de la cuenca de Guaymas, Golfo de California, durante 1995-1997. La dieta se compone básicamente de mictófidios, principalmente el mictófidio nictopipelágico *Benthosema panamense*. Las presas secundarias incluyen otros componentes del neoton mesopelágico (5-7 cm de largo) como otros mictófidios, pequeños calamares y crustáceos. Las variaciones espacio-temporales de la dieta fueron mayores a las causadas por la talla y sexo. Posteriormente Markaida (en prensa, b) analizó los estómagos de calamares de talla de madurez mediana (<45 cm LDM) del Golfo de California durante 1998-2000. El patrón general fue como el descrito en años anteriores (Markaida *et al.*, 2003), aunque se encontró mayor variedad de peces mesopelágicos e importancia de presas secundarias en la dieta. No se pudo discernir si estas variaciones fueron debidas a la diferencia en la talla de las jibias analizadas o a cambios en las condiciones medioambientales tras El Niño de 1997-1998.

Ruiz-Cooley *et al.* (2006), usando isótopos estables para evaluar el nivel trófico, encontraron que la jibia de talla de madurez grande muestra un nivel trófico mayor a la jibia mediana, como era esperable. Sin embargo, hubo discrepancias en la correspondencia cuando se comparó las razones de los isótopos de la jibia y su principal presa, los mictófidios. En general, los calamares analizados en todos estos estudios no superan los 60 cm LDM y las tallas mayores a 50 cm LDM están mal representadas (Fitch, 1976; Nesis, 1970, 1983; García-Domínguez y González-Ramírez, 1988; Shchetinnikov, 1986a,b, 1989). A pesar de la proliferación de referencias en torno a la alimentación del calamar gigante, la metodología no se detalla, salvo en los trabajos de Shchetinnikov (1986a,b; 1989), Fitch (1976, en Wormuth, 1976) y Markaida *et al.* (2004), Markaida (en prensa b). Tan sólo estos últimos trabajos presentan una detallada identificación de presas

Ración diaria de alimento (DR), razón consumo-biomasa (Q/B)

Baral (1967a) comenta que la alimentación de la jibia ocurre en la capa superficial del mar y que la profundidad a la que se alimenta depende de la luminosidad. Nesis (1970, 1983) concluye que el calamar gigante se alimenta principalmente al anochecer y antes del amanecer cerca de la superficie, mientras que cesa a medianoche. La alimentación no cesa durante el desove (Nesis, 1983). Fitch (1976) postula que el calamar gigante se alimenta de día y de noche, desde la superficie hasta 500 m de profundidad o más. Koronkiewicz (1988) reporta que la mayor actividad alimentaria (basada en la observación del llenado estomacal) ocurre al anochecer o en la segunda parte de la noche.

Ehrhardt (1991) estima que la actividad alimentaria se intensifica desde las 18 h a las 5 h, con un máximo entre las 20 h y las 2 h. Este autor empleó un modelo para estimar la ración diaria asumiendo ciclo alimentario diario (un día), evacuación gástrica con tasa exponencial negativa y tasa de ingestión constante. La ración diaria se calculó en 13.1% del peso corporal. Sin embargo, el jefe de proyecto de este proyecto FIP 2005-38 considera que esa ración diaria informada para jibia es excesivamente alta, lo que podría verificarse en el desarrollo de esta investigación conociendo el peso total del contenido estomacal no digerido.

Bazanov (1986) estudió el comportamiento alimentario de la jibia mediante análisis de

contenidos estomacales y observaciones de comportamiento submarino y en acuarios. La actividad alimentaria comienza al anochecer y cesa hacia las 20:00 h, aunque el máximo llenado de estómagos se da 1-2 horas después, hacia las 21:00-22:00 h. La digestión se completa en 5-6 horas y hacia las 01:00-02:00 h comienza un segundo episodio de alimentación, que se refleja en otro máximo de contenido estomacal a las 03:00-04:00 h. Entonces los calamares comienzan a descender gradualmente en su migración vertical y sólo aquellos aún hambrientos continúan alimentándose en superficie. Sólo 15-20% de la población se alimenta entre ambos picos de actividad. En condiciones naturales los calamares cazan solos o en pequeños cardúmenes de 3 a 15 individuos y, muy importante, depredan sobre presas que alcanzan entre 5% y 15% la LDM del calamar. Sin embargo, en el campo iluminado artificialmente, una sola presa puede ser compartida por varios calamares, o se da el canibalismo sobre calamares cuya talla es 70-80% la LDM del cazador. Este fenómeno habitualmente ocurre en aguas someras a 2 m de profundidad. La digestión es más activa durante las primeras 3-4 horas tras la ingesta, para luego decrecer. En 2-3 horas el 50-60% del alimento se evacua del estómago; tras 8 horas el 75% de todos los estómagos están vacíos. Se distinguen dos picos de alimentación durante la noche. El segundo pico ocurre cuando la jibia presenta el estómago con 20-30% de llenado tras la primera alimentación. El tiempo de digestión es de 5 a 8 horas en la naturaleza. La ración diaria supone el 7.2-9.1% del peso corporal en los calamares de 20-25 cm LDM, y 4.2-5.6% en aquellos de 30-35 cm LDM. Esto confirma que la ración diaria de alimento informada por Ehrhardt (1991), de 13,1% del peso de la jibia, es excesivamente alta.

Basados en las cifras de ración diaria de alimento comunicadas por Bazanov (1986), Nigmatullin (en prep) estima un consumo anual realizado por jibia de 35 millones de toneladas en el área frente a Perú, incluyendo aproximadamente 25 millones de toneladas de mictófidos. Nigmatullin *et al.* (2001) estiman un consumo total por parte del calamar gigante mayor a 15-20 cm LM de 200-250 millones de toneladas anuales.

Shchetinnikov (1986a) agrega que los calamares empiezan a alimentarse de mictófidos al ascender a la superficie al anochecer y siguen alimentándose de ellos hasta las 23:00 h; hacia la una o dos de la mañana el llenado del estómago de jibia es el máximo. Cuando los mictófidos vuelven a descender, las presas secundarias (peces *Cubiceps* primero y calamares

Onychoteuthis banksii, *Dosidicus* y el pez *Vinciguerria* después) cobran importancia en el contenido estomacal del calamar gigante.

C.2) Predación

- Principales predadores

Se han mencionado numerosos depredadores de la jibia (Nesis, 1970; Nigmatullin *et al.*, 2001; Roper *et al.*, 1984; Wormuth, 1976), aunque los estudios detallados de depredadores donde la consideran alimento importante son pocos.

El principal depredador de jibias de gran tamaño es el cachalote *Physeter macrocephalus*. Los primeros indicios vienen de Clarke *et al.* (1976) y Fiscus *et al.* (1989). Posteriormente, Clarke *et al.* (1988) hallaron que la jibia constituye hasta el 99% de la dieta por número y ocurrencia de 2,403 cachalotes en aguas de Perú y Chile. En ninguna otra parte del océano el cachalote exhibe una dieta monoespecífica. Estos autores concluyen que la población de cachalotes del Pacífico sureste consumiría anualmente entre entre 8.69 y 13.67 millones de toneladas de jibia. La dependencia de los cachalotes sobre la jibia es tal que la pesquería comercial de este cefalópodo podría incluso poner en peligro la recuperación de la población de cachalotes en el área (Clarke *et al.*, 1993; Clarke y Paliza, 2002).

Un predador importante de la jibia (Markaida y Sosa-Nishizaki, 1998; Markaida y Hochberg, 2005) en las costas de Baja California es el pez espada (*Xiphias gladius*), que puede llegar a ingerir individuos de hasta 65 cm de LDM y ocupar el 50% de la dieta en peso de su predador (Markaida y Hochberg, 2005).

En el Golfo de California la jibia puede ser también la principal presa del cachalote y su abundancia debe afectar la distribución y abundancia de aquél (Jaquet y Gendron, 2002, 2003). El análisis de isótopos estables de ambos organismos ha sugerido esta relación (Ruiz-Cooley *et al.*, 2004) y se hallaron picos de jibia en el único estómago de cachalote analizado en el Golfo (Ruiz-Cooley *et al.*, 2006).

No hay mucha información sobre otros grandes odontocetos del área. Se han hallado picos de jibia en los estómagos de la ballena cabeza de melón *Peponocephala electra* (Mead *et al.*, 1986), la tonina *Tursiops* (Walker, 1981) y de los delfines *Grampus griseus* (Orr, 1966),

Lagenorhynchus obscurus (McKinnon, 1994), *Stenella* spp. (Perrin *et al.*, 1973; Robertson y Chivers, 1997).

El principal depredador teleosteo de jibia probablemente sea el pez espada (*Xiphia gladius*). En la costa occidental de Baja California es la presa favorita y puede consumir jibias de hasta 65 cm LM (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003; Markaida y Hochberg, 2005). En las aguas oceánicas frente a Chile, también es el alimento favorito del pez espada, quien consume ejemplares de 30-90 cm LM (de Sylva, 1962; Ibáñez *et al.*, 2004).

La jibia no es tan importante en la dieta de otros teleósteos y probablemente éstos depreden sobre ejemplares juveniles o inmaduros de calamar. En aguas de California su presencia es más bien anecdótica en la dieta de túnidos como la albacora (*Thunnus alalunga*) o el atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) (Pinkas *et al.*, 1971). En la costa sur de Baja California la jibia constituye parte de la dieta de peces de pico como el marlín rayado (*Tetrapturus audax*) (Abitia-Cardenas *et al.*, 1997, 1998, 2002) y el marlin azul (*Makaira mazara*) (Abitia-Cardenas *et al.*, 1999), y el dorado *Coryphaena hippurus* (Aguilar-Palomino *et al.*, 1998; Olson y Galván-Magaña, 2002). En el Pacífico Oriental tropical se ha hallado en el contenido estomacal de los atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*) (Alverson, 1963; Perrin *et al.*, 1973; Galván-Magaña *et al.*, 1985; Okutani y Tsukada, 1988) y patudo (*Thunnus obesus*) (Blunt, 1960; Juhl, 1955).

Cabe añadir que la identificación de calamares omastreídeos en depredadores del Pacífico Oriental se ha hecho con base en sus picos, sobre todo por las diferencias en el tamaño y patrón de pigmentación de los picos entre la jibia y *Sthenoteuthis oualaniensis* (Perrin *et al.*, 1973; Clarke *et al.*, 1976; Markaida and Sosa-Nishizaki, 1998). Sin embargo esta clasificación es dudosa ya que ambas especies de calamares pueden madurar a tamaños similares y por ello sus picos muestran patrones de pigmentación iguales. Tan solo la jibia crece y madura sobre los 30 cm LM en el Pacífico Oriental, por lo cual los picos con longitud rostral inferior mayores a 0.75 cm pueden ser asignados a esa especie con seguridad (Markaida y Hochberg, 2005).

- Mortalidad por predación (M2).

No abordado en este documento.

- Rol trófico.

La jibia ocupa sucesivos subnichos durante su ontogénesis. Se ubica entre el planctófago micronectónico cuando es juvenil (consumidor de nivel II-III) y el pequeño-mediano depredador nectónico cuando es adulto (consumidor de nivel III-V, usualmente IV) del ecosistema pelágico del Pacífico Oriental. Es una de las especies clave que participan en la transferencia de energía desde el macroplancton y peces planctófagos hasta los grandes depredadores pelágicos (consumidores del nivel V-VII de la cadena trófica) (Nesis, 1971; Shchetinnikov, 1986a,b, 1988; Nigmatullin *et al.*, 2001; Markaida and Sosa-Nishizaki, 2003).

La fauna parasitaria incluye de 9 a 12 especies de nemátodos, cestodos, tremátodos y el ciliado *Chromidina*. Todos los gusanos parásitos afectan a los estadios larvarios de la jibia y tienen una amplia especificidad de hospederos. La jibia pues es un hospedero paraténico de estos parásitos, para los cuales los peces escombroides, xifoideos, tiburones y odontocetos son los hospederos definitivos (Nigmatullin *et al.*, 2001; Shukhgaltier y Nigmatullin, 2001).

D) Reclutamiento

Ehrhard *et al.* (1983a,b) observaron jibia madura en diciembre y enero en la costa occidental de Baja California. Ehrhardt *et al.* (1983a,b, 1986) concluyen que el ciclo reproductivo no está periódicamente establecido y varía con las condiciones oceanográficas. Hallaron hembras maduras en la mayor parte de 1980, pero identificaron tres picos reproductivos; el más importante ocurre en diciembre-enero en el noroeste cerca de Guaymas y a lo largo del talud continental de la costa occidental de Baja California (según Sato, 1976 y observaciones de los autores). Este evento reproductivo genera los individuos que se reclutan a la pesquería en marzo-abril y la sustentan hasta septiembre. Los otros dos picos reproductivos ocurren en mayo-junio y en septiembre, cerca de Santa Rosalía, y se reclutan a la pesquería en septiembre y enero-febrero, respectivamente (Ehrhardt *et al.*, 1983a,b, 1986).

Hernández-Herrera *et al.* (1998) detectaron en el Golfo de California durante noviembre 1995 a noviembre 1996 una sola cohorte que se recluta a la pesquería en mayo con seis meses de

edad (24-50 cm LM). Este reclutamiento sostiene la pesquería durante el año. Este reclutamiento es producto del desove de jibia en otro tiempo y lugar dentro o fuera del Golfo.

E) Características del hábitat

Los cambios de abundancia y tamaño interanuales son considerables, los calamares grandes y maduros tardíos durante periodos de fuertes vientos en las surgencias de la zona de Perú. En años cálidos (El Niño y El Aguaje) los individuos grandes son menos abundantes y los calamares son conducidos dentro de las Bahías (nearshore) mientras que los pequeños y mediados son mas abundantes (Nigmatullin *et al.*, 2001).

F) Distribución espacial y temporal de la abundancia

En el Golfo de California, las mayores biomasas se ubican en la cuenca de Guaymas, mientras ésta decrece hacia el sur (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000). No se ve una clara relación entre la temperatura superficial y subsuperficial y la abundancia de jibia en el Golfo de California (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000) aunque Brito-Castillo *et al.* (2000) hallaron que las mayores capturas entre los 12.8°C y 15.5°C.

Evaluaciones directas e indirectas.

Las estimaciones de abundancia del calamar gigante, basados en distintos métodos, se relatan en la Tabla 3. Las estimaciones de Boerema (en Gulland, 1970) fue criticada por Nesis (1983), ya que estan basadas en los supuestos de que el calamar gigante se alimenta de anchovetas y de que a su vez forma parte exclusiva de la dieta de los cachalotes. Nigmatullin (1990, 2000) y Nigmatullin *et al.* (en prensa) estiman una biomasa total instantánea de calamar gigante en toda el área de distribución de 7-10 millones de toneladas, incluyendo cerca de 2-4 millones t fuera de las ZEE y 1-1.5 millones t ocurriendo en agregaciones.

Tabla 3. Estimaciones de población del calamar gigante en distintas áreas. En cursiva se especifica la cantidad pescable.

Fuente	Área	Período	Estimación (t)
Klett-Traulsen, 1981	Costa este B.C.S.	1981	11,000
Ehrhardt <i>et al.</i> , 1983a,b	Golfo de California	Ene – Sep 1980	73,474 (total) 1,314 – 13,573 ¹
Ehrhardt <i>et al.</i> , 1986	“	“	207,090 (total) 7,850 – 31,386 ¹
Morales-Bojórquez <i>et al.</i> , 1997	Costas de Sonora	Oct 1995 – Mar 1996	80,800 – 146,352
Morales-Bojórquez <i>et al.</i> , 2001	Centro del Golfo	Oct 1995 – Mar 1996	63,000 – 97,000
Hernández-Herrera <i>et al.</i> , 1998	Golfo de California	Oct 1996 – May 1997	171,150 34,890 – 65,560
Solís-Nava y García-Badillo, 1996	Golfo de California	Nov 1995 – Jun 1996	22,852 – 40,000 ¹
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2000	Golfo de California	Mayo – Junio 1996	85,513 – 118,170 79,613 – 93,613
Voss (1973)	California		500,000
Sánchez-Juárez, 1991b	ZEE de B.C. oeste	Antes de Oct 1989	210,646
Nigmatullin, 1999; Nigmatullin <i>et al.</i> , 2000	ZEE de Nicaragua	1984 – 1986	12,000 – 275,000
Nigmatullin <i>et al.</i> , 2000	Domo Costa Rica	Junio – Julio 1990	1.114–0.825 millon. 0.5–1 millones
Nigmatullin <i>et al.</i> , en prensa	Zona ecuatorial	1981 – 1983	90,000 – 150,000
Argüelles y Yamashiro, 1997	Perú	1991 – 1995 (Para 2 cohortes)	6,000 – 203,431 11,477 – 42,229
Nigmatullin <i>et al.</i> , en prensa	Fuera EEZ Perú	1982	820,000-1.62 millo.
Boerema (en Gulland, 1970); Voss (1973)	Pacífico sudeste		1–1.5 millones 1.46 millones ² 0.5 millones
Clarke <i>et al.</i> , 1988, 1993	Pacífico sudeste	1959 – 1961	8.69–13.67 millon. ²
Nigmatullin, 1990, 2000	Todo el rango		7 a 10,000,000

¹Estimaciones mensuales

²Consumo anual de los cachalotes

Un problema importante en las evaluaciones hidroacústicas del calamar gigante en Perú es en la identificación de los registros cuando se encuentra mezclado con los organismos mesopelágicos o plancton, y en el amplio rango de tallas que originan diversas ecuaciones de fuerza de blanco (Castillo *et al.*, 2005). Sin embargo, la técnica de eco-conteo de blancos individuales es una alternativa viable para la identificación de registros de jibia.

Régimen de administración y medidas de manejo.

Hasta 1995 no existían medidas de regulación para la pesquería de la jibia en México (Klett-Traulsen, 1996). Hernández-Herrera *et al.* (1998) sugieren un escape proporcional, estimado con base en el putno de máxima biomasa, de entre 27% y 40%, con una biomasa remanente de entre 65,560 y 34,890 toneladas en mayo, mes en el que se espera un nuevo reclutamiento. Morales-Bojórquez y Nevárez-Martínez (2002) desempeño de modelo de extracción sucesiva... ver también Nevárez-Martínez y Morales-Bojorquez, 1997

Literatura Citada

- Abitia-Cardenas, L. A., F. Galvan-Magaña & J. Rodriguez-Romero. 1997. Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tetrapturus audax*, off the east coast of Mexico. Fish. Bull. 95:360–368.
- Abitia-Cardenas, L.A., F. Galvan-Magaña & A. Muhlia. 1998. Espectro trófico del marlín rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en el área de Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Marina Oceanogr. 33: 277-290.
- Abitia-Cardenas, L. A., F. Galvan-Magaña, F. J. Gutierrez-Sanchez, J. Rodriguez-Romero, B. Aguilar-Palomino & A. Moehl-Hitz. 1999. Diet of blue marlin *Makaira mazara* off the coast of Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. Fish. Res., 44: 95-100.
- Abitia-Cardenas, L. A., A. F. Muhlia-Melo, V. H. Cruz -Escalona & F. Galvan-Magaña. 2002. Trophic dynamic and seasonal energetics of striped marlin *Tetrapturus audax* in the southern Gulf of California, Mexico. Fish. Res. 57: 287-295.
- Aguilar-Palomino B., Galvan-Magana F., Abita-Cardenas L.A., Muhlia-Melo A.F. y J. Rodriguez-Romero 1998. Feeding aspects of the dolphin *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 in Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. Cienc. Mar., 24(3) : 253-265.
- Alford, R. A. & G. D. Jackson. 1993. Do cephalopods and larvae of other taxa grow asymptotically? The American Naturalist, 141(5): 717-728.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. pp. 427-449 En *Ecosystems of the World: Estuaries and enclosed seas*. B. H. Ketchum (ed.). Amsterdam, Elsevier.
- Álvarez-Borrego, S. & J. R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and productivity of the Gulf of California. In: Dauphin, J.P. y B. Simoneit (Eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 47: 555-567.
- Álvarez-Borrego, S. & R. A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas, 6 (1y2): 43-63.
- Álvarez-Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M. J. Acosta-Ruiz & R. A. Schwartzlose. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas, 5(2): 53-71.
- Alverson, F. G. 1961. Daylight surface occurrence of myctophid fishes off the coast of Central America. Pac. Sci., 15(3): 483.
- Alverson, F. G. 1963. The food of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 7: 293-396.
- Amaratunga, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystem. pp. 379-415. In J. F. Caddy (Ed.), *Advances in assessment of world cephalopod resources*. FAO Fish. Tech. Pap., 231.
- Anderson, M. E. 1978. Notes on the cephalopods of Monterey Bay, California, with new records for the area. The Veliger, 21(2): 255-262.
- Anderson, C. I. H. & P. G. Rodhouse. 2001. Life cycles, oceanography and variability:

- ommastrephid squid in variable oceanographic environments. Fish. Res. 54, 133-143.
- Anónimo. 1992. El calamar de México, una alternativa de producción. Informe no publicado del INP, Secretaría de la Pesca, México. 178 pp.
- Anónimo. 1999. Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the two ommastrephid squids, *Dosidicus gigas* and *Ommastrephes bartrami*, in the Pacific Ocean, during September 11 – December 24, 1997. Fisheries Agency of Japan, 1-161 pp.
- Antonelis Jr., G. A., C. H. Fiscus & R. L. DeLong. 1984. Spring and summer prey of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California, 1978-79. Fish. Bull., 82(1): 67-76.
- Araya, H. 1983. Fishery, biology and stock assessment of *Ommastrephes bartrami* in the North Pacific Ocean. Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 269-283.
- Arenas-Fuentes, P. & A. Díaz de León-Corral. 1997. How to achieve sustainable fisheries development in a developing country: the case of México. In Hancock, D. A., D. C. Smith, A. Grant y J. P. Beumer, Developing and sustaining world fisheries resources. The state of science and management. 2nd World Fisheries Congress, Brisbane, Australia. CSIRO. Pp. 586-592.
- Argüelles-Torres, J. 1996. Crecimiento y reclutamiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Perú (1991 a 1994). Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 23: 14 pp.
- Argüelles, J. & C. Yamashiro. 1997. Estimación de la población del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el litoral peruano mediante el análisis de cohortes. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 72: 3-24.
- Argüelles, J., P. G. Rodhouse, P. Villegas y G. Castillo. 2001. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. Fish. Res., 54(1): 51-61.
- Arkhipkin, A. I. 1989a. Taxonomic description plan, collection and processing technique used for statoliths of squid and cuttlefish. Zool. Zh., 68 (3): 115-120. (En ruso, resumen en inglés).
- Arkhipkin, A.I. 1989b. Age and growth of squids of family Ommastrephidae. Ph. D. Thesis Abstract. Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, 25 pp. [en ruso]
- Arkhipkin, A. 1990. Edad y crecimiento del calamar (*Illex argentinus*). Frente Marítimo, 6(A): 25-35.
- Arkhipkin, A. I. 1991. Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*, pp. 11-17. Proceedings of the international workshop, 9-14 October 1989, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Arkhipkin, A. I. 1996a. Geographical variation in growth and maturation of the squid *Illex coindetii* (Oegopsida, Ommastrephidae) off the North-west African coast. J. mar. biol. Ass. U.K., 76: 1091-1106.
- Arkhipkin, A. 1996b. Age and growth of planktonic squids *Cranchia scabra* and *Liocranchia*

- reinhardtii* (Cephalopoda, Cranchiidae) in epipelagic waters of the central-east Atlantic. J. Plankton Res., 18(9): 1675-1683.
- Arkhipkin, A. I. & V. A. Bizikov. 1991. Comparative analysis of age and growth rates estimation using statoliths and gladius in squids. 1991. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*, pp. 19-33. Proceedings of the international workshop, 9-14 October 1989, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Arkhipkin, A. & V. Laptikhovsky. 1994. Seasonal and interannual variability in growth and maturation of winter spawning *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the Southwest Atlantic. Aquat. Living Resour., 7: 221-232.
- Arkhipkin, A. & A. Mikheev. 1992. Age and growth of the squid *Sthenoteuthis pteropus* (Oegopsida, Ommastrephidae) from the Central-East Atlantic. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 163: 261-276.
- Arkhipkin, A. I. & S. A. Murzov. 1986a. Statolith morphology, growth and development in squids of the family Ommastrephidae from the south-eastern part of Pacific Ocean. Zool. Zh., 65 (4): 499-505. (En ruso, resumen en inglés).
- Arkhipkin, A. I. & S. A. Murzov. 1986b. Age and growth of the jumbo squid *Dosidicus gigas*. In Ivanov, B. G., *Resources and fishery perspectives of squid of the world ocean*. pp. 107-123 Moscú, VNIRO Press (En ruso, resumen en inglés).
- Arkhipkin, A. I. & A. V. Parfenyuk. 1986. Horizontal and vertical distribution of young squid *Dosidicus gigas* in the area of the Peru Basin. In Ivanov, B. G., *Resources and fishery perspectives of squid of the world ocean*. pp. 101-107 Moscú, VNIRO Press (En ruso, resumen en inglés).
- Arkhipkin, A. & J. A. A. Perez. 1998. Life-history reconstruction. In Rodhouse, P. G., E. G. Dawe y R. K. O'Dor (Eds.), *Squid recruitment dynamics: The genus Illex as a model, the commercial Illex species and influences on variability*. FAO Fish. Tech. Paper, 376: 157-180.
- Arkhipkin, A. I. & N. V. Silvanovich. 1997. Age, growth and maturation of the squid *Martialia hyadesi* (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the south-west Atlantic. Antarctic Sci., 9(4): 373-380.
- Arkhipkin, A., V. Laptikhovsky & A. Golub. 1999. Population structure and growth of the squid *Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in north-west African waters. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 79: 467-477.
- Arkhipkin, A., P. Jereb & S. Ragonese. 2000. Growth and maturation in two successive groups of the short-finned squid, *Illex coindetii* from the Strait of Sicily (central Mediterranean). ICES J. Mar. Sci., 57: 31-41.
- Arvizu-Martínez, J., E. García-Romero & I. Morales-Alemán. 1974. Estudio preliminar sobre langostilla, *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea: Galatheidae), de la costa occidental de Baja California y Golfo de California. Inst. Nal. Pesca, México, Ser. Cient., 1: 1-10.

- Auriolles-Gamboa, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, Mexico. *Fish. Bull.*, 89: 107-706.
- Auriolles-Gamboa, D., M. I. Castro-González & R. Pérez-Flores. 1994. Annual mass strandings of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Anomura: Galatheidae), in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Fish. Bull.*, 92: 464-470.
- Bacon, L. 1998. Weather's windfall: El Niño fosters giant squid. *Oregon Business Chanel-Newsnet*, No. 395.
- Badan-Dangon, A., C. J. Koblinsky & T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*, 8, 13-22.
- Baral, A. A. 1967a. Some data on the biology of Southeastern Pacific squid. *Ryb. Khoz.*, 43(8): 15-17. [En ruso]
- Baral, A. A. 1967b. Peculiarities of finding and catching squids. *Ryb. Khoz.*, 9: 39-41. [En ruso]
- Barham, E. G. 1970. Deep-sea fishes: lethargy and vertical orientation. P. 100-118. In G. B. Farguhar (ed.), *Proc. Int. Symp. Biological Sound Scattering in the Ocean*. Scient. Rep. Maury Center Ocean, Vol. 5.
- Bartsch, P. 1935. An invasion of Monterey Bay by squids. *Nautilus*, 48(3): 107-108.
- Bazanov, S. I. 1986. Feeding behaviour of *Dosidicus gigas* and some quantitative aspects of its feeding. In Ivanov, B. G., *Resources and fishery perspectives of squid of the world ocean*. pp. 124-131. Moscú, VNIRO Press [En ruso, resumen en inglés]
- Beebe, W. & M. Vander Pyl. 1944. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. 33. Family Myctophidae. *Zoologica*, N. Y., 29(9): 59-95.
- Beddington, J. R., A. A. Rosenberg, J. A. Crombie & G. P. Kirkwood. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin squid fishery in Falkland Islands waters. *Fish. Res.*, 8: 351-365.
- Benites, C. 1985. Resultado de las investigaciones biológico-pesqueras de la jibia *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en el litoral peruano de julio 1983 a marzo 1984. En: A. E. Treseira (ed.), *Anales del Congreso Nacional de Biología Pesquera*. 28 Jun.-1 Jul., 1984, Trujillo, Perú: 10-15.
- Benites, C. & V. Valdivieso. 1986. Resultados de la pesca exploratoria de 1978/80 y desembarque de cefalópodos pelágicos en el litoral peruano. *Bol. Inst. Mar Perú*, 10(5): 139 pp.
- Bennet, B. A. 1978. Underwater observations of the squid *Illex illecebrosus* in the Newfoundland inshore waters. In N. Balch, T. Amaratunga y R. K. O'Dor (Eds.). *Proceedings of the workshop on the squid Illex illecebrosus*. Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, May 1978. Tech. Rep. Fish. Mar. Serv., Envir. Can., 833: 12.1-12.9.
- Berry, S. S. 1911. Notes on some cephalopods in the collection of the University of California. *Univ. Calif. Publs. Zool.*, 8(7): 301-310, pls. 20-21.

- Berry, S. S. 1912. A review of the cephalopods of Western North America. Bull. Bur. Fish. Wash., 30: 269-336.
- Bizikov, V. A. 1991. Squid gladius: its use for the study of growth, age, intraespecies structure and evolution (on the example of the family Ommastrephidae). Tesis doctoral, Inst. Oceanología, Acad. Ciencias URSS, Moscú, 513 pp. (En ruso, resumen en inglés).
- Bizikov, V. A. 1995. Growth of *Sthenoteuthis oualaniensis*, using a new method based on gladius microestructure. ICES mar. Sci. Symp., 199: 445-458.
- Blake, D. A. 1982. The successful introduction and promotion of a new product: grande calamari. Proceedings of the International Squid Symposium. August 9-12, 1981. Boston, Massachusetts. Pp. 287-294. Unipub, New York
- Blunt, C. E. 1960. Observations on the food habits of longline caught bigeye and yellowfin tuna from the tropical eastern Pacific 1955-1956. Calif. Fish and Game 46(1): 69-80.
- Boyd, C. M. 1967. The benthic and pelagic habitats of the red crab, *Pleuroncodes planipes*. Pac. Sci., XXI: 394-403.
- Boyle, P. R. 1990. Cephalopod biology in the fisheries context. Fish. Res. 8: 303-321.
- Bray, N. A. 1988a. Thermohaline circulation in the Gulf of California. J. Geophys. Res., 93(C5): 4993-5020.
- Bray, N. A. 1988b. Water mass formation in the Gulf of California. J. Geophys. Res., 93(C8): 9223-9240.
- Bray, N. A. & J. M. Robles. 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. In: Dauphin, J. P. & B. Simoneit (Eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 47: 511-553.
- Breiby, A. & M. Jobling. 1985. Predatory role of the flying squid (*Todarodes sagittatus*) in North Norwegian waters. NAFO Sci. Coun. Studies, 9: 125-132.
- Brewer, G. D. 1973. Midwater fishes from the Gulf of California and adjacent eastern tropical Pacific. Bull. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist., 242: 1-47.
- Brito-Castillo, L., E. Alcántara-Razo, R. Morales-Azpeitia & C. A. Salinas-Zavala. 2000. Temperaturas del Golfo de California durante mayo y junio de 1996 y su relación con las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835). Ciencias Marinas, 26(3): 413-440.
- Brongersma-Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. In J. W. Hedgpeth (Ed.), *Treatise on marine ecology and paleoecology, Vol. 1 Ecology*. Mem. Geol. Soc. America, 67(1): 941-1010, 7 figs.
- Brown, D. W. 1974. Hydrography and midwater fishes of three contiguous oceanic areas off Santa Barbara, California. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co. Cont. in Sci., 261: 1-30.
- Brunetti, N.E. 1990. Escala para la identificación de estadios de madurez sexual del calamar (*Illex argentinus*). Frente Marítimo, 7 (Sec. A): 45-51.
- Burukovsky, R. N., T. V. Zuev, Ch. M. Nigmatullin & M. A. Tzimbal. 1977. Methodological principles of plotting scales of reproductive maturing systems in female squids, based on

- Sthenoteuthis pteropus* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Zool. Zh., 56(12): 1781-1791 [En ruso]. Traducción al inglés por Language Services Branch, NMFS, NOAA, U.S. Dep. Comm.: 13pp.
- Caddy, J. F. 1983. The cephalopods: factors revelant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. *In* J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap., 231: 416-452.
- Caddy, J. F. 1991. Daily rings on squid statoliths: an opportunity to test standard population models? *In* P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*, pp. 53-66. Proceedings of the international workshop, 9-14 October 1989, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Cailliet, G. M. 1977. Several approaches to the feeding ecology of fishes. P. 1-13. *In* C. A. Simenstad & S. J. Lipovsky, *Fish food habits studies*. 1st Pacific Northwest Technical Workshop Proceedings, Astoria, OR, October 13-15 1976. Washington Sea Grant, Univ. of Washington, Seattle, WA.
- Cassie, R.M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 5, 513-522.
- Castillo-Portugal, A. C. 1997. Crecimiento y biología reproductiva de *Dosidicus gigas* “pota” frente a las costas del Perú durante 1995. Tesis de Licenciatura. Univ. Autónoma de Trujillo, Trujillo, Perú. 56 pp.
- Chávez, H. & R. Ramos-Padilla. 1974. Informe de las actividades de pesca exploratoria efectuadas con el barco “Louis Caubriere”, en aguas nacionales del Pacífico, durante 1968 y 1969. S.I.C, Subsecretaria de Pesca, Mexico. Serie Informativa, INP/SI: i22, 30 pp, 2 figs.
- Chesalin, M. V. 1985. On the nutrition of *Sthenoteuthis pteropus* (Steenstrup, 1855) with Myctophidae (Pisces). 75-80 [En ruso con resumen en inglés]
- Chesalin, M. V. 1994. Distribution and biology of the squid *Sthenoteuthis oualaniensis* in the Arabian Sea. Hydrobiol. J., 30(2): 61-73.
- Chesalin, M. V. y V. Ye. Giragosov. 1993. Egg-mass and embrional development of the purple squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (the giant Arabian Sea form) in experimental conditions. Okeanologiya, 33(1): 116-120. [En ruso con resumen en inglés]
- Clark F.N. 1934. Maturity of the California sardine (*Sardina caerulea*), determined by ova diameter measurements. Fish. Bull., 42 (1): 1-49.
- Clark, F. N. & J. B. Phillips. 1936. Commercial use of jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game, 22(2): 143-144.
- Clarke, M. R. 1965. Large light organs on the dorsal surfaces of the squids *Ommastrephes pteropus*, *Symplectoteuthis oualaniensis*, and *Dosidicus gigas*. Proc. Malac. Soc. Lond., 36: 319-321.
- Clarke, M. R. 1966. A review of the systematics and ecology of oceanic squids. Adv. Mar. Biol., 4: 91-300.

- Clarke, M. R. 1978. The cephalopod statolith – An introduction to its form. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 58(3): 701-712.
- Clarke, M. R. 1986. A handbook for the identification of cephalopod beaks. Clarendon Press, Oxford. 273 p.
- Clarke, M. R. y J. E. Fitch. 1979. Statoliths of cenozoic teuthoid cephalopods from North America. Palaeontology, 22(2): 479-511.
- Clarke, M. R., N. MacLeod & O. Paliza. 1976. Cephalopods remains from the stomachs of sperm whales caught off Peru and Chile. J. Zool. 180, 477-493.
- Clarke, R. & O. Paliza. 2000. The Humboldt Current squid *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835). Rev. Biol. Mar. y Ocean., 35(1): 1-39.
- Clarke, R. & O. Paliza. 2001. The Food of Sperm Whales in the Southeast Pacific. Mar. Mammal Sci., 17:427-429.
- Clarke, R. & O. Paliza. 2002. La pota y el cachalote. In J. Mendo y M. Wolf (Eds.). Memorias I jornada científica reserva nacional Paracas. Univ. Nac. Agraria La Molina, Lima, Perú. Pp. 119-124.
- Clarke, R., A. Aguayo L. & S. Basulto del Campo. 1978. Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1964. Sci. Rep. Whale Res. Inst. Tokyo, 30: 117-177.
- Clarke, R., O. Paliza y A. Aguayo L. 1988. In G. Pirelli (Ed.), *Investigations on Cetacea*, 21: 53-195. Sperm whales of the Southeast Pacific. Part IV: Fatness, food and feeding.
- Clarke, R., O. Paliza & A. Aguayo. 1993. Riesgo para la recuperación de la existencia de cachalotes en el Pacífico sureste debido al desarrollo de la pesca de la pota. Bol. Lima, 85: 73-78.
- Clarke, T. A. 1973. Some aspects of the ecology of lanternfishes (Myctophidae) in the Pacific ocean near Hawaii. Fish. Bull., 71(2): 401-433.
- Coelho M. L. 1985. Review of the influence of oceanographic factors on cephalopod distribution and life cycles. NAFO Sci. Stud., 9: 47-57.
- Coelho M. L. 1990. Gametogenesis in the squid *Illex illecebrosus*. Journal of Cephalopod Biology, 1: 75-90.
- Coelho, M. L., T. Amaratunga & H. Dupouy. 1982. Some histological observations on gonadal development of *Illex illecebrosus* (Le Sueur). NAFO SCR Doc. 82/VI/30: 13 p.
- Cole, K. S. & D. L. Gilbert. 1970. Jet propulsion of squid. Biol. Bull., 138(3): 245-246.
- Collard, S. B. 1970. Forage of some eastern Pacific midwater fishes. Copeia, 1970(2): 348-354.
- Cosgrove, J. A. 2005. The first specimens of Humboldt squid in British Columbia. PICES Press, 13(2):30-31. Disponible en:
http://www.pices.int/publications/pices_press/Volume13/July_2005/pp_30_31_squid.pdf
- Crocker, R. S. 1937. Further notes on the jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game, 23(3): 246-247.

- Crow, M. E. 1982. Some statistical techniques for analyzing the stomach contents of fish. In G. M. Cailliet y C. A. Simenstad (eds.), *Gutshop'81, Fish food habits studies*. Proceedings of the Third Pacific Workshop, December 6-9, 1981, Pacific Grove, CA, p. 8-15. Washington Sea Grant Publ., Univ. Washington, Seattle.
- Dalpadado, P. y J. Gjøsæter. 1988. Feeding ecology of the lanternfish *Benthosema pterotum* from the Indian Ocean. *Mar. Biol.*, 99: 555-567.
- Dawe, E. G. & Y. Natsukari. 1991. Light microscopy. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky, eds. *Squid age determination using statoliths*, pp. 83-95. Proceedings of the international workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, 9-14 October 1989. N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Dawe, E. G., R. K. O'Dor, P. H. Odense & G. V. Hurley. 1985. Validation and application of an ageing technique for short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 6: 107-116.
- Dawe, E. G., E. L. Dalley & W. W. Lidster. 1997. Fish prey spectrum of short-finned squid (*Illex illecebrosus*) at Newfoundland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54(Suppl. 1): 200-208.
- de Sylva. 1962. Red-water blooms off northern Chile, April-May 1956, with reference to the ecology of the swordfish and the striped marlin. *Pac. Sci.*, XVI: 271-279.
- Deweese, C. M. y R. J. Price. 1982. Overview of the squid fishery on the Pacific coast of the United States. Proceedings of the International Squid Symposium. August 9-12, 1981. Boston, Massachusetts. Pp. 197-212. Unipub, New York
- Díaz-Urbe, J. G., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, S. Martínez-Aguilar, M. C. Suárez-Higuera y A. Hernández-López. 2006. Validación histológica de los estadios de madurez gonádica de las hembras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*, 32 (1A): 23-31.
- Dilly, P. N. 1976. The structure of some cephalopod statoliths. *Cell. Tiss. Res.*, 175: 147-163.
- Doyle, J. 1998. Captured jumbo squid dies. *San Francisco Chronicle*, October 2
- Duncan, D. D. 1941. Fighting giants of the Humboldt. *Nat. Geog. Mag.*, 79(3): 373-400.
- Ehrhardt, N. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bull. Mar. Sci.*, 49(1-2): 325-332.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, A. Solís N., F. García B., G. González D., J. Ortiz C. & P. Ulloa R. 1982a. Crecimiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera*, 3: 33-40.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, G. González D., P. Ulloa R., F. García B., J. G. Ortiz C. & A. Solís N. 1982b. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante 1980 en el Golfo de California. Flota y poder de pesca. *Ciencia Pesquera*, 3: 41-60.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, F. García B., G. González D., J. M. López B., J. Ortiz C. & A. Solís N. 1983a. Summary of the fishery and biology of the jumbo squid (*Dosidicus*

- gigas*) in the Gulf of California, Mexico. Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 305-311.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, F. García B., G. González D., J. M. López B., J. Ortiz C. & A. Solís N. 1983b. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. In J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap., 231: 306-339.
- Ehrhardt, N. M., A. Solís N, P. S. Jacquemin, J. G. Ortiz C., P. Ulloa R., G. González D. & F. García B. 1986. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. Ciencia Pesquera, 5: 63-76.
- Enríquez-Paredes, L. M. 1999. Estructura genética de las agregaciones de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Tesis de Maestría, Fac. Ciencias Marinas, UABC, 85 pp.
- FAO. 2000a. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Fisheries Dep., Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- FAO. 2000b. Estadísticas de pesca. Capturas. 1998. Vol. 86/1: 713pp.
- Fernández, F. & J. A. Vásquez. 1995. La jibia *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) en Chile: análisis de una pesquería efímera. Estud. Oceanol., 14: 17-21.
- Férussac A. E. & Orbigny, A. d'. 1835-48. Historie naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères. Paris, 2 vols. text y atlas.
- Filippova, J. A. 1971. The distribution of squids in the pelagic waters of the World Ocean. In *Fundamentals of the biological productivity of the oceans and their exploration*. Nauka, Moscú. 89-101 pp. [En ruso]
- Filippova, J. A., 1974. On the feeding habits of oceanic squid of the family Ommastrephidae. Trudy VNIRO, 99: 123-132. [En ruso con resumen en inglés]
- Fiscus, C. H., D. W. Rice & A. Wolman. 1989. Cephalopods from the stomach of sperm whales taken off California. NOAA Tech. Rep. 83:1-21.
- Fitch, J. E. 1969a. Fossil lanternfish otoliths of California, with notes on fossil Myctophidae of North America. L. A. County Mus. Nat. Hist., Contribs. in Sci., 173: 20 pp.
- Fitch, J. E. 1969b. Fossil records of certain schooling fishes of the Californian Current system. CalCOFI Rep., 13: 71-80.
- Fitch, J. E. 1976. Food habits of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*. CalCOFI Conference Abstracts for 1976, p. 21.
- Fitch, J. E. & R. L. Brownell, Jr. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25(12): 2561-2574.
- Forsythe, J. W. & W. F. Van Heukelem. 1987. Growth. Pp. 135-156. In P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- Gaevskaya, A. V. & Ch. M. Nigmatullin. 1976. Biotic relationships of *Ommastrephes bartrami* (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the North and South Atlantic. Zool. Zhu, 12(12): 1800-1810.

- Galván-Magaña, F., J. Rodríguez & H. J. Nienhuis. 1985. Cefalopodos, atún aleta amarilla y migración. CIBCASIO Trans., X: 461-480.
- Ganoza, F., J. Rubio, O. Morón & M. Girón. 1997. Investigaciones sobre el calamar gigante o pota en primavera en el área de Puerto Pizarro a Paita. Crucero BIC SNP-1 9609-10. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 65: 23-53.
- García-Domínguez, F. A. & P. G. González-Ramírez. 1988. Observaciones sobre la alimentación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) D'Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología. 13-16 de Octubre 1987, Villahermosa, Tabasco, México, pp. 147-150.
- García-Pámanes, J. & A. Tripp-Quezada. 1979. Distribución de larvas de cefalópodos en el área sur del Golfo de California. Reporte no publicado del Curso Intensivo y avanzado de plancton impartido por la Dra. Angeles Alavariño. IPN-CICIMAR. 27 pp.
- García-Rodríguez, J. R. 1995. Observaciones sobre la pesquería del calamar gigante en el Golfo de California. Informe no publicado de Pesquera México, S.A. de C.V. 10 pp.
- García-Tello, P. 1964. Nota preliminar sobre una observación de bioluminiscencia en *Dosidicus gigas* (d'Orb.) Cephalopoda. Bol. Univ. Chile, 46: 27-28.
- García-Tello, P. 1965. Utilización de la mandíbula inferior de la jibia *Dosidicus gigas* (D'Orb.) en el cálculo de su peso total. (Mollusca, Cephalopoda, Ommastrephidae). Rev. Biol. Mar., 12(1, 2 y 3): 185-197.
- García-Vázquez, S. 1990. La pesca del calamar gigante, *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en la costa occidental de Baja California durante 1989 y 1990. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Oceanografía. Escuela de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa, 21-23 noviembre 1990. p. 58.
- Gaxiola-Castro, G., S. Álvarez-Borrego & R. A. Schwartzlose. 1978. Sistema de bioxido de carbono en el Golfo de California. Ciencias Marinas, 5(2): 25-40.
- Gaxiola-Castro, G., J. Garcia-Cordova, J. E. Valdez-Holguin y M. Botello-Ruvalcaba. 1995. Spatial distribution of chlorophyll *a* and primary productivity in relation to winter physical structure in the Gulf of California. Cont. Shelf. Res., 15(9): 1043-1059
- Gilbert, J. Y. y W. E. Allen. 1943. The phytoplankton of the Gulf of California obtained by the E. W. Scripps in 1939 and 1940. J. Mar. Res., 5: 89-110.
- Gilly W. F., Elliger C. A., Salinas C. A., Camarilla-Coop S., Bazzino G., Beman M. En prensa. Spawning by jumbo squid *Dosidicus gigas* in the San Pedro Mártir basin, Gulf of California, Mexico. Mar. Ecol. Prog. Ser.
- Gjøsæter, J. 1981. Abundance and production of lanternfish (Myctophidae) in the western and northern Arabian Sea. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 17: 215-251.
- González, A. F. y A. Guerra. 1996. Reproductive biology of the short-finned squid *Illex coindetii* (Cephalopoda, Ommastrephidae) of the Northeastern Atlantic. Sarsia, 81: 107-118.

- Gray, J. E. 1849. Catalogue of the Mollusca in the collection of the British Museum. Part I. Cephalopoda antepedia. 164 pp. London, British Museum Nat. Hist.
- Guerra, A. & G. Pérez-Gándaras. 1983. La pesquería mundial de cefalópodos: situación actual y perspectivas. Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq., 102-104: 141 pp.
- Guerrero-Escobedo, F. J. 1991. Prospección de calamar gigante en la costa oriental de Baja California Sur, México en 1991. Informe Técnico, CRIP La Paz, 11 p.
- Guerrero-Escobedo, F. J., F. Galván-Magaña, G. León-Carballo & M. A. Reinecke-Reyes. 1992. Abundancia relativa y composición de tallas del calamar gigante *Dosidicus gigas*, D'Orbigny (1935), en la costa oriental de Baja California Sur, México. Manuscrito no publicado. IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Septiembre 2-4, 1992, Ensenada, B.C., México. 14 pp.
- Guerrero-Escobedo, F. J., F. Galván-Magaña, G. León-Carballo & M. A. Reinecke-Reyes. 1995a. Prospección de calamar gigante en la costa oriental de Baja California Sur, México 1991. Manuscrito no publicado. Segundo Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. 23-25 Noviembre 1995, San Carlos, Guaymas, Sonora. 11 pp.
- Guerrero-Escobedo, F. J., R. de la Rosa-Pacheco & A. A. Flores-Santillán. 1995b. Descripción general de la pesquería del calamar gigante en Santa Rosalía, B.C.S. Manuscrito no publicado. Segundo Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. 23-25 Noviembre 1995, San Carlos, Guaymas, Sonora. 25 pp.
- Guerrero-Escobedo, F. J., A. Flores-Santillán & R. de la Rosa-Pacheco. 1996. Descripción general de la pesquería del calamar gigante en Santa Rosalía, BCS, mayo de 1995. Oceanología 1(9): 165-183.
- Guerrero-Escobedo, F. J., F. J. Guerrero-Torrescano & A. Flores-Santillán. 2002. La pesquería del calamar gigante: un análisis de las capturas de 1996 en Santa Rosalía, Baja California Sur, México. Acta Cient. CRIP-La Paz, 1: 24-30.
- Gulland, J. A. 1970. The fish resources of the ocean. FAO Fish Tech. Pap., 97: 425 pp.
- Hall, H. 1990. Mugged by a squid! Ocean Realm, 1990: 6-8.
- Hamabe, M., T. Kawakami, Y. Warabe, T. Okutani & H. Ikeda. 1976. Review of cephalopod resources and their exploitation by Japan. FAO Fish. Rep., 170 (Suppl. 1): 1-3.
- Hamman, M. G. & M. A. Cisneros-Mata. 1989. Range extension and commercial capture of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard, in the Gulf of California, Mexico. Calif. Fish Game, 75(1): 49-53.
- Hammann, M. G., J. S. Palleiro-Nayar & O. Sosa-Nishizaki. 1995. The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, Mexico. CalCOFI Rep., 36: 127-133.
- Hammann, M.G., T. R. Baumgartner & A. Badan-Dangon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. CalCOFI Rep. 29, 102-109.
- Hanlon, R. T. & J. B. Messenger. 1996. Cephalopod behaviour. Cambridge Univ. Press, Gran Bretaña. 232 p.
- Harman, R. F., R. E. Young, S. B. Reid, K. M. Mangold, T. Suzuki & R. F. Hixon. 1989.

- Evidence of multiple spawning in the tropical oceanic squid *Stenoteuthis oualaniensis* (Teuthoidea: Ommastrephidae). *Mar. Biol.*, 101: 513-519.
- Hastie, L. C., J. B. Joy, G. J. Pierce & C. Yau. 1994. Reproductive biology of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Scottish waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 74, 367-382.
- Hatfield, E. M. C. & P. G. Rodhouse. 1994. Migration as a source of bias in the measurement of cephalopod growth. *Antarctic Science*, 6(2): 179-184.
- Hendrickx, M. E. & F. D. Estrada-Navarrete. 1996. Los camarones pelágicos (Crustacea: Dendrobranchiata y Caridea) del Pacífico mexicano. CONABIO e ICML-UNAM, México. 157 pp.
- Henry, A. & V. Taylor, 2002. Jumbo flying squid strandings. *Calif. Dep. Fish Game, Loligo Examiner*, 4(2): 2-3.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojórquez, M. O. Nevares Martínez, A. Balmori Ramírez & G. I. Rivera Parra. 1996. Distribución de tallas y aspectos de la reproducción del calamar gigante (*Dosidiscus gigas*) en el Golfo de California, México, en 1996. *Ciencia Pesquera*, 12: 85-89.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojórquez, M. A. Cisneros-Mata, M. O. Nevárez-Martínez & G. I. Rivera-Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidiscus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.*, 39: 212-218.
- Hochberg, F. G. Jr. & W. Gordon. 1980. Cephalopoda: The squids and octopuses. Chapter 17 *In* Morris, R. H., D. P. Abbott and E. C. Haderlie (Eds.), *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford Univ. Press. Stanford, California. 429-444 pp.
- Hoffman, M. 1979. The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. *In* J. Lipovsky, J. y C. A. Simenstad (Eds.), *Gutshop '78, Fish food habits studies* Proceedings of the Second Pacific Northwest Technical Workshop, October 10-13, 1978, Maple Valley, WA, p. 56-61. Washington Sea Grant Publ., Univ. Washington, Seattle.
- Holguín-Quñones, O. E. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. Inst. Nal. Pesca, México. V + 118 pp.
- Hopkins, T. L. & R. C. Baird. 1977. Aspects of the feeding ecology of oceanic midwater fishes. *In* Andersen, N. R. y B. J. Zahuranec (Eds.), *Oceanic sound scattering prediction*. Plenum Press, New York, pp 325-360.
- Hunter, J. R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. *In* R. Lasker (Ed.), *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application for the northern anchovy, Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 36. Pp. 63-66.
- Hunter, J. R. & B. J. Macewicz. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. *In* R. Lasker (Ed.), *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, Engraulis mordax*, p. 79-94. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 36.

- Hurley, G. V. & P. Beck. 1979. The observations of growth rings in statoliths from the ommastrephid squid, *Illex illecebrosus*. Bull. Amer. Malacol. Union, 1979: 23-29.
- Ibáñez, C. M., C. González y Luis Cubillos. 2004. Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, en aguas oceánicas de Chile central en invierno de 2003. Invest. Mar., Valparaíso, 32(2): 113-120.
- Ichii T., K. Mahapatra, T. Watanabe, A. Yatsu, D. Inagake & Y. Okada. 2002. Occurrence of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* aggregations associated with the countercurrent ridge off the Costa Rica dome during 1997 El Niño and 1999 La Niña. Marine Ecology Progress Series, 231: 151-166.
- Ignell, S. 1991. The fisheries for neon flying squid (*Ommastrephes bartrami*) in the central North Pacific Ocean. In J. A. Wetherall (Ed.), *Biology, oceanography and fisheries of the North Pacific Transition Zone and Subarctic Frontal Zone*. NOAA Tech. Rep. NMFS, 105: 97-111.
- Ikeda, Y., Y. Sakurai & K. Shimazaki. 1991. Development of female reproductive sexual maturation in the Japanese common squid *Todarodes pacificus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(12): 2243-2247. [En japonés con resumen en inglés]
- Ivanovic, M. L. & N. E. Brunetti. 1994. Food and feeding of *Illex argentinus*. Antarctic Sci., 6(2): 185-193.
- Iverson, I. L. K. & L. Pinkas. 1971. A pictorial guide to beaks of certain eastern Pacific cephalopods. Calif. Dep. Fish Game, Fish. Bull., 152: 83-105.
- Jackson, G. D. 1994. Applications and future potential on statolith increments analysis in squids and sepioids. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51: 2612-2625.
- Jackson, G. D. 1997. Age, growth and maturation of the deepwater squid *Moroteuthis ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae) in New Zealand waters. Polar Biol., 17: 268-274.
- Jackson, G. D. & J. H. Choat. 1992. Growth in tropical cephalopods: an analysis based on statolith microstructure. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 218-228.
- Jackson, G. D., A. I. Arkhipkin, V. A. Bizikov & R. T. Hanlon. 1993. Laboratory and field corroboration of age and growth from statoliths and gladii of the loliginid squid *Sepioteuthis lessoniana* (Mollusca: Cephalopoda). In T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (Eds), *Recent advances in cephalopod fisheries biology*. Pp. 189-199. Contributed papers to 1991 CIAC International Symposium and Proceedings of the Workshop on Age, Growth and Population Structure. Tokay Univ. Press, Tokyo. 752 pp.
- Jaquet, N. & D. Gendron. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico. Mar. Biol. 141, 591-601.
- Jaquet, N. & D. Gendron. 2003. Sperm whales in the Gulf of California: residency, movements, behavior, and the possible influence of variation in food supply. Mar. mammal Sci., 19(3): 545-562.
- Jobling, M. & A. Breiby. 1986. The use and abuse of fish otoliths studies of feeding habits of marine piscivores. Sarsia, 71: 265-274.

- Juanico, M. 1980. Developments in South American squid fisheries. *Mar. Fish. Rev.*, 42(7-8): 10-14.
- Juanico, M. 1982. South American squid fisheries: some new aspects. Proceedings of the International Squid Symposium. August 9-12, 1981. Boston, Massachusetts. Unipub, New York: pp. 245-263.
- Juanicó, M. 1983. Squid maturity scales for population analysis. pp. 341-378. *In* J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap., 231.
- Juárez-Olvera, C. C. 1991. Distribución y abundancia de larvas de Myctophidae en el Golfo de California, primavera 1985. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 51 (135-136): 87-96.
- Juhl, R. 1955. Notes on the feeding habits of subsurface yellowfin and bigeye tunas of the eastern tropical Pacific Ocean. *Calif. Fish and Game*, 41(1): 99-101.
- Kalish, J. M., C. F. Greenlaw, W. G. Percy & D. V. Holliday. 1986. The biological and acoustical structure of sound scattering layers off Oregon. *Deep-Sea Res.*, 33(5): 631-653.
- Kashkina, A. A. & N. I. Kashkin. 1994. Mexican red crab *Pleuroncodes planipes* Stimpson 1860 (Galatheidae) as an intermediate trophic link in the upwelling ecosystem along the shores of Baja California. *Oceanology*, 33(4): 502-509.
- Keen, A. M. 1971. Sea shells of tropical West America. Segunda edición. Stanford Univ. Press, Stanford, California. 1064 pp.
- Klett, A. 1982. Jumbo squid fishery in the Gulf of California, Mexico. Proceedings of the International Squids Symposium, August 9-12, 1981, Boston, Massachusetts. New-England Fisheries Development Found., Inc. Boston, MA, USA. pp: 81-100.
- Klett-Traulsen, A. 1981. Estado actual de la pesquería del calamar gigante en el estado de Baja California Sur. *Depto. Pesca México. Serie Cient.*, 21: 1-28.
- Klett-Traulsen, A. 1996. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas*. Pp 127-149 *In* Casas-Valdez y G. Ponce-Díaz (eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I, 350 pp.
- Koronkiewicz, A. 1988. Biological characteristics of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) caught in open waters of the Eastern Central Pacific from October to December 1986. ICES Documents 1988. Shellfish Committee (K:42, K:7, K:2).-C.M. 1988/K:42: 15p.
- Kreuzer, R. 1984. Cephalopods: handling, processing and products. FAO Fish. Tech. Pap., 254: 108 pp.
- Kristensen, T. K. 1980. Periodical growth rings in cephalopod statoliths. *Dana*, 1: 39-51.
- Kuroiwa, M. 1998. Exploration of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, resources in the Southeastern Pacific Ocean with notes on the history of jigging surveys by the Japan Marine Fishery Resources Research Center. Pp. 89-105. *In* Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Lane, F. W. 1960. Kingdom of the octopus. The life history of the Cephalopoda. Sheridan

- House, New York. 300 pp.
- Laptikhovsky, V. V. & Ch. M. Nigmatullin. 1992. Características reproductivas de machos y hembras del calamar (*Illex argentinus*). Frente Marítimo, 12(A): 23-37.
- Laptikhovsky, V. V. & Ch. M. Nigmatullin. 1993. Egg size, fecundity and spawning in females of the genus *Illex* (Cephalopoda: Ommastrephidae). ICES J. mar. Sci., 50: 393-403.
- Lavenberg, R. J. & J. E. Fitch. 1966. Annotated list of fishes collected by midwater trawl in the Gulf of California, March-April 1964. Calif. Fish Game, 52(2): 92-110.
- Leal-Ocampo, R. 1994. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en la zona norte del Pacífico mexicano. Tesis de Licenciatura, CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S. 81 pp.
- Lee, B. 1981. A preliminary study of oocyte development and fecundity in the Oceanic squid, *Symplectoteuthis oualaniensis* Lesson (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Eastern Tropical Pacific. Tesis de Maestría, San Francisco State Univ.: 74 pp.
- Lipiński, M. R. 1979. Universal maturity scale for the commercially-important squid (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of the *Illex illecebrosus* (LeSueur, 1821) populations of the years 1973-1977. Res. Doc. int. Commn NW. Atl. Fish., 79/II/38: 40 pp.
- Lipiński, M. 1980. Statoliths as a possible tool for squid age determination. NAFO SCR Doc., 22: 17 pp.
- Lipiński, M. 1981. Statoliths as a possible tool for squid age determination. Bull. Acad. Pol. Sci. (Cl. II), 28(10-11): 569-582.
- Lipiński, M. 1986. Methods for validation of squid age from statoliths. J. mar. biol. Ass. U.K., 66: 505-526.
- Lipiński, M. R. & T. B. Linkowski. 1988. Food of the squid *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821) from the south-west Atlantic Ocean. S. Afr. J. mar. Sci., 6: 43-46.
- Lipiński, M. R. & L. G. Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: Quantum or continuum?. S. Afr. J. Mar. Sci., 15: 207-223.
- Lipiński, M., E. Dawe & Y. Natsukari. 1991. Introduction. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky (Eds.), *Squid age determination using statoliths*, pp. 77-81. Proceedings of the international workshop, 9-14 October 1989, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Longhurst, A. R. 1967. The pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea, Galatheidae) in the California Current. CalCOFI Rep., XI: 142-154.
- Longhurst, A. R. 1969. Pelagic invertebrate resources of the California Current. CalCOFI Rep., 13: 60-62.
- Longhurst, A. R., C. J. Lorenzen & W. H. Thomas. 1967. The role of pelagic crabs in the grazing of phytoplankton off Baja California. Ecology, 48: 190-200.
- Lluch-Belda, D., F. J. Magallon & R. A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine

- fishery in the Gulf of California: possible causes. CalCOFI Rep., XXVII: 136-140.
- Lluch-Cota, D., D. Lluch-Belda, S. Lluch-Cota, J. López-Martínez, M. Nevárez-Martínez, G. Ponce-Díaz, G. Salinas-Zavala, A. Vega-Velazquez, J. R. Lara-Lara, G. Hammann & J. Morales. 1999. Las pesquerías y El Niño. In V. O. Magaña-Rueda (Ed.), Los impactos de El Niño en México. DGPC-SG-UNAM-IAI-SEP-CONACYT, Mexico, pp. 137-178.
- MacGinitie, G.E. & N. MacGinitie. 1949. Natural History of Marine Animals. McGraw-Hill, New York. 473 pp.
- Mangold, K. 1983. Food, feeding and growth in cephalopods. Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 81-92.
- Mangold, K. 1987. Reproduction. Pp. 157-200. In P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- Mangold, K. 1989. Reproduction, croissance et duree de vie. Pp. 493-552. In *Traité de Zoologie. Anatomie, systematique, biologie, T. V., fac. 4. Cephalopodes*. Masson, Paris.
- Mangold, K., Froesch, D., R. Boucher-Rodoni & V. L. Rowe. 1975. Factors affecting sexual maturation in Cephalopods. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 39(Suppl. I): 259-266,
- Marcial-Ramos, R. W. 1996. Estructura poblacional, madurez sexual y alimentación de *Dosidicus gigas*, desembarcada por la pesca artesanal en Paita, septiembre de 1995 - agosto de 1996. Tesis de maestría. Univ. Nal. de Trujillo, Trujillo, Perú. 28 pp., 5 tablas, 53 figs.
- Mariátegui, L. & A. Taípe. 1996. Distribución y abundancia relativa del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 34: 3-27.
- Mariátegui, L., R. Tafur, O. Morón & P. Ayón. 1997a. Distribución y captura del calamar gigante *Dosidicus gigas* a bordo de buques calamareros en aguas del Pacífico Centro Oriental y en aguas nacionales y adyacentes. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 63: 3-36.
- Mariátegui, L., R., O. Morón, R. Vargas & B. Buitrón. 1997b. Prospección pesquera del recurso calamar gigante o pota, *Dosidicus gigas*, Crucero BIP IMARPE V 9703-04. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 70: 29-45.
- Mariátegui, L., R. Tafur, N. Domínguez, W. García & M. Nacarino. 1998a. Distribución, captura y CPUE del calamar gigante *Dosidicus gigas* a bordo de buques calamareros (27 de julio al 26 de agosto de 1997). Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 75: 23-50.
- Mariátegui, L., G. Castillo, C. Ruiz, C. Pais, B. Díaz & O. Valladares. 1998b. Pesquería artesanal del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el litoral norte, octubre a diciembre 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 77: 27-38.
- Mariátegui-Rosales, L., J. Hurtado-Jara, R. Tafur-Jiménez & T. Horita. 2001. Summary report of the JAMARC-IMARPE joint survey of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*), October and November 2000. JAMARC Rep., 14(2000): 17 pp.
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 1998. Food and feeding of swordfish, *Xiphias gladius* L., off western Baja California. In I. Barret, O. Sosa-Nishizaki, & N. Bartoo (eds.), Biology and fisheries of swordfish, *Xiphias gladius*, p. 245-259. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 142.

- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. *Fish. Res.*, 54(1): 63-82.
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 83(3): 507-522.
- Markaida, U., C. Quiñónez-Velázquez & O. Sosa-Nishizaki. 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.*, 66(1): 31-47.
- Markaida, U. & F. G. Hochberg. 2005. Cephalopods in the diet of swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus caught off the west coast of Baja California, Mexico. *Pac. Sci.*, 59(1): 25-41.
- Markaida, U., J. J. C. Rosenthal & W. F. Gilly. 2005. Tagging studies on the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Bull.*, 103(1): 219-226.
- Markaida, U. En prensa a. Population structure and reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* from the Gulf of California after the 1997-1998 El Niño event. *Fish. Res.*
- Markaida, U. En prensa b. Food and feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters after the 1997-98 El Niño event. *Fish. Res.*
- Martens, E. von. 1894. Vorlage der Sculpe und des Kiefers eines grossen Tintenfishes (*Ommastr. gigas*). *Sitzungs-Berichte der Gesellschaft Natur-forschender Freunde zu Berlin*, 1894: 234-235.
- Masuda, S., K. Yokawa, A. Yatsu & S. Kawahara. 1998. Growth and population structure of *Dosidicus gigas* in the Southeastern Pacific Ocean. Pp. 107-118. *In* Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Mathews, C. P., J. L. Granados & J. Arvizu. 1974. Results of the exploration cruises of the Alejandro Humboldt in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.*, XVII: 101-111.
- McGowan, J. A. 1968. Thecosomata and Gymnosomata. *Veliger*, 3, Suppl., 2: 103-135, pls. 12-20.
- McKinnon, J. 1994. Feeding habits of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the coastal waters of central Peru. *Fish. Bull.*, 92:569-578.
- Mead, J. G., W. A. Walker, C. W. Potter & W. A. McClellan. 1986. Further observations of the life history of the melon-headed whale, *Peponocephala electra*. Manuscrito no publicado, 35 pp. National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 20560.
- Melo, Y. C. y W. H. H. Sauer. 1998. Ovarian atresia in Cephalopods. *In* Payme. A.I.L., M.R. Lipiński, M.R. Clarke y M.A.C. Roeleveld (Eds.), *Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution*. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 20: 143-151.
- Merdsoy, B. 1978. *In situ* observations of squid. *In* N. Balch, T. Amaratunga y R. K. O'Dor (Eds.), *Proceedings of the workshop on the squid *Illex illecebrosus**. Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, May 1978. *Tech. Rep. Fish. Mar. Serv., Envir. Can.*, 833: 11.1-11.2.

