

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LÉON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA MERLUZA BAJACALIFORNIANA,
Merluccius angustimanus GARMAN, 1899, EN LA COSTA
OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Por

EDUARDO FRANCISCO BALART PÁEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS con Especialidad en Ecología Acuática y Pesca

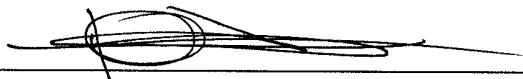
Diciembre, 2005

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA MERLUZA BAJACALIFORNIANA, *Merluccius*
angustimanus GARMAN, 1899, EN LA COSTA
OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

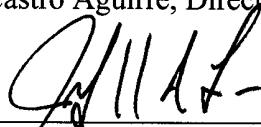
Comité de Tesis



Dr. Salvador Contreras Balderas, Director de la tesis



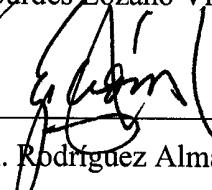
Dr. José Luis Castro Aguirre, Director externo de la tesis



Dr. Jesús Angel De León González, Secretario



Dra. María Lourdes Lozano Vilano, Vocal



Dr. Gabino A. Rodríguez Almaraz, Vocal



Dra. María Julia Verde Star, Vocal

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA MERLUZA BAJACALIFORNIANA, *Merluccius*
angustimanus GARMAN, 1899, EN LA COSTA
OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Comité Académico de Doctorado

Dra. María Julia Verde Star, Subdirectora de Estudios de Postgrado

**Dedico este trabajo a mi esposa Carmen,
y a mis hijos Carmen Gabriela (Coqui), Francisco Eduardo (Edy)
y Sebastián Agustín (Bicho),
sin cuyo apoyo, amor, inspiración y comprensión
nunca hubiera terminado este reto.**

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Luis Castro Aguirre, amigo y Director externo de esta tesis, por su apoyo en el laboratorio, consejos durante la marcha, y por su invitación a incorporarme al equipo de trabajo del entonces Departamento de Recursos Marinos, de cuyos cruceros de investigación nació la idea de esta tesis y muchos otros estudios. También por conseguir el financiamiento para los cruceros de exploración pesquera que fueron la base del Departamento y de ésta y muchas otras tesis.

Al Dr. Salvador Contreras Balderas, amigo y Director interno de esta tesis, por haber aceptado la responsabilidad de dirigir este trabajo cuando apenas me conocía. Gracias por su apoyo hasta el final de este largo periplo, paciencia, y atinados comentarios para mejorar la versión final de este documento.

A los miembros del Comité de Tesis, Dr. Salvador Contreras Balderas, Dr. José Luis Castro Aguirre, Dra. Ma. Lourdes Lozano Vilano, Dr. Jesús Ángel De León González, Dr. Gabino Rodríguez Almaraz, y Dra. Ma. Julia Verde Star por su apoyo y comentarios constructivos a esta tesis.

Al Comité Académico de Doctorado por su revisión y comentarios para mejorar la versión final de este documento.

Al Dr. David Auriolés Gamboa por compartir información y el entusiasmo por la langostilla, incentivar el estudio de la relación merluza-langostilla y comentarios críticos que elevaron la calidad del capítulo de alimentación y ecología trófica.

A todos nuestros compañeros de crucero, estudiantes, técnicos e investigadores que no menciono, sin los cuales habría sido imposible obtener la información y muestras que son la base de este trabajo de tesis. Mención especial al Biol. Mar. Edgar Amador Silva,

que no falló nunca a un crucero, que siempre apoyó éste y otros estudios, y cuya eficiencia y capacidad de trabajo hicieron posible arribar a puerto con la información necesaria.

A la tripulación del B/O *El Puma* y del *BIP II* por su apoyo y colaboración en los trabajos de campo.

Al Dr. Jesús Ángel de León González, amigo casi hermano, a quien debo mucho por su apoyo incondicional y numerosas llamadas al orden para terminar esta tesis.

Al Dr. Juan Antonio De Anda Montañez, por su apoyo y comentarios constructivos durante pláticas de langostilla, que me ayudaron a mejorar la sección de distribución y abundancia.

A Jon Elorduy Garay, por proporcionarme durante la fase inicial de este estudio su tesis de maestría y decenas de artículos acerca de merluza y biología pesquera en general.

A Johath Laudino y David Sánchez por su alegre apoyo en el trabajo de laboratorio y de campo.

A la M. en C. Lucía Campos Dávila, por todo su apoyo y facilidades otorgadas para el desarrollo del trabajo en el Laboratorio de Ictiología del CIBNOR. Asimismo a la M. en C. Carmen Rodríguez Jaramillo por su apoyo en el procesamiento histológico de las muestras en el Laboratorio de Histología del CIBNOR.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., especialmente a través de su Programa de Ecología Pesquera, por su apoyo logístico, infraestructura para el desarrollo de los análisis de laboratorio y gabinete necesarios para el desarrollo de este estudio.

A mi familia, por su paciencia infinita y apoyo incondicional para sacar adelante este documento y soportarme durante la fase final de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

| Sección | Página |
|---|---------------|
| 1. RESUMEN Y ABSTRACT | 1 |
| 2. INTRODUCCION | 3 |
| 3. HIPOTESIS | 6 |
| 4. OBJETIVOS | 6 |
| 4.1 Objetivo general | 6 |
| 4.2 Objetivos particulares | 6 |
| 5. ANTECEDENTES | 8 |
| 5.1 Taxonomía y sistemática | 8 |
| 5.2 Edad, crecimiento y mortalidad | 11 |
| 5.3 Alimentación y ecología trófica | 14 |
| 5.4 Aspectos reproductivos | 16 |
| 5.5 Distribución y abundancia | 17 |
| 5.6 Descripción del área de estudio | 19 |
| 6. MÉTODOS | 24 |
| 6.1 Trabajo de campo | 24 |
| 6.2 Trabajo de laboratorio | 25 |
| 6.3 Taxonomía | 26 |
| 6.4 Análisis de datos | 27 |
| 6.4.1 Distribución y abundancia | 27 |
| 6.4.2 Edad y Crecimiento | 30 |
| 6.4.3 Mortalidad | 33 |
| 6.4.4 Alimentación y ecología trófica | 34 |
| 7 RESULTADOS | 38 |
| 7.1 Taxonomía | 38 |
| 7.1.1 Variación específica | 38 |
| 7.1.2 Merluza panameña vs merluza enana: ¿dos especies? | 38 |

| | |
|--|----|
| 7.1.3 <i>M. angustimanus</i> vs <i>M. productus</i> ; ¿dos especies? | 43 |
| 7.1.4 <i>M. angustimanus</i> : costa occidental vs población del Golfo de California | 43 |
| 7.2 Edad y Crecimiento | 45 |
| 7.2.1 Relación longitud-peso | 45 |
| 7.2.2 Factor de condición | 45 |
| 7.2.3 Determinación de la edad | 46 |
| 7.2.4 Crecimiento | 52 |
| 7.2.5 Mortalidad | 55 |
| 7.3 Ecología trófica | 57 |
| 7.3.1 Tamaño de muestra | 57 |
| 7.3.2 Estómagos vacíos y llenos | 57 |
| 7.3.3. Composición de la dieta | 59 |
| 7.3.4 Selectividad | 62 |
| 7.3.5 Consumo e impacto sobre la langostilla | 62 |
| 7.4 Aspectos Reproductivos | 67 |
| 7.4.1 Proporción sexual | 67 |
| 7.4.2 Talla de primera madurez | 67 |
| 7.4.3 Índice gonadosomático y relación peso corporal y peso gónada | 68 |
| 7.4.4 Estadios de madurez | 71 |
| 7.5 Distribución y Abundancia | 73 |
| 7.5.1 Distribución del peso individual promedio con la profundidad | 73 |
| 7.5.2 Distribución del peso individual promedio con la temperatura | 74 |
| 7.5.3 Variación circadiana de la densidad | 75 |
| 7.5.4 Distribución de la densidad por rango batimétrico | 75 |
| 7.5.5 Distribución y abundancia por periodo del año | 78 |
| 7.5.6 Estimación de biomasa | 82 |
| 7.5.7 Rendimiento potencial | 83 |
| 8. DISCUSION | 84 |
| 8.1 Taxonomía | 84 |
| 8.2 Edad, crecimiento y mortalidad | 87 |
| 8.3 Alimentación y ecología trófica | 91 |
| 8.4 Aspectos Reproductivos | 93 |
| 8.5 Distribución y Abundancia | 94 |
| 9. CONCLUSIONES | 97 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 10. LITERATURA CITADA | 98 |
| 11. APENDICES | 116 |
| 11.1 Publicación 1 | 117 |
| 11.2 Publicación 2 | 153 |

LISTA DE TABLAS

| Tabla | Página |
|--|--------|
| 1. Variación de los conteos de algunos caracteres merísticos en <i>Merluccius angustimanus</i> y <i>M. productus</i> . | 39 |
| 2. Variación de las proporciones morfométricas en <i>Merluccius angustimanus</i> y <i>M. productus</i> . Abreviaturas de las mediadas morfométricas definidas en Métodos. | 41 |
| 3. Diferencia entre las poblaciones de <i>M. angustimanus</i> de la costa oeste de la península de Baja California Sur y el Golfo de California. Abreviaturas de las proporciones morfométricas en Materiales y Métodos. | 44 |
| 4. Variación del Factor de condición por crucero de <i>M. angustimanus</i> (sexos combinados) de aguas del Pacífico frente a Baja California Sur. | 47 |
| 5. Talla media a edad de <i>M. angustimanus</i> de aguas del Pacífico frente a Baja California Sur, México, determinados a partir del análisis de frecuencia de tallas promediando las tallas medias a edad (LP, en mm) por cruceros, considerando el tamaño de muestra por grupo-de-edad por crucero. | 47 |
| 6. Talla media a edad ($SL \pm D.S.$, en mm) determinada a partir de la misma muestra (febrero 1989 y septiembre 1991) mediante análisis de otolitos y de distribución de frecuencia de tallas de <i>M. angustimanus</i> (sexos combinados) de aguas del Pacífico frente a Baja California Sur. | 52 |
| 7. Estimación de parámetros y su error estándar (SE) de la ecuación de crecimiento especial y generalizada de von Bertalanffy (VBFG) para <i>M. angustimanus</i> en aguas del Pacífico frente a Baja California Sur. | 54 |

8. Valores estimados de mortalidad natural instantánea (M) y su equivalente en porcentaje (%), de *M. angustimanus* de la costa oeste de Baja California Sur, obtenido con diferentes métodos. 56
9. Organismos presas de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur durante las campañas de julio 1989 y septiembre 1991. Los pesos de las presas no fueron registrados durante la primera campaña. 60
10. Contribución de las presas a la dieta de *M. angustimanus* por clase de talla (LP) durante septiembre 1991 en la costa occidental de Baja California Sur. 60
11. Índice de Similaridad de Whitaker aplicado al contenido estomacal de las 4 clases de tallas analizadas de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. 61
12. Valores promedios estimados de consumo diario en porcentaje de BWD para *M. angustimanus*, y de los parámetros de las ecuaciones aplicadas. Abreviaturas definidas en Métodos. 65
13. Comparación entre el número (NL) y consumo (WL) promedio de langostillas por merluza de cada grupo de edad, observado y calculado bioenergéticamente. 65
14. Estimación del consumo diario y anual de langostilla por parte de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. Consumo diario= biomasa merluza x %BWD/100 x Wlang/100. 66
15. Distribución del peso medio individual de *M. angustimanus* por estrato de profundidad (agrupados cada 40 m) en la costa oeste de Baja California Sur. 74
16. Variación circadiana de la densidad promedio (ton/km²) y de la frecuencia de ocurrencia (en porcentaje de los lances de ese periodo) de *M. angustimanus*. 75

| | |
|---|----|
| <i>angustimanus</i> en la costa oeste de Baja California Sur. | |
| 17. Distribución de la frecuencia de ocurrencia (%) y densidad (k/km^2) de <i>M. angustimanus</i> por estrato de profundidad en la costa oeste de Baja California Sur. | 77 |
| 18. Resumen de la estimación de biomasa de <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur, utilizando dos valores de X_1 . | 82 |
| 19. Comparación de las tallas a edad (LP o TL, mm) reportadas para <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur y en el Golfo de California. | 88 |
| 20. Comparación del coeficiente de crecimiento (K) y longevidad para especies del Pacífico oriental de <i>Merluccius</i> (edad en años). | 90 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|---------------|
| 1. Localización del área de estudio en la costa oeste de Baja California Sur. | 20 |
| 2. Esquema de una merluza ilustrando las medidas utilizadas para el análisis morfométrico. (Modificado de Inada, 1981). | 27 |
| 3. Relación longitud-peso para sexos combinados, hembras y machos de <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur. | 46 |
| 4. Relación de la longitud del otolito sagita (LO) con la longitud patrón (LP) (arriba) y entre el peso de la sagita (WO) y el peso de la merluza (WT) <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur. | 48 |
| 5. Distribución de la frecuencia de tallas (LP) (izquierda) y grupos de edad (derecha) por crucero de <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur. | 49 |
| 6. Vista lateral del otolito sagita de <i>M. angustimanus</i> de la costa oeste de Baja California Sur, de edad 1 (A) a 5 (D). A: 162 mm LP; B: 204 mm LP; C: 213 mm LP; D: 278 mm LP. | 50 |
| 7. Distribución de la abundancia (A) y biomasa (B) por grupo de edad de <i>M. angustimanus</i> en la costa occidental de Baja California Sur. | 51 |
| 8. Ajuste a los datos globales de talla a edad de <i>M. angustimanus</i> de la costa oeste de Baja California Sur al modelo de Von Bertalanffy Generalizado y Especial. | 53 |
| 9. Ilustración del efecto del estimado de mortalidad (M) sobre la sobrevivencia de una cohorte hipotética de mil millones de merluzas en un | 56 |

- horizonte de seis años.
10. Test de tamaño de muestra utilizando la frecuencia acumulada de presas nuevas en sucesivos estómagos. 57
 11. Relación entre el porcentaje de estómagos llenos y vacíos con la talla (arriba), y con la hora del arrastre (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California. Datos agrupados cada 10 mm de LP y hora del arrastre. El ajuste de ambos polinomios fue bajo, con un R^2 de 59.11% y 49.47%. 58
 12. Número de langostillas ingeridas en función de la talla de *M. angustimanus*, en la costa oeste de Baja California Sur. Datos de julio 1989 y septiembre 1991 combinados. 62
 13. Distribución porcentual de langostilla (*P. planipes*) ingerida en función de su edad (meses) por cada grupo de edad del depredador, *M. angustimanus* (I a IV+) en la costa oeste de Baja California Sur. 63
 14. Variación del Índice de selectividad de Ivlev (en el rectángulo) en muestras de *M. angustimanus* procedentes de 8 estaciones de la costa oeste de Baja California Sur. 64
 15. Cambio de la proporción sexual de *M. angustimanus* con la profundidad en la costa oeste de Baja California de Sur. 67
 16. Talla de primera madurez en machos (arriba) y hembras (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. 68
 17. Variación del Índice Gonadosomático (IGS) por mes de muestreo para hembras (arriba) y machos (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. 69
 18. Relación peso corporal con peso de la gónada para hembras (arriba) y machos (abajo) de *M.* 70

- angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.
19. Distribución de los estadios de madurez gonádica (escala de Nikolsky) determinados por inspección visual en hembras (arriba) y machos (abajo) de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur. 72
 20. Distribución del peso medio individual de *M. angustimanus* por estrato de profundidad (agrupados cada 20 m) en la costa oeste de Baja California Sur. 73
 21. Variación del peso individual promedio de *M. angustimanus* con la temperatura en la costa oeste de Baja California Sur. La columna indica el peso promedio y la vertical una desviación estándard. El valor de R^2 corresponde a la bondad de ajuste de la tendencia de las medias a la ecuación $Y = 69.583 X^{0.2372}$. 74
 22. Distribución de la densidad promedio y la frecuencia de ocurrencia de *M. angustimanus* en función de la hora del día en la costa oeste de Baja California Sur. 76
 23. Distribución de la frecuencia de ocurrencia de *M. angustimanus* en los lances por estrato de profundidad en la costa oeste de Baja California Sur. 77
 24. Distribución de la densidad promedio por estrato de profundidad de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. 78
 25. Distribución de la densidad en el periodo frío y cálido de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. 80
 26. Gráfico de superficie de las densidades de *M. angustimanus* durante el periodo cálido (arriba) y frío (abajo) frente a la costa occidental de Baja California Sur, destacando la distribución diferencial de los picos en ambos períodos. 79

RESUMEN

Las merluzas son peces de la familia Merlucciidae ubicados dentro del orden Gadiformes. Este grupo se distribuye en áreas altamente productivas en las costas del planeta y poseen gran importancia pesquera a nivel mundial. Mediante cruceros de pesca exploratoria con redes de arrastre de fondo realizados en la plataforma continental de la costa occidental de Baja California Sur, fue detectada *Merluccius angustimanus*, especie prácticamente desconocida y con aparente potencial pesquero. Su importancia en el ecosistema y las posibilidades para sustentar una nueva pesquería son interrogantes iniciales que deben ser contestadas, antes de planear cualquier actividad extractiva. Este estudio se abocó consecuentemente a generar la información necesaria que permitiera caracterizar ecológicamente esta especie, definir su distribución y abundancia, y clarificar su taxonomía. Para ello se contó con muestras representativas, bitácoras de los cruceros desarrollados entre 1987 a 1995, y el equipo para los análisis necesarios de laboratorio y gabinete. Se concluye que *M. angustimanus* es taxonómica y ecológicamente distingible de *M. productus*, especie con la cual comparte el área norte de distribución. Ecológicamente es una merluza atípica, caracterizada por su enanismo (L_{∞} de 327.33 mm LP), tasa de crecimiento moderada (K de 0.28), baja longevidad (ca. de 5 años), alta mortalidad (M de 1.492), precocidad sexual (talla de primera madurez ca. 130 mmLP y edad I-II) y clara asociación con el decápodo *Pleuroncodes planipes*, especie que es su principal alimento (%IRI entre 66.83 y 99.29 dependiendo de la edad) y modula sus migraciones costa-océano durante el periodo templado-frío y el cálido. Por lo mismo, esta merluza juega un importante rol ecológico como depredador de *P. planipes*, el macroinvertebrado más abundante en la porción sur de la Corriente de California. La biomasa asociada a los fondos se estimó entre 32,872 y 62,392 toneladas para el periodo calido y frío del año, y un rendimiento potencial accesible a redes de arrastre de fondo de 9,909 y 18,618 toneladas respectivamente. Considerando las variaciones latitudinales y temporales de su abundancia, el esfuerzo pesquero debiera concentrarse frente a Bahía Magdalena todo el año, y frente al Golfo de Ulloa adicionalmente de diciembre a junio, con la excepción de los meses de marzo a abril,

que corresponde a los meses de desove.

ABSTRACT

The hakes are fishes belonging to the family Merlucciidae classified into the order Gadiformes. This fish group is distributed all around the world into high production coastal waters. They have a great fishery importance. Through exploratory fishing surveys with bottom trawl nets, a poorly known hake, *Merluccius angustimanus*, with apparent fishery potential was recorded along the continental shelf of the west coast of Baja California Sur. Its importance into the ecosystem and the possibilities to sustain a new fishery are primary questions to be addressed before any catch activities may be planned. Therefore this study was done to generate the information needed to characterize the ecology of the species, define its distribution and abundance, and clarifying its taxonomy. To that purpose representative samples of the hake, the notebooks of the fishery cruises developed between 1987 and 1995, and the facilities to perform the laboratory and computer analysis were available. It is concluded that *M. angustimanus* is taxonomically and ecologically discernable from *M. productus*, a hake that shares the northern range of its distribution. Ecologically *M. angustimanus* is an atypical hake and can be characterized by its reduced size (L_{oo} , 327.33 mm LP), a fair growth coefficient (K , 0.28), low longevity (ca. 5 years), high mortality rate (M de 1.492), sexual precocity (length of first maturity around 130 mm LP and age I-II), and a close association to the red crab, *Pleuroncodes planipes*, its main food prey (%IRI between 66.83 and 99.29 depending the age of the hake) which synchronizes its offshore-coastal migrations during the cold and warm seasons. This hake plays an important role as a predator of *P. planipes*, the more abundant macro invertebrate in the southern part of the California Current. The biomass associated to the soft bottom was estimated in 32,872 and 62,392 metric tons for the warm and cold period respectively. The potential yield for both periods was estimated in 9,909 and 18,618 tons respectively. Considering the latitudinal and temporal variation of its abundance, the fishery effort should be placed off Bahía Magdalena throughout the year, and

adding offshore Golfo de Ulloa from December to June, but through March-April when the spawning took place.

INTRODUCCION

México tiene una producción pesquera de cerca de 1.4 millones de toneladas anuales, de la cual casi dos tercios proviene del noroeste (Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur). De hecho, fuera del noroeste mexicano existen pocas pesquerías de gran escala (p.e., atún en el Golfo de Tehuantepec, camarón en el Golfo de México) (Lluch-Cota *et al.*, 2004). Sin embargo, la mayor parte de la captura se basa en unos pocos recursos masivos: los pelágicos menores (sardinas y anchoveta) y mayores (atún), el calamar y el camarón. Muchos de estos recursos sin embargo, ya están en el límite de explotación o superando los niveles de sustentabilidad (I.N.P. 2000). Pese a ello, puede afirmarse que el país no ha aprovechado a plenitud sus recursos pesqueros, y que cuenta todavía con un margen discreto pero significativo en el Noroeste mexicano (Castro-Aguirre *et al.*, 1991; Schmitter-Soto *et al.*, 1992; Aurioles-Gamboa y Balart, 1995; Balart, 1996a y 1996b; Casas y Ponce, 1996; Lluch-Cota *et al.*, 2004), área de alta productividad biológica (Lluch-Belda *et al.*, 2000), que lo coloca en una posición privilegiada para capitalizarlo en cambios estructurales que se traduzcan en la viabilidad de largo plazo del sector pesquero (Casas y Ponce, 1996). Uno de estos recursos potenciales es la merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus*.

Las merluzas son peces bentopelágicos del orden Gadiformes que se distribuyen en todas las costas altamente productivas del planeta (Inada, 1981 y 1995,

Cohen et al, 1990; Lloris et al, 2003). A nivel mundial son un grupo importante dentro de las pesquerías, con capturas que fluctúan entre el millón y el millón y medio de toneladas (Lloris *et al.*, 2003). En el Pacífico mexicano sin embargo, aunque han sido registradas dos especies, *Merluccius angustimanus* y *M. productus*, desconocemos su potencial como recursos pesqueros.

La posibilidad de establecer la factibilidad biológica de una nueva pesquería en el noroeste mexicano es importante desde varias perspectivas. Además de contribuir a incrementar los niveles de producción y generar empleo, esta diversificación de la actividad pesquera implicará generar nuevos usos a la flota regional camaronera y escamera, enfocándola productivamente a áreas más profundas, reduciendo la presión sobre los recursos tradicionales, y minimizando el impacto sobre otras especies al concentrarse en un recurso de alta densidad, con menor número de especies asociadas.

Sin embargo, para establecer la factibilidad biológica de una nueva pesquería en la costa occidental de Baja California Sur, basada en la merluza bajacaliforniana, *M. angustimanus*, hay que determinar la distribución y abundancia del recurso (donde y cuando conviene pescar), la cuantía de los rendimientos posibles en un esquema de pesca responsable (cuanto extraer para no colapsar el recurso), y delinejar la dinámica poblacional de la especie (que estructura de edad posee, que tan rápido crece, cual es la tasa de mortalidad de la especie), incluyendo aspectos reproductivos (cuando se reproduce, y a que edad lo hace) para entender el efecto que tendrá la explotación sobre el recurso y la capacidad de respuesta de la misma, aportando los elementos para que la autoridad pesquera defina adecuadamente su manejo. Asimismo, para minimizar los impactos indeseables que pudiera causar la hipotética apertura de la

pesquería, esto es, para visualizar que ocurre con la extracción de esta merluza, hay que conocer las interacciones que tiene con las especie del ecosistema en que está inserto (Caddy y Sharp, 1986). Un acercamiento fructífero para ello es el análisis de las relaciones tróficas con un enfoque demográfico (que come, cuanto come por grupos de edad) para así definir el rol ecológico en el ecosistema (es importante o no como especie reguladora de alguna especies en particular o de parte del sistema). Obviamente, todo esto supone un adecuado conocimiento taxonómico de la especie, su distinción de la otra especie congenérica, motivo por el cual es necesario incluir su estudio; cualquier manejo de un recurso y un stock del mismo, como el de la costa oeste de Baja California Sur en particular, requiere certeza en la identificación del mismo.

Es por ello, entonces, que el objetivo de este estudio es precisamente, generar la información básica necesaria para caracterizar taxonómica y ecológicamente a *Merluccius angustimanus* Garman, 1899, y establecer la factibilidad biológica de una pesquería en la costa occidental de Baja California Sur basada en esta especie. Los resultados de este tipo de estudio son relevantes, ya que a pesar de ser básicos (generar conocimiento valioso por si mismo) tienen aplicación práctica para la toma de decisiones del sector de incidencia.

HIPÓTESIS

1.- Las características poblacionales de *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur serán establecidas mediante la metodología apropiada aplicada a muestras representativas de la especie.

2.- El nivel y la estrategia de explotación de un recurso virgen, como es *Merluccius angustimanus*, pueden ser definidos objetivamente en base al conocimiento ecológico de la especie.

OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Generar la información básica necesaria para caracterizar taxonómica y ecológicamente a *Merluccius angustimanus* Garman, 1899, y establecer la factibilidad biológica de una pesquería en la costa occidental de Baja California Sur basada en esta especie.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.- Precisar aspectos merísticos, morfométricos y morfológicos necesarios para una mejor definición taxonómica de *Merluccius angustimanus*.

2.- Estimar los parámetros poblacionales de *Merluccius angustimanus* como son la relación longitud-peso, factor de condición, estructura de edad, crecimiento, y mortalidad en la costa occidental de Baja California Sur.

3. Determinar los hábitos alimentarios, consumo diario, y rol ecológico de *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

4. Determinar los aspectos reproductivos como proporción sexual, talla de primera madurez, índice gonadosomático, estadios de madurez gonádica, y estimación del periodo de desove de *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

5. Determinar la distribución, abundancia, y estimar los rendimientos permisibles de una futura pesquería de *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

ANTECEDENTES

5.1 TAXONOMIA Y SISTEMATICA

De acuerdo a Nelson (1994) la familia Merlucciidae, situada dentro del orden Gadiformes, está compuesta únicamente por un género, *Merluccius* Rafinesque, 1810, con 13 especies (Cohen *et al.*, 1990). La apreciación monotípica de la familia planteada por Nelson (1994) deriva de los trabajos de Howes (1991), quien consideró la proximidad de Macruroninae a Merluccinae solo basada en caracteres homoplásicos. Howes (1991) por tanto, separa y otorga estatus de familia a la subfamilia Macruroninae, dejando a Merlucciidae incluyendo solo a *Merluccius*. Inada (1981 y 1989) y Cohen *et al.* (1990) consideraron dos subfamilias, Merlucciinae con tres géneros (*Merluccius*, *Macruronus* Günther, 1873, y *Lyconus* Günther, 1887) y Steindachneriinae con un solo género (*Steindachneria* Goode y Bean, 1896). Lloris *et al.* (2003), en la última sinopsis de la familia por la FAO, reconocen dos subfamilias, Macruroninae con tres géneros (*Lyconodes* Gilchrist, 1922, *Lyconus*, y *Macruronus*) y Merlucciinae con el género *Merluccius*. Queda entonces bien establecido que el género *Merluccius* es reconocido sin discusión en todos los arreglos sistemáticos de la última década dentro de la familia Merlucciidae, no así los otros géneros que, de acuerdo a diferentes criterios encuentran o no cabida en esta o en otras familias.

El género *Merluccius*, sin embargo, estuvo originalmente situado en la familia Gadidae hasta que Adams (1864) lo separó y creó la familia Merlucciidae para él. Posteriormente Günther (1887) los incluye en Gadidae, y Svetovidov (1948) en su revisión de los Gadiformes incluye también a *Merluccius* en la subfamilia Merlucciinae dentro de Gadidae. Norman (1966), Marshall (1966) y Cohen (1984) consideraron a *Merluccius* dentro de Merlucciidae pero con diferentes combinaciones genéricas adicionales. Markle (1989), en su visión de los Gadiformes, considera también una familia Merlucciidae monotípica.