- Michel, G. E., A. Klett T. & R. I. Ochoa. 1986. Estudio preliminar para la determinación gonádica del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835). Ciencia Pesquera, 5: 77-89.
- Moiseev, S. I. 1991. Observation of the vertical distribution and behavior of nektonic squids using manned submersibles. Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 446-456.
- Molina, J. I. 1788. Comp. Hist. Geog. Nat. y Civ. del Reino de Chile. Madrid. 217-218 pp.
- Morales-Azpeitia, R. & J. López-Martínez. 1997. Alimentación de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, durante la primavera de 1996. Resúmenes del VI Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. UAS, Mazatlán, 5-7 febrero de 1997, p. 62.
- Morales-Bojórquez, E., A. Hernández-Herrera, M. O. Nevárez-Martínez, A. J. Díaz de León-Corral, G. I. Rivera-Parra & A. Ramos-Montiel. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. Oceánides, 12(2): 89-95.
- Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M.A., Nevárez-Martínez, M.O. & A. Hernández-Herrera. 2001. Review of the stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, México. Fish. Res. 54(1), 83-94.
- Morales- Bojórquez, E; Martinez-Aguilar, S; Arreguin-Sanchez, F. & M.O. Nevarez-Martinez. 2001. Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. CalCOFI Rep., 42: 167-171.
- Morales- Bojórquez, E; Hernández-Herrera, A; Nevárez-Martínez, MO; Cisneros-Mata, MA. & F.J. Guerrero-Escobedo. 2001. Population size and exploitation of giant squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. Sci. Mar., 65(1): 75-80.
- Morales- Bojórquez, E. & M. O. Nevárez-Martínez. 2002. Stochastic estimation of the catchability and recruitment of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) from the Gulf of California, Mexico. Cienc. Mar., 28(2): 193-204.
- Morán-Angulo, J. O. 1990. Proyecto de investigación biológica-pesquera de calamar gigante (*Dosidicus gigas*, D'Orbigny 1835) de la zona sur-occidental del Golfo de California. Mayo 1989-Abril 1990. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. CRIP La Paz. 107 pp.
- Morris, C. C. & F. A. Aldrich. 1985. Statolith length and increment number for age determination in squid *Illex illecebrosus* (Le Sueur, 1821) (Cephalopoda: Ommastrephidae). NAFO Sci. Council Studies, 9: 101-106.
- Moser, H. G. & E. H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Mictophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae. Bull. Los Angeles Count. Mus. Nat. Hist. Sci. 1970 7: 1-145.
- Moser, H. G., E. H. Ahlstrom, D. Kramer & E. G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. CalCOFI Rep., XVII: 112-128.
- Naito, M., K. Murakami y Takashi Kobayashi. 1977. Growth and food habit of oceanic squids

- (*Ommastrephes bartramii*, *Onychoteuthis borealijaponicus*, *Berryteuthis magister* and *Gonatopsis borealis*) in the western Subarctic Pacific region. Res. Inst. N. Pac. Fish., Fac. Fish., Hokkaido Univ. Sp. Vol.: 339-351. [En japonés con resumen en inglés]
- Nakamura, Y. 1993. Vertical and horizontal movements of mature females of *Ommastrephes bartramii* observed by ultrasonic telemetry. In T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (Eds.), *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, p. 331-336. Tokai University Press, Tokio.
- Nakamura, Y. & Y. Sakurai. 1991. Validation of daily growth increments in statolith of Japanese common squid *Todarodes pacificus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(11): 2007-2011.
- Nakamura, Y. & Y. Sakurai. 1993. Age determination from daily growth increments in statoliths of some groups of the Japanese common squid *Todarodes pacificus*. In T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (Eds.), *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, p. 337-342. Tokai University Press, Tokio.
- Natsukari, Y., E. Dawe & M. Lipinski. 1991. Interpretation of data. In P. Jereb, S. Ragonese y S. v. Boletzky (Eds.), *Squid age determination using statoliths*, pp. 113-116. Proceedings of the international workshop, 9-14 October 1989, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato, N.T.R.-I.T.P.P. Publ. Especial No. 1, Mazara del Vallo, Sicilia, Italia. 127 pp.
- Nesis, K. N. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. Oceanology, 10(1): 108-118.
- Nesis, K. N. 1971. Genus *Dosidicus* Steenstrup, 1957. In Zuev, G. V. y K. N. Nesis (Eds.), *Squids (Biology and Fisheries)*. Fishing Industry Press, Moscow: 209-215 pp. [En ruso]
- Nesis, K. N. 1972. Oceanic cephalopods of the Peru Current: horizontal and vertical distribution. Oceanology, 12(3): 426-437.
- Nesis, K. N. 1977. Population structure of the squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson 1830)(Ommastrephidae) in the tropical western Pacific. Trudy Inst. Oceanol. Acad. Sci. USSR, 107: 15-29. Traducido al inglés por Language Services Branch, Int. Analysis & Fish. Div., NMFS. NOAA, U.S. Dep. Comm., 22 pp.
- Nesis, K. N. 1979. Squid larvae of the family Ommastrephidae (Cephalopoda). Zool. Zhur., 58(1): 17-30.
- Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.
- Nesis, K. N. 1987. Cephalopods of the world. L. A. Burgess (ed.). T.F.H. Publications Inc., Neptune City, NJ. 351 pp.
- Nesis, K. N. 1993. Population structure of oceanic ommastrephids, with particular reference to *Sthenoteuthis oualaniensis*: a review. In T. Okutani, R. K. O'Dor and T. Kubodera (Eds.), *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, p. 375-383. Tokai University Press, Tokio.
- Nesis, K. N. 1996. Mating, spawning and death in oceanic cephalopods: a review. Ruthenica,

- 6(1): 23-64.
- Nevárez-Martínez, M. O. & E. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso de referencia biológico F_{BR} , para la explotación del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, en el Golfo de California, México. *Océánides*, 12(2): 97-105.
- Nevárez-Martínez, M. O., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M. A. Cisneros-Mata & R. Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*; d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, México. *Fish. Res.*, 1072: 1-12.
- Nevárez-Martínez, M.O., Rivera-Parra, G.I., Moralez-Bojórquez, E., López-Martínez, J., Lluch-Belda, D.B., Miranda-Mier, E. & Cervantes-Valle, C., 2002. The jumbo squid *Dosidicus gigas* fishery of the Gulf of California and its relation to environmental variability. In: Salinas, S., Urban, J.H., Arntz, W.E. (Eds.), Extended abstracts of the El Niño Symposium & Workshop. *Investig. Mar.* 30(1) supl., 193-194.
- Nicol, S. & R. K. O'Dor. 1985. Predatory behaviour of squid (*Illex illecebrosus*) feeding on surface swarms of euphausiids. *Can. J. Zool.*, 63: 15-17.
- Nigmatullin, Ch. M. 1972. The feeding of ommastrephids off the Northwestern coast of Africa. *Tr. Atl. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 42: 152-155. Traducido al inglés por Translation Bureau, Multilingual Services Div., Dep. Secret. Stat. Canada, Transl. Ser. 3338, 1975, 7 pp.
- Nigmatullin, Ch. M. 1987. Ecological niche of oceanic squids of the family Ommastrephidae: Ontogenetic and evolutionary aspects. In Starobogatov, J. I., A. N. Golikov y I. M. Likharev (Eds.), *Molluscs. Results and perspectives of investigation*. VIII Meeting on the investigation on Molluscs. The USSR Academy of Science, Zoological Institute, Leningrad. Nauka. 452-454 pp. [En ruso]
- Nigmatullin, Ch. M. 1988a. Calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Descripción pesquera de las áreas marítimas de Nicaragua. AtlantNIRO (URSS) y INPESCA (Nicaragua). Managua, pp. 53-55, 66-68.
- Nigmatullin, Ch. M. 1988b. Phylogeny of squids of the family Ommastrephidae. Int. Workshop on Systematics and Biogeography of Cephalopods. Smithsonian Institution, Washington, DC. Manuscrito no publicado. 23 pp.
- Nigmatullin, Ch. M. 1989. Las especies de calamar más abundantes del Atlántico sudoeste y sinopsis sobre la ecología del calamar (*Illex argentinus*). *Frente Marítimo*, 5(A): 71-81.
- Nigmatullin, Ch. M. 1990. The resources and fishery perspectives of nektonic epipelagic squids of the World Ocean. In All Union conference. The reserve food biological resources of open ocean and seas of USSR. 20-22 March 1990, Kaliningrad. Abstracts of communications. Moscow, pp. 11-13.
- Nigmatullin, Ch. M. 1991. Systematics, phylogeny and morpho-functional evolution of squids of the family Ommastrephidae. *Bull. Mar. Sci.*, 49(1-2): 666.
- Nigmatullin, Ch.M. 1999. Fishery ecology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the EEZ of Nicaragua. In Tresierra-Aquilar, A.E. y Z. G. Culquichicón-Malpica (Eds.), VIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Oct. 1999, Trujillo, Peru. Libro de

- Resúmenes Ampliados, vol. 1. 283.
- Nigmatullin, Ch.M. 2000. Preliminary estimation of total stock size and production of ommastrephid squids in the World Ocean. *In* Cephalopod Biomass and Production. CIAC 2000. Int. Symp. and Workshops (July 3–7 2000, Aberdeen). Abstracts. Univ. Aberdeen, p. 7.
- Nigmatullin, Ch. M. En preparación. The history, main results and bibliography of the Soviet/Russian investigations on the biology and fishery of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda, Ommastrephidae).
- Nigmatullin Ch. M. & V. V. Laptikhovsky. 1990. Formation and peculiarities of the realization of fecundity in ontogeny in the squid, *Illex argentinus* (Castellanos, 1960). *In* B.G. Ivanov (Ed.), V All-Union conference on commercial invertebrates, Minsk/Naroch, 9-13 October 1990, Abstracts of reports. VNIRO Press, Moscow, pp. 89-90. [En ruso]
- Nigmatullin, Ch. M. & V. V. Laptikhovsky. 1994. Reproductive strategies in the squids of the family Ommastrephidae (preliminary report). *Ruthenica*, 4(1): 79-82.
- Nigmatullin, Ch. M. & V. V. Laptikhovsky. 1999. Reproductive biology in females of the subfamilies Todaropsinae and Todarodinae (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Ruthenica*, 9(1): 63-75.
- Nigmatullin, Ch.M. & A. V. Parfenjuk. 1999. Ecology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in open waters off Peru. *In* Tresierra-Aquilar, A.E. y Z. G. Culquichicón-Malpica (Eds.), VIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Oct. 1999, Trujillo, Peru. Libro de Resúmenes Ampliados, vol. 1. 276.
- Nigmatullin, Ch. M. & R. M. Sabirov. 2003. Ontogenetic aspects of morphology, size, structure and production of spermatothores in ommastrephid squids: an overview. *In* Warnke K., Keupp H. y S. v. Boletzky (Eds.), *Coleoid cephalopods through time*. Berliner Paläobiol. Abh. 03: 225-240.
- Nigmatullin, Ch. M. & N. M. Toporova. 1982. Feeding spectrum of short-finned squid (*Sthenoteuthis pteropus* Steenstrup, 1855) in epipelagic of tropical Atlantic. *In* *Feeding and food relations of fishes and invertebrates of the Atlantic ocean*. Trudy AtlantNIRO, Kaliningrad, USSR: 3-8 [En ruso]
- Nigmatullin, Ch. M., A. S. Shchetinnikov, S. I. Bazanov & A. M. Pinchukov. 1983. Food spectrum of the squid *Sthenoteuthis oualaniensis* in the Indian Ocean and Red Sea. *In* Y. I. Starobogatov y K. N. Nesis (Eds.) *Taxonomy and ecology of Cephalopoda*. pp 111-113. Leningrad, Zoological Institute of the USSR. [En ruso]
- Nigmatullin, Ch. M., A. V. Parfenyuk & V. N. Nicolski. 1991. Ecology and nektonic epipelagic squid resources of the Atlantic and the southeastern Pacific oceans. *In* Sushin, V.A. (Ed.), State of the Fishing Industry: Biological Resources in the Central and South Atlantic and East Pacific. Trudy AtlantNIRO, Coll. Sci. Pap. Kaliningrad, Russia, pp. 142–177 [En ruso con resumen en inglés]
- Nigmatullin, C. M., A. I. Arkhipkin & R. Sabirov. 1995a. Age, growth and reproductive biology of diamond-shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* (Oegopsida: Thysanoteuthidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 124: 73-87.

- Nigmatullin, Ch., P. Fedoulov & A. Z. Sundakov. 1995b. Review of USSR/Russia cephalopod fishery in 1980-1994. In *Proceedings of Squid'94 Venice*. Agra Europe (London) Ltd., 11 pp + 8 tablas.
- Nigmatullin, Ch.M., V. V. Laptikhovsky & R.M. Sabirov. 1996. Reproductive biology of squid *Berryteuthis magister*. Pages 101-124. In A.A. Jelizarov (Ed.), *Commercial aspects of biology of commander squid Berryteuthis magister and of fishes of slope communities in the western part of the Bering Sea*. Moscow, VNIRO Publ. [En ruso].
- Nigmatullin, Ch.M., V. V. Laptikhovsky, N. Mokrin, R. Sabirov, & U. Markaida. 1999. On life history traits of the jumbo squid *Dosidicus gigas*. In Tresierra-Aquilar, A.E. y Z. G. Culquichicón-Malpica (Eds.), VIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Oct. 1999, Trujillo, Peru. Libro de Resúmenes Ampliados, vol. 1: 291.
- Nigmatullin, Ch.M, Froerman, Y. M., & Y. N. Zheronkin. 2002. Biomass of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the EEZ of Nicaragua and adjacent open waters. *Bull. Mar. Sci.*, 71(2): 1132.
- Nigmatullin, Ch. M., K. N. Nesis & A. I. Arkhipkin. 2001. Biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish. Res.*, 54(1): 9-19.
- Nixon, M. 1987. Cephalopod diets. Pp. 201-219. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- O'Dor, R. K. & N. Balch. 1985. Properties of *Illex illecebrosus* egg masses potentially influencing larval oceanographic distribution. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 9: 69-76.
- O'Dor, R. K. & M. L. Coelho. 1993. Big squid, big currents and big fisheries. In T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (Eds.), *Recent advances in cephalopod fisheries biology*. Pp. 385-396. Contributed papers to 1991 CIAC Internatinal Symposium and Proceedings of the Workshop on Age, Growth and Population Structure. Tokay Univ. Press, Tokyo. 752 pp.
- O'Dor, R. K. & M. J. Wells. 1987. Energy and nutrient flow. Pp. 109-133. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- Ochoa-Báez, R. I. 1982. Estudio preliminar del sistema reproductor del "calamar gigante" del Golfo de Baja California *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) Mollusca: Cephalopoda. *Trans. CIBCASIO*, VI: 187-198, +10 Figs.
- Odhner, N. H. 1926. Mollusca from Juan Fernandez: Addenda. In C. Skottsberg (Ed.) *The natural history of Juan Fernandez and Eastern Island*. Vol. 3: 481-482.
- Okutani, T. 1962. Diet of common squid, *Ommastrephes sloani pacificus* landed around Itô Port, Shizuoka prefecture. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 32: 41-47.
- Okutani, T. 1974. Epipelagic decapod cephalopods collected by micronekton tows during the EASTROPAC expeditions, 1967-1968 (Systematic part). *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 80: 29-118.
- Okutani, T. 1977. Stock assessment of cephalopod resources fished by Japan. *FAO Fish. Tech. Paper*, 173: 62 pp.

- Okutani, T. 1990. Squids, cuttlefish and octopuses. *Mar. Behav. Physiol.*, 18: 1-17.
- Okutani, T. 1998. Biological significance and fisheries potential of large pelagic squids. Pp. 7-12. *In* Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Okutani, T. & J. A. McGowan. 1969. Systematics, distribution, and abundance of the epipelagic squid (Cephalopoda, Decapoda) larvae of the California Current April, 1954-March, 1957. *Bull. Scripps Inst. Ocean.*, 14: 90 pp.
- Okutani, T & S. Tsukada. 1988. Squids eaten by lancetfish and tunas in the tropical Indo-Pacific Oceans. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 75(1): 1-44
- Oliver Schneider, C. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*, Hupé). *Bol. Soc. Biol. Concepción* (Chile), III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Olson, Robert J. & Felipe Galván-Magaña. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.*, 100(2): 279-298.
- Orbigny, A. d'. 1835-1843. Voyage dans l'Amérique méridionale exécuté pendant les années 1826-1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832, et 1833. Paris et Strassbourg, Tom V pt. 3: Mollusques, Cephalopoda: 1-64, pls. 1-4.
- Orr, R. T. 1966. Risso's dolphin on the Pacific coast of North America. *J. Mammal.*, 47: 341-343.
- Parker, R. H. 1964. Zoogeography and ecology of macro-invertebrates of Gulf of California and continental slope of western México. *In* Tj. H. Van Andel y G. G. Shor, Jr. (Eds.), *Marine geology of the Gulf of California: a symposium*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 3: 331-376.
- Passarella, K. C. & T. L. Hopkins. 1991. Species composition and food habits of the micronektonic cephalopod assemblage in the eastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 49(1-2): 638-659.
- Pauly, D. 1985. Population dynamics of short-lived species, with emphasis on squids. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 9: 143-153.
- Paxton, J. R. 1967a. A distributional analysis for the lanternfishes (Family Myctophidae) of the San Pedro Basin, California. *Copeia*, 1967, 2: 422-440.
- Paxton, J. R. 1967b. Biological notes on southern California lanternfishes (Family Myctophidae). *Calif. Fish Game*, 53: 214-217.
- Pearcy, W. G., 2002. Marine nekton off Oregon and the 1997-98 El Niño. *Prog. Ocean.*, 54: 399-403.
- Perez, J. A. A., R. K. O'Dor, P. Beck & E. Dawe. 1996. Evaluation of gladius dorsal surface structure for age and growth studies of the short-finned squid, *Illex illecebrosus* (Teuthoidea: Ommastrephidae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 2837-2646.
- Perrin, W. F., R. R. Warner, C. H. Fiscus & D. B. Holts. 1973. Stomach contents of porpoise, *Stenella* spp., and yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in mixed-species aggregations.

- Fish. Bull. 71 (4): 1077-1092.
- Perryman, W.L., D.W.K. Au, S. Leatherwood & T.A. Jefferson. 1994. Melon-headed whale *Peponocephala electra* Gray, 1846. Pp. 363-386 in S. H. Ridgway y R. Harrison, eds. Handbook of marine mammals, Volume 5 The first book of dolphins. Academic Press.
- Pfeffer, G. 1884. Die Cephalopoden des Hamburger Naturhistorischen Museums. Abh. Geb. Naturw. Hamburg 8: 63-90, Taf. 1-3.
- Pfeffer, G. 1900. Synopsis der oegopsiden Cephalopoden. Mitt naturh. Mus. Hamb., 17: 145-198.
- Pfeffer, G. 1912. Die Cephalopoden der Plankton-Expedition. Zugleich eine monographische Übersicht der oegopsiden Cephalopoden. Ergeb. Plankton-Exped. Humboldt-Stiftung, Bd. II, F. a. Lipsius and Tischer. Kiel and Leipzig. 815 pp, 48 pls.
- Phillips, J. B. 1933. Description of a giant squid taken at Monterey, with notes on other squid taken off the California coast. Calif. Fish Game, 19(2): 128-136.
- Phillips, J. B. 1937. Squid. Calif. Fish Game, Fish Bull., 49: 113-117.
- Phillips, J. B. 1961. Two unusual cephalopods taken near Monterey. Calif. Fish Game, 47(4): 416-417.
- Pierce, G. J. & A. Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. Fish. Res., 21: 255-285.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant & L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game. Fish Bull. 152: 105 p.
- Polezhaev, A. N. 1984. The morphometry of *Dosidicus gigas* (Mollusca, Ommastrephidae). Zool. Zhurnal, 63(3): 450-452.
- Rahm, G. 1937. Zoologische Probleme an der südamerikanischen Westküste besonders über das Massensterben im Pazifik. C. R. 12e Cong. Int. Zool., Lisboa, 1935, vol. 2: 1237-1247.
- Ramírez R., M. & A. Klett T. 1985. Composición de la captura del calamar gigante en el Golfo de California durante 1981. Trans. CIBCASIO, X: 124-137.
- Rasero, M., A. F. González & A. Guerra. 1995. Spawning pattern and fecundity of the ommastrephid squid *Todaropsis eblanae* in Northeastern Atlantic waters. ICES C. M. 1994 / K:9: 14 pp + 7 figs.
- Rasero, M., A. F. Gonzalez, B. G. Castro & A. Guerra. 1996. Predatory relationships of two sympatric squid, *Todaropsis eblanae* and *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Galician waters. J. mar. biol. Ass. U.K., 76: 73-87.
- Rasero, M. & J. M. Portela. 1998. Relationships between mating and sexual maturation of *Loligo gahi* females in Falkland waters. J. Mar Biol. Ass. U.K. 78, 673-676.
- Rathjen, W. F. 1991. Cephalopod capture methods: an overview. Bull. Mar. Sci., 49(1-2): 494-505.
- Rathjen, W. F. & G. L. Voss. 1987. The cephalopod fisheries: a review. Pp. 253-275. In P. R.

- Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- Robertson, K.M. & S.J. Chivers. 1997. Prey occurrence in pantropical spotted dolphins, *Stenella attenuata*, from the eastern tropical Pacific. Fish. Bull. U.S., 95: 334-348.
- Robison, B. H. 1972. Distribution of the midwater fishes of the Gulf of California. Copeia, 3: 448-461.
- Robles, J. M. & S. G. Marinone. 1987. Seasonal and interannual termohaline variability in the Guaymas Basin of the Gulf of California. Cont. Shelf Res., 7(7): 715-733.
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. In Tj. H. Van Andel y G. G. Shor, Jr. (Eds.). *Marine geology of the Gulf of California: a symposium*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 3: 30-58.
- Roden, G. I & G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. J. Mar. Res., 18: 10-35.
- Rodhouse, P. G. & E. M. C. Hatfield. 1990. Age determination in squid using statolith growth increments. Fish. Res., 8: 323-334.
- Rodhouse, P. G. & Ch. M. Nigmatullin. 1996. Role as consumers. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 351: 1003-1022.
- Rodhouse, P. G., M. G. White & M. R. R. Jones. 1992. Trophic relations of the cephalopod *Martialia hyadesi* (Teuthoidea: Ommastrephidae) at the Antarctic Polar Front, Scotia Sea. Mar. Biol., 114: 415-421.
- Roeleveld, M. A. 1988. Generic interrelationships within the Ommastrephidae (Cephalopoda). In M. R. Clarke & E. R. Trueman (Eds.), *The Mollusca, Vol 12. Paleontology and Neontology of Cephalopods*. New York: Academic Press. Pp. 277-291.
- Roper, C. F. E. 1981. Cephalopods of the Southern Ocean region: Potential resources and bibliography. Pp. 99-105 In Biological investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks (BIOMASS) Vol. II.
- Roper, C. F. E. & R. E. Young. 1975. Vertical distribution of pelagic cephalopods. Smithson. Contrib. Zool. 209: 51 pp.
- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney & C. E. Nauen. 1984. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., 125(3): 277 p.
- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney & F. G. Hochberg. 1995. Cefalópodos. In Fisher, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem (Eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e invertebrados. Pp. 305-353.
- Rosa, de la M., J. T. Silva & F. Cano. 1992. Programa nacional de calamar en el Pacífico mexicano. Informe Técnico Interno. CRIP Ensenada. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. 54 pp.
- Rosa, de la M., J. T. Silva, V. M. García-Tirado & S. García-Peña. 1995. El calamar: una

- pesquería en desarrollo. Atlas pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. CD-ROM.
- Rosenberg, A. A., K. F. Wiborg & I. M. Bech. 1980. Growth of *Todarodes sagittatus* (Lamarck) (Cephalopoda, Ommastrephidae) from the northeast Atlantic based on counts of statolith growth rings. *Sarsia*, 66: 53-57.
- Rosenberg, A. A., G. P. Kirkwood, J. A. Crombie & J. R. Beddington. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.*, 8: 335-350.
- Rubio R., J. & C. Salazar C. 1992. Prospección pesquera del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) a bordo del buque japonés "Shinko Maru 2" (04 de noviembre-17 de diciembre de 1989). *Inf. Inst. Mar Perú*, 103: 31 pp.
- Ruiz-Cooley, R.I., D. Gendron, S. Aguiñiga & S. Mesnik. (2004). Trophic relationship between sperm whale and jumbo squid using stable isotopes of C and N. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 277: 275-283.
- Ruiz-Cooley, R.I., U. Markaida, D. Gendron & S. Aguiñiga. 2006. Stable isotopes in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) beaks to estimate its trophic position: comparison between stomach contents and stable isotopes. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 86(2): 437-445.
- Rusnak, G. A., R. L. Fisher & F. P. Shepard. 1964. Bathymetry and faults of Gulf of California. In Tj. H. Van Andel & G. G. Shor, Jr. (Eds.). *Marine geology of the Gulf of California: a symposium*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 3: 59-75.
- Sabirov, R.M. 1983. On migrating shoals of squid *Dosidicus gigas* Orbigny. In: Starobogatov, Ya. I. y K. N. Nesis (Eds.), *Systematics and Ecology of Cephalopods*. Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad. pp. 127-128. [En ruso]
- Sánchez, P. 1996. Biological aspects of *Dosidicus gigas* in Mexican Pacific Ocean. *Tropical Cephalopod Fisheries – Biology and Ecology*. Brisbane, Australia.
- Sánchez-Juárez, E. 1991a. Resultados obtenidos durante la segunda etapa del programa de prospección y evaluación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, realizada en el período 14 de junio al 15 de diciembre de 1990, en el Pacífico mexicano. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 47 pp.
- Sánchez-Juárez, E. 1991b. Estimación preliminar del tamaño de la población adulta o biomasa reproductora de calamar gigante *Dosidicus gigas* en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano, en diciembre de 1990. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 13 pp.
- Santamaría-del-Angel, E., S. Álvarez-Borrego & F. E. Müller-Karger. 1994a. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.*, 99(C4): 7411-7421.
- Santamaría-del-Angel, E., S. Álvarez-Borrego & F. E. Müller-Karger. 1994b. The 1982-1984 El Niño in the Gulf of California as seen in coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.*, 99(C4): 7423-7431.

- Santamaría-del-Angel, E., S. Álvarez-Borrego, R. Millán-Núñez & F. E. Müller-Karger. 1999. Sobre el efecto debil de las surgencias de verano en la biomasa fitoplanctónica del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 49, pp. 207–212
- Sato, T. 1975. II 3 C. Higashitaiheiyo karihorunia Hanto Oki no Amerika Ooakaika *Dosidicus gigas* (Dorbigny) gyogyo kaihatsu no Genjo. *Prog. Rep. Squid Fish. Survey World* (5): 147-154. Traducción al inglés: *Can. Transl. Fish. Aquat. Sci.*, No 4586, 22 pp.
- Sato, T. 1976. Results of exploratory fishing for *Dosidicus gigas* (D'Orbigny) off California and Mexico. *FAO Fish. Rep.*, 170(Supl. 1): 61-67.
- Sauer, W. H. & M. R. Lipiński. 1990. Histological validation of morphological stages of sexual maturity in chokker squid *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orb (Cephalopoda: Loliginidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 9: 189-200.
- Schmiede, P. & E. Acuña. 1992. Regreso de las jibias (*Dosidicus gigas*) a Coquimbo. *Rev. Chilena Hist. Nat.*, 65: 389-390.
- Schmitt, F. O. 1958. The giant squid and nerve research. *Res. Reviews*:1-4.
- Schneider, C. O. 1930. Notas sobre la jibia chilena (*Ommastrephes gigas*). *Bol. Soc. Biol. Concepción* (Chile), III y IV, 1929-1930: 117-124.
- Segura, M., R. Castillo, J. Rubio, A. Tello, M. Gutierrez & A. Aliaga. 1996. Crucero de investigaciones sobre el recurso calamar gigante o pota a bordo del BIC SNP-1. CR.9510-11. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*, 34: 29-65.
- SEMARNAP. 1996. Anuario estadístico de pesca 1995. Subsecretaría de Pesca, México. 235 pp.
- SEMARNAP. 1997. Anuario estadístico de pesca 1996. Subsecretaría de Pesca, México. 232 pp.
- SEMARNAP. 1998. Anuario estadístico de pesca 1997. Subsecretaría de Pesca, México. 241 pp.
- SEMARNAP. 1999. Anuario estadístico de pesca 1998. Subsecretaría de Pesca, México. 244 pp.
- SEMARNAP. 2000. Anuario estadístico de pesca 1999. Subsecretaría de Pesca, México. 271 pp.
- SERNAP. 1974-75. Anuario estadístico de pesca. Servicio nacional de pesca. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 65 pp.
- SERNAP. 1981. Anuario estadístico de pesca. Servicio nacional de pesca. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 120 pp.
- SERNAP. 1995. Anuario estadístico de pesca. Servicio nacional de pesca. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 139 pp.
- Shchetinnikov, A. S. 1986a. Food spectrum of *Dosidicus gigas* (Ommastrephidae) and its variation during night. In Ivanov, B. G. (Ed.), *Resources and fishery perspectives of squid of the world ocean*. pp. 132-142. Moscú, VNIRO Press. (En ruso, resumen en inglés).

- Shchetinnikov, A. S. 1986b. Geographical variability of food spectrum of *Dosidicus gigas* (Ommastrephidae). In Ivanov, B. G. (Ed.), *Resources and fishery perspectives of squid of the world ocean*. pp. 143-153. Moscú, VNIRO Press. (En ruso, resumen en inglés).
- Shchetinnikov, A. S. 1989. Food spectrum of *Dosidicus gigas* (Oegopsida) in the ontogenesis. *Zool. Zhu.*, 68(7): 28-39. (En ruso, resumen en inglés).
- Shchetinnikov, A. S. 1992. Feeding spectrum of squid *Sthenoteuthis oualaniensis* (Oegopsida) in the eastern Pacific. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 72: 849-860.
- Shevtsov, G. A. 1970. Some information on the squid of the Peru Current and the adjacent waters. *Izv. Tikhookean. Nauch.-issl. Inst. Ryb. Khoz. Okean*, 69: 90-93. [En ruso].
- Shukhgalter, O. A. & Ch. M. Nigmatullin. 2001. Parasitic helminths of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in open waters of the central east Pacific. *Fish. Res.*, 54(1): 95-110.
- Snýder, R. 1998. Aspects of the biology of the giant form of *Sthenoteuthis oualaniensis* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Arabian Sea. *J. Moll. Stud.*, 64: 21-34.
- Solís-Nava, A. & F. García-Badillo. 1996. Análisis y evaluación de la biomasa disponible de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) del Golfo de California, Nov. 1995 – Mayo 1996. Informe no publicado del Inst. Nac. de la Pesca, México, D.F.: 8 pp.
- Sokolov, V. A. 1974. Investigaciones biológico pesqueras de los peces pelágicos del Golfo de California. *CalCOFI Rep.*, 17: 92-96.
- Spratt, J. D. 1975. Growth rate of the northern anchovy, *Engraulis mordax*, in southern California waters, calculated from otoliths. *Calif. Fish Game*, 61(3): 116-126.
- Steenstrup, J. 1857. Enny Slägt af Bläcksprutter, *Dosidicus Eschrichtii* gen. et sp. n. Overs. Dansk. Vidensk. Selsk. Forh.: 11-14. [En danés] “Prof. Steenstrup gave the following information on a new species of cephalopods” Trad. Inglesa en p. 22 In: The Cephalopod Papers of Japetus Steenstrup, (Copenhagen, 1962).
- Steenstrup, J. J. S. 1881. Prof. A. E. Verrills to nye Cephalopodslægter: *Sthenoteuthis* og *Lestoteuthis* Bemaerkninger og Berigtigelser. Overs. Dansk. Vid. Selsk. Forh.: 1-27.
- Straus, K. 1977. Jumbo squid *Dosidicus gigas*. *Oceans*, 10(2):10-15.
- Stroem, A. & G. Saetersdal. 1966. Informe sobre experimentos de pesca con espinel pelágico para pez-espada y tiburones entre Iquique y San Antonio con el B/I “Carlos Darwin” febrero-marzo 1966. *Publs. Inst. Fomento Pesquero*, 19: 1-7.
- Suda, A. 1973. Development of fisheries of nonconventional species. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30: 2121-2158.
- Sweedler, J. V., L. Lingjun, P. Floyd & W. Gilly. 2000. Mass spectrometric survey of peptides in cephalopods with and emphasis on the FMRFamide-related peptides. *J. Exp. Biol.*, 203: 3565-3573.
- Taipe, A., Yamashiro, C., Mariategui, L., Rojas, P. C. Roque. 2001. Distribution and concentrations of jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off the Peruvian coast between 1991 and 1999. *Fish. Res.* 54, 21-32.

- Tafur, R. & M. Rabi. 1997. Reproduction of the jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835)(Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts. *Sci. Mar.*, 61(Supl. 2): 33-37.
- Tafur, R., P. Villegas, M. Rabi & C. Yamashiro. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fish. Res.*, 54(1): 33-50.
- Takahashi, N. & T. Yahata. 1973. Histological studies on the maturation of the ovary in the squid, *Todarodes pacificus*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 24(2): 63-68, +8 pls. [En japonés con resumen en inglés] Traducción al inglés: *Can. Fish. Mar. Serv. Trans. Ser. No.* 3089.
- Thunnel, R. C. 1998. Seasonal and annual variability in particle fluxes in the Gulf of California: A response to climate forcing. *Deep Sea Res.*, 45: 2059-2083.
- Tilic, I. 1968. Reseña del estado económico actual de la industria pesquera chilena y sus tendencias generales. Santiago de Chile, Publ. Inst. Fomento Pesquero, 35: 49 pp.
- Topal, S. K. 1988. Metodological manual for identification of myctophids and other epi and mesopelagic fishes of south-eastern Pacific Ocean by characteristic skeleton parts. AtlantNIRO Press, Kaliningrad, 147 pp. [En ruso]
- Tsarin, S. A. & Chesalin, M. V. 1983. On the nutrition of *Sthenoteuthis*. In Y. I. Starobogatov y K. N. Nesis (Eds.) *Taxonomy and ecology of Cephalopoda*, pp 109. Leningrad, Zoological Institute of the USSR. [En ruso]
- Udupa, K.S., 1986. Statistical method of estimating the size at first maturity in fishes. *Fishbyte*, 4 (2), 8-10.
- Ueyanagi, S. & H. Nonaka. 1993. Distribution of ommastrephid paralarvae in the Central-Eastern Pacific Ocean. In T. Okutani, R. K. O'Dor y T. Kubodera (Eds.), *Recent advances in cephalopod fisheries biology*. Pp. 587-589. Contributed papers to 1991 CIAC Internatinal Symposium and Proceedings of the Workshop on Age, Growth and Population Structure. Tokay Univ. Press, Tokyo. 752 pp.
- Uozumi, Y. 1998. Fishery biology of arrow squids, *Nototodarus gouldi* and *N. sloanii*, in New Zealand waters. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 35: 111 pp.
- Uozumi, Y. & H. Ohara. 1993. Age and growth of *Nototodarus sloanii* (Cephalopoda: Oegopsida) based on daily increment counts in statoliths. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59(9): 1469-1477.
- Uozumi, Y., S. Koshida & S. Kotoda. 1995. Maturation of arrow squids *Nototodarus gouldi* and *N. sloanii* with age in New Zealand waters. *Fish. Sci.*, 61(4): 559-565.
- Valdéz-Holguín, J. E. & J. R. Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el Golfo de California: efectos del evento El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 13(2): 34-50.
- Vázquez-Novoa, H. 1985. Manejo y aprovechamiento del calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Suplemento al informe de la consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. Ciudad de México, 13-16 de diciembre 1983. *FAO Inf. Pesca*, 340 (supl.): 84-98.

- Vecchione, M. 1999. Extraordinary abundance of squid paralarvae in the tropical eastern Pacific Ocean during El Niño of 1987. *Fish. Bull.*, 97: 1025-1030.
- Villanueva, R. 1992. Interannual growth differences in the oceanic squid *Todarodes angolensis* Adam in the northern Benguela upwelling system, based on statolith growth increment analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 159: 157-177.
- Voss, G. L. 1971. Cephalopods collected by the R/V John Elliot Pillsbury in the Gulf of Panama in 1967. *Bull. Mar. Sci.*, 21(1): 1-34.
- Voss, G. L. 1973. Cephalopod resources of the World. *FAO Fish. Cir.*, 149: 1-175.
- Voss, G. L. 1979. Mexico's potential cephalopod fisheries. *In* *Memorias del primer Simposium Nacional de Recursos Pesqueros Masivos de México*, Ensenada, B. C., 28-30 Septiembre 1976, Vol. II: p. 267-279. S. I. C. Subsecretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca.
- Voss, G. L. 1982. Report on the possibilities of the development of a squid fishery in Peru. *RSMAS, Univ. of Miami. Unpub. Report.* 22 pp.
- Voss, G. L. 1983. A review of cephalopod fisheries biology. *Mem. Nat. Mus. Victoria*, 44: 229-241.
- Voss, G. L. & R. F. Sisson. 1967. Squids: Jet-powered torpedoes of the deep. *Nat. Geog. Mag.*, 131(3): 386-411.
- Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *In* *Symposium: The Biogeography of Baja California and Adjacent Seas*. Part 2. Marine Biotas. *Syst. Zool.*, 9(3-4): 123-133.
- Walker, W. A., 1981. Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphins (*Tursiops*) in the eastern North Pacific. *SWFC, NOAA, Admin. Rep. LJ-81-03C*.
- Waluda, C. M., C. Yamashiro, C. D. Elvidge, V. R. Hobson & P. G. Rodhouse. 2004. Quantifying light-fishing for *Dosidicus gigas* in the eastern Pacific using satellite remote sensing. *Remote Sens. Environ.*, 91(2): 129-133.
- Wilhelm, O. 1930. Las mortandades de jibias (*Ommastrephes gigas*) en la Bahía de Talcahuano. *Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile)*, III y IV, 1929-1930: 23-28.
- Wilhelm, O. 1954. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibias (*Dosidicus gigas* D'Orb.), en el litoral de Concepción. *Rev. Biol. Mar.*, 4: 196-201.
- Wisner, R. L. 1974. The taxonomy and distribution of lanternfishes (family Myctophidae) of the eastern Pacific Ocean. *NORDA Rep.*, 3: 229 pp.
- Wolff, C. A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. *Fish. Bull.*, 80(2): 357-370
- Wolff, C. A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean. *NOAA Tech. Rep. NMFS*, 17: 50 p.
- Worms, J. 1983. World fisheries for cephalopods: A synoptic overview. *In* J. F. Caddy (Ed.), *Advances in assessment of world cephalopod resources*. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 231: 1-

20.

- Wormuth, J. H. 1971. The biogeography, systematics and interspecific relationships of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. Ph. D. dissertation, Univ. of California, San Diego, 189 p.
- Wormuth, J. H. 1976. The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr., 23: 90 pp.
- Wormuth, J. H. 1998. Workshop deliberations on the Ommastrephidae: A brief history of their systematics and a review of the systematics, distribution, and biology of the genera *Martialia* Rochebrune and Mabile, 1889, *Todaropsis* Girard, 1890, *Dosidicus* Steenstrup, 1857, *Hyaloteuthis* Gray, 1849, and *Eucleoteuthis* Berry, 1916. In Voss, N. A., M. Vecchione, R. B. Toll y M. J. Sweeney (Eds.), *Systematics and biogeography of cephalopods. Vol. I*. Smith. Contrib. Zool., 586 (II): 373-383.
- Wormuth, J. H., R. K. O'Dor, N. Balch, M. C. Dunning, E. C. Forch, R. F. Harman & T. W. Rowell. 1992. Family Ommastrephidae Steenstrup, 1857. In Sweeney, M. J., C. F. E. Roper, K. M. Mangold, M. R. Clarke y S. v. Boletzky (Eds.), "*Larval*" and *juvenile cephalopods: a manual for their identification*. Smith. Contrib. Zool., 513: 105-119.
- Yamaguchi, H. & T. Okutani. 1990. Notes on young squids dip-netted and incidentally jigged during the exploratory fishing on *Dosidicus gigas* in the eastern Pacific, December 1987-March 1988. J. Tokyo Univ. Fish., 77(1): 1-8.
- Yamashiro, C., L. Mariátegui & A. Taipei. 1997. Cambios en la distribución y concentración del calamar gigante (*D. gigas*) frente a la costa peruana durante 1991-1995. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 52: 3-40.
- Yamashiro, C., L. Mariátegui, J. Rubio, J. Arguelles, R. Tafur, A. Taipei & M. Rabí. 1998. Jumbo flying squid fishery in Peru. Pp. 119-125. In Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Yatsu, A. 1999. Morphology and distribution of rynchoteuthion paralarvae of two ommastrephid squids, *Dosidicus gigas* and *Sthenoteuthis oualaniensis* collected from eastern tropical Pacific Ocean during 1997.-Preliminary report. In Contribution papers to *Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the two ommastrephid squids, Dosidicus gigas and Ommastrephes bartrami, in the Pacific Ocean, during September 11 – December 24, 1997*. Fisheries Agency of Japan, pp. 193-206.
- Yatsu, A. 2000. Age estimation of four oceanic squids, *Ommastrephes bartrami*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, and *Illex argentinus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) based on statolith microstructure. JARQ, 34(1): 75-80.
- Yatsu, A., K. Hiramatsu & S. Hayase. 1994. A review of the Japanese squid drifnet fishery with notes on the cetacean bycatch. Rep. Int. Whal. Commn., Special Issue, 15: 365-379.
- Yatsu, A., S. Midorikawa, T. Shimada & Y. Uozumi. 1997. Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartrami*, in the North Pacific Ocean. Fish. Res., 29: 257-270.
- Yatsu, A., H. Tanaka & J. Mori. 1998. Population of the neon flying squid, *Ommastrephes*

- bartramii*, in the North Pacific Ocean. Pp. 31-48. In Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Yatsu, A., R. Tafur & C. Maravi. 1999a. Embryos and rhynchoteuthion paralarvae of the jumbo flying squid, *Dosidicus gigas*, (Cephalopoda) obtained through artificial fertilization from Peruvian waters. *Fish. Sci.*, 65(6): 904-908.
- Yatsu, A., R. Tafur & C. Maravi. 1999b. Embryos and rhynchoteuthion paralarvae of the jumbo flying squid, *Dosidicus gigas*, (Cephalopoda) obtained through artificial fertilization from Peruvian waters. In contributed papers to *Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the two ommastrephid squids, Dosidicus gigas and Ommastrephes bartrami, in the Pacific Ocean, during September 11 – December 24, 1997*. Fisheries Agency of Japan, pp. 181-192.
- Yatsu, A., K. Yamanaka & C. Yamashiro. 1999c. Tracking experiments of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, with an ultrasonic telemetry system in the Eastern Pacific Ocean. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 36: 55-60.
- Yatsu, A., K. Yamanaka & C. Yamashiro. 1999d. Tracking experiments of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, with an ultrasonic telemetry system in the Eastern Pacific Ocean. In *Contributed papers to Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the two ommastrephid squids, Dosidicus gigas and Ommastrephes bartrami, in the Pacific Ocean, during September 11 – December 24, 1997*. Fisheries Agency of Japan, pp. 171-180.
- Ye, X. 2002. Conclusion and analysis on the experimental fishing of *Dosidicus gigas* in the offlying sea of Peru and Costa Rica in 2001. *Mar. Fish./Haiyang Yuye*, 24(4): 165-168.
- Yokawa, K. 1994. Allozyme differentiation of sixteen species of ommastrephid squid (Mollusca, Cephalopoda). *Antarctic Science*, 6(2): 201-204.
- Yokawa, K. 1995. Isozyme comparison of large, medium and small size specimens of *Dosidicus gigas*. *Proc. Res. Conf. Squid Resources & Fish. Cond.*, Hachinohe, f.y. 1993: 48-52. [En japonés]
- Young, R. E. 1972. The systematic and areal distribution of pelagic cephalopods from the seas off Southern California. *Smithson. Contrib. Zool.*, 97: 159 pp.
- Young, R. E. 1975. A brief review of the oceanic squid, *Symplectoteuthis oualaniensis* (Lesson). *Comp. Biochem. Physiol.*, 52B: 141-143.
- Young, R. E. & R. F. Harman. 1988. "Larva", "Paralarva" and "Subadult" in cephalopod terminology. *Malacologia*, 29(1): 201-207.
- Young, R. E., M. Vecchione & D. T. Donovan. 1998. The evolution of coleoid cephalopods and their present biodiversity and ecology. In Payne, A. I. L., M. R. Lipiński, M. R. Clarke, y A. C. Roeleveld (Eds.), *Cephalopod biodiversity and evolution*. S. Afr. J. Mar. Sci., 20: 393-420.
- Zalygalin, V.P., Ch. M. Nigmatullin & R.M. Sabirov. 1983. Morphology and functioning of

- the male reproductive system of the squid *Ommastrephes bartrami* Lesueur. Pages 62-64. In Ya.I. Starobogatov and K.N. Nesis (Eds.), *Taxonomy and ecology of cephalopods*. Zool. Leningrad, Inst. Acad. Sci. USSR. [En ruso]
- Zar, J. H. 1984. Statistical analysis. Segunda edición. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. xiv + 718 pp
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Cuarta edición. Prentice-Hall Inc., New Jersey. 123 pp.
- Zeitzschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. Mar. Biol., 3: 201-207.
- Zuev, G. V., K. N. Nesis & Ch. M. Nigmatullin. 1975. System and evolution of the squid genera *Ommastrephes* and *Symplectoteuthis* (Cephalopoda, Ommastrephidae). Zool. Zhur., 54(10): 1468-1479. [En ruso con resumen en inglés]

Anexo 4. Revisión bibliográfica del recurso jibia y sus pesquerías II

Autor: M.Sc. Carmen Yamashiro (Instituto del Mar del Perú; cyamashiro@imarpe.gob.pe)

Revisión, adaptación y edición: Dr. Hugo Arancibia (Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, Chile; harancib@udec.cl)

Asistencia técnica de edición: M. Sc. (c) Mónica Barros (Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile; mobarros@udec.cl)

A) Antecedentes generales de la pesquería

A.1 y A.2) Unidades de pesquería y desembarques

En Perú, el período 1964-1971, se registraron desembarques comprendidos entre 120 ton en 1964 y 600 ton en 1969, con promedio anual de 31 ton. Después de 1972 los desembarques no fueron continuos, destacando que en los primeros meses de 1976 se registraron 717 ton, luego 59 ton en 1979 y 39 ton en 1981 (Benites y Valdivieso, 1986). Estas capturas fueron obtenidas como pesca incidental con redes de arrastre merlucera y cerco anchovetera, principalmente.

A través de cruceros de investigación efectuados en el océano abierto y frente a la costa norte y centro de Perú se observaron grandes concentraciones de jibia *D. gigas* (Nesis, 1970; Baral, 1967; Shevtsov, 1970 en Markaida, 2001). Además, se efectuaron pescas exploratorias en las costas de Perú a bordo de los barcos de pesca “Jimena” (septiembre-octubre 1979) y “Ryusho Maru 25” (diciembre 1979, abril 1980), y en la nave de investigación “Profesor Siedlecki” (abril 1980), cuyos resultados mostraron bajos niveles poblacionales de jibia (Benites y Valdivieso, 1986). Durante El Niño 1982-1983 se observó la ausencia o dispersión del recurso, probablemente asociada a la falta de alimento, y una nueva prospección efectuada en 1983-1984 no encontró mejores resultados (Benites, 1985).

Desde 1984, la Japan Marine Resources Research Center (JAMARC) realizó exploraciones fuera de la Zona Económica Exclusiva de Perú (Yamaguchi y Okutani, 1990 en Markaida, 2001; Kuroiwa, 1998). En noviembre-diciembre de 1989, mediante un convenio de

investigación entre JAMARC y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) se ejecutó un crucero en aguas peruanas, encontrándose importantes concentraciones de calamar gigante (JAMARC, 1991; Rubio y Salazar, 1992), lo que fue confirmado en otro crucero efectuado bajo un nuevo convenio entre ambas instituciones en octubre 1990 – enero 1991. Entre noviembre de 1989 y febrero de 1991 se efectuaron pescas exploratorias a bordo de barcos calamareros japoneses y coreanos, capturándose 4.085 ton de calamar gigante (Mariátegui y Taipe, 1996).

Barcos arrastreros soviéticos dedicados a la pesca de jurel estuvieron operando en alta mar fuera de la ZEE de Perú entre 1878 y 1992. El calamar gigante siempre estuvo presente como pesca incidental (Nigmatullin *et al.*, 1991), en cantidades que no excedían de 0,1-0,5 ton diarias, y raras veces 1-5 ton, y más raro aún pescas diarias de 8-10 ton. En 1990-1991 comenzó a aparecer *D. gigas* en grandes concentraciones más allá de la ZEE de Perú, y fue capturada en julio-octubre de 1990 y julio-setiembre de 1991, con capturas máximas en agosto de ambos años. En 1990 se obtuvo como captura total 9.700 ton de calamar gigante, de las cuales 4.197 ton procedían de la ZEE de Perú. En 1991, la captura total fue de 25 mil ton, de las cuales 15.419 ton fueron obtenidas en la ZEE de Perú (Nigmatullin *et al.*, 1995; Mariátegui y Taipe, 1996; Yamashiro *et al.*, 1998; Markaida, 2001). Los barcos arrastreros de madia agua polacos probablemente capturaron calamar gigante frente a Perú y Chile, pero no existe información al respecto (Juanico, 1980, 1982 en Markaida, 2001).

La pesquería industrial se inició en el Perú en abril de 1991 (Tabla 1; Fig. 1), con la participación de barcos calamareros japoneses y coreanos que operaron a través de permisos de pesca otorgados por el Ministerio de Pesquería, de acuerdo a un Plan de Ordenamiento Pesquero del Calamar Gigante o Pota (Resolución Ministerial N° 047-98-PE), en el cual se establece una franja de protección de 20 mn de la línea de costa, estando reservada exclusivamente para pesquería artesanal la zona de las 5 mn. En cuanto a la extracción artesanal de calamar gigante en Perú, ésta fue cambiando paulatinamente de pesca incidental a pesca dirigida debido a la alta disponibilidad de este recurso a partir de 1991.

En años previos a 1988, los desembarques de calamar gigante no superaron las 720 ton anuales, a excepción de 1982, cuando se registró 880 ton, y posteriormente con el aporte de las pescas exploratorias y de la flota arrastrera soviética los desembarques se incrementaron a 1.011 ton en 1989 y 6.898 ton en 1990. Con el inicio de la pesca industrial, las capturas de jibia mostraron tendencia creciente, desde 77.630 ton en 1991 a 209.970 ton en 1994,

disminuyendo en los años siguientes hasta 548 ton en 1998. A partir de 1999 se observó importantes incrementos de los desembarques, desde 78.379 ton ese año hasta aproximadamente 230.000 y 225.000 ton en los años 2004 y 2005, respectivamente (Ministerio de Pesquería, 1994-2001a; Ministerio de la Producción 2002, 2003; Estrella y Guevara, 1998a, b, c; Estrella *et al.*, 1998a, b; 1999a, b; 2000a, b; Fernández *et al.*, 2000; Flores *et al.*, 1998a, b).

Tabla 1. Desembarques totales, artesanales e industriales en Perú. Período: 1970-2005.

Desembarque de calamar gigante por tipo de flota - Perú

Año	Total (t)	Artesanal (t)	Industrial (t)
1970	485		
1971	386		
1972	38		
1973			
1974			
1975			
1976	717		
1977	1		
1978			
1979	59		
1980			
1981	61		
1982	888		
1983			
1984	35		
1985	207		
1986	716	716	
1987	20	20	
1988	446	446	
1989	1011	1011	
1990	7441	7411	
1991	81655	23952	57703
1992	106547	2762	103785
1993	140355	2028	138327
1994	209970	45257	164713
1995	109155	28347	80808
1996	9787	8138	1649
1997	21886	16061	5825
1998	547	547	
1999	78383	54652	23731
2000	143358	53795	89563
2001	175542	71834	103708
2002	223718	146390	77328
2003	180530	153727	26803
2004*	229804	178537	51268
2005*	224571	177317	47254

* Preliminar

Fuente: Ministerio de Pesquería
Ministerio de la Producción
Instituto del Mar del Perú

La flota industrial en Perú obtuvo capturas entre 57.703 ton en 1991 y 164.713 ton en 1994 durante un periodo caracterizado por anomalías térmicas positivas, los que representaron entre el 74,3% y 98,6% de los desembarques totales, respectivamente; el saldo correspondió a la pesquería artesanal. En 1995 las capturas de jibia declinaron asociadas a la dispersión del recurso debido a la predominancia de aguas frías (Mariátegui y Taipe, 1996; Yamashiro *et al.*, 1997, 1998), alcanzando 80.808 ton. Durante 1996 la disminución de las capturas hizo que buena parte de la flota calamarera extranjera se trasladara a aguas internacionales de

Centroamérica (5-8° N), donde se lograron importantes capturas. Los cruceros de investigación de IMARPE en 1996 y 1997 indicaron que el recurso jibia se mantenía muy disperso. En 1997, el 99,9% de los desembarques de calamar gigante en Perú correspondieron a la flota artesanal nacional; la actividad de la flota extranjera fue confinada a julio y agosto solamente (Ganoza *et al.*, 1997; Mariátegui *et al.*, 1997a,b, 1998a,b; Yatsu y Yamashiro, 1999). En octubre y noviembre de 1997 se hallaron grandes concentraciones de calamar al norte de Perú, con predominancia de ejemplares grandes entre los 30° S y 9°30' S (Yatsu y Yamashiro, 1999). Marcial-Ramos (1996) y Mariátegui *et al.* (1998b) observaron que el calamar se alejaba de la costa y se hallaba a profundidades mayores, siendo inaccesible a la pesquería artesanal, en respuesta al repentino calentamiento del agua durante octubre-diciembre 1997. En 1998 no hubo actividad pesquera industrial dirigida a la pota. A partir de 1999, los desembarques se incrementaron de 23.731 ton ese año a 103708 ton en el 2001, fluctuando entre 26.803 ton y 77.328 ton en el periodo 2002-2005 (Taipe *et al.*, 2001; Yamashiro *et al.*, 2005).

Los desembarques de la flota artesanal estuvieron comprendidos entre 2.027 ton y 45.257 ton en los años 1991-1994, disminuyendo posteriormente hasta 547 ton en 1998, a partir del cual se observó un progresivo aumento hasta alrededor de 178.000 ton anuales en los años 2004 y 2005. Los desembarques artesanales representaron porcentajes menores a 26% en los años 1991-1995, adquiriendo mayor importancia en el período 2000-2005, en los que llegó a representar el 80% del desembarque total.

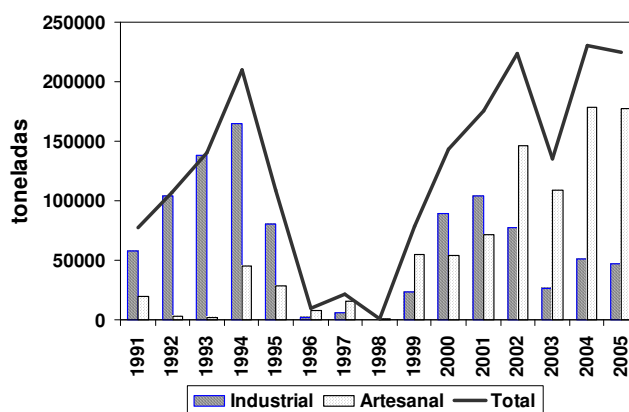


Fig. 1. Desembarques totales, artesanales e industriales en Perú. Período: 1991-2005.

A.3) Zonas de pesca (Fig. 2)

A través del sistema ARGOS se dispone de información en tiempo real del desplazamiento de la flota calamarera que opera en la ZEE de Perú. Las zonas de pesca abarcan toda la costa, desde 20 mn hasta 300 mn al oeste, dependiendo de las condiciones ambientales. Se destaca dos zonas principales de pesca, una entre 5°-9°S, y otra entre 12°-16°S. La flota artesanal opera en el norte (frente a Máncora, Talara y Paita) y en el sur del país (frente a Matarani), hasta las 45 mn de la costa.

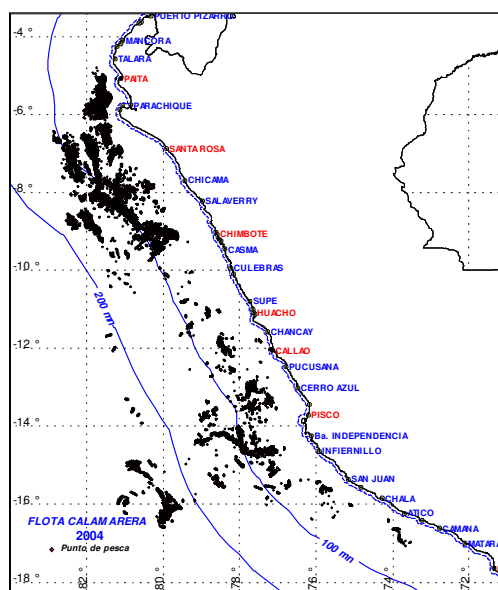


Fig. 2. Áreas de pesca de jibia en Perú.

A.4) Épocas de pesca: estacionalidad y régimen operacional (Fig. 3)

Se ha evidenciado estacionalidad en los desembarques del calamar gigante, siendo invierno y primavera los trimestres de mayores capturas e índices de abundancia relativa en los años 1991-1999, con algunas variaciones interanuales (Mariátegui y Taipe, 1996; Taipe *et al.*, 2001). Sin embargo, en el periodo 2000-2005, las fluctuaciones de desembarques de las áreas de pesca fueron menos marcadas, no observándose clara estacionalidad.

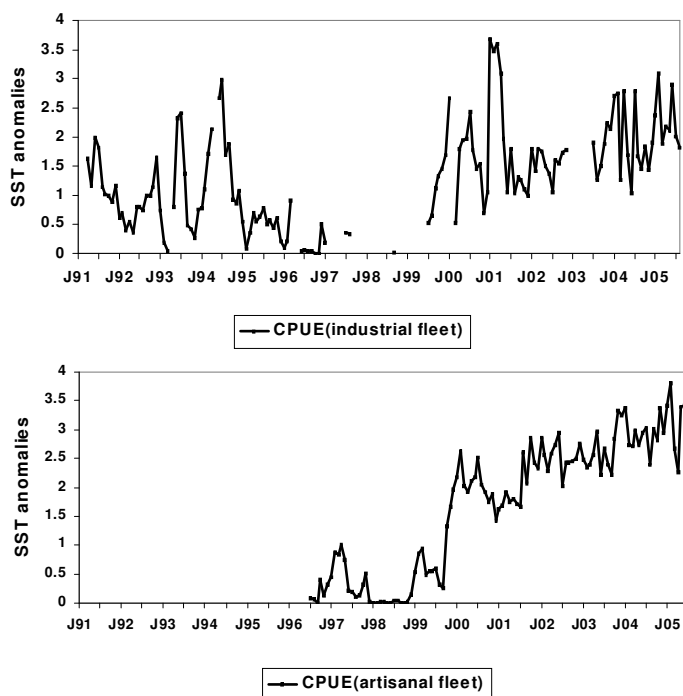


Fig. 3. Captura de jibia por unidad de esfuerzo de la flota industrial (arriba) y artesanal (abajo) y anomalía de temperatura superficial del mar en Perú.

A.5) Unidades y artes de pesca

La pesca industrial de jibia se realiza en barcos factoría de bandera extranjera con capacidad de bodega de 250 a 1000 m³, provistas de maquinillas automáticas con poteras y lámparas, conocida como el sistema “jigging” (Fig. 4a). El número de maquinillas por nave es variable, fluctuando entre 40 y 60 máquinas dobles; el tamaño y características de las poteras varían de acuerdo al tamaño de los calamares que se está capturando. Las lámparas son de 1.000 a 2.000 W de potencia.

La pesca artesanal se realiza en embarcaciones de 6 a 15 ton de capacidad (Fig. 4b) y utilizan como arte de pesca los anzuelos manuales o poteras de diferentes tamaños y colores. Mariátegui *et al.* (1998) reportó pesca incidental de jibia en redes cortineras, alcanzando hasta de 53,8% del peso total.

El número de naves calamareras fue 31 en 1991 y alcanzó su máximo el año 1995 con

77 barcos, disminuyendo después en el rango de 10 a 48 en el periodo 1999-2005.

El número de embarcaciones artesanales dedicadas a la pesca de pota es variable, dependiendo de la disponibilidad del recurso, y fluctúa en el rango de 50 a 200 embarcaciones en los puertos de mayor desembarque.



Fig. 4a. Nave calamarera factoría.



Fig. 4b. Bote artesanal con pesca de calamar.

B) Distribución, unidades poblacionales e historia de vida

B.1) Distribución, unidades de stock y área de desove

D. gigas es endémica del Océano Pacífico Oriental y habita áreas subtropicales nerítico oceánicas, aunque también se le encuentra en aguas tropicales (Nesis, 1970). En Perú se distribuye a lo largo de la costa y sus mayores concentraciones se localizan entre 3°30'S - 11°S y 14°S - 17°S (Yamashiro *et al.*, 1999; Taipei *et al.*, 2001).

La jibia presenta una estructura poblacional complicada, la que se caracteriza por incluir al menos dos formas de madurez (temprana y tardía) de diferentes tamaños corporales, siendo sus rangos de distribución de tamaños parcial o totalmente sobrepuestos (Nesis, 1983, 1993; Yatsu *et al.*, 1998; Tafur y Rabí, 1996; Arguelles, 2001). La forma de madurez tardía se caracteriza por ser gigantesca, con las hembras alcanzando 80-120 cm LDM (Nigmatullin *et al.*, 1991). Yokawa (1995), mediante el análisis de isoenzimas, determinó que las hembras maduras de 24,3-26,5, 40,8-47,7 y 83-92,3 cm LDM frente a Perú pertenecen a la misma población. Wormuth (1976, 1998 en Markaida, 2001) señala diferencias morfométricas

significativas de norte a sur, siendo la más aparente la diferencia de tamaños que podría atribuirse a la disponibilidad de alimento. Clarke y Paliza (2000) sostienen que el calamar gigante de la Corriente Peruana, que habita aguas frías, representa una población diferente a la del Hemisferio Norte, que habita aguas cálidas, encontrándose separadas por la Contracorriente Ecuatorial.

Tafur *et al.* (2001) encuentran que *D. gigas* desova a lo largo de la costa peruana, siendo las zonas de mayor intensidad las comprendidas entre 3°S y 8°S, y en menor medida entre 12°S y 17°S (Fig. 5). Estas zonas se encuentran ubicadas en el borde de la plataforma y talud continental, en el norte, y alrededor de la Placa de Nazca, en el sur de Perú. Nesis (1970, 1983) menciona que el desove se produciría en la primavera y verano austral sobre el talud continental de Perú, lo que se confirma por la presencia de paralarvas rhynchoteuthion en estas zonas.

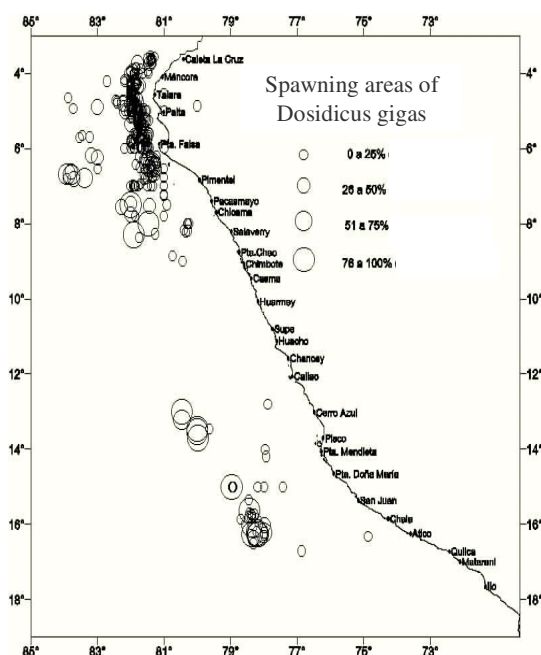


Fig. 5. Áreas de desove de jibia en Perú.

B.2) Biología reproductiva (proporción sexual, época de desove, fecundidad y madurez)

En general, en el caso de las capturas de *D. gigas* en Perú, las hembras son más numerosas que los machos (Tabla 2). Sato (1975, en Markaida, 2001) y Marcial-Ramos (1996)

afirman que la predominancia de hembras se explicaría por mayor mortalidad masculina o por segregación sexual tras la cópula. La razón de sexos global de la jibia puede ser fijada en ♂:♀ = 1:4,5.

Tabla 2. Proporción sexual de jibia (varios estudios).

Autor	Proporción sexual (♂:♀)
Nesis (1981, 1983)	♂:♀ = 1:2
Benites (1985)	♂:♀ = 1:7,7
Rubio y Salazar (1992)	♂:♀ = 1:7,3
Marcial- Ramos (1996)	♂:♀ = 1:3,2
Castillo-Portugal (1997)	♂:♀ = 1:3
Mariátegui (1997)	♂:♀ = 1:6
Tafur <i>et al.</i> (2001)	♂:♀ = 1:2,9
Global	♂:♀ = 1:4,5

Tafur y Rabí (1997) reportan tallas medias de madurez de 32,2 cm LDM en hembras y 28,8 cm LDM en machos de jibia de Perú, lo que es similar a lo comunicado por Marcial-Ramos (1996; 32 cm en hembras y 26,5 cm LDM en machos) y Castillo-Portugal (1997; 30 cm en hembras y 25 cm LDM en machos).

Nesis (1970, 1983) encuentra que la mayoría de las hembras habían copulado en octubre y noviembre, al norte de los 20° S, principalmente entre 6 y 18°S; de acuerdo a estas observaciones y la localización geográfica de las paralarvas, el desove de la jibia se produciría en la primavera y verano austral sobre el talud continental de Perú. Esto coincide con lo reportado por Nigmatullin *et al.* (1991), que calamares de talla media desovaron en octubre-diciembre y los de talla pequeña en enero en las costas de Perú. Rubio y Salazar (1992) observaron que el 84% de hembras se encontraban copuladas en noviembre-diciembre.

El desove de la jibia (Fig. 6) se extiende a lo largo del año, aunque con un máximo pronunciado en octubre-enero (primavera-verano austral) en hembras; los machos copulan con las hembras, traspasándoles espermátóforos, en julio-agosto (invierno) (Tafur y Rabí, 1997; Yamashiro *et al.*, 1998).

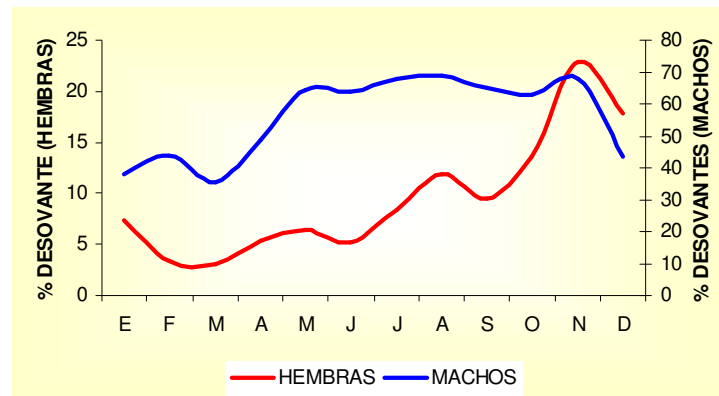


Fig. 6. Porcentaje de desovantes de jibia en Perú.

Este hecho también está apoyado por las expediciones de JAMARC, que encontraron un pico de ocurrencia de calamares maduros de ambos sexos en aguas dentro y fuera la ZEE de Perú en octubre (Kuroiwa, 1998), así como las observaciones de Castillo-Portugal (1997), quien registró la época de desove extendida a todo el año, con mayores intensidades durante invierno-primavera entre 3°30'S y 5°S. Estas afirmaciones han sido corroboradas por Segura *et al.* (1996), Ganoza *et al.* (1997), Mariátegui *et al.* (1997b) y Mariátegui *et al.* (1998b).

El desarrollo de los ovocitos en el calamar gigante es asincrónico (Nigmatullin y Laptikhovsky, 1999 en Markaida, 2001), encontrándose todos los grupos de desarrollo en el ovario de una hembra madura (Burukovsky en Markaida, 2001). Los ovocitos inmaduros son opacos, blancos y de forma irregular, mientras que los huevos maduros son ovales, transparentes y de color amarillo ámbar. El tamaño de los ovocitos varía desde 0,1 a 1 mm, y los huevos maduros de 0,9 a 1,1 mm de diámetro máximo, con un peso promedio de 0,57 mg (Nesis, 1970, 1983). Yatsu *et al.* (1999) describe los huevos como ovalados con un tamaño de 0,9 x 1,3 mm. La mayor parte de los huevos se encuentran en los oviductos y aparentemente la descarga de éstos es simultánea (Nesis, 1970, 1986).