Las especies del género *Merluccius* se distribuyen en el Atlántico oriental y occidental, Mediterráneo, Mar Rojo, Océano Indico y Pacífico occidental y oriental (Cohen *et al.*, 1990; Lloris *et al.*, 2003). En la actualidad dentro de *Merluccius* se reconocen 13 especies, de las cuales 8 corresponden a formas americanas: *M. albidus* (Mitchill, 1818), *M. angustimanus* Garman, 1899, *M. australis* (Hutton, 1872), *M. bilinearis* (Mitchill, 1814), *M. gayi* (Guichenot, 1848), *M. hubbsi* Marini, 1933, *M. patagonicus* Lloris y Matallanas, 2003, y *M. productus* Ayres, 1955 (Lloris *et al.*, 2003). De ellas *M. angustimanus*, *M. australis*, *M. gayi* y *M. productus* habitan las costas del Pacífico americano. Tanto Inada (en Cohen *et al.*, 1990; 1995) como Lloris *et al.* (2003) no reconocen a *Merluccius hernandezi* Mathews (1985) como especie válida.

Merluccius angustimanus fue descrita por Garman (1899) basado en especímenes del Golfo de Panamá. Posteriormente Norman (1937) consideró a esta especie como sinónimo de *M. gayi*, y Hildebrand (1946) la citó, equivocadamente, como *M. angusticeps* en su catálogo de peces costeros del Perú. Más tarde Ginsburg

(1954), al revisar especímenes colectados frente a las costas del sur de California, USA., concluyó que existen diferencias al nivel de especie para separar a *M. angustimanus* de *M. gayi* y *M. productus*. Por otro lado, Berry (1965; citado en Inada, 1981) propuso para el Pacífico oriental la existencia de sólo dos especies de merluza, *M. polylepis* para el sur de Chile y *M. gayi*, englobando a *M. productus*, *M. angustimanus*, *M. gayi gayi* y *M. gayi peruanus*, desde el sur de Chile hasta Alaska. Esta propuesta de Berry (loc. cit.) se basó en la suposición de que las diferencias merísticas y morfométricas de las cuatro especies que conforman a *M. gayi* reflejan meras diferencia ambientales que se traducen en variación clinal de los caracteres observados. Testaverde y Artunduage (1974) mencionaron la presencia de *M. angustimanus* frente a las costas del Pacífico de Colombia, extendiendo el rango meridional de distribución en casi 600 km, aportando conteos de branquiospinas del primer arco para redefinir este carácter en la especie. Mathews *et al.* (1974), por otro lado, capturaron esta especie en la parte norte del Golfo de California y en un trabajo posterior (Mathews, 1985), definieron taxonómicamente a esta población y contrastan con *M. hernandezi* descrita en el mismo trabajo.

Recientemente Vrooman y Paloma (1977) hicieron patente la presencia de una merluza enana frente a las costas de Baja California, a la que consideraron con caracteres suficientemente diferentes de *M. productus* para su distinción, sugiriendo una especie aparte o más cercana a *M. angustimanus*. Mackie y Jones (1978) separaron mediante la técnica de electroforesis a *M. angustimanus* de *M. productus*, mismas que distinguen estadísticamente con conteo de branquiospinas y vértebras, pero con amplia sobrelapamiento en términos prácticos. Ehrich *et al.* (1980) en su

estudio de *M. productus* en el Pacífico nororiental, aunque eminentemente de biología pesquera, distinguen entre la población “offshore” y la “southern nearshore population”, las cuales probablemente representan a *M. productus* y *M. angustimanus* respectivamente. Inada (1981), finalmente, en su revisión de las especies del género *Merluccius*, concluyó que *M. angustimanus* Garman es una especie válida que, tentativamente, incluye las formas descritas como merluza enana, con una distribución en la costa occidental de Norte y Centro América que va de Del Mar, California ($32^{\circ}57' \text{ LN}$) hasta la Ensenada de Tumaco, Colombia ($1^{\circ}59.5' \text{ LN}$). Lloris *et al.* (2003) sin embargo, propusieron con pocos argumentos (mediante el análisis de una imagen digitalizada), la sinonimia de *M. hernandezi* con *M. angustimanus*, e incluyeron sin mayor análisis a la población denominada merluza enana de Vrooman y Paloma (1977) como parte de *M. productus*.

El objetivo parcial de este trabajo es entregar información y análisis de caracteres merísticos y morfométricos que permitan definir y distinguir a la población de *M. angustimanus* de la costa occidental de Baja California Sur, contrastándola con *M. productus* y con la población del Golfo de California.

5.2 EDAD, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD

Tal como lo enfatizaron Weatherley y Gill (1987) el proceso básico de crecimiento en peces es diferente al de vertebrados superiores. En particular, debido a que es indeterminado, y a la gran plasticidad que presenta, lo que les permite

responder a las diferencias en suministro de alimento, densidad poblacional y régimen térmico. Afirmar esto es establecer que la variabilidad en el crecimiento en términos absolutos como referido a grupos de edad es la regla, y que por lo tanto los parámetros que lo definen (valores de longitud infinita, tasa de crecimiento, longevidad, etc.) tienen valor para las áreas (y las condiciones de las mismas) y las poblaciones de las cuales fueron estimados. Este hecho, de gran valor adaptativo para los peces, debe ser contemplado a la hora de integrar la información en modelos demográficos que definen la estrategia ecológica de una especie o población de la misma y, desde una perspectiva pesquera, al momento de integrarlos a modelos de producción para estimar los rendimientos posibles de un recurso (Gulland, 1983; Jearld, 1983). Lo mismo ocurre con las tasas de mortalidad. Pequeños cambios en su valor determinan importantes cambios en las tasas de sobrevivencia y de explotación.

Debido a que la mayoría de las merluzas poseen importancia pesquera y económica en prácticamente todo el orbe (p.e., Grinols y Tillman, 1970; Cohen *et al.*, 1990; Hunter y Hollowed, 1997; Lloris *et al.*, 2003), se ha generado una gran cantidad de información que permite caracterizar a las especies del género alcanzando grandes tallas (50 a 124 cm), longevas (10 a ca. 20 años en *M. australis*), y de crecimiento lento, y en estas características hay un marcado dimorfismo sexual, con mayores tallas y longevidad en las hembras. Sin embargo hay excepciones y corresponden a las especies de talla pequeña como *M. angustimanus* (Mathews, 1976) y *M. albodus* (Mombeck, 1971; Rohr y Gutherz, 1977; Elorduy, 1986; Chang *et al.*, 1999), que alcanzan tallas entre 30 y 50 cm y aparentemente no sobrepasan los 5 años de edad. Para la merluza del Pacífico *M. productus*, la única especie de merluza que

traslape el área de distribución de *M. angustimanus*, existen estimados de crecimiento para diferentes stocks (p.e., Best, 1963; Dark, 1975; Kimura y Millikan, 1977; Francis, 1983) y en las últimas décadas una orientación a los estudios de estadios tempranos tanto de crecimiento como de mortalidad (Hollowed, 1992; Smith, 1995; Woodbury *et al.*, 1995; Butler y Nishimoto, 1997). La tasa de mortalidad natural estimada para *M. productus* varía ampliamente, de 0.30 a 0.86, dependiendo de la flota, área y autor (Bailey *et al.*, 1982).

En el caso de la merluza bajacaliforniana *M. angustimanus*, tal como era de esperarse de una especie sin una explotación comercial, la información disponible acerca de su dinámica poblacional es escasa e incompleta. En primera instancia, y como característica distintiva de la especie, la mayoría de los autores hacen alusión a la reducida talla de los adultos (p.e., Inada, 1989; Ginsburg, 1954), motivo que originó el término de merluza “enana” por Vrooman y Paloma (1977). Con respecto al crecimiento, Vrooman y Paloma (1977) contrastan las tallas a edad entre sus muestras y las descritas por Best (1963) para *M. productus*, haciendo patente el rápido crecimiento y la baja longevidad de sus merluzas enana. Solo Mathews (1976) presenta un estudio acerca del crecimiento para *M. angustimanus* para la población del Golfo de California, y Balart y Castro-Aguirre (1995) una breve reseña de los parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy para la costa oeste de Baja California Sur.

El objetivo parcial del presente estudio es describir la estructura de edad, estimar el crecimiento y mortalidad natural de la merluza bajacaliforniana, *M. angustimanus*, en la costa occidental de Baja California Sur.

5.3 ALIMENTACION Y ECOLOGÍA TRÓFICA

Hay pocos aspectos de la ecología de un animal que iluminen más que la información generada en los análisis de hábitos alimentarios, ya que además de explicar la estrategia energética y funcional del animal, establece las relaciones que los ligan con otros componentes del sistema, explican su rol e importancia dentro del sistema, y por lo tanto nos informan acerca de las consecuencias de su desaparición o cambios poblacionales dentro del mismo.

En general, la información disponible sugiere que las merluzas se alimentan principalmente de crustáceos y peces, y que hay un aumento en la piscivoría con el aumento de talla. También se ha sugerido que son oportunistas, ya que las presas dominantes varían de una región a otra en una misma especie. Esto se ha documentado bien en algunas especies como la merluza del Pacífico, *M. productus*, donde hay estudios para diferentes áreas de su rango de distribución, de Alaska a California (p. ej., Best, 1963; Gotshall, 1969; Alton y Nelson, 1970; Livingston, 1983; Francis, 1983; Livingston y Bailey, 1983; Rexstad y Pikitch, 1986) y otros para todo el rango de distribución (Buckley y Livingston, 1997). Sin embargo, en todos ellos diferentes especies de euphausidos son presa común en tallas menores y peces en tallas mayores, cambiando otras presas dependiendo del área geográfica como de la estación del año. De ellos, Best (1963) menciona a la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, como presa de las merluzas juveniles en el área de influencia de CalCOFI. Trabajos acerca de la alimentación en los estadios larvales han sido abordados para esta merluza también (Sumida y Moser, 1980; Bailey et al, 1982).

También de la merluza común, *M. gayi*, presente en las costas de Chile y Perú, hay abundantes documentación sobre sus hábitos alimentarios y rol trófico en el ecosistema (p.ej., Bahamonde y Carcamo, 1959; Arana y Williams, 1970; Meléndez, 1983; Arancibia *et al.*, 1986; Arancibia y Meléndez, 1987; Arancibia, 1991). Aquí sin embargo, el langostino colorado *Pleuroncodes monodon*, adquiere una gran relevancia como la presa principal. En la costa oeste de Sudáfrica hay dos merluzas de importancia pesquera, *M. capensis* y *M. paradoxus*, cuya alimentación ha sido estudiada a detalle, incluyendo análisis de variación circadiana (p. ej., Payne *et al.*, 1987; Roel y Macpherson, 1987; Gordoa y Macpherson, 1991; Pillar y Wilkinson, 1995; Pillar y Barange, 1997). Nuevamente los eufáusidos son el alimento principal de merluzas pequeñas y, entre los peces consumidos se incluyen también especies mesopelágicas. Otros estudios existen para *M. bilinearis* (Bowman y Bowman, 1980; Durbin *et al.*, 1983), *M. hubbsi* (Hart, 1946; Angelescu *et al.*, 1958; Angelescu y Fuster, 1965), *M. merluccius* (Du Buit, 1996; Velasco y Olaso, 1998), *M. albodus* (Rohr y Gutherz, 1977; Langton y Bowman, 1980). De esta última especie es notable el porcentaje de peces en la dieta.

Finalmente hay que destacar que el canibalismo ha sido señalado en la mayoría de los estudios, discutiéndose en algunos la influencia de este hábito sobre la misma población (Leonart *et al.*, 1983 y 1985; Buckley y Livingston, 1997).

De la merluza bajacaliforniana, *M. angustimanus*, el único trabajo es el de Balart y Castro-Aguirre (1995). Es pues un objetivo parcial de este trabajo, describir el contenido estomacal de esta especie, y definir su rol trófico en la costa occidental de Baja California Sur.

5.4 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

El conocimiento de los aspectos reproductivos es esencial para comprender la dinámica poblacional de una especie, y sustentar propuestas de época de veda y tallas mínimas de captura. Esta información puede ser incorporada a los modelos demográficos y debe estar a la base del manejo de un recurso pesquero.

La talla de primera madurez de la merluza del Pacífico, *M. productus*, es a los 354 mm LP, talla que corresponde a la edad IV (Best, 1963; Alverson y Larkins, 1969; Vrooman y Paloma, 1977). MacGregor (1966 y 1971) sin embargo, colectó merluzas pequeñas en la costa oeste de Baja California Sur, sorprendiéndose al comprobar que todos los machos y hembras sobre 129 y 140 mm LP., respectivamente, ya estaban maduros, correspondiendo a las clases de edad I y II. Estas muestras fueron analizadas por Vrooman y Paloma (1977), quienes establecieron que corresponde a la merluza enana, considerada *M. angustimanus* por Inada (1981) y en este trabajo. En otras especies como *M. gayi*, la talla de primera madurez es similar a la del Pacífico, entre 32.3 y 47 cm LT dependiendo de la latitud de la población (Balbontín y Fischer, 1981; Furet, 1982; Alarcón y Arancibia, 1993; Cerna y Oyarzún, 1998).

Debido a la importancia pesquera que poseen la mayoría de las merluzas, un gran esfuerzo se ha dedicado a determinar el ciclo reproductivo mediante la determinación de los estadios de madurez gonádica, y a estimar la fecundidad. Para el caso de la merluza del Pacífico, *M. productus*, la fecundidad ha sido determinada para los tres stocks principales de Norte America, el “offshore” stock (MacGregor, 1966;

Mason, 1986; McFarlane y Saunders, 1997), el de Puget Sound (McFarlane y Saunders, 1997), y el del Estrecho de Georgia (McFarlane y Saunders., 1997), estimando incluso la fecundidad efectiva que considera la reabsorción de ovocitos hidratados (McFarlane y Saunders, 1997). El periodo de desove para la *M. productus* ocurre principalmente entre diciembre y abril en aguas abiertas a lo largo de la costa del sur de California y Baja California.

La información sobre la biología reproductiva de *M. angustimanus* es prácticamente desconocida, por lo cual un objetivo parcial de este estudio es describir los aspectos reproductivos relevantes y posibles a partir de las muestras disponibles de la costa occidental de Baja California Sur. En particular la estimación de la proporción sexual, talla de primera madurez, determinación del índice gonadosomático y estadios de madurez gonádica, y estimación de la época de desove.

5.5 DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

Entre los principales motivos que llevan al desarrollo de una pesquería está la determinación de biomassas que sustenten la explotación del recurso. La mayoría de las merluzas se asocian a áreas de alta producción biológica asociadas a corrientes frías y/o afloramientos, por lo que su biomasa suelen ser considerables.