Nesis (1970, 1983) estimó la fecundidad del calamar gigante entre 100 mil y 650 mil ovocitos, teniendo en cuenta sólo los ovocitos vitelados del ovario y los huevos maduros de los oviductos de 1 mm en hembras de 35 cm a 56 cm LDM de Perú y Chile. Este autor observó que la maduración de los ovocitos al parecer no es simultánea, por lo que tales cifras de fecundidad estarían subestimadas. Estudios recientes efectuados por Markaida (2001) en el Golfo de California indican que una hembra madura de jibia de 71 cm LDM presentaba 32

millones de huevos, aproximadamente.

B.3) Crecimiento corporal (desarrollo de huevos, crecimiento de larvas, juveniles y adultos: modelos de crecimiento y métodos para la determinación de edad)

Nesis (1970, 1983), en base a un análisis preliminar de frecuencia de tallas, encuentra que individuos de 20-35 cm LDM tendrían un año de edad y los de 30-50 cm LDM dos años, con tasas de crecimiento mensuales promedio de 2,0-2,5 y 1,0-1,2 cm, respectivamente. Los calamares de 45-50 cm LDM tendrían probablemente tres o cuatro años con tasas de crecimiento desconocidas.

Arguelles (1996) observa uno o dos grupos modales anuales de jibia en Perú entre los años 1991-1994, a excepción de 1992 e inicios de 1993, en los que se registraron ejemplares grandes (hasta 105 cm LDM), conformando varios grupos modales. Mediante el análisis de las tallas modales, este autor discrimina dos cohortes anuales en 1991-1994, determinando que ejemplares del rango 41-53 cm LDM tendrían un año de edad, y los del rango 64-80 cm LDM tendrían dos años de edad, con tasas de crecimiento de 3,9 y 2,1 cm LDM/mes, respectivamente.

Castillo-Portugal (1997) calculó los parámetros de crecimiento de *D. gigas* a través del análisis de frecuencia de tallas de las capturas de 1995, estimando que al año de vida las hembras alcanzan la talla promedio de 53 cm LDM y los machos de 49 cm LDM. Las tasas de crecimiento más altas (5,4 cm LDM/mes) se alcanzan durante los primeros tres meses de vida para luego decrecer. Los machos crecen más rápido que las hembras, aunque sus tallas máximas son menores.

Masuda *et al.* (1998), en base al análisis de 584 estatolitos de ejemplares de jibia capturados en el Océano Pacífico Suroriental determina edades comprendidas entre 44 días para un ejemplar juvenil de 2 cm LDM, 352 días para un ejemplar macho de 77 cm LDM y 338 días para una hembra de 86 cm LDM. Las tasas de crecimiento promedio variaron entre 1,54 mm/día en los ejemplares nacidos en febrero-mayo (verano-otoño) y 1,92 mm/día en los nacidos en junio-setiembre (invierno), y observaron que las hembras maduras tienen mayores tasas de crecimiento que las inmaduras, pero esta diferencia no se daba en los machos.

Bizikov (1991 en Markaida (2001) estimó el crecimiento de 33 hembras (2,2-49,2 cm

LDM) y 29 machos (1-27,2 cm LDM) de *D. gigas* de aguas peruanas, observando los incrementos diarios en la pluma. Las hembras crecieron de 0,5 a 49 cm LDM en 389 días, mientras que los machos crecieron de 0,5 a 26 cm LDM en 342 días.

Arguelles *et al.* (2001) estimaron la edad del calamar gigante utilizando 134 estatolitos de ejemplares de 192 a 965 mm LDM, cuyas edades no superaron el año de vida. Se distinguieron dos grupos de tamaños, uno de ejemplares menores de 490 mm LDM y otro de ejemplares mayores de 520 mm LDM, cuyas edades máximas fueron de 220 y 354 días, respectivamente. La fecha de eclosión estimada mediante retrocálculo mostró la presencia de dos cohortes, los que nacieron en primavera-verano que son reclutadas en otoño-invierno, y los que nacen en otoño-invierno y que son reclutadas en primavera-verano.

Muchos modelos de crecimiento han sido aplicados al crecimiento de los cefalópodos, desde el modelo clásico von Bertalanffy hasta modelos lineales, exponenciales y otros. Sin embargo, el uso de la distribución de frecuencia de tallas para las determinaciones de edad y crecimiento en calamares ha sido objetada por el prolongado periodo reproductivo de estas especies, lo que da origen a varias generaciones en la misma área reproductiva o reemplazo gradual de generaciones en las áreas de alimentación, así como por su alta capacidad de migración y crecimiento individual muy variable (Arkhipkin, 1991; Caddy, 1991, Jackson, 1994; Jackson y Choat, 1992 en Markaida, 2001).

Según lo expuesto por el Dr. Paul Rodhouse (Conferencia en II Simposio Internacional sobre Calamares del Océano Pacífico en La Paz, Baja California Sur, México, noviembre 2002), el crecimiento de la jibia puede ser modelado con la ecuación von Bertalanffy (Fig. 7), pero considerando que alcanza su madurez en corto tiempo de vida y que presentan alta tasa de crecimiento. El crecimiento somático está orientado completamente a la producción en peso, por lo que esta especie nunca alcanzaría la talla asintótica debido a la mortalidad post desove.

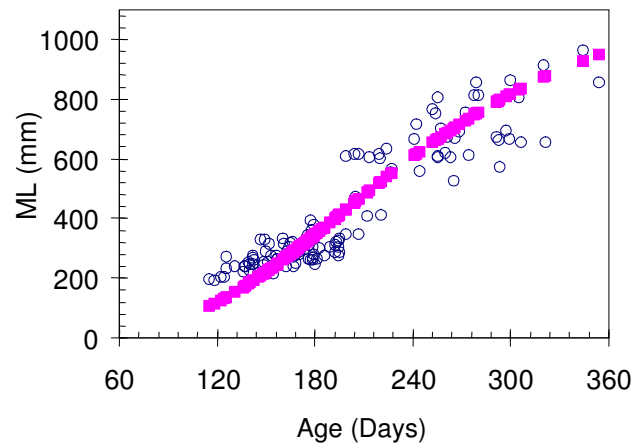


Fig. 7. Curva ajustada de crecimiento de *D. gigas* al modelo von Bertalanffy; los datos observados corresponden a lecturas de microincrementos diarios en estatolitos.

B.4) Tasas de mortalidad natural de estadios tempranos, juveniles y adultos

Se ha estimado la mortalidad natural diferencial del calamar gigante por estadios ontogénicos, de acuerdo al método propuesto por Caddy (1996) y aplicado por Martínez-Aguilar *et al.* (2005) en *Sardinops caeruleus* del Golfo de California. Este método utiliza datos de fecundidad y longevidad, y actualmente se está procesando la información disponible para ajustar los valores estimados preliminarmente.

Con el método de Pauly (1985) se determinó que la tasa de mortalidad natural es $M = 1,2 \text{ año}^{-1}$, el que se encuentra en el rango comunicado por Ehrhardt (1983, en Argüelles y Yamashiro (1997) para *D. gigas* del Golfo de California.

B.5) Migraciones estacionales y ontogénicas

El calamar gigante realiza migraciones muy extensas; los juveniles se dispersan desde el área de desove a lo largo de una amplia zona hacia el oeste con el curso de las corrientes marinas y vientos alisios, y luego con la edad retornan hacia áreas más productivas, como las de la Corriente Peruana en el Hemisferio Sur (Nesis, 1970, 1983). La migración ocurre en verano-otoño; en otoño-invierno los ejemplares de jibia se alimentan cerca a la costa y en el borde el talud, algunas veces mar adentro, para volver hacia el ecuador a las zonas de desove

costeras, madurando gradualmente (Nesis, 1970, 1983).

En análisis de tallas del calamar gigante en sentido geográfico en aguas peruanas muestra que los individuos de mayor tamaño se encuentran principalmente cerca de la costa y hacia el norte, lo que estaría evidenciando una migración del recurso de sur a norte y de oeste a este. En la flota industrial se ha reportado la captura de ejemplares de 30 a 40 cm LDM más al oeste de 100 mn de la costa, así como en la flota artesanal de Matarani; mientras que los ejemplares mayores de 70 cm de LDM predominan en las capturas efectuadas dentro de las 60 mn y en la flota artesanal de Talara y Paíta. También durante los cruceros de investigación se ha reportado la presencia de juveniles al oeste de 60 mn de la costa.

Las paralarvas son plantónicas epipelágicas, hallándose mayormente entre la superficie y 200 m de profundidad. Frente a Perú y Chile se han encontrado paralarvas desde 3°30'S hasta 30°S, tanto en la zona costera como en la oceánica hasta 200 y 300 mn al oeste desde la costa. Sin embargo, las paralarvas más pequeñas (1,2-1,6 mm LDM) han sido colectadas cerca de la plataforma continental y al norte de 20°S (Nesis, 1970, 1983). El 60% de las paralarvas fueron encontradas en la capa de los 100 m de profundidad, 18% entre 100 y 200 m y sólo 13% a profundidades mayores de 200 m. Los juveniles de 3-5 cm LDM fueron capturados con arrastre a 500 m de profundidad (Nesis, 1970).

El calamar gigante realiza migraciones verticales principalmente de carácter trófico. En aguas peruanas, Rubio y Salazar (1992) reportan la presencia de *D. gigas* entre 3 y 270 m de profundidad, encontrándose principalmente entre 180 y 190 m de profundidad durante el día, y de 30 a 50 m durante la noche con luna nueva y cuarto menguante. Ganoza *et al.* (1997) encuentran jibias hasta 50 m en la noche y hasta 230-240 m en el día. La distribución vertical de las masas de agua desempeñan un rol importante en la distribución y concentración del recurso; así, la profundidad de migración diaria parece estar muy relacionada con profundidad de la termoclina (JAMARC, 1991, 1992; Nesis, 1983).

Con experimentos de biotelemetría realizados en Perú y Centroamérica se demostró el comportamiento migratorio del calamar gigante, el que durante la noche permaneció sobre los 200 m de profundidad, y en el día descendió a profundidades mayores de 100 m (Yatsu *et al.*, 1999; Ichii *et al.*, 2002).

B.6) Varazones: frecuencia y ocurrencia inter-temporal

Se ha reportado varazones de calamar gigante en la costa peruana, principalmente de ejemplares grandes y en largas extensiones de la costa, pudiendo existir alguna relación con eventos El Niño de intensidad muy fuerte; sin embargo, sólo se cuenta con referencias verbales. Mortalidades masivas de calamar gigante en las costas de Chile y California están aparentemente desconectadas con los desoves.

C) Relaciones tróficas

C.1) Alimentación (espectro trófico, ración diaria, ración consumo-presa)

Nesis (1970) analizó 266 estómagos de jibias de 20 a 59 cm LDM frente a Sudamérica (agosto-noviembre 1968) y reportó la presencia de mictófidios (*Myctophum* y *Symbolophorus*) en el 70,2% de los estómagos; calamares, principalmente de la misma especie (13,3%), plancton (7,9%); saury pike (sólo en calamares adultos; 1.2%) y otros (restos de pepinos, etc.; 1,2%); peces voladores y otros pequeños peces (0,4%) y alimento digerido y no identificable (5,8%). El 22% de los estómagos estuvieron vacíos. La frecuencia de ocurrencia del plancton decrece con la talla, siendo secundaria para calamares mayores de 30 cm LDM, mientras que el canibalismo aumenta, siendo secundario en individuos menores de 35cm LDM, lo que resulta en un mayor grado de llenado del estómago conforme aumenta la talla del calamar (Nesis, 1970, 1983; Markaida, 2001).

Benites (1985) encontró que la mayor parte de los estómagos de jibia muestreados en aguas frente a Perú estaban vacíos, aunque algunos de ellos con restos de peces, anélidos y cefalópodos. Benites y Valdivieso (1986) reportan restos de peces (mayoritariamente peces linterna, Maurolicidae), crustáceos Natantia (langostinos), cefalópodos, celentéreos y huevos de peces en calamares gigantes menores a 39 cm LDM en 1979 y 1980. Rubio y Salazar (1992) registraron evidencias de canibalismo en el 43% de las 416 hembras y el 30% de los 223 machos analizados en noviembre y diciembre de 1989, en un rango de tallas de 15-47 cm LDM. Kuroiwa (1998) reporta resultados de observaciones del contenido estomacal de

calamares gigantes capturados entre 1984 y 1991 en aguas ecuatorianas y peruanas, y LA alta mar adyacente. Los peces dominaron la dieta (49,2% de los estómagos), seguidos de jibia (21,2%). Los restos de calamar prevalecieron en los estómagos de más del 50% de los calamares medianos y grandes (>30 cm LDM), como consecuencia del canibalismo por parte de las hembras, que son mayores que los machos al copular (Markaida, 2001).

Shchetinnikov (1986a,b, 1989) en Markaida (2001), aporta importantes resultados sobre alimentación del calamar gigante a partir de muestras colectadas frente Ecuador y Peru en 1981. Los ejemplares adultos se alimentaban principalmente de mictófidos nictopipelágicos (*Symbolophorus evermanni*, *Myctophum aerolaternatum*, *M. nitidulum* y *Higophum reinhardti*), siendo otros calamares presas secundarias (*Onychoteuthis banksii*, *Abraliopsis affinis*, omastréfidos). No encontró diferencias en la dieta por sexos y tallas.

Shchetinnikov (1986, en Markaida, 2001) concluye que el calamar gigante es un animal nictopipelágico consumidor de II-III orden, ocupando el nicho de carnívoros nectónicos de tamaño mediano y predando sobre las presas más frecuentes en cada área.

Para el período 1991-1995, Yamashiro *et al.* (1998) reportan a eufáusidos y otros organismos planctónicos como las principales presas de jibias más pequeños, mientras que los ejemplares medianos y mayores se alimentan de mictófidos, peces voladores y otros peces, con alta incidencia de canibalismo. Segura *et al.* (1996) observaron canibalismo en jibia (15,7%), alimento digerido (32,6%), restos de peces (21,2%), crustáceos (6,4%), estómagos vacíos (35%) y otros en octubre-noviembre de 1995. Marcial-Ramos (1996) encuentra principalmente moluscos (calamar gigante) y en segundo lugar peces (anchoveta *Engraulis ringens* y samasa *Anchoa nasus*) en ejemplares capturados por la flota artesanal en Perú. Ganoza *et al.* (1997) encontraron peces (40,2%), crustáceos y calamar gigante (5,7%) y estómagos vacíos (36,4%) al analizar 209 estómagos de calamares colectados en primavera de 1996.

Mariátegui *et al.* (1997a, 1998a, b), con muestras desde noviembre 1996 a diciembre 1997, reportan la presencia de peces (26,1% a 64,9%), calamares (17,6% a 22,6%), crustáceos y otros (6,1% a 18,6%) y estómagos vacíos (6,1 a 36%).

Yatsu y Yamashiro (1999) reportan la dominancia de peces y calamares en la frecuencia de ocurrencia del contenido estomacal de calamares gigantes capturados en el Domo de Costa Rica y frente a Perú en 1997.

C.2) Predación (principales predadores, mortalidad por predación – M2, rol trófico)

Los principales predadores del calamar gigante son cachalotes, tiburones, atunes, merlines, peces espada y calamares de la misma especie (Clarke *et al.*, 1976, 1978; Duncan, 1941; García-Tello, 1965; Nesis, 1971; Sylva, 1962 en Nesis, 1983). Sin embargo, la pesca intensiva sobre estos predadores ha reducido notablemente la mortalidad de *D. gigas*. Nesis (1983) afirma que la principal causa de mortalidad natural sería por senilidad post desove.

Clarke y Paliza (1993) estiman que la ración diaria de un cachalote macho de 18 m y 65,2 ton de peso es de 666 kg, los que se alimentan 3,5 veces por día, por lo que la cantidad total de alimento que requiere es de 2,33 ton de *D. gigas* en un día. En base al cálculo de la ración diaria y la población de cachalotes en el Océano Pacífico Sureste, entre 1959 y 1961 se estimó un consumo anual de 8,69 millones de toneladas (límites de confianza 6,66 – 13,14 millones de toneladas) de *D. gigas*, basada en una comida normal y un consumo anual de 13,67 millones de toneladas (límites de confianza 10,56 – 20,18 millones de toneladas) basada en una comida completa a saciedad (Clarke *et al.*, 1988).

D) Reclutamiento

D.1) Variabilidad del reclutamiento (época y zonas de reclutamiento, factores que la afectan- índices ambientales, relación stock-recluta, hipótesis del reclutamiento)

En base al análisis de estructura de tallas del calamar gigante obtenida de cruceros y pesquerías se evidencia una estratificación latitudinal en la cual los ejemplares de menor tamaño se encuentran en el sur de Perú, y los más grandes en el norte. En el Crucero Shinko Maru 0110-12 (Fig. 8) se observó un grupo de individuos de jibia de 19 a 50 cm LDM, principalmente entre 12° y 16°S, y en menor proporción en el norte. En el análisis por grado de longitud del mismo crucero (Fig. 9) se observó que en distancias menores a 60 mn de la costa destacó la presencia de individuos de jibia de tallas grandes (mayores de 60 cm LDM), y conforme se aleja de la costa los tamaños son menores, apreciándose dos o tres modas en áreas ubicadas a distancias mayores de 60 y 120 mn de la costa.

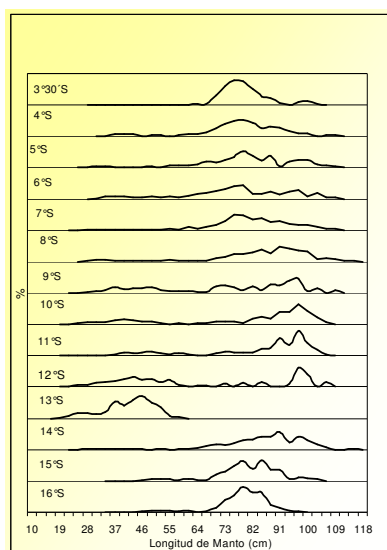


Fig. 8. Distribución de frecuencia de tamaños de jibia en Perú en sentido latitudinal. Rango: 3°30'S a 16°S.

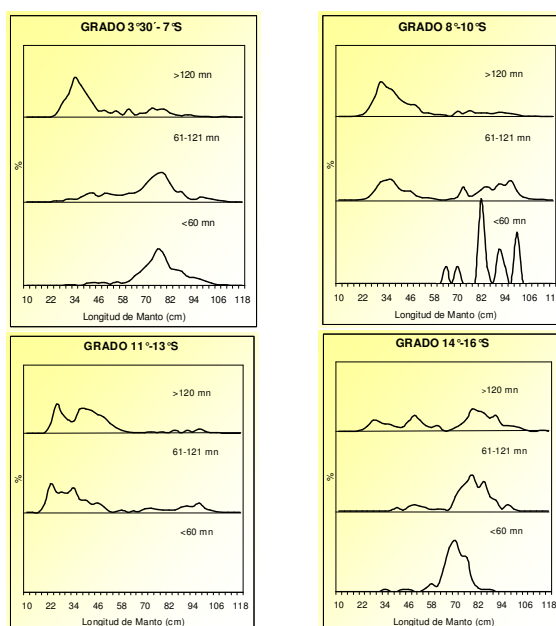


Fig. 9. Distribución de frecuencia de tamaños de jibia en Perú en sentido longitudinal (hacia el oeste desde la línea de costa). Rango: 3°30'S a 16°S.

De acuerdo con estos resultados se puede afirmar que existe ingreso de reclutas a lo largo de la costa peruana, los que van desplazándose hacia la costa conforme van incrementando de tamaño, y un grupo importante de reclutas lo haría entre los 11°S y 13°S.

Arguelles (1996) reporta para la jibia la presencia de dos pulsos anuales de reclutamiento, los que involucran varios meses durante primavera-verano y otoño-invierno. Posteriormente, en base al análisis de anillos diarios en estatolitos, aplicando el método del retrocálculo para estimar la fecha de eclosión, Arguelles *et al.* (2001) confirman la presencia de dos cohortes en las áreas de pesca en Perú; en efecto, los ejemplares de jibia que nacen en primavera-verano se reclutan en otoño-invierno, y los que nacen en otoño-invierno son reclutados en primavera-verano.

E) Características del habitat

Hábitat de estadios tempranos, habitat del stock explotable, dinámica del habitat

El principal biotopo de *D. gigas* es la zona oceánica del Océano Pacífico Oriental y particularmente donde la productividad primaria es alta, pero no máxima, con una relativa alta biomasa de zooplancton y altas concentraciones de peces meso- y bati-pelágicos (Nesis, 1970, 1983); la jibia es euritérmica y habita en áreas con temperaturas superficiales de 15-28°C, con las mayores concentraciones registradas en 17-23°C en el Hemisferio Sur, y en 25-28°C en el Hemisferio Norte (Baral, 1967; Sato, 1976 en Nesis, 1983).

Jackson (1990), O'Dor (1992) y O'Dor and Coelho (1993 en Taipe *et al.*, 2001) postulan que áreas de surgencias asociadas con grandes corrientes soportan grandes poblaciones de calamares. Estos sistemas de corrientes proveen un poderoso régimen de selección permitiendo alcanzar grandes tamaños en los individuos adultos, a través de variaciones fenotípicas, siendo este efecto más importante en aguas subtropicales donde la variabilidad ambiental es mayor.

Rubio y Salazar (1992) sostienen que la distribución geográfica de *D. gigas* parece estar influenciada por la convergencia de aguas oceánicas (20-21°C) y aguas costeras (17,8-19,6°C), creando una zona de mezcla de alta productividad. Otra zona de alta concentración de calamares se localizó alrededor de la Placa de Nazca.

Si bien la temperatura superficial del mar constituye un factor importante en la distribución y concentración del recurso jibia, un análisis más profundo de la distribución de jibia requiere considerar, probablemente, la estructura vertical de la columna de agua. JAMARC (1992) reporta que las mejores capturas de *D. gigas* se obtuvieron en áreas donde la estructura vertical presentaba amplia área de mezcla de aguas cálidas superficiales (10 m profundidad) y aguas frías profundas (50 m de profundidad), mostrando una clara termoclina entre 10 y 50 m. Lo contrario sucedió en áreas con estrecha capa de mezcla, donde las aguas cálidas ocuparon hasta 30-40 m de profundidad y las aguas frías se extendieron más cerca de la superficie, determinando pobres capturas de calamar.

El análisis de las anomalías de la temperatura superficial del mar y las CPUEs obtenidos de la pesca industrial y artesanal de jibia en el periodo 1991-2005 (Fig. 10) muestra que su disponibilidad estaría afectada por las drásticas variaciones térmicas registradas durante La Niña 1996 y el extraordinariamente fuerte y extenso evento El Niño 1997-1998; sin embargo, en otros eventos fríos (1999-2001) o cálidos (1992-1993, 2002) de menor intensidad, éstas no fueron determinantes en la disponibilidad y abundancia del recurso jibia. En conclusión, la CPUE de jibia se incrementó fuertemente a partir de mediados del año 1999 en la flota industrial y a partir de inicios del año 2000 en la flota artesanal, coincidiendo con el período frío después del El Niño 1997-98. Además, comparativamente la CPUE de la flota industrial ha sido, en general, más alta en el período 1999-2005 que en el período 1991-1997.

Los calamares constituyen poblaciones de corta vida, semélparas y oportunistas, que responden rápidamente a los cambios ambientales, por lo cual son más lábiles que las poblaciones de peces longevos, los cuales poseen un efecto amortiguador por la presencia de varias clases anuales que viven contemporáneamente (Rodhouse, 2001).

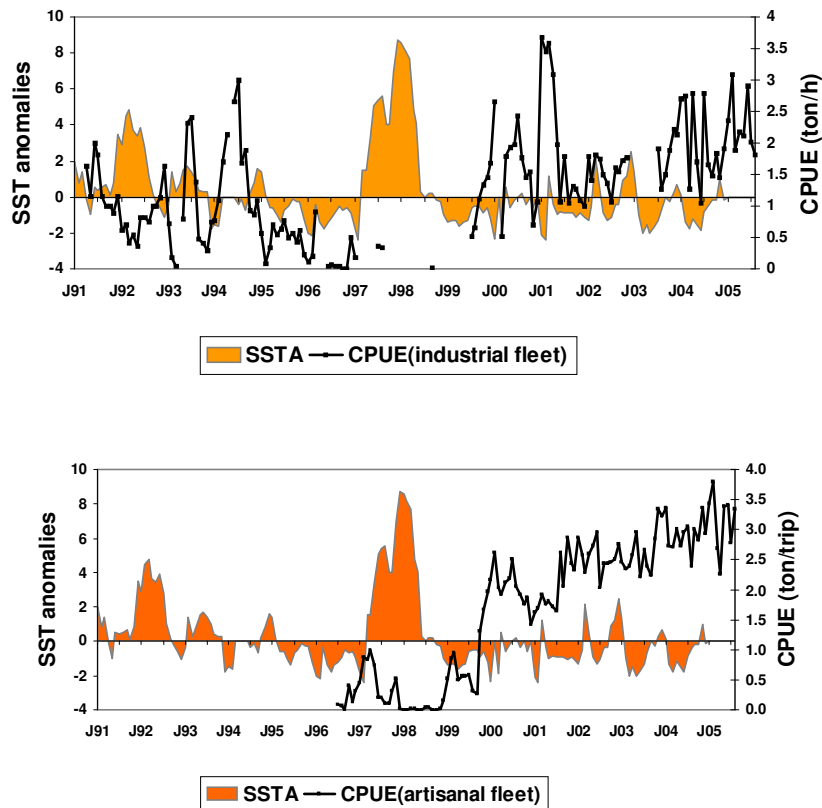


Fig. 10. Anomalía de temperatura superficial del mar (SST) y captura de jibia por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota industrial (arriba) y artesanal operando frente a Perú. Período: enero 1991 a diciembre 2005.

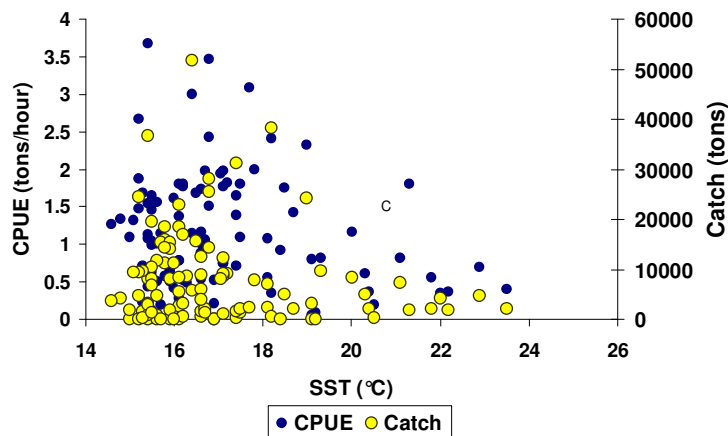


Fig. 11. Temperatura superficial del mar (SST) vs. captura de jibia y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

F) Distribución espacial y temporal de la abundancia

F.1) Dependencia del reclutamiento

No abordado.

F.2) Distribución espacial de juveniles y adultos

La distribución de individuos desovantes durante el año 2002 (Fig. 12, izq.) mostró dos zonas principales, una en 6°-9°S, y otra en 12°-15°S, desde el borde la plataforma continental hasta más allá de las 200 mn de la costa; mientras que la distribución de las paralarvas en octubre-noviembre del mismo año (Fig. 12, der.) se observó en una amplia área de la costa, con mayores concentraciones en 5°- 8°S, afuera de las 100 mn de la costa (Argüelles *et al.*, 2005).

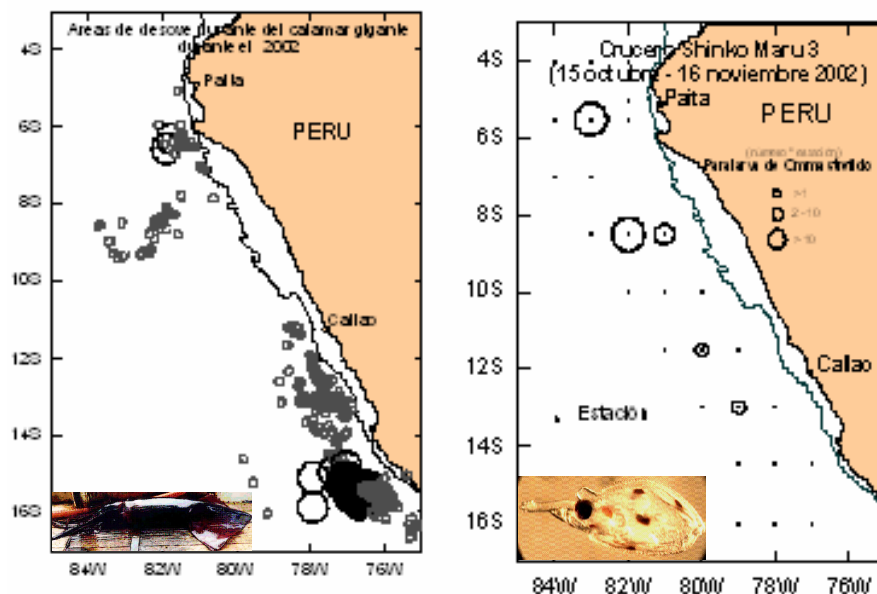


Fig. 12. Áreas de desove de jibia frente a Perú en el año 2000 (izquierda) y áreas de distribución de paralarvas de jibia en octubre-noviembre del mismo año (derecha) durante un crucero de investigación Tomado de Argüelles *et al.* (2005)

F.3) Índices de abundancia relativa (captura de jibia por unidad de esfuerzo, CPUE)

La CPUE (Fig. 13) de jibia en la pesca industrial ha mostrado altos valores en los años 1991-1994 (2,99 t/h), declinando en 1995 y 1996. A partir de 1999 hasta el 2005 se mantiene una tendencia alta de estos índices, entre 1,7 y 2,3 t/h. En relación a la pesca artesanal, se observa el mismo comportamiento de los valores de CPUE, entre 0,8 y 2,7 t/viaje en los años 1999-2005.

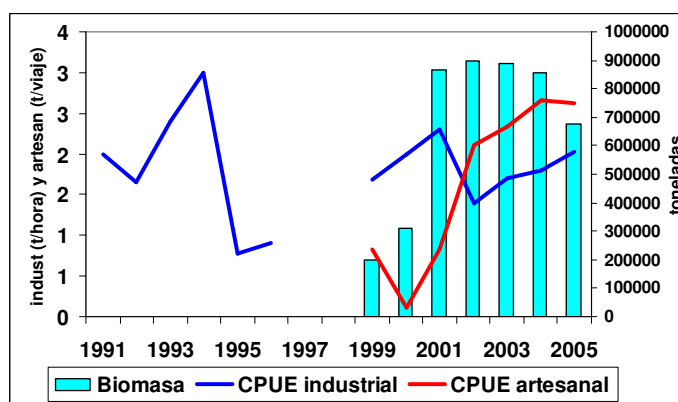


Fig. 13. CPUE de jibia en las flotas industrial y artesanal de Perú, y biomasa.

F.4) Evaluaciones directas e indirectas

A partir del año 1995 el IMARPE efectúa evaluaciones directas del calamar gigante mediante hidroacústica. Las biomاسas estimadas muestran altos valores comprendidos entre 800 mil y 900 mil ton en los años 2001 al 2004, y de 700 mil ton en el 2005, lo que coincide con los altos valores de CPUE obtenidos tanto en la pesca industrial como artesanal. Estas estimaciones de biomasa están limitadas al área de estudio, generalmente dentro de las 100 mn de la costa (Castillo y Gutiérrez, 2000, 2001; Castillo *et al.*, 2000, 2001, 2004a,b; Castillo y Salazar, 2005a,b; Ganoza y Peraltillo, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2004a,b; Peraltillo y Ganoza, 2004).

En cuanto a los métodos indirectos se viene aplicando el método de Leslie-DeLury (modificado) propuesto por Rosenberg *et al.* (1990), quien trabajó con *Illex argentinus*

utilizando una mortalidad natural semanal de 0,06. En el caso de *Dosidicus gigas* se estimó un valor de M semanal en base a datos de longevidad y fecundidad. Este análisis retrospectivo para estimar la población inicial en una serie de años permitirá conocer la relación stock – reclutamiento, como herramienta de manejo pesquero de esta especie.

Asimismo, se efectuaron estimados de abundancia poblacional mediante el análisis de cohortes, cuya ecuación original (Pope, 1972) fue reemplazada por la propuesta por Mac Call, 1986 en Megrey, 1989). Se trabajó con datos de 1991 a 1995, identificándose dos cohortes, las que se reclutan a la pesquería en diferentes momentos, los que dan origen a fuerte pulsos de reclutamiento. Las biomásas máximas mensuales fluctuaron entre 6.000 y 203.431 ton, y de 11.477 ton a 42.229 ton para las cohortes identificadas. Los reclutamientos se presentaron altamente variables de año en año. La cohorte reclutada en otoño-invierno es la que contribuyó con más del 50% de las capturas anuales (Argüelles y Yamashiro, 1997).

Como métodos comparativos se efectuó ensayos con modelos de producción, como los de Schaefer (1954) y Fox (1970) en base a información de la pesca industrial de los años 1991-2005, quedando pendiente analizar la pesca artesanal, cuyos resultados indicaron máximos rendimientos sostenibles entre 115 mil y 130 mil toneladas, con esfuerzos óptimos de 110 mil a 113 mil horas.

G) Administración pesquera

G.1 y G.2 Objetivo y Plan de manejo

Se dispone de un Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Calamar Gigante en Perú, según Decreto Supremo N° 013-2001-PE (Ministerio de Pesquería, 2001b), el que establece los lineamientos legales para el aprovechamiento racional y sostenido del calamar gigante, tomando en cuenta las características biológicas y poblacionales del recurso, así como la optimización de los beneficios obtenidos por su explotación; y de otro lado, la constitución de una pesquería del calamar gigante mediante la integración de una flota especializada nacional y la correspondiente industria de procesamiento, conjuntamente con el desarrollo del

mercado internacional. Este Decreto Supremo consta de 14 artículos referidos a los objetivos, regímenes de acceso a la pesquería, captura total permisible, sistemas de pesca, zonas de pesca, investigación, registro de embarcaciones extranjeras con permiso de pesca, derechos de pesca, pesca en alta mar, convenios para el abastecimiento a la industria pesquera nacional, acciones de control y vigilancia, prohibiciones, sanciones, y convenios de estabilidad.

G.3) Plan de investigación

El Instituto del Mar del Perú viene efectuando las siguientes investigaciones sobre el recurso calamar gigante:

- Seguimiento de pesquerías. A través del monitoreo de los desembarques, esfuerzo y CPUE de la flota artesanal e industrial dedicadas a la extracción del recurso. Asimismo, se obtiene información de la estructura de tallas y pesos, estadíos de madurez, relaciones biométricas, composición cualitativa y cuantitativa de la dieta, y estructura por edades.
- Cruceros de investigación (nacional e internacional). Se obtiene información de la distribución, concentración y aspectos biológicos del recurso, y sus interrelaciones con el ambiente marino, y en algunos casos estimaciones directas de la biomasa total en las áreas prospectadas.

G.5) Régimen de administración y medidas de manejo

Dada la condición de recurso de oportunidad y alta disponibilidad de la jibia se permite el acceso a embarcaciones de bandera extranjera mediante permisos de pesca y licencias de operación con pago de derechos; sus actividades extractivas sólo se efectúan sobre el excedente de la captura permisible no aprovechada por la flota nacional, sujetándose a los

términos y condiciones establecidos en la legislación interna del Perú sobre preservación y explotación de los recursos hidrobiológicos. Para el efecto, el Ministerio de la Producción fija una cuota de captura a adjudicarse y el correspondiente esfuerzo de pesca; este acceso se realiza mediante licitaciones o concursos públicos de oferta de precios. Alternativamente, en algunos períodos pueden acceder a esta pesquería mediante regímenes provisionales previo pago de los derechos de pesca.

Las medidas de ordenamiento del calamar gigante se encuentran contempladas en la Ley General de Pesca N° 25977 Reglamento de la Ley General de Pesca, D.S. N° 012-2001-PE; Reglamento de Ordenamiento Pesquero del Calamar Gigante o Pota, D.S. N° 013-2001-PE y Resoluciones Ministeriales de acceso a dicha pesquería.

Las medidas de conservación establecidas en la normativa se relacionan con el establecimiento de cuotas permisibles, limitación del esfuerzo de pesca, áreas de pesca y las actividades de transbordos de las capturas en puertos peruanos de manera de ejercer control sobre la captura nominal extraída.

Anexo 5. La jibia y su relación con las condiciones oceanográficas

Autor: Dr. Luis Icochea (Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, licochea@lamolina.edu.pe)

Revisión, adaptación y edición: Dr. Hugo Arancibia (Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, Chile; harancib@udec.cl)

Asistencia técnica de edición: M. Sc. (c) Mónica Barros (Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile; mobarros@udec.cl)

1. Introducción

La jibia es una especie con amplia distribución geográfica en el Océano Pacífico Oriental, distribuyéndose en una forma de eje a lo largo de la Línea Ecuatorial (0° N), desde los 125°W, y desde USA hasta el extremo sur de Chile (Fig. 1). Sin embargo, las concentraciones de esta especie varían cada algunos años, observándose periodos gran abundancia cerca de las costas de Perú y Chile. Incluso en el pasado se ha documentado varazones, como por ejemplo las reportadas en Talcahuano en 1895, 1916, 1930, 1932, y 1935/36 (Brongersma-Sanders, 1957; Falke, 1950; Gunther, 1936; Oliver, 1930; Steinhaus, 1903; Wilhelm, 1930, 1931, 1954) en periodos donde la jibia no era extraída de manera comercial. Recientemente (verano 2006) se reportó una varazón de jibia en la zona de los canales del sur de Chile.

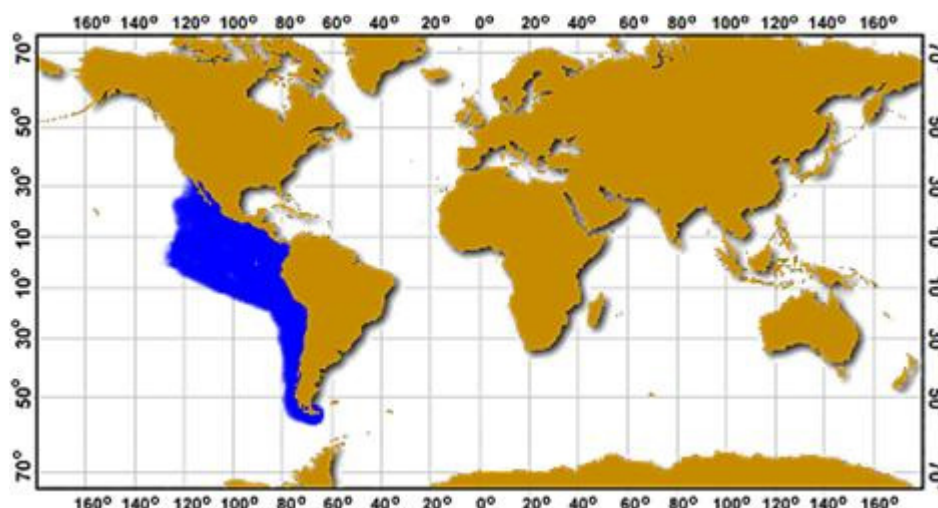


Fig. 1. Zona de distribución de *D. gigas*

En esta sección se presenta posibles explicaciones de porqué en algunos años la presencia de la jibia es abundante cerca de la costa y porqué ésta se dispersa, lo cual lo relacionamos directamente con los bruscos cambios oceanográficos que ocurren en las principales zonas de distribución de jibia. Un trabajo análogo se desarrolló Icochea (1985) para la jibia japonesa (*Todarodes pacificus*), con la diferencia que para esta última especie se analizó las áreas de desove, a la vez que se relacionó cambios oceanográficos de zonas de desove durante 20 años con las capturas en ese tiempo, concluyéndose que los cambios oceanográficos en la zona de desove influyen directamente la supervivencia del calamar japonés, y posteriormente las capturas.

En el caso de la jibia en Perú, en la búsqueda de una posible relación entre las condiciones oceanográficas y la distribución de la especie, se analiza primero las masas de agua que se distribuyen frente a la costa peruana, particularmente las principales corrientes superficiales y subsuperficiales que posiblemente juegan un rol importante en la distribución de la jibia.

2. Masas de agua en la costa peruana

En el sistema de corrientes de Perú se identifica cuatro masas de agua superficiales y cuatro masas de agua subsuperficiales provenientes de cuatro regiones climáticas del Océano Pacífico, a saber: de la región ecuatorial, en el norte; de la región subtropical en el lado suroeste; de la región subantártica (borde norte); y de la región Antártica, ambos en el lado sur del pís. Las masas de agua penetran en la región marítima de Perú a través de flujos horizontales orientales hacia los polos y hacia el Ecuador, acompañados de mezcla horizontal en gran escala. Zuta y Guillén (1970) identifican las masas de agua de acuerdo a sus temperaturas y salinidades principalmente.

2.1 Masas de agua superficiales

La influencia de las aguas de la región ecuatorial es predominante al norte de Punta Falsa (6° S). La parte costera está sujeta a la influencia de las surgencias y los procesos de mezcla. De aquí que en las aguas costeras peruanas se pueda hacer la distinción en periodos normales (Fig. 2) o durante eventos El Niño (Fig. 3) de las siguientes masas de agua superficiales:

- Aguas Tropicales Superficiales (ATS), con salinidad menor a 33.80

- Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), con salinidad menor a 34,80
- Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con salinidad mayor a 35,10
- Aguas Costeras frías (ACF), con salinidades entre 34,80 y 35,10.

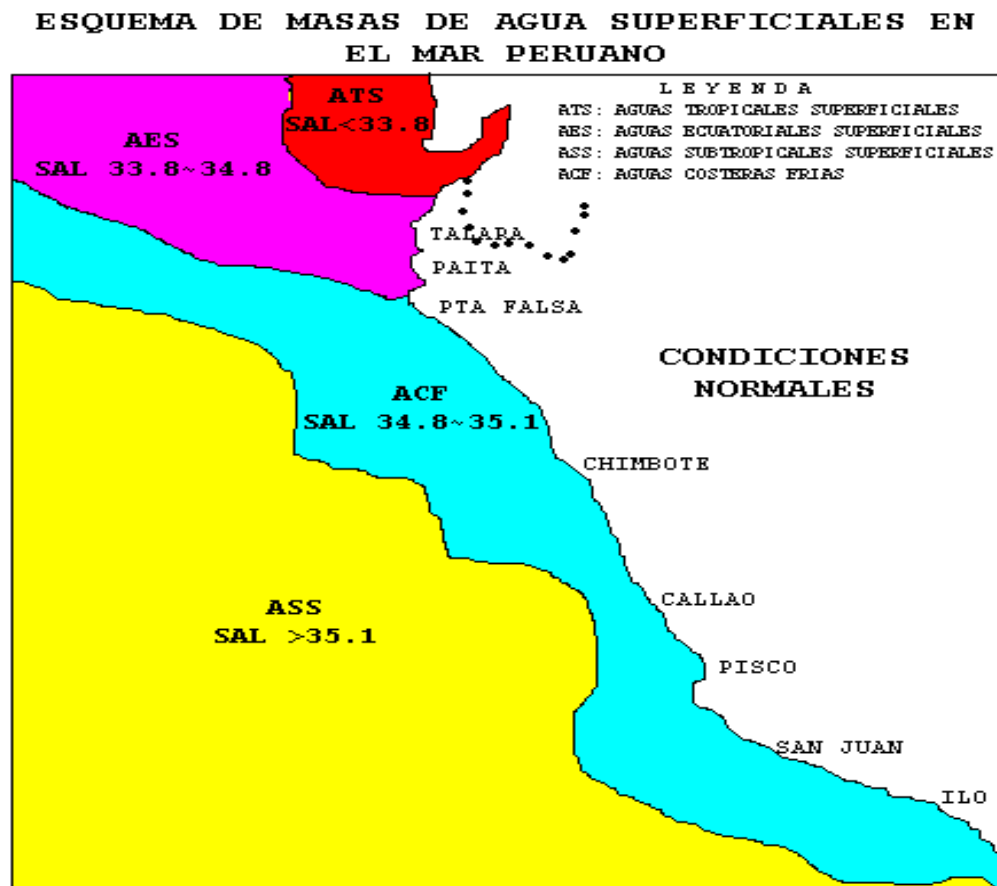


Fig. 2. Esquema de masas de agua en condiciones normales

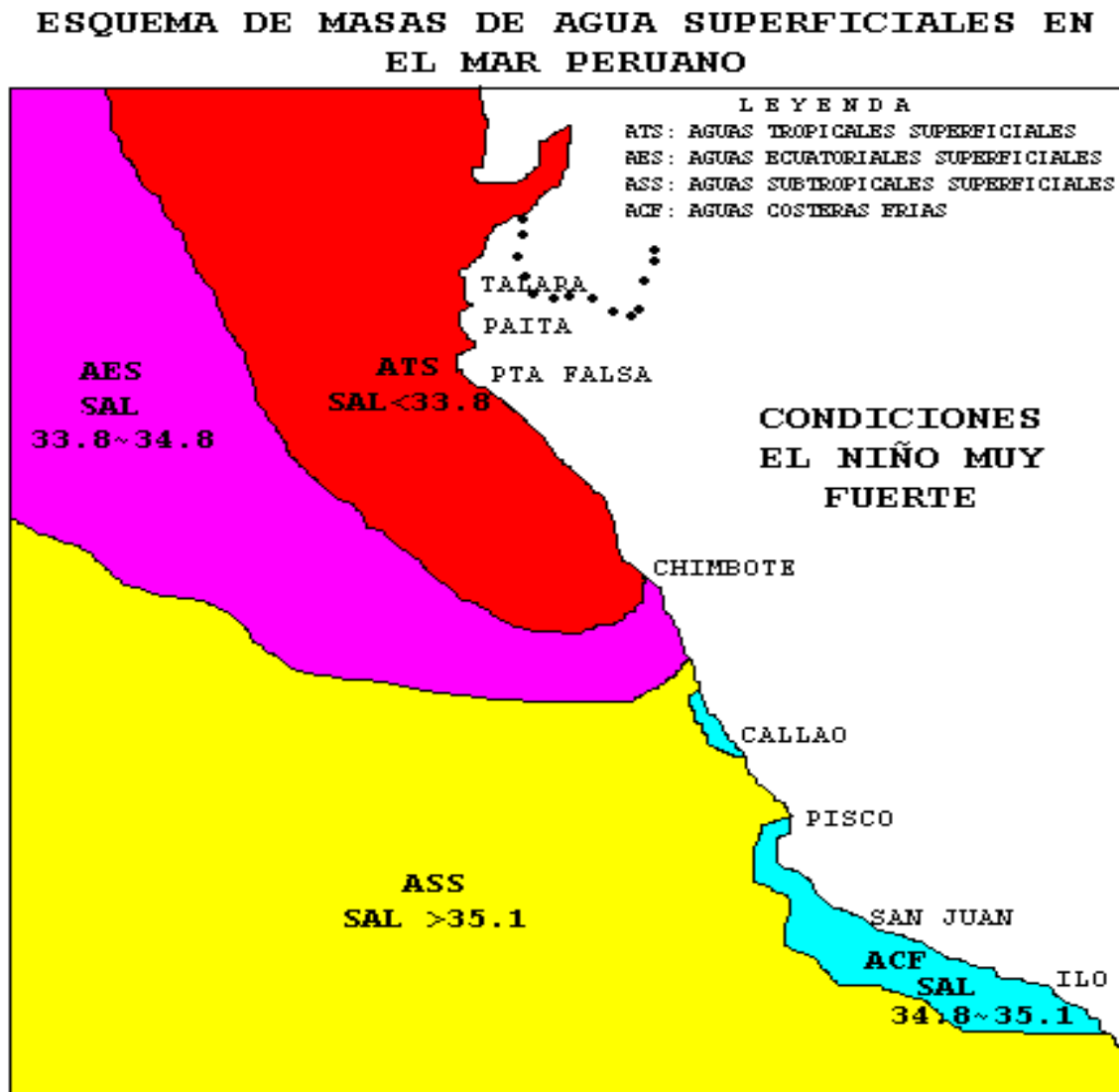


Fig. 3. Esquema de masas de agua en condiciones de eventos ElNiño.

Las ATS (Aguas Tropicales Superficiales) se presentan normalmente al norte de 4° S, y excepcionalmente pueden avanzar varios grados hacia el sur, cuando ocurre eventos El Niño; presentan una capa superficial homotérmica y homohalina de hasta 20 m de espesor, situándose por encima de una intensa termoclina superficial permanente. Aparentemente la jibia se distribuye por debajo de dicha termoclina a nivel subsuperficial (ver más adelante).

Las AES (Aguas Ecuatoriales Superficiales) se presentan normalmente al norte de 6° S,

generalmente con gran intensidad en primavera y verano; presentan una capa superficial aproximadamente homotérmica y homohalina, de alrededor de 20 m de espesor, por encima de una termoclina superficial permanente, que generalmente se debilita hacia abajo y hacia el este de 83° W, como efecto de las AEES (Aguas Ecuatoriales SubSuperficiales) de la Corriente de Cromwell. Sus fluctuaciones geográficas están relacionadas con los desplazamientos del Frente Ecuatorial; son desplazadas más al norte en otoño e invierno por efecto del flujo intenso de la Corriente Costera Peruana, que es reforzada por el afloramiento (= surgencia) que se desarrolla entre 4-6° S. Se presentan grandes variaciones térmicas estacionales y anuales; en inviernos fríos, como en 1964, se presentan con temperaturas por encima de 17° C. La jibia se distribuye por debajo de la termoclina, al igual que en la masa de agua anterior.

Las ASS (Aguas Subtropicales Superficiales) son las aguas oceánicas que se extienden en gran parte de la costa peruana, con fluctuaciones notables hacia la costa en las cuatro estaciones del año: frente a Supe y Pisco en verano e invierno, y frente a Chimbote y Callao en otoño y primavera; presentan grandes variaciones térmicas del verano al invierno. Igualmente se aproximan hacia la costa cerca de la frontera entre Perú y Chile, zona denominada el codo Peruano-Chileno (Grados, 1989). La jibia parece limitar su distribución en las ASS debido, tal vez, a su mayor salinidad, aunque se le puede ubicar en ciertos periodos por debajo de estas aguas.

Tanto las **ATS** como las **AES** y las **ASS** son aguas pobres en nutrientes que coinciden con la casi nula presencia de jibia. Sólo las **ACF** son aguas excepcionalmente ricas en nutrientes por efecto de los afloramientos, donde se distribuyen las principales especies pelágicas de Perú, incluyendo a la jibia.

2.2. Las masas de aguas subsuperficiales

Según investigaciones realizadas por Zuta y Guillén (1970), restringidas a la capa comprendida entre 0 y 1000 m de profundidad, a nivel subsuperficial se presentan cuatro diferentes masas de agua: dos provenientes de la región ecuatorial, una de la región subantártica (borde norte) y una de la región Antártica (Fig. 4), lo que y se especifica a continuación.

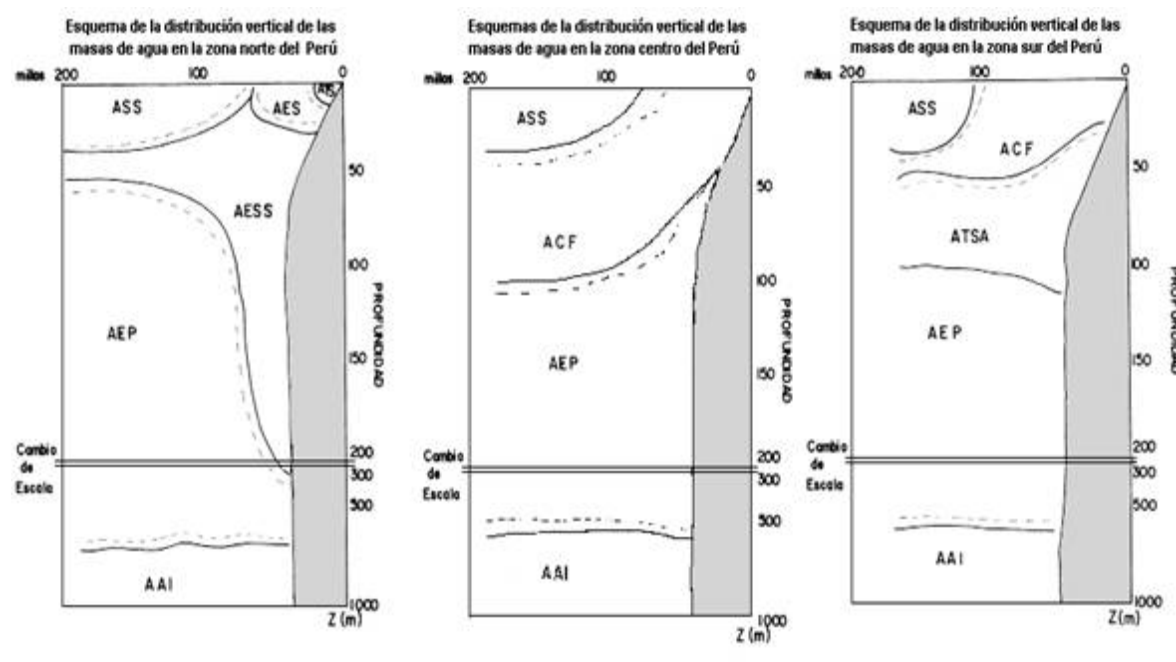


Fig. 4. Esquema de masas de aguas subsuperficiales

Las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (**AESS**) se presentan entre 50-300 m de profundidad y disminuyen de espesor hacia el sur; son identificadas en el norte de Perú por el rango de temperaturas 13-15 °C, que se profundiza conforme se acercan a la costa; salinidades entre 34.90 y 35.10, las que a veces llegan a formar un núcleo halino. Estas aguas se enfrían y disminuyen de salinidad hacia el sur y son relativamente homotérmicas y relativamente halinas. Una característica importante de esta masas de agua es su relativamente alto contenido de oxígeno, debido a que provienen del ramal sur de la bifurcación de las aguas de la Corriente Cromwell (Equatorial Undercurrent), lo que permite que densos cardúmenes de especies demersales se distribuyan cerca de los fondos de la costa norte de Perú, a diferencia de lo que ocurre en la zona centro y sur del país, donde a nivel subsuperficial hay muy bajos niveles de oxígeno disuelto, lo que es un impedimento para que se distribuyan especies demersales o de fondo. En estas aguas se ha capturado muchas veces densos cardúmenes de jibia y, tal como se verá mas adelante, la jibia se trasladaría por estas aguas.

Aguas Ecuatoriales Profundas (**AEP**), que oscilan entre los 150-700 m, con un rango de

temperatura entre 7-13°C y un rango de salinidad entre 34.60-34.80. Esta masa de agua coincide íntegramente con la capa mínima de oxígeno, ubicándose la mínima absoluta en su mitad superior. Esta capa es la limitante para que las especies no se distribuyan a profundidades subsuperficiales hasta 500 ó 600 metros de profundidad en las zonas centro y sur de Perú. En esta masa de agua no hay presencia de jibia debido al bajo contenido de oxígeno disuelto.

Las Aguas Templadas de la SubAntártica (**ATSA**) provienen del borde norte de la región subantártica; se destacan en la parte costera por encima de los 100 m de profundidad, profundizándose ligeramente lejos de la costa; presentan mínimo de salinidad por encima del máximo de salinidad de las AESS (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales). Su rango de temperatura es entre 13-15°C y de salinidad entre 34.60-34.80 frente a la costa peruana. Estas aguas contribuyen al afloramiento de la parte sur, principalmente, donde juega un rol importante respecto a la presencia de recursos pesqueros, incluyendo la jibia.

Las Aguas Antárticas Intermedias (**AAI**), que aparecen generalmente por debajo de los 600-700 m de profundidad, hasta un poco más abajo de los 1000 m, con un rango de temperaturas entre 4-7 °C y salinidades entre 34.45-34.60, en cuya capa el oxígeno aumenta notablemente con la profundidad y hasta tiende a formar un máximo. En las AAI se distribuye una gran variedad de especies demersales y pelágicas, donde se incluye a la jibia.

3. Las corrientes marinas en el Océano Pacífico central

La distribución de las corrientes marinas en el Océano Pacífico central se presenta en la Fig. 5. En concordancia con la rotación de la Tierra existen dos corrientes importantes y permanentes que trasladan las aguas marinas de Este a Oeste, y son la Corriente Ecuatorial Sur (CES), que se ubica desde 3° N hasta más al sur de 20° S, y la Corriente Ecuatorial Norte (CEN), que se ubica a partir del norte de 9° N. Estas corrientes causan que el nivel del mar sea más elevado en el Océano Pacífico occidental. Asimismo, existen corrientes de compensación o contracorrientes que fluyen de Oeste hacia el Este, que generalmente son estacionales respecto al volumen de agua trasladado, y que al parecer forman parte de un sistema (Khanaichenko, 1974). Entre éstas se tiene la Contracorriente Ecuatorial Norte (CCEN), que fluye hacia el Este

entre 3°-9° N; la Contracorriente Ecuatorial Subsuperficial (CCESS), conocida como la Corriente Cromwell (CCr) en honor a su descubridor, que fluye hacia el Este a una velocidad promedio de 90 cm/s a 80 m de profundidad en 0° N 110° W (Icochea y Rojas, 2001), entre 2°S y 2°N a lo largo de la Línea Ecuatorial y la aún poco estudiada Contracorriente Ecuatorial Sur (CCES), que fluye al sur de los 8°,S. Más al sur existe un flujo hacia el Este que ocurre cerca de 40° S, donde se encuentra el Frente Subantártico.

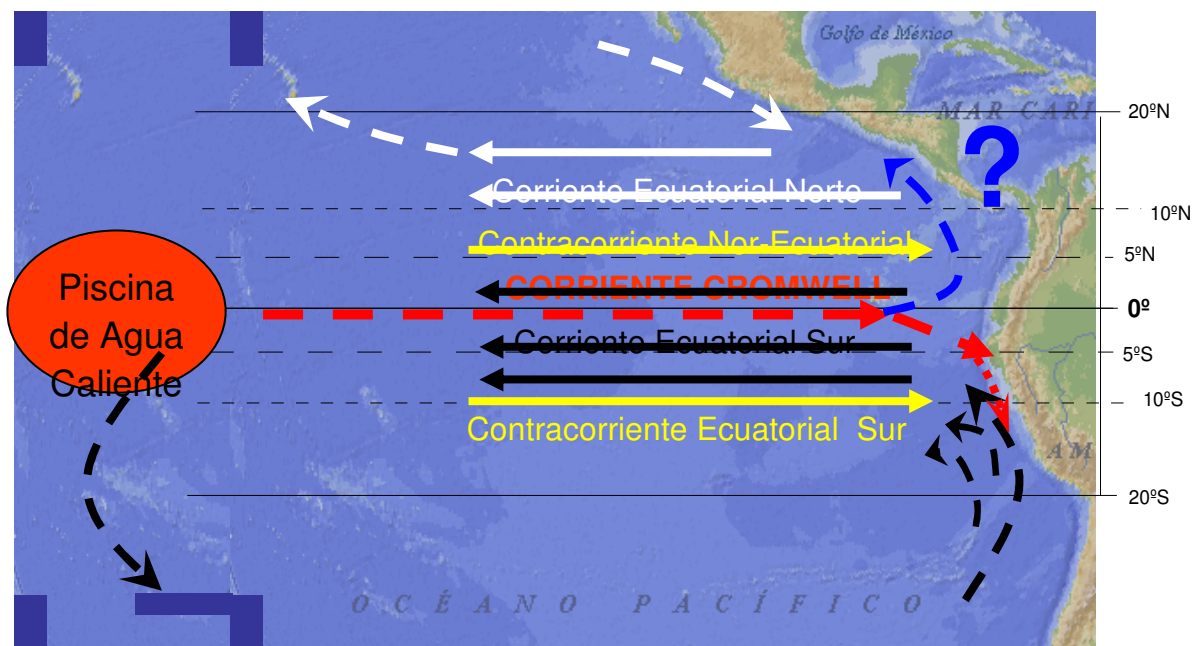


Fig. 5. Diagrama de las Corrientes Marinas en el Pacífico Ecuatorial

Estas corrientes, en especial la Corriente Cromwell, juegan un importante rol en la distribución de la jibia. En la Fig. 1 se mostró el área de distribución de la jibia y ahí se observa que ésta tiene una forma de parábola, cuyo vértice se ubicaría en 0° N - 125° W, abriéndose hacia el continente americano. Esto es, la jibia se distribuye desde zonas ubicadas casi 2.700 millas al oeste del Ecuador, en la Línea Ecuatorial, hacia el sur hasta el extremo sur de Chile, desde la zona costera hasta largamente más allá de las 200 millas, y hacia el norte hasta latitudes ubicadas al norte de México.

Por lo general, gran parte del recurso jibia se encuentra mayormente alejado de nuestras

costas; sin embargo, en ciertos años se observa abundancia de este recurso e incluso existen registros de haberse producido importantes varazones de jibia, especialmente durante periodos cuando no se le explotaba comercialmente antes de 1990. Unas preguntas de los científicos son: ¿por qué en ciertos años abunda más la jibia cerca de las costas de México, Perú y Chile? ¿Cuántos años se mantiene la jibia cerca de las costas de Perú y Chile?

Para avanzar una respuesta nos apoyaremos en Chirinos (1992), Reyes (1992), Baltuano (1995), Policarpo (1998), Martina (2004) y Mc Callock (2006). De todas las corrientes marinas antes mencionadas, la más impresionante por las altas velocidades que alcanza, por su extenso recorrido, por su permanente presencia y por sus bruscos cambios, es la Corriente Cromwell (Fig. 6), que posiblemente sea la contracorriente subsuperficial más importante del mundo, la que fue casualmente descubierta en 1952.

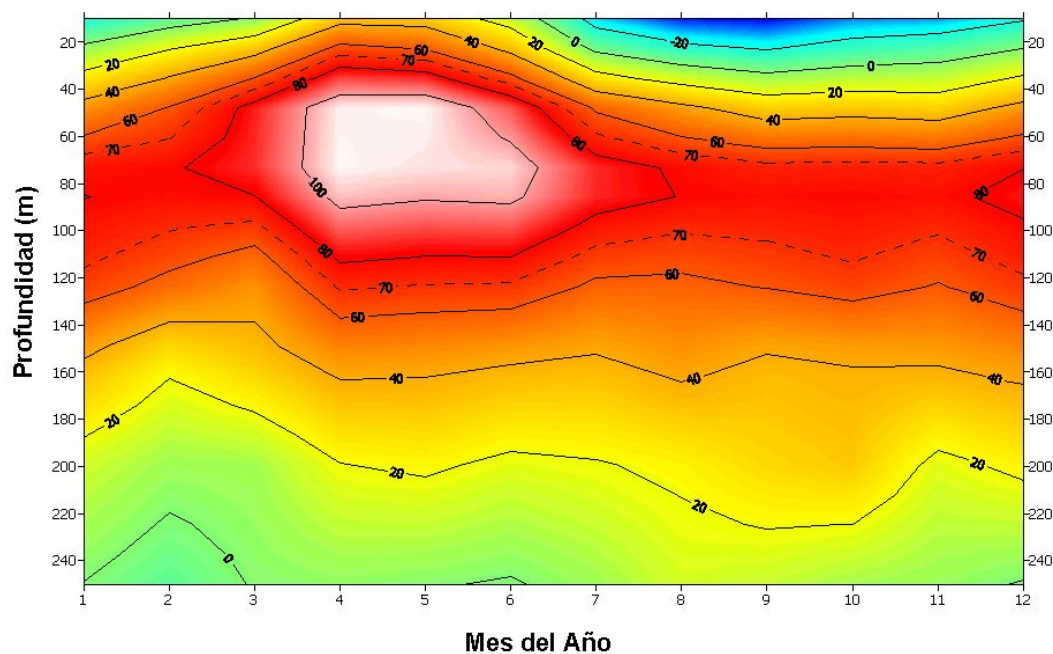


Fig. 6. Promedio Mensual de Velocidad de la Corriente Cromwell (1980 - 1998)

En la Fig. 6 se muestra gráficamente las velocidades promedio mensuales de la Corriente Cromwell (CCr) luego de analizar datos diarios de correntómetros fijos instalados en 0° N - 110° W durante 18 años. Esta contracorriente es permanente, aunque se intensifica en abril y

mayo cuando la velocidad en su núcleo alcanza más de 100 cm/s, en promedio. La CCr abarca en profundidad desde 20 m hasta más de 250 m, de acuerdo a observaciones realizadas con correntómetros Doppler en abril 1991 – diciembre 1998 (Martina, 2004), habiéndose comprobado que la velocidad máxima promedio de la CCr es 90 cm/s a 80 m de profundidad en 0° N-110° W.

4. ¿Porqué en algunos años la jibia parece ser más abundante cerca de las costas de México, Perú y Chile?

Para tratar de contestar esta pregunta, en la Fig. 7 se muestra la variación diaria de la CCr a 105 m de profundidad (25 m debajo de la profundidad máxima promedio) en el periodo 17 mayo 1991 – 17 agosto 1998. Se distingue que la velocidad de la corriente alcanzó dos veces valores cercanos o superiores a 200 cm/s; el primero en febrero de 1992 y el segundo en abril de 1997. En ambos años se presentó eventos El Niño, siendo el de 1997 - 98 el más fuerte, tanto a nivel superficial como a nivel subsuperficial. El evento El Niño 1991-92 fue bastante fuerte a nivel subsuperficial, produciendo muy fuertes cambios en las especies demersales frente a la costa norte de Perú, como fue el caso de la merluza *Merluccius gayi peruanus* (Mc Callock 2006) y de la anguila *Ophichthus pacifici = remiger* (Martina 2004).

Respecto a la jibia, en el norte de Perú a partir de 1992 comenzaron a aparecer densos cardúmenes de jibia, tanto pequeña (17- 41 cm LDM) como especímenes grandes (60 – 94 cm LDM) (Baltuano, 1995), lo que ocurrió hasta Chile. En ambos países la presencia de jibia se redujo bruscamente en 1995, hasta su virtual desaparición en 1996. En 1999 nuevamente apareció jibia de tamaños pequeños en Perú, aumentando en cantidad y en tallas en los años siguientes. En el año 2004 ya era evidente la presencia de jibias de gran tamaño tanto en las zonas costeras de Perú como de Chile.

La explicación que colegas peruanos vienen desarrollando es que cada vez que se intensifica la Corriente Cromwell, a velocidades muy altas, por encima de 160 cm/s en pocos días a profundidades mayores de 80 m en 0° N - 110° W, o a mayor profundidad en 0° N - 125° W, se produce la migración obligada del recurso jibia que estaba disperso a lo largo de la Línea Ecuatorial, desde Sudamérica hasta 125° W, migrando hacia el continente americano

(Hemisferios Norte y Sur), coincidente con lo mostrado en la Fig. 5 respecto a la CCr.

La repentina intensificación de la CCr se observó claramente en febrero de 1992 y abril de 1997 (Fig. 7), para posteriormente ocurrir una repentina disminución y virtual desaparición de la CCr (por ejemplo en el periodo diciembre 1997 – febrero 1998). En la Fig. 8 se muestra perfiles mensuales de velocidad promedio de la Corriente Cromwell durante el año 1997, observándose que la velocidad máxima promedio en todo abril fue de 190 cm/s, y en mayo de mas de 150 cm/s. En diciembre se observó una disminución brusca de la velocidad máxima promedio hasta valores cercanos a 30 cm/s.

En la Fig. 9 se muestra en detalle la variación diaria de la velocidad de la CCr a 80 m de profundidad, observándose que del 14 al 18 de abril la velocidad de la corriente fue superior a 220 cm/s, alcanzando incluso 240.7 cm/s el 16 de abril, valor muy alto nunca reportado. En la Fig. 10 se muestra perfiles de velocidad promedio de enero a mayo de 1998, observándose prácticamente la desaparición de la CCr en enero y febrero, esto es, después de una aceleración de la CCr y justo antes que ocurra un evento El Niño, cuando aguas cálidas llegan a las costas sudamericanas.

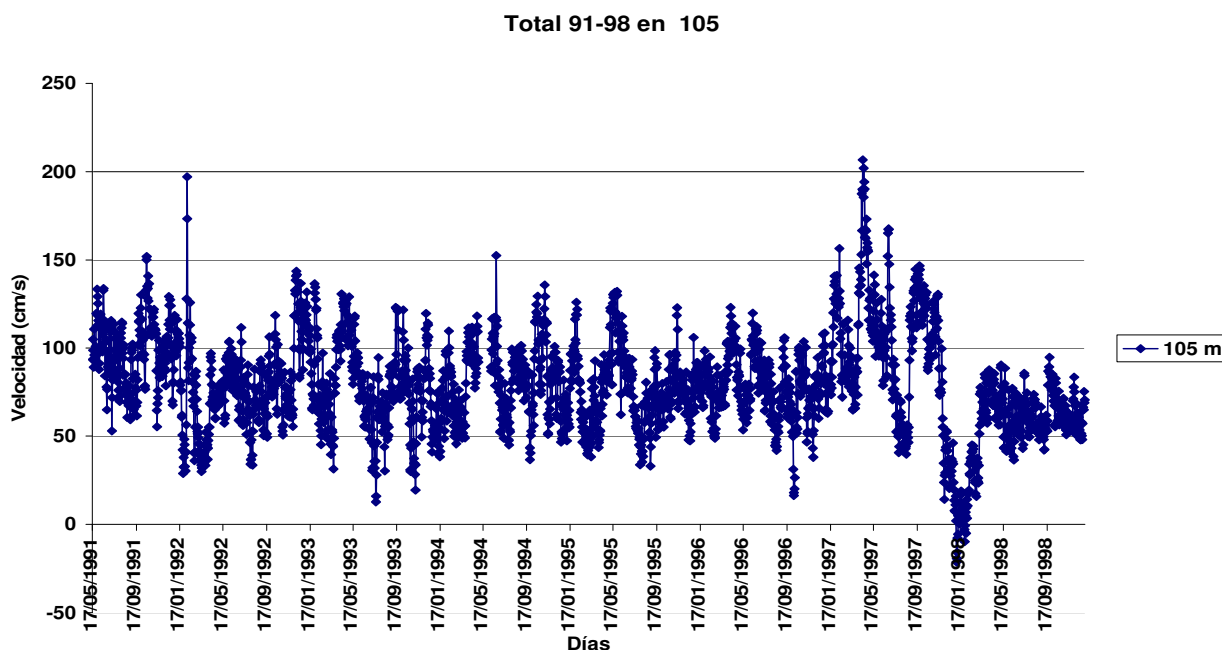


Fig. 7. Datos de velocidad diaria a 105 metros de profundidad en los 0°N100°W

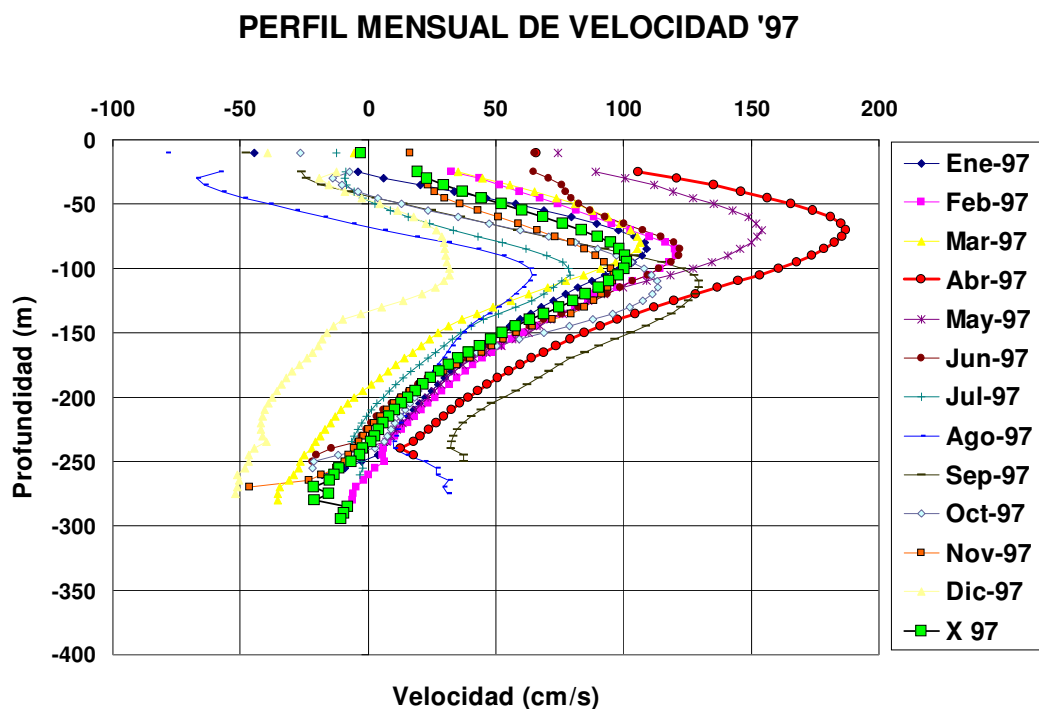


Fig. 8. Perfiles de velocidad mensual año 1997 en 0° N - 110°W

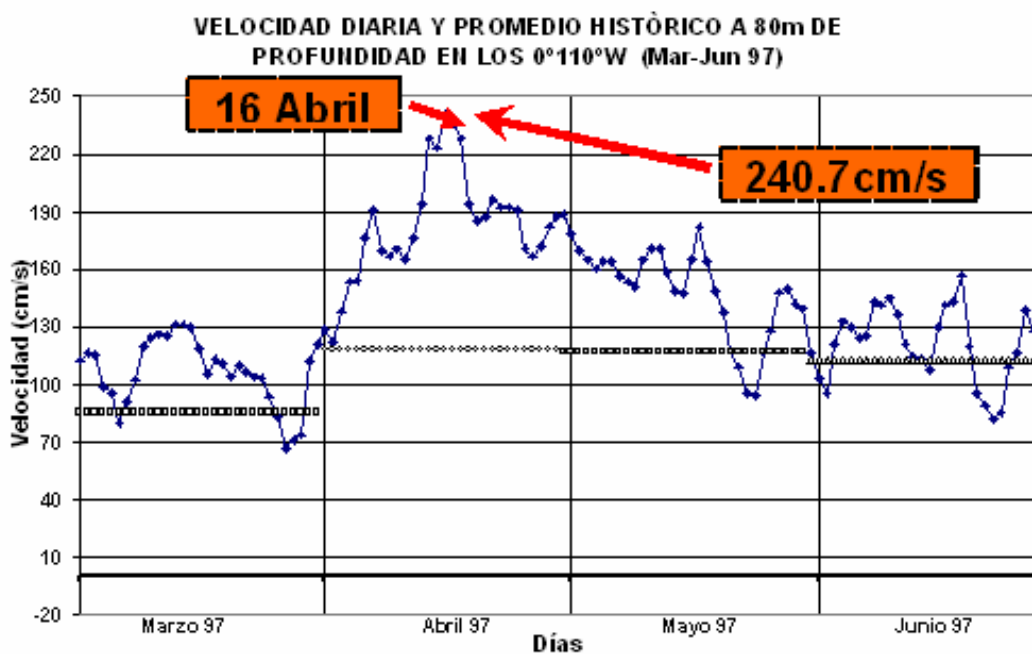


Fig. 9. Velocidad diaria y promedio histórico a 80 m. de profundidad en 0° N - 110°W

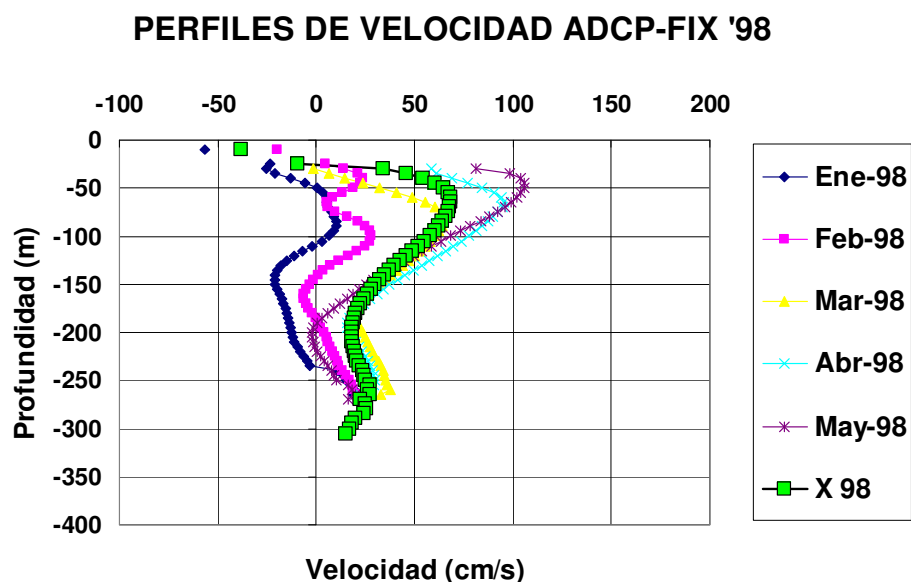


Fig. 10. Perfiles de velocidad mensual año 1998 en 0° N - 110°W

En cuanto a las temperaturas en que se captura mayormente jibia frente a Perú, en la Fig. 11 se muestra la relación entre temperatura y CPUE de jibia, notándose que las mejores CPUEs ocurren cuando la temperatura superficial del mar (TSM) fluctúa entre 16-23 °C. En la Fig. 12 se muestra la variación de las capturas y de la CPUE con la TSM, observándose claramente que el mejor rango de TSM es 17 – 22 °C.

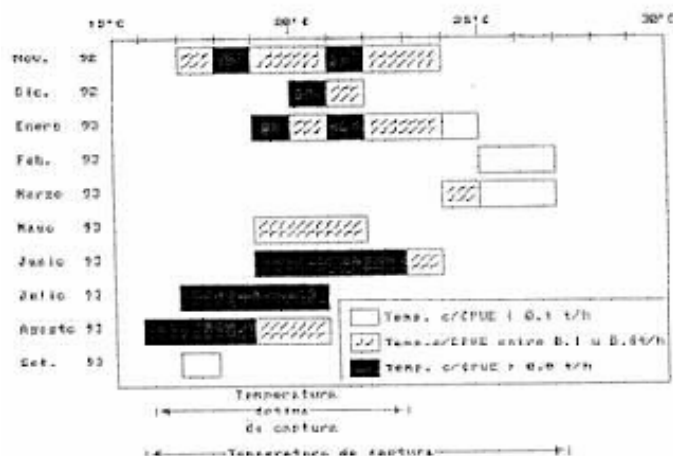


Fig. 11. Temperatura vs CPUE

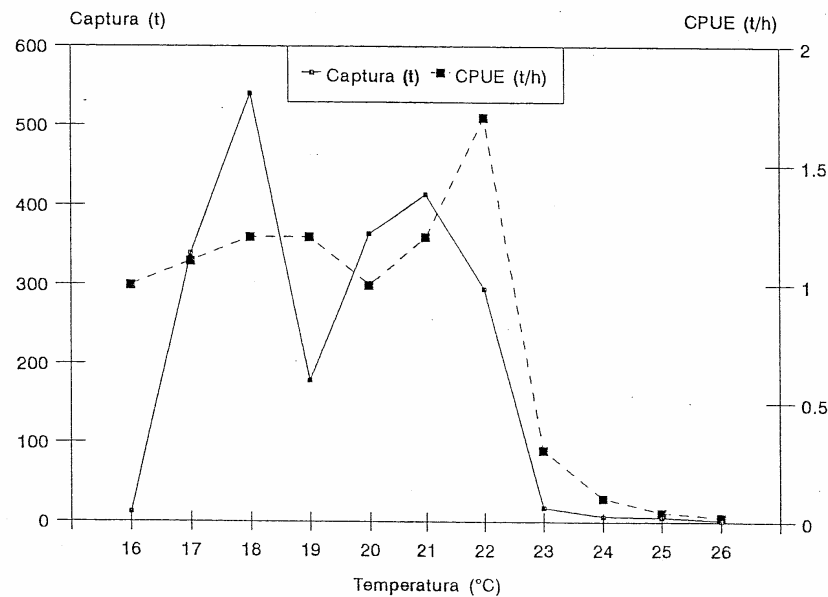


Fig. 12. Temperatura vs Captura y Temperatura vs CPUE.

Las intensificaciones de la CCr no sólo ocurren antes de eventos El Niño, sino también cuando se presentan ondas Kelvin, como al parecer sucedió en el 2002, cuando se predecía un evento El Niño que después se disipó. En cuanto a las características oceanográficas donde abunda la jibia, ésta se distribuye principalmente en Aguas Costeras Frías y en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales.

5. ¿Cuántos años se mantiene la jibia cerca de las costas de Perú y Chile?

El lapso de tiempo (años) de presencia de jibia frente a las costas de Perú y Chile puede depender también del grado de explotación a que se encuentre sometido el recurso. En periodos de no explotación de jibia, ésta se distribuía y reproducía por varios años eficientemente frente a las costas de Perú y Chile. Sin embargo, pocos años después ocurrían grandes mortalidades que probablemente disminuían al stock, lo que podría verse reflejado en las grandes varazones de jibia reportadas en el pasado, que por lo general sucedieron varios años después de eventos El Niño.

El motivo de la desaparición de la jibia en el año 1996 podría haberse debido a sobreexplotación por la flota compuesta por cerca de 100 barcos calamareros factoría de Japón, China y Corea del Sur que operaron mayormente frente a Perú. En la Fig. 13 se muestra la distribución por tallas de jibia en las capturas de los barcos fábrica extranjeros de noviembre 1992 a agosto 1993. Se observa claramente la presencia de dos grupos modales (uno entre 17 y 45 cm LDM y el otro entre 60 y 94 cm LDM), siendo más numeroso el de ejemplares pequeños. Policarpo (1995) indica que la moda predominante de jibia en junio de 1995 fue de 30 cm LDM, habiendo desaparecido prácticamente los ejemplares de tallas superiores a 60 cm LDM, probablemente debido a sobrepesca. En efecto, la flota calamarera extranjera debió trasladarse hacia el Hemisferio Norte para capturar jibia.

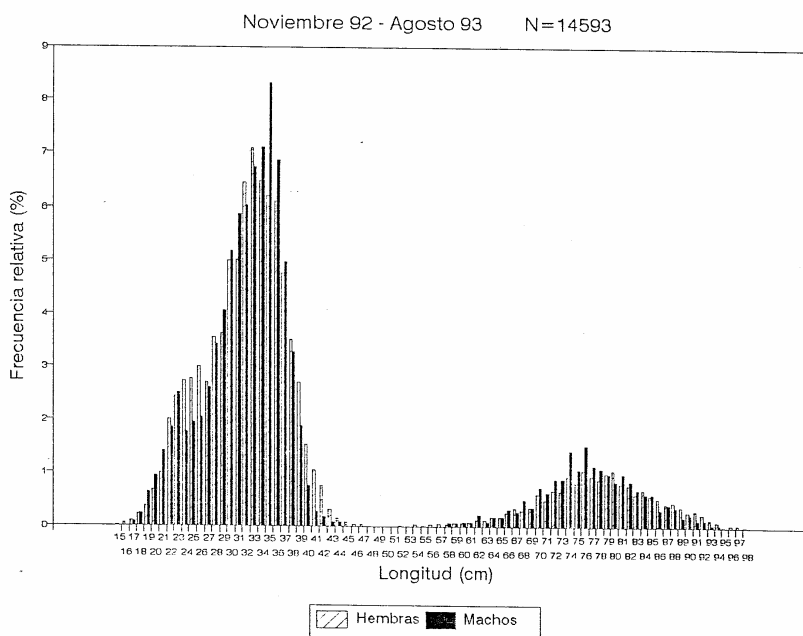


Fig. 13. Distribución de tallas de jibia en 1996.

6. Conclusiones

- La abundancia de jibia cerca de las costas de Perú, Chile y México probablemente dependerá bastante de la intensificación repentina de la Corriente Cromwell en el Océano Pacífico Ecuatorial.
- La permanencia de la jibia en dichas zonas probablemente dependerá de la intensidad de explotación sobre el recurso.

7. Referencias Bibliográficas

- Baltuano Elías, G.A. 1995. Análisis de la actividad pesquera a bordo de embarcaciones calamareras frente a la costa peruana Noviembre 1992 – Setiembre 1993. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú
- Bronsgerma – Sanders, M. 1957. Mass mortality in the sea. Tretise on marine ecology and paleocology, 1, pp. 941 – 1010. J.W. Hedgpeth ed. Mem, Geol.. Soc. America.
- Chirinos Merino, J.G. 1992. La pesca del jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus peruanus*) por la flota arrastrera cubana, en el periodo enero 1986 – marzo 1987. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Clarke, R., Paliza. O. & Aguayo, A. 1988. Sperm whales of the southeast pacific. Investigations on cetacean edited by G. Pilleri Vol XXI pp. 53 195.
- Grados, M. 1988. Variabilidad del régimen hídrico del codo Peruano – Chileno. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Revista Pacífico Sur (Numero especial). Viña del Mar – Chile.
- Gunther, E. 1936 A report on oceanographical Studies. Vidensk. Medd dansk naturh. Discovery Rep. 13: 107 -276
- Icochea Salas, L. 1985. Oceanographic changes and their important relationship with the Japanese common squid *Tadarodes pacificus* steenstrup. Hokkaido University. Hokkaido Japan.
- Icochea Salas, L. 1982. Offshore fishing grounds of *Todarodes Pacificus* Squid in the Japan Sea. Its Oceanographic Analysis and prediction. Tokyo University of Fisheries Japan.
- Icochea Salas, L.; Rojas G. 2001. La corriente Cromwell y sus variaciones en los 0°110°W – La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) Biología y pesquería IMARPE: Forum la Merluza Peruana. Callao – Perú.
- Khanaichenko, N. 1974. The system of equatorials countercurrents in the ocean. Gidrometeoizdat publishers, Leningrad – Russia.
- McCallock Silva, L. 2006. Efecto de la Corriente Cromwell en la distribución espacial de la merluza peruana y la composición por tallas en el período 1991-1992. Universidad Nacional Agraria la Molina. Tesis en revisión. Lima – Perú.
- Martina Vásquez, J. 2004. Análisis de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la anguila común (*Ophichthus pacifici*) y su relación con la Corriente Cromwell. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Oliver Schneider & C. 1930. Notas sobre la Jibia Chilena (*Ommastrephes gigas*, Hupe) Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 3 – 4: 117-124.
- Policarpo la Cruz, S. 1998. Evaluación de las operaciones de procesamiento y calidad de la jibia (*Dosidicus gigas*) congelada a bordo de barcos calamareros. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- PROMPEX. 2006. Informe anual, desenvolvimiento del comercio exterior pesquero 2005. Gerencia de desarrollo de pesca y acuicultura, Marzo 2006.
- Reyes Leiva, E. 1992. Análisis de las capturas de una embarcación de arrastre de fondo y la relación con algunos parámetros oceanográficos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Steinhaus, O. 1903. Riesentintenfisch, *Dosidicus gigas* d'Orb. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg 10: 44 – 45.

- Wilhelm, O. 1930. Las mortandades de Jibia (*Ommastrephes gigas*) en la bahía de Talcahuano. Bol. Soc. Biol. Concepción Chile 3-4: 23-27
- Wilhelm, O. 1931. Das absterten der Tintenfische (*Ommastrephes gigas*) in der bucht von Talcahuano. Arch. Zool. Ital. 16 (1-2): 334-339.
- Wilhelm, O. 1954. Algunas observaciones acerca de las mortandades de jibia (*Dosidicus gigas* D'Orbigny) en el litoral de Concepción. Rev Biol. Marina 4 (1 – 3): 966. 201

Anexo 6. Comercialización de jibia en Perú

Autor: Dr. Luis Icochea (Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú, licochea@lamolina.edu.pe)

Revisión, adaptación y edición: Dr. Hugo Arancibia (Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, Chile; harancib@udec.cl)

Asistencia técnica de edición: M. Sc. (c) Mónica Barros (Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile; mobarros@udec.cl)

1. Introducción

La pesca industrial de la jibia se inició en aguas peruanas en el año 1989 como resultado de la prospección pesquera efectuada por el barco japonés Shinko Maru N°2. En 1990 la jibia en el Perú comienza a capturarse en forma incidental con barcos arrastreros factoría. En junio de 1990 dos naves calamareras de bandera coreana, al amparo de un Convenio Expreso de Investigación entre IMARPE (Instituto del Mar del Perú) y la empresa pesquera PERUKO S.A., inician operaciones en el Mar Peruano, dando los primeros pasos para la explotación del recurso.

En el periodo 1991 – 95 (Fig. 1) la mayor parte de la jibia capturada en Perú fue obtenida por flotas extranjeras calamareras, habiéndose extraído en 1994 más de 165 mil ton por la flota extranjera y 42 mil ton por la flota artesanal potera, la que ha venido operando desde el principio en los puertos de Talara, Paita y en Bahía de Sechura, en el norte de Perú. Sin embargo, en el año 2001 se inicia la pesca de jibia cerca de Matarani, en el sur de Perú con pequeños botes con motor fuera de borda (entre 200 y 300 Hp). Algunas naves usan hielo como implemento de conservación, que lo colocan en cajas plásticas.

El área de acción de los botes artesanales; por sus limitaciones propias, se circunscriben a las primeras 10 ó 15 millas de la costa, área donde operan diariamente. La flota industrial ha venido operando fuera de las 30 millas y en alguna oportunidad se les permitió ingresar hasta

las 20 millas. Los desembarques de la flota artesanal han superado las 100 mil t desde el 2003.

FUENTE: IMARPE

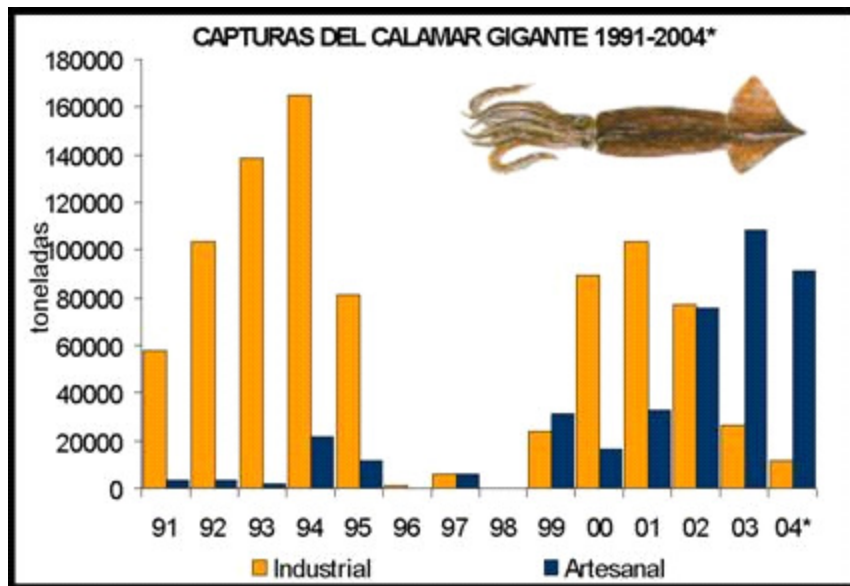


Fig. 1. Desembarques de jibia en Perú por la flota artesanal e industrial.

2. Pesca de jibia en Perú

2.1 Pesca artesanal en el sur del Perú (Matarani)

Desde el año 2001 las capturas de jibia en el sur del Perú aumentaron drásticamente. El puerto donde se concentra la actividad extractiva es Matarani, existiendo dos desembarcaderos, uno privado y otro estatal (Fig. 2). Las embarcaciones artesanales tienen en promedio 7-8 metros de eslora y las zonas de pesca se ubican generalmente dentro de las primeras 5 millas. La mayor parte de las casi 200 embarcaciones emplean motores fuera de borda. Cada lancha lleva dos a cuatro tripulantes y el período de pesca ocurre desde 18:00 hasta 05:00 hr. En Matarani la actividad pesquera se encontraba casi paralizada debido a que la pesquería de otras especies era mínima; sin embargo, debido a la disponibilidad de jibia esa caleta se ha reactivado económicamente en los últimos tres años. El desembarque de jibia en Matarani empezó el año 2001 (1.465 ton), aumentando el 2002 (6445 ton), incrementándose en el 2003 (9.890 ton).



Fig. 2. Desembarcadero estatal de Matarani.



Fig.3. Tubos de jibia lavados en caleta de Matarani.

La jibia es acopiada en los dos terminales pesqueros, donde se ha instalado sencillas infraestructuras para efectuar el lavado y eviscerado de la pesca (Fig. 3). Más del 90% de la pesca de jibia es congelada en plantas lejos de la Matarani, transportándose el producto en camiones refrigerados, el que ha sido procesado en los muelles de los desembarcaderos. Incluso, una parte importante del producto se destina a plantas en Lima, a 1000 km de distancia, para su posterior exportación. Los principales mercados de exportación son el

español, chino, coreano y japonés (daruma), aunque últimamente han adquirido gran impulso las demandas italianas y estadounidenses de este producto. El precio de la jibia en puerto depende del tamaño de cada ejemplar, clasificándose en tres calibres: pequeña (hasta dos kg de peso, cuyo precio es US\$333 por ton); mediana (dos a cinco kg, cuyo precio es US\$97 por ton); y grande (más de 5 kg, cuyo precio es US\$49 por ton).

2.2. Capturas de jibia en el norte de Perú

Las capturas de jibia en Paita y Talara (5°S) por la flota artesanal en el año 2003 bordearon las 90.000 ton. Esta flota está compuesta por embarcaciones que operan en la zona de Paita y tiene de 10 a 15 m de eslora, motor central y autonomía de 2 a 3 días.

En la zona de Paita existen seis empresas que exportan harina de jibia a precios superiores a US\$1000/ton. Una de estas fábricas esta vendiendo la harina a USA. En la elaboración solo utiliza vísceras, recortes y algunas veces aletas y tentáculos; el proceso ocurre en una fábrica de harina pequeña diseñada para procesar residuos. El TVN de la harina de jibia alcanza entre 220 y 330. En el año 2003 se exportó cerca de 1.200 ton de este producto, siendo los principales mercados Japón, Corea y USA, con gran demanda por su capacidad atractante para la acuicultura. Uno de los requisitos indispensables para alcanzar estos valores de TVN es la preservación. En el caso del norte peruano el sistema de preservación es en base a hielo. Algunas empresas peruanas han incursionado fuertemente en el tema (Pesquera Hayduk S.A., Refrigerados INY S.A. y Corporación Pesquera Inca S.A.), incluso con experiencias de adaptar embarcaciones a la extracción de la jibia para estos fines, pero el principal obstáculo ha sido la baja rentabilidad de la operación contra los precios de abastecimiento de la flota artesanal. El precio de la jibia en puerto es de US\$53 por ton en Talara y US\$61 por ton en Paita.

3. El mercado consumidor

En Perú el desembarque de especies que se destina al consumo humano directo (CHD) representa aproximadamente el 10% del desembarque total. En el año 2003 el 47,8% de los

desembarque para CHD se destinó a fresco, 19,4% a congelado, 25,4% a enlatado y 7,4% fue utilizado por la industria de curados. El pescado fresco y curado se dirige principalmente al mercado interno, el enlatado al mercado interno y a la exportación, y el congelado se destina mayoritariamente a la exportación.

En el año 2003 se utilizaron 146.068 ton en el rubro congelados, los que derivaron en una producción de 760.600 ton, destinándose 91,3% a exportación. El principal recurso es la jibia, que representó 55% del total de productos congelados, desplazando a la merluza, que era el recurso pesquero que mayormente se exportaba como congelado.

3.1. Proceso de Comercialización

Es la realización de las actividades comerciales que encausan el flujo de mercancías y servicios desde el productor hasta el consumidor o usuario. La importancia de la comercialización lo constituye su costo.

El proceso de comercialización de productos pesqueros, como cualquier sistema de comercialización de alimentos, requiere de la participación de intermediarios, desde la extracción del producto hasta su distribución y compra por el consumidor. Se define como intermediario a la persona o empresa, sea minorista o mayorista, que opera entre productor (pescador) y consumidor de un producto. Los intermediarios se especializan en comprar y vender. También comprende a grupos independientes que se encargan de transferir el producto del pescador al consumidor, obteniendo por ello una utilidad y proporcionando al comprador diversos servicios. Estos servicios tienen importancia porque contribuyen a incrementar la eficacia de la distribución.

Entre los intermediarios se identifica a:

- **Comerciantess:** son aquellos que compran y venden bajo su estricta responsabilidad y asumen riesgos del mercadeo, buscando beneficio o utilidad.
- **Mayoristas:** son aquellos de que en forma especializada adquieren grandes cantidades o lotes de pescado para luego distribuirlo a otros vendedores, quienes se encargan de hacerlo llegar al consumidor.

- **Mayoristas transportistas:** son aquellos que compran en playa a los pescadores y transportan el producto a los mercados mayoristas o a los mercados centrales para su posterior distribución a los comerciantes minoristas.
- **Minoristas:** son aquellos que en forma directa venden el producto al público consumidor. Es el grupo social que activa en la parte final del sistema de comercialización de productos hidrobiológicos de consumo humano directo al estado fresco.

3.2. Canales de comercialización

Existen diferentes canales de distribución para productos de consumo; aquí se menciona a cuatro de ellos:

- **Canal de distribución directo:** es aquel en el que el productor desarrolla comercialización directa, es decir, vende sus productos al consumidor sin la intervención de intermediarios.
- **Canal de distribución corto:** es aquel en el cual los productos llegan al consumidor a través de un solo intermediario.
- **Canal de distribución largo:** en este canal de distribución se cuenta con dos intermediarios, habiendo un mayorista y un minorista.
- **Canal de distribución superlargo:** es el más extenso y constituye un alargamiento del canal largo mediante la inclusión de un intermediario entre productor y mayorista.

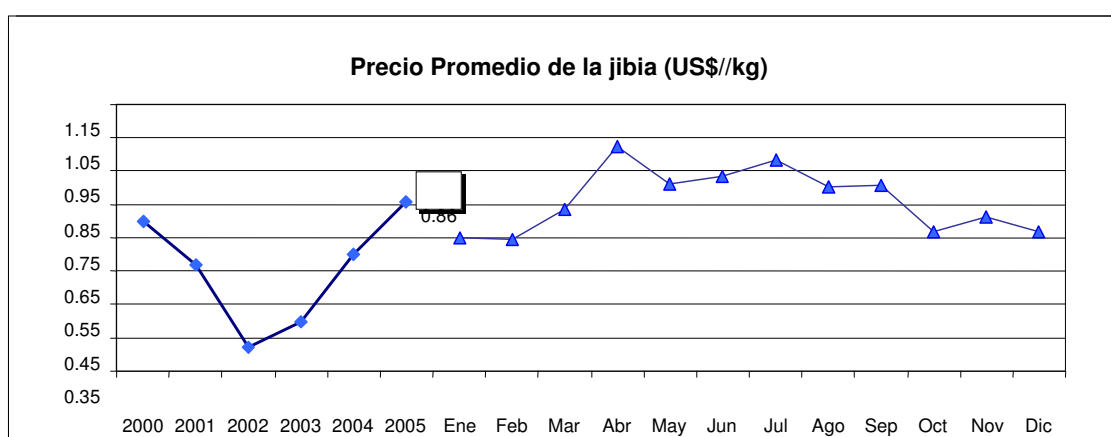
4. Precios

Se define al precio como el valor de un bien o servicio expresado en unidades monetarias; es el monto de dinero que tiene que pagar un consumidor o usuario por la posesión de un bien o servicio en un momento dado.

4.1. Fijación de precios

La formación de los precios de los productos hidrobiológicos se inicia con las transacciones comerciales en playa entre pescador, armador, mayorista, transportista u otro agente participante, a partir de los cuales, y debido a la concurrencia de una variedad de

intermediarios, se adiciona costos y beneficios por la participación de los mismos, factores que inciden en el precio final que se traslada al consumidor final. Hay que recalcar que el precio fluctuará según la oferta y la demanda del producto, así como también de la disponibilidad del recurso, en este caso jibia. En la Fig. 4 se presenta la fluctuación del precio de la jibia desde el año 2000 hasta el año 2005 (en este último caso se presenta mensualmente). En el año 2005 el precio de la jibia congelada fue US\$850 / ton, aunque en el año 2002 descendió hasta menos de US\$450 / ton.



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 4. Precio promedio de jibia congelada a nivel internacional. Período: 2000-2005.

4.2. Circuito de comercialización de la jibia en Perú (Fig. 5)

El circuito de comercialización de la jibia ocurre en un canal de distribución largo y, en algunos casos, superlargo; sin embargo, la comercialización de la jibia ocurre de la siguiente manera:

- **Recepción en Puerto**

La recepción del producto se produce en los puertos de desembarque, en donde es estivada posterior distribución entre los distintos compradores. Aquí es donde los mayoristas obtienen el producto que luego ellos distribuirán a través de otros mayoristas o minoristas.

- **Distribuidor Mayorista**

En este canal de distribución es donde se obtiene el producto directamente de los pescadores, luego éste será distribuido hacia dos puntos básicamente, a saber:

- **Distribuidor Minorista:** mercados pequeños, tiendas de venta de pescado, restaurantes, etc.
- **Plantas de Procesamiento:** acá llegan grandes cantidades de materia prima de jibia, la cual tendrá un proceso previo para agregarle valor al producto; esto es por lo general para exportación, aunque una pequeña cantidad se produce para mercado local.

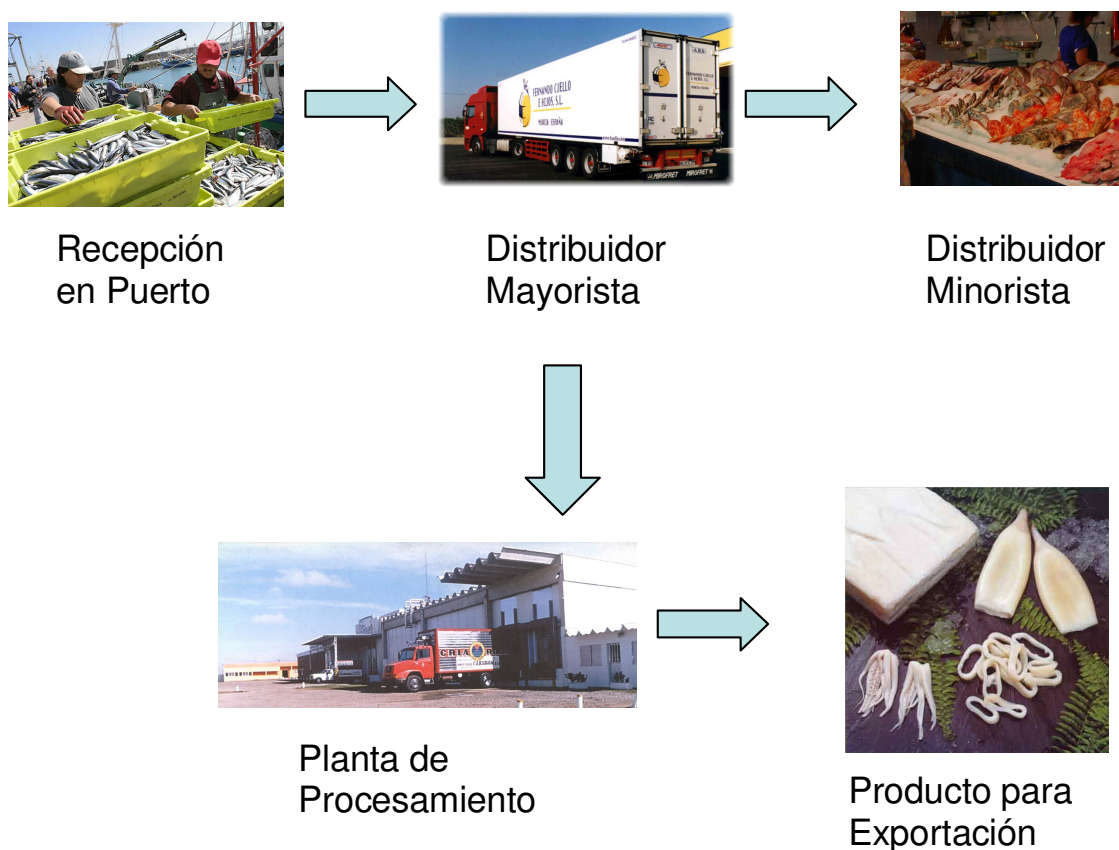


Fig. 5. Circuito de comercialización de la jibia en Perú

5. Tipos de productos

La jibia es procesada en varios productos derivados para agregarle valor al producto final, por lo que se trata de utilizar casi todas las partes de este cefalópodo. En la Tabla 1 se presenta los rendimientos promedio de su composición física para cuatro partes del cuerpo:

Tabla 1. Rendimientos promedio de la jibia

COMPONENTE	PROMEDIO (%)
Cuerpo o tubo	49,3
Aleta	13,4
Tentáculos	21,4
Vísceras	15,4

Fuente: IMARPE

Los productos derivados de la jibia son variados y casi toda la producción es destinada a la exportación. Los principales productos son jibia congelada (Fig. 6), daruma (Fig. 7), anillas (Fig. 8), rabas o palillos (Fig. 9)



Fig. 6. Jibia congelada



Fig. 7. Daruma



Fig. 8. Anillas de jibia



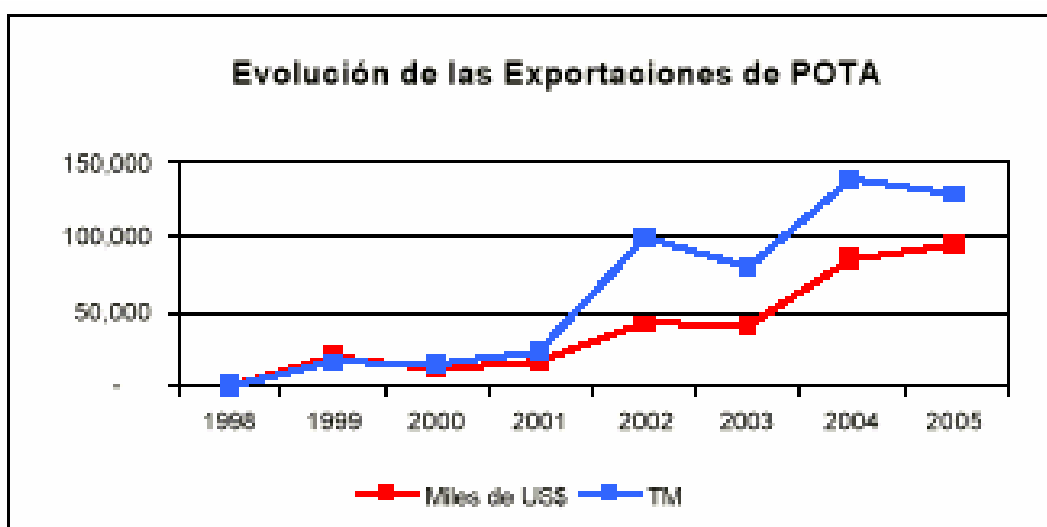
Fig. 9. Rabas o palillos de jibia

También se obtiene productos derivados de la jibia barcos factoría (japoneses, chinos y coreanos), entre los que destacan:

- **Entero:** ejemplar o conjunto de ejemplares enteros embanderados antes de ser congelados y no han tenido ningún tipo de transformación previa.
- **Eviscerado:** producto al cual se le ha retirado los órganos internos, ojos y pico de loro, y son embanderados antes de ser congelados.
- **Manto con aleta tipo tubo:** producto que resulta de eliminar la cabeza y vísceras de la jibia, congelado en bloques de 11 kg. Para la obtención de este producto se selecciona ejemplares de 25 cm de LDM.
- **Manto con aleta tipo filete:** producto que resulta de eliminar la cabeza y las vísceras; se realiza un corte longitudinal en el manto y se congela en bloques de 11 kg.
- **Manto sin aleta tipo filete:** en este producto se elimina la cabeza, vísceras y aletas; se realiza un corte longitudinal en el manto y se congela en bloques de 11 kg.
- **Aletas:** este producto se obtiene al separar las aletas del cuerpo de la jibia. Las aletas son obtenidas ya sea utilizando las manos, desprendiéndolas de un tirón, o mediante un instrumento cortante.
- **Cabeza:** este producto se coloca en bandejas antes de ser congelado y se obtiene al hacer un corte transversal a la jibia a la altura de la cabeza, por encima de los ojos; de esta manera se separa la cabeza de los tentáculos y del cuerpo del animal.

6. Exportaciones de productos derivados de jibia, cantidades y precios.

Actualmente, después de la anchoveta la jibia constituye el recurso de mayor captura en el Perú. El en año 2005 el desembarque total alcanzó a 276.145 ton, sin considerar la captura de la flota extranjera. La diversificación de productos, tanto crudos como pre-cocidos, y el peso que representa España en las compras, ha incidido en el incremento de las exportaciones, las cuales crecido 7% el año 2005 respecto del anterior, alcanzando a casi US\$100 millones (Fig. 10).

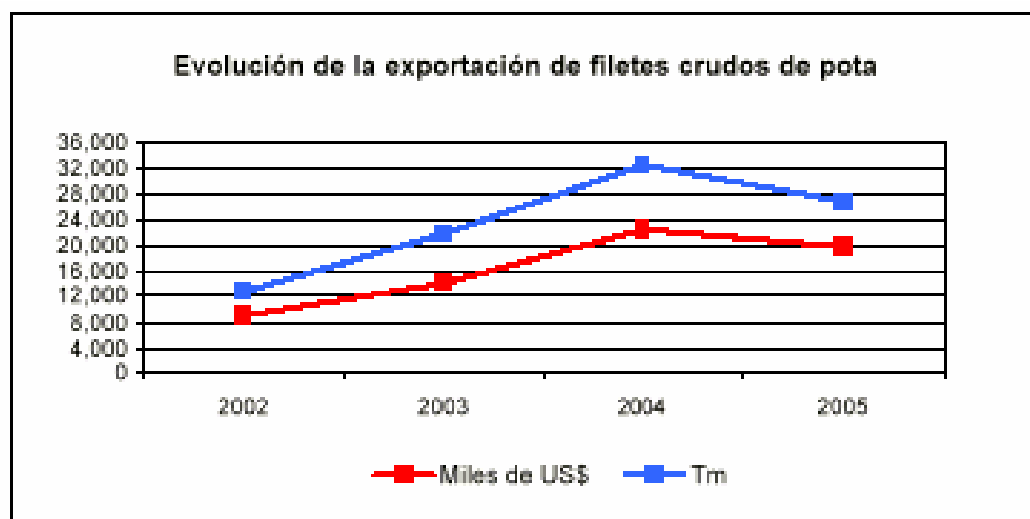


FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 10. Evolución de las exportaciones de jibia en Perú. Período: 1998-2005.

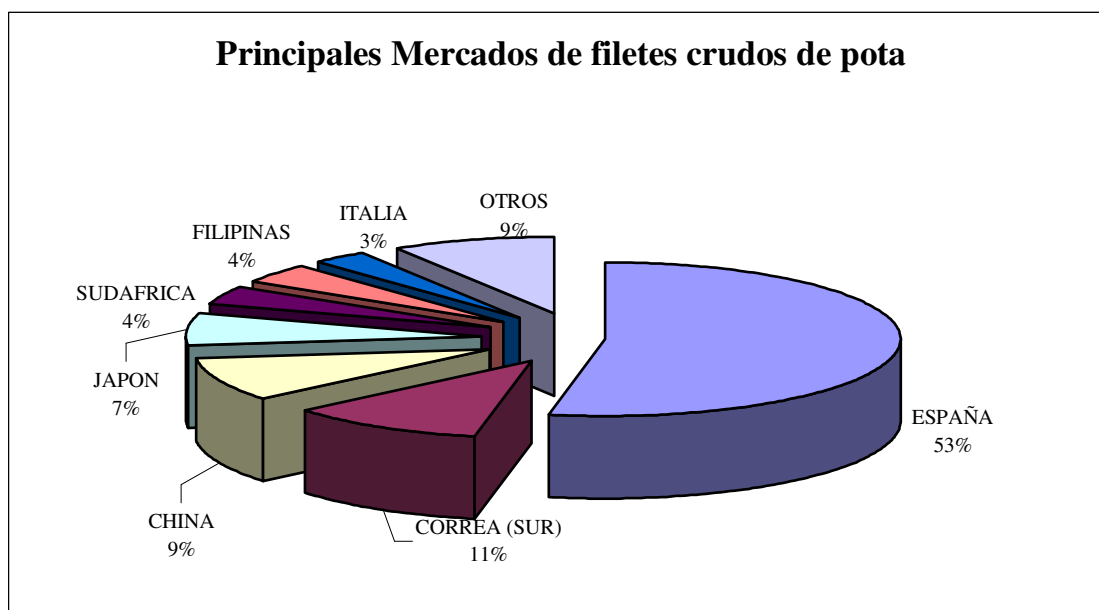
6.1. Filete crudo

Este producto constituye la principal forma de exportación de la jibia y pese a una declinación el año 2005, por el repunte del producto filete cocido, el filete crudo mantiene esa posición, habiéndose exportado US\$20 millones (Fig. 11). Los principales mercados son España es el principal mercado de destino de productos de jibia (53%), seguido por Corea del Sur (11%) y China (9%) (Fig. 12). El nivel de precios de filete crudo (Fig. 13) ha venido en ascenso, en gran parte por la diversificación de productos de mayor valor (diferentes formas, presentaciones, empaques, etc.) y por llegar a mercados distintos a los tradicionales.



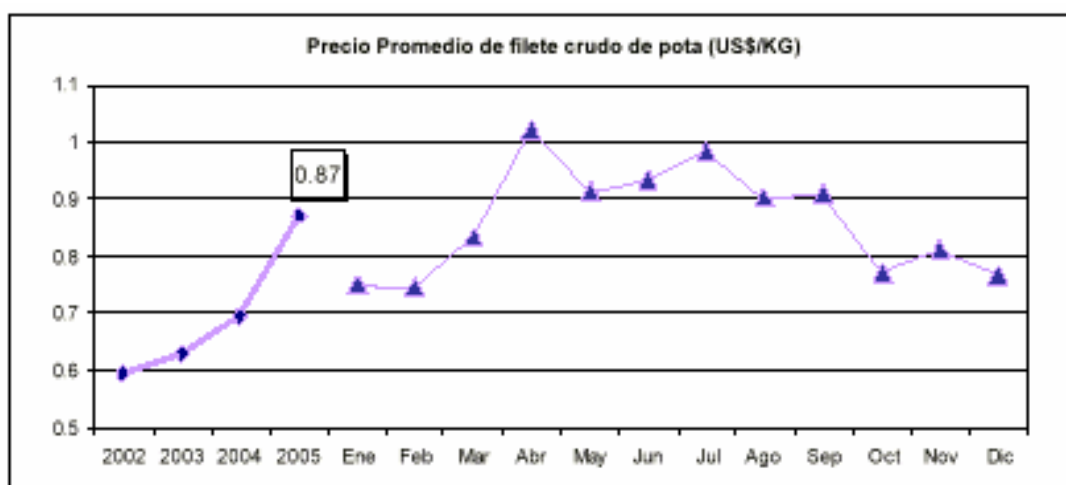
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 11. Evolución de la exportación de filetes crudos de jibia



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 12. Principales mercados de filetes crudos de jibia

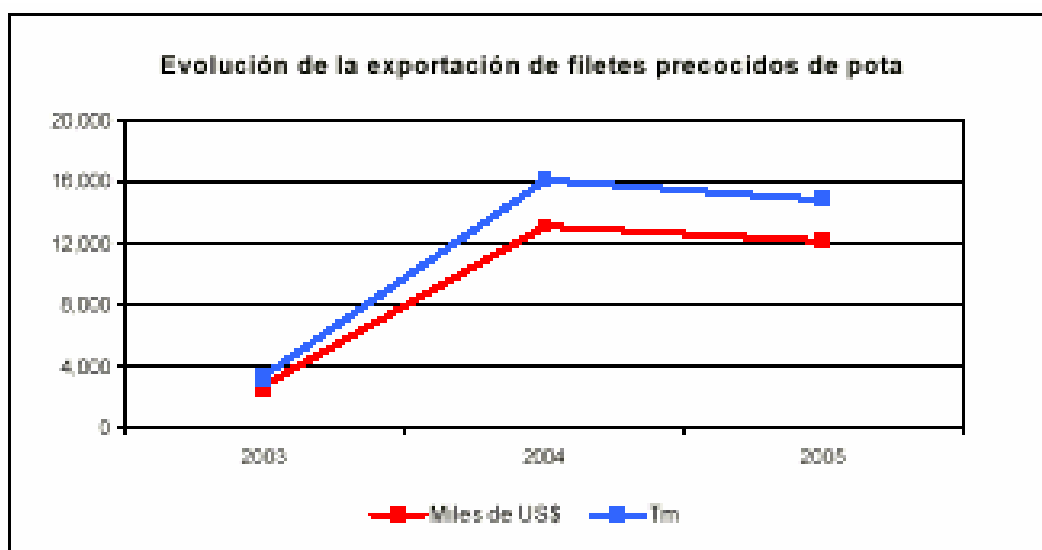


FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 13. Precio promedio de filete crudo de pota (US\$/kg).

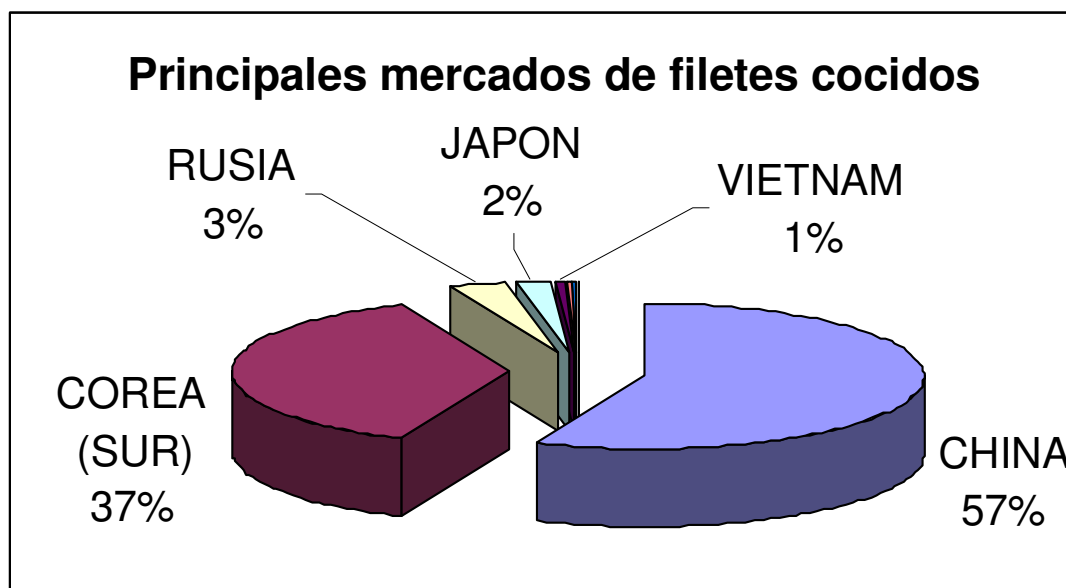
6.2. Filetes precocidos

Este producto que se exporta con diferentes grados de cocción y contenido de humedad, utilizándose como materia prima para otros productos más elaborados a partir de la “daruma”. Si bien hubo un tremendo despegue el año 2004, se ha experimentado un retroceso en virtud al resentimiento del mercado chino. El año 2005 se exportó más de US\$12 millones (Fig. 14). Como principal mercado se ha mantenido China (57%), seguido de Corea (37%), ambos tradicionales re-procesadores y consumidores de productos tipo “daruma”, le siguen Rusia y Japón (Fig. 15). En cuanto al precio promedio, en el año 2005 se observa un ligero incremento de casi 4% en comparación con el 2004, siendo actualmente el precio superior a US\$800 / ton (Fig. 16).



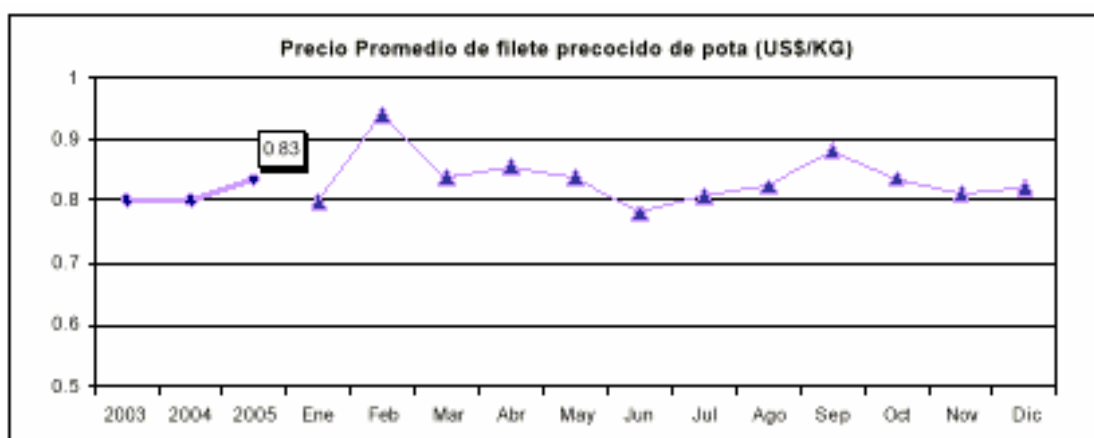
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 14. Evolución de las exportaciones de filetes precocidos de jibia



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 15. Principales mercados de filetes pre-cocidos de jibia

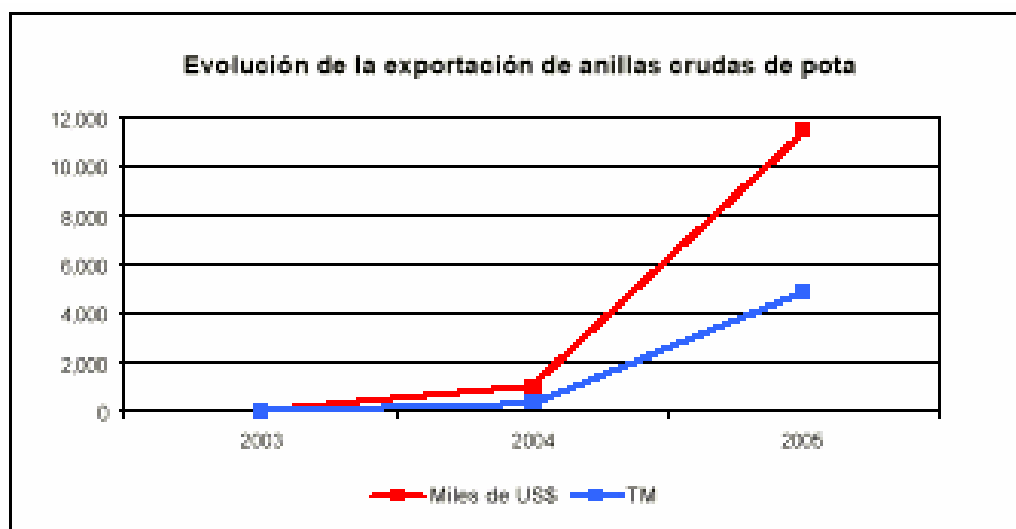


FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 16. Precio promedio de filete pre-cocido de jibia (US\$/kg).

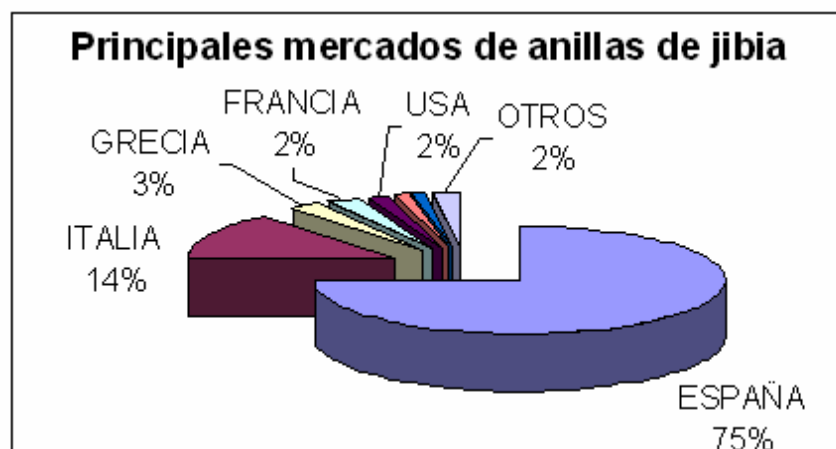
6.3. Anillas

Producto en repunte debido a la demanda de España, básicamente con un crecimiento notorio en el año 2005, alcanzando casi los US\$12 millones (Fig. 17); el 75% del producto en peso se exporta a ese país (Fig. 18). A nivel de precios (Fig. 19), el año 2005 se retrocedió 11% respecto al 2004 (US\$2.37/kg. vs. US\$2.66/kg.), probablemente debido a que muchas empresas se han dedicado a troquelar filetes para producir anillas.



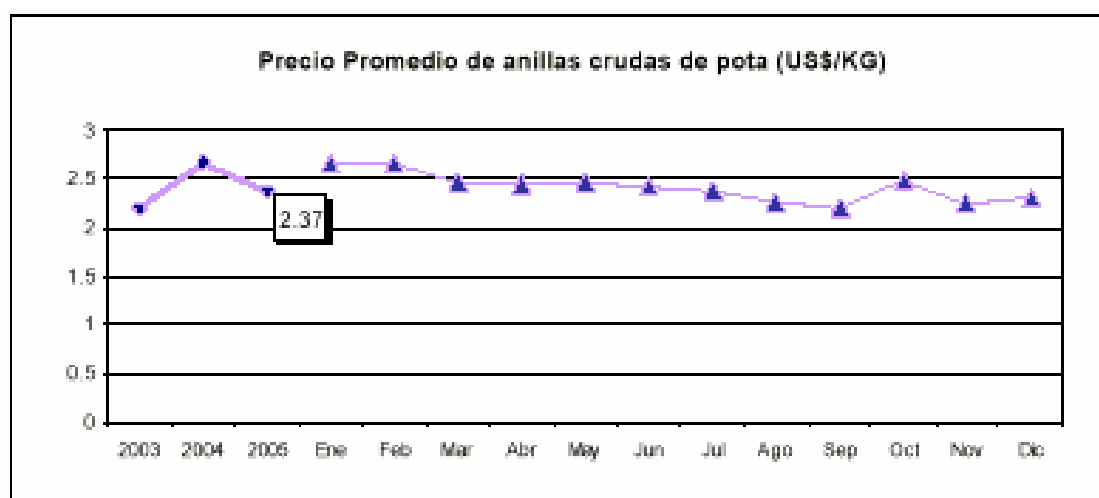
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 17. Evolución de la exportación de anillas crudas de jibia



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 18. Principales mercados de anillas de jibia.



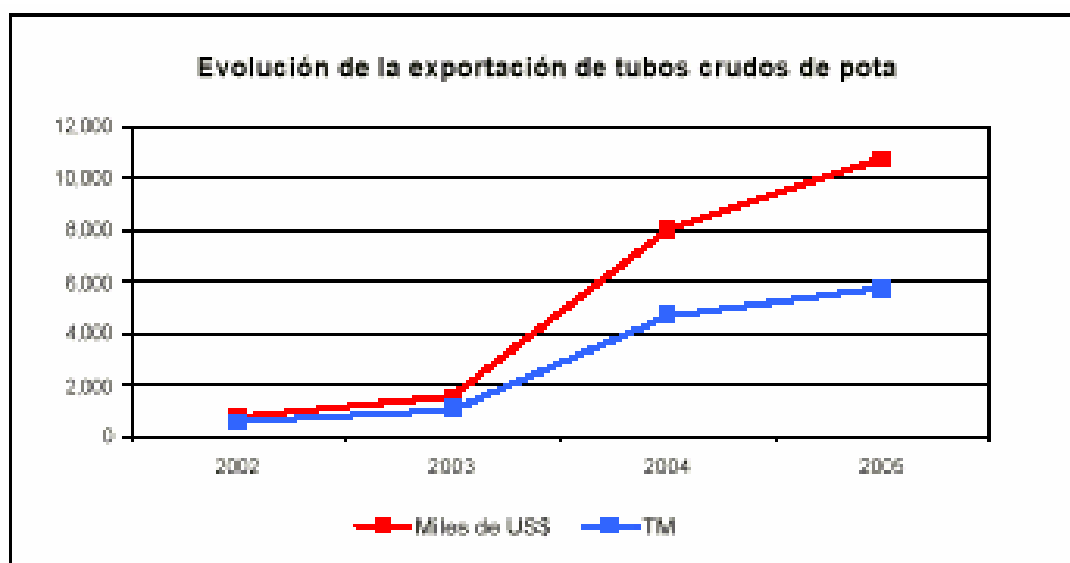
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 19. Precio promedio de anillas crudas de pota USD/Kg.

6.4. Tubos

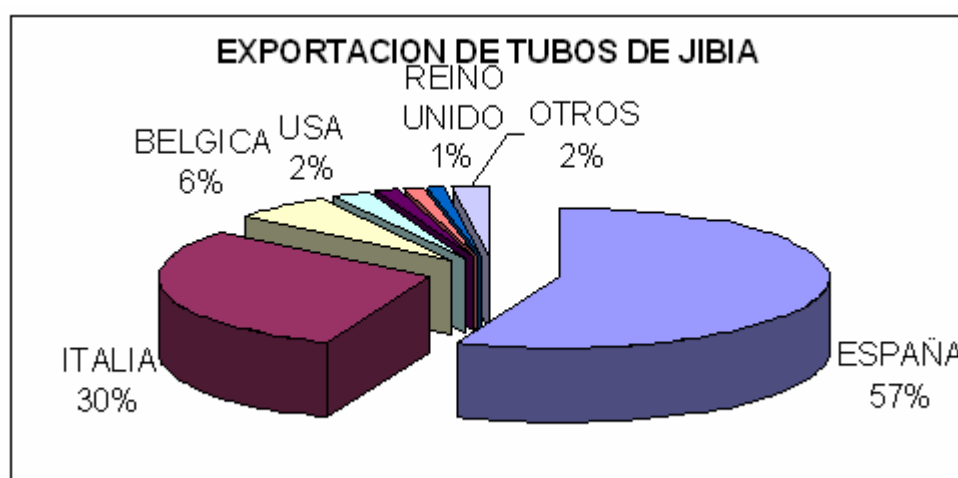
Este es un producto tradicional basado en especímenes pequeños de jibia, con gran mercado en Europa. Se han ejemplares chicos principalmente en la zona sur de Perú. El año 2005 las exportaciones del producto tubos superaron los US\$10 millones (Fig. 20). El principal

mercado es España (57%), seguido de Italia (30%) (Fig. 21); ambos países son antiguos compradores. En el año 2005 el precio promedio de este producto alcanzó a US\$1,91 / kg, confirmandose la tendencia creciente (Fig. 22).



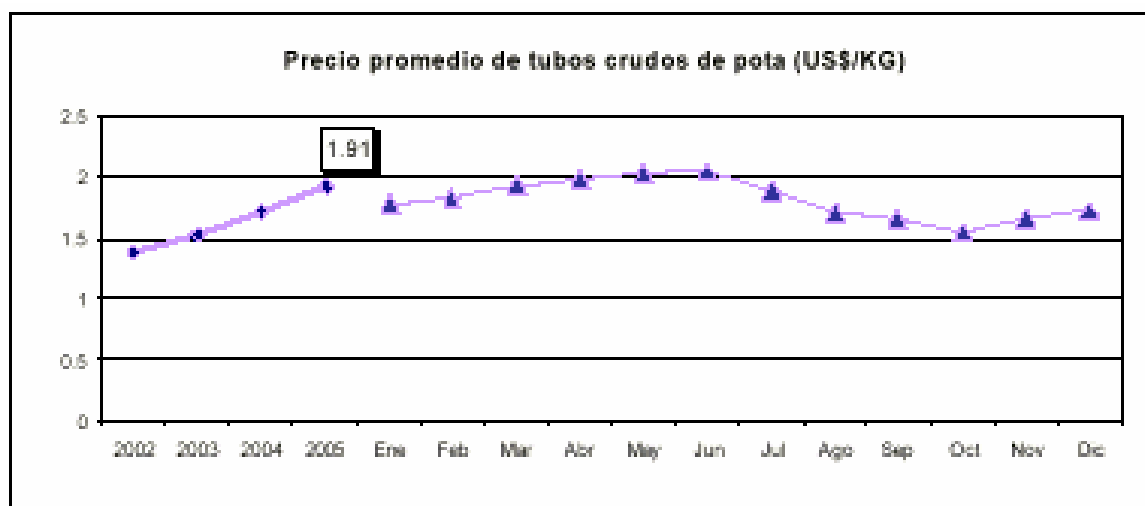
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 20. Evolución de la exportación de tubos crudos de pota



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 21. Principales mercados de tubos de jibia.

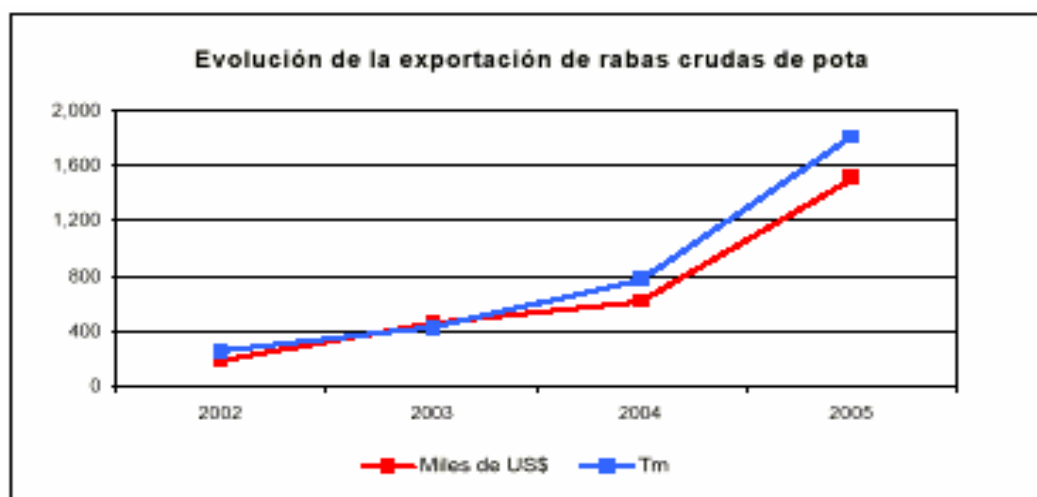


FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 22. Precio promedio de tubos crudos de pota (US\$/kg).