La merluza del Pacífico, *M. productus*, se distribuye desde Alaska al Golfo de California aunque es mas abundante en la región del sistema de la Corriente de California (Alverson y Larkins, 1969; Bailey *et al.*, 1982), a profundidades que van desde cerca de la superficie hasta los 800 m, aunque las concentraciones comerciales se ubican entre 50 y 500 m (Alverson y Larkins, 1969). Un patrón migratorio hacia el

sur para desovar ha sido documentado en invierno, y otro opuesto, hacia el norte a comienzos de primavera para alimentarse (Alverson y Larkins, 1969; Bailey *et al.*, 1982). Las estimaciones de biomasa realizadas por científicos americanos, desde California central al sur de la Isla de Vancouver arrojaron 1.52 millones de toneladas métricas en el año 1980 (Bailey *et al.*, 1982). Por su parte los científicos soviéticos estimaron una biomasa promedio entre 1967 y 1973 de 1.36 millones de toneladas (Bailey *et al.*, 1982). Mucha de esta biomasa corresponde a juveniles localizados costa afuera en el sur de California.

Desde el punto de vista pesquero, *M. angustimanus* no ha sido explotada comercialmente, aparentemente por ser una especie desconocida, considerada rara y de pequeña talla (Inada, 1981), y por estar fuera del alcance de la flota escamera y artesanal tradicional. En el Golfo de California Mathews *et al.* (1976) la encontraron a profundidades entre 100 y 500 m, estimando una biomasa máxima en febrero-marzo de 280,000 ton. En la costa occidental de Baja California, sin embargo, Chávez y Ramos (1974) y Ehrhardt *et al.* (1982), si bien la capturaron junto a otros recursos demersales en sus cruceros de pesca exploratoria, concluyeron que no existen abundancias relativas en zonas accesibles a redes de arrastre que justifique una pesca de altura. Por su parte el trabajo de Ehrlich et al (1980) sobre *M. productus*, incluye una población denominada “southern nearshore population” situada de Los Cabo al sur, y otra mixta entre esa población y la “offshore population”, situada entre Cabo San Lucas y Punta Eugenia, que probablemente incluyen a *M. angustimanus*.

El Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, por otro lado, inició una serie de cruceros de pesca exploratoria en la costa occidental de Baja

California Sur desde 1987, presentando un cuadro radicalmente diferente (Castro-Aguirre *et al.*, 1991). No sólo se encontró que existen varias especies de peces (incluyendo a *M. angustimanus*) y de macroinvertebrados abundantes y frecuentes, sino que definieron las áreas donde son susceptibles de capturarse con redes de arrastre. Las estimaciones preliminares (Schmitter *et al.*, 1992) fueron del orden de una biomasa instantánea mínima de 151,000 toneladas en el área de estudio, siendo las zonas más favorables para su captura frente a las bocas de Bahía Magdalena ($24^{\circ}30' - 25^{\circ}00'N$) y en la Bahía de Ulloa ($26^{\circ}N$). Estas estimaciones, sin embargo, son corregidas ampliamente y las áreas precisadas en este trabajo.

La información sobre la distribución y abundancia de *M. angustimanus* es escasa y, poco precisa, y en algunos aspectos, errónea, por lo cual un objetivo parcial de este estudio es generar un cuerpo sólido de información que incluya estimaciones de biomasa, cálculos de rendimientos posibles, y las relaciones de la densidad de merluza sobre los fondos blandos con la profundidad, hora del día, y otras variables relevantes.

5.6 DESCRIPCION DEL AREA

Los cruceros de exploración pesquera realizados por el CIBNOR se realizaron en la costa occidental de Baja California Sur, desde Bahía Sebastián Vizcaíno hasta cerca de Todos Santos en el sur (Fig. 1).

Desde el punto de vista geomorfológico, el área de estudio corresponde a un sistema de bahías. Al norte, la Bahía Sebastián Vizcaíno, en cuya costa sur se

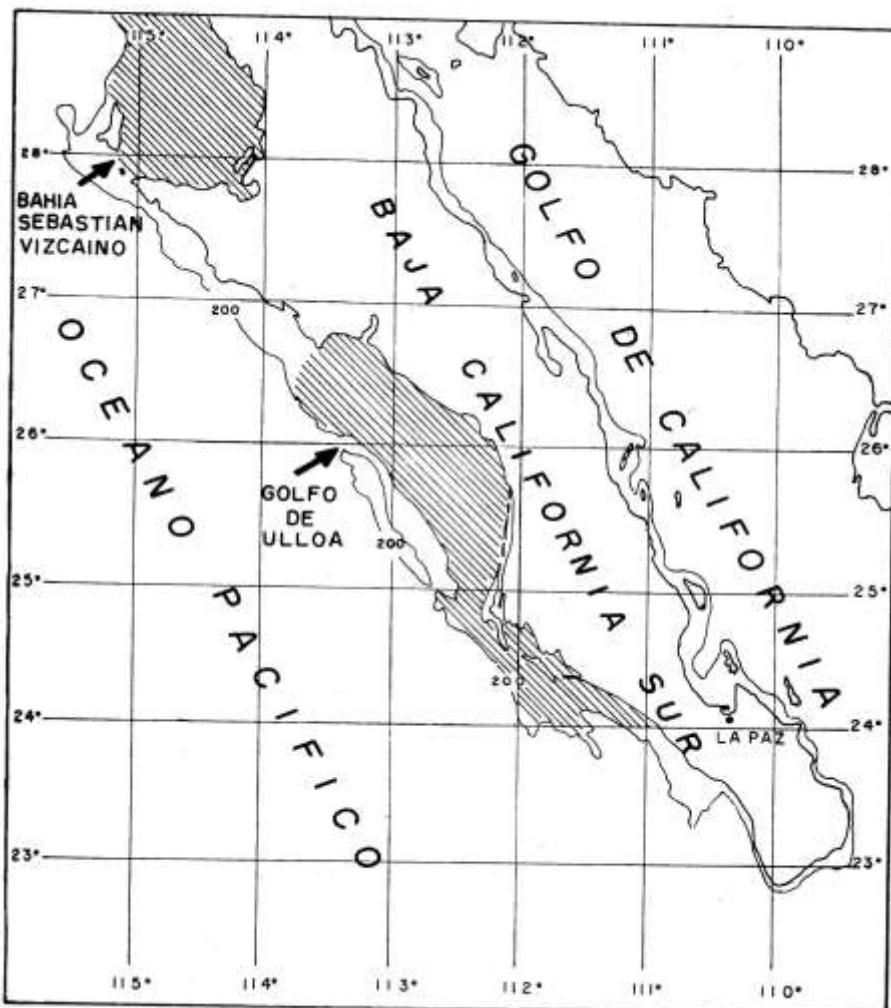


Figura 1. Localización del área de estudio en la costa oeste de Baja California Sur. (Modificado de Aurioles-Gamboa y Balart, 1995).

encuentran las lagunas Manuela, Guerrero Negro y Ojo de Liebre, que efectúa intercambio de agua durante los periodos de mareas mediante sus bocas. Otro aspecto geomorfológico sobresaliente son las islas Natividad y Cedros, que la mantienen parcialmente protegida. Al sur, El Golfo de Ulloa, de mayor amplitud y mas expuesto

a las aguas oceánicas. A lo largo de su línea de costa se encuentra una serie de cuerpos de agua muy someros, entre los que destacan la Laguna San Ignacio, Bahía San Juanico y el sistema Lagunar Magdalena-Almejas, originado por el desarrollo de barreras tanto arenosas como rocosas, pertenecientes a ofiolitas del Jurásico, paralelas a la costa (Chávez-López y Schmitter-Soto, 1995).

La hidrografía costera de la región es de mediana densidad, con un orden máximo de corrientes secundario. Esto aunado a los depósitos aluviales permeables, impide la formación de corrientes superficiales importantes, por lo que el aporte de agua de la costa hacia el mar es esporádico y de poca importancia (Chávez-López y Schmitter-Soto, 1995).

La costa occidental de la península está influida por la corriente de California, que sigue una dirección paralela a la costa hasta llegar casi al extremo de la península. Frente a la península, el flujo de la corriente de California se incrementa en invierno; ante el debilitamiento de los vientos septentrionales, se produce una contracorriente costera, la llamada corriente de Davison, que circula en dirección norte (Gulland, 1971; Robles-Gil, 1985). Con los vientos del norte en primavera, la Corriente de California se acerca a la costa, eliminando la contracorriente superficial de Davison (Wyllie, 1966), y condiciona la aparición de surgencias a lo largo de la costa (Walsh *et al.*, 1974).

En verano y otoño, la Corriente de California se desplaza lentamente hacia el sur, pero mar adentro (Wyrtki, 1965), y se incrementa la influencia de la Corriente de Davison hacia el norte a lo largo de la costa. Al chocar con la Corriente de Costa Rica,

a una latitud que varía con la época del año, la Corriente de California se desvía hacia el oeste y origina la corriente Norecuatorial (Wyllie, 1966).

Bajo la corriente de California, a más de 200 m de profundidad, fluye la contracorriente subsuperficial del mismo nombre, que llega hasta los 35° o 40° de latitud norte. En contraste con el flujo de superficie, que alcanza hasta 7 ml/l de oxígeno disuelto, la corriente profunda tiene bajas concentraciones (Reid *et al.*, 1958).

Las surgencias son una característica de la costa occidental de la península. Se han observado surgencias en toda la costa occidental, pero hay ciertos lugares y tiempos del año en que es más probable que ocurran. Uno lugar frecuente corresponde al sur de Punta Concepción y al sur de Bahía Magdalena (Chávez-López y Schmitter-Soto, 1995). Ambas regiones tienen su mayor actividad durante los primeros meses del año, aunque pueden ocurrir en otros meses también. Otro lugar es el costado sur de Punta Eugenia. A la altura de Cabo Colnett son frecuentes y, esta agua llega luego a las cercanías de la Bahía de Sebastián Vizcaíno, o a su interior (Groves y Reid, 1958).

López *et al.* (1990) detectaron un núcleo de concentración elevada de proteínas (mesopartículas) frente a Bahía Magdalena. Ello se debe a las cercanías de la boca principal de la bahía a través de a cual, durante el reflujo mareal, una gran cantidad de materia orgánica particulada se transporta hacia el exterior.

La distribución de los sedimentos en Bahía Vizcaíno va de arena a limo arenoso, con un cambio gradual a sedimentos de textura muy fina conforme aumenta la profundidad (Chávez-López, 1995). En el Golfo de Ulloa predomina la arena limosa, cubriendo prácticamente toda el área de plataforma, con lentes aislados de

arena muy fina y, hacia la plataforma exterior, de limo arenoso. Los valores mas altos de materia orgánica en los sedimentos correspondieron a Bahía Vizcaíno. El patrón de distribución de materia orgánica y de fosfatos en el golfo de Ulloa disminuye de norte a sur, lo que permite inferir un acarreo de material en esa dirección (Chávez-López, 1995).

El clima de la región es muy seco, desértico, con inviernos frescos (García, 1984). La precipitación media anual es de 17 mm (Salinas *et al.*, 1991). Los sistemas convectivos originados en latitudes menores producen lluvias durante el verano y otoño, y van asociados con la presencia de ciclones y tormentas tropicales (Chávez-López y Schmitter-Soto, 1995).

MÉTODOS

6.1 TRABAJO DE CAMPO

La información y el material biológico analizado procede de cruceros de pesca exploratoria con redes de arrastre sobre fondos blandos, realizados a lo largo de la costa oeste de Baja California Sur (Fig. 1), a bordo del B.O. "El Puma", en julio y octubre 1988, febrero y julio 1989, septiembre 1991, y mayo 1995 en estaciones que van desde Bahía Vizcaíno hasta el sur de Bahía Magdalena-Almejas, y secundariamente a partir de los trabajos a bordo del Buque de Investigación Pesquera "BIP II", propiedad del CIBNOR. El B/O "El Puma" es una embarcación diseñada para la investigación oceanográfica y pesquera, de 50 m de eslora, 10.3 m de manga, un calado máximo de 5 m, motor de 1800 HP, y preparada para arrastrar por popa. Los trabajos a bordo del B/O "El Puma" se desarrollaron entre julio 1988 y septiembre de 1991, y posteriormente en septiembre 1995, y aquellos a bordo del "BIP II" en 1997 y 1998.

Las redes usadas en los cruceros corresponden a las utilizadas por la flota camaronera, con luz de malla de 4.5 cm en las alas, 3.5 cm en el copo, 24 m de largo y 20 m de boca. Los arrastres fueron realizados a profundidades de 15-250 metros (la mayoría entre 50-200 m) a una velocidad promedio de 3 nudos (El Puma) o 2 nudos (BIP II) sobre fondos arenosos a diferentes horas del día y de la noche. La duración de los arrastres (desde que la red toca fondo hasta que inicia el izado de la misma), coordenadas de la estación, y detalles de las capturas fueron registradas en bitácoras diseñadas con ese objetivo. Asimismo se procuró tomar información acerca de las

variables abióticas como temperatura, salinidad y oxígeno disuelto mediante un CTD, y muestras de sedimento utilizando una draga Smith-McIntyre para el análisis de textura (diámetro de partículas) y contenido de materia orgánica.

Después de cada arrastre la captura total fue pesada, y a partir de muestras representativas de ella (dependiendo del volumen de la captura total, de 1 a 4 taras, esto es de 40 a 200 kilos aproximadamente) fue evaluada la composición taxonómica de la captura. Para los análisis de laboratorio posteriores, se tomaron muestras al azar de merluza a partir de las taras de la captura total. Dependiendo del tipo de análisis a realizarse, las muestras fueron fijadas en formaldehído al 10%, o congeladas inmediatamente a cerca de -20°C en el barco para su procesamiento posterior en tierra, o los ejemplares medidos, pesados y sexados directamente a bordo.

6.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Los ejemplares fueron medidos mediante un ictiómetro con una precisión de 1 mm (Longitud Patrón, LP), y pesados con una precisión de 0.1 gr (balanza granataria) o 0.01 gr (balanza digital). Para poder comparar nuestros resultados con aquellos de la literatura que utilizaron Longitud Total (LT), se tomó esta medida de una submuestra representativa ($N= 200$) y así generar una ecuación de la regresión de LP sobre LT ($LT = -6.8937 + 1.1570 \text{ LP}$; $r^2 = 0.99$). El sexo fue determinado visualmente de acuerdo a la escala de Nikolsky (1963), luego de abrir el vientre del animal, ya que no existe un dimorfismo sexual evidente externamente. De muestras representativas se obtuvieron arcos branquiales, otolitos (sagita), estómagos, y ovarios.

6.3 ANÁLISIS TAXONÓMICO

Para facilitar la distinción entre la especie de estudio, *Merluccius angustimanus*, y la merluza del Pacífico, *M. productus*, presente comúnmente en la porción norte del rango de distribución de la primera, se buscaron caracteres diagnósticos merísticos y morfométricos comúnmente utilizados en estudios taxonómicos de peces y de fácil aplicación (p. ej., Hubbs y Lagler, 1947; Cailliet et al, 1986) con las modificaciones aplicadas para el género *Merluccius* por Ginsburg (1954) e Inada (1981, y en Cohen *et al.*, 1990). La información para *M. productus* procede de fuentes bibliográficas (Ginsburg, 1954; Vrooman y Paloma, 1976; Testaverde y Artunduage, 1974; Mathews, 1985; Inada, 1981 y 1990; Lloris *et al.*, 2003;) y es identificada en cada caso. Los conteos y mediciones se realizaron sobre una submuestra de 185 organismos procedentes de los cruceros de septiembre de 1991 y mayo 1995.

Carácteres merísticos. Se contaron las branquiespinas de la rama inferior del primer arco branquial sin incluir los tubérculos o rudimentos de acuerdo a Ginsburg (1954), el número de elementos de las aletas dorsal anterior (d1) y posterior (d2), y anal (a). En este género y especie los elementos de las aletas mencionadas corresponden únicamente a radios blandos (lepidotrichas) con excepción de una espina en la primera aleta dorsal.

Carácteres morfométricos. Se utilizó el análisis morfométrico tradicional (Hubbs y Lagler, 1947) ya que son de uso común en las descripciones y claves de identificación, y considerando que la información de *M. productus* es bibliográfica, permitiría establecer las comparaciones entre ellas. De todos las medidas posibles se

escogieron las siguientes (fig. 2): longitud total (LT), longitud patrón (LP), longitud preorbital (LPO), longitud de la mandíbula superior (LMS), longitud cefálica (LC), diámetro orbitario (DO), distancia interorbital (DIO), longitud preanal (LPA), y longitud de la aleta pectoral (LAP). Las mediciones se realizaron con un ictiómetro, compás, o vernier digital dependiendo de la medida y tamaño del pez. A partir de ellas se calcularon las proporciones en porcentaje de la longitud patrón, cefálica u otra diferente.

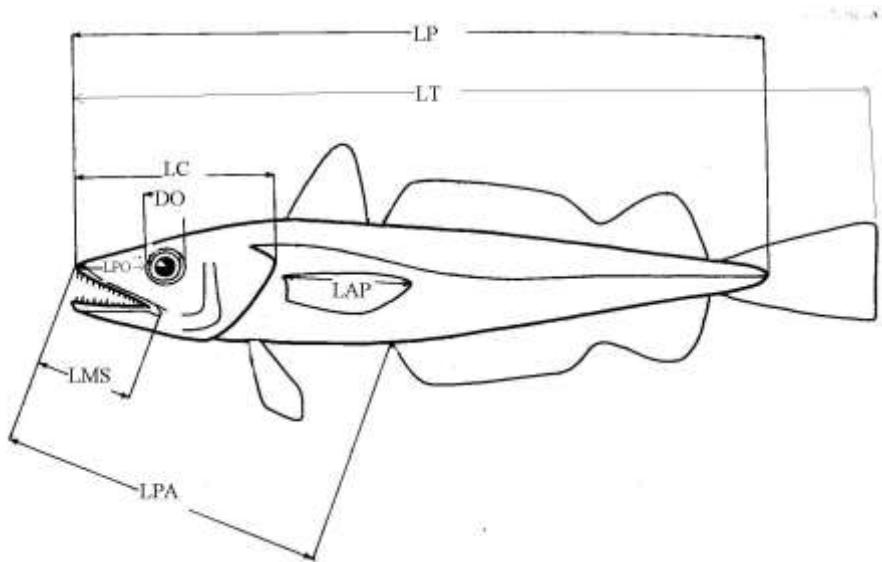


Figura 2. Esquema de una merluza ilustrando las medidas utilizadas para el análisis morfométrico. (Modificado de Inada, 1981).

6.4 ANÁLISIS DE DATOS.

6.4.1 Distribución y abundancia. Para la estimación de la biomasa se utilizó el “método del área barrida” por la red de arrastre de fondo (Alverson y Pereyra, 1969; Fogarty, 1985; Sparre y Venema, 1995), que se basa en el supuesto de que la captura

media por unidad de área (CPUA) es un índice de la abundancia de la población. Esto quiere decir, que supone que la CPUA es proporcional a la abundancia. El área barrida (a) se estima con la siguiente formula:

$$a = D * rs * X_2$$

$$D = V * t$$

donde:

V es la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo.

rs es la longitud de la relinga superior.

t es el tiempo de duración de arrastre.

X_2 es la parte de la relinga superior que equivale al ancho del sector barrido por la red de arrastre, la “abertura de las alas”, $rs * X_2$. Pauly (1980) propone un valor de $X_2=0.5$ como el más adecuado.

Cuando se conocen las posiciones exactas del inicio y el término del lance, se puede calcular la distancia cubierta en millas náuticas (mn), como sigue:

$$D = 60 * \sqrt{(Lat1 - Lat2)^2 + (Lon1 - Lon2)^2 * \cos^2(0.5 * (Lat1 + Lat2))}$$

donde:

$Lat1$ es la latitud al inicio del lance (grados), $Lat2$ es la latitud al término del lance (grados), $Lon1$ es la longitud al inicio del lance (grados), y $Lon2$ es la longitud al término del lance (grados).

La captura en peso por unidad de área está dada por:

$$\frac{Cp / t}{a / t} = \frac{Cp}{a} \quad kg / km^2$$

donde:

Cp es la captura en peso de un lance, t es el tiempo de duración del lance, y a es el área barrida.

La estimación de la biomasa por unidad de área es:

$$\bar{b} = \overline{(Cp/a)} / X1 \quad kg/km^2$$

donde:

$X1$ es la parte de la biomasa capturada realmente en el sector efectivo de barido o capturabilidad, y por lo general este valor se sitúa entre 0.5 y 1.0 (en nuestro caso usamos 1.0), Cp/a es la captura media por unidad de área de todos los lances.

La estimación de la biomasa total, se obtiene de:

$$B = \frac{(\overline{Cp/a}) * A}{X1}$$

donde A es el tamaño total del área en estudio en km^2 .

Cuando la biomasa se obtiene a partir de n lances, y sea $Ca(i)$ la captura (en peso) por unidad de área del lance $n^o i$, donde $i = 1, 2, \dots n$. La estimación de la biomasa será entonces:

$$B = \frac{A}{X1} * \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Ca(i) = \frac{A}{X1} * \overline{Ca}$$

y la varianza:

$$VAR(B) = \left[\frac{a}{X1} \right]^2 * \frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n [Ca(i) - \overline{Ca}]^2$$

De manera que, aumentando el número de lances (n) se puede reducir la varianza. O bien, una estratificación por área o basada en la profundidad.

Los variados modelos de producción y de máxima captura sostenible (en sus diferentes acepciones) se ceñirán a las pautas descritas por Chapman (1978), Ricker (1975) y Gulland (1981), y muy especialmente las de Polovina y Ralston (1986).

6.4.2 Edad y crecimiento

La relación longitud-peso fue descrita por una ecuación del tipo $W = a LP^b$, donde W es el peso (gr), LP es la Longitud Patrón, y a y b son constantes (Bagenal y Tesch, 1978; Weatherley y Gill, 1987). Para establecer la isometría o alometría del crecimiento se realizó una prueba de t contra $b=3$. Para establecer si existen diferencias significativas entre el coeficiente b de machos y hembras, se realizó una prueba de F.

El factor de Condición de Fulton (K) fue utilizado para comparar la condición de machos y hembras así como la condición de la merluza procedente de diferentes cruceros: $K = W/LP^3$ (Bagenal y Tesch, 1978; Weatherley y Gill, 1987; Anderson y Gutreuter, 1983). Los valores utilizados corresponden, en cada caso, a valores promedios.

A partir de submuestras de los cruceros de septiembre 1988, febrero 1989, y septiembre 1991 se obtuvieron muestras de otolitos (sagita). Estos fueron removidos cuidadosamente con pinzas de la cabeza, luego de realizar un corte con un cuchillo detrás de la órbita. Cada uno fue lavado, secado, y finalmente guardado en viales o sobres de papel etiquetados hasta su procesamiento. La longitud del otolito (desde el extremo anterior a la proyección posterior) fue medida con un vernier digital, y su peso determinado en una balanza digital OHAUS. Para efecto de cálculos, se promedió el valor de ambos otolitos, izquierdo y derecho, cuando ambos valores estuvieron disponibles. Los otolitos fueron examinados tanto con luz transmitida como reflejada, como fuera necesario, con microscopios estereoscópicos ZEISS y BAUSCH-LOMB.

De acuerdo a Chugunova (1963) los anillos de crecimiento fueron identificados como el límite entre el borde externo de las zonas hialinas (claras y translúcidas) con el borde interno de las zonas opacas. Para efectos prácticos y considerando el trabajo de Dark (1975) en la merluza del Pacífico *M. productus*, la edad fue determinada contando el número total de zonas hialinas del otolito. Cada otolito izquierdo fue leído al menos 2 veces; si resultó no legible, se usó el otolito derecho. Datos procedentes de peces con otolitos no legibles o con lecturas que no concordaron, fueron eliminados del análisis. Para los otolitos procedentes del crucero de septiembre de 1991, se registró la naturaleza del borde externo, esto es, hialino u opaco.

La validación del método directo (a partir de lectura de otolitos) consistió en compararlo con las variaciones en el porcentaje de bordes opacos o hialinos, de modo de establecer la sincronía temporal de la formación de las marcas, y su coherencia con estimados alcanzados con otra metodología, como la de métodos indirectos obtenidos con el método de frecuencia acumulada de tallas (Bagenal y Tesch, 1978; Jearld, 1983; Beamish y McFarlane, 1983 y 1987; Brothers, 1987; Casselman, 1987; Summerfelt y Hall, 1987).

Las escamas fueron descartadas como estructuras para la determinación de la edad por ser consideradas poco confiables (Chilton y Beamish, 1982; Beamish y McFarlane, 1987), además de su pérdida casi completa en las faenas de pesca de arrastre en esta especie.

Los grupos de edad fueron también obtenidos a partir del análisis de frecuencia acumulada de tallas siguiendo los trabajos clásicos de Harding (1949) y Cassie (1954). Mediante el análisis de la estructura de tallas se separa una

distribución de tallas compleja en cohortes, y a la vez, se asigna una edad arbitraria a cada uno de estos cohortes, de los cuales se pueden derivar los parámetros de crecimiento al seguir la progresión de modas (i.e. cohortes) de la distribución de frecuencia de tallas en el tiempo (Sparre y Venema, 1995). La selección de los puntos de inflexión en papel probabilístico y/o hoja de cálculo fue a ojo, y si esto no fue lo suficientemente explícito, fue facilitado con la ayuda de las herramientas del Hanging Histobar de los paquetes de cómputo STATISTICA y STATGRAPHICS.

Para el ajuste de los datos al modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (Von Bertalanffy, 1938; Moreau, 1987; Ricker, 1975, 1979; Jones, 1976; Dickie, 1978; Pauly, 1979, 1981, 1984; Kimura, 1980; Pitcher y Hart, 1982; Gulland, 1983; Casselman, 1987; Moreau, 1987) (VBGF, por sus siglas en inglés) se utilizaron las dos versiones disponibles, la especial y la generalizada (Pauly, 1984). Las ecuaciones de crecimiento utilizando longitud fueron:

$$\text{VBGF especial: } L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k \frac{[t-t_0]}{b}}) \text{ y}$$

$$\text{VBGF generalized: } L_t = L_{\infty} (1 - e^{-KD \frac{[t-t_0]}{b}})^{1/D}$$

donde L_t es la longitud patrón, L_{∞} es la longitud asintótica que alcanzaría el pez si creciera de acuerdo al modelo de crecimiento, K es el coeficiente o tasa de crecimiento, t es la edad (en años), t_0 es la edad hipotética cuando la longitud fuera cero si el modelo fuese válido para longitudes tan pequeñas, D es el factor de superficie, y b es el coeficiente de regresión de la relación longitud-peso.

De acuerdo a Pauly (1981 y 1984) tenemos que:

$$D = b (1 - [0.674 + 0.0357 \log W_{\max}])$$

donde W_{\max} es el peso máximo alcanzado por el pez de un stock dado, derivado a partir de promediar los pesos de los ejemplares mas grandes. L_{∞} utilizado

en la VBGF generalizada se estimó usando la regla del dedo de Taylor (Pauly, 1984): $L_{(00)} = L_{\max}/0.95$. Alternativamente, los parámetros de la VBGF especial fueron estimados por medio del método de Ford-Walford, Gulland-Holt, y Von Bertalanffy, y por la formula de $t_0 = t+1/k \ln (L_{00}-L_t)/(L_{00})$ (Gulland, 1964 y 1983; Ricker, 1975; Dickie, 1978; Pauly, 1984; Pauly y Moreau, 1997). La bondad de ajuste de la estimación de los parámetros de la VBGF generalizada y especial a los datos, se mejoró por medio del uso de iteraciones con regresiones no lineales en STATISTICA, utilizando las estimaciones calculadas como valores iniciales.

6.4.3 Mortalidad

Se estimó la tasa instantánea de mortalidad total (Z) que, en *M. angustimanus*, corresponderá a la de mortalidad natural (M) por ser una población natural no explotada. Como no existen antecedentes para esta especie se exploraron varias metodologías alternativas (ver siguiente párrafo) considerando las apreciaciones de Paloheimo (1980) y Vetter (1988).

El método del animal más viejo fue desarrollado utilizando dos variantes, la de Hoening (1982) y la de Hoening y Lawing (1983) que aquí se denominará como la versión modificada, ambos discutidos en Pauly (1984). La mortalidad total se estima de acuerdo a Hoening (1984) con la siguiente ecuación:

$$\ln Z = 1.44 - 0.984 \ln t_{\max}$$

donde t_{\max} corresponde a la edad máxima observada en el stock.

En la versión modificada de Hoening y Lawing (1982) la mortalidad se estima con la siguiente ecuación: $Z = 1/((c_1 (t_{\max} \times t_c))$

Se estimó la mortalidad también usando los métodos de la Edad Promedio (Doi, 1975), Curva de Captura linealizada (basada en datos de la composición de tallas), el método de Jones y van Zalinge (1981) o curva de captura acumulada (Pauly, 1984), el método de Beverton y Holt (1956) basado en tallas, y la ecuación empírica de Pauly o de Z mínimo (Pauly, 1880 y 1984). Los primeros dos métodos utilizan la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy y los parámetros L_{∞} y K estimados, para convertir tallas observadas en edades. El tercer método, estima Z a partir de la talla media (L_{media}) de los organismos en la estructura de tallas de la captura y de los parámetros L_{∞} y K, por ello la exigencia de información es menor que la requerida en los métodos de curva de captura (ver Sparre y Venema, 1995). Por su parte, la ecuación empírica de Pauly requiere solamente de los parámetros de crecimiento (L_{∞} y K), y la temperatura media anual superficial del mar (en grados centígrados) del área de estudio.