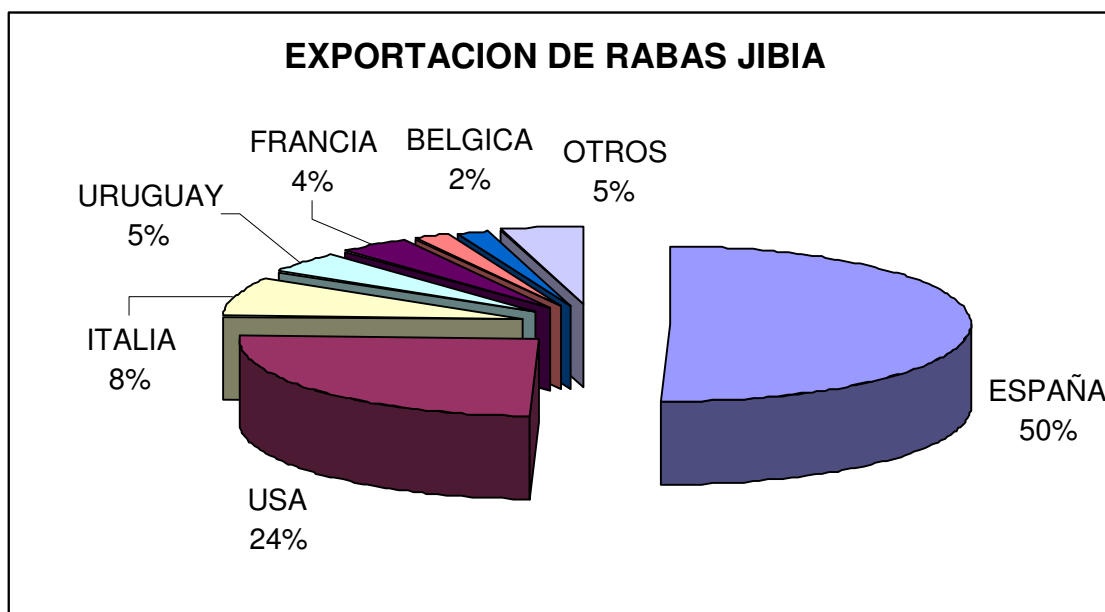
6.5. Rabas o Tiras

Este es otro producto en despegue al haberse más que duplicado la cantidad y valor exportados del año 2004 al 2005, superando los US\$1,5 millones (Fig. 23). El principal mercado es España (50%), seguido de USA (24%) e Italia (8%) (Fig. 24). El precio promedio en los dos últimos años se ubica alrededor de US\$1 / kg (Fig. 25).



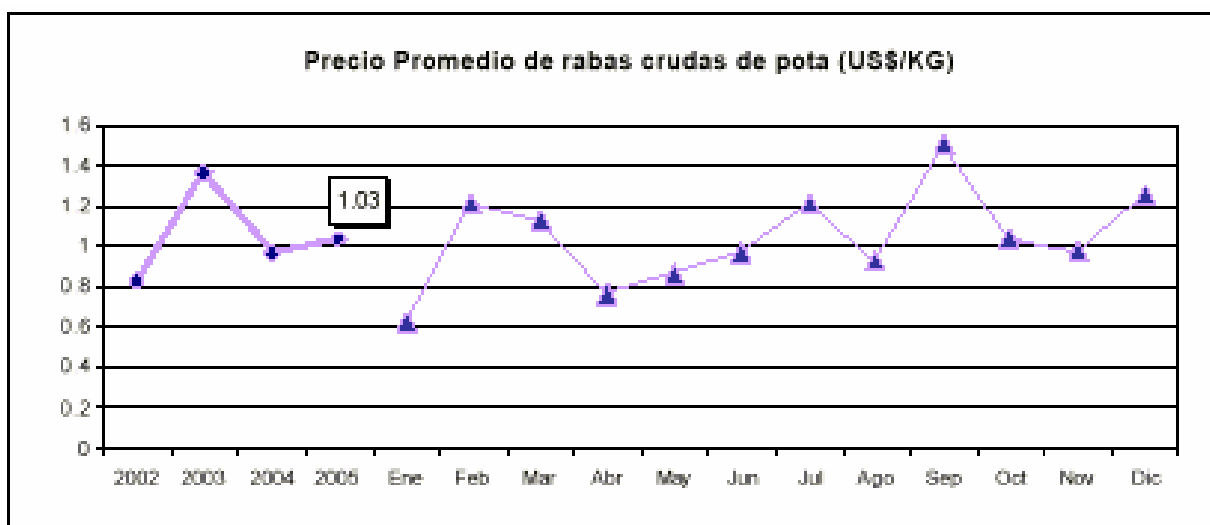
FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 23. Evolución de la exportación de rabas crudas de jibia



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 24. Principales mercados de rabas crudas de jibia



FUENTE: SUNAT - ADUANAS
ELABORACION: PROMPEX

Fig. 25. Precio promedio de rabas crudas de pota (US\$/kg).

7. Conclusiones

- La jibia es actualmente el segundo recurso pesquero en Perú en términos de extracción (capturas) y el primero en importancia en cuanto a exportaciones de congelados.
- La jibia es capturada principal y artesanalmente por las flotas de Talara, Paita, Sechura, en el norte de Perú, y Matarani, en el sur.
- La tendencia de las empresas es a producir productos con mayor valor agregado, aprovechando la presencia de especímenes de tallas pequeñas en la zona sur de Perú.
- Ninguna empresa tiene su flota propia y todas se valen de intermediarios para adquirir la materia prima. Las embarcaciones calamareras extranjeras venden generalmente su producción directamente al país de destino.

8. BIBLIOGRAFIA

- Baltuano Elías, G.A. 1995. Análisis de la actividad pesquera a bordo de embarcaciones calamareras frente a la costa peruana Noviembre 1992 – Septiembre 1993. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Castillo Rojas, M. 1996. Estudio de la comercialización de pescado fresco en Lima Metropolitana. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Policarpo la Cruz, S. 1998. Evaluación de las operaciones de procesamiento y calidad de la jibia (*D. gigas*) congelada a bordo de barcos calamareros. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- PROMPEX. 2006. Informe anual, desenvolvimiento del comercio exterior pesquero 2005. Gerencia de desarrollo de pesca y acuicultura, Marzo 2006.

Anexo 7. La pesquería de la jibia o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en México. Enfoque de la cadena productiva

Autor: Dr. César A. Salinas Zavala (Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., México; csalinas@cibnor.mx)

Revisión, adaptación y edición: Dr. Hugo Arancibia (Unidad de Tecnología Pesquera, Universidad de Concepción, Chile; harancib@udec.cl)

Asistencia técnica de edición: M. Sc. (c) Mónica Barros (Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile; mobarros@udec.cl)

RESUMEN

El calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es un recurso natural renovable que se explota actualmente en el Golfo de California, constituyéndose en un recurso pesquero con potencialidad en la costa occidental de la península de Baja California. Con análisis de cadenas productivas agroalimentarias, así como exhaustiva revisión bibliográfica técnica y científica de la pesquería de calamar gigante y la aplicación de instrumentos de diagnóstico sectorial, se identifica y sugiere estrategias para mejorar la integración de su cadena productiva, ofreciendo beneficios directos a los productores involucrados en la actividad, así como de aquellos actores que proveen insumos. Los resultados señalan que las principales acciones para fortalecer la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante son: (i) ampliación del conocimiento sobre las existencias del recurso, (ii) diversificación de los productos ofertados, otorgándoles agregación de valor y fortaleciendo la organización pesquera, particularmente en el Estado de Baja California Sur para el desarrollo de proveedores. Se recomienda la consolidación de la oferta exportable a través de una alianza regional y el desarrollo de una campaña de promoción a nivel país que incentive al mercado nacional.

Nota del editor: este documento se refiere a la situación del recurso jibia y su pesquería en Baja California Sur, México, y los resultados pueden o no ser replicados directa o indirectamente a la situación en Chile.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito del sector pesquero del noroeste mexicano, una de las actividades económicas más importantes en los últimos años es el desarrollo de la pesquería del calamar gigante, aunque ésta se inició en el Golfo de California en el año 1974 con la operación de una pequeña flota artesanal; seis años después la constituían otras 15 naves mayores calamareras, 10 “huachinangueros”, 200 camareros (que operaban durante la veda del camarón) y alrededor de 60 pangas, elevándose la producción de 14 ton en 1974 a 22.464 en 1980. Posteriormente, los desembarques de calamar decayeron a ca. 11.000 ton, prácticamente desapareciendo en 1982. Las razones de dicha desaparición no son claras, ni convincentes ni suficientes, aunque las causas pudieran estar relacionadas a la sobreexplotación, modificación del comportamiento migratorio de la especie, cambios en factores ambientales o algunas o todas ellas (Ehrhardt, *et al.*, 1982; Ramírez y Klett, 1985; Klett, 1996). A estas posibles causas de desaparición asociadas al ambiente y al propio recurso, se añade recientemente la posibilidad de que durante esos años, disminuyó la demanda de calamar en los mercados, por lo que la captura del recurso no significaba una oportunidad de negocio atractiva.

Durante los últimos años el recurso calamar ha sido capturado en cantidades considerables en las costas de Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, siendo Santa Rosalía (Baja California Sur, BCS) el centro de la actividad pesquera y de desembarques. De acuerdo con las cifras que proporciona el Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) en el Anuario de Pesca 2000, la producción de calamar gigante en el litoral del Océano Pacífico entre 1994 y 1997 aumentó en 19 veces (desde 6.226 ton en 1994 hasta 120.877 ton en 1997). Aunque en 1998 la producción pesquera de calamar decayó a 26.611 ton, de las cifras de la SAGARPA en el período 1998-2001 se desprende que los desembarques se incrementaron en 273%, alcanzando a 72.666 ton en el año 2001. Tales niveles de desembarques de calamar gigante han sido determinantes en el aumento de la activación económica de diversas localidades de los Estados de Sonora, Baja California Sur y Sinaloa.

El importante incremento en las capturas del recurso calamar gigante ha resultado en creciente interés de agentes por incorporarse a la cadena productiva en sus diferentes eslabones (pesca-industria-mercado), así como en otras actividades conexas a la actividad, especialmente abastecimiento de materias primas, insumos de proceso y empaque, servicios particulares y públicos, etc. En efecto, Sánchez, *et al.* (2000) reportan que tan sólo en la región de Santa Rosalía (BCS) esta pesquería provee de empleo directo a más de 2.000 personas en la fase de extracción y otras 2.000 más en la fase industrial, más una cantidad indeterminada de empleos indirectos dedicados al mantenimiento de embarcaciones, equipos eléctricos y de refrigeración, diversos servicios comerciales (venta de abarrotes, hospedaje, mensajería, etc.) y un incremento significativo en la provisión de servicios públicos como electricidad, comunicaciones, agua potable y alcantarillado. (Nota del editor: comparativa y globalmente, en Chile central la actividad pesquera genera cuatro empleos indirectos por uno directo). Al identificarse al calamar gigante como importante factor de producción que genera desarrollo económico y social en la región noroeste de México, es necesario contar con conocimiento más completo de aspectos como el comportamiento poblacional de la especie,

implicaciones ecológicas de la pesquería, cuantificación del impacto económico de la pesquería en el ámbito regional, así como la identificación, análisis y entendimiento de elementos que interviene en su cadena productiva. Consecuentemente, con la aplicación de la metodología para el estudio de cadenas productivas agroalimentarias, así como una exhaustiva revisión bibliográfica técnico- científica de la pesquería de calamar gigante, más la aplicación de instrumentos de diagnóstico sectorial, se efectuó un análisis que permitiera identificar y sugerir estrategias que coadyuven a mejor integración de la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante en el noroeste de México.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento de la pesquería del calamar, desde la captura hasta el consumo final, identificando diferentes etapas de la cadena productiva para disponer de herramientas que permitan mejorar toma de decisiones.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar información estadística de la estructura de la cadena productiva de calamar gigante.

Establecer la metodología que permite estimar precios y márgenes de comercialización en la cadena productiva.

Detectar potencialidades del productor primario para incrementar su participación en la agregación de valor.

Sugerir lineamientos estratégicos y políticas a través del análisis de oportunidades de la cadena productiva para el noroeste de México.

3. JUSTIFICACIÓN

Recientemente los productos basados en calamar han registrado importante demanda en mercados internacionales, lo que se ha traducido en alto interés por el aprovechamiento comercial del recurso. En la fase extractiva los principales usuarios son pescadores ribereños en relación a pescadores de mediana y gran altura; en tanto, en la fase de transformación la industria México-Coreana presenta fuerte participación, cubriendo incluso la fase de comercialización internacional de productos industrializados. Asimismo, la participación de permisionarios de pesca y otros intermediarios hacen posible la distribución de calamar en el mercado doméstico, ya sea en forma de materia prima o con preparaciones mínimas que permiten la comercialización a diferentes consumidores finales, desde amas de casa hasta preparadores de alimentos.

Las interrelaciones de diversas personas naturales o jurídicas interesadas en el uso y explotación comercial del recurso calamar gigante generan en cada temporada de pesca importantes flujos de beneficios económicos que, en el ámbito de la región noroeste de México, son significativos. En efecto, Sánchez *et. al.* (2000) mencionan que en el área de Santa Rosalía, que es donde mayormente se acentúa la actividad calamarera, se generan empleos directos del orden de 3.000 a 3.500 en la captura, 1.500 a 2.000 en la transformación, más una cantidad de empleos indirectos no cuantificados conexos a la actividad.

Otro aspecto de la pesquería de calamar gigante es el hecho de que ha sido considerada como actividad complementaria a la pesquería de camarón (Ehrhardt, 1982). En efecto, en la época en que el camarón se encuentra en veda, principalmente en los estados de Sonora y Sinaloa, algunos barcos camaroneros son adaptados para capturar calamar, permitiendo mantener parte de la flota y de la industria en operación, evitándose la capacidad ociosa instalada en la industria pesquera. De hecho, se considera que esta pesquería vino a romper con la depresión económica en la que se encontraba el Puerto de Guaymas a principios de los años 90's (Morales-Azpeitia, en preparación). Sin embargo, debe destacarse que la variable económica primaria (precio de venta de calamar gigante en playa) ha mostrado un deterioro significativo en los últimos 9 años, generando con ello descontento y desmotivación en la actividad extractiva de este recurso.

Aunque la estrategia de manejo de la pesquería de calamar se ha llevado a cabo con relativo éxito, el creciente interés por su aprovechamiento comercial y su alto impacto social hacen necesario prever cambios en la política de manejo para optimizar e integrar eficientemente los eslabones captura-industria-comercio. Para la mejor toma de decisiones es necesario disponer de información oportuna y fiable de las fases de la cadena productiva de la pesquería de calamar, por lo que se debe enfocar análisis de esta cadena, teniendo especial consideración con identificación y entendimiento del comportamiento de todos los sectores, formas en que interactúan, así como aspectos normativos de regulación y fomento.

4. METODOLOGÍA

4.1 Zona de estudio, muestra y clasificación de la información

La pesquería de calamar gigante en México se desarrolla principalmente en la zona noroeste, con mayor intensidad en los Estados de Baja California Sur y Sonora. La naturaleza del estudio implica el análisis de las capturas, la transformación y la comercialización como principales eslabones de la cadena productiva. A continuación se delimita la zona de estudio de acuerdo con la intensidad de la actividad que se registra en cada entidad del noroeste mexicano en donde se desarrolla la pesquería de calamar gigante:

1. Captura	Baja California Sur	Santa Rosalia
	Sonora	Guaymas
	Sinaloa	Mazatlán
2 Transformación	Baja California Sur	Santa Rosalia
		Mulengue
		Ciudad Isurgentes
	Sonora	San Carlos
		Guaymas
	Sinaloa	Mazatlán
3. Comercialización	Baja California Sur	Santa Rosalia
		Mulengue
		Ciudad Isurgentes
	Sonora	San Carlos
		Guaymas

Debido a que el 97% de las capturas de calamar gigante en México ocurren en los Estados de Baja California Sur y Sonora, identificándose también que allí se concentra la mayor parte de la industria, la muestra de unidades productivas en la fase de transformación se concentró en dichas entidades. Las características que se consideraron para seleccionar las unidades productivas que integraron la muestra del estudio son:

Captura: permisionarios de pesca, pescadores libres y pescadores cooperativistas seleccionados en forma aleatoria, directamente en los campos pesqueros y muelles de arribo.

Transformación: procesadoras de calamar como una de sus principales líneas de producción; trayectoria empresarial reconocida en el sector con al menos cinco años consecutivos de operación. Naves de proceso equipadas con maquinaria (cortadoras, refrigeración, congelación, etc.) y mobiliario (mesas, tinas de lavado, básculas, etc.) de tamaño industrial.

Comercialización: empresas que durante los últimos tres años de operación mantuvieron continuos y suficientes niveles de producción de calamar para sostener la atención de una parte de la demanda en los mercados nacional e internacional.

A continuación se presenta la conformación de la muestra para la realización del estudio:

Baja California Sur

Captura: 39 pescadores libres y 11 permisionarios de pesca.

Transformación : 5 empresas.

Comercialización: 5 empresas (las mismas transformadoras).

Sonora

Captura: 25 pescadores libres, 62 pescadores cooperativistas y 9 permisionarios de pesca.

Transformación : 5 empresas.

Comercialización: 5 empresas (las mismas transformadoras).

Sinaloa

Captura: 5 pescadores libres.

Transformación : 1 empresa

Comercialización: 1 empresa (la misma transformadora).

Baja California

Transformación : 1 empresa.

Comercialización: 1 empresa (la misma transformadora).

De acuerdo con Munch y Angeles (1990) se obtuvo información de fuentes primarias y secundarias. Las fuentes primarias proporcionan información directa (de primera mano, no documentada), en tanto que de las secundarias se obtuvo información documentada. La información primaria fue obtenida a través de la aplicación de encuestas y entrevistas personalizadas con personal clave de las diferentes unidades económicas; la información secundaria fue obtenida de anuarios estadísticos, artículos científicos, documentos técnicos y programas sectoriales de Gobierno.

4.2. Instrumentos de trabajo

Para la obtención de información primaria se diseñaron instrumentos de encuesta y entrevista con un enfoque empresarial. Para el diseño de ambos instrumentos se aplicaron criterios recomendados por Palfreman (1994), la Organización Internacional del Trabajo (1999) y Nacional Financiera (1999), además del conocimiento previo del grupo de trabajo sobre la actividad calamarera en México.

Cada instrumento fue dirigido a diferentes agentes de la cadena productiva, de tal forma que el análisis de la información proporcionó una visión de las diferentes dimensiones de oportunidades y amenazas para el mejoramiento de la pesquería de calamar gigante. A continuación se presentan las características de los instrumentos utilizados:

- 1. Diagnóstico de la organización industrial calamarera (Anexo Metodológico 1).**
Aplicado a directivos de plantas pesqueras en Baja California Sur y Sonora. Se recabó información sobre antecedentes de cada empresa, perspectivas y actual funcionamiento en

las áreas de administración, producción, finanzas, identificación de problemática y áreas de oportunidad de mejora. Formato de entrevista.

2. **Diagnóstico de la captura de calamar (Anexo Metodológico 2).** Aplicado a pescadores ribereños (libres y cooperativistas) en Baja California Sur y Sonora; pescadores de mediana altura en Sonora y Sinaloa; y permisionarios de pesca en Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Se recabó información técnica y financiera con la que se conformó una base de datos. Formato de encuesta. Para el seguimiento histórico de precios, capturas y esfuerzo pesquero en la pesquería de calamar gigante en el estado de Baja California Sur se accedió a dicha información directamente en la Oficina de Pesca de Santa Rosalía. En el caso de los avisos de arribo se obtuvieron datos mensuales de 2001 (enero-junio), 2002 y 2003 (enero y febrero). Información primaria.
3. **Diagnóstico de la transformación (Anexo Metodológico 3).** Aplicado a responsables de planta, gerentes de control de calidad y gerentes de mantenimiento en Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Baja California. Se recabó información de las características de productos finales, capacidades de producción, estado de la calidad en línea de producción y estado sanitario de las instalaciones. Formato de encuesta semi-abierta.
4. **Diagnóstico de la comercialización (Anexo Metodológico 4).** Aplicado a responsables de planta y personal de operaciones comerciales en Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Baja California. Se recabó información de las condiciones en que actualmente se comercializa el calamar industrializado, destacando rutas y canales, niveles de precios, mercados destino y oportunidades de diversificación. Formato de entrevista.
5. **Diagnóstico de personal que labora en planta industrial (Anexo Metodológico 5).** Aplicado a empleados de naves de proceso en industria calamarera de Baja California Sur y Sonora. Se recabó información de las condiciones en que laboran los empleados de producción de la industria calamarera, destacando aspectos sociales como prestaciones, laborales, salarios, escolaridad, etc. Formato de encuesta.

4.3. La pesquería de calamar gigante

Se efectuó una intensa revisión documental que permitiera compilar información de la pesquería de calamar gigante en México. El análisis de información permitió desarrollar los apartados del estado actual del recurso y la producción de calamar en México, destacando aspectos de biología, ecología, zonas de producción, estrategias de manejo y relaciones clima-recurso.

4.4. Diagnóstico de unidades productivas

Con la aplicación de los instrumentos 1,3 y 4 se generó información para establecer el nivel de

competitividad de las unidades productivas. La información cuantitativa fue analizada con herramientas de estadística descriptiva básica. La información cualitativa fue interpretada con la ayuda de dos matrices que permiten diagnosticar la competitividad de una organización sobre la base de características que presenta en sus funciones sustantivas, tales como nivel de calidad, administración, uso de tecnología, recursos humanos, procesos, etc. (González, 1999 y CONACYT, 2001).

4.5. La comercialización de calamar y sus mercados

Con la experiencia e infraestructura de servicio del Banco Nacional de Comercio Exterior se subcontrató a la institución para que efectuara un estudio de los mercados internacionales del calamar. Con los resultados preliminares de las investigaciones de campo se exploró la posibilidad de disponer de apoyo institucional para el desarrollo de un mercado doméstico.

4.6. La cadena productiva de la pesquería de calamar gigante

La construcción de la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante y de la integración de cada uno de sus componentes se desarrolló tomando como referencia las recomendaciones del Centro de Agronegocios del Noroeste, así como por la metodología aplicada por SAGARPA y FIRA para la descripción de cadenas productivas en el sector agroalimentario. Las recomendaciones para fortalecer la integración de la cadena tienen como sustento la exhaustiva revisión de programas de apoyo sectorial, los que pueden ser aprovechados para la integración de estrategias y líneas de acción construidas con las recomendaciones de Hampton (1996).

5. EL RECURSO PESQUERO CALAMAR GIGANTE

El calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) es un cefalópodo que pertenece a la familia Ommastrephidae; es un típico organismo nectónico formador de cardúmenes con decenas de individuos de tamaño uniforme esparcidos ampliamente (Nesis, 1970, 1983). Se considera como un componente nerítico, encontrándose desde aguas oceánicas hasta sobre el talud continental (Nesis, 1970). Las áreas de pesca se localizan sobre el talud continental, sobre fondos de 200 a 2000 m, especialmente en la convergencia entre corrientes costeras y oceánicas (Sato, 1976). Caso particular merece la pesquería de calamar gigante en el Golfo de California, ya que se encuentra asociada principalmente a las zonas de surgencia de la región de las grandes islas en las inmediaciones entre los puertos de Guaymas en el estado de Sonora y Santa Rosalía en Baja California Sur.

Los caracteres distintivos (Fig. 1) del calamar gigante son: cartílago sifonal en forma de T invertida, dos hileras de ventosas en los brazos, cuatro en la maza, conectivos bucales pegados a los bordes dorsales de los brazos IV, (Wormuth, 1976, 1998; Roper *et al.*, 1984; Nesis, 1987), brazos atenuados y alargados. Una característica más es que a diferencia de los demás

ommatrephidos presenta fotóforos pequeños en todo el cuerpo, pero no presenta fotóforos oculares e intestinales en el estadio de paralarva, pero dichos fotóforos sí están presentes en juveniles y subadultos (Nigmatullin *et al.*, 2001).

La estructura poblacional de *D. gigas* es complicada, ya que se caracteriza por incluir al menos dos formas de madurez de diferente tamaño. Nesis (1983 y 1993), Chesalin (1994) y Yatsu *et al.*, (1998) sugieren dos formas, una temprana y otra tardía, esta última caracterizada por presentar tallas gigantes (hembras de 80-120 cm de longitud de manto). Otro factor que contribuye a la complejidad estructural de la población es que los rangos de distribución de los distintos grupos están parciales o totalmente solapados. Nigmatullin *et al.*, (2001) reconocen tres grupos intraespecíficos en base a las tallas adultas de machos y hembras: calamares pequeños con tallas de 130-260mm y 140-340 mm de longitud de manto; calamares medianos con tallas de 240-420mm LM y 280-600mm LM y calamares grandes con tallas >400-500mm y 550-650mm a 1000mm o más, correspondientes a machos y hembras respectivamente.

De las especies de calamar, *D. gigas* es la especie que se explota en forma comercial en México, específicamente en el Golfo de California. Una de las razones de su atractivo comercial es la calidad y contenido nutricional de su carne; sin embargo, el consumo nacional es bajo debido a que ha sido poco difundido.

5.1. Distribución y hábitat

El calamar gigante se distribuye en el Océano Pacífico Oriental (Fig. 2), considerado como especie subtropical, nerítico-oceánica, que visita aguas tropicales (Nesis, 1970). Su rango de distribución es semi-oceánico, limitado meridionalmente (Nigmatullin *et al.*, 2001), con un límite sureño en los 26° S (Wormuth, 1998). Al norte se conoce hasta las costas de California (Clark y Phillips, 1936; Croker, 1937; MacGinitie y MacGinitie, 1949; Anderson, 1978), aunque de manera general se localiza hasta las costas de Baja California (Wormuth, 1998). Su distribución hacia aguas al oeste y altas latitudes está limitada por la baja productividad de las masas de agua centrales. La necesidad de retornar al talud continental a desovar también debe de limitar su distribución sin que este aspecto haya sido comprobado. Las formas menores (hasta 30 cm LM) predominan en aguas oceánicas, mientras que las grandes son neríticas (Nesis, 1970).

Su distribución occidental incluye al menos, de norte a sur, las Islas Revillagigedo (Sato, 1975; Sánchez-Juárez, 1991), las islas Galápagos (Nesis, 1970; Kuroiwa, 1998), y la isla de Robinson Crusoe en el archipiélago Juan Fernández (Odhner, 1926) y su distribución más occidental alcanza los 125° W sobre el ecuador (Nesis, 1983); Wormuth (1998) señala que pueden alcanzar los 140° W, pero que ha de tratarse de individuos empujados por las corrientes ecuatoriales. Algunos autores como Hamman *et al.*, (1995), Wormuth (1998) y Sweedler *et al.*, (2000) sugieren que las oscilaciones en la distribución en la corriente de California son debidas a eventos de El Niño. En cuanto a la distribución vertical se pueden encontrar desde la superficie hasta los 1200 m de profundidad, durante el día generalmente se encuentran entre los 800-1000 m a más; mientras que en la noche suben a la capa superficial

hasta los 200m (Yatsu *et al.*, 1999). Algunos autores, sugieren que la distribución vertical ésta relacionada con una cierta segregación por sexos; un reporte japonés (Anónimo, 1999) afirma que la red de cuchara captura mayor proporción de machos en la superficie, al contrario que las poteras, que trabajan entre los 0-150 m de profundidad. Nigmatullin (1988a) sugiere que los machos se distribuyen por debajo de la profundidad a la que las poteras trabajan (0-20 m), por lo que se pescan pocos con ellas, mientras que la red de arrastre pelágica, con una apertura vertical de 50-90 m, pesca mayor proporción de ellos. Yatsu *et al.* (1998 y 1999) colocaron transmisores ultrasónicos en 3 calamares gigantes (25-43 cm LM) en el Domo de Costa Rica y frente a Perú. Los calamares nadaron sobre los 200 m de profundidad durante la noche y bajaron al menos hasta los 1000 m al amanecer.

Dentro del Golfo de California (Fig. 3) su distribución norteña está limitada por la plataforma continental y normalmente alcanza la zona del Canal de Ballenas. El límite más al norte del que se tienen informes lo constituyen ejemplares varados en la barra del Golfo de San Jorge. Nesis (1970, 1983) señala que las mayores concentraciones de calamar se encuentran en la zona donde la productividad primaria es alta pero no máxima, la biomasa de zooplankton es relativamente alta y el número de peces mesopelágicos y batipelágicos es máximo. En cuanto a la distribución vertical del calamar gigante dentro del Golfo de California, Ehrhardt *et al.* (1983b) localizaron calamares entrando al golfo a profundidades mayores a los 100 m.

Las migraciones horizontales del calamar gigante son muy extensas (Nesis, 1970, 1983) y se pueden dividir en dos tipos principales: migraciones pasivas, en las cuales se dejan a merced de las corrientes, entre ellos las masas de huevos fertilizados, paralarvas y juveniles (ocasionalmente adultos). Los juveniles se dispersan desde el área de desove a lo largo de una amplia área hacia el oeste y el ecuador con el curso de las corrientes de vientos alisios y de frontera este. Mientras que las migraciones activas solo las realizan los adultos en proceso de maduración, quienes forman grandes y densos grupos de cientos de animales, viajando a una velocidad entre los 5-10 y 20-25 km/h (Sabirov, 1983); el desplazamiento general de los adultos migrantes es hacia áreas más productivas y tras el periodo de alimentación vuelven a las áreas de desove costeras, madurando gradualmente (Nesis, 1970, 1983).

Diversos autores han descrito el patrón migratorio de *Dosidicus gigas* hacia dentro y fuera del Golfo de California, entre ellos Klett-Traulsen (1981, 1982 y 1996) describe el proceso migratorio con base en los patrones de distribución observados en su pesquería desde 1974. Este autor explica que el calamar se concentra en la boca del Golfo y entra en el durante el invierno (diciembre-marzo), con cardúmenes de calamar grande (45 cm LM), entrando primero por el centro, seguido de calamar más pequeño (30-40 cm) que viaja cercano a la orilla. En esta época el calamar forma pequeños cardúmenes dispersos que no son atraídos por la luz. En el invierno tardío, sin embargo, se encuentran grandes concentraciones de calamar maduro (≥55 cm LM) en el centro del Golfo de California a los 28° N frente a Guaymas, donde comienza una exitosa temporada de pesca. En ésta época organismos más pequeños arriban a la zona entre las islas San José y Santa Catalina y al centro del Golfo. Hacia la mitad de la primavera el calamar escasea frente a Guaymas y los individuos grandes se marchan. En primavera un grupo de organismos medianos y grandes cruzan desde la costa oriental hacia Santa Rosalía y un segundo grupo de adultos jóvenes y juveniles se mueve hacia el norte por

la costa occidental alcanzando primero Loreto y posteriormente Santa Rosalía. La máxima concentración y rendimiento pesquero del recurso ocurre en verano (junio-septiembre) frente a Santa Rosalía y Loreto, donde se da una prolongada temporada reproductora (marzo-noviembre), observándose el reclutamiento de diferentes cohortes. En otoño, octubre-noviembre, el calamar escasea y se dispersa en aguas profundas, acercándose a la entrada del Golfo, tras completar su función reproductora.

Una versión similar del modelo de migración es descrita por Ehrhardt *et al.*, (1983a, b; 1986) y Ehrhardt (1991) quienes aseguran que este fenómeno es una respuesta a las actividades alimenticias y reproductivas de la especie (Fig. 4). Ellos concluyen que entre mayo y agosto los ejemplares mayores (35-65 cm LM) se localizan frente a la costa de Santa Rosalía, BCS, mientras que los menores (20-40 cm LM) están más alejados de ella. Además, durante el invierno parte de la población constituida por individuos grandes (55-75 cm LM) permanecen en la parte centro-oriental del Golfo, y de aquellas que salen del Golfo, un componente emigra al sur a lo largo de la costa del continente, y el segundo se extiende alrededor de la punta de Baja California, probablemente para reproducirse frente a la costa occidental de la península de Baja California, tal y como sugirió Sato (1976). Con relación a esto, Ramírez y Klett (1985) hallaron calamar chico en el sur del Golfo en junio 1981, con un elevado porcentaje de hembras maduras que presumiblemente migraban hacia el norte con carácter reproductivo.

Morán-Angulo (1990) observó el mismo modelo de migración para 1989-90 en el lado occidental del Golfo, con calamares que llegan a Santa Rosalía y Loreto en primavera, máximas abundancias de calamar en verano y paulatina disminución durante el otoño e invierno. Guerrero-Escobedo *et al.* (1992, 1995) encuentran descargas en La Paz desde enero a marzo, abundancias máximas durante el verano de 1991 fuera de Santa Rosalía y Loreto, y disminución de las capturas a partir de noviembre.

5.2. Reproducción

Dosidicus gigas es dioico con dimorfismo sexual moderado, siendo el manto de los machos cilíndrico, mientras en las hembras se extiende ligeramente en la parte media, cuando los oviductos están llenos (Nesis, 1970). El calamar gigante, como el resto de los omastrefidos oceánicos, es un organismo semélparo con desoves interrumpidos en la etapa final de su vida (Nesis, 1970 y 1983; Boyle, 1983; Harman *et al.*, 1989).

En estudios de biología pesquera de cefalópodos se necesita una definición clara de los estadios de madurez, con el fin de reconocer distintas poblaciones desovantes (Voss, 1983; Mangold, 1987). Una de las escalas de madurez más empleada es la escala de madurez universal desarrollada por Lipiński (1979), redefinida en Lipiński y Underhill (1995), con 6 estadios tanto para machos (Fig. 5 derecha) como para hembras (Fig. 5 izquierda) basados en el grado de desarrollo de las gónadas como de los órganos sexuales accesorios. Dichos estadios son: I inmadurez (juvenil), II inmadurez (diferenciación morfológica primaria del aparato reproductor), III maduración (diferenciación secundaria de los órganos sexuales), IV maduración incipiente (maduración funcional), V madurez avanzada (animales desovando activamente) y VI pospuesta (estadio hipotético, por analogía con otras especies).

Por estudios histológicos se sabe que los calamares son especies monocíclicas con desarrollo gonadal asincrónico. Lo que complica la clasificación de los estadios de desarrollo de la gónada. Sin embargo, Markaida (2001) confirma que los estadios de madurez básicos (inmaduros, madurando y maduros) tienen una base histológica real por lo que pueden ser usados con confianza.

Las hembras de calamar gigante alcanzan tallas mayores y son más numerosas que los machos. Esto se debe a que los machos viven menos, maduran antes y mueren tras la copulación, a una edad menor (Nesis, 1970, 1983; Benites, 1985). El predominio de hembras sobre machos también ha sido explicado por Sato (1975) y Marcial-Ramos (1996), ellos atribuyen tal situación a una mayor mortalidad masculina o por segregación sexual tras la cópula. Anónimo (1999) y Markaida (2001) le suman el efecto de selección del arte de pesca, que deja fuera a hembras grandes maduras y a machos pequeños, ya sean maduros o no, debido a una segregación sexual por profundidad. Por lo cual sería interesante evaluar la selectividad de la potera ya sea por el tamaño de ésta como la profundidad a la que se hacen los lances.

El comportamiento reproductivo del calamar gigante en el Golfo de California ha sido analizado en diversos trabajos (Klett 1981, 1982) sugiriendo una temporada reproductiva de marzo a noviembre con un pico principal de junio-julio. Sin embargo, Ehrhardt *et al.*, (1983a, 1983b, 1986) reportan que las hembras maduran a los 35-40cm LM (4 a 6 meses de edad) y los machos a los 18-25cm LM (2 a 3 meses de edad, además identificaron tres picos reproductivos; el más importante en diciembre-enero cerca de Guaymas y a lo largo del talud continental de la costa occidental de Baja California. Sugieren que este evento reproductivo genera a los individuos que se reclutan a la pesquería en marzo-abril y la sustentan hasta septiembre. Los otros dos picos reproductivos ocurren en mayo-junio y en septiembre, cerca de Santa Rosalía, y se reclutan a la pesquería en septiembre y enero-febrero, respectivamente. Sin embargo, los mismos autores concluyen que el ciclo reproductivo no está periódicamente establecido y varía con las condiciones oceanográficas. Markaida, (2001), en un estudio que abarca la temporada 1995-1997, afirma la presencia constante de hembras maduras, pero sin exceder el 25%. En el caso de los machos los individuos maduros estuvieron presentes en todos los meses, lo que sugiere que están disponibles para la reproducción durante todo el año, por lo que infiere la existencia de un período reproductivo extendido a lo largo del año sin ningún pico reproductivo en particular. Esto refuerza la idea que el desove se realiza en áreas afuera de los taludes continentales de la región central del Golfo de California, ya sea dentro o fuera del Golfo (según Sato, 1976 y observaciones de Markaida, 2001).

Algunos autores sugieren que la alta fecundidad del calamar gigante está más relacionada con su gran tamaño y la alta productividad del habitat que con la necesidad de afrontar altísima mortalidad. En general la fecundidad potencial es 0.3-1.3 millones de oocitos. En cuanto a los machos el número de espermátóforos varía de 300 a 1200 (tamaño promedio: 25-35 mm).

La cópula se realiza en posición cabeza-cabeza, donde el macho transfiere los espermátóforos mediante el hectocotilo (cuarto brazo modificado) del macho, depositándolos en la membrana bucal de la hembra. El desove es de carácter intermitente y se presume ocurre en la capa de agua cercana a la superficie (Nigmatullin *et al.*, 2001).

Sato (1975) describe individuos de talla mediana (23cm de longitud de manto) con machos maduros y hembras copulando a los 20 cm de longitud de manto, con una tasa de apareamiento en hembras de 70-90% y la razón hembras: machos = 1.5:5.2.

En 1981, cuando el recurso prácticamente desapareció del Golfo de California, Ramírez y Klett (1985) observaron una talla menor de calamares (25-30 cm LM) desde mayo a septiembre, encontrando que en la costa occidental del Golfo las hembras desovantes dominaron durante mayo-julio y las maduras lo hicieron en agosto; la mitad de las hembras maduraban a los 30 cm LM y la razón entre sexos era entre 1.5:1 y 3:1 a favor de las hembras. En la región sur del Golfo de California, el 90% de las hembras medían entre 26 y 33 cm LM, y la razón sexual era de 1.82:1 a favor de las hembras.

5.3. Edad y crecimiento

La relación de la talla respecto al peso es una práctica común en estudios de pesquerías, siendo el procedimiento usual en cefalópodos comparar la talla del manto (LM) contra el peso total del animal (P) (Forsythe y Van Heukelem, 1987). La mayoría de los trabajos sobre el tema Ehrhardt *et al.* (1982, 1983a,b), Ramírez y Klett (1985) y Koronkiewicz (1988) sugieren un crecimiento isométrico en sus relaciones ($b=3$) o con alometría ligeramente positiva. Una herramienta recientemente utilizada para los análisis de edad y crecimiento es la lectura de los estatolitos (Rodhouse y Hatfield, 1990). Con dicha herramienta Markaida (2001) deduce que el calamar se recluta a la pesquería a los 25-30 cm, que correspondería a una edad de 155-180 días (5 meses), encontrando ejemplares de hasta 442 días de edad, lo que difiere de lo informado por Ehrhardt *et al.* (1983a,b, 1986), quienes señalaron que la edad de reclutamiento era de 4 a 6 meses para hembras y 2 a 3 meses para machos. No es posible estimar la longevidad máxima por falta de ejemplares desovados, ya que estos tienden a dejar de alimentarse (Rodhouse y Hatfield, 1990).

5.4. Alimentación

Dosidicus gigas es un predador voraz y su dieta incluye principalmente sardina (*Sardinops caeruleus*), macarela (*Scomber japonicus*), langostilla (*Pleuroncodes planipes*) (Ehrhardt *et al.*, 1986; Ehrhardt, 1991), mictófididos, engráulidos, carángidos (Sato, 1976), plancton y menor grado bentos (García Domínguez y González-Ramírez, 1988) y cefalópodos (Markaida y Sosa-Nizsishaki, 2003). Además, se ha comprobado que el canibalismo es una conducta común. La disponibilidad de alimento es condición indispensable para el crecimiento, así como la temperatura, la que actúa como el factor más importante para la madurez, la que está positivamente correlacionada con la tasa de crecimiento (Forsythe y Van Heukelem 1987).

5.5. Relación Recurso-Ambiente

Se conoce que el calamar gigante tiende a concentrarse en las zonas de surgencias del centro del Golfo de California (Ehrhardt *et al.*, 1983 a,b, 1986; Brito-Castillo *et al.*, 2000), donde

encuentra alimento abundante para crecer rápido, mientras que sus bajas temperaturas retardan la madurez sexual, dando lugar a una forma gigante tal como lo sugieren Nesis (1970, 1983), Mangold (1987), Nigmatullin *et al.* (1991, 1999). Esta región constituye un área de alimentación del calamar gigante, el cual se alimenta de especies mesopelágicas anuales muy abundantes y con una rápida respuesta a cambios medioambientales y que en parte pudieran ser responsables de las grandes fluctuaciones en la abundancia del mismo calamar (Ehrhardt, 1991; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001).

Se reconoce la existencia de múltiples cohortes en ésta zona, las cuales maduran consecutivamente durante todo el año. No hay evidencias definitivas de que esta área sea una región de reproducción, por lo que es posible que el calamar desove fuera del Golfo de California (Markaida, 2001). Nigmatullin *et al.* (2001) sugiere que los calamares se pueden encontrar en la capa del mínimo de oxígeno, a grandes profundidades.

El calamar gigante es una especie euritérmica, pudiendo encontrarse en aguas con un amplio rango de temperatura superficial, entre 15-28° C (Nesis, 1983), incluso 30-32° C en aguas ecuatoriales. El límite inferior de temperatura observado para *D. gigas* es a los 4-4.5° C en aguas profundas Nigmatullin *et al.*, (2001). Las mayores concentraciones de calamar se ubican entre los 17-23° C en el hemisferio sur.

En los primeros años de la pesquería en México, Sato (1975) concluye que la distribución del calamar gigante en aguas mexicanas está ligada a aguas calientes, dado que el 65% de las capturas se da en temperaturas de 27° C, el 27% a los 25° C y el 5% a temperaturas menores de 24° C y que los calamares de hasta 36 cm LM prefieren temperaturas elevadas. Este autor añade que las áreas de pesca se forman en regiones donde se encuentran distintas corrientes.

El calamar gigante se distribuye en el Golfo de California en aguas con temperatura superficial de entre 16 y 32° C (Ehrhardt *et al.*, 1982b) y se asocia a zonas de surgencia (Ehrhardt *et al.*, 1983a,b, 1986; Brito-Castillo *et al.*, 2000). Guerrero-Escobedo *et al.* (1992, 1995) encontraron hembras maduras en abril y septiembre de 1991 en la costa occidental del Golfo de California, a temperaturas superficiales de 22-28° C. Leal-Ocampo (1994) reporta que la captura frente a la costa occidental de Baja California se efectúa en zonas de temperatura superficial entre 17 y 29.9° C, pero las mejores capturas se realizan a los 21-22° C. Brito-Castillo *et al.*, (2000) encontraron que el rango de temperatura óptimo para el calamar gigante a profundidades de captura (60-80 m) es de 12.8-16.5° C.

Un comportamiento curioso es que durante luna llena evitan acercarse a la superficie (Wormuth, 1976), algo que se refleja en su pesquería, obteniéndose mayores capturas durante luna nueva y menores durante luna llena (García-Vázquez, 1990; Sánchez-Juárez, 1991; Nigmatullin, 1988; Nigmatullin *et al.*, 1995). Leal-Ocampo (1994) notó que los calamares mayores a 39 cm LM se capturan durante la luna llena y cuartos de luna y el calamar más pequeño durante todas las fases.

6. LA PESQUERÍA DE CALAMAR EN MÉXICO

6.1. Antecedentes

Las primeras capturas de calamar registradas corresponden a la pesca exploratoria a lo largo de la costa del Océano Pacífico mexicano, incluido el Golfo de California en octubre-diciembre de 1971 (Sato, 1975; 1976). Las capturas máximas fueron de 24 ton del lado de la costa occidental de la península de Baja California mientras que dentro del Golfo de California la captura fue muy baja con sólo 780 kg.

La pesquería comercial de calamar gigante comenzó en el Golfo de California en 1974 por medio de pequeña flota artesanal que pescaba durante dos o tres meses en verano en el litoral de B. C. S.; la demanda nacional era baja y el calamar era consumido localmente de manera cruda (Holguín-Quñones, 1976; Ehrhardt *et al.*, 1982b, 1983a,b).

En 1978 la flota de barcos camaroneros se incorporó a la pesquería del calamar durante la temporada de veda del camarón. Un año más tarde cinco barcos japoneses se incorporaron a la pesquería, a través de empresas de coinversión de capital mexicano-japonés, y la temporada se extendió a 7 meses, aumentando su producción. La industrialización del calamar se limitó a producto fresco y congelado. (Klett-Traulsen, 1981; Klett, 1982; Ehrhardt *et al.*, 1982b, 1983a,b; Anónimo, 1992).

En 1980 la flota incluyó 15 barcos calamareros japoneses, 200 camaroneros, 10 huachinangueros y alrededor de 60 pangas; la temporada de pesca se extendió a 10 meses del año y la producción alcanzó a 22.464 ton (Klett-Traulsen, 1981; Klett, 1982; Ehrhardt *et al.*, 1982b, 1983a,b; Leal-Ocampo, 1994).

En 1981 las capturas descendieron a 9.816 t, causando serios problemas a la industria pesquera y en 1982 el recurso deja de presentarse en el Golfo de California. Las causas fueron asociadas a la sobreexplotación del recurso, la modificación del comportamiento migratorio asociado a cambios en el medio ambiente o ambas (Ramírez y Klett, 1985).

Fue hasta 1988 que se empezaron a detectar nuevamente cantidades considerables de calamar gigante dentro del Golfo de California, por lo que una pequeña flota constituida por 60 pangas, más 4 a 6 embarcaciones sardineras, escameras y camaroneras que empezaron a extraer calamar gigante (Rosa *et al.*, 1992, 1995). A principios de 1989 el CRIP de La Paz encontró grandes cantidades de calamar gigante en el lado occidental del Golfo de California, por lo que se promovió un programa de prospecciones durante ese año y hasta abril de 1990. La mayor abundancia del recurso se detectó frente a Santa Rosalía y Loreto en el verano (Morán-Angulo, 1990). De abril a septiembre de 1991 se realizó una investigación extensa en la misma área. Ese año la flota artesanal capturó 1.172 ton. En 1994 el calamar gigante ocurrió de nuevo en cantidades abundantes en el Golfo de California con una captura de 5.101 ton en B. C. S. (Klett-Traulsen, 1996), iniciándose un nuevo período de pesca. Ya en 1996 y 1997 las capturas alcanzaron cifras anuales record de 107.966 ton y 120.877 ton, respectivamente.

6.2. La pesca de calamar gigante

En México existen dos zonas de producción principales, Santa Rosalía en Baja California Sur y Guaymas en el estado de Sonora. La actividad de esta pesquería se extiende a todo el año, concentrándose frente a Baja California Sur en primavera y verano, siendo éste el principal estado productor de calamar, donde además es la principal especie en volumen de capturas (García-Rodríguez, 1995; SEMARNAP, 1996, 1997, 1998, 1999 y 2000), y frente a Sonora en otoño e invierno (Hernández-Herrera *et al.*, 1998). Los principales puertos de desembarque en Baja California Sur son Santa Rosalía y en menor medida Loreto, así como Guaymas en el estado de Sonora.

La pesquería de calamar se realiza básicamente durante el periodo de penumbra y oscuridad, a embarcación parada, la cual está equipada con una fuente de luz, que es la que atrae a los calamares, esto debido al fototropismo positivo característico de la especie; sin embargo, por comentarios de los propios pescadores de Santa Rosalía comentan que el calamar también es pescado durante el día en algunos meses del año, solo que se prefiere trabajar durante la noche ya que la temperatura ambiente es más baja lo que ayuda a la conservación y manejo del recurso. El arte de pesca utilizado es la potera, que es un anzuelo especial en forma de huso con varias hileras de ganchos dispuestos en forma de rehilete, el movimiento de éstos, el efecto de la luz y un dispositivo denominado “hueso” el cual tiene características de luminiscencia debajo del agua, es lo que atrae al calamar. Los barcos calamareros cuentan con equipos automatizados conformados por brazos mecánicos con varias líneas u poteras, su periodo de pesca puede variar incluso hasta semanas, razón por la cual es necesario un área de almacenamiento y congelación del producto. Las embarcaciones menores operan básicamente con dos pescadores, cada uno con su respectiva potera y jalan el calamar a brazo tendido. Generalmente el eviscerado y el fileteo es en la mar, llegando a puerto con el producto fresco y limpio para la entrega.

En 1994 con la reapertura de la pesquería de calamar por primera vez se establece una estrategia de manejo del recurso, utilizando el método del escape proporcional de reproductores (Arenas-Fuentes y Díaz de León-Corral, 1997; Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez, 1997; Hernández-Herrera *et al.*, 1998).

6.3. Desembarques y esfuerzo pesquero

En la región noroeste del país se pesca todo el calamar gigante, de donde Baja California Sur, Sonora y Sinaloa (Fig. 6) son los estados de mayor aportación pesquera, con 475, 15.838 y 1.235 ton, respectivamente (Fig. 7). En los volúmenes de producción pesquera, para el año 2001 el calamar gigante se ubica en quinto lugar a escala nacional (después de la sardina, atún, mojarra y camarón) con 73.833 ton de peso vivo y 52.645 ton de peso desembarcado, equivalente al 4,85% del total obtenido por las distintas pesquerías. El porcentaje aportado del valor total de producción pesquera expresado en miles de pesos mexicanos correspondió al 0.88% (www.sagarpa.gob.mx).

La serie histórica para la pesquería de calamar a partir de 1991 muestra de manera general un aumento paulatino (Fig. 8); sin embargo, en los periodos de 1981-1988 la pesquería se desplomó literalmente y no fue sino hasta 1994 cuando se reinició la pesquería de calamar en el país.

La activación de cualquier cadena productiva, sin duda, está en función de una demanda de mercado. De tal forma que en la generación de la oferta es necesario prever las cantidades necesarias de materia prima y su fuente de abasto. En este contexto, las cadenas productivas pesqueras, dependen en gran medida de recursos naturales biológicos en los que su abundancia está íntimamente relacionada con factores que escapan del control humano. De aquí la importancia de que en los estudios de cadenas productivas pesqueras, se considere prioritario acceder al conocimiento de la parte biológica y ecológica de los recursos, mismos que posteriormente se convertirán en materias primas, de las que en medida significativa dependerá la optimización e integración de la cadena.

De acuerdo con lo anterior, al reconocerse el recurso calamar como la materia prima que sustenta una actividad productiva importante en la región del noroeste de México. Su alta fecundidad y elevada tasa de crecimiento permiten que exista disponibilidad de materia prima durante todo el año, ya sea en la costa oriental (invierno-primavera) o en la costa occidental (verano-otoño) del Golfo de California. Debido a lo corto de su ciclo de vida es muy importante considerar los periodos de madurez sexual y desove para implementar adecuadamente estrategias de manejo del recurso.

Existe a la fecha incertidumbre sobre las causas que provocan los colapsos en la población así como cambios súbitos en la distribución del calamar gigante, tal fue el caso del año de 1998 cuando el calamar gigante desapareció por unos meses del Golfo de California y se pescó frente a las costas de Bahía Magdalena, lo que hace necesario investigar en esta dirección para asegurar la disponibilidad de materia prima para la industria.

Actualmente la flota está constituida por más de mil pangas, que operan con dos pescadores en Santa Rosalía y entre dos y tres en Guaymas, y unos 250 barcos camaroneros con tripulaciones de 10 pescadores (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000). Las pangas pueden capturar entre 500 y 1,500 t por noche (García-Rodríguez, 1995). Los desembarques en Guaymas se realizan por pangas que trabajan en la temporada, entre noviembre y mayo, y barcos camaroneros y sardineros que pueden faenar invariablemente en ambas costas durante todo el año, aunque su participación en la pesquería del calamar está condicionada al término de la temporada del camarón o la sardina, respectivamente. Estas embarcaciones enhielan el producto cuando pescan frente a las costas de Baja California Sur durante dos o tres días. Su captura ronda las 3-10 t por noche (García-Rodríguez, 1995).

6.4 Planta Industrial

El calamar gigante es un recurso pesquero que en el Noroeste de México durante los últimos 9 años se ha identificado a su explotación comercial como una actividad generadora de

beneficios económicos y sociales de significativa relevancia. La industria pesquera que agrega valor al recurso, se encuentra instalada muy cerca de las principales zonas de pesca, las cuales se localizan en Santa Rosalía, Baja California Sur y Guaymas, Sonora. Asimismo, aunque con menor relevancia en el contexto de la industria calamarera, Baja California y Sinaloa registran de una a dos plantas pesqueras que procesan el calamar, destacando que una buena parte de su materia prima procede de las principales zonas de pesca antes mencionadas. En los siguientes párrafos se describe la industria calamarera en términos del estado que guarda la calidad sanitaria de sus productos y las condiciones sanitarias de su infraestructura de procesos.

El estudio de la industria calamarera se centró en 10 empresas, cinco de ellas instaladas en Guaymas, Sonora y las restantes instaladas en Santa Rosalía, Baja California Sur. Las empresas seleccionadas para el estudio, se consideran representativas del sector por cumplir las siguientes características:

- Procesadoras de calamar como una de sus principales líneas de producción.
- Trayectoria empresarial reconocida en el sector, al menos cinco años consecutivos de operación.
- Niveles de producción de calamar, continuos y suficientes para atender una parte de la demanda en mercados nacional e internacional, en los últimos tres años de operación.
- Naves de proceso equipadas con maquinaria (cortadoras, refrigeración, congelación, etc.) y mobiliario (mesas, tinas de lavado, básculas, etc.) de tamaño industrial.

A continuación se presentan algunas características generales sobre la planta industrial calamarera de Sonora y Baja California Sur:

	SONORA	BCS
Inicio de operaciones más reciente	1995	1994
Temporada calamarera	Oct-Mayo	Abril-Nov
Empleos generados por temporada calamarera	750	2,000
Principal zona industrial	Guaymas	Sta. Rosalía
Producción industrial 2001 (toneladas)	4,250	12,513
Valor de la producción industrial 2001 (miles de US dlls)	5,200	15,300

La industria calamarera aplica al recurso cuatro principales procesos: congelación, cocido, secado y recientemente reducción (figura 9). A partir de dichos procesos, se identificaron cuatro principales productos en el siguiente orden de importancia:

- Producción de daruma (manto cocido-sazonado-congelado). Combina los procesos de cocido y congelado.

- Producción de congelados (manto, tentáculos, cabeza y aleta). Proceso de congelación.
- Producción de calamar seco (manto cocido-sazonado-secado). Combina los procesos de cocido y secado.
- Producción de harina (desechos de calamar ó calamar entero). Proceso de reducción.

Como se discute en el apartado 7.5 relativo al *Destino de la producción industrial*, la daruma, el calamar seco y la harina, se dirigen a mercados asiáticos principalmente, en tanto que los congelados se distribuyen en el mercado nacional. En todos los casos, se identifican productos no terminados, es decir son materias primas intermedias para otras industrias, por lo que son productos catalogados con un valor agregado medio.

Referente a aspectos de aseguramiento de calidad y estado sanitario, la industria calamarera fue estudiada a partir de la información que arrojaron los instrumentos de trabajo diseñados para medir el nivel de implementación del Sistema de Análisis de Riesgos e Identificación de Puntos Críticos (ARICPC, homólogo al HACCP) que es definido por la NOM-128 de Secretaría de Salud, y el nivel de cumplimiento en la aplicación de buenas prácticas de higiene y sanidad en naves de proceso, las cuales son definidas por la NOM-120 de la Secretaría de Salud (Anexo Metodológico 3).

La calidad total de un alimento está definida por los niveles de calidad que muestre el producto en términos gastronómicos, sanitarios y comerciales. En este sentido, la calidad gastronómica del alimento está definida por sus propiedades culinarias, las que íntimamente se relacionan con la cultura alimenticia del consumidor. Un alimento posee calidad sanitaria, siempre que demuestre no causar enfermedades al consumidor (sano) y estar libre de cualquier contaminante (higiénico). Comercialmente un alimento posee calidad, al poder penetrar en un mercado determinado y mantener su demanda en el mismo.

Los instrumentos de aseguramiento de calidad y estado sanitario permitieron emitir valoraciones respecto al nivel de calidad sanitario de los productos de calamar elaborados en las plantas diagnosticadas, esto en función de las prácticas de higiene y sanidad que se aplican durante su procesamiento, las condiciones sanitarias de las naves de proceso y las prácticas relacionadas con el sistema ARICPC.

En términos generales, los resultados muestran a una industria calamarera con altos niveles de cumplimiento sanitario respecto a la NOM-120-SSA. En promedio, la industria cumple en un rango del 80 al 98% con los requerimientos de la norma en cuestión. Bajo un enfoque comparativo en los aspectos sanitarios, la industria calamarera instalada en Sonora muestra un cumplimiento ligeramente mayor, que la instalada en Baja California Sur, 84% para el caso de la primera y 80% en la segunda (figura 10). Sin embargo, al considerar el cumplimiento de la norma a través de una ponderación, el estado sanitario de la industria calamarera no es tan homogéneo, como puede apreciarse en la figura 11. Dicha ponderación se basó en asignar una posición de 1 a 10 a las empresas diagnosticadas, en la que 1 correspondió a la empresa que en

sus naves de proceso fue observable un estado crítico de sus instalaciones y condiciones bajo las que lleva a cabo sus procesos, y 10 a la empresa que en el mismo sentido mejores características mostró.

La figura 11 deja ver que un tercio de la industria calamarera, se encuentra en condiciones sanitarias críticas. En la misma figura se observa que el tercio de la industria calamarera que mejores condiciones sanitarias muestra, se localiza en Baja California Sur. Este segundo tercio saca ventaja del resto del universo, debido a que tiene mayores niveles de cumplimiento en los requisitos de instalaciones físicas, instalaciones sanitarias, servicios a planta y limpieza y sanitización, que son los requisitos que destacan a simple vista, y por ende, impactan significativamente en el resultado cualitativo y cuantitativo del diagnóstico.

A fin de que la industria calamarera incremente su nivel de cumplimiento sanitario respecto a la NOM-120-SSA, es recomendable que se trabaje en programas de mejora, principalmente en las áreas de higiene del personal, almacenamiento de materias primas y productos terminados, prácticas de limpieza y sanitización de equipos y áreas de proceso, así como en el control de plagas. En este sentido, las empresas pueden optar por la contratación de asesores externos que diseñen e implementen dichos proyectos de mejoramiento sanitario, para ello, las empresas pueden aprovechar programas del gobierno federal que subsidian este tipo de contrataciones, entre los que destacan Programa de Apoyo a la Capacitación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Programa de Apoyo Técnico de BANCOMEXT y otros operados por Nacional Financiera y FIRA.

Respecto a la NOM-128-SSA, los niveles de cumplimiento son en promedio del 47%, registrándose un rango de cumplimiento que oscila entre el 25 y 65% (figura 12). Comparando la industria calamarera instalada en Sonora, con la instalada en Baja California Sur, esta última muestra mayores niveles de cumplimiento de la norma en cuestión con el 51% de los requisitos normativos cumplidos, contra el 43% de cumplimiento de la primera. De igual forma que en la evaluación del cumplimiento normativo del estado sanitario de las instalaciones, al ponderar el cumplimiento de la NOM-128-SSA bajo los mismos criterios arriba descritos, se observa que un tercio de la industria calamarera muestra un rezago significativo en este rubro, el segundo tercio deja ver mejoras significativas (Sonora) y el tercio restante de esta industria localizado en Baja California Sur presentó mayores niveles de cumplimiento (figura 13). Considerando la obligatoriedad de la NOM-128-SSA para la industria pesquera nacional, el nivel de cumplimiento para el caso de la industria calamarera es bajo.

Bajo la concepción más básica de un sistema de aseguramiento de calidad, este debe cumplir las características de ser documentado al mayor detalle, mantenido a través de un sistema de monitoreo permanente y mejorado mediante prácticas de verificación. En este sentido, el sistema ARICPC es un sistema de aseguramiento de calidad que permite la obtención de productos alimenticios con calidad sanitaria. En el caso de la industria calamarera, la documentación del sistema ARICPC es adecuada, a la vez que el monitoreo del mismo también es llevado a cabo en forma aceptable, sin embargo, la verificación es el requisito que mayor incumplimiento registró.

La escasa verificación del sistema ARICPC en la industria calamarera, conduce a inferir que

el cumplimiento de la norma es por inercia. Es decir, su cumplimiento es en respuesta a una normativa obligatoria, más que a una identificación de su conveniencia como una herramienta estratégica de mercado. En el caso de la industria calamarera, la situación que se describe tiene lugar por las siguientes razones:

1. Entre el 65 y 75% de la industria calamarera es resultado de coinversiones México-Asiáticas, en las que la toma de decisiones respecto a operaciones comerciales y condiciones de proceso, en medida significativa son responsabilidad de la parte asiática, misma que en la mayoría de los casos muestra una alta reticencia al cumplimiento de la normatividad sanitaria y medio ambiental vigente en el país.
2. Los principales mercados de destino para los productos de calamar mexicano son los asiáticos. Destacando que dichos productos son materias primas intermedias dirigidos a otras industrias, las cuales en algunos casos son empresas filiales de la parte asiática instalada en México
3. En los mencionados mercados destino, en general son bajas las exigencias de normatividad sanitaria para materias primas alimenticias, que es el caso de los productos de calamar elaborados en la industria calamarera que opera en México.

Es importante destacar que la NOM-128-SSA es verificada por la Secretaría de Salud por línea de proceso, de igual forma el instrumento fue aplicado para las líneas de calamar exclusivamente. En este sentido, para que la industria calamarera incremente su nivel de cumplimiento sanitario respecto a la norma en cuestión, es recomendable que lleve a cabo programas orientados al mejoramiento de las prácticas de higiene y sanidad que aplican los empleados, la organización empresarial, los procedimientos aplicados para el control de calidad, la compra de materias primas y las acciones de verificación. El desarrollo de dichos proyectos, al igual que el mejoramiento sanitario, puede ser apoyado por asesores externos, aprovechando también en este caso los apoyos empresariales de programas del gobierno federal.

Se hace necesario destacar el hecho de que acciones dirigidas a promover y fomentar el cumplimiento de las normas sanitarias y ambientales aplicables a la industria calamarera, no deben ser acompañadas de programas estatales o municipales que financien proyectos de mejora en esos rubros, ya que al existir los programas del gobierno federal antes citados, se estarían duplicando recursos públicos. En este sentido, se recomienda que la CONAPESCA sirva como agente promotor de los programas de gobierno ya existentes, a fin de asegurar un efectivo flujo de información respecto a las reglas de operación de cada programa, y entonces esperar de esta acción, beneficios directos para la industria calamarera.

Ante la posibilidad real de que se mantenga la dominancia de la industria México-Asiática en el caso de la industria calamarera del Noroeste de México, no solamente el comportamiento general de la cadena productiva del calamar gigante seguirá dependiendo de los efectos del mercado asiático, sino incluso permanecerán vigentes las siguientes condiciones negativas:

- Limitada participación en nichos internacionales, distintos al asiático, que se identifican como atractivos para el calamar.
- Mantener una larga cadena comercial por una alta participación de intermediarios.
- Desinformación sobre las condiciones del comercio mundial del calamar, lo que resulta en alta incertidumbre por parte del productor primario (pescador) en las negociaciones para la fijación del precio del calamar como materia prima.
- Evidente oligopolio en el lado de la demanda, al identificarse que son solo unas cuantas industrias calamareras las que dominan y conducen las decisiones respecto a la forma de negociar precios de materia prima.
- Problemas de tipo sanitario y ambiental, derivados principalmente por incumplimiento de normas obligatorias vigentes.
- Estancamiento y pérdida gradual de la competitividad del productor primario.
- Limitadas acciones hacia la diversificación de productos.
- Estancamiento de la actividad hacia su incorporación al desarrollo regional.
- Limitados escenarios en los que sea posible el asociacionismo estratégico a lo largo de toda la cadena productiva.
- Toma de decisiones para el manejo de la pesquería, a través de presiones y desinformación o información poco fiable.

Los anteriores efectos negativos que impactan directamente en toda la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante, conducen a recomendar las siguientes acciones:

- Promover el asociacionismo estratégico, principalmente en el ámbito de productores primarios.
- Generar condiciones que permitan la instalación de micro industrias orientadas a la diversificación de productos.
- No seguir creciendo en plantas industriales que elaboren productos de calamar congelado, daruma o cualquier otro de bajo valor agregado.
- Aplicar con criterio estricto la normatividad sanitaria y ambiental vigente para la industria pesquera a la industria calamarera en operación.
- Diseñar políticas industriales que orienten a las actuales empresas al aprovechamiento integral del recurso.
- Difundir información comercial real sobre los productos del calamar en el mercado internacional.

Para lograr lo anterior, es imprescindible que desde el sector gobierno se generen las condiciones adecuadas para que los diferentes productores que intervienen en la cadena productiva operen en un ambiente de equidad económica. Es decir, generar las condiciones que permitan, en primer término, ir eliminando gradualmente las fallas de

mercado detectadas, tales como el oligopolio industrial, altos niveles de intermediarismo que afecta directamente la fijación del precio del calamar como materia prima y alta dependencia de nichos de mercado asiáticos.

6.5. Destino de la producción industrial

De acuerdo con la información sobre el comercio de productos pesqueros, los cefalópodos, después del camarón y túnidos, se han ubicado en el tercer grupo de mayor importancia comercial a escala internacional. A este respecto, se ha identificado a Japón como el principal consumidor de cefalópodos en el ámbito mundial, absorbiendo el 31% de la producción total; siguiéndole otros países asiáticos como Corea, Taiwán, Hong Kong, con el 30% y algunos países del mediterráneo entre los que destacan Italia, Francia y Grecia, que junto con España, Portugal y Alemania, absorbe el 15% de la producción mundial de cefalópodos (Anónimo, 1992).

En México, el recurso calamar está compuesto de varias especies de los géneros *Loligo*, *Lolliguncula*, *Loliolopsis*, *Illex*, *Ommastrephes* y *Symplectoteuthis*, la mayoría se pesca en forma incidental y solamente el calamar gigante *Dosidicus gigas*, es actualmente la especie que constituye la única pesquería con un grado de desarrollo importante en el Pacífico norte de México.

La importancia de este recurso en México es regional, principalmente en el Golfo de California. Los principales estados productores son Sonora y Baja California Sur. Los principales países compradores del calamar gigante de México son, Corea del Norte, Japón, Corea del Sur, Hong Kong, Estados Unidos, Chile y España.

El mercado nacional e internacional está sujeto a la demanda. Para el mercado nacional se presenta en filete congelado y enlatado, para otros países se procesa como filete congelado, filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores. En general, el filete sazonado se conoce con el nombre comercial de daruma.

Para el caso de la zona noroeste las plantas calamareras que operan en esta zona destinan la mayor parte de su producción al mercado de exportación, principalmente a países asiáticos como Corea y Japón en su presentación de daruma una pequeña parte a Estados Unidos de Norteamérica en presentaciones de seco y congelado, mientras que España se exporta una pequeña proporción como calamar fresco-congelado. En el mercado nacional el calamar se comercializa como fresco-congelado, aleta y tentáculos congelados. Las figuras 14 y 15 muestran los canales de distribución que actualmente son utilizados para que el calamar llegue a su mercado destino.

Actualmente el calamar se encuentra en el mercado en diferentes presentaciones (figura 16), algunas de estas son:

Fresco. El calamar se encuentra a la venta en distintas formas, con piel sin piel, en filetes, por partes (tubos, manto, alas, tentáculos, etc.).