6.4.4 Alimentación y ecología trófica.

La dieta de la merluza bajacaliforniana fue dilucidada mediante análisis del contenido estomacal. La contribución de cada categoría de presa a la dieta se evaluará considerando el porcentaje de frecuencia de ocurrencia y numérica, y el porcentaje en peso (Windell y Bowen, 1978; Hyslop, 1980; Bowen, 1983). Para fines comparativos se utilizó el índice de importancia relativa (IRI), modificado de Pinkas *et al.* (1971). La influencia del tamaño de la merluza sobre la preferencia de alimento se analizó para cada grupo de edad o su equivalente en tallas, comparando las dietas de los grupos así definidos mediante el índice de similitud porcentual (PSI) de

Whittaker (1952). Posteriormente se estimó el consumo diario poblacional (Elliot y Persson, 1978; Windell, 1978), aplicando la metodología de Francis (1983).

Durante el crucero de julio de 1989 los peces fueron medidos (SL, en mm), pesados (0.1 g), y los estómagos removidos a bordo de la embarcación dentro de una hora luego de su captura. Durante el crucero de septiembre de 1991 los peces muestreados fueron inmediatamente congelados a -20°C en el congelador de la embarcación; todas las determinaciones fueron realizadas posteriormente en el laboratorio.

Los contenidos estomacales fueron separados en grupos taxonómicos, identificados a especies o al nivel taxonómico mas bajo posible, y enumerados. El número de merluzas Panameñas analizadas fue suficiente para describir su dieta de acuerdo al análisis de presas acumuladas (Cailliet, 1997; Ferry y Cailliet, 1996). El peso húmedo de la presa conocida como langostilla, *Pleuroncodes planipes*, se reconstruyó a partir de las ecuaciones proporcionadas por David Auriolles y Verónica Serrano-Padilla (*comunicación. personal.*, CIBNOR):

$W = 0.00056 \text{ SCL}^{2.57}$ (machos) y $W = 0.00330 \text{ SCL}^{2.31}$, donde SCL corresponde a la longitud del cefalotórax estándar. El llenado del estómago se caracterizó con solo 2 categorías, con alimento o vacío.

La contribución de cada categoría de presa a la dieta de *M. angustimanus* se evaluó mediante el uso de tres medidas de importancia: porcentaje numérico (%N), porcentaje en peso (%W), y la frecuencia con que cada categoría de presa apareció en estómagos no vacíos (%FO). Un índice de importancia relativa (IRI) fue derivado a partir de estos tres valores: $IRI = \%FO (\%N + \%W)$ de acuerdo a Pinkas *et al.* (1971).

Los datos se estratificaron de acuerdo a la talla del depredador de modo de estimar como la longitud afectó su preferencia alimentaria. Los datos de alimentación fueron analizados separadamente en cada uno de las cuatro clases de talla, las cuales corresponden, de modo grueso, con los intervalos de longitud (SL) a edad (Balart y Castro-Aguirre, 1995): I, <150 mm; II, 150-192 mm; III, 193-224; y IV+, >225 mm.

Los porcentajes de IRI de las cuatro clases de talla fueron comparados uno a uno utilizando el Índice de Similaridad Porcentual (PSI) (Whittaker, 1952). Mayores detalles de su aplicación y ventajas pueden encontrarse en Kohn y Riggs (1982) y Roberts *et al.* (1984).

El Índice de Selectividad de Ivlev (1961), $E = (\%ri - \%pi) / (\%ri + \%pi)$ fue aplicado para intentar determinar si los hábitos alimentarios son debido a preferencias o solo son reflejo de la disponibilidad de ellos en el medio. Para ello se estimó la disponibilidad de las presas en cada estación muestreada utilizando la proporción de ellos en la captura del arrastre (%pi), y la proporción de cada presa consumida por el pez en cada estación (%ri).

Los requerimientos energéticos diarios de la merluza bajacaliforniana se estimaron siguiendo las formulaciones básicas propuestas por Francis (1983) para la merluza del Pacífico, *Merluccius productus*, a partir de los trabajos de Jones y Johnston (1977) y Sharp y Francis (1976):

$$FE = GE + ME$$

donde FE corresponde a la entrada energética de los alimentos (kcal/dt), GE a la demanda energética para crecimiento y reproducción(kcal/dt), y ME a la energía de manutención (kcal/dt).

$$GE = GG/E$$

donde GG corresponde al crecimiento bruto (g/dt) y E a la eficiencia del crecimiento bruto (g/kcal). El valor de GG varía temporal y espacialmente, decidiéndose usar los valores promedios calculados con base a 6 campañas (1988-1991). Para el cálculo de E y SE ME utilizaron las ecuaciones de Jones y Johnston (1977):

$$E = 0.79 w^{-0.15} \text{ y}$$

$$ME = (0.01904) DDT w^{0.8}$$

donde w corresponde al peso promedio para cada grupo de edad y DDT al número de dt por día. Francis (1983), basado en Sharp y Francis (1976) propone que si 1 g de peso húmedo de alimento es igual a 1 kcal, entonces

$$FC = FE$$

donde FC corresponde al peso fresco del alimento consumido (g/dt). Sin embargo, y en especial en el caso de la langostilla, esta equivalencia es poco realista. Por lo tanto se aplicó un factor de corrección (f.corr.) basado en el equivalente calórico utilizable de la langostilla de acuerdo a su peso, calculado de acuerdo a Smith *et al.* (1975):

$$Y = -145.58 + 365.8 W_{lang}$$

donde Y corresponde al contenido calórico utilizable y W_{lang} al peso húmedo de la langostilla. Así, para cada grupo de edad de merluza se estima el valor de Y de un gramo de langostilla del tamaño promedio normalmente consumido, previamente determinado en el análisis de contenido estomacal. Los requerimientos diarios de alimento por merluza, ya corregidos de acuerdo a la ecuación anterior, se denota como FCcorr. en la Tabla 12.

RESULTADOS

7.1 TAXONOMIA

7.1.1 Variación específica

El análisis morfométrico y merístico (Tabla 1 y 2) del material de la costa occidental ($24^{\circ} 25' N - 26^{\circ} 02' N$) indica que esta población de *M. angustimanus*, no es estadísticamente diferente del material descrito por Ginsburg (1954), Inada (1981, y en Cohen *et al.*, 1990) y Testaverde & Artunduage (1974). Sin embargo, es evidente que el número de branquiospinas (total o en la rama inferior del 1er arco), número de radios en la segunda dorsal y anal es, en promedio, mayor al de los otros autores. Es evidente también que la proporción de la longitud de la aleta pectoral en la longitud patrón, y de la longitud preorbital en la cabeza son, en valor promedio, menores, pero aún así presentan un amplio sobrelapamiento.

7.1.2 Merluza panameña vs merluza enana: ¿dos especies?

El rango de variación de los caracteres merísticos como morfométricos analizados (Tabla 1 y 2) y la gran coincidencia en la mayoría de los valores promedios, no permite separar ambas muestras, concluyéndose que la merluza enana de Vrooman y Paloma (1977) corresponde a la misma especie analizada en este estudio, *M. angustimanus*. Considerando que ambas muestras proceden prácticamente

Tabla 1. Variación de los conteos de algunos caracteres merísticos en *Merluccius angustimanus* y *M. productus*.

| | branquiospinas rama inferior primer arco branquial | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
|------------------------|--|-------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| <i>M. productus</i> | | 15.96 | 1.3307 | 0.2775 | 23 | 13 | 18 | G* |
| <i>M. productus</i> | | 15.1 | 0.9085 | 0.0887 | 105 | 13 | 18 | VP |
| <i>M. productus</i> | | 15.6 | | | 45 | 14 | 17 | Ia |
| <i>Dwarf hake</i> | | 13.43 | 0.8145 | 0.0536 | 231 | 11 | 16 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | | 13.1 | | | 30 | 12 | 14 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | | 13.44 | 0.9354 | 0.1039 | 81 | 10 | 15 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | | 12.75 | 0.6831 | 0.1708 | 16 | 12 | 14 | G* |
| <i>M. angustimanus</i> | | 12.25 | 0.8581 | 0.1147 | 56 | 11 | 14 | TA |

| | radios blandos primera aleta dorsal | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
|------------------------|-------------------------------------|-------|--------|--------|----|--------|--------|--------|
| <i>M. productus</i> | | 11.17 | 0.7177 | 0.2072 | 12 | 10 | 12 | G* |
| <i>M. productus</i> | | 10.3 | | | 67 | 9 | 12 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | | 9.8 | | | 45 | 9 | 12 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | | 10.23 | 0.6758 | 0.0751 | 81 | 9 | 12 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | | 11.75 | 0.4629 | 0.1637 | 8 | 11 | 12 | G* |

| | radios blandos segunda aleta dorsal | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
|---------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----|--------|--------|--------|
| <i>M. productus</i> | | 41.00000 | 1.348400 | 0.389249 | 12 | 39 | 42 | G* |
| <i>M. productus</i> | | 40.69 | 1.3265 | 0.1376 | 93 | 37 | 43 | VP |
| <i>M. productus</i> | | 40.9 | | | 45 | 39 | 44 | Ia |

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|--------|--------|-----|----|----|----|
| <i>Dwarf hake</i> | 37.58 | 1.2004 | 0.0907 | 175 | 35 | 41 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 37.11 | | | 45 | 36 | 40 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 38.20 | 1.1770 | 0.1307 | 81 | 35 | 41 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 37.38 | 1.1877 | 0.4199 | 8 | 36 | 39 | G* |
| <i>M. angustimanus</i> | 36.75 | | | 80 | 34 | 39 | M |

| | radios | blandos | aleta | anal | | | |
|------------------------|--------|---------|--------|------|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 41.92 | 0.9962 | 0.2876 | 12 | 41 | 44 | G* |
| <i>M. productus</i> | 41.02 | 1.3497 | 0.1415 | 91 | 37 | 44 | VP |
| <i>M. productus</i> | 41.1 | | | 45 | 39 | 44 | Ia |
| <i>Dwarf hake</i> | 37.71 | 1.1794 | 0.0851 | 192 | 35 | 41 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 37.3 | | | 45 | 36 | 39 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 38.73 | 1.1727 | 0.1303 | 81 | 34 | 42 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 38.25 | 1.0351 | 0.3660 | 8 | 37 | 40 | G* |
| <i>M. angustimanus</i> | 36.00 | | | 81 | 32 | 40 | M |

DS: desviación estándar; ES: error estándar; N: número de peces examinados.

G: Ginsburg (1954); VP: Vrooman & Paloma (1977); Ia: Inada (1981); ee: este estudio (sombreado); TA: Testaverde & Artunduage (1974); M: Mathews (1985). *: denota que los cálculos de la media, DS y ES se realizaron a partir de las frecuencias descritas en el artículo.

Tabla 2. Variación de las proporciones morfométricas en *Merluccius angustimanus* y *M. productus*. Abreviaturas de las mediadas morfométricas definidas en Materiales y Métodos.

| | LC/LP * 100 | | | | | | |
|------------------------|-------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 27.27 | 0.7862 | 0.2371 | 11 | 25.50 | 28.50 | G* |
| <i>M. productus</i> | 28.76 | 1.3361 | 0.1498 | 76 | 25.64 | 33.33 | VP |
| <i>M. productus</i> | 26.3 | | | 43 | 24.70 | 28.90 | Ia |
| Dwarf hake | 31.25 | 1.8356 | 0.1207 | 231 | 25.57 | 35.48 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 31.9 | | | 30 | 30.10 | 33.50 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 32.47 | 2.1455 | 0.1595 | 181 | 27.20 | 47.69 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 32.31 | 0.9234 | 0.3265 | 8 | 31.00 | 33.50 | G* |

| | LPA/LP * 100 | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 45.01 | 1.8791 | 0.2243 | 76 | 37.70 | 50.77 | VP |
| <i>M. productus</i> | 45.6 | | | 43 | 42.70 | 48.30 | Ia |
| Dwarf hake | 48.09 | 1.7690 | 0.1163 | 231 | 44.37 | 54.39 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 49.8 | | | 30 | 47.40 | 52.20 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 48.39 | 3.4756 | 0.3566 | 95 | 38.87 | 62.51 | ee |

| | LAP/LP * 100 | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 20.79 | 1.0351 | 0.3912 | 7 | 19.50 | 22.50 | G* |
| <i>M. productus</i> | 19.67 | 2.0715 | 0.2376 | 76 | 11.59 | 23.08 | VP |
| <i>M. productus</i> | 20.2 | | | 43 | 17.40 | 21.90 | Ia |
| Dwarf hake | 21.46 | 1.7453 | 0.1148 | 231 | 15.71 | 25.93 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 22.2 | | | 30 | 20.30 | 24.20 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 19.10 | 1.8036 | 0.1595 | 94 | 14.27 | 25.52 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 22.50 | 1.0690 | 0.3780 | 8 | 21.00 | 24.00 | G* |

| | LMS/LP * 100 | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 13.25 | 0.3503 | 0.1056 | 11 | 12.70 | 13.90 | G* |
| <i>M. productus</i> | 13.54 | 1.2542 | 0.1430 | 76 | 10.77 | 17.46 | VP |
| Dwarf hake | 14.92 | 1.4898 | 0.0980 | 231 | 11.46 | 19.35 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 15.11 | 0.5430 | 0.0603 | 81 | 13.03 | 16.11 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 15.27 | 0.6676 | 0.2523 | 7 | 14.50 | 16.60 | G* |

| | LPO/LP * 100 | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------|--------|-----|--------|--------|--------|
| | media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
| <i>M. productus</i> | 9.31 | 0.4888 | 0.1474 | 11 | 8.30 | 10.10 | G* |
| <i>M. productus</i> | 9.9 | 0.9761 | 0.1073 | 76 | 7.41 | 12.37 | VP |
| Dwarf hake | 10.41 | 0.9379 | 0.0617 | 231 | 8.55 | 13.16 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 10.41 | 0.3987 | 0.0443 | 81 | 9.56 | 11.29 | ee |

| | | | | | | | |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| <i>M. angustimanus</i> | 10.63 | 0.2659 | 0.0940 | 8 | 10.40 | 11.00 | G* |
| DO/LP * 100 | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. productus</i> | 5.78 | 0.7948 | 0.2396 | 11 | 4.80 | 7.20 | G* |
| <i>M. productus</i> | 5.92 | 0.7395 | 0.0848 | 76 | 4.24 | 8.82 | VP |
| <i>Dwarf hake</i> | 6.58 | 0.5461 | 0.0359 | 231 | 5.33 | 7.94 | VP |
| <i>M. angustimanus</i> | 6.57 | 0.8878 | 0.0887 | 100 | 4.93 | 8.77 | ee |
| <i>M. angustimanus</i> | 6.56 | 0.5655 | 0.1999 | 8 | 6.00 | 7.50 | G* |
| DO/LC * 100 | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. productus</i> | 19.00 | | | 43 | 16.10 | 22.60 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 21.70 | | | 30 | 19.70 | 24.60 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 20.29 | 2.4414 | 0.2429 | 101 | 15.33 | 27.26 | ee |
| DIO/LC * 100 | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. productus</i> | 26.4 | | | 43 | 24.00 | 28.80 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 27 | | | 30 | 25.40 | 29.40 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 20.29 | 2.4414 | 0.2429 | 101 | 15.33 | 27.26 | ee |
| DIO/DO | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. angustimanus</i> | 1.25 | 0.1632 | 0.0162 | 101 | 0.82 | 1.59 | ee |
| LAP/LC | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. angustimanus</i> | 0.59 | 0.0653 | 0.0067 | 95 | 0.39 | 0.74 | ee |
| LPO/LC * 100 | | | | | | | |
| media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente | |
| <i>M. productus</i> | 33.5 | | | 43 | 31.10 | 35.40 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 30.2 | | | 30 | 27.80 | 32.70 | Ia |
| <i>M. angustimanus</i> | 32.03 | 1.0822 | 0.1203 | 81 | 29.65 | 34.36 | ee |

| | LMS/LC * 100 media | DS | ES | N | mínimo | máximo | Fuente |
|---------------------|-----------------------|--------|--------|----|--------|--------|--------|
| <i>M. productus</i> | 48.0 | | | 43 | 45.80 | 50.90 | Ia |
| <i>M.</i> | | | | | | | |
| <i>angustimanus</i> | 46.8 | | | 30 | 44.40 | 48.50 | Ia |
| <i>M.</i> | | | | | | | |
| <i>angustimanus</i> | 46.49 | 1.5057 | 0.1673 | 81 | 39.44 | 49.81 | ee |

DS: desviación estándar; ES: error estándar; N: número de peces examinados.

G: Ginsburg (1954); VP: Vrooman & Paloma (1977); Ia: Inada (1981); ee: este estudio (sombreado).

*: Denota que los cálculos de la media, DS y ES se realizaron a partir de las frecuencias descritas en el artículo.

de la misma área ($24^{\circ} 25' N - 26^{\circ} 02' N$ vs $25^{\circ} N - 27^{\circ} N$) la conclusión no es sorprendente. Se observaron pequeñas diferencias en cuanto a la longitud de la aleta pectoral, que en promedio resultó ligeramente más larga en la merluza enana (Tabla 2).

7.1.3 *M. angustimanus* vs *M. productus*: ¿dos especies?

De los caracteres merísticos y morfométricos hay 4 que separan estadísticamente a *M. angustimanus* de *M. productus*: la proporción de la cabeza, el número de radios blandos de la segunda dorsal, los radios de la aleta anal, y el número de branquiospinas de la rama inferior del primer arco (Fig. xx). Sin embargo, el amplio rango de distribución entre los valores máximos y mínimos impide separar a ambas especies y a toda la población con un solo carácter (Tabla 1y 2).

7.1.4 *M. angustimanus*: costa occidental vs población del Golfo de California

El análisis morfométrico mostró pocas diferencias (Tabla 3) con excepción de la proporción de la longitud preorbital, no así el merístico, ya que el conteo promedio de radios de la segunda dorsal y anal, así como el número total de branquiospinas fue sistemáticamente menor en la población del Golfo de California. Sin embargo, Mathews (1985) no proporcionó valores de la desviación estándar, por lo que no es posible precisar si las medias son estadísticamente diferentes, además de la sobreposición de valores entre máximos y mínimos.

Tabla 3. Diferencia entre las poblaciones de *M. angustimanus* de la costa oeste de la península de Baja California Sur y el Golfo de California. Abreviaturas de las proporciones morfométricas definidas en Métodos.

| | Costa oeste de BCS | | | | | Golfo de California | | | |
|------------------|--------------------|--------|--------|--------|-----|---------------------|--------|--------|----|
| | media | DS | mínimo | máximo | N | media | mínimo | máximo | N |
| LC/LT * 100 | 28.49 | 1.8376 | 23.16 | 32.86 | 181 | 27.3 | 26.10 | 29.70 | 83 |
| LMS/LT * 100 | 13.07 | 0.4115 | 11.43 | 13.77 | 81 | 13.7 | 11.30 | 14.60 | 83 |
| LPA/LT * 100 | 42.98 | 2.9763 | 33.45 | 49.62 | 95 | 44.5 | 42.00 | 48.70 | 83 |
| LPO/LT * 100 | 9.01 | 0.3252 | 8.24 | 9.65 | 81 | 9.6 | 6.20 | 10.00 | 83 |
| DIO/LT * 100 | 7.23 | 0.5941 | 5.64 | 8.68 | 101 | 7.4 | 6.10 | 8.50 | 83 |
| total | | | | | | | | | |
| branquiospinas | 17.44 | 0.9354 | | 14 | 19 | 81 | 16.11 | 14 | 18 |
| radios 2a dorsal | 38.20 | 1.1770 | | 35 | 41 | 81 | 36.75 | 34 | 39 |
| radios anal | 38.73 | 1.1727 | | 34 | 42 | 81 | 36.00 | 32 | 40 |

Valores tomados de este estudio para la costa occidental (recalculados en porcentaje de LT) y de Mathews (1985) para el Golfo de California.

7.2 EDAD, CRECIMIENTO, Y MORTALIDAD

7.2.1 Relación longitud-peso.

Los datos agrupados de merluza mostraron una buena bondad de ajuste ($r^2=0.8964$) a la ecuación $W= 0.000032085 SL^{2.7806}$ (Fig. 3). El coeficiente de regresión **b** 2.7806 fue significativamente diferente de la relación cúbica ($t_{1497}= 11.06$), lo que indica que este pez presenta crecimiento alométrico. Sin embargo, la relación longitud-peso fue significativamente diferente entre sexos ($F_{593,506} = 1.94$ $p < 0.05$), mostrando las hembras un crecimiento mas alométrico que los machos (Fig. 3). El análisis estacional de la relación para sexos combinados también presentó diferencias.

Un modelo predictivo, con un error estándar de 0.11825, se construyó para el valor del coeficiente b estacional. En él se incluyeron las variables mes (X_1), latitud (X_2), y profundidad de la captura (X_3):

$$b= -3.19851 + 0.03687 X_1 + 0.21667 X_2 + 0.00486 X_3 \quad (r^2= .94)$$

7.2.2 Factor de condición.

Se observó una variación estacional en el Factor de condición (K) para machos y hembras (Fig. 3) así como para sexos combinados (Table 4). Un modelo predictivo para K estacional con un buen ajuste ($r^2= 0.99$) fue construido utilizando las siguientes variables: temperatura del sedimento (X_1), temperatura superficial (X_2), y el mes de captura (X_3):

$$K= 0.4125 + 0.0886 X_1 - 0.2358 X_2 - 0.0218 X_3$$

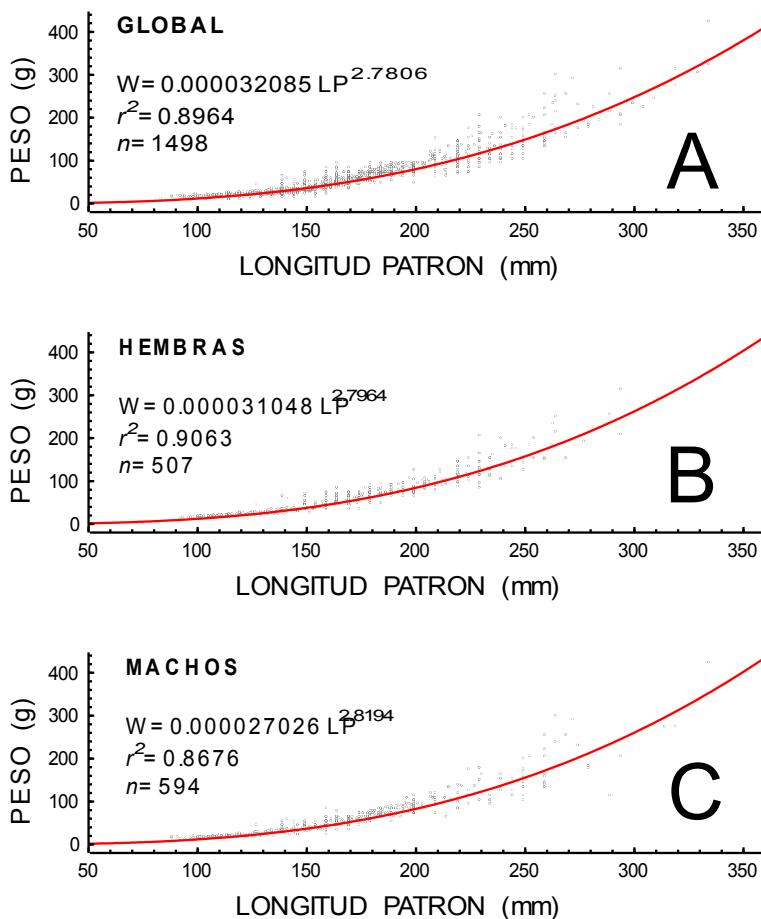


Figura 3. Relación longitud-peso para sexos combinados, hembras y machos de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

7.2.3 Determinación de la edad.

La distribución de frecuencia de tallas de la merluza bajacaliforniana resultó en 4 grupos de edad al ser analizada mediante la técnica de la probabilidad de Cassie. Sin embargo, el análisis fue incapaz de discriminar el grupo-de-edad de los 27 organismos de mayor talla (Tabla 5, grupo-de-edad >IV; Fig. 5, Julio 1989).

Tabla 4. Variación del Factor de condición por crucero de *M. angustimanus* (sexos combinados) de aguas del Pacífico frente a Baja California Sur.

| Fecha crucero | Factor de Condición K ($\times 10^{-5}$) | Año | Mes | Mean | SD | N |
|---------------|--|------|-----|--------|-----|---|
| 1988 07 | 1.1054 | 1988 | 07 | 0.1565 | 247 | |
| 1988 10 | 0.9922 | 1988 | 10 | 0.2737 | 72 | |
| 1989 02 | 1.1394 | 1989 | 02 | 0.2110 | 398 | |
| 1989 07 | 0.9509 | 1989 | 07 | 0.2644 | 361 | |
| 1991 09 | 1.0889 | 1991 | 09 | 0.5915 | 411 | |

Tabla 5. Talla media a edad de *M. angustimanus* del Pacífico frente a Baja California Sur, México, determinados a partir del análisis de frecuencia de tallas promediando las tallas medias a edad (LP, en mm) por cruceros, considerando el tamaño de muestra por grupo-de-edad por crucero.

| Grupo de edad | Machos | | Hembras | | Machos + Hembras + * | | | | |
|------------------|--------|---------|---------|--------|----------------------|-----|--------|---------|-----|
| | Media | ∨ D.S. | N | Media | ∨ D.S. | N | Media | ∨ D.S. | N |
| I | 131.96 | ∨ 19.03 | 81 | 132.47 | ∨ 46.06 | 43 | 132.14 | ∨ 28.40 | 481 |
| II | 177.48 | ∨ 19.71 | 270 | 181.32 | ∨ 19.35 | 186 | 179.05 | ∨ 19.56 | 569 |
| III | 216.09 | ∨ 22.27 | 125 | 218.25 | ∨ 22.66 | 134 | 217.21 | ∨ 22.47 | 422 |
| IV | 241.49 | ∨ 29.84 | 22 | 245.68 | ∨ 17.51 | 13 | 243.05 | ∨ 25.26 | 59 |
| >IV | | | | 299.57 | ∨ 17.87 | 27 | | | |

(*): organismos no-sexados o de sexo indeterminado.

Esta es una limitación inherente a la técnica probabilística (Bagenal and Tesch, 1978; Casselman, 1987).

El método de conteo de anillos (annuli) en los otolitos sagita de una submuestra de *M. angustimanus* reveló cuatro grupos de edad, además de una hembra (278 mm) con cinco annuli perteneciente al grupo-de-edad V. El grupo-cero no estuvo representado debido a la selectividad de la red de arrastre utilizada (tamaño promedio de primera captura estimado en 101.5 mm SL) y, posiblemente también a la segregación espacial de

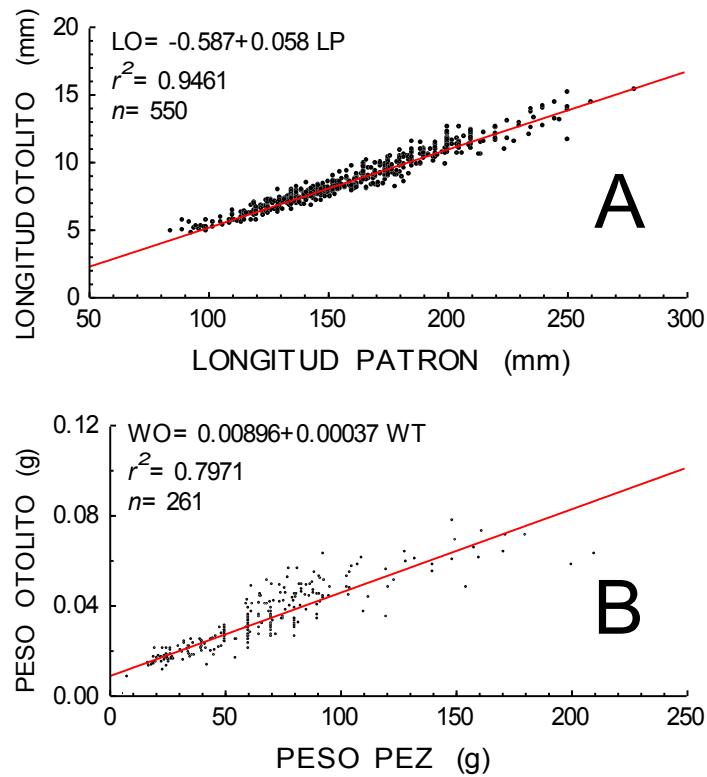


Figura 4. Relación de la longitud del otolito sagita (LO) con la longitud patrón (LP) (arriba) y entre el peso de la sagita (WO) y el peso de la merluza (WT) *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