Calamar enlatado en conserva. Calamar enlatado en diferentes medios de cobertura, principalmente aceite y salsa de tomate con diferentes ingredientes y aditivos, según el mercado al que se dirigen.

Congelado. El calamar congelado se distribuye en el mercado entero o por partes, destacando: alas, tentáculos, tubos, filetes, filetes sashimi, filetes “valencia”.

Carnada. El calamar es la carnada por excelencia para cazar al tiburón bacota. Se puede combinar también con filete de magrú o palometón o alguna otra carnada del tipo "blanca" en forma de filete, siempre fresco. En el caso de utilizar filete, es eficaz también utilizar colorante rojo.

Subproductos. Los desechos de calamar son utilizados en la actualidad para fabricar aceite. El principal producto aprovechado es el que presenta un alto contenido de ácido Omega 3, mismo que es usado para enriquecer alimentos funcionales, tales como huevos, pan, pastas, fideos, yogures y dulce de leche, entre muchos otros. Recientemente se inauguró la primera planta en América del Sur, localizada en Caleta Olivia, Argentina. El Omega 3 proveniente de los desechos del calamar argentino, se ha transformado en los últimos años en la panacea para mitigar las enfermedades cardíacas en el mundo y comprende un negocio internacional de unos 2 billones de dólares. Es posible, además, elaborar píldoras por las cuales se paga hasta 60 dólares el frasco de 200 comprimidos en los países desarrollados. Si bien en la Argentina algunas empresas lácteas ya han lanzado líneas enriquecidas con Omega 3 de origen importado -principalmente de los Estados Unidos, Noruega y Japón-, el mercado de medicinas alternativas y de productos "saludables" aún es incipiente.

Referente a los precios de calamar por tipo de producto, estos se diferencian según el mercado destino. A continuación se muestran un enlistado de precios de calamar en diferentes mercados.

Proveniente de China	1.19 USD/Kg CIF
Proveniente de Taiwán	1.27 USD/Kg
Proveniente de Tailandia	2.12 USD/Kg
Proveniente de Indonesia	0.88 USD/Kg

Asimismo, los empaques de los productos finales varían según el mercado destino, de aquí que el empaqueo sea una tarea que principalmente atienden los distribuidores o importadores de los países asiáticos. Generalmente en el mercado asiático, una vez procesado el calamar se empaqua en bolsas dobles de vinil y en cajas de madera con un peso neto entre 20 y 50 kilogramos. Para su venta al consumidor final, se empaqua en porciones más pequeñas. El empaque debe asegurar mantener el producto a una temperatura de -18°C . Durante todo el

proceso de transporte, manejo y distribución. Los ajustes en el peso deben considerarse, debido a que el producto tiende a perder peso como resultado de pérdida de humedad durante el almacenamiento.

En la tabla 1 se presentan algunas especificaciones de empaque y calidad del producto en Corea, al identificarse este como el principal mercado del calamar procedente de México.

En cuanto al impacto que han tenido las exportaciones de calamar en las actividades comerciales del país, en el documento “El sector pesquero en Corea del Sur” (Anónimo 1998), se destacan que desde 1996, México es el principal exportador de calamar sazonado (daruma), ocupando este producto el segundo lugar de las exportaciones mexicanas hacia ese país asiático. En 1996, México exportó al mercado coreano 23, 585 toneladas de daruma, equivalentes a 45 millones de dólares, en tanto que a octubre de 1997 las exportaciones de este producto alcanzaban 22, 620 toneladas con un valor de 35 millones de dólares, representando el 11.05 y 12.41%, respectivamente, de las exportaciones totales de México a Corea del Sur. También se destaca que para el caso del calamar fresco-congelado hasta octubre de 1997 se tenían registradas exportaciones por poco más de 40 mil dólares.

7. LA CADENA PRODUCTIVA DEL CALAMAR

7.1. Diagramación de la cadena.

Una cadena productiva es el conjunto de agentes y actividades económicas que interviene en un proceso productivo, desde la provisión de insumos y materias primas hasta la preparación o transformación para su consumo como bienes intermedios y finales en los mercados internos y externos.

En el estudio de una cadena productiva se deben considerar el abasto de materias primas, insumos y equipos relevantes, la forma en que todos estos se conjugan para su transformación en productos intermedios y finales, así como todos los servicios que son utilizados durante los procesos de transformación y distribución en los mercados destino, además del marco normativo que regula la actividad económica en la que tiene lugar la cadena productiva en estudio.

Partiendo de lo anterior, en una cadena productiva pesquera se identifican tres principales eslabones la captura, la transformación y la comercialización. El comportamiento entre cada uno de estos eslabones y su interacción con eslabones o partes de otras cadenas productivas, estará determinado en gran medida por las condiciones y características de cada recurso pesquero, considerando no solamente los aspectos biológicos y ecológicos del mismo, sino incluso aquellos que tienen que ver con su administración o manejo y las características de las poblaciones usuarias y consumidoras.

La cadena productiva del calamar, como cualquier otra cadena productiva está interrelacionada a su vez con proveedores de insumos y servicios. En este caso, la cadena

inicia con la existencia del calamar como recurso objetivo demandado por un mercado, es decir, ante la ausencia de una demanda de mercado, la explotación comercial del recurso no tendría ningún sentido. Seguido del eslabón captura, el cual arroja como producto intermedio calamar en forma de materia prima, está el eslabón transformación, en el que al recurso se le aplican cuatro principales procesos para obtener productos sazonados, cocidos, congelados, secados y harina. Asimismo, las operaciones de empaque, embalaje y almacenamiento antes de su distribución y venta, forman parte del eslabón transformación. La colocación y distribución de la producción en su mercado destino, se identifican como actividades propias del tercer eslabón, el de la comercialización de los productos finales (figura 17).

Cada eslabón en la cadena productiva de la pesquería de calamar, requiere de insumos específicos para su funcionamiento, los cuales obtiene de eslabones de proveedores que pertenecen a otras cadenas productivas. La figura 18 muestra las necesidades de proveeduría de los eslabones captura, transformación, y comercialización. En ella se observa un número en cada recuadro que representa a un proveedor, o a un producto final o intermedio, dicho número corresponde al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2002, estandarizado por INEGI, mismo que es utilizado por la Secretaría de Economía en la construcción de cadenas productivas que se observan en el sitio electrónico:

<http://www.siem.gob.mx/portalsiem/cadenas/mapas.asp?lenguaje=0&qCadena=9&Temp=Cadena+Productiva,+Mapa+Descriptivo> (15 de junio de 2003).

Es de importancia destacar el hecho que el eslabón comercialización, aunque es identificado como el último en la cadena productiva, en realidad al ser éste eslabón un componente del mercado, es él que de alguna manera tiene mayor influencia en el comportamiento de la cadena en su conjunto, debido a las siguientes razones:

- Es el eslabón en el que interviene un mayor número de actores interesados en un producto con valor agregado.
- Es el eslabón en el que interactúan más actores orientados a los servicios, mismos que también adicionan valor al producto.
- El alto interés en el intercambio de un bien o servicio final, estriba en las ganancias económicas que representan para el distribuidor o comercializador, el hecho de realizar negocios con un producto al que se le ha adicionado valor.

Lo anterior lleva a pensar que la eficiencia, o grado de integración de la cadena, no solamente está en función del grado de organización que muestren las unidades productivas inmersas en la cadena; sino que también depende en gran medida de los aspectos relacionados con la forma en que se lleva a cabo la comercialización de sus productos finales. En este sentido, el término organización debe ser entendido tanto en el plano intersectorial, a través del cual se conducen las relaciones industriales entre unidades productivas del mismo sector, como en el plano interno de cada unidad productiva, que se refiere a la capacidad organizacional propia de cada unidad económica.

Finalmente, no se debe perder de vista, que las condiciones de organización sectorial que muestre una actividad productiva, están íntimamente ligadas al marco normativo que regula, fomenta y promueve la actividad, de aquí la importancia de que estos elementos también sean sujetos de análisis durante el estudio de una cadena productiva.

7.2. Caracterización de los principales actores: pesca-transformación-comercialización

Pesca

Situación de los pescadores, cooperativistas y libres en la captura de Calamar en Guaymas y Santa Rosalía

El número de pescadores dedicados a la extracción de calamar gigante en los estados de Sonora y en Baja California Sur es muy importante. En este apartado analizaremos uno de los eslabones de la cadena más importantes que tiene que ver con el beneficio social que representa esta actividad, la extracción de la materia prima y presentaremos los resultados de la aplicación de una encuesta a los principales actores de esta actividad los pescadores en sus tres componentes: cooperativistas, libres y permisionarios, tanto para el puerto de Guaymas en Sonora como en el de Santa Rosalía en Baja California Sur.

Según informes de las Cooperativas Pesqueras se encontraban empleados en esta actividad en el año 2002 cerca de 2 000 pescadores, los cuales representan el mismo número de empleos directos. Para acercarnos más a la situación laboral desde el punto de vista de los pescadores en esta actividad realizamos un sondeo de opinión directamente en playa, antes de iniciar sus actividades de pesca. En el puerto de Guaymas se levantaron 82 encuestas y en Santa Rosalía 42, muestra que se considera representativa, de acuerdo con el método estadístico recomendado por Cochran (1989).

Una vez codificados y capturados los datos, se obtuvo una matriz de 120 X 88, es decir, se derivaron múltiples formas diferentes de combinar las variables. La distribución porcentual de las encuestas aplicadas en cada uno de los puertos fue de 66% para Guaymas y 34% para Santa Rosalía de un total de 146 encuestas a pescadores.

El primer resultado de estas encuestas se refiere al tipo de pescador dedicado a la extracción de calamar. Para el caso de Guaymas el 65% de las encuestas muestran que están afiliados a una cooperativa, mientras que en el puerto de Santa Rosalía solo el 30% de los encuestados contestaron estar afiliados a algún grupo organizado, en contraparte el porcentaje de pescadores libres en Santa Rosalía fue casi del 50% mientras en Guaymas solo el 25% menciono ser pescador libre. Este resultado muestra mayor grado de organización del sector en el estado de Sonora que en Baja California Sur. La edad que manifestaron tener los pescadores de Guaymas dedicados a la pesca de calamar fluctúa entre los 17 y 57 años, mientras que para Santa Rosalía entre los 15 y los 58, no existiendo una diferencia significativa entre ambos sitios. En ambos puertos y para los dos tipos de pescadores, libres y

cooperativistas, las edades se centran entre los 35 y 45 años de edad, lo cual muestra que son pescadores en edad productiva. La mayoría de los pescadores de Guaymas manifestó que tienen en esta actividad más de 7 años, se evidencia con esto que desde que se reabre la pesquería en 1993-94 la actividad ha dado empleo complementario a los pescadores de la región. Un dato importante es que en Santa Rosalía un porcentaje importante tiene entre 1 y 3 años (53%) dedicados a esta actividad.

La escolaridad máxima manifiesta para los pescadores cooperativistas de Guaymas fue primaria y secundaria con 39% y 21%, respectivamente, mientras que para los pescadores libres fue también primaria y secundaria con 20% y 2.4% respectivamente. La escolaridad de los pescadores cooperativistas encuestados en Santa Rosalía fue de 83% para primaria y para los pescadores libres también 83% pero para primaria y secundaria, lo cual muestra mayor grado de escolaridad para los pescadores libres en Santa Rosalía. Es posible que este indicador muestre que parte de la población local dedicada a otras actividades, este tomando parte importante en la extracción del calamar ya que las fuentes de trabajo son escasas en este puerto.

A la pregunta de cuantas embarcaciones cuenta cada pescador, el mayor porcentaje de los libres que operan Guaymas fue de 78% manifestaron tener una embarcación, mientras que en Santa Rosalía el 61% manifestó no tener embarcación. Nuevamente se pone de manifiesto que gran parte de los pescadores libres en Santa Rosalía considera esta actividad como complementaria. Para el caso de las cooperativas las respuestas no fueron claras, ya que el intervalo de número de embarcaciones fue desde una embarcación hasta 70; sin embargo, se puede apreciar una frecuencia significativa tanto para Guaymas como Santa Rosalía de un número entre 10 y 15 embarcaciones por cooperativa. El tamaño de las embarcaciones utilizadas por los pescadores se encuentra entre los 22 y 24 pies de eslora tanto para Guaymas como para Santa Rosalía, solo en Guaymas se manifestó el uso de embarcaciones de 28 pies pero solo en dos encuestas. Para el caso de la capacidad de los motores fuera de borda utilizados en la actividad los pescadores de Guaymas manifestaron utilizar motores de 75 HP en un 64% (cooperativistas y libres) mientras que en Santa Rosalía los pescadores libres manifestaron utilizar en un 96% motores de 60 HP y los cooperativistas solo el 30% utiliza motores parecidos a los de Guaymas.

En cuanto a los implementos utilizados para la captura del calamar que incluyen, poteras, piolas, guantes, destorcedores, el 80% de los pescadores de Guaymas manifestó que los compraban localmente. Un punto importante aquí es que los pescadores libres manifestaron en un 8% que se los proveía el “patrón”. Para el caso de Santa Rosalía también manifestó entre el 80 y 90 % (cooperativistas y libres) que adquirirían sus implementos de pesca localmente, es decir existe un abasto local en ambos puertos. Cabe señalar que se identificó un proveedor en Santa Rosalía que fabrica sus propias poteras; este proveedor manifestó que la parte de la potera que se conoce como “hueso” que básicamente opera como atrayente para el calamar la fabrica en el DF. El proveedor menciona que estas poteras las distribuye también en Guaymas con mucho éxito. El precio de cada potera es de \$145.00.

Respecto a la importancia que los propios pescadores le dan a la actividad de pesca, la encuesta preguntó sobre si consideraban oportuno que sus hijos se dedicaran a ella a lo cual el

70% de los pescadores de Guaymas contestó que no; mientras que un porcentaje elevado (49%) de los pescadores de Santa Rosalía principalmente los cooperativistas manifestó su acuerdo en que si lo hicieran. Lo anterior manifiesta un mayor arraigo de la actividad pesquera en el puerto de Santa Rosalía. Las razones que manifestaron los pescadores de Guaymas fueron: “Por que quiero que estudien”, “por mejores expectativas de vida”, “porque es un trabajo muy pesado y peligroso” y “porque no es un trabajo bien remunerado”; en cambio las razones afirmativas de los pescadores cooperativistas de Santa Rosalía fueron: “porque es un trabajo noble” y “porque es una tradición familiar”.

Los pescadores de Guaymas consideran que su temporada de captura de calamar inicia en los meses de octubre-noviembre (76%) y que termina durante los meses de marzo a junio (74%). El 61% de los pescadores de Santa Rosalía considera que su temporada de pesca inicia entre abril y mayo mientras que el término de la temporada la ubican entre noviembre y diciembre (68%). Es evidente la estacionalidad manifiesta de la actividad dentro del Golfo de California, durante los meses de invierno-primavera se captura en Sonora mientras que durante los meses de verano-otoño en Baja California Sur. Es importante analizar si esta estacionalidad se debe a movimientos del recurso de una costa a la otra o si se rige por el empleo de los pescadores en la captura de calamar.

Las principales zonas de captura de calamar gigante en Guaymas van desde las afueras de la Bahía de Guaymas siguiendo hacia el norte hasta el sitio conocido como La Manga. Sin embargo se manifiesta áreas de pesca tan alejadas como la Bahía de Los Lobos. En cambio para el caso de Santa Rosalía los dos sitios principales de captura son Isla San Marcos y la Bahía de Santa Rosalía, lo cual indica que el recurso esta mas cercano a los puntos de desembarco en Baja California Sur que en Sonora.

El esfuerzo de pesca ribereña es difícil de cuantificar, por ello la encuesta incluyo la pregunta de ¿cuántas embarcaciones operan en las áreas donde Ud. Pesca? En ambos casos el mayor porcentaje de los pescadores manifestó que operan mas de 300 embarcaciones. El 64% de los pescadores de Guaymas considero que la captura la realiza “casi en mar abierto” mientras que el 63% de los pescadores de Santa Rosalía dijeron que “muy a la orilla” o “profundo en la orilla”. El número de pescadores que participan por panga en Guaymas es de 3 (73%) o de 2 (24%); mientras que el 97% de las respuestas de los pescadores de Santa Rosalía dijeron que operan 2 pescadores por panga. Esta diferencia en el poder de pesca de cada embarcación entre los dos puertos es necesario confirmarla ya que tiene repercusiones importantes para los análisis de estimación de biomasa e impacto económico de la pesquería en su fase de captura en la región.

El tiempo dedicado a la jornada diaria de pesca es de más de 8 horas en Guaymas (74%), mientras que en Santa Rosalía el 97% considera que es menor a 8 horas. El 39% de los pescadores de Guaymas manifestó que el tiempo real dedicado a la extracción de calamar se encuentra entre 1 y 5 horas, mientras que el 69% lo hizo para en Santa Rosalía. Es decir, el tiempo real dedicado a la pesca es mas corto en Santa Rosalía que en Guaymas, básicamente por la cercanía a la costa del recurso.

Respecto a la entrega del producto captura el 31% de los pescadores de Guaymas manifestó que lo entregaba directamente a la cooperativa y el 44% que lo entregaba a la planta, esto fue

indistintamente de si eran pescadores libres o cooperativistas. Para el caso de Santa Rosalía las encuestas señalan que el siguiente paso en la cadena productiva después de la extracción (66%) lo entregan a permisionarios, lo que muestra el mayor grado de intermediarismo en la cadena productiva del lado de Baja California Sur que en Sonora

Uno de los aspectos más conflictivo en esta actividad en la actualidad es el precio en playa de la materia prima. Las encuestas muestran que tanto en el estado de Sonora (87%) como en Baja California Sur (90%) los pescadores recibe entre 1 y 3 pesos por kilo de calamar, dependiendo de la presentación (entero, desviscerado, etc.). En Guaymas los pescadores consideran que el precio lo fija el comprador (82%) mientras que en Santa Rosalía son más contundentes al señalar el 94% de los pescadores que el precio lo fija el comprador.

El producto es entregado en playa sin hielo tanto en Guaymas (89%) como en Santa Rosalía (97%) la razón es porque que manifiestan en ambos puertos es que: “se entrega fresco” y que “la cooperativa se encarga de eso”; además de que las pangas no tienen capacidad de enhielar. Un punto a favor de entregar fresco el producto es que la actividad de pesca se realiza durante la noche. Además de que en el estado de Sonora se lleva a cabo durante los meses de menor calor. La materia prima es entregada principalmente en manto (74%) en Sonora, mientras que en Santa Rosalía se entrega el 59% en manto y el 33% manto, aleta y cabeza por separado Las respuestas que dieron los pescadores respecto a la forma de transportación del producto a la planta coincidió en ambos puertos, manifestando que se transporta en camionetas tipo pick-up.

La seguridad de los pescadores durante sus faenas de pesca es un factor que esta muy descuidado. El 54% de los pescadores de Guaymas manifestó que no tienen equipo de seguridad marítima en su embarcación y el 53% en Santa Rosalía dijo lo mismo. El mismo caso ocurre con equipo de comunicación en la embarcación el 54% en Guaymas respondieron que no tienen equipo de comunicación y el 81% en Santa Rosalía. La diferencia se encuentra en que en el puerto de Guaymas algunos pescadores utilizan teléfono celular como sistema de comunicación. El accidente más común en ambos puertos es el choque entre embarcaciones ya que las operaciones de captura se realizan en la noche y la falta de señalamientos provoca las colisiones.

La actividad de la pesca de calamar es complementaria como ya se mencionó anteriormente. Para evaluar la importancia de esta actividad en los pescadores desde el punto de vista de su ocupación se les preguntó si ganaban mas en esta actividad que en otras que realizan. Para el caso de Guaymas los pescadores respondieron en un 49% que si ganan mas, 36% que no y 15% que ganaban igual. Mientras que en Santa Rosalía el 33% respondió que si ganaban mas y 55% que no ganaban más.

Dentro de los costos asociados a la captura del calamar gigante se encuentra el combustible. En Guaymas Sonora el 70% de los pescadores respondió que consume más de 40 litros de gasolina por cada viaje de pesca mientras que en Santa Rosalía el 86% de los pescadores consume hasta 40 litros de gasolina por viaje. De manera lógica en Guaymas se consumen hasta 3 litros de lubricante mientras que en Santa Rosalía la respuesta sobre el consumo máximo de lubricante fue de dos litros.

La falta de financiamiento para la actividad se manifiesta en las respuestas ofrecidas por los pescadores tanto de Guaymas como en Santa Rosalía. A la pregunta de si recibió apoyo financiero durante la presente temporada el 86% de los pescadores de Guaymas y el 94% de los pescadores de Santa Rosalía respondió que no. Aproximadamente la mitad de los pescadores de Guaymas (52%) y de Santa Rosalía (57%) desconoce los tramites y procedimientos a seguir para la obtención de permisos de pesca.

Finalmente tanto los pescadores de Guaymas como de Santa Rosalía consideran que las principales causas que dificultan la venta del producto son: El precio bajo con utilidad reducida, pocos compradores y mercado sobresaturado.

7.2.1. Transformación

En los siguientes párrafos se describe la industria calamarera en términos de características generales sobre su funcionamiento, destacando que la información contenida en este apartado es complementaria a la que se discutió en el apartado 7.4 relativo a *Planta industrial*. Se puntualizan aspectos relevantes que resultaron del análisis de la información captada con el instrumento de trabajo relativo a diagnóstico integral (Anexo Metodológico 1). Asimismo, la encuesta aplicada al personal que trabaja en líneas de proceso (Anexo Metodológico 5), permitió analizar a profundidad aspectos de tipo socio-económico para el caso de las empresas industriales instaladas en Sonora y Baja California Sur.

En términos generales, los esquemas organizacionales de la industria calamarera muestran claras jerarquías verticales y horizontales bien establecidas, sin embargo la definición de autoridades y responsabilidades no es clara. La toma de decisiones de mayor importancia es a nivel del accionista asiático, en el caso de las empresas México-Asiáticas y al nivel de gerentes o directores generales en el caso de las empresas mexicanas, en las que en muchos casos son los propios empresarios.

Los procesos de planeación empresarial son limitados, además que no es fácil acceder a este tipo de información, aún cuando se solicitó de forma general y muy cualitativa. Esto refleja un alto hermetismo de las empresas en general, mayormente marcado en los empresarios de origen asiático.

Respecto al cumplimiento de la normatividad ambiental, éste es muy bajo, llegando incluso a tener problemas de tipo legal que han resultado en sanciones administrativas y multas impuestas por la autoridad competente. Esta situación es más marcada en el caso de la industria sonoreNSE. Sin embargo, en términos generales el industrial asiático muestra alta reticencia al cumplimiento de normas sanitarias y ambientales vigentes para la industria calamarera en México.

La contratación de personal para la nave de proceso se lleva a cabo según necesidades por temporada de pesca, registrándose una alta rotación de personal, que en términos generales no

causa problemas a la empresa, dada alta oferta de mano de obra en las zonas de transformación.

En el caso de la industria sonorense, las empresas mexicanas en su mayoría cuentan con embarcaciones de mediana altura, las cuales son reconvertidas parcialmente para la pesca de calamar durante esta temporada.

El abasto de materia prima se identifica como punto crítico, sobre todo en Baja California Sur, por lo que se requiere intensificar la investigación en el área de la dinámica poblacional del recurso.

Las empresas diagnosticadas, dejaron ver a través de sus respuestas un importante control de costos de producción a través de análisis financieros; No obstante, también se identificaron pocos esfuerzos hacia al aumento de la productividad basada en dichos análisis. En este sentido cabe destacar que en el caso de la industria instalada en Baja California Sur, la proveeduría y los altos costos de servicios e impuestos locales, incrementan en aproximadamente un 50% los costos de operación de las plantas.

Respecto a las oportunidades de mejora en la industria calamarera diagnosticada, destacan los siguientes aspectos:

- Se detectaron proyectos de mejora principalmente orientados a remodelación de instalaciones y compra de equipo y mobiliario.
- En general hay planes de diversificación de las líneas de producción hacia otras especies.
- Proyectos para certificación HACCP muy endeble en su concepción, con limitados fundamentos para iniciarlos en forma ordenada.
- Se proporciona capacitación al personal que labora en línea de proceso, ello a través de dos esquemas 1) en forma interna personalizada a través de los supervisores, y 2) mediante contratación de instructores externos. En el primer caso la capacitación es para adiestrar al operario a operaciones de fileteado, sazonado, cocimiento, empaque y almacenamiento, lo que permite dar seguimiento a los resultados en forma directa a través de la supervisión. Con la contratación externa se atiende capacitación temática, principalmente sobre calidad y seguridad en el trabajo, registrándose un nulo seguimiento a los resultados de dicha capacitación.
- Escasos los proyectos orientados a mejorar las prácticas de manejo de residuos y desechos, a fin de minimizar los impactos al ambiente, principalmente en la industria sonorense.
- Es necesario mejorar eficiencia en las naves de proceso aplicando herramientas de ingeniería de bajo costo (redistribución de equipos móviles, JIT, 5 S's, etc.). Se deben fomentar y propiciar oportunidades de vinculación con instituciones de investigación y educación superior a través de:

1. Servicios técnicos especializados en materia de productividad, calidad de productos y procesos, investigación de mercados y prácticas industriales amigables con el ambiente.
2. Desarrollo tecnológico para la innovación de procesos y productos.

Situación de empleados en planta procesadora de calamar en Santa Rosalía, Baja California Sur

El número de empleos que genera la actividad pesquera del calamar en Baja California Sur es muy importante. En este apartado analizaremos el empleo generado en una planta procesadora de calamar en la entidad y presentaremos los resultados de la aplicación de una encuesta a los empleados dedicados a esta actividad.

Según informes de las Cooperativas Pesqueras se encontraban empleados en esta actividad en el año 2002 cerca de 3 000 habitantes entre empleos directos e indirectos. Para acercarnos más a la situación laboral desde el punto de vista de los empleados en esta actividad realizamos un sondeo de opinión en la única planta procesadora que se encontraba activa en la Santa Rosalía, Baja California Sur, durante el segundo viaje de campo a la zona, Brumar S.A. de C.V. Cabe destacar que ésta información no es posible considerarla como representativa, ya que el resto de las empresas no permitieron encuestar a sus empleados.

En la empresa Brumar S.A. de C.V., fue posible acceder a la siguiente información de carácter socio-económico y algunos aspectos relacionados con la producción:

- Sexo, Edad, Escolaridad
- Área en la que labora en la empresa
- Nivel de Ingreso
- Conocimiento sobre el destino de la producción
- Parecer sobre el salario y prestaciones que recibe
- Parecer sobre el trato que recibe de sus patrones
- Calificación del desempeño de la empresa donde laboran
- Servicios Médicos con que cuenta
- Conocimiento sobre el manejo y aprovechamiento del calamar
- Recibe o no capacitación por parte de la empresa

Una vez codificados y capturados los datos se obtuvo una matriz de 84 X 17, con 1 428 ocurrencias, es decir, formas diferentes de combinar las variables. En cuanto al sexo de los entrevistados resultó que el 29 % fue femenino y 71 % masculino de nuestra muestra (figura 19).

El grado de escolaridad de los empleados de calamar de distribuyó de la siguiente forma: el 39.7 % contaba con secundaria o una carrera técnica, un poco más de dos quintas partes con primaria, 4.8 % con preparatoria y el 1.6 % con una carrera profesional, lo que nos indica en general una baja escolaridad entre los empleados en esta actividad (tabla 2).

La capacitación laboral constante en el trabajo es muy importante e indispensable para ser más competitivos y elaborar productos con alta calidad. En este sentido la empresa estudiada salió poco favorecida pues el 69.8 % dijo no recibir capacitación por parte de sus patrones o empresa (figura 20).

En la tabla 3 podemos observar la distribución de la labor desempeñada por los empleados por área dentro de la planta donde laboran. Resalta la actividad de despielado con una concentración del 73 % de los empleos generados en la planta por esta labor. Otras actividades que concentran empleos son la labor de tarero con 9.5 %, el empaque con 6.3 % y cocimiento con 3.2 %. Las actividades que menos ocupan empleados dentro de la planta son mantenimiento, cortado, almacenista y producción con apenas el 1.6 % del total cada uno.

En cuanto a la estructura de edad de los empleados, el rango fluctúa entre 15 y 55 años. El promedio de edad fue de 31 años. Los que resultaron tener más presencia fueron los de 28 años con el 7.9 % del total, seguidos por los de 21, 23 y 36 años con el 6.3 % respectivamente. Los que menos participación en esta actividad son los empleados que tienen 55, 51, 15 y 16 años de edad (tabla 4).

El conocimiento sobre el destino de la producción de calamar por parte de los que laboran en su procesamiento se puede ver en la figura 21. Encontramos que más de las dos quintas partes no tiene ni idea hacia donde se envía el calamar, situación que llama la atención pues demuestra que no hay un involucramiento del trabajador con la actividad que realiza.

Los empleados de calamar con respecto al trato que reciben de sus patrones respondieron el 9.5 % que no están de acuerdo como los tratan los patrones y el 90.5 % dijo estar conforme como los tratan (tabla 5). Si bien no es una gran mayoría la que esta en desacuerdo es recomendable que los patrones consideren esta situación y traten de tomar medidas al respecto.

Otra variable estudiada fue medir el grado de satisfacción que los empleados tienen frente a sus salarios y prestaciones que reciben por parte de la empresa. Se encontró que el 66.7 % si está conforme y un poco más de la tercera parte guardan resentimiento e inconformidad con respecto a esta situación (figura 22).

En la tabla 6 se observa la calificación que los empleados hacen de sus empresas en cuanto al desempeño de estas. El 3.2 % la calificó de excelente, 54 % la calificó de buena y el 42.9 % de regular. El 81.0 % de los empleados dijo contar con servicio médico y casi la quinta parte dijo carecer de este importante servicio (tabla 7).

En cuanto al conocimiento de los empleados sobre el manejo y aprovechamiento del calamar como recurso, el 14.3 % dijo si saber y el 85.7 % no tener ni idea sobre el recurso (tabla 8). El total de los empleados dijo no estar sindicalizado.

Un aspecto relevante en cuanto al bienestar de los empleados es el ingreso que uno percibe por las labores que desempeña. Se puede decir que los empleados de las plantas de calamar no son bien remunerados. En la figura 23 observamos la distribución del ingreso de acuerdo a los salarios mínimo que reciben. Encontramos una concentración de los ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos (alrededor de 2600 pesos mensuales para esta zona) con el 58.7 % de los empleados en este rango y solo el 1.7 % percibiendo más de 5 salarios mínimos.

Finalmente, los empleados de la planta de calamar en Santa Rosalía en su mayoría son eventuales (87 %) y muy pocos de base (13 %), lo que nos indica una fuerte inestabilidad laboral para los que se emplean en esta actividad (figura 24).

Situación de empleados en plantas procesadoras de calamar en Guaymas, Sonora

El número de empleos que genera la actividad pesquera del calamar en Sonora es muy importante. En este apartado analizaremos el empleo generado en las plantas procesadoras de Calamar en la entidad y presentaremos los resultados de la aplicación de una encuesta a los empleados dedicados a esta actividad en las principales plantas de calamar activas en Sonora.

Según el Directorio de Plantas Industriales Procesadoras de Calamar en Sonora facilitado por el Departamento de Flota e Industria Pesquera de la Delegación Federal de Pesca en el estado de Sonora, se encontraban empleados en esta actividad en el año 2002 cerca de 2 000 habitantes entre empleos de base y eventuales.

Para acercarnos más a la situación laboral desde el punto de vista de los empleados en esta actividad realizamos un sondeo de opinión en las cinco principales plantas procesadoras activas en cuanto a generación de empleos en la Ciudad de Guaymas, entre las que se encuentran:

1. Pesquera México S.A. de C.V.
2. Sureste Mexicana S.A. de C.V.
3. Pesquera Komex S.A. de C.V.
4. Pesquera Cozar S.A. de C.V.

El número de empleados en estas plantas es de aproximadamente 800 empleos según reportes

del Directorio de Plantas Industriales Procesadoras de Calamar en Sonora, por lo que la muestra con la que se trabajó fue de 84 empleados, misma que es representativa, de acuerdo con el método estadístico recomendado por Cochran (1989).

Una vez codificados y capturados los datos se obtuvo una matriz de 84 X 17, con 1 428 ocurrencias, es decir, formas diferentes de combinar las variables. En la tabla 9 se observa la distribución porcentual de las encuestas aplicadas en cada una de las plantas procesadoras seleccionadas. En cuanto al sexo de los entrevistados resultó que el 45 % fue femenino y 55 % masculino de nuestra muestra (figura 25).

El grado de escolaridad de los empleados de calamar se distribuyó de la siguiente forma: el 44 % contaba con secundaria o una carrera técnica, un poco más de la tercera parte con primaria, 16.7 % con preparatoria y el 4.8 % con una carrera profesional, lo que nos indica en general una baja escolaridad entre los empleados en esta actividad (tabla 10).

La capacitación laboral constante en el trabajo es muy importante e indispensable para ser más competitivos y elaborar productos con alta calidad. En este sentido las empresas estudiadas salieron poco favorecidas pues un poco más de la mitad dijo no recibir capacitación por parte de sus patrones o empresa (figura 26).

En la tabla 11 podemos observar la distribución de la labor desempeñada por los empleados del calamar por área dentro de la planta donde laboran. Resalta la actividad de despielado con una concentración de la cuarta parte de los empleos generados en la planta por esta labor. Otras actividades que concentran empleos son el empaque con 15.5 %, limpieza con 10,7 %, cortado y almacenista con 9.5 % respectivamente. Las actividades que menos ocupan empleados dentro de la planta son mezclador, chofer, maquinaria, molino, producción, técnicos y capacitación con apenas el 1.2 % del total cada uno.

En cuanto a la estructura de edad de los empleados, resultó muy homogénea. El intervalo de edad fluctúa entre 17 y 64 años. Los que resultaron tener más presencia fueron los de 23 años con el 6 % del total, seguidos por los de 20, 36, 45 y 52 años con el 4.8 % respectivamente. Los que menos participación en esta actividad son los empleados que tienen 55, 57 y 64 años de edad (tabla 12).

El conocimiento sobre el destino de la producción de calamar por parte de los que laboran en su procesamiento se puede ver en la figura 27. Encontramos que un poco más de la tercera parte no tiene ni idea hacia donde se envía el calamar, situación que llama la atención pues demuestra que no hay un involucramiento del trabajador con la actividad que realiza.

Los empleados de calamar con respecto al trato que reciben de sus patrones respondieron casi la tercera parte (27,4%) que no están de acuerdo como los tratan los patrones y el 72,6 % dijo estar conforme como los tratan (tabla 13). Si bien no es una gran mayoría la que está en desacuerdo es recomendable que los patrones consideren esta situación y traten de tomar medidas al respecto.

Otra variable estudiada fue medir el grado de satisfacción que los empleados tienen frente a

sus salarios y prestaciones que reciben por parte de la empresa. Se encontró que el 58.3 % si está conforme y dos cuartas partes guardan resentimiento e inconformidad con respecto a esta situación (figura 28).

En la tabla 14 se observa la calificación que los empleados hacen de sus empresas en cuanto al desempeño de estas. El 52.4% la calificó de buena, el 38.1% de regular y el 4.8 % de mala. El 92.9% de los empleados dijo contar con servicio médico (tabla 15).

En cuanto al conocimiento de los empleados sobre el manejo y aprovechamiento del calamar como recurso, el 81 % dijo si saber y casi la quinta parte no tener ni idea sobre el recurso (tabla 16). El 56 % del total de los empleados dijo estar sindicalizado y el 44 % restante no pertenecer a un sindicato (tabla 17).

Un aspecto relevante en cuanto al bienestar de los empleados es el ingreso que uno percibe por las labores que desempeña. Se puede decir que los empleados de las plantas de calamar no son bien remunerados. En la figura 29 observamos la distribución del ingreso de acuerdo a los salarios mínimo que reciben. Encontramos una concentración de los ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos (alrededor de 2600 pesos mensuales para esta zona) con el 53.6 % de los empleados en este rango y solo el 2.5 % percibiendo más de 5 salarios mínimos.

Los empleados de las plantas de calamar en Guaymas en su mayoría son eventuales (82 %) y muy pocos de base (18 %), lo que nos indica una fuerte inestabilidad laboral para los que se emplean en esta actividad (figura 30).

Con base en la información hasta aquí discutida, se construyó la matriz de competitividad correspondiente tanto para la industria calamarera (tabla 18^a) como para la fase de captura (tabla 18^b). Esta matriz de competitividad fue construida con base en las recomendaciones de clasificación industrial propuesta por CONACYT (2001) y González (1999), y en consideración de las características propias de la industria calamarera. Las celdas destacadas en color gris dentro de la matriz, indican las características de competitividad vigentes para la industria calamarera al momento de la realización del presente estudio.

Finalmente, dentro de la evaluación de la problemática de la industria calamarera, el principal problema detectado fue la alta dependencia del mercado asiático, pudiendo tomar como raíz de éste, el hecho de que la industria en México es básicamente también de origen asiático (coreano en su mayoría), y al ser el mercado cautivo de productos a base de este recurso, no solo fijan el precio a escala nacional, si no que de cierta manera los canales de acceso y comercialización hacia este mercado son regidos por ellos mismos. Ahora bien, otro problema detectado y uno de los principales para el desarrollo a corto plazo de esta industria, es el bajo consumo nacional, a falta de una correcta promoción y una no-tradición de incluirlo dentro de la dieta nacional, pudiendo ver como oportunidad la diversificación de productos en pro de incursionar e incrementar el consumo y mercado. Esta información fue obtenida directamente

en entrevistas con los Gerentes de Comercialización y/o Gerentes Generales de las empresas que así lo permitieron, los resultados se muestran en términos porcentuales sobre el nivel de gravedad que consideraron tener las variables económico-operativas en la eficiencia de su empresa (ver figuras 31 a 43).

7.2.2. Comercialización

La correcta comercialización y exportación de los productos del mar con fines alimenticios ofrece a todo empresario emprendedor la oportunidad de innovar y generar ganancias en el mercado que se expande. El calamar representa una alternativa con gran potencial y futuro en este rubro, pues es un recurso abundante en nuestro litoral del Pacífico y posee una carne rica en proteínas como la albúmina y vitaminas del complejo B, tiene un alto valor proteínico, se aprovecha el 75% de partes comestibles, y también contiene fósforo. La única desventaja que se podría destacar en este producto es su alto contenido de colesterol.

Resulta de particular importancia el análisis de la comercialización de pescados y mariscos, porque aunque se identifica como la actividad última en la cadena productiva de una pesquería, en realidad es la actividad que jala a toda la cadena, sin perder de vista que la comercialización es un componente del mercado.

Asimismo, es la comercialización la parte de la cadena productiva en la que posiblemente están involucrados más actores, debido a que se está proveyendo de un producto al que se le está adicionando valor, en el entendido que servicios asociados a ella también son adición de valor al producto (conservación, transporte, almacenaje, etc.), y por ende, entre más servicios posteriores a la fabricación del producto, más elevados serán los precios al consumidor final. Así pues, en la medida que los productores desarrollen sus propios canales de comercialización, o bien, establezcan redes de valor con comercializadores de su producto, se espera que las utilidades mejoren para el caso de los primeros.

El caso del calamar es ciertamente peculiar, ya que no obstante que es un producto a bajo precio y de alto valor nutricional, el consumo nacional es bastante bajo por no decir casi nulo con relación a la producción anual. Las operaciones comerciales son en su mayoría hechas por empresas extranjeras instaladas en nuestro país, las cuales se encargan de la transformación y comercialización al nivel de materia prima del producto, teniendo canales de distribución bien definidos hacia el mercado asiático principalmente, y evitando lo mayor posible la intermediación del manejo del producto.

Derivado de esto, es evidente el control del mercado asiático sobre el precio y comercialización del producto, ya que no solo es el mercado cautivo en todos los sentidos, sino también el principal industrial transformador de este producto en México.

Basados en los resultados obtenidos del instrumento de comercialización realizado a los industriales se distingue que la cobertura del mercado que las unidades productivas atienden es internacional, por ende asiática principalmente, en países como Corea y China, y a pesar de

que la calidad del producto fue tomada como buena (según los resultados del instrumento), en su mayoría las plantas no cubren con las certificaciones pertinentes para incursionar en otros mercados fuera de los antes mencionados.

Cabe mencionar que fueron muy pocas las empresas en las que se tuvo acceso (por motivos desconocidos) a la información comercial e industrial, las que accedieron fueron principalmente las empresas de capital nacional de las cuales se obtuvo la mayor parte de la información presentada (situación actual de la industria, calidad del producto y canales de comercialización) por lo que esta reacción por parte de los industriales extranjeros al no querer mostrar detalles sobre su empresa hacen evidente (en muchos casos) las deficiencias en el ámbito de certificación, calidad o control sobre el mercado y precio del producto.

Ahora bien, ante la exposición de los resultados obtenidos sobre la comercialización del calamar y la evaluación de su industria (situaciones que van de la mano), es necesario hacer hincapié en el hecho que con la estrategia sugerida sobre desarrollo tecnológico e innovación, se esperan entre otros, importantes beneficios asociados a la actividad de comercialización, ya que la estrategia debe sustentarse no sólo en el conocimiento actual de los mercados de pescados y mariscos, sino incluso, en el comportamiento futuro de estos mercados particularmente de los consumidores nacionales.

El mejoramiento integral de las actividades industria-comercio, para el caso de la pesquería de calamar, definitivamente estará sustentado en el apoyo que reciban para transitar hacia esquemas más competitivos, a través de estrategias que provengan del gobierno, mismas que ya se han venido discutiendo a lo largo del documento, entre las que destacan la orientación para el monitoreo permanente de los mercados (actual y futuro); el fomento a la innovación de procesos y productos; la promoción de la importancia de la calidad; la asesoría especializada en administración y mercados que les permita capitalizar importantes oportunidades de asociacionismo estratégico; la adecuada, precisa y oportuna difusión de programas de gobierno que apoyan la actividad; y la adecuación de programas sectoriales del sector primario al caso de la pesca, y sobre todo una correcta y exhaustiva campaña de promoción al consumo a escala nacional, así como el desarrollo adecuado de proveedores de la materia prima, en el ámbito de impulso a cooperativas calamareras.

7.3. Políticas de apoyo a la cadena

El desarrollo de una cultura empresarial, la capacitación integral, el equipamiento y acceso a tecnologías de vanguardia, el desarrollo de sistemas de calidad y la identificación de mercados para productos, procesos o servicios; son entre otros, los principales retos que actualmente deben superar la micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas.

Así pues, en el estudio de una cadena productiva, en la que confluyen e interactúan empresas que intercambian diversos bienes y servicios, las políticas de apoyo a la cadena, las cuales son instrumentadas a través de los programas sectoriales, son un componente de significativa relevancia, ya que el conjunto de estos programas se identifica como marco de promoción y

fomento económico que coadyuvaran al mejor desempeño de cada eslabón de la cadena en estudio, así como de aquellos eslabones conexos de otras cadenas productivas.

De acuerdo con lo anterior, el Plan Nacional de Desarrollo 2000-2006 establece como uno de sus propósitos lograr un crecimiento con calidad, para lo cual marca los siguientes objetivos:

- Una conducción responsable de la economía.
- Aumentar y extender la competitividad del país.
- Generar un desarrollo incluyente.
- Lograr un desarrollo regional equilibrado.
- Establecer las condiciones para alcanzar un desarrollo sustentable.

A fin de lograr los anteriores objetivos, y con ello coadyuvar al sector empresarial a superar sus retos actuales, el Gobierno de la República ha decidido instrumentar diversos programas de apoyo dirigidos a las diferentes actividades productivas de los sectores económicos del país.

Partiendo del hecho que el calamar es un recurso pesquero, mediante el cual a través de su explotación y uso se generan beneficios económicos y sociales, en el presente apartado se mencionan los programas de gobierno que se identifican como de apoyo o soporte a la integración de cadenas productivas pesqueras. Para ello, fue necesaria la revisión de los Planes Estatales de Desarrollo 1999-2005 de Baja California Sur, 1998-2003 de Sonora, 2002-2007 de Baja California y 1999-2004 de Sinaloa. En todos casos se revisó la parte correspondiente a la actividad pesquera. En este sentido, también fue necesaria la revisión de los programas sectoriales 2001-2006 de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); de Economía (SECON); de Desarrollo Social (SEDESOL); y los programas del Banco de México-FIRA. Asimismo, por ser el calamar un producto de fácil acceso económico para la población de escasos recursos y altamente nutritivo, considerando a la vez la necesidad de desarrollar un mercado doméstico, se estableció contacto con el Sistema DIF de Baja California Sur y con la Delegación Federal de la PROFECO, a fin de explorar la posibilidad de que ambas instituciones apoyarán campañas estatales, regionales o nacionales dirigidas al consumo de calamar.

Plan Estatal de Baja California Sur, 1999-2005

En materia pesquera el Gobierno de Baja California Sur en el período 1999-2005, destaca como objetivo fomentar las actividades pesqueras con el principio primordial de alivio a la pobreza y desarrollo sostenible de las comunidades, asegurando la disponibilidad de los recursos pesqueros en volúmenes suficientes para la generación actual y las futuras. Para el caso de la pesquería de calamar, se identifican los siguientes objetivos específicos:

- Financiamiento adecuado para el apoyo crediticio en la actividad pesquera y acuícola.
- Capacitación y asistencia técnica.
- Modernización de planta industrial.
- Re-estructuración de la comercialización para disminuir el intermediarismo.
- Fomentar la vinculación entre centros de investigación y sector productivo.

Referente a las estrategias para alcanzar los objetivos fijados, destaca la que se refiere a atender las necesidades del sector bajo un enfoque integral de población pesquera, flota, infraestructura, procesos, transportación y comercialización, así como los requerimientos de investigación que sustenten la toma de decisiones respecto al crecimiento y desarrollo pesquero y acuícola en el estado.

Plan Estatal de Baja California, 2002-2007

En el documento se reconoce el enorme potencial acuícola y pesquero de la entidad, ello en consideración de los 1,555 kilómetros de litorales con que cuenta. En materia de objetivos para el desarrollo de la pesca, estos se establecen de manera conjunta para el campo y la pesca, siendo el objetivo específico para ambas áreas económicas, el de Impulsar la rentabilidad de las actividades agrícolas, ganaderas, forestales, acuícolas, pesqueras y aquellas que favorezcan una mejor calidad de vida, otorgando respeto a la iniciativa particular y a la dignidad humana, preservando y aprovechando de manera sustentable los recursos naturales, con concurrencia de los sectores público, privado y social para lograr el desarrollo integral de las regiones rurales y pesqueras del Estado.

De igual forma, las líneas estratégicas de acción que el Gobierno de Baja California ha considerado para impulsar el desarrollo del campo y la pesca son las siguientes:

- Orientar la estructura productiva con base en las potencialidades del Estado y las necesidades del mercado para propiciar actividades de mayor rentabilidad.
- Fomentar esquemas y mecanismos eficientes de financiamiento, manejo de riesgo, inversión y apoyos para los productores del Estado.
- Promover una participación competitiva de los productores para impulsar acciones que generen valor agregado a la producción, de acuerdo a la viabilidad y a las oportunidades del mercado global.
- Promover el establecimiento de infraestructura óptima para la producción, acopio y comercialización de productos del campo y la pesca.
- Fomentar y fortalecer el nivel sanitario alcanzado en las actividades agropecuarias del Estado.
- Establecer políticas estatales que promuevan la producción, el abasto y el consumo interno de productos de la entidad.
- Fomentar la organización y capacitación de los productores.
- Fortalecer los trabajos de inspección agropecuaria, forestal, acuícola y de pesca.

- Consolidar procesos de comercialización eficientes que favorezcan la planeación agropecuaria y pesquera del Estado.

Finalmente, destacan tres líneas estratégicas que sobre financiamiento para el desarrollo resultan de particular interés al sector pesquero:

- Fortalecer las entidades de fomento ya existentes especializadas en el financiamiento.
- Fomentar la creación de fondos de capital de riesgo y de garantías para impulsar la creación de nuevos negocios.
- Difundir los programas de financiamiento para orientar a los usuarios potenciales.

Plan Estatal de Sonora 1998-2003

Con base en que el sector pesquero sonorense ha mostrado un desempeño positivo dentro de la economía estatal y siendo Sonora el primer lugar en producción pesquera a escala nacional, se ha visto la necesidad de fortalecer a este sector a través de estrategias que apoyen inversiones y acciones que permitan aprovechar las posibilidades que ofrece la captura comercial como una actividad económica, así como para incrementar la presencia en el mercado nacional y preferentemente mundial, a fin de mejorar los niveles de productividad y competitividad.

De acuerdo a lo anterior y siguiendo los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, Sonora propone varias líneas de acción para el apoyo a las actividades pesqueras, las cuales son aplicables a la pesquería de calamar:

- Gestionar conjuntamente con empresarios y organismos financieros la activación de los recursos para el adecuado mantenimiento de la flota y renovación de las artes de pesca en el marco del Programa de Modernización de la Flota Pesquera que impulsa el gobierno federal.
- Adecuar la infraestructura pesquera, como son instalaciones y frigoríficos, para el cumplimiento de la certificación de las normas sanitarias y de calidad prevalecientes en el mercado internacional, sobre todo en Estados Unidos.
- Impulsar programas que coadyuven a la diversificación de las actividades pesqueras.
- Simplificar trámites y crear una ventanilla única dedicada a la tramitación y expedición de permisos de importación, certificados sanitarios, vigilancia, licencias, seguridad y subsidios.
- Reforzar las tareas de investigación dedicadas al aprovechamiento racional que impidan el deterioro y agotamiento de los recursos marítimos.
- Elaborar mecanismos de apoyo a la pesca ribereña que atiendan sus necesidades, como medios de captura, infraestructura de conservación, preparación técnica para el establecimiento de pequeñas industrias y regularización de la tenencia de la tierra y los asentamientos humanos de sus comunidades.
- Concretar la transferencia de la administración de los puertos marítimos en la entidad a la iniciativa privada.

Plan Estatal de Sinaloa 1999-2004

Tomando en cuenta que la pesca ocupa un lugar especial en el desarrollo económico y social de Sinaloa, el Gobierno del Estado dentro de su Plan Estatal de Desarrollo 1999-2004, plantea los siguientes objetivos y líneas de acción que benefician directamente a la pesquería de calamar.

- Iniciar un programa de equipamiento técnico a la pesca en esteros y bahías, e impulsar la recapitalización de la flota de alta mar.
- Equipar a las comunidades pesqueras con los servicios públicos necesarios para elevar el nivel de vida de sus pobladores.
- Reactivar la planta industrial pesquera.
- Promover proyectos de investigación para la protección del recurso y el entorno ecológico.
- Coordinar acciones en programas de asistencia financiera para empresas sociales.
- Otorgar apoyos fiscales para la inversión productiva orientada a la diversificación de la actividad pesquera.
- Recuperar los niveles de producción del sector, con el objeto de garantizar niveles más adecuados de rentabilidad.

SAGARPA

En su Programa sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006, la SAGARPA destaca que para un mejor aprovechamiento de los recursos pesqueros se requiere mayor capacitación y asistencia técnica a los pescadores y sus organizaciones, para que con ello generen un mayor valor agregado a sus productos y aumenten su nivel de ingresos.

En el documento se destaca la sugerencia de las siguientes acciones que deben llevarse a cabo por parte de los productores:

- Mejorar la organización para la producción.
- Aplicar buenas prácticas de higiene y sanidad en el manejo del producto.
- Mejorar la comercialización.
- Diversificar las presentaciones de sus productos.
- Ofrecer mejores alimentos al consumidor.

Para coadyuvar a la población pesquera en el desempeño de las anteriores actividades, la SAGARPA en el proceso de ordenamiento pesquero y acuícola ha diseñado los siguientes 11 programas con alto impacto directo en las actividades pesqueras en general:

1. Programa de evaluación de recursos pesqueros.
2. Programa de inspección y vigilancia.
3. Programa de eficientización administrativa y contra la corrupción.

4. Programa de fomento al consumo.
5. Programa de modernización de la industria pesquera.
6. Programa de organización para la producción.
7. Programa de capacitación.
8. Programa de seguridad de la vida humana en el mar.
9. Programa de integración de cadenas productivas.
10. Programa de mejora y ampliación de centros de acopio y distribución.
11. Programa de modernización de la infraestructura pesquera-portuaria.

Con base en las condiciones y características de cada Programa, y en consideración de la situación que prevalece en el funcionamiento de la pesquería de calamar gigante, a excepción del programa 3, el resto de los programas, son los que en principio mayores beneficios pudieran ofrecer a la actividad.

SECON

En lo que respecta específicamente a la promoción de las cadenas productivas, el Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006, establece promover y desarrollar la competitividad regional y sectorial, a través del apoyo subsidiario de la Secretaría de Economía a proyectos de fortalecimiento de cadenas productivas, acción con la que será posible lograr la articulación e integración económica regional y sectorial. En este sentido, los programas que se identifican como opciones a la cadena productiva de la pesquería de calamar son los siguientes:

- Programa de Encadenamiento Productivo (FIDECAP).
- Fideicomiso Fondo de Microfinanciamiento a Mujeres Rurales (FOMMUR).
- Fondo Nacional de Apoyos a Empresas en Solidaridad (FONAES).
- Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (PRONAFIM).
- Fondo de Apoyo a la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (FAMPYME).
- Fondo de Apoyo para el Acceso al Financiamiento de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (FOAFI).

SEDESOL

Para cumplir los compromisos adquiridos en el Plan Nacional de Desarrollo, la Secretaría de Desarrollo Social coordina diversos programas de apoyo al desarrollo económico y social de la población más necesitada. A su vez, cuenta también con programas de la Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano. Los programas por parte de esta institución que pueden ser aprovechados por los productores involucrados en la pesquería de calamar son los siguientes:

Programas que coordina la Sedesol:

- Programa de Coinversión Social

Programas de la Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano

- Programa de Atención Microregiones
- Programa de Opciones Productivas

- Programa de Incentivos Estatales
- Programa de Empleo Temporal (PET)

FIRA

Los programas de FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) contribuyen a impulsar el desarrollo social y económico de los sectores agropecuario y pesquero del país, colaborando estrechamente con el Gobierno Federal en los propósitos nacionales de modernización del campo, calidad en las actividades productivas, generación de empleos y mejoramiento del nivel de ingresos productivos. Para el caso de la pesquería de calamar, FIRA cuenta con programas especiales que pudieran apoyarla en los siguientes rubros:

- Adquisición, rehabilitación y avituallamiento de embarcaciones e industria.
- Elaboración de proyectos de inversión.
- Diagnósticos de cadenas productivas.
- Estudios de rentabilidad.
- Información estratégica macroeconómica.
- Apoyo a las actividades comerciales.

SISTEMA DIF ESTATAL BAJA CALIFORNIA SUR

Con base en las características comerciales a escala nacional del calamar gigante, se estableció contacto con el Sistema DIF Estatal a fin de obtener apoyo por parte de la institución en el ámbito promocional en fomento al consumo. Esta institución dispuso puntos a trabajar en los que se estableció que el Sistema Estatal DIF (SEDIF), en coordinación con los cinco Sistemas Municipales DIF (SMDIF), plantean la posibilidad de hacer una muestra gastronómica (degustación y exhibición del producto en sus diferentes presentaciones), en las cabeceras municipales, apoyados por la asociación de restauranteros y las autoridades municipales. En dicha acción es necesario lo siguiente:

- **Difusión**, a través de los medios masivos de comunicación y los recursos que se dispongan de otras instituciones de gobierno.
- **Alimentos**.- se propone sean proporcionados de forma gratuita y puesta en cada municipio por parte de los pescadores y la institución de gobierno que apoyen con el traslado.
- **Condimentos y accesorios**, se pretende sean proporcionados por la o las instituciones de gobierno que apoyen este proyecto.
- **Equipo de trabajo (enceres de cocina y otros)**, se propone sean proporcionados por la asociación de restauranteros.
- **Mobiliario y equipo para la muestra**, recurrir a patrocinadores (cervecerías y refresquerías), así como equipo de las autoridades locales.
- **Personal para preparar alimentos**, estos se propone sean proporcionados por la asociación de restauranteros.

- **Traslados y acarreos internos**, por parte del Sistema Municipal DIF y las autoridades locales.
- **Costo**, como se pretende dar a conocer el producto, la degustación sería gratuita, y queda a consideración el poder vender los productos en sus diferentes presentaciones, a costos accesibles (estas presentaciones pudieran ser calamar en machaca, estilo langosta, sancochado, etc.)
- **Recetarios y folletos**, la impresión de estos pudiera ser impresos por instituciones que cuenten con el recurso y las partidas presupuestales habilitadas para este efecto (Profeco, Sría. de Desarrollo de BCS, Sagarpa, etc.)
- **Otros aspectos**, se someterían a consideración dependiendo de la naturaleza de este (En especie, con recursos o bien con disposición y voluntad de apoyar).
- **Avances**, este planteamiento ya fue propuesto de manera informal a los Directores de los cinco municipios, manifestando su voluntad para apoyar esta actividad, haciendo hincapié en que se les defina claramente su posición en este proyecto y sobre todo con oportunidad para hacer todas las gestiones necesarias para que se cumpla con el objetivo propuesto.

PROFECO, DELEGACIÓN FEDERAL EN BCS

La Procuraduría Federal del Consumidor, Delegación Baja California Sur, se interesó también en apoyar el proyecto de la cadena productiva del calamar en el ámbito promocional. Para lo cual se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Enviar la propuesta de dicho proyecto a la Dirección General de Publicaciones, para que sea analizada la posibilidad de incluir un artículo sobre este producto en la Revista del Consumidor.
- Diseño y elaboración de un tríptico o folleto alusivo a las ventajas de incluir el calamar en la dieta habitual.
- Atender la promoción través de organizaciones de consumidores establecidas, así como el de una unidad móvil que recorra todas las zonas rurales.

Sobre estos programas de apoyo al sector pesquero que se han mencionado, cabe destacar que para que sean aprovechados por los productores involucrados en la pesquería de calamar gigante, es necesario que dicha población reciba información oportuna y precisa sobre las reglas de operación de cada programa, información que invariablemente debe ser proporcionada por las instancias correspondientes, ya sea a través de los medios oficiales o de forma directa a los productores. Aquí es conveniente recomendar que en beneficio del sector, la CONAPESCA funja como un agente de enlace, promotor o gestor de los programas ante la diferente dependencia de gobierno. En este sentido, se espera que con una adecuada divulgación de estos programas, se vean fortalecidas no solamente aquellas unidades productivas que los aprovechen, sino que el beneficio también impacta inter-sectorialmente (unidades productivas del mismo sector) e intra-sectorialmente (unidades productivas de sectores conexos).

8. MERCADOS Y COMERCIALIZACIÓN DEL CALAMAR

8.1. Situación internacional del mercado del calamar

8.1.1. Principales países o regiones consumidoras

El mercado mundial de cefalópodos incluye calamar, pulpo y jibias principalmente. De acuerdo con cifras de la FAO, para el año 1999 el valor del comercio mundial fue de alrededor de 2,500 millones de dólares, lo que representó un volumen de aproximadamente un millón de toneladas.

Si aplicamos la tasa media de crecimiento anual de las importaciones entre 1987 y 1999, que es del 7% en el volumen y de 6% en el valor, se prevé que para el año 2005 las importaciones serán del orden de 1.5 millones de toneladas, y el valor de 3.5 mil millones de dólares.

Del total de las importaciones de este grupo de productos, el calamar participa con alrededor del 80 por ciento.

El principal mercado de consumo internacional para el calamar está constituido por los países asiáticos, entre los que destacan Japón, China, Corea, Tailandia, Singapur y Taiwán. Les sigue en importancia Europa, en particular España, Italia, Grecia, Portugal, Francia, Holanda, y Alemania. En tercer lugar aparecen Estados Unidos y Canadá, que sin embargo se encuentran entre los trece principales países importadores.

El calamar es uno de los productos marítimos que más se consume en el mundo gracias a su vasta producción y reproducción en los diferentes mares de los cinco continentes. No obstante, el sabor y la calidad dependen de la geografía en la que se pesca o se extraen las diferentes especies. Naturalmente, la importación se enfoca a aquellos proveedores que ofrecen la mejor calidad y precio.

Los principales países proveedores del mercado mundial de calamar son Japón, Taiwán, Tailandia, Nueva Zelanda, Perú, España, Francia y Estados Unidos, quienes proveen producto fresco y congelado. En cuanto a producto procesado este proviene de Turquía, Austria y Tailandia.

8.1.2. Perfil del consumidor

La variedad de especies de calamar capturadas a escala mundial provoca también una amplia gama de segmentos de mercado y de consumidores que varían de mercado a mercado. Sin embargo, es el sector de restaurantes y hostería el que representa el mayor segmento de mercado.

El calamar es consumido principalmente por la comunidad asiática en volúmenes considerables. También es demandado por los europeos latinos, principalmente franceses e italianos, los cuales consumen calamar como parte de su dieta, siendo un ingrediente

importante de su cocina tradicional.

El calamar preferido en los mercados en general es el calamar pequeño, el calamar gigante no se cocina tal como viene en trozos grandes, sin embargo lo combinan con otras especies para preparar platillos populares.

La mayor parte de las importaciones corresponde a producto congelado (91%), seguido del producto fresco (4%), y del procesado y enlatado (2%). La presentación congelada se debe principalmente a que la mayoría de las capturas se congela y semiprocasa en los barcos por razones de calidad. Asimismo, la presentación congelada individual, pieza entera, tubo, filete, anillos y tentáculos, representa un volumen considerable.

8.1.3. Régimen arancelario de importación

Como se podrá observar en los documentos de mercado, en la mayoría de los países existen impuestos a la importación de calamar y al Valor Agregado, que en muchos casos encarecen el producto principalmente en la presentación fresco y congelado.

Algunos países asiáticos gravan la importación de este producto, por lo que es importante analizar los documentos para conocer los porcentajes, por ejemplo Corea establece el 20%, mientras que Taiwán establece NTD 15.00 por Kg. O 50% Ad Valorem, entre otros.

En Europa, derivado del acuerdo comercial suscrito con México, a partir del primero de julio del 2003 el arancel será de 0% en todas las presentaciones de calamar, excepto harina.

8.1.4. Precios de referencia

La gama de productos elaborados con calamar es muy amplia. La competencia de marcas y precios es fuerte, por lo que es importante mencionar que si se desea participar en el mercado internacional el precio del producto debe ser verdaderamente competitivo.

El mercado internacional para este producto tiene como característica que el consumidor es muy sensible al precio y calidad del producto, aunado a que esta especie es altamente migratoria, provocando desabasto en algunas épocas del año e inclusive “desapareciendo” por periodos largos. Como consecuencia de la variación en la oferta, los precios son inestables en algunos casos, encontrándose el producto desde USD1.19 por kilo en Malasia hasta USD 15.50 en Taiwán.

Un factor que ha contribuido al encarecimiento del producto, al igual que muchos productos pesqueros, es que pasa por varios intermediarios antes de llegar al consumidor final, por lo que es importante analizar previamente las alternativas que ofrecen los diversos canales de comercialización existente en el mercado de destino.

8.1.5. Análisis de la competitividad

En México la explotación de calamar presenta un rezago tecnológico desde la captura, manejo deficiente del producto en el barco, el mismo barco presenta una antigüedad que lo hace poco rentable, hasta el procesamiento del producto, presentándose otro mal manejo y grandes desperdicios, aunado a la ausencia de una industria que permita aprovechar al máximo este recurso, a través de presentaciones acordes con la demanda internacional, lo que le daría una ventaja competitiva frente a productos similares.

Si bien, actualmente, las exportaciones de calamar fresco y congelado se realizan al mismo nivel de volumen que en su presentación procesada, el valor del producto procesado es de alrededor del doble.

Lo anterior nos da una idea de la rentabilidad que pudiera tener para los exportadores el poder escalar a un nivel de industrialización mas desarrollado para poder generar presentaciones con valor agregado.

Uno de los principales retos que el exportador debe enfrentar es la competencia en precio, la cual está en función del manejo del producto y su aprovechamiento, así como al costo logístico para colocarlo en el mercado.

De acuerdo a los importadores de calamar en Singapur, hay reconocimiento de la calidad del producto mexicano y existe mucho interés en éste, sin embargo el costo de producción y el logístico han sido factores que ha impedido un mayor posicionamiento en ese mercado y otros países de la región asiática..

Las oportunidades de exportación podrían aprovecharse de manera eficiente estableciendo alianzas estratégicas con los potenciales importadores, empresas transformadoras y sociedades de comercio minoristas, de restaurantes y hoteles de los mercados de destino.

8.1.6. Productos sustitutos o presentaciones alternas

En el caso del calamar es importante mencionar que sus características organolépticas determinan la calidad y aceptación del producto, como ejemplo se menciona el grado de acidez por el cual el consumidor lo acepta o rechaza, razón por la cual las plantas transformadoras se ven en la necesidad de mezclarlo con otros pescados a fin de obtener un producto que pueda ser utilizado en sopas y otros platillos de consumo ordinario.

En cuanto a la harina de calamar, ésta puede tener un potencial en la preparación de mezclas como insumo para la elaboración de croquetas y pellets para el consumo de animales domésticos y de granja.

Las presentaciones de calamar van desde entero fresco, entero congelado, anillos de calamar

preparados y congelados, tubos y filetes frescos o congelados.

La utilización del calamar para preparar albóndigas o “bolas”, así como en la preparación de comida congelada, sopas y platillos listos para el consumo puede contemplarse como una alternativa de presentación con valor agregado.

En algunas zonas de Europa se está comercializando un coctel de mariscos que incluye en su mayor parte calamar y pulpo, entre otras especies, así como “ensaladas de mariscos” en envases de cristal. En Asia existe el consumo por calamar deshidratado.

8.1.7. Canales de comercialización

Los canales de comercialización dependen mucho de las prácticas comerciales del país de destino, por lo que se sugiere analizar los documentos específicos de cada uno de los mercados que componen la serie de investigaciones preparadas por Bancomext, a fin de comprender el proceso en cuanto a los porcentajes de intermediación requeridos y los esquemas bajo los que operan los distintos agentes o intermediarios.

Por lo que respecta a los importadores asiáticos, éstos prefieren importar el producto directamente a través de sus empresas transformadoras evitando en lo más posible la intermediación y un mal manejo del producto. Contactan de preferencia a los productores en las zonas pesqueras y establecen negociaciones de participación (contratos de abastecimiento, joint ventures, entre otros), para asegurar la disponibilidad del producto y su calidad.

El calamar fresco y congelado se importa a través de las mismas empresas transformadoras con el fin de satisfacer la demanda de sus plantas procesadoras con productos de excelente calidad y precios competitivos.

En el caso de los mayoristas, éstos realizan la distribución del producto en mercados especializados y en algunos casos a través de subastas. Ahí se reúnen minoristas y consumidores finales con el objetivo de satisfacer sus necesidades. Un nicho de mercado importante para los mayoristas son las cadenas de hoteles y restaurantes de renombre.

En Europa las importaciones se realizan a través de un importador especializado en pescados y mariscos, que es a su vez distribuidor que surte directamente a los supermercados, pescaderías, tiendas departamentales y restaurantes.

En algunos mercados es de vital importancia la presencia directa de los representantes de la compañía exportadora, por lo que es recomendable para el empresario mexicano establecer una relación de representación directa con el distribuidor local, quien deberá contar con la experiencia y contactos con las cadenas de distribución, para el caso en que el producto no se destine al mercado local y se redistribuya a otros mercados de la región.

La gran mayoría de importadores asiáticos cuentan con canales propios de comercialización o con una red de empresas situadas en los principales países vecinos, a través de los cuales se distribuyen los productos provenientes de mercados lejanos. Por lo anterior, es importante conocer a los importadores o representantes idóneos, antes de decidirse a celebrar un compromiso de venta a mediano o largo plazo, lo que permitirá enfrentar la competencia de las grandes marcas internacionales.

Asimismo, es importante que el exportador establezca una excelente comunicación con el agente, broker o importador, según sea el caso, a fin de efectuar un seguimiento del proceso de importación del producto y controlar mutuamente el cumplimiento de las responsabilidades de cada una de las partes.

8.1.8. Logística de la distribución física internacional

La comercialización del calamar requiere de contar con una estrategia de distribución bien definida con el objetivo de que el producto llegue en condiciones óptimas para su consumo.

El factor tiempo para todos los productos alimenticios es muy importante, por lo que en muchos casos y dependiendo del país de destino, se sugiere el transporte aéreo, así como sistemas adecuados de refrigeración, claro está, de acuerdo al volumen considerado.

El conocer previamente los requisitos que se deben cumplir ante las autoridades aduaneras del país de destino, es un aspecto que se debe cuidar con mucha precisión a fin de evitar retrasos que provoquen que el producto no llegue en las condiciones establecidas.

La principal recomendación con respecto a la distribución y logística, es contactar a importadores consolidados, éstos cuentan con el apoyo de agencias de transportes para distribuir la mercancía del aeropuerto o puerto al almacén o al centro de distribución, y a su vez la redistribuye a los diversos puntos de venta. Contactan, además, con las cadenas de tiendas de autoservicio, la industria de la transformación y el mercado institucional (hoteles, restaurantes, hospitales y escuelas), que compran sólo de importadores o distribuidores.

8.1.9. Empaque y embalaje

En términos generales no existe una norma específica para el empaque, debido a que este producto se comercializa en diferentes formas: fresco entero, fresco en anillos, tubos o tentáculos, congelado en bolsa o en charola y enlatado.

El calamar procesado se empaca en bolsas de vinil y en caja de madera con un peso neto entre 20 y 50 Kg, para su venta al consumidor final, se empaca en porciones más pequeñas.

El producto se debe mantener a temperaturas de -18°C . El empaque debe minimizar el proceso de oxidación.

8.1.10. Normas de etiquetado

En términos generales, el producto que se comercializa en su envase original debe contener una etiqueta preferentemente en el idioma del país de destino o en inglés, conteniendo la siguiente información:

- Nombre comercial del producto
- Nombre, dirección, teléfono y fax del productor, exportador, importador o distribuidor
- País de origen del producto
- Peso neto
- Fecha de elaboración, caducidad o de durabilidad mínima
- Número de lote al que pertenece

Adicionalmente, el empaque debe contener los valores nutricionales del alimento, resaltando los siguientes aspectos, por cada 100 gramos de producto:

- Contenido neto
- Saborizantes
- Antioxidantes
- Sal y/o azúcar
- Porcentaje de grasas
- Grasas saturadas
- Nivel de sodio
- Proteínas
- Aquellos elementos que destaquen el valor nutricional del producto

En el caso de la presentación en lata, ésta deberá contener el número de porciones que rinde, el peso de la lata en gramos o libras y peso drenado.

8.1.11. Normas de calidad y barreras no arancelarias

En el caso de los pescados y mariscos es necesario cumplir con los requerimientos de calidad e higiene que se establecen a escala mundial. Las regulaciones más importantes son conocidas como Normas HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos), así como las establecidas por el Acuerdo sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Ronda de Uruguay.

Estas medidas son reconocidas también por los organismos internacionales responsables de la salud como son el Codex Alimentarius (FAO) y la Organización Mundial de Comercio (OMC).

El objetivo de estas regulaciones es establecer estrictas medidas de cuarentena, sanitarias y

fitosanitarias para asegurar que los productos estén libres de enfermedades y peligros para la salud humana.

La certificación es concedida a productos alimenticios e implementada en colaboración con el gobierno, auditores independientes y procesadores de alimentos.

Otras medidas a considerar son las referentes a los aspectos ambientales, las eco etiquetas y el empaque que se establecen en cada uno de los países.

Los documentos indispensables que se deben presentar en cada embarque son:

Factura comercial, lista de empaque, conocimiento de embarque o guía aérea, certificado de origen y certificados de salud o fitosanitario.

8.1.12. Participación en el mercado

Los principales países proveedores de calamar en el mundo son Taiwán, Japón, China, Tailandia, Indonesia y Malasia, en menor medida los Estados Unidos y los países europeos quienes abastecen su mercado interno.

De acuerdo a las investigaciones de campo, México tiene una gran aceptación de su producto, se reconoce y clasifica como producto de gran calidad, sin embargo el tamaño de la especie que se captura en México le resta competitividad con relación al calamar “chico”. El principal mercado para el calamar mexicano, visto desde el punto de rentabilidad económica, es Corea, en el cual tenemos el 90% del mercado para éste producto en su presentación sazonado

En otros mercados nuestra participación es insignificante, sobre todo por la falta de competitividad en la presentación de productos con valor agregado.

8.1.13. Nuevos nichos de mercado

Debido a las preferencias gastronómicas y los aspectos culturales se debe tomar en cuenta una estrategia diferenciada para el mercado europeo y el asiático, debido principalmente al tipo de presentación del producto. El mercado europeo importa principalmente calamar fresco y congelado. Por su parte, el mercado asiático importa en su gran mayoría la presentación procesada sazónada.

En España y Argentina se extrae de las vísceras del calamar aceite Omega-3 que se encapsula para ser distribuido en el mercado internacional de tiendas de productos para la salud, el cual presenta un potencial considerable de comercialización.

Es importante desarrollar un plan para acceder a los canales de comercialización identificados en las investigaciones de mercado que forman parte de este documento, buscando promover el producto en restaurantes especializados de comida asiática e italiana en general; en tiendas

departamentales de comida gourmet y aquellas que ofrecen productos alimenticios especializados.

Asimismo, se deberá buscar el desarrollo de la cadena productiva con miras a la mayor industrialización del producto en diversas presentaciones de acuerdo a las tendencias particulares de cada mercado.

8.1.14. Recomendaciones para acceder a nuevos nichos

Como ya se mencionó, la alternativa más recomendable, de acuerdo a las condiciones de mercado y la variedad del producto mexicano, se encuentra en la industrialización del producto, es decir en la transformación y adición de valor con el fin de crear productos listos para su consumo y con mayor precio de venta al consumidor.

Se sugiere ofrecer el calamar en presentaciones diversas que sean atractivas al consumidor y atraigan la atención como complemento al mercado del producto vivo, fresco y sazonado, tal como anillos, filetes, albóndigas, mezclas con otros productos pesqueros y/o seccionados en diferentes medidas.

Para acceder al mercado es necesario considerar los siguientes puntos:

- Mantener la seguridad en el abastecimiento para concretar operaciones de largo plazo.
- Contar con la tecnología adecuada para el procesamiento del producto a fin de reducir costos que permitan ofrecer precios más competitivos.
- Derivado de la competencia de este producto es necesario establecer precios “adecuados” con relación a la calidad.
- Establecer las prácticas de manejo del producto de acuerdo a la normatividad HACCP en toda la cadena desde captura hasta el procesamiento del producto.
- Realizar las adecuaciones necesarias en la presentación y empaque del producto que respondan a los requerimientos del consumidor.
- Contar con una estrategia de comercialización definida de acuerdo al mercado objetivo.
- Conocer los aspectos normativo y administrativo que establece el país de destino con el objetivo de agilizar el proceso de importación del producto.
- Cumplir con las normas en materia de empaque, etiquetado y transporte del producto en el país de destino.
- Establecer contacto con diversos canales de distribución a fin de definir el más adecuado para la comercialización del producto.
- Cumplir cabalmente con las fechas de entrega así como la calidad de los productos.
- Asistir a eventos internacionales especializados en productos alimenticios como mecanismo de promoción del producto y para conocer la competencia.

- Realizar campañas publicitarias, degustaciones y promoción.
- Considerar que se puedan realizar grandes inversiones en promoción.

8.2. Oportunidades de negocio por zona

8.2.1. Asia

8.2.1.1. Corea del sur

El calamar es un producto altamente demandado en Corea con un mercado de alrededor de 300,000 - 350,000 toneladas anuales en diferentes presentaciones tales como el calamar fresco o refrigerado, congelado, sazonado y seco. La captura realizada por las embarcaciones coreanas, en el mar de costa y en aguas profundas, representan alrededor de 400,000 TM anuales y cubren casi la totalidad de la demanda del calamar fresco, refrigerado, congelado y deshidratado. Sin embargo, el mercado de importación de calamar representa entre 30,000 y 50,000 TM en las presentaciones de calamar congelado, sazonado o ambos, dependiendo del inventario remanente con respecto al año anterior y del resultado de la captura.

El calamar que se captura en el mar de costa, tiene un sabor que agrada al consumidor coreano en forma deshidratada como botana, mientras que el calamar capturado en aguas profundas, congelado y sazonado, se utiliza en la comida.

Hasta el momento, las exportaciones mexicanas de calamar se han concentrado casi totalmente en el calamar sazonado, sin embargo son el calamar fresco y congelado que tiene una mayor demanda en este país.

En el caso de calamar sazonado, las estadísticas nos demuestran que México prácticamente no enfrenta competencia en la exportación del producto, no siendo así para el caso del calamar congelado, donde países como Argentina, China e Indonesia, principalmente, representan una fuerte competencia.

Hasta 1997, el calamar sazonado era el segundo producto mexicano de exportación a Corea registrando un monto total de US\$ 38.3 millones de dólares, equivalentes a 25,000 TM y lo que significó el 95.2% de las importaciones totales de este producto. La presencia del producto mexicano en el mercado de importación de calamar sazonado es continuo desde 1999 y hasta la fecha, con un promedio de 95% de participación.

Cabe señalar que en 1999 las importaciones coreanas de calamar sazonado se recuperaron con relación al año anterior, cuando se registró una caída drástica debido ente otros factores a la crisis económica que afecto al país con un alto nivel de inventarios y el fenómeno de “El

Niño”, que provocó la emigración de la especie a aguas más profundas y de temperaturas más frías, donde su captura resulta más difícil y costosa.

Durante el año 2000, las importaciones coreanas aumentaron en un 65.8% con respecto al año anterior, esto es, se importaron 13,834 TM equivalentes a US\$ 20.4 millones de dólares.

Sin embargo, durante los años 2001 y 2002 las importaciones coreanas de calamar sazonado han mostrado un decrecimiento en el volumen y valor de aproximadamente el 42%, conforme a lo señalado en las estadísticas correspondientes.

Muchas empresas coreanas han hecho inversiones en México a partir de 1997, para procesar el calamar sazonado. Esta forma les ha resultado adecuada, ya que las empresas exportadoras cambian con cierta frecuencia de clientes, según la demanda y los niveles de "inventario" de las distintas plantas. Asimismo, el empacar el producto desde México impacta en sus costos, por lo que los importadores prefieren la práctica de procesar el calamar para su consumo en Corea, ya que cuentan con las instalaciones y el equipo necesario para ello.

En este sentido, podemos observar que el calamar sazonado de origen mexicano es un producto que tiene una gran aceptación en el consumidor coreano, lo que a su vez representa una demanda estable en este mercado.

En lo que se refiere al calamar congelado, Corea es un país exportador de la captura que realiza a través de su flota pesquera en aguas profundas y en los mares de los países con los cuáles tiene convenio de pesca.

En el año 2000, la exportación coreana de este producto registró un volumen de 114,382 TM. lo que equivale a US\$ 78.6 millones de dólares, mientras que la exportación durante el año de 1999 fue de 69,034 TM que representó un monto total de US\$ 54.4 millones de dólares. Sobre la base de estos datos, se puede apreciar que las exportaciones varían dependiendo de la captura y la situación actual del mercado.

Las importaciones en los últimos cinco años fueron entre 16,000 y 22,000 TM. por año, siendo Argentina, China, Japón y los Estados Unidos, los principales países proveedores. En 1997, México registró exportación de calamar congelado a Corea por un volumen de 58 TM. equivalente a US\$ 65 mil dólares, mientras que en 1998 no existe registro de importación de este producto de origen mexicano. Sin embargo, las exportaciones mexicanas registran una participación creciente en el mercado de importación de calamar congelado en Corea a partir de 1999 al pasar de 2.57% de participación a 8.6% en el año 2000, lo que demuestra las oportunidades que existen en el mercado para incrementar los esfuerzos en la exportación de este producto.

8.2.1.2. Malasia

Como resultado de la investigación concluimos que el calamar es consumido en volúmenes considerables en Malasia, después del pollo los mariscos representan la segunda fuente preferida de proteínas, con un consumo de 52 Kg, de productos del mar *per cápita*, el calamar forma parte de la dieta frecuente de la población malasia, ya que indios, malayos (malasios musulmanes), chinos y extranjeros lo tienen incluido en sus recetas tradicionales.

Hay que considerar que Malasia cuenta con producción nacional, de calamares pescados de las aguas de Burneo; donde las especies abundantes son *Loligo chinesis sibogae* y *Septoteuthis lessoniana*.

El calamar preferido por la población es el pequeño, el gigante no se comercializa para ser cocinado, tal como viene en trozos grandes, sin embargo los productores de alimentos procesados, dijeron utilizarlos en combinación con otras especies, como la macarela para elaborar bolas de pescado, populares en las sopas chinas.

8.2.1.3. Singapur

Singapur es un país cosmopolita, donde varias culturas confluyen y aportan al mercado de alimentos una gran variedad. La creciente presencia de personas occidentales ha venido a enriquecer todavía más la gama de comida disponible y hace más frecuente el consumo de comida proveniente de todas partes del mundo (considerada así la comida de regiones fuera de Oceanía y el Sudeste Asiático).

En lo tocante al mercado de calamar congelado, se identificó a Tailandia como el mayor exportador de calamar congelado a Singapur con un volumen anual promedio de 632 toneladas. En el año 2002, las importaciones singapurenses provenientes de dicho país ascendieron a 681,000 Kg, equivalentes a un 29% de las importaciones totales de calamar congelado en Singapur. México por su parte no figura entre los principales 10 proveedores de este producto a dicho país.

En la mayoría de los casos, el producto entra a Singapur sólo para tránsito y en otros es re-empaqueado.

Uno de los principales retos a los cuales el exportador se debe enfrentar es la competencia en precio del producto regional, que en función de los fletes resulta competitivo en este mercado y dado que el producto se destina a mercados próximos, el factor de transporte es muy importante.

En el mercado singapurenses es de vital importancia la presencia directa de representantes de la compañía exportadora, será entonces recomendable para el empresario extranjero identificar un distribuidor local con experiencia y extensos canales de distribución principalmente en los mercados de destino del producto, tomando en cuenta que éste no se destinará para el mercado

local.

La mayoría de los importadores singapurenses de calamar cuenta con canales propios de comercialización o con una red de empresas contrapartes situados en los principales países vecinos, a través de los cuales se distribuyen los productos provenientes de mercados lejanos. Por lo anterior, es importante reconocer a los importadores o representantes idóneos, antes de decidirse por celebrar un compromiso de venta a mediano o largo plazo a fin de enfrentar la competencia de las grandes marcas internacionales establecidas en el mercado.

Resulta importante durante la etapa inicial de comercialización que el exportador mexicano en coordinación con su contraparte local realice promoción y otorgue patrocinios para eventos de degustación de sus productos a través de ferias especializadas, campañas en supermercados, así como eventos y celebraciones especiales. Así también es recomendable fortalecer y mantener una presencia mediante sucursales, representantes y/o distribuidores regionales con acuerdos a mediano y largo plazo.

8.2.1.4. Taiwán

El calamar fresco y congelado se importa a través de las mismas empresas taiwanesas transformadoras quienes a fin de satisfacer la demanda de sus plantas con productos de excelente calidad y precio importan directamente sus materias primas. Asimismo, también ofrecen producto fresco al mercado local a través de la venta a mayoristas y distribuidores.

Es importante mencionar que las importaciones de calamar provienen de países como Argentina, Tailandia e Indonesia, principalmente. Este es el motivo principal de que no exista un registro del volumen de importación del producto que entra y se consume en Taiwán. Las empresas importadoras en su mayoría tienen convenios para pescar en los países mencionados.

En el caso del calamar es importante mencionar que si este tiene un alto grado de acidez el consumidor no lo acepta, razón por la cual las plantas transformadoras lo mezclan con otros pescados a fin de obtener el producto tradicional que se utiliza en las sopas platillo de consumo diario. La amplia gama de productos elaborados con calamar es infinita, la competencia de marcas y precios es fuerte, por lo que es importante mencionar que si se desea exportar a este mercado el precio del producto debe ser verdaderamente competitivo.

A través de los mayoristas las compañías transformadoras realizan la distribución de productos marinos en mercados similares a la Central de Abastos y la Vega en la ciudad de México. Aquí se reúnen minoristas y consumidores finales a fin de satisfacer su demanda. Otro canal de importancia para los mayoristas son las cadenas de hoteles y restaurantes de renombre.

Los distribuidores, por sus bajos ingresos de utilidad ofrecen entregas directas a pequeños supermercados y pequeñas cadenas de hoteles y restaurantes a fin de obtener ventas e ingresos cautivos. La venta de calamar se realiza: fresco o congelado entero, rebanado así

como en mezclas con otro pescado listo para preparar platillos de consumo diario. Las oportunidades del calamar congelado son excelentes, los importadores taiwaneses conocen el gusto del consumidor por el producto. Las importaciones por las propias plantas procesadoras son elevadas.

Las importaciones globales del sector de productos marinos en Taiwán durante los últimos tres años han mantenido un nivel arriba de los 250 millones de dólares anuales.

Durante el año 2002 las importaciones de Taiwán en este sector fueron por un importe de UDS. 270 millones de dólares, en el 2001 fueron de 263 millones y durante el 2000 ascendieron a 374 millones de dólares. El mercado taiwanés es de aproximadamente 105 millones de toneladas anuales, con un consumo *per cápita* arriba de los 50 kilogramos.

La disminución en las importaciones, de acuerdo a los importadores, es debido a que los proveedores incrementan el precio de manera constante, dejándoles un margen de utilidad reducido: este factor como se mencionó anteriormente les empujó a realizar sus operaciones de captura directamente, es decir, evitan a las empresas intermediarias que lo único que hacen es encarecer el producto y de alguna manera frenar el flujo de las importaciones. Es importante mencionar que los importadores taiwaneses están abiertos a la oferta de calamar de cualquier país. El importador taiwanés sabe de la excelente calidad de los productos mexicanos tales como el abulón enlatado y la langosta viva y congelada.

8.2.2. Norteamérica

8.2.2.1. Canadá

Con el objeto de poder conocer cual es el gasto en alimentos de la población canadiense, a continuación se mencionan los resultados de un estudio realizado en el año 2001 por Statistics Canadá, organismo oficial del gobierno canadiense, el cual se considera que no ha sufrido gran variación hasta la fecha. El número de familias que se consideraron es de 11,767,180. El promedio de número de integrantes por familia es de 2.57.

En la tabla 19 anterior podemos observar la manera en que las familias canadienses distribuyen sus gastos en diversos tipos de bienes. Es interesante observar que el gasto promedio en alimentos (incluyendo pescados y mariscos) es superior al 10% del total, cifra relativamente alta si se compara con otros destinados a bienes como ropa, muebles y artículos personales (tabla 20).

El sólo hecho de que los pescados y mariscos tengan una participación de 2.81% en el gasto semanal en promedio en tiendas de alimentos en Canadá, refleja la importancia del consumo de estos productos como parte del régimen alimenticio de este país.

En los últimos años, el gasto en alimentos se ha elevado entre la población canadiense, esto debido principalmente a cuatro factores que han hecho que el consumo en restaurantes y

lugares de comida rápida se haya vuelto común; dichos factores son:

- Los horarios de trabajo que no permiten el regresar a casa para comer
- La participación de los “baby boomers” en el mercado de trabajo
- La incorporación de la mujer a la fuerza laboral
- La gran influencia de la comunidad asiática para comer fuera de casa

La abundancia de restaurantes orientales de origen chino, japonés, filipino, indonesio, tailandés y coreano entre otros, hace que la utilización de productos del mar en sus platillos sea muy común y variada.

El consumo semanal de alimentos comprados a restaurantes es de \$37.52 dólares canadienses; que corresponde al 30% del total semanal gastado en alimentos, lo cual confirma la importancia de la industria restaurantera en Canadá.

Actualmente, la población asiática asciende a 2 millones de habitantes en todo Canadá. Cabe señalar que la población de origen asiático tiene un gusto muy particular por el consumo de pescados y mariscos (tabla 21).

Actualmente el calamar se encuentra en el mercado en diferentes presentaciones, algunas de estas son:

- Fresco: El calamar se encuentra a la venta en distintas formas, con piel sin piel, en filetes, por partes (tubos, anillos, alas)
- Calamar en aceite. Los calamares se presentan perfectamente elaborados, procediendo a un meticuloso trabajo de limpieza de cada pieza, tal cual lo realiza el ama de casa en su propia cocina.
- Calamar en salsa de tomate. La salsa de estos calamares se prepara artesanalmente a partir de productos frescos, los tomates se procesan en planta, con los siguientes ingredientes: tomate, cebolla, sal y especias.
- Congelado. El calamar congelado se distribuye en el mercado entero o por partes, algunos ejemplos son:
 - Alas de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
 - Tentáculos de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
 - Tubos de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
 - Filetes de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
 - Filetes sashimi de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
 - Filetes “Valencia” de calamar (*Dosidicus gigas*) congelado
- El calamar es la carnada por excelencia para cazar al tiburón bacota.
- Deshechos de calamar. Los deshechos de calamar son utilizados en la actualidad para fabricar aceite. El producto tiene un alto contenido de ácido Omega 3, usado en remedios

y alimentos Recientemente se inauguró la primera planta en América del Sur, localizada en Caleta Olivia, Argentina.

El Omega 3, un ácido que proviene del aprovechamiento de los desechos del calamar argentino, se ha transformado en los últimos años en la panacea para mitigar las enfermedades cardíacas en el mundo y comprende un negocio internacional de unos 2 billones de dólares.

Con este aceite derivado de la industria pesquera pueden enriquecerse alimentos funcionales, tales como huevos, pan, pastas, fideos, yogures y hasta dulce de leche, entre muchos otros.

Es posible, además, elaborar píldoras por las cuales se paga hasta 60 dólares el frasco de 200 comprimidos en los países desarrollados. Si bien en la Argentina algunas empresas lácteas ya han lanzado líneas enriquecidas con Omega 3 de origen importado -principalmente de los Estados Unidos, Noruega y Japón-, el mercado de medicinas alternativas y de productos "saludables" aún es incipiente.

Productos sustitutos o presentaciones alternas:

Surimi. Fue desarrollado en Japón varios siglos atrás. Se trata de una técnica de imitación que puede ser de cangrejo, camarón, pescado y en este caso calamar.

En Canadá cada vez son más las personas que consumen productos del mar. En la figura 16 se presenta una serie de opciones alternas para disfrutar del calamar:

8.2.3. Europa

8.2.3.1. España

España cuenta con 40 millones de habitantes, con una gran tradición en el consumo de productos pesqueros. El mercado español de pescado, moluscos y mariscos, es el segundo más importante del mundo después de Japón.

El mercado del calamar en España, no es una excepción y también es de los más importantes en el ámbito internacional por su volumen de consumo.

Cabe señalar que las empresas españolas del sector son de las más importantes de Europa, siendo también plataforma de reexportación para el resto del mercado pesquero de la Unión Europea.

La producción española de calamar fresco y congelado es insuficiente para hacer frente a la creciente demanda de producto. De ahí la necesidad de contar con oferta de otros países proveedores.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, diferencia el consumo en tres grandes grupos: Hogares, Hostelería y restauración e Instituciones, como se reflejan en la tabla 22.

Se observa que los hogares son el primer consumidor de mariscos, moluscos y crustáceos a escala nacional, ya sean frescos, cocidos o congelados. En términos porcentuales, tanto la hostelería como las instituciones consumen mayoritariamente el producto congelado, por su parte los hogares lo prefieren fresco.

En cuanto al consumo de moluscos y crustáceos *per cápita*, la media nacional es de 10,4 kilos al año. Por zonas geográficas, las pautas de consumo son bastante homogéneas, destacando el Noreste del país (Cataluña y Aragón) y Castilla - León con más de 7 kilos al año y siendo la excepción Canarias con un consumo de tan solo 2.27 kilos al año.

La variedad con mayor participación es el calamar gigante (*Dosidicus gigas* – fracción 0307.49.38) que generalmente representa el 70 – 80% de las exportaciones mexicanas de calamar congelado hacia España.

En el caso del *Dosidicus gigas*, Perú es considerado la principal competencia de México como proveedor de España, sin embargo esta tendencia no se refleja en las estadísticas oficiales. Por lo que consideramos que se triangula o bien es la misma flota española quién lo maneja.

Esta preferencia se basa en algunos comentarios de importadores que resumimos a continuación:

- a) Rinde más. Muchos importadores nos comentaron que rinde más, el motivo es que las cajas de 22 kilos incluyen 24 kilos. Esta cantidad extra está reeditando como una promoción para el producto. Sin embargo, algunos importadores nos informaron que al cocer el producto peruano se reduce en un 56% quedando el 44%, mientras que el Malvinas se reduce a un 47%. Este rendimiento se modifica en las diversas cosechas.
- b) La acidez del calamar de origen peruano es menor. Consideramos que el calamar llega con un tratamiento para reducir la acidez.
- c) El tamaño es también menor. Generalmente el manto más grande tiene menos uso que el más pequeño. En efecto, las empresas conserveras españolas prefieren los tubos de hasta 2 Kg. Tamaño característico de otras especies, con lo cual el *Dosidicus Gigas* se encuentra en cierta desventaja.
- d) Presentación. Aparentemente están en posibilidad de entregar los rejos (cabeza y tentáculos) con el “corte bailarina” en las condiciones requeridas. El calamar gigante ha desarrollado un cartílago en las ventosas y se requiere totalmente limpio, sin cartílago, ninguna de las tres pieles y sin ojos, para ser enlatado.
- e) Ya se ha abierto el canal y los representantes de empresas peruanas ofrecen seguridad en el servicio, tiempo de entrega y calidad, entregando DDF (Delivery Duty Free) en España sin riesgos para el comprador.
- f) Precio. Este punto es variable ya que depende de la oferta

En virtud del TLC-UE, los aranceles sobre productos originarios de México se eliminarán progresivamente. El arancel para el calamar quedará eliminado a partir de Julio del 2003. El arancel preferencial resultado del Tratado de Libre Comercio entre la Unión Europea y México, se aplicará siempre y cuando se presente con la mercancía un Certificado de Origen forma EUR.1 y el formato de solicitud EUR.1 mismos que expiden la Secretaría de Economía.

El transporte utilizado para el envío de grandes volúmenes de calamar es vía marítima. Generalmente se envían por contenedores de 40 pies (alrededor 24,000 Kg).

En cuanto al envase, se deben envasar en sacos, cajas, cestas, etc. fabricados con materiales adecuados que proporcionen protección suficiente para la perfecta conservación de los productos. En la práctica se utilizan cajas especialmente diseñadas para el transporte de cefalópodos congelados.

Los productos congelados se someterán a un proceso adecuado de congelación, de tal manera que los límites de temperatura de cristalización máxima se atraviesen rápidamente. Dicho proceso no deberá considerarse completo hasta tanto no se haya alcanzado, después de la estabilización térmica, la temperatura de -18 °C en el centro del pez, crustáceo o molusco, con excepción de las especies pulpo, choco y calamar, para las que son suficientes las temperaturas de -15°C, -16°C y -17°C respectivamente. Estos productos deberán mantenerse en condiciones óptimas para su almacenamiento y transporte (temperatura, humedad, etcétera) desde su captura hasta su distribución, para que no pierdan peso ni se alteren dentro del período normal de comercialización.

Una de las maneras en las que la UE controla la calidad es exigiendo a las autoridades sanitarias del país exportador (Secretaría de Salud en el caso de México) un listado de empresas autorizadas que cumplan con la normativa mínima exigida por la UE para tal efecto. De ahí el requisito indispensable de estar registrado en el citado listado para poder exportar a esa región.

La Consejería Comercial de México en España ha observado que existe interés del mercado por el calamar gigante, interés especialmente dirigido a localizar productores con la que puedan tener el producto de acuerdo a las necesidades de presentación, con el precio, la calidad y el servicio adecuados.

Cabe señalar que algunos importadores y consumidores, tienen una marcada preferencia por el calamar nacional debido a sus posibilidades de uso. Esto supone un interesante reto para los productores de calamar gigante, cuyo uso es principalmente para procesos posteriores.

La disminución de las exportaciones mexicanas a este mercado se debe a que terceros países incrementaron sus ventas y que México tuvo una reducción de su oferta. Como se menciona en el estudio, la producción de calamar no es constante ni homogénea, asimismo los principales proveedores de calamar en España han sabido consolidar su posición el mercado mediante interesantes estrategias comerciales.

8.2.3.2. Bélgica

De acuerdo con Euromonitor, el consumo total de pescados y mariscos (frescos, refrigerados, congelados, secos, salados, ahumados, etc.) en la Unión Europea fue de casi 4.4 millones de toneladas en 2000, indicando un consumo *per cápita* de alrededor de 11.6 Kg. En términos de valor, el consumo total llegó a casi 28 billones de euros en el 2000. Por otra parte en Bélgica durante el 2001, el consumo de pescados y mariscos fue de 887,578 millones de Euros aproximadamente.

El consumo de la Unión Europea se ha incrementado en los años recientes, sin embargo la tasa de crecimiento es más modesta que en los 80s. El incremento en la popularidad puede ser explicada por mayores ventas de filetes ahumados (particularmente de trucha, sardina y salmón) y un mercado más amplio de productos pesqueros a lo largo de Europa. Además, el consumo de pescado se ha incrementado por las comidas preparadas, uno de los mercados de alimentos con un crecimiento más rápido. Italia es el líder absoluto, con una participación de mercado de un tercio de las ventas totales. Lo siguen Alemania, España, Francia y Bélgica en orden descendiente. Entre 1995 y 1999 los principales mercados en términos de volumen incrementaron, excepto el mercado español. España y Alemania son dos países consumidores de moluscos, en contraste con Bélgica y Portugal, que consumen más pescado seco, salado y ahumado.

Una técnica de empaque para productos frescos cuya popularidad está aumentando en Holanda, Bélgica y Alemania, es el Empaque de Atmósfera Modificada (MAP). Esta técnica relativamente nueva, consiste en envolver el producto con gases o una mezcla de los mismos para extender su tiempo de vida. El contenido de estos gases normalmente encontrados en el aire se altera para disminuir el crecimiento de bacterias, decoloración o putrefacción. Por otra parte, el empaque por aspiración es especialmente popular para productos ahumados.

En general, el mercado de mariscos en Europa se caracteriza por contar con un gran número de proveedores, procesadores y distribuidores. Los miembros del mercado llevan a cabo muchas tareas y operaciones similares. Como consecuencia, los mariscos pasan por muchos canales antes de que lleguen a su destino final. Sin embargo, se espera que se reduzca el número de participantes del mercado por medio de la centralización de actividades.

Existen cuatro tipos principales de contrapartes para los exportadores de mariscos de uso industrial: Agentes, importadores e industrias procesadoras de alimentos.

Existe una gran variedad de empresas en este sector. Algunas compañías han reducido su proceso de producción y otras, especialmente en Holanda y Bélgica, se han especializado en la re-exportación. Por ejemplo, éstas compran principalmente mariscos exóticos de países en desarrollo y los exportan a países vecinos en Europa.

En Bélgica la venta de pescados y mariscos en supermercados e hipermercados es muy popular. En el noroeste de Europa y Escandinavia, las ventas de las pescaderías y de los

mercados han caído considerablemente. Actualmente, las principales cadenas de alimentos se han convertido en el principal cliente de los exportadores. Hay un creciente interés por parte de estas cadenas en hacer las compras de mercancías por ellos mismos. Como resultado, han establecido contacto directo con las fuentes originales de mariscos en lugar de depender totalmente de los importadores. Los directivos de las cadenas de alimentos buscan proveedores que garanticen los envíos en cantidades menores a un contenedor lleno y sin demoras.

Por otra parte, los importadores como PIETERS, MORUBEL, VAN DEN ABEELE y otros, aún juegan un papel importante en el mercado de mariscos de Bélgica. Muchos de los grandes importadores son también firmas procesadoras altamente especializadas, debido al incremento en el consumo de alimentos de microondas o platillos de mariscos congelados.

Los mariscos frescos se envían por vía aérea, mientras que los productos congelados y enlatados se envían por vía marítima. Los exportadores del continente americano necesitan ofrecer a los importadores precios CIF. Además, es importante mencionar que los proveedores mexicanos deben ser agresivos en las promociones, mantenerse en contacto cercano con sus clientes y agentes y, ser flexibles en el tamaño de las órdenes y los términos de crédito.

Desde la década pasada, los consumidores se encuentran más interesados por los beneficios del consumo de pescados y mariscos. Esta tendencia ha incrementado el consumo de estos productos en todo el mundo.

Los exportadores de países en desarrollo se dividen de la siguiente manera: Latinoamérica, África y Asia. En general, los países latinoamericanos tienden a vender su producto a Norteamérica, mientras que los africanos consideran que el mercado europeo es más importante.

Existen ciertos productos que han adquirido importancia en la UE como el atún, camarón, calamar, merluza, gamba rosada, etc. A parte del interés que tienen en estos productos, también exigen que se cumplan los estándares de la UE (HACCP).

En cuanto a los moluscos, los países en vías de desarrollo abastecieron cerca del 47% de todas las importaciones de estos productos en 1999. Marruecos, Argentina, Senegal, India y Tailandia son los proveedores más importantes. También existen oportunidades importantes para el pulpo, calamar, caracoles, escalopas y jibias.

El Mercado europeo de cefalópodos se concentra en el suroeste del continente. Los principales países consumidores son España e Italia y en menor grado Grecia, Portugal y Francia. En el noroeste de Europa el consumo es menor, pero en expansión. Holanda es un importador importante de este producto, pero sólo una pequeña cantidad se consume en este país. Como se ha mencionado anteriormente, Bélgica y Holanda re-exportan a otros países de la UE, con Italia y Francia como clientes principales.

8.2.3.3. Holanda

Derivado de las entrevistas llevadas a cabo sobre las posibilidades que existen para el calamar gigante, destaca como comentario general, que únicamente le ven posibilidades dentro de los alimentos procesados, ya sea como anillos de calamar preparados y congelados, o bien alguna otra presentación creativa como alimento preparado, listo para servir y que sea de fácil preparación. De la misma manera que todo esto debe estar orientado hacia un mercado de re-exportación y al sector HORECA (hoteles, restaurantes y “catering” o de banquetes).

Por lo que concierne a la producción local, ésta solo se ve reflejada en la fracción arancelaria 0307.49.99, que corresponde a productos del mar invertebrados salados, secos o en salmuera. En los tres años analizados se observa una diferencia negativa entre las importaciones y las exportaciones, lo que se puede interpretar como la existencia de producción local, ya que exporta más de lo que importa. Cabe señalar que para el caso de México las condiciones que se establecen para importar productos del mar a la Unión Europea están sujetas a la certificación en México antes de que éstas puedan ser exportadas a Europa.

Las restricciones no arancelarias existentes tienen que ver con:

1. La calidad del producto
2. Las relacionadas con el medio ambiente
3. Regulaciones sobre el empaque que se debe utilizar

Las regulaciones que existen actualmente sobre cuidado del medio ambiente, son de carácter voluntario, y tienen que ver más con mercadotecnia que con una restricción, de estas destacan las Ecolabels o etiquetas ecológicas y la norma internacional ISO 14001.

Actualmente existe la Directiva 94/62/EC que tiene que ver con el material de empaque reciclable, la fecha límite de aplicación fue este mes de Junio del 2001, la meta es reciclar o re-utilizar de un 50 a un 60% el material de empaque.

Para el caso del calamar no existe un procedimiento para el proceso y material empleado tan claro como para el camarón, este puede ser empacado en bolsas de plástico o cajas, dependiendo de la presentación que el cliente quiera dar a su producto. El etiquetado del producto está detallado en la Regulación 96/240/EC. Los datos generales de la etiqueta son:

- | | |
|---|--|
| • Nombre del producto | • Ingredientes adicionales |
| • Origen | • Peso total (en Kg) |
| • Presentación (Ej. congelado, cocido, pelado, etc.) | • Peso del producto (en Kg) |
| • Método de conservación (Ej. IQF, congelado en bloque) | • Fecha de vencimiento |
| • Cantidad | • Advertencias |
| | • Nombre del exportador o del importador |

La Unión Europea es un mercado pesquero abastecido con productos de calidad, cuyos consumidores conocen muy bien los productos. Existe demanda durante todo el año, aunque en ciertas temporadas se incrementa, como en Semana Santa y Navidad, o bien, cuando se detectan enfermedades en animales de granja, como ha ocurrido en el sector avícola y porcino en los últimos tres años en Europa, en donde los productos del mar presentan una alternativa para el consumidor que teme contraer algún tipo de enfermedad derivado de estas alarmas.

El consumidor de la Unión Europea, se caracteriza por ser conservador, exigente y conocedor de la calidad en los productos alimenticios.

Este crecimiento se atribuye principalmente a:

- Cambio de hábitos alimenticios
- Amplia y permanente disponibilidad de productos frescos en el mercado
- Precio más accesible al consumidor
- Alternativa ante carne contaminada proveniente de animales de granja

El producto mexicano puede constituir parte del complemento de la demanda europea. Existen rutas directas, tanto aéreas como marítima, que posibilitan el despacho expedito de las mercancías, lo que facilita la presencia de México sobre países como Guatemala, Costa Rica, Perú y otros del Caribe que en muchas ocasiones se ven obligados a pasar por Miami, Florida.

Las empresas mexicanas certificadas por la Unión Europea, cuentan con producto similar y en ocasiones de mejor calidad que sus competidores.

La Unión Europea se reserva el derecho de seleccionar como sus proveedores únicamente a las plantas procesadoras de productos pesqueros que cumplan con la normatividad sanitaria establecida por ésta y, en ocasiones, por cada Estado Miembro.

Las empresas mexicanas que desean participar en dicho mercado deberán estar certificadas por las autoridades comunitarias y estar acreditadas en el listado o padrón de exportadores de la Unión Europea. De esta manera, se asume que las empresas incluidas en dicha lista, cumplen con la normatividad europea.

Los principales países proveedores de calamar a Holanda son Nueva Zelanda, Perú y Tailandia para los productos comprendidos dentro de la fracción 0307.49.59, España, Francia y Tailandia para la 0307.49.99 y para el caso de la 1605.90.90 son Turquía, Austria y Tailandia.

8.2.3.4. Italia

El calamar que se pesca en Italia es el *Loligo vulgaris*, que se conoce como “calamaro” o “calamaro mediterráneo. También es de importancia el *Todarodes sagittatus* o “totano”. Las adquisiciones de calamar del 2000 al 2001 aumentan en 2.9% por lo que se refiere a valor y 5.9% en volumen. No obstante este incremento en la adquisición de calamar en Italia del 2000 al 2001, el consumo de este producto bajó constantemente desde el 1997 hasta el 2000, hecho

que se debe también a la disminución en la captura local del molusco en cuestión.

Después de que el consumo de productos del mar había registrado un aumento durante el año 2000 como consecuencia lógica del fenómeno de la “vaca loca”, en el 2001 esta tendencia disminuye levemente. Posteriormente, durante el 2002 en Italia el consumo de productos de la pesca en Italia disminuyó en 42.1%, esto se debe a que el precio de los productos del mar se incrementaron 44%. Cabe mencionar que aún si es discreto, el único rubro que observa en aumento de +1.5% es el de productos pesqueros naturales congelados.

En lo que se refiere al calamar, Italia es un país que importa y casi no exporta este producto. El principal país proveedor de calamar en el mercado italiano es Francia con 73% de participación en valor y 59% en volumen, seguido por España, entre estos dos países se cubre el 80% de las importaciones italianas de calamar. Resulta de interés destacar la diferencia en las participaciones de los diferentes países proveedores en valor y en volumen, efecto que obedece a los precios ofrecidos por los diversos países oferentes. El consumo nacional aparente resulta 4 veces mayor que la producción local.

Actualmente en Italia la mayor parte de la distribución de los productos del mar en general, se lleva a cabo a través de la grande distribución (60% en valor y 57% en volumen), los mega y supermercados han ganado una importante participación en la comercialización de los productos pesqueros.

En el caso de los moluscos, las tendencias son paralelas a las del sector en general; es importante notar que en Italia a pesar del crecimiento que han tenido los supermercados en la distribución de pescado fresco, la mayor parte de la comercialización se lleva a cabo en los negocios tradicionales: 58% del total de pescado fresco en euros y 59% en toneladas, representando considerables canales de abastecimiento las pescaderías (43%) cuya participación es incluso mayor a la de los supermercados; y la de los mercados ambulantes (12% en valor y 14% en volumen).

Por lo que se refiere a las importaciones, éstas se llevan a cabo a través de las grandes empresas o brokers que operan en el sector, quienes revenden a la gran distribución, a negocios más pequeños o procesan ellos mismos el pescado para venderlo al mercado institucional, o en su caso, ya empacado también a la grande distribución.

El envío del producto de México a Italia por vía marítima tarda de 15 a 20 días; a su llegada, el importador lo transporta vía terrestre en sus camiones frigoríficos. En el caso de los importadores cuyo centro de distribución se ubica cerca del puerto marítimo o aéreo, se economiza tiempo y costo. De lo contrario, se debe transportar a su respectivo centro de distribución para organizar los envíos a los puntos de venta. En cualquiera de los casos, la distribución a los puntos de venta para el consumidor final tarda alrededor de 15 días.

Italia es tradicionalmente un país consumidor de productos del mar; cuenta con casi 8,000 km de costa, una flota nacional de 17,000 barcos, 70,000 empleados y ventas por 5 mil millones de euros. No obstante, la pesca en Italia no se ha modernizado al ritmo de la evolución del consumo y la distribución.

En los años recientes el aumento en los precios de los productos del mar y la disminución de la producción en Italia provocó un aumento en las importaciones del 7.2%.

Italia al ser una península, es un país consumidor natural de productos del mar, el consumo de moluscos es parte de una tradición culinaria no solo italiana sino mediterránea. El pueblo italiano es históricamente un gran consumidor de moluscos tanto cefalópodos como bivalvos. Los pulpos, jibias, calamares y tóranos forman parte esencial de la alimentación de los italianos; estos se pueden incluir dentro de una comida como entremés simplemente cocidos y sazonados, o bien en una “ensalada de mar”; mientras que los pulpos son un ingrediente frecuente dentro de los platillos elaborados con pasta; el calamar se consume más bien como entremés,

El consumidor italiano se mantiene especialmente atento a la salud, es decir, se informa sobre los beneficios o desventajas que el consumo de ciertos alimentos representa por lo que es importante para la promoción de los productos hacer énfasis en las propiedades alimenticias y ventajas nutritivas.

Los cambios en la estructura familiar y el menor tiempo a disposición para cocinar, han dado lugar al crecimiento en las ventas de los alimentos congelados. Esta tendencia se refleja también en el sector del pescado congelado, ya sea simple o preparado.

En el caso del calamar se incluye como parte de las “ensaladas de mar” o “combinaciones de mar” que son bolsas o recipientes de plástico conteniendo diferentes moluscos y pescado para descongelarse directamente para su inmediato consumo o descongelar e incluir en la preparación de algún otro platillo como arroces, pasta, sopas, entremeses o guisados. Otro producto congelado de interés en este caso son los “aritos de totano” que se venden congelados para su ulterior preparación ya sea empanizados, fritos o rebosados.

Las tres presentaciones más usuales requeridas por los importadores italianos son: Filetes (máxime tratándose de calamar gigante), tubos y anillos.

Se menciona que el importador italiano requiere el calamar ya procesado sobre todo tratándose de países terceros a la UE porque importar el calamar entero y llevar a cabo el proceso en Italia resulta muy caro por el costo que implicaría la mano de obra.

El calamar se usa como carnada en la pesca del pez espada, que es uno de los pescados de mayor consumo en Italia. Las embarcaciones que pescan el pez espada compran el calamar entero congelado, lo descongelan y posteriormente lo usan como carnada.

Por lo que se refiere a la harina de calamar y/o de pescado en general, no existen empresas italianas que produzcan este tipo de producto. Importar la materia prima y procesarla en territorio italiano representaría costos muy altos para el tamaño del mercado que existe para este producto. La importación se lleva a cabo de Perú y de Chile, sin embargo es un sector con altas barreras ya que prácticamente el comercio de la harina de calamar en Italia está constituía como un monopolio de una empresa de nacionalidad chilena con orígenes italianos.

Puede haber oportunidades en el mercado italiano para el calamar gigante mexicano. Italia es

un país consumidor de moluscos por excelencia y el calamar es un producto conocido dentro de un mercado local exigente que no acepta fácilmente innovaciones sobre todo tratándose de productos alimenticios.

Italia es un país consumidor de calamar e importa 4 veces más toneladas de las que captura localmente. Si bien la competencia a enfrentar es Francia y España, países con afinidades de consumo, de tradición culinaria, facilidades comerciales y proximidad geográfica; el calamar gigante mexicano si es de calidad, fresco, se ofrece a buen precio y de acuerdo a las exigencias y especificaciones del mercado, podría gozar de aceptación en Italia.

8.2.3.5. Reino Unido

Para productos marinos es necesario especificar la siguiente información en la etiqueta o en la documentación comercial que acompaña al producto.

- Nombre comercial de la especie.
- Método de producción (captura en mar abierto, agua dulce o acuicultura).
- Para captura en alta mar o agua dulce se debe utilizar el término caught ó caught in freshwater y para productos de acuicultura farmed ó cultivated.
- Lugar de captura (origen).
- Para productos de alta mar el origen se debe indicar haciendo referencia a una de las 12 áreas de captura establecidas por la FAO (tabla 23).
- Para productos de agua dulce sólo se debe especificar el país de origen, ejemplo Norwegian trout.
- En caso de productos de acuicultura el origen lo determinará el país en donde se terminó de cultivar el producto.

En 1998 la captura de calamar en el Reino Unido fue de 2,100 toneladas con un valor de £4.3 millones de libras esterlinas (\$7millones de dólares aproximadamente)

El Reino Unido tiene una prolífera captura de calamar en el suroeste de Escocia, específicamente en Moray Firth, Rockall y Faroe (tabla 24).

Las especies *Loligo vulgaris* y *Loligo forbesi* son las que constituyen la mayoría de la captura comercial; variedades como *Alloteuthis subulata*, *Illex illecebrosus*, *Todarodes sagittatus* y *Todaropsis eblanae*, conforman el resto.

La mayor parte del calamar capturado en el Reino Unido es destinado a la exportación.

Su uso principal es en la industria alimenticia o mercado institucional (catering, hoteles, restaurantes, líneas aéreas y escuelas, entre otros).

En Reino Unido los productos congelados del mar se han caracterizado por falta de desarrollo y precios muy descontados. Esto ha provocado que los productos frescos tengan un mayor margen así como participación de mercado.

A pesar de que el Reino Unido es un alto productor de calamar, existe una fuerte competencia con países de la Unión Europea y el mercado muestra un bajo consumo interno del producto; sin embargo, las empresas británicas, en general, muestran interés por conocer el producto mexicano.

Dado que los productos congelados en el Reino Unido, se han visto afectados por la falta de desarrollo de nuevas ideas, es conveniente que el empresario mexicano busque ventajas competitivas, como presentaciones innovadoras del producto. Por ejemplo, calamar en tiras o aros empanizados, paellas o comidas preparadas congeladas, o incluir en el empaque recetas de como preparar el producto.

8.2.4. Latinoamérica

8.2.4.1. Guatemala

En aguas guatemaltecas está confirmada la presencia del calamar gigante por la flota pesquera, quienes han reportado capturas principalmente en época de verano.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación “MAGA”, a la fecha, a excepción de los camarones penaeidos, no se tiene conocimiento exacto de los niveles de explotación de los Recursos Pesqueros, aunque por el número reducido de unidades industriales de pesca se estima que la mayoría de los recursos en aguas jurisdiccionales guatemaltecas se encuentran sub-explotadas o en su inicio de explotación.

Basados en la información almacenada dentro del “Área de Registro y Estadística” de la UNIPESCA – MAGA, se tienen estadísticas de captura de calamar dardo (género *Loliolopsis spp*), el cual forma parte de la “Fauna de Acompañamiento (FAC)” por parte de la flota industrial camaronera. De acuerdo con esta información, las capturas de este calamar han oscilado entre 250 Kg y 150,000 Kg/ trimestre. El promedio anual ha sido de alrededor de 12,000 Kg, a excepción del año 2000 donde se reportan capturas de 250,000 Kg.

Se considera que actualmente existen oportunidades para la comercialización del Calamar Gigante en este mercado de acuerdo con las entrevistas realizadas a empresas dedicadas a la

comercialización de mariscos, las que en su mayoría desean conocer la oferta exportable mexicana en presentaciones: fresco y enlatado; razón por la cual se sugiere contactarlos y enviarles cotizaciones. Adicionalmente, cabe señalar que de conformidad con la estadística, sólo se identifica competencia directa de los Estados Unidos para calamar fresco.

Por lo que respecta al calamar no fresco, las comercializadoras guatemaltecas reportan importarlo de países como Chile, Corea del Sur, España y Estados Unidos; ubicaciones geográficas poco favorables lo que representa para nuestro país una ventaja más que se suma a las siguientes:

- Costos de transporte más reducidos
- Menor tiempo de transportación de las mercancías
- Aprovechamiento de los beneficios del TLC México-Triángulo Norte
- Otra alternativa de compra

De otra parte, es muy importante tomar en cuenta el registro de marcas, nombres comerciales y signos distintivos para evitar plagio, así como el cumplimiento de las normas técnicas.

8.2.4.2. Honduras

De acuerdo a la Dirección General de Administración de Tratados de la Secretaría de Industria y Comercio de la República de Honduras, las regulaciones no arancelarias que aplican al calamar son las siguientes:

A) Regulaciones sanitarias. Para que los productos de una planta empacadora y/o procesadora de productos del mar puedan ser exportados a Honduras, debe estar certificada por la Secretaría de Agricultura y Ganadería de la República de Honduras, a través del Servicio de Sanidad Agropecuaria (SENASA).

Tomando como base los comentarios de funcionario de SENASA el procedimiento de certificación se puede resumir de la siguiente manera:

1. la planta interesada solicita a SENASA la inspección,
2. SENASA responde, indicando la fecha tentativa para la certificación y los costos (la “planta” cubre los costos de viaje y viáticos del o los inspectores),
3. La planta acepta, cubre los costos y se lleva a cabo la inspección,
4. La autoridad hondureña SENASA levanta un acta y emite los resultados de la inspección, los cuales pueden ser:
 - a) Favorable, autorizando a la planta para la venta de sus productos en Honduras o;
 - b) Desfavorable, indicando en todo caso los motivos por los cuales no se autoriza a la planta.
5. En el supuesto que no se certifique la planta, las autoridades hondureñas deben señalar las razones que los llevó a emitir esta conclusión.

6. Una vez que la planta cumpla con las observaciones de los inspectores, puede solicitar a las autoridades competentes en México que certifiquen su ejecución. En tal caso las autoridades hondureñas se reservan el derecho de aceptar dicha certificación o demandar una segunda inspección para corroborar el cumplimiento de sus observaciones.

B) Etiquetado y empaque. En el renglón de etiquetado, la ley del consumidor de Honduras establece en su artículo 9 que en el caso de productos extranjeros las indicaciones en las etiquetas deberán ser las mismas que se exijan en su país de origen.

C) Regulaciones cuantitativas. No existen cupos, permisos especiales u otras regulaciones cuantitativas que restrinjan la importación de lanzadores de mortero, pistolas y rociadores a este país.

Estadísticas

A) Estadística de comercio exterior. De 1999 al 2001 las importaciones de productos clasificados en la fracción arancelaria 03.0741 (Jibias y globitos; calamares y potas: vivos, frescos o refrigerados) se ha mantenido en el rango de las 3.5 a 4.5 toneladas por año.

Al observar las estadísticas del comercio de Honduras (ver cuadro 2) podemos concluir que el volumen y valor de las importaciones de los productos clasificados en la fracción 03.0741 es muy reducido. Los únicos proveedores del mercado hondureño son Estados Unidos y eventualmente El Salvador.

Por último, es necesario tomar en cuenta que el calamar se clasifica en una fracción arancelaria genérica. Esto es una limitante al momento de hacer el análisis ya que no se puede determinar con exactitud el monto de las importaciones del producto sujeto de estudio.

B) Producción local. No existe información precisa del volumen de captura de calamar en Honduras. Esto en virtud de que el calamar no es una “pesca específica” y solo se captura como fauna de acompañamiento en la pesquería industrial del camarón.

De acuerdo a información proporcionada por la Dirección General de Pesca (DIGIPESCA) en el periodo 1992-1999, la captura incidental de moluscos (donde se incluye el calamar) osciló en el rango de las 284 a 428 toneladas métricas anuales.

C) Consumo. No se tienen los elementos necesarios para determinar con precisión el tamaño del mercado del calamar en Honduras. A pesar de lo anterior, se pueden tomar como puntos de referencia el valor de las importaciones (considérese que el calamar se clasifica en fracción arancelaria genérica) y los rangos de captura de moluscos (donde se incluye el calamar)

El sector pesquero en Honduras

Previo a describir el mercado hondureño del calamar, consideramos que es necesario tratar de explicar como funciona el sector pesquero en Honduras. Cabe mencionar que la información

que se presenta a continuación, es una recopilación de tres entrevistas con funcionarios de la Dirección General de Pesca de Honduras.

Bien se podría dividir el sector pesquero en tres capítulos. Por un lado tenemos a la acuicultura, donde grandes corporaciones son las que dominan el escenario nacional. Por otro, tenemos la pesca industrial (la cual se concentra en la costa del atlántico) y por último a la pesca artesanal, la cual esta compuesta por centenares de pequeños pecadores diseminados a lo largo de los dos grandes litorales del país.

- A) Captura. En Honduras la pesca industrial se circunscribe principalmente a cuatro productos: camarón, langosta, caracol y pescado (especialmente pargo)
- B) Acuicultura. Esta industria representa una de las principales actividades de exportación en el país. Al año se producen alrededor de 8,000 toneladas de camarón y 300 toneladas de tilapia las cuales tienen como principal mercado a los Estados Unidos y Europa. Si bien es cierto los últimos años han sido difícil para la industria (bajos precios internacionales, enfermedades, etc.) la actividad acuícola se ha mantenido y se avizoran algunos signos de recuperación en el corto y medio plazo.
- B) Zonas de producción. Para la actividad pesquera existen dos zonas de producción: El Caribe (donde se concentra la pesca industrial) y el Golfo de Fonseca (donde predomina la pesca artesanal) Es importante mencionar que de acuerdo a las autoridades pesqueras del país, la zona del golfo de Fonseca esta sobredimensionada, lo que ha traído como resultado una caída paulatina de los volúmenes de captura. En lo que respecta a la actividad acuícola, las principales zonas de producción de camarón están ubicadas en el sur del país (Golfo de Fonseca) En lo que respecta a la tilapia, las zonas de producción se ubican principalmente en el centro del país (grandes embalses de agua dulce como la presa del comedero)
- C) Unidades de producción. 1) Pesca artesanal: alrededor de 20 mil embarcaciones con capacidad menor a tres toneladas, 2) Pesca industrial: cerca de 300 embarcaciones, cuya principal pesquería es el camarón y pargo, 3) Acuicultura: en el 2001 operaron un total de 252 fincas con 14,300 has productivas y 18,500 has de espejo de agua, que produjeron 23.9 millones de libras-cola de camarón (*L. vannamei* y *L. stylirostris*)
- D) Industrialización. En Honduras no existe una industria de transformación de productos pesqueros. Por lo general el pescado se comercializa fresco (mercado nacional y de exportación) El único producto con valor agregado es el camarón. Actualmente operan en el país, 10 plantas empacadoras con capacidad para procesar camarón IQF, pelado, desvenado y cortes especiales
- E) Mercados. Para la pesca industrial y la acuicultura el 80% de la producción tiene como destino los mercados internacionales (Estados Unidos y Europa) y el 20% el mercado nacional. En contraste, los pescadores artesanales destinan el 80% de su producción al mercado nacional y solo el 20% al de exportación.

- F) Organización. De acuerdo a las autoridades del sector, la organización del sector es precaria. Por un lado, son pocos los recursos que el Gobierno dedica a la administración e investigación de los recursos pesqueros y por el otro, el sector privado solo cuenta con representatividad en algunos sectores (por ejemplo el acuícola)

A partir de un modelo general se explicará la forma en que operan los canales de distribución para el calamar en el mercado hondureño.

Productor $\Rightarrow$ Importador / distribuidor $\Rightarrow$ Consumidor

- A) Productor. Los proveedores de calamar en el mercado hondureño son: 1) las 300 embarcaciones que se dedican a la pesca industrial de camarón y que capturan calamar de forma incidental, 2) las empresas extranjeras que exportan calamar ocasionalmente y en pequeñas cantidades.
- B) Importadores / distribuidores. En este eslabón de la cadena encontramos las siguientes figuras: 1) Coyote: personas que acuden a los centros pesqueros a comprar el producto y lo distribuyen en los principales centros urbanos, 2) Cadenas de restaurantes: como se verá más adelante, algunas de las cadenas de restaurantes (tipo franquicia) importan calamar de forma directa para sus establecimientos.

Aquí vale la pena hacer un paréntesis. En Honduras no localizamos empresas “formales” distribuidoras de mariscos para el mercado nacional. Solo los “coyotes” termino acuñado y conocido en México, son los únicos que se dedican a la distribución de productos del mar.

Asimismo es necesario resaltar que no existe un mercado especializado -tipo central de abastos- con infraestructura adecuada -cuartos fríos, etc.- para la venta de mariscos. En este sentido, los consumidores acuden a los mercados tradicionales -que tiene su sección de productos el mar- y a las pesquerías donde se puede encontrar producto fresco.

- C) Consumidores. El calamar no es parte de la dieta del hondureño. Es difícil encontrar calamar en los supermercados y mercados, por lo general quien consume calamar son los restaurantes, en particular los de comida italiana, española e incluso algunas cadenas de restaurantes de comidas rápidas.
- D) Margen de intermediación. No existe una fuente de información que nos indique los márgenes de intermediación en este sector. Lo que se hizo fue preguntarle a personas involucradas en el medio, quienes coincidieron que al señalar que cada eslabón del canal

de distribución tiene un margen del 15 al 20%.

El marisco si bien es cierto no es parte fundamental en la dieta del hondureño, hay indicadores que señalan que el consumo va en aumento (en el 2000 se consumió 3 kilos *per cápita* de productos del mar, lo que representó un incremento respecto a los 900 gramos *per cápita* de 1990)

Los productos del mar que son más apreciados por el consumidor hondureño son la tilapia, los curiles (almejas, pata de mula), jaiba, caracol, pargo y el camarón. Cabe mencionar que el consumo esta ligado al precio. Un gran segmento de la población se priva de algunos mariscos por que sus precios le son prohibitivos.

- El consumo de productos del mar en Honduras aumentó de los 900 gramos *per cápita* (1990) a 3 kilos *per cápita* en el 2000
- Los productos de mayor consumo son la tilapia, curiles, caracol, jaiba y camarón
- El precio es un factor importante para el consumidor hondureño cuando decide que marisco comprar
- El calamar es un producto poco conocido y poco apreciado por el consumidor hondureño.
- El calamar tiene un precio económico comparado con otros productos del mar, por lo que se infiere que el precio no es una limitante para el consumidor.
- Todo indica la principal limitante en el consumo es la falta de conocimiento del consumidor, la falta de promoción y la costumbre alimenticia del hondureño que no incluye al calamar en sus platillos.
- Las encuestas a restaurantes y pescaderías indican que el mercado esta bien atendido con la producción local y las importaciones eventuales de algunas cadenas de restaurantes.
- Ninguna de las pescaderías encuestadas está interesada en vender calamar.

Todo indica que son escasas las oportunidades de mercado para el calamar gigante en Honduras. Esto se debe a que no existe el hábito de consumo y a que la poca demanda está bien atendida por proveedores locales.

8.2.4.3. Perú

El mar peruano es uno de los más ricos en recursos marinos, gracias a la corriente peruana o de Humbolt, la que al ser un flujo de agua fría genera el fenómeno llamado de “afloramiento”. Este fenómeno permite la abundancia de microorganismos como el zooplancton y fitoplancton, que forman la primera línea de la cadena alimenticia que se da en los mares. La Pota pulula en grandes cantidades en el Perú, con especial énfasis en las costas de Talara, Paita y Sechura, ciudades localizadas al norte del Perú y como un punto especial de gran abundancia en el puerto de Puerto Rico que ha presentado un aumento muy significativo de ésta. Por ello, es uno de los recursos marinos que, por su abundancia, está destinado a desempeñar un rol de gran importancia en el sector pesquero peruano.

El mercado peruano viene sufriendo una transformación en lo que se refiere al consumo alimenticio, debido a que la sociedad en el país ha experimentado cambios que la llevan a diversificar aun más los productos que consume habitualmente. Parte de la causa es una oferta mayor de productos en el mercado y un gusto cada vez más para los productos del mar como ingrediente de la dieta peruana, sobre todo siendo el cebiche y los mariscos platillos típicos del país. De allí también que el consumo interno del calamar y pota se estén incrementando en los últimos años.

La captura tanto de calamar y pota para el mercado nacional se realiza por las embarcaciones artesanales que trabajan en la costa peruana, las cuales, según calculan los especialistas pesqueros, venden en este mercado entre el 15% y 20% de los desembarques totales, toda vez que el resto de su producción la canalizan a procesadoras y empresas diversas cuyo mercado es el externo. Dichos desembarques ascendieron a unos 18,000 TMB (Toneladas Métricas Brutas) en 1996, para descender a 834 TMB en 1998, como resultado de la presencia del fenómeno del niño que se recrudeció durante ese año. A partir de 1999 las capturas de estas especies se incrementaron hasta alcanzar en el 2001 unas 90,000 TMB. Cabe destacar que la pota constituyó un 75% del desembarque de calamares. Asimismo, las ventas al mercado nacional se calculan entre 15,000 TMB y 20,000 TMB anuales solo para lo que son los años del 2001 y 2002.

El procesamiento de estas especies también ha venido creciendo en los últimos años en sus diversas presentaciones, como son: fresco refrigerado, congelado, curado y enlatado, destinadas al consumo directo. Las perspectivas son que el consumo de estas especies continúe conforme crezca la población peruana y la población urbana se incremente con respecto a la rural. En los últimos 7 años el comportamiento de los desembarques de calamares y pota ha mostrado un comportamiento cíclico con una tendencia manifiestamente ascendente, tal como se observa en el cuadro siguiente, ya que después de contar con desembarques que ascendieron a unas 18,000 TMB en 1996, y tener un descenso pronunciado en 1998 cuando se sufrió el fenómeno de El Niño, éstos totalizaron en unas 90,000 TMB en el 2001 con un estimado de unos 100,000 TMB en el 2002. La pota representó el mayor porcentaje de extracción e incluye lo desembarcado con bandera extranjera.

Dado que la extracción de pota o calamar gigante es destinada en mayor cantidad para el comercio exterior, casi todo el desembarque es para congelado, mientras que la que se destina al consumo humano directo, se da en pocas proporciones. Debido a la inexistencia de flota calamarera peruana y a lo importante de la extracción del calamar gigante, el gobierno peruano vino emitiendo permisos de pesca y extracción a flotas pesqueras de origen asiático, las cuales cuentan con embarcaciones especializadas y hacen uso de métodos modernos de extracción.

El Perú está dentro del grupo de países en el mundo en el que la extracción y procesamiento del calamar tiene una gran importancia en el comercio mundial de este invertebrado. Esto se da debido a la alta presencia de las especies de calamar en el país y al repunte de esta actividad pesquera nacional y a un incremento de la demanda internacional. Las exportaciones peruanas de calamar y pota han tenido un gran crecimiento en los últimos 5 años. Así, de exportaciones de US\$ 522,000 en 1998, éstas tuvieron un crecimiento promedio anual de 49% hasta llegar a

los 47 mdd (millones de USIS.) en el 2002.

En los últimos dos años los principales países importadores fueron los países europeos liderados por España, Bélgica e Italia. Filipinas realizó importantes e inusuales compras aparentemente de contingencia para cubrir su demanda interna. En lo que respecta a las importaciones del año 2000, el principal mercado fue Japón seguido del tradicional España. Para el 2002, España se convirtió en el principal importador de calamar fresco y refrigerado, como se muestra en la tabla anterior, seguido inesperadamente por Filipinas.

Ahora bien, es importante mencionar que, según la nueva resolución ministerial que ha presentado el gobierno peruano, se da facilidad para las empresas extranjeras que deseen invertir en el sector pesca. La resolución esta abocada al fomento de la inversión en rubro de calamares, específicamente se ha promulgado la ley para la inversión en naves marítimas que permitan promover la extracción de calamar en el litoral peruano.

8.3. Situación nacional

Durante la década de los 80's, la captura de calamar gigante era solo de carácter incidental, es decir, no existían barcos especializados en sus capturas, y prácticamente los pequeños lotes capturados en proceso de pesca artesanal se dirigían al mercado interno, el mismo que tampoco podía utilizarlo en gran escala, puesto que no existía el hábito de consumo de este producto en la población.

Los primeros barcos calamareros que se tiene conocimiento iniciaron el parte aguas hacia el despunte de esta actividad, fueron obviamente asiáticos (coreanos y japoneses). Se interesaron en este recurso alrededor de 1990, debido a la importancia de este producto para su dieta; para ello realizaron investigación pesquera exploratoria y experimental en la zona del pacífico enfocándose principalmente en el Perú (principal competidor actual en la pesquería de calamar gigante en el ámbito internacional), que acaparaba principalmente el mercado español con cientos de toneladas a principios de los 90's, logrando exportar entre 15,000 y 20,000 toneladas de filetes con y sin piel de calamar gigante a fines de 2000.

Ahora bien, en términos generales la información y registro de la explotación del recurso y su comercialización tanto a escala nacional como internacional no son muy precisos del todo, ya que no existía una actividad pesquera de calamar formal hasta principios de los 90's. Aún en la actualidad en el ámbito nacional la falta de información que precise tipo, precio, presentación y procedencia del calamar es un problema que dificulta el estudio y evaluación del potencial del mercado de este producto. Por otro lado, en el comercio internacional, un consumo se desarrolla e incrementa, mientras que el comprador reciba un producto de calidad y de acuerdo a sus requerimientos, y el vendedor tenga la capacidad de producirlo, al margen de los precios establecidos del producto. En los últimos años, el recurso ha tendido a desarrollar un mayor tamaño, por lo que la abundancia de ejemplares pequeños ha disminuido,

capturándose ejemplares de hasta 25 kilos como promedio. La condición de aumento en la talla de los organismos, ocasiona que los calamares gigantes acumulen una mayor acidez en sus cuerpos, lo que produce un ligero amargor característico, sabor que ha sido detectado principalmente por los exquisitos paladares españoles (principal consumidor europeo de calamar); esta característica ha sido detectada solamente para el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), dando un importante sesgo en los hábitos de consumo del mercado europeo reorientando su consumo hacia otras especies de calamar, y enfocando el calamar gigante hacia los mercados asiáticos.

Asimismo, otro factor es el gran tamaño que dificulta el propósito de la compra, porque los españoles y en general el mercado europeo compra los filetes pequeños para utilizarlos directamente en sus productos elaborados empanizados, y lo empleaban también como alternativa de otros tipos de calamares más costosos. Consecuentemente, por las características especiales de la materia prima disponible, el mercado español, paulatinamente, ha venido reduciendo sus adquisiciones de calamar gigante y como ya se mencionó cambiando sus hábitos de consumo hacia otras especies (no importando el precio).

Por otro lado, el Mercado Asiático (mercado cautivo para México) es la cara opuesta a esta situación. En este mercado, el calamar gigante siempre ha constituido materia prima para elaborar diversos productos. Los coreanos, por ejemplo, básicamente procesan el calamar gigante hasta lograr una especie de seco / salado / sazonado en hilachas llamado “Daruma”; por lo que el tamaño del producto no es muy importante. Una situación muy destacable de la actividad calamarera llevada a cabo en México por los coreanos, chinos y japoneses, es que han logrado acceder al producto a precios muy bajos, y mantienen el control de los mismos en el ámbito de materia prima o precio en playa (para ser transformado).

Los chinos también han incrementado sus compras en volumen, pero han mantenido los precios indicados, en general los países asiáticos siempre buscan y han pagado precios bajos, porque para ellos el calamar gigante en filete, manto, tentáculos, cabeza o enteros, constituye únicamente materia prima para elaborar otros productos como la “Daruma” en Corea o “Sakika” en China. Esta situación convierte como generalmente sucede, a México en proveedor de materia prima, lo cual se ve como una oportunidad de formación de clusters industriales mexicanos que provean al mercado tanto nacional como internacional de productos finales de excelente calidad, en la que el valor agregado sea dado desde el país de origen, y por industriales mexicanos.

Es importante recalcar que la situación anterior a la década de los noventa a escala mundial sobre el calamar, era la de un recurso prácticamente subexplotado, ya que no existe ningún registro de esfuerzo pesquero especializado para su captura, situación que prevaleció por ser un producto del que no se tenía costumbre en el consumo. Y aunque actualmente en el ámbito nacional la falta de costumbre de consumo es una situación que no se ha superado, esto da lugar a un nicho de mercado con alto potencial de desarrollo.

Si bien, el calamar gigante es un recurso pesquero que por su abundancia es barato, rico en proteínas y técnicamente adaptable a otros procesos, se ha dado pie a investigaciones sobre diferentes tecnologías a las que podría someterse el producto dándole un valor agregado para

su comercialización como producto diversificado basado en calamar, con el fin de desarrollar empresas o clusters industriales que elaboren la diversidad de productos finales sugeridos. A raíz de la investigación para la diversificación de productos (como se describirá con mayor detalle posteriormente) se han encontrado como oferta dentro del mercado internacional de calamar las siguientes presentaciones, elaboradas principalmente por productores peruanos y españoles:

- Conserva de calamar gigante en salsa de ajo, en lata de 0.45 Kg.
- Alas de calamar gigante con piel, lavadas, congeladas en bloque de 10 Kg., envueltas en plástico y empacadas en sacos de polipropileno de 30 kilos (3x10).
- Brazos de calamar gigante sin ojos y sin pico, lavados, tentáculos sexuales recortados, congelados en bloque de 10 Kg. envueltos en plástico y empacados en sacos de polipropileno de 30 kilos (3x10).
- Tubo de calamar gigante limpio y completamente eviscerado, sin alas, sin la primera piel, sin manchas ni puntos rojos, con recorte en el faldón y en el pico, congelado en bloque de 10 Kg envueltos en plástico y empacados en cajas master de 20 kilos (2x10), si el tamaño es menos de 800 gramos se congela en bloque de 7Kg., se envuelve en plástico y se empaca en caja master de 28Kg. (4x7)
- Filete de calamar gigante limpio sin la primera piel y completamente blanco y sin heridas. Se congela en bloques de 10 Kg, cada bloque va dentro de una bolsa plástica y se empaca en cajas de cartón de 20 Kg (2x10), si el tamaño es menos de 800 gramos se congela en bloque de 7Kg, se envuelve en plástico y se empaca en caja master de 28Kg. (4x7)
- Filete sashimi de calamar gigante que es el mismo filete anteriormente mencionado al que después de retirarle la primera piel se semicongela para después tirarle la segunda piel, se vuelve a congelar individualmente esta vez interfoliado, los filetes se envuelven en plástico y se empacan en cajas de cartón de 20 Kg (2x10), si el tamaño es menos de 800 gramos se congela en bloque de 7Kg, se envuelve en plástico y se empaca en caja master de 28Kg. (4x7)
- Filete de calamar gigante “Corte Valencia”, cortado con un ancho mínimo de 8 centímetros en la punta del cono y con un ancho del filete en la base del tubo de 11 a 14 centímetros, tiene un espesor de 0.7 a 1.5 cm. Congelado en bloque de 7 Kg y empacado en caja master de 28 Kg (4x7).
- Crema de calamar gigante a base de los recortes y desperdicios de este producto.
- Aros de calamar empanizados
- Calamar en escabeche, lata de 0.50 Kg.
- Filete de calamar empanizado
- Hamburguesas basadas en calamar

Como es destacable que la capacidad tecnológica es flexible para los diferentes procesos a los que se someta el calamar, y teniendo en cuenta que el nivel de vida de países asiáticos como la República Popular China, y Corea del Sur, está incrementándose constantemente, es claro que la demanda de calamar tiende a aumentar en los mercados internacionales, entonces vale la pena conducir esfuerzos en industrias mexicanas a desarrollar actividades comerciales que permitan acceder a nichos de mercado para productos de calamar en esos países, así como certificar diferentes etapas de la cadena para acceder a mercados europeos mediante productos diversificados.

Si bien, la dimensión y peso del calamar son condiciones del recurso que permiten alcanzar capturas abundantes, de una a dos toneladas en unas cuantas horas, y a veces con una facilidad asombrosa, brindando al mercado un producto a bajo costo, debe reconocerse también que es un producto con alto potencial de desarrollo en el mercado nacional ya que no se le ha promocionado en forma adecuada, resultando en un escaso consumo, pese a sus características de bajo costo y alta calidad alimenticia.

Es importante mencionar que en México ya se han hecho estudios sobre aplicación de tecnologías existentes de interés industrial para la conservación y mejor aprovechamiento del calamar, esto por parte del Instituto Tecnológico de Tijuana en una investigación a cargo del Ing. Ricardo Ocampo García, donde se obtuvieron resultados muy alentadores sobre la implementación de esta tecnología, ya que se obtuvieron resultados favorables en cuanto a la aceptación de los productos en pruebas de mercado realizadas para el mismo estudio (Ver anexo de participaciones externas).

9. INTEGRACIÓN ESTRATÉGICA DE LA CADENA PRODUCTIVA

La planeación estratégica se identifica como una herramienta de análisis en el estudio de cadenas productivas. En este sentido, la herramienta ayuda a identificar estrategias de acción en el corto, largo y mediano plazo, siempre que han sido analizados los ambientes internos y externos de la cadena en estudio, en términos de sus fortalezas y debilidades (ambiente interno) y sus oportunidades y amenazas (ambiente externo). En la tabla 25 se presenta la matriz FODA de la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante, la misma que resultó del análisis de la información generada durante el estudio.

Las estrategias que es posible implementar a fin de resolver los problemas más trascendentales en la cadena productiva del calamar gigante, resultan del cruce de los cuadrantes debilidades-amenazas (estrategias de supervivencia), amenazas-fortalezas (estrategias defensivas), debilidades-oportunidades (estrategias adaptativas) y oportunidades-fortalezas (estrategias ofensivas). La distribución de las estrategias se aprecia en la figura 44 que ilustra la matriz estratégica para la cadena estudiada, indicándose a continuación el código de colores utilizado en ella:

Color en la matriz estratégica	Estrategia correspondiente
Amarillo	Estrategia 1. Fomento a la investigación pesquera para prospección y bioeconomía
Rojo	Estrategia 2. Desarrollo de mercados
Azul claro	Estrategia 3. Fomento al desarrollo tecnológico de procesos y productos
Verde	Estrategia 4. Diversificación de productos de alto valor agregado

Morado	Estrategia 5. Fomento a la certificación de procesos y productos
Anaranjado	Estrategia 6. Desarrollo de proveedores

9.1. Variables críticas en la cadena

En el estudio de cadenas productivas, se identifican como variables críticas a aquellas situaciones problemáticas que pueden considerarse como principales causas de varios problemas. Asimismo, la priorización de estas variables críticas permite identificar estrategias que resuelvan problemas prioritarios en los que su solución tiene impacto en varias áreas problemáticas.

Cabe destacar que el enfoque de variables críticas e identificación de problemas prioritarios, dentro del estudio de las cadenas productivas, parte de su sustento puede ser entendido por la aplicación del Principio de Pareto (principio 80-20), el cual es ampliamente utilizado en sistemas para la calidad, el cual consiste en identificar y atacar el 20% de los problemas causa, solucionando así el 80% de los problemas identificados.

Para el caso de la cadena productiva del calamar gigante, el análisis de variables críticas se presenta en la tabla 26.

10.2. Estrategias para fortalecer la integración de la cadena

Por la forma en que se organiza la pesquería de calamar gigante en México desde su captura hasta la comercialización de los productos industrializados, misma que se ha discutido a lo largo del presente documento, se sugieren las siguientes estrategias como elementos de planeación sectorial que en el corto, mediano y largo plazo permitirán programar la implementación de diversas actividades que coadyuven a la integración de la cadena productiva.

Fomento a la investigación pesquera para prospección y bioeconomía

Acciones de corto plazo

- Promover la vinculación con centros de investigación pesquera, a fin de fortalecer el conocimiento sobre el recurso pesquero.
- Financiar investigaciones pesqueras sobre el recurso orientado a sugerir estrategias de manejo, bioeconomía de la pesquería, prospección pesquera y cambio climático y sus efectos en las poblaciones del recurso.
- Financiar proyectos de investigación orientada a la economía de la pesquería en forma holística pesca-industria-comercialización y desarrollo regional.

Acciones de mediano y largo plazo

- Llevar a la práctica los resultados de las investigaciones pesqueras.

Costos asociados

- Investigaciones con duración no menor a un año y dependientes de la temporada de captura.

Beneficios esperados

- Decisiones acertadas en torno al manejo sustentable de la pesquería.

Desarrollo de mercados

Acciones de corto plazo

- Llevar a cabo un estudio de mercado formal a escala nacional
- Promover asociacionismo estratégico entre los productores primarios (pescadores) que les permita fortalecer su capacidad de negociación en la fijación del precio de se captura.
- Divulgar con precisión y oportunidad programas de gobierno que apoyan a la comercialización y mercadeo de productos pesqueros.
- Promover la capacitación en temas de administración, control de calidad y comercialización de productos pesqueros.
- Acordar estrategias de trabajo institucional CONAPESCA-PROFECO-DIF, que permitan desarrollar un mercado nacional, a través del fomento al consumo de calamar como un producto barato y latamente nutritivo.
- Identificar productos diferenciados a partir de recetas regionales.

Acciones de mediano y largo plazo

- Desarrollo de mercados internacionales con base en empresas certificadas que elaboren productos con valor agregado sobre la base de nichos identificados.
- Promover la investigación de mercados de futuro.
- Fomentar el desarrollo de marcas comerciales.
- Formación de un consorcio para el acopio y transformación de calamar en productos altamente diversificados, que incluya la comercialización de los mismos.
- Promover y apoyar planes de exportación directa de calamar, que contemple las siguientes acciones:
- Apoyo a la investigación de mercados a fin de identificar productos demandados en el mercado actual.
- Promover y orientar acciones de penetración en nichos identificados.
- Elegir el mercado meta.
- Realizar un análisis sobre la presentación del producto de acuerdo al mercado meta (empaquetado, presentación, colores, marca, etc.).

Costos asociados

- Disminución de exportaciones de calamar a mercados coreanos

- Impactos severos en las relaciones comerciales entre pescadores, permisionarios de pesca e industriales.
- Mayores presiones a las autoridades correspondientes, principalmente en el ámbito estatal y municipal.

Beneficios esperados

- Impulso a la industrialización de productos finales diversificados
- Expansión de mercados nacional e internacional fuera de corea
- Fortalecer la organización de los pescadores.
- Decisiones acertadas en la selección de nuevos nichos de mercado.
- Escalar en la cadena de distribución, disminuyendo el intermediarismo.

Fomento al desarrollo tecnológico de procesos y productos

Acciones de corto plazo

- Capacitación técnica para desarrollo interno de productos, basado en innovación creativa
- Promover la vinculación con Centros de Investigación y Enseñanza Superior.
- Fomentar la investigación aplicada orientada al fortalecimiento de los procesos actualmente aplicados y desarrollo de innovaciones, tanto en procesos, como en productos.
- Promover la innovación de procesos orientados a la eficiencia en el uso de recursos, a fin de disminuir costos internos de cada unidad productiva.
- Financiar proyectos de innovación de productos que estén basados en resultados obtenidos en investigaciones de mercado.
- Promover acciones que repercutan en el mejor funcionamiento administrativo-operativo de las unidades productivas, principalmente de las organizaciones de pescadores que resulten del asociacionismo estratégico.

Acciones de mediano y largo plazo

- Generar un Programa de reconversión y modernización industrial de impacto en toda la industria pesquera.
- Promover la certificación de procesos y productos.
- Aplicación de los resultados obtenidos por investigaciones realizadas para desarrollo tecnológico e innovativo de procesos y productos.

Costos asociados

- Modificaciones radicales en las rutinas de trabajo.

Beneficios esperados

- Aumentar rentabilidad económica con la disminución de costos internos al mejorar rutinas de trabajo.

- Lograr nuevos esquemas de organización sectorial que aporten mayores beneficios económicos al productor primario.
- Desarrollo profesional y personal de los recursos humanos involucrados en proyectos de mejoramiento a productos y procesos.
- Diversificar líneas de productos.
- Generación de empleos para personal de plantas de procesos.
- Utilización integral de maquinaria, equipos e infraestructura instalada que se encuentran subutilizados.
- Diversificar los procesos productivos y utilización de subproductos derivados del recurso pesquero.
- Minimizar el impacto al ambiente mediante el aprovechamiento integral del recurso.

Diversificación de productos de alto valor agregado

Acciones de corto plazo

- Financiar proyectos tecnológicos orientados al aprovechamiento de subproductos.
- Financiar proyectos de re-ingeniería en las naves de proceso a fin de detectar necesidades tecnológicas.
- Diseñar nuevas políticas industriales, basadas en abasto de materia prima, que inviten a la actual planta industrial al procesamiento integral del producto.

Acciones de mediano y largo plazo

- Promover instalación consorcios industriales orientados a la obtención de productos innovadores.

Costos asociados

- Grandes riesgos comerciales al promover competencia con la industria actualmente instalada.

Beneficios esperados

- Mejoramiento tecnológico de la planta industrial.
- Integración industrial orientada al desarrollo regional.

Fomento a la certificación de procesos y productos

Acciones de corto plazo

- Promover programas que financian proyectos sobre calidad de productos y procesos.
- Promover la cultura de la calidad en las empresas.

Acciones de mediano y largo plazo

- Financiar proyectos que resulten en la certificación de las empresas.

Costos asociados

- Resistencia al cambio, en todos los niveles de la cadena.

Beneficios esperados

- Aumentar la competitividad de las unidades productivas.
- Mejorar la imagen de los productos pesqueros mexicanos.
- Penetrar a mercados que ofrecen alta rentabilidad a las operaciones comerciales de productos pesqueros.

Desarrollo de proveedores

Acciones de corto plazo

- Capacitación orientada a la administración básica, a la conformación de asociaciones estratégicas y planeación operativa, principalmente en las agrupaciones de pescadores.
- Divulgar y promover con suficiente oportunidad y precisión los programas de gobierno que existen en apoyo a la cadena productiva.
- Promover la asesoría profesional efectiva para que los productores aumenten sus posibilidades de acceder a los beneficios de los programas de gobierno vigentes.
- Promover, financiar y orientar la implementación de programas locales que permitan nuevas formas de integración de los productores y fortalecimiento a la organización interna de cada unidad productiva.
- Redefinir programas de gobierno orientados al fortalecimiento de cadenas productivas pesqueras.

Acciones de mediano y largo plazo

- Elaborar programas específicos para el caso de cadenas productivas pesqueras.
- Formular un programa sectorial de pesca de largo plazo, que no se vea severamente afectado por los cambios en la administración pública.

Costos asociados

- Resistencia al cambio, en todos los niveles de la cadena.

Beneficios esperados

- Nuevas formas en la organización de los productores con beneficios directos en asuntos de proveeduría, consolidación de producción ofertable y mejoramiento de procesos de comercialización, organización interna y acceso a programas de gobierno.
- Mayores posibilidades de una integración regional de la actividad y sus principales actores, en términos de desarrollo económico y social sustentable.

9.3. Oportunidades para el desarrollo de “clusters” industriales en la cadena

Un “cluster” industrial es la unión de empresas de giro igual o complementario, las cuales mediante una integración estratégica aprovechan oportunidades de negocio que les permiten

ganar acceso a nuevos mercados, dichas oportunidades pueden presentarse en sus respectivos sectores económicos o en otros de su interés en común. Considerando ésta definición, en la tabla 27 se presenta la caracterización de oportunidades de negocios identificados dentro de la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante, las cuales pueden ser concretadas orientándose hacia la integración de clusters industriales.

A continuación se presentan las definiciones de cada oportunidad de negocio para el desarrollo de clusters industriales en la cadena productiva diagnosticada.

Subproductos. Se consideran todos aquellos productos elaborados a partir de los desperdicios del calamar y que no son para consumo humano directo.

Sazonados. Se consideran todos aquellos productos pre-cocidos, a los que se les agregó algún aditivo. En este sentido, el proceso de pre-cocido, puede ser a partir de vapor o calentamiento directo en agua potable, con o sin aditivos. En este tipo de productos el empaque y la forma de preservación les agregan un importante valor comercial.

Secados. Se consideran todos aquellos productos deshidratados que pueden ser productos finales o materias primas intermedias. En el caso de productos finales, el empaque les agrega un importante valor comercial.

Pre-cocidos. Se consideran todos aquellos productos que sólo han sido cocidos, sin ningún aditivo. En este tipo de productos el empaque y la forma de preservación les agregan un importante valor comercial.

Pre-cocinados. Se consideran todos aquellos productos listos para ser consumidos. En este tipo de productos el empaque y la forma de preservación les agregan un importante valor comercial.

Filetes. Se consideran todos aquellos productos de diferentes cortes y presentaciones, según el mercado destino. En este tipo de productos el empaque y la forma de preservación les agregan un importante valor comercial.

Las diferentes clases de productos que se han definido, pueden elaborarse a partir de la industrialización de calamar, en diferentes escalas. A fin de mostrar las diferencias entre una y otra oportunidad de negocio industrial (cluster), a continuación se presentan las definiciones de las principales características asociadas a su desarrollo.

Tecnología de producción

Se refiere a los equipos, maquinaria, condiciones de procesos y condiciones de infraestructura con la que se debe contar para desarrollar el cluster.

Indispensable. Se requiere adquirir equipos y maquinaria especializados, los cuales en la mayoría de las ocasiones deben importarse, y en ocasiones son necesarias especificaciones

técnicas para su diseño.

Necesaria básica. Se requieren equipos y maquinaria de uso común en la industria alimentaria, incluso aquella que puede ser comprada en bazares industriales de equipos semi-nuevos o de medio uso, los que presentan características que facilitan su instalación y adaptabilidad al proceso.

No indispensable. Se requieren equipos y maquinaria mínima, que incluso pueden diseñarse y fabricarse en talleres micro industriales locales de manufactura metalmecánica y diseño industrial en máquinas y herramientas.

Escala de producción

Se refiere a las capacidades de producción que deben considerarse en el diseño de la nave industrial, esto en términos de necesidades de materias primas y capacidad para programar eficientes flujos de inventarios, tanto de materias primas como de proceso.

Industrial alto. La programación de producción debe estar soportada por economías de escalas muy precisas, asociadas a la cuantificación y administración de costos directos de fabricación.

Industrial medio. La producción puede ser programada de acuerdo a las estimaciones de proveeduría de materias primas, en tanto que sus costos directos de fabricación al menos deben estar cuantificados en forma unitaria.

Artesanal. La producción regularmente no se planea y la línea de proceso comienza a funcionar siempre que haya materia prima mínima suficiente para ello, regularmente sin control en los costos directos de fabricación.

Servicios a procesamiento

Se refiere a los servicios complementarios con los que debe contar la nave de proceso para llevar a cabo poder llevar a cabo la fabricación del producto.

Mayores. El proceso requiere de servicios como generación de vapor, aire caliente, sistemas para manejo de presión, condiciones para manejo adecuado de sustancias corrosivas, así como aquellas inflamables, tratamiento especializado de aguas, además de los servicios básicos.

Básicos. El proceso requiere los servicios mínimos indispensables para una micro industria de manufactura, entre los que cuentan agua, drenaje, alcantarillado, potabilización de agua, electricidad, etc.

Logística de comercialización

Se refiere a todos los componentes que forman parte integral del proceso de distribución y comercialización del producto, tanto los internos al nivel de productores (precios, promociones, publicidad, etc.), como los externos (programas de gobierno, seguros comerciales, política comercial y normatividad, etc.).

Desarrollo internacional. El producto que ha sido fabricado para un mercado internacional, además de tener un nicho, los productores deben haber desarrollado eficientes y eficaces canales de distribución, considerando también el apoyo de un eficiente sistema administrativo comercial (política de precios, promociones y publicidad, seguros comerciales, transportación adecuada, servicios aduaneros, etc.).

Nichos identificados. Cuando para el producto se ha identificado un nicho de mercado nacional, los productores deben contar con los elementos necesarios para utilizar en forma eficiente y eficaz los canales de distribución que ya existen, y en la medida de su expansión comercial desarrollar sus propios canales, así como sus elementos internos de comercialización.

Desarrollo nacional. Cuando para el producto se ha identificado un potencial nicho de mercado nacional, los productores deben contar con los elementos necesarios para utilizar en forma eficiente y eficaz los canales de distribución que ya existen.

Capitalización

Se refiere al nivel de inversiones que deben considerarse para el diseño, instalación y puesta en marcha de unidades productivas enfocadas al cluster.

Alta. Es necesaria la gestión de recursos en más de una fuente de financiamiento.

Media. Es posible capitalizar el proyecto con financiamiento dirigido, que puede provenir de programas sectoriales de gobierno federal o de fondos públicos complementarios a la inversión privada.

Baja. La capitalización del proyecto es suficiente con los recursos que se gestionen a través de programas regionales o locales, complementados con acciones para la organización de productores primarios.

Organización

Se refiere a la forma en que las unidades productivas orientadas al cluster deben organizarse internamente para llevar a cabo la producción en forma eficiente.

Desarrollada. Es necesario contar con una estructura organizacional claramente definida en términos de jerarquía, así como la delimitación de puestos de trabajo, principalmente en lo que se refiere a responsabilidades, autoridades y roles de trabajo.

Básica. Es necesario con una organización capaz de responder a necesidades básicas en su producción, y que en gran medida requerirán apoyo externo para una adecuada administración.

Adiestramiento

Se refiere a las características de capacitación laboral, o capacitación técnica para el trabajo, con la que debe contar el recurso humano involucrado directamente el proceso de fabricación.

Profesional. Es altamente recomendable que el recurso humano involucrado en el proceso cuente con estudios técnicos superiores relacionados con las actividades que desempeñará, o en su defecto, una amplia experiencia en dichas actividades.

Técnico especial. El personal debe contar con capacitación específica que lo apoye en el desarrollo de ciertas habilidades técnicas para el mejor desempeño de su trabajo.

Básico. El personal puede o no, contar con conocimientos previos sobre su tarea a desempeñar en el proceso, por lo que sus necesidades de capacitación son mínimas.

Proyectos relevantes

1. Estudio de exploración y prospección de calamar gigante en la costa occidental de la península de Baja California.
2. Diagnóstico de las organizaciones de pescadores de calamar a fin de identificar, evaluar e implementar estrategias de asociacionismo.
3. Estudio de mercado nacional para identificar la aceptabilidad de nuevos productos a partir de calamar en la población mexicana.
4. Programa promocional de consumo de calamar a escala nacional, en coordinación con la PROFECO y Sistema DIF.

10 CONCLUSIONES

Se presentan las conclusiones de este estudio para cada uno de los eslabones que conforman la cadena productiva de la pesquería de calamar gigante en México:

RECURSO

El calamar gigante en el Golfo de California se encuentra asociado principalmente a las zonas de surgencia de la región de las grandes islas en las inmediaciones entre los puertos de Guaymas en el estado de Sonora y Santa Rosalía en Baja California Sur.

El calamar gigante se distribuye en el Océano Pacífico Oriental, es considerado como especie subtropical, nerítico-oceánica, que visita aguas tropicales, siendo su rango de distribución semi-oceánico.

En cuanto a la distribución vertical se pueden encontrar desde la superficie hasta los 1,200 metros de profundidad, durante el día generalmente se encuentran entre los 800-1000 metros a más; mientras que en la noche suben a la capa superficial hasta los 200 metros.

El patrón migratorio de *Dosidicus gigas* hacia dentro y fuera del Golfo de California, ha sido descrito por varios autores, asociando el patrón a una respuesta a las actividades alimenticias y reproductivas de la especie.

Dosidicus gigas es un organismo dioico que presenta dimorfismo sexual moderado, siendo el manto de los machos cilíndrico, mientras en las hembras se extiende ligeramente en la parte media, cuando los oviductos están llenos. Es un organismo semélparo con desoves interrumpidos en la etapa final de su vida, la cual se ha estimado es hasta de tres años.

Las hembras de calamar gigante alcanzan tallas mayores y son más numerosas que los machos. Esto se debe a que los machos viven menos, maduran antes y mueren tras la copulación, a una edad menor.

Algunos autores sugieren que la alta fecundidad del calamar gigante está más relacionada con su gran tamaño y la alta productividad del medio en el que vive, que con la necesidad de afrontar una gran mortalidad.

Dosidicus gigas es un depredador voraz, su dieta incluye principalmente sardina, macarela, langostilla, mictófidios, engráulidos, carángidos, plancton y menor grado bentos y cefalópodos. Además se ha comprobado que el canibalismo es una conducta común en la especie.

La desaparición del recurso en el Golfo de California en el año de 1981, ha sido asociada a un efecto de sobreexplotación o con una modificación en el comportamiento migratorio de la especie, ocasionado por cambios en el ambiente, o a ambas. Asimismo, a estas posibles causas

de desaparición, se añade recientemente la posibilidad de que durante ese año disminuyó la demanda de calamar en los mercados, por lo que la captura del recurso no significaba una oportunidad de negocio atractiva.

Al reconocerse el recurso calamar como la materia prima que sustenta una actividad productiva importante en la región del noroeste de México. Su alta fecundidad y elevada tasa de crecimiento permiten que exista disponibilidad de materia prima durante todo el año, ya sea en la costa oriental (invierno-primavera) o en la costa occidental (verano-otoño) del Golfo de California. Debido a lo corto de su ciclo de vida es muy importante considerar los periodos de madurez sexual y desove para implementar adecuadamente estrategias de manejo del recurso.

Existe a la fecha incertidumbre sobre las causas que provocan los colapsos en la población así como cambios súbitos en la distribución del calamar gigante, tal fue el caso del año de 1998 cuando el calamar gigante desapareció por unos meses del Golfo de California y se pescó frente a las costas de Bahía Magdalena, lo que hace necesario investigar en esta dirección para asegurar la disponibilidad de materia prima para la industria tanto en Sonora como en Baja California Sur.

Hay evidencias de existencias de calamar gigante en la costa occidental de la península de Baja California, incluyendo otras especies.

CAPTURA

En el Golfo de California se captura el 97% de la producción nacional de calamar gigante, siendo Santa Rosalía en Baja California Sur, el centro de pesca que mayores volúmenes de captura reporta, seguido de Guaymas, Sonora.

La flota está constituida por más de mil pangas, que operan con dos pescadores en BCS y tres en Sonora, y unos 250 barcos camaroneros con tripulaciones de 10 pescadores. Las pangas pueden capturar entre 500 y 1,500 t por noche.

La captura de calamar se realiza básicamente durante el periodo de penumbra y oscuridad, a embarcación parada, la cual está equipada con una fuente de luz, que es la que atrae a los calamares, esto debido al fototropismo positivo característico de la especie.

El arte de pesca utilizado es la potera, que es un anzuelo especial en forma de huso con varias hileras de ganchos dispuestos en forma de rehilete, el movimiento de éstos, el efecto de la luz y un dispositivo denominado “hueso” el cual tiene características de luminiscencia debajo del agua, es lo que atrae al calamar.

La serie histórica para la pesquería de calamar a partir de 1991 muestra de manera general un aumento paulatino. Sin embargo, no hay que olvidar que en los periodos de 1981-1988 la pesquería se desplomó literalmente y no fue hasta 1994 cuando se reinició la pesquería de

calamar en el país.

En los volúmenes de producción pesquera, para el año 2001 el calamar gigante se ubica en quinto lugar a escala nacional (después de la sardina, atún, mojarra y camarón) con 73, 833 toneladas de peso vivo y 52, 645 toneladas de peso desembarcado, equivalente al 4.85% del volumen total obtenido por las distintas pesquerías. El porcentaje aportado del valor total de producción pesquera expresado en miles de pesos correspondió al 0.88%, en el año referido.

La propia pesquería esta regulando el nivel máximo de captura, por lo que las fluctuaciones del recurso no son definitivas para que la actividad se considere como riesgosa en la actualidad.

INDUSTRIA

La industria pesquera que agrega valor al recurso, se encuentra instalada muy cerca de las principales zonas de pesca. Asimismo, aunque con menor relevancia en el contexto de la industria calamarera, Baja California y Sinaloa registran de una a dos plantas pesqueras que procesan el calamar, destacando que una buena parte de su materia prima procede de las principales zonas de pesca del Golfo de California.

La industria calamarera aplica al recurso cuatro principales procesos: congelación, cocido, secado y recientemente reducción. A partir de dichos procesos, se identificaron cuatro principales productos en el siguiente orden de importancia: daruma, congelados, calamar seco y harina.

La daruma, el calamar seco y la harina, se dirigen a mercados asiáticos principalmente, en tanto que los congelados se distribuyen en el mercado nacional. En todos los casos, se identifican productos no terminados, es decir son materias primas intermedias para otras industrias, por lo que son productos catalogados con un valor agregado medio.

La industria calamarera internamente muestra niveles sanitarios aceptables, en términos de la normatividad que la regula (NOM-SSA-1994-120. Buenas prácticas de higiene y sanidad). Sin embargo, ello no implica que sea una industria limpia, es decir, amigable con el ambiente. Desde el punto de vista sanitario, la industria calamarera de Sonora muestra mayor cumplimiento normativo que la instalada en Baja California Sur.

Un tercio de la industria calamarera, se encuentra en condiciones sanitarias críticas. Otra parte proporcional muestra mejores condiciones sanitarias, la cual se localiza en Baja California Sur. Este segundo tercio saca ventaja del resto del universo, debido a que tiene mayores niveles de cumplimiento en los requisitos de instalaciones físicas, instalaciones sanitarias, servicios a planta y limpieza y sanitización.

Las condiciones de los equipos de proceso, el manejo de materias primas y el control de los procesos, son elementos en los que la industria calamarera muestra mayores niveles de cumplimiento normativo. Las prácticas de higiene y sanidad, las condiciones de las instalaciones físicas e instalaciones sanitarias, así como los servicios a planta, son las áreas de normatividad sanitaria en los que la industria calamarera muestra mayores oportunidades de mejora.

La industria calamarera cumple la implementación del sistema HACCP entre 40 y 75%. Nivel de cumplimiento bajo, debido principalmente a la dependencia del mercado asiático como principal receptor de materias primas intermedias.

Mantenimiento y sanitización, identificación de puntos críticos y especificaciones de materias primas, son los elementos del sistema HACCP de la industria calamarera con mayores niveles de cumplimiento.

Prácticas de higiene y sanidad, organización empresarial, control de calidad y verificación del sistema, son los elementos con mayores oportunidades de mejora en el sistema HACCP de la industria calamarera. La industria calamarera de Baja California Sur muestra mayores niveles de cumplimiento del sistema HACCP que la instalada en Sonora.

La escasa verificación del sistema ARICPC en la industria calamarera, conduce a inferir que el cumplimiento de la norma es por inercia. Es decir, su cumplimiento es en respuesta a una normativa obligatoria, más que a una identificación de su conveniencia como una herramienta estratégica de mercado. En el caso de la industria calamarera, la situación que se describe tiene lugar por las siguientes razones:

1. Entre el 65 y 75% de la industria calamarera es resultado de coinversiones México-Asiáticas, en las que la toma de decisiones respecto a operaciones comerciales y condiciones de proceso, en medida significativa son responsabilidad de la parte asiática, misma que en la mayoría de los casos muestra una alta reticencia al cumplimiento de la normatividad sanitaria y medio ambiental vigente en el país.
2. Los principales mercados de destino para los productos de calamar mexicano son los asiáticos. Destacando que dichos productos son materias primas intermedias dirigidos a otras industrias, las cuales en algunos casos son empresas filiales de la parte asiática instalada en México
3. En los mencionados mercados destino, en general son bajas las exigencias de normatividad sanitaria para materias primas alimenticias, que es el caso de los productos de calamar elaborados en la industria calamarera que opera en México.

Ante la posibilidad real de que se mantenga la dominancia de la industria México-Asiática en el caso de la industria calamarera del Noroeste de México, no solamente el comportamiento general de la cadena productiva del calamar gigante seguirá dependiendo de los efectos del mercado asiático, sino incluso permanecerán vigentes las siguientes

condiciones negativas:

- Limitada participación en nichos internacionales, distintos al asiático, que se identifican como atractivos para el calamar.
- Mantener una larga cadena comercial por una alta participación de intermediarios.
- Desinformación sobre las condiciones del comercio mundial del calamar, lo que resulta en alta incertidumbre por parte del productor primario (pescador) en las negociaciones para la fijación del precio del calamar como materia prima.
- Evidente oligopolio en el lado de la demanda, al identificarse que son solo unas cuantas industrias calamareras las que dominan y conducen las decisiones respecto a la forma de negociar precios de materia prima.
- Problemas de tipo sanitario y ambiental, derivados principalmente por incumplimiento de normas obligatorias vigentes.
- Estancamiento y pérdida gradual de la competitividad del productor primario.
- Limitadas acciones hacia la diversificación de productos.
- Estancamiento de la actividad hacia su incorporación al desarrollo regional.
- Limitados escenarios en los que sea posible el asociacionismo estratégico a lo largo de toda la cadena productiva.
- Toma de decisiones para el manejo de la pesquería, a través de presiones y desinformación o información poco fiable.

En términos generales, los esquemas organizacionales de la industria calamarera muestran claras jerarquías verticales y horizontales bien establecidas, sin embargo la definición de autoridades y responsabilidades no es clara. La toma de decisiones de mayor importancia es a nivel del accionista asiático, en el caso de las empresas México-Asiáticas

La industria calamarera muestra un alto hermetismo de las empresas en general, mayormente marcado en los empresarios de origen asiático.

Falta de financiamiento, fluctuaciones del recurso, dependencia del mercado asiático y bajo consumo nacional, son los principales problemas que enfrenta la industria calamarera, desde el punto de vista de los empresarios.

El esquema de subsidio energético a pescadores, beneficia indirectamente a la industria, ya que cuenta con elementos de negociación para castigar los precios de materia prima.

Existen experiencias de procesos que agregan alto valor al calamar con tecnología poco sofisticada.

El abasto de materia prima se identifica como punto crítico, sobre todo en Baja California Sur, por lo que se requiere intensificar la investigación en el área de la dinámica poblacional del recurso. La capacidad industrial se tiene que ajustar a los movimientos masivos del recurso, poco predecibles.

Con el reciente arranque de las líneas de harina de calamar, como el principal subproducto de la pesquería, la industria ha registrado una disminución significativa de su impacto al ambiente, así como un incremento medio de su eficiencia.

Se identificaron importantes oportunidades de mejorar eficiencia en el lay-out de las líneas de proceso, a fin de disminuir espacios y movimientos ergonómicos. Existen necesidades de investigación y diseño tecnológico en la fase de cocido, a fin de optimizar la energía que se utiliza en dicha operación unitaria. Los logros en proyectos de esta naturaleza repercutirán directamente en la disminución de los costos de producción.

COMERCIALIZACIÓN

El precio de venta en playa, como una variable económica primaria, ha sufrido un deterioro importante a lo largo de los últimos 9 años, generando con ello descontento y desmotivación en la actividad extractiva de este recurso.

Los principales países compradores del calamar gigante de México son, Corea del Norte, Japón, Corea del Sur, Hong Kong, Estados Unidos, Chile y España.

El mercado nacional e internacional está sujeto a la demanda. Para el mercado nacional se presenta en filete congelado y enlatado, para otros países se procesa como filete congelado, filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores. En general, el filete sazonado se conoce con el nombre comercial de daruma.

La mayor parte de la producción industrial de calamar mexicano se destina al mercado de exportación, principalmente a países asiáticos como Corea y Japón en su presentación de daruma, una pequeña parte a Estados Unidos en presentaciones de seco y congelado, mientras que a España se exporta una pequeña porción (se desconocen los volúmenes) como calamar fresco-congelado. En el mercado nacional el calamar se comercializa como fresco-congelado, aleta y tentáculos congelados.

El calamar mexicano representa una alternativa con gran potencial y futuro en el rubro comercialización, pues es un recurso abundante en nuestro litoral del Pacífico y posee una carne rica en proteínas como la albúmina y vitaminas del complejo B, tiene un alto valor proteínico, se aprovecha el 75% de partes comestibles y también contiene fósforo.

Las operaciones comerciales son en su mayoría hechas por empresas extranjeras instaladas en

nuestro país, las cuales se encargan de la transformación y comercialización al nivel de materia prima del producto, teniendo canales de distribución bien definidos hacia el mercado asiático principalmente, y evitando lo mayor posible la intermediación del manejo del producto.

ASPECTOS SOCIALES

Para el caso de Guaymas el 65% de las encuestas muestran que los pescadores están afiliados a una cooperativa, mientras que en el puerto de Santa Rosalía solo el 30% de los encuestados contestaron estar afiliados a algún grupo organizado, en contraparte el porcentaje de pescadores libres en Santa Rosalía fue casi del 50% mientras en Guaymas solo el 25% mencionó ser pescador libre. Este resultado muestra mayor grado de organización del sector en el estado de Sonora que en Baja California Sur.

La escolaridad de los pescadores cooperativistas encuestados en Santa Rosalía fue de 83% para primaria y para los pescadores libres también 83% pero para primaria y secundaria, lo cual muestra mayor grado de escolaridad para los pescadores libres en Santa Rosalía.

El 78% de los pescadores libres que operan Guaymas manifestaron tener una embarcación, mientras que en Santa Rosalía el 61% manifestó no tener embarcación.

La escolaridad de los pescadores y el número de pangas con que cuentan, son indicadores que permiten concluir que en Santa Rosalía BCS, una porción significativa de los lugareños se dedique a otras actividades laborales complementarias como la pesca, ya que las fuentes de trabajo son escasas en este puerto.

El 64% de los pescadores de Guaymas consideró que la captura la realiza “casi en mar abierto” mientras que el 63% de los pescadores de Santa Rosalía dijeron que “muy a la orilla” o “profundo en la orilla”.

El número de pescadores que participan por panga en Guaymas es de 3 (73%) o de 2 (24%); mientras que el 97% de las respuestas de los pescadores de Santa Rosalía dijeron que operan 2 pescadores por panga. Esta diferencia en el poder de pesca de cada embarcación entre los dos puertos es necesario confirmarlo ya que tiene repercusiones importantes para los análisis de estimación de biomasa en la región, así como impacto económico de la pesquería en su fase de captura.

El 66% de los pescadores de Santa Rosalía entregan su producto a un intermediario, lo que muestra un alargamiento en la cadena productiva, que resulta en ineficiencia económica con mayor impacto negativo al pescador, ya que el precio de su producto en playa se ve afectado.

Personal empleado en plantas calamareras de Santa Rosalía

El grado de escolaridad de los empleados de calamar de distribuyó de la siguiente forma: el 39.7 % contaba con secundaria o una carrera técnica, un poco más de dos quintas partes con primaria, 4.8 % con preparatoria y el 1.6 % con una carrera profesional, lo que nos indica en

general una baja escolaridad entre los empleados en esta actividad

En cuanto a la estructura de edad de los empleados, el rango fluctúa entre 15 y 55 años. El promedio de edad fue de 31 años. Los que resultaron tener más presencia fueron los de 28 años con el 7.9 % del total, seguidos por los de 21, 23 y 36 años con el 6.3 % respectivamente. Los que menos participación en esta actividad son los empleados que tienen 55, 51, 15 y 16 años de edad

Finalmente, los empleados de la planta de calamar en Santa Rosalía en su mayoría son eventuales (87 %) y muy pocos de base (13 %), lo que nos indica una fuerte inestabilidad laboral para los que se emplean en esta actividad

Personal empleado en plantas calamareras de Guaymas

El grado de escolaridad de los empleados de calamar de distribuyó de la siguiente forma: el 44 % contaba con secundaria o una carrera técnica, un poco más de la tercera parte con primaria, 16.7 % con preparatoria y el 4.8 % con una carrera profesional, lo que nos indica en general una baja escolaridad entre los empleados en esta actividad.

En cuanto a la estructura de edad de los empleados, resultó muy homogénea. El intervalo de edad fluctúa entre 17 y 64 años. Los que resultaron tener más presencia fueron los de 23 años con el 6 % del total, seguidos por los de 20, 36, 45 y 52 años con el 4.8 % respectivamente. Los que menos participación en esta actividad son los empleados que tienen 55, 57 y 64 años de edad.

Los empleados de las plantas de Calamar en Guaymas en su mayoría son eventuales (82 %) y muy pocos de base (18 %), lo que nos indica una fuerte inestabilidad laboral para los que se emplean en esta actividad.

INTEGRACIÓN DE LA CADENA

La cadena productiva definida por la pesquería del calamar gigante será fortalecida en la medida que se generen investigaciones multidisciplinarias biología-pesca-industria-mercados-economía.

Los principales usuarios del recurso pesquero, son pescadores ribereños en mayor proporción con relación a los pescadores de mediana y gran altura, éstos en el caso de la fase extractiva; en tanto que en la fase de transformación la industria México-Coreana tiene una participación mayoritaria, cubriendo incluso la fase de comercialización internacional de productos industrializados.

La participación de permisionarios de pesca y otros intermediarios, hacen posible la distribución de calamar en el mercado doméstico, ya sea en forma de materia prima, o bien, con preparaciones mínimas que permiten la comercialización a diferentes consumidores finales, desde amas de casa hasta preparadores de alimentos para comensales.

En Sonora, la pesquería de calamar gigante se considera como complementaria a la pesquería de camarón.

El importante incremento en las capturas del recurso, posiblemente derivado de una gran demanda de productos elaborados a partir de calamar, principalmente en el mercado asiático, ha resultado en un creciente interés de la sociedad por incorporarse a la cadena productiva de calamar gigante en sus diferentes eslabones pesca-industria-mercado.

Actualmente el recurso se explota mayormente en el Golfo de California; sin embargo, comentarios de productores primarios e industriales, antecedentes de exploración científica y los propios avisos de arribo, permiten inferir la posibilidad de extender la actividad hacia la costa occidental de la península de Baja California.

11. RECOMENDACIONES

El abasto de materia prima se identifica como punto crítico, sobre todo en BCS, por lo que se requiere intensificar la investigación en el área de la dinámica poblacional del recurso y la exploración de las existencias de calamar gigante en la costa occidental de la península. Es necesaria la investigación pesquera para fortalecer información sobre intercambios poblacionales del recurso entre Golfo de California y Costa Occidental.

No es recomendable seguir otorgando permisos de pesca condicionados a la formación de cooperativas pesqueras, sobre todo en Baja California Sur.

Se requiere llevar a cabo un Programa de Desarrollo de Proveedores, principalmente en la fase de captura.

La alternativa más recomendable, de acuerdo a las condiciones de mercado y la variedad del calamar mexicano, se encuentra en la industrialización del recurso, es decir en la transformación y adición de valor con el fin de crear productos listos para su consumo y con mayor precio de venta al consumidor.

Se requiere dar un valor agregado al producto basándose en el mercado, a fin de desarrollar presentaciones innovadoras (caso China tentáculos en forma de estrella).

Es necesaria la inversión en el fortalecimiento y construcción de una red de frío para distribución de productos pesqueros, tanto en Sonora como en Baja California Sur, ya que la actualmente instalada es muy limitada.

Promover la capacitación en plantas orientada al mejoramiento de la calidad y procesos de certificación.

A fin de que la industria calamarera incremente su nivel de cumplimiento sanitario respecto a la NOM-120-SSA, es recomendable que se trabaje en programas de mejora, principalmente en

las áreas de higiene del personal, almacenamiento de materias primas y productos terminados, prácticas de limpieza y sanitización de equipos y áreas de proceso, así como en el control de plagas.

Para que la industria calamarera incremente su nivel de cumplimiento sanitario respecto a la norma NOM-128-SSA, es recomendable que lleve a cabo programas orientados al mejoramiento de las prácticas de higiene y sanidad que aplican los empleados, la organización empresarial, los procedimientos aplicados para el control de calidad, la compra de materias primas y las acciones de verificación.

El desarrollo de proyectos de mejora orientados a aspectos sanitarios y de calidad, pueden ser apoyados por asesores externos, aprovechando los programas empresariales del gobierno federal, que subsidian estas acciones dentro de las empresas.

Es necesario mejorar eficiencia en las naves de proceso aplicando herramientas de ingeniería de bajo costo (redistribución de equipos móviles, JIT, 5 S's, etc.). Se deben fomentar y propiciar oportunidades de vinculación con instituciones de investigación y educación superior a través de:

3. Servicios técnicos especializados en materia de productividad, calidad de productos y procesos, investigación de mercados y prácticas industriales amigables con el ambiente.
4. Desarrollo tecnológico para la innovación de procesos y productos.

Se hace necesario destacar el hecho de que acciones dirigidas a promover y fomentar el cumplimiento de las normas sanitarias y ambientales aplicables a la industria calamarera, no deben ser acompañadas de programas estatales o municipales que financien proyectos de mejora en esos rubros, ya que al existir los programas del gobierno federal antes citados, se estarían duplicando recursos públicos.

Evaluar el escenario de generar condiciones que permitan la instalación de micro industrias orientadas a la diversificación de productos, a fin de establecer políticas públicas adecuadas para tal efecto.

No seguir creciendo en plantas industriales que elaboren productos de calamar congelado, daruma o cualquier otro de bajo valor agregado.

Aplicar con criterio estricto la normatividad sanitaria y ambiental vigente para la industria pesquera a la industria calamarera en operación.

Diseñar políticas industriales que orienten a las actuales empresas al aprovechamiento integral del recurso.

Es necesario llevar a cabo un estudio de mercado nacional formal que derive en tipos de productos, estrategias de promoción y canales de distribución.

Se requiere difundir información comercial real sobre los productos del calamar en el mercado internacional.

La estrategia de comercialización del calamar debe sustentarse no sólo en el conocimiento actual de los mercados de pescados y mariscos, sino incluso, en el comportamiento futuro de estos mercados particularmente de los consumidores nacionales.

Se sugiere ofrecer el calamar en presentaciones diversas que sean atractivas al consumidor y atraigan la atención como complemento al mercado del producto fresco y sazonado, tal como anillos, filetes, albóndigas, mezclas con otros productos pesqueros y/o seccionados en diferentes medidas.

Para acceder al mercado es necesario considerar los siguientes puntos:

1. Mantener la seguridad en el abastecimiento para concretar operaciones de largo plazo.
2. Contar con la tecnología adecuada para el procesamiento del producto a fin de reducir costos que permitan ofrecer precios más competitivos.
3. Derivado de la competencia de este producto es necesario establecer precios “adecuados” con relación a la calidad.
4. Establecer las prácticas de manejo del producto de acuerdo a la normatividad HACCP en toda la cadena desde captura hasta el procesamiento del producto.
5. Realizar las adecuaciones necesarias en la presentación y empaque del producto que respondan a los requerimientos del consumidor.
6. Contar con una estrategia de comercialización definida de acuerdo al mercado objetivo.
7. Conocer los aspectos normativo y administrativo que establece el país de destino con el objetivo de agilizar el proceso de importación del producto.
8. Cumplir con las normas en materia de empaque, etiquetado y transporte del producto en el país de destino.
9. Establecer contacto con diversos canales de distribución a fin de definir el más adecuado para la comercialización del producto.
10. Cumplir cabalmente con las fechas de entrega así como la calidad de los productos.
11. Asistir a eventos internacionales especializados en productos alimenticios como mecanismo de promoción del producto y para conocer la competencia.
12. Realizar campañas publicitarias, degustaciones y promoción.
13. Considerar que se puedan realizar grandes inversiones en promoción.

Es urgente promover el asociacionismo estratégico, principalmente en el ámbito de productores primarios.

Sería recomendable orientar la integración de los productores primarios hacia el acopio de su materia prima para una sola empresa que elabore productos diversificados de alto valor

agregado, incluyendo la comercialización.

Recomendable la consolidación de la oferta exportable, a través del asociacionismo estratégico de los productores primarios e industriales mexicanos.

Explorar el uso de aleta de calamar para la pesca deportiva como oportunidad de negocio.

Evaluar el escenario en el que el gobierno funja como un cliente principal durante la transición al abasto del mercado nacional directamente por los productores (ejercito, asilos, población en miseria, etc.).

Es recomendable implementar una política nacional de promoción del producto, así como el desarrollo de eventos locales que promuevan el consumo de productos o platillos regionales basado en calamar.

Se recomienda seguir incentivando el torneo de pesca de calamar, que permitirá fortalecer la actividad turística en la región de Santa Rosalía.

Se recomienda que la CONAPESCA sirva como agente promotor de los programas de gobierno ya existentes, a fin de asegurar un efectivo flujo de información respecto a las reglas de operación de cada programa, y entonces esperar de esta acción, beneficios directos para la industria calamarera.

Desde las instancias de gobierno se deben generar condiciones que permitan eliminar gradualmente las fallas de mercado detectadas, tales como el oligopolio industrial, altos niveles de intermediarismo que afecta directamente la fijación del precio del calamar como materia prima y alta dependencia de nichos de mercado asiáticos. Esto a través de adecuaciones a programas de apoyo gubernamental estatal y municipal, así como a adecuaciones a la estrategia de manejo de la pesquería. Adecuaciones que en ambos casos deberán estar soportadas por información fiable y factible.

El mejoramiento integral de las actividades industria-comercio, para el caso de la pesquería de calamar, estará sustentado en el apoyo que reciban las unidades económicas para transitar hacia esquemas más competitivos, entre las que destacan:

1. Orientación para el monitoreo permanente de los mercados (actual y futuro).
2. Fomento a la innovación de procesos y productos.
3. Promoción de la importancia de la calidad.
4. Asesoría especializada en administración y mercados que les permita capitalizar importantes oportunidades de asociacionismo estratégico.
5. Adecuada, precisa y oportuna difusión de programas de gobierno que apoyan la actividad.
6. Adecuación de programas sectoriales del sector primario al caso de la pesca.
7. Correcta y exhaustiva campaña de promoción al consumo en el ámbito nacional.
8. Desarrollo adecuado de proveedores de la materia prima, al nivel de impulso a cooperativas calamareras.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, M. E. 1978. Notes on the cephalopods of Monterey Bay, California, with new records for the area. *The Veliger*, 21(2): 255-262.
- Anuario de Pesca. <http://www.sagarpa.gob.mx> [Consultado: 13/Jun/03]
- Anónimo. 1998. México, principal exportador de calamar sazonado a Corea del Sur. Negocios Internacionales. BANCOMEXT. Año 7. No 72. BANCOMEXT. México, DF.
- Anónimo, 1992. El calamar de México, una alternativa de producción. Doc. Int. Secretaría de Pesca. INP. México.
- Anónimo. 1992. El calamar de México, una alternativa de producción. Informe no publicado del INP. Secretaría de la Pesca, México. 178 p.
- Anónimo. 1999. Report of the Kaiyo Maru cruise for study on the two ommastrephid squids, *Dosidicus gigas* and *Ommastrephes bartrami*, in the Pacific Ocean, during September 11 – December 24, 1997. Fisheries Agency of Japan, 1-161 p.
- Arenas-Fuentes, P. & A. Díaz de León-Corral. 1997. How to achieve sustainable fisheries development in a developing country: the case of México. In Hancock, D. A., D. C. Smith, A. Grant y J. P. Beumer, Developing and sustaining world fisheries resources. The state of science and management. 2nd World Fisheries Congress, Brisbane, Australia. CSIRO. Pp. 586-592.
- Benites, C. 1985. Resultado de las investigaciones biológico-pesqueras de la jibia *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en el litoral peruano de julio 1983 a marzo 1984. En: A. E. Treseira (ed.), Anales del Congreso Nacional de Biología Pesquera. 28 Jun.-1 Jul., 1984, Trujillo, Perú: 10-15.
- Brito-Castillo, L., E. Alcántara-Razo, R. Morales-Azpeitia & C. A. Salinas-Zavala. 2000. Temperaturas del Golfo de California durante mayo y junio de 1996 y su relación con las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835). Ciencias Marinas, 26(3): 413-440.
- Boyle, P.R. 1983. Cephalopod Life Cycles. Vol I. Academic Press. U.S.A. 475 p.
- Chesalin, M. V. 1994. Distribution and biology of the squid *Sthenoteuthis oualaniensis* in the Arabian Sea. *Hydrobiol. J.*, 30(2): 61-73.
- Clark, F. N. y J. B. Phillips. 1936. Commercial use of jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game, 22(2): 143-144.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2001. Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006. CONACYT. México, D.F.
- Crocker, R. S. 1937. Further notes on the jumbo squid, *Dosidicus gigas*. Calif. Fish Game, 23(3): 246-247.
- Ehrhardt, N. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bull. Mar. Sci.*, 49(1-2): 325-332.
- Ehrhardt, N. M., A. Solís N, P. S. Jacquemin, J. G. Ortiz C., P. & Ulloa R., G. González D. y F. García B. 1986. Análisis de la biología y condiciones del stock del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. *Ciencia Pesquera*, 5: 63-76.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, F. García B., G. González D., J. M. López B., Ortiz C. & A. Solís N. 1983b. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the

- Gulf of California, Mexico. In J. F. Caddy (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap., 231: 306-339.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, F. García B., G. González D., J. M. López B., Ortiz C. & A. Solís N. 1983a. Summary of the fishery and biology of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 305-311.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, A. Solís N., F. García B., G. González D., J. Ortiz C. & P. Ulloa R. 1982a. Crecimiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México, durante 1980. Ciencia Pesquera, 3:33-40.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jacquemin, G. González D., P. Ulloa R., F. García B., J. G. Ortiz C. & A. Solís N. 1982b. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante 1980 en el Golfo de California. Flota y poder de pesca. Ciencia Pesquera, 3: 41-60.
- Forsythe, J. W. & W. F. Van Heukelem. 1987. Growth. Pp. 135-156. In P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Acad. Press, London: 441 p.
- García-Domínguez, F. A. y P. G. González-Ramírez. 1988. Observaciones sobre la alimentación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) D'Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología. 13-16 de Octubre 1987, Villahermosa, Tabasco, México, pp. 147-150.
- García-Rodríguez, J. R. 1995. Observaciones sobre la pesquería del calamar gigante en el Golfo de California. Informe no publicado de Pesquera México, S.A. de C.V. 10 p.
- García-Vázquez, S. 1990. La pesca del calamar gigante, *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en la costa occidental de Baja California durante 1989 y 1990. Resúmenes del VIII Congreso Nacional de Oceanografía. Escuela de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa, 21-23 noviembre 1990. p. 58.
- Guerrero-Escobedo, F. J., F. Galván-Magaña, G. León-Carballo & M. A. Reinecke-Reyes. 1992. Abundancia relativa y composición de tallas del calamar gigante *Dosidicus gigas*, D'Orbigny (1935), en la costa oriental de Baja California Sur, México. Manuscrito no publicado. IV Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Septiembre 2-4, 1992, Ensenada, B.C., México. 14 pp.
- Guerrero-Escobedo, F. J., F. Galván-Magaña, G. León-Carballo & M. A. Reinecke-Reyes. 1995. Prospección de calamar gigante en la costa oriental de Baja California Sur, México 1991. Manuscrito no publicado. Segundo Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. 23-25 Noviembre 1995, San Carlos, Guaymas, Sonora. 11 pp.
- Hammann, M. G., J. S. Palleiro-Nayar & O. Sosa-Nishizaki. 1995. The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, Mexico. CalCOFI Rep., 36: 127-133.
- Hampton, D. 1996. Administración. Editorial Mc Graw Hill. México, D.F.
- Harman, R. F., R. E. Young, S. B. Reid, K. M. Mangold, T. Suzuki & R. F. Hixon. 1989. Evidence of multiple spawning in the tropical oceanic squid *Stenoteuthis oualaniensis* (Teuthoidea: Ommastrephidae). Mar. Biol., 101:513-519.
- Hernández-Herrera, A., E. Morales-Bojórquez, M. A. Cisneros-Mata, M. O. Nevárez-Martínez & G. I. Rivera-Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. CalCOFI Rep., 39: 212-218.
- Holguín-Quñones, O. E. 1976. Catálogo de especies marinas de importancia comercial en Baja California Sur. Inst. Nal. Pesca, México. V + 118 pp.
- Klett, A. 1982. Jumbo squid fishery in the Gulf of California, Mexico. Proceedings of the

- International Squids Symposium, August 9-12, 1981, Boston, Massachusetts. New-England Fisheries Development Found., Inc. Boston, MA, USA. pp: 81-100.
- Klett-Traulsen, A. 1981. Estado actual de la pesquería del calamar gigante en el estado de Baja California Sur. Depto. Pesca México. Serie Cient., 21: 1-28.
- Klett-Traulsen, A. 1996. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas*. Pp 127-149 In Casas-Valdez y G. Ponce-Díaz (eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I, 350 pp.
- Koronkiewicz, A. 1988. Biological characteristics of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) caught in open waters of the Eastern Central Pacific from October to December 1986. ICES Documents 1988. Shellfish Committee (K:42, K:7, K:2).-C.M. 1988/K:42: 15p.
- Kuroiwa, M. 1998. Exploration of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, resources in the Southeastern Pacific Ocean with notes on the history of jigging surveys by the Japan Marine Fishery Resources Research Center. Pp. 89-105. In Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.
- Leal-Ocampo, R. 1994. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en la zona norte del Pacífico mexicano. Tesis de Licenciatura. CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S. 81 pp.
- Lipiński, M. R. & L. G. Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: Quantum or continuum?. S. Afr. J. Mar. Sci., 15: 207-223.
- Lipiński, M. R. 1979. Universal maturity scale for the commercially-important squid (Cephalopoda: Teuthoidea). The results of maturity classification of the *Illex illecebrosus* (LeSueur, 1821) populations of the years 1973-1977. Res. Doc. int. Commn NW. Atl. Fish., 79/II/38: 40 pp.
- MacGinitie, G.E. & N. MacGinitie. 1949. Natural History of Marine Animals. McGraw-Hill, New York. 473 pp.
- Mangold, K. 1987. Reproduction. Pp. 157-200. In P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. II, Comparative reviews. Academic Press, London: 441 pp.
- Marcial-Ramos, R. W. 1996. Estructura poblacional, madurez sexual y alimentación de *Dosidicus gigas*, desembarcada por la pesca artesanal en Paita, septiembre de 1995 - agosto de 1996. Tesis de Maestría. Univ. Nal. De Trujillo, Trujillo, Perú. 28 pp., 5 tablas, 53 figs.
- Markaida, U. 2001. Biología del calamar gigante *Dosidicus gigas* Orbigny, 1835 (CEPHALOPODA: OMMASTREPHIDAE) en el Golfo de California, México. Tesis doctoral. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Baja California, México. 387pp.
- Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. Fish. Res., 54(1): 63-82.
- Morán-Angulo, J. O. 1990. Proyecto de investigación biológica-pesquera de calamar gigante (*Dosidicus gigas*, D'Orbigny 1835) de la zona sur-occidental del Golfo de California. Mayo 1989-Abril 1990. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. CRIP La Paz. 107 p.
- Munch, L. & E. Ángeles. 1990. Métodos y técnicas de investigación para administración e ingeniería. Editorial Trillas. México, D.F.
- Nacional Financiera, S.C., 1999. Taller de diagnóstico empresarial NAFIN. NAFIN. México. D.F.
- Nesis, K. N. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*.

- Oceanology, 10(1): 108-118.
- Nesis, K. N. 1983. *Dosidicus gigas*. Pp. 215-231. En P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles* Vol. I, Species Accounts. Academic Press, London, 475 pp.
- Nesis, K. N. 1987. Cephalopods of the world. L. A Burgess (ed.). T.F.H. Publications Inc., Neptune City, NJ. 351 pp.
- Nesis, K. N. 1993. Population structure of oceanic ommastrephids, with particular reference to *Sthenoteuthis oualaniensis*: a review. In T. Okutani, R. K. O'Dor and T. Kubodera (Eds.), *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, p. 375-383. Tokai University Press, Tokio.
- Nevárez-Martínez, M. O. & E. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso de referencia biológico F%BR, para la explotación del calamar gigante, *Dosidicus gigas*, en el Golfo de California, México. *Océanides*, 12(2): 97-105.
- Nevárez-Martínez, M. O., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M. A. Cisneros-Mata & R. Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*; d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, México. *Fish. Res.*, 1072: 1-12.
- Nigmatullin, Ch. M. 1988. Calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Descripción pesquera de las áreas marítimas de Nicaragua. AtlantNIRO (URSS) y INPESCA (Nicaragua). Managua, pp. 53-55, 66-68.
- Nigmatullin, Ch. M., A. V. Parfenyuk & V. N. Nicolski. 1991. Ecology and nektonic epipelagic squid resources of the Atlantic and the southeastern Pacific oceans. In Sushin, V.A. (Ed.), *State of the Fishing Industry: Biological Resources in the Central and South Atlantic and East Pacific*. Trudy AtlantNIRO, Coll. Sci. Pap. Kaliningrad, Russia, pp. 142-177 [En ruso con resumen en inglés]
- Nigmatullin, Ch., P. Fedoulov & A. Z. Sundakov. 1995. Review of USSR/Russia cephalopod fishery in 1980-1994. In *Proceedings of Squid'94 Venice*. Agra Europe (London) Ltd., 11 pp + 8 tablas.
- Nigmatullin, Ch.M., V. V. Laptikhovsky, N. Mokrin, R. Sabirov, & U. Markaida. 1999. On life history traits of the jumbo squid *Dosidicus gigas*. In Tresierra-Aquilar, A.E. y Z. G. Culquichicón-Malpica (Eds.), *VIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar*, Oct. 1999, Trujillo, Peru. Libro de Resúmenes Ampliados, vol. 1: 291.
- Nigmatullin, Ch. M., K. N. Nesis & A. I. Arkhipkin. 2001. Biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish. Res.*
- Organización Internacional para el Trabajo, 1999. La consultoría de empresas. Editorial Limusa. México, D.F.
- Odhner, N. H. 1926. Mollusca from Juan Fernandez: Addenda. In C. Skottsberg (Ed.) *The natural history of Juan Fernandez and Eastern Island*. Vol. 3: 481-482.
- Palfreman, A. 1994. Guide to fisheries studies. FAO Fisheries Technical Paper. No. 342. FAO-Rome.
- SAGARPA, FIRA. 2002. Cadenas productivas y redes de valor en el sector agroalimentario. Apuntes de Diplomado para Formación de Promotores de Proyectos Agroindustriales. SAGARPA. Banco de México FIRA. Ensenada, BC. México.
- Ramírez R., M. & A. Klett T. 1985. Composición de la captura del calamar gigante en el Golfo de California durante 1981. *Trans. CIBCASIO*, X: 124-137.
- Rodhouse, P. G. & E. M. C. Hatfield. 1990. Age determination in squid using statolith growth increments. *Fish. Res.*, 8: 323-334.

- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney & C. E. Nauen. 1984. Cephalopods of the World. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synop., 125(3): 277 p.
- Rosa, de la M., J. T. Silva & F. Cano. 1992. Programa nacional de calamar en el Pacífico mexicano. Informe Técnico Interno. CRIP Ensenada. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. 54 pp.
- Rosa, de la M., J. T. Silva, V. M. García-Tirado & S. García-Peña. 1995. El calamar: una pesquería en desarrollo. Atlas pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. CD-ROM.
- Sabirov, R.M. 1983. On migrating shoals of squid *Dosidicus gigas* Orbigny. In: Starobogatov, Ya. I. y K. N. Nesis (Eds.), *Systematics and Ecology of Cephalopods*. Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad. pp. 127–128. [En ruso]
- Sánchez-Juárez, E. 1991. Programa de prospección y evaluación de calamar gigante. Informe del Instituto Nacional de la Pesca. Informe Interno del CRIP Ensenada, 47 p.
- Sato, T. 1975. II 3 C. Higashitaiheiyo karihorunia Hanto Oki no Amerika Ooakaika *Dosidicus gigas* (Dorbigny) gyogyo kaihatu no Genjo. Prog. Rep. Squid Fish. Survey World (5): 147-154. Traducción al inglés: Can. Transl. Fish. Aquat. Sci., No 4586, 22 pp.
- Sato, T. 1976. Results of exploratory fishing for *Dosidicus gigas* (D'Orbigny) off California and Mexico. FAO Fish. Rep., 170(Supl. 1): 61-67.
- SEMARNAP. 1996. Anuario estadístico de pesca 1995. Subsecretaría de Pesca, México. 235 p.
- SEMARNAP. 1997. Anuario estadístico de pesca 1996. Subsecretaría de Pesca, México. 232 p.
- SEMARNAP. 1998. Anuario estadístico de pesca 1997. Subsecretaría de Pesca, México. 241 p.
- SEMARNAP. 1999. Anuario estadístico de pesca 1998. Subsecretaría de Pesca, México. 244 p.
- SEMARNAP. 2000. Anuario estadístico de pesca 1999. Subsecretaría de Pesca, México. 271 p.
- Sweedler, J. V., L. Lingjun, P. Floyd & W. Gilly. 2000. Mass spectrometric survey of peptides in cephalopods with and emphasis on the FMRFamide-related peptides. J. Exp. Biol. 203: 3565-3573.
- Voss, G. L. 1983. A review of cephalopod fisheries biology. Mem. Nat. Mus. Victoria, 44: 229-241.
- Wormuth, J. H. 1976. The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr., 23: 90 p.
- Wormuth, J. H. 1998. Workshop deliberations on the Ommastrephidae: A brief history of their systematics and a review of the systematics, distribution, and biology of the genera *Martialia* Rochebrune and Mabile, 1889, *Todaropsis* Girard, 1890, *Dosidicus* Steenstrup, 1857, *Hyaloteuthis* Gray, 1849, and *Eucleoteuthis* Berry, 1916. In Voss, N. A., M. Vecchione, R. B. Toll y M. J. Sweeney (Eds.), *Systematics and biogeography of cephalopods. Vol. I*. Smith. Contrib. Zool., 586 (II): 373-383.
- Yatsu, A., K. Yamanaka & C. Yamashiro. 1999c. Tracking experiments of the jumbo squid, *Dosidicus gigas*, with an ultrasonic telemetry system in the Eastern Pacific Ocean. Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish., 36: 55-60.

Yatsu, A., H. Tanaka & J. Mori. 1998. Population of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean. Pp. 31-48. In Okutani, T. (Ed.), *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*, Tokyo, July 18-19, 1996. JAMARC. 269 pp.