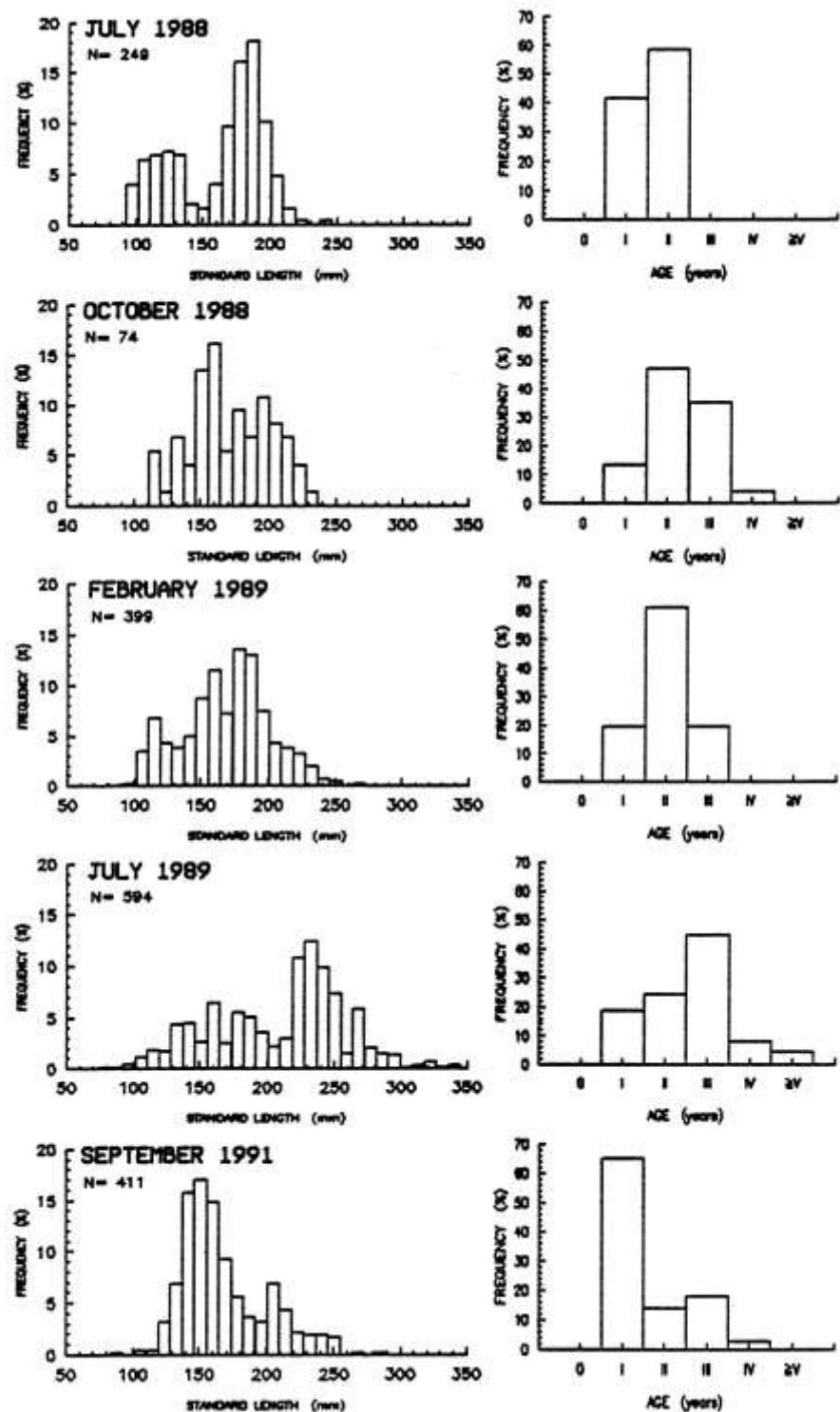


Figura 5. Distribución de la frecuencia de tallas (LP) (izquierda) y grupos de edad (derecha) por crucero de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

los peces jóvenes. La validación del uso de otolitos para la determinación de la edad fue soportada por la correlación positiva entre la longitud del pez y la longitud del otolito y entre el peso del pez y del otolito (Fig. 4).

Observaciones del tipo de margen (opaco o hialino) registrado para los otolitos de septiembre 1991 mostró a un 97% de ellos con el borde hialino, 2% con un borde opaco solo a lo largo del rostro y postrostro, y sólo un 1% con un delgado margen opaco rodeando al otolito (Fig. 6). Esta observación sugiere que las bandas fueron depositadas durante el mismo periodo, pero son necesarios otros registros para conocer si este evento ocurre una vez al año.

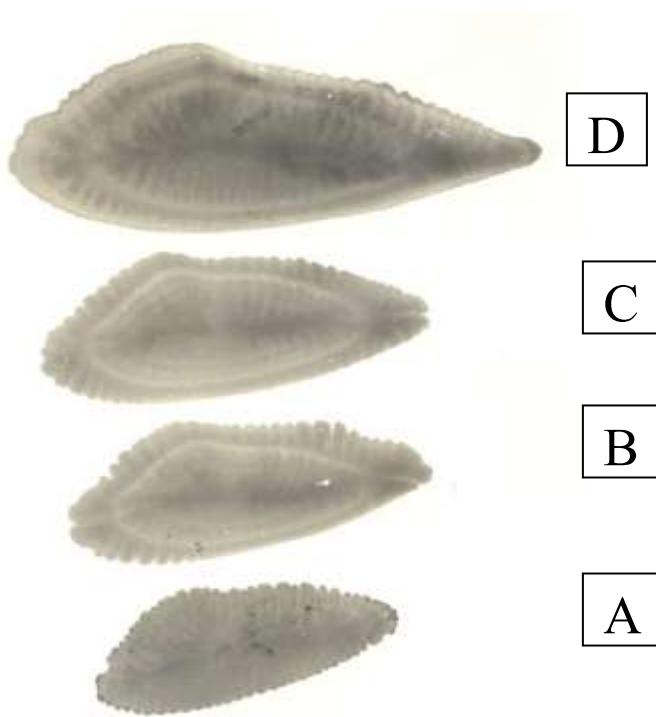


Figura 6. Vista lateral del otolito sagita de *M. angustimanus* de la costa oeste de Baja California Sur, de edad 1 (A) a 5 (D). A: 162 mm LP; B: 204 mm LP; C: 213 mm LP; D: 278 mm LP.

La estructura de edad promedio de la merluza bajacaliforniana resultó en un grupo-de-edad II dominante tanto en biomasa como numéricamente (Fig. 7). Sin embargo, la presencia de al menos cuatro grupos de edad (I a IV) fue registrada solo en octubre 1988 y septiembre 1991 (Fig. 5).

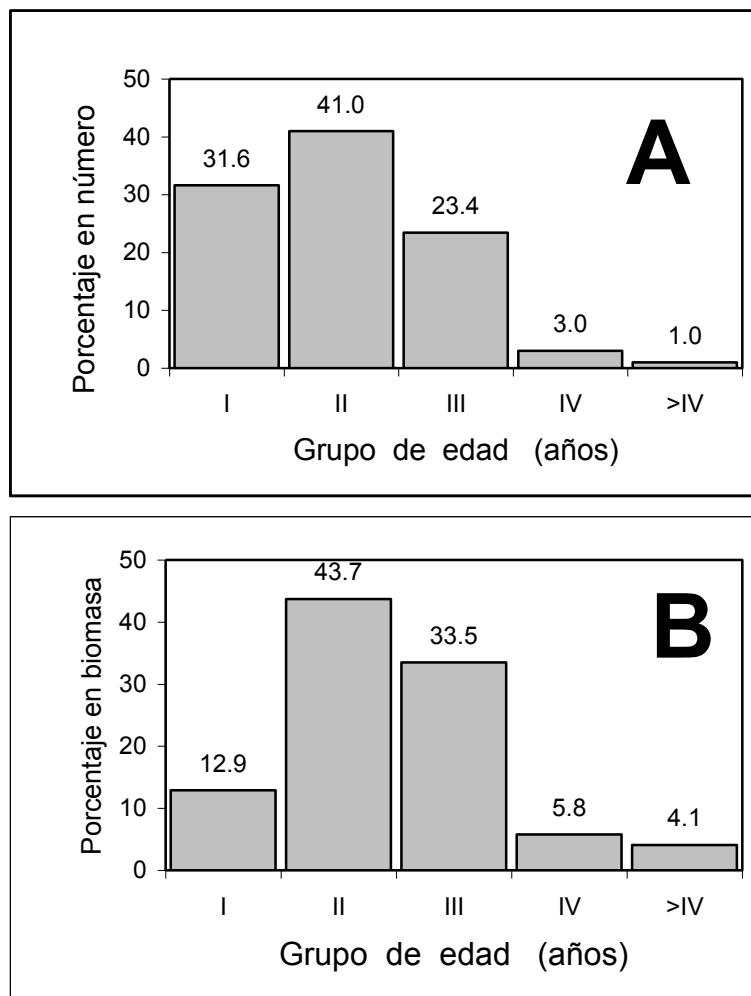


Figura 7. Distribución de la abundancia (A) y biomasa (B) por grupo de edad de *M. angustifimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

7.2.4 Crecimiento

En el área de estudio la merluza presentó un intervalo de talla entre 75 y 335 mm SL, con una media de 173.32 mm SL (DS= 42.17). La talla poblacional representativa a cada edad fue calculada promediando los valores medios estacionales de cada grupo de edad considerando el número de peces presente en ellos (Tabla 6). Se dio un buen acuerdo entre las tallas a las respectivas edades estimadas a partir de otolitos y el método de distribución de frecuencia de tallas (Tabla 6).

Tabla 6. Talla media a edad (SL \forall D.S., en mm) determinada a partir de la misma muestra (febrero 1989 y septiembre 1991) mediante análisis de otolitos y de distribución de frecuencia acumulada de tallas de *M. angustimanus* (sexos combinados) del Pacífico frente a Baja California Sur.

| Grupo de edad | Distribución de frecuencia de tallas | | |
|---------------------|---|-----|------------------------|
| | Otolitos SL \forall D. S. | N | SL \forall D.S. |
| I | 152.28 \forall 17.38 | 292 | 152.81 \forall 16.62 |
| II | 191.03 \forall 31.42 | 59 | 200.59 \forall 7.79 |
| III | 208.61 \forall 17.80 | 57 | 226.79 \forall 7.72 |
| IV | 224.44 \forall 19.76 | 9 | 252.43 \forall 7.28 |
| V | 278.00 - | 1 | |

Ambas ecuaciones de crecimiento de von Bertalanffy's (VBGF), la especial y la generalizada, se ajustaron a las tallas promedio de cada grupo de edad de la Tabla 7. Los parámetros iniciales de la VBGF, estimados de acuerdo a los procedimientos clásicos (ver Materiales y Métodos), fueron mejorados por el uso de ajuste de curvas no-lineal para convergir al menor error posible de sumas de cuadrados, con la excepción del parámetro D, el cual fue dejado constante (Tabla 7) La VBGF Generalizada fue un descriptor ligeramente mas preciso que la VBGF Especial del crecimiento para sexos combinados y por separado, exhibiendo diferencias menores con las tallas medias observadas (Fig. 8).

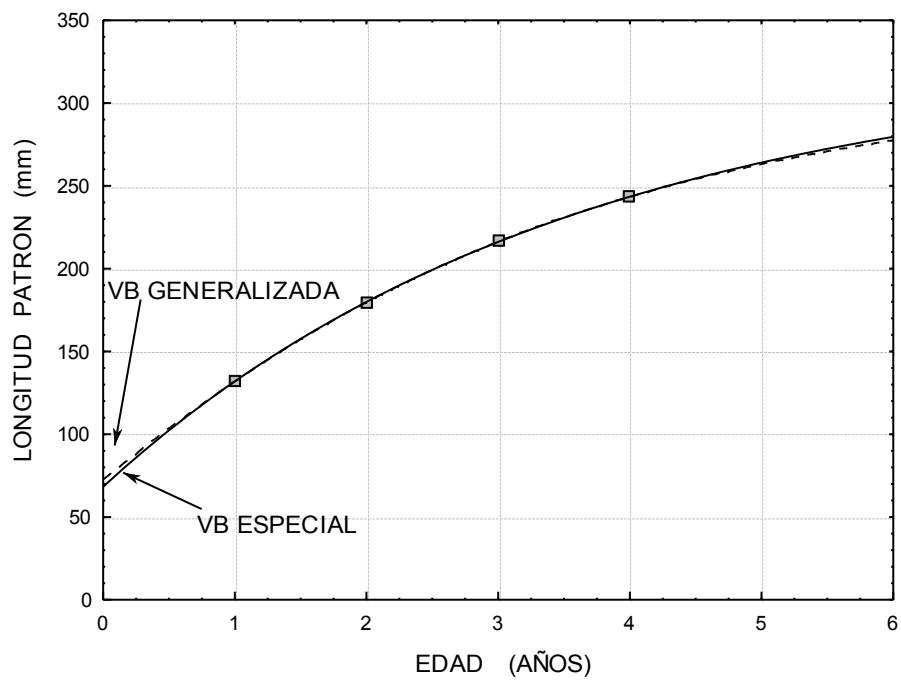


Figura 8. Ajuste a los datos globales de talla a edad de *M. angustimanus* de la costa oeste de Baja California Sur del modelo de Von Bertalanffy Generalizado y Especial.

Tabla 7. Estimación de parámetros y su error estándar (SE) de la ecuación de Crecimiento especial y generalizada de von Bertalanffy (VBFG) para *M. angustimanus* del Pacífico frente a Baja California Sur.

| Sexo | Parametro | VBGF especial | | VBGF generalizada | |
|------------|-----------|---------------|--------|-------------------|--------|
| | | Estimación | SE | Estimación | SE |
| <hr/> | | | | | |
| Combinados | L_4 | 327.33 | 18.78 | 313.44 | 12.55 |
| | K | 0.2820 | 0.0405 | 0.4879 | 0.0494 |
| | t_o | -0.8288 | 0.1428 | -1.2905 | 0.1492 |
| | D | | | 0.703 | |
| <hr/> | | | | | |
| Machos | L_4 | 330.40 | 28.16 | 315.59 | 19.58 |
| | K | 0.270 | 0.056 | 0.470 | 0.072 |
| | t_o | -0.881 | 0.208 | -1.3533 | 0.229 |
| | D | | | 0.703 | |
| <hr/> | | | | | |
| Hembras | L_4 | 328.70 | 1.76 | 315.06 | 0.84 |
| | K | 0.287 | 0.004 | 0.495 | 0.003 |
| | t_o | -0.798 | 0.013 | -1.2542 | 0.009 |
| | D | | | 0.703 | |

7.2.5 Mortalidad

La tasa de mortalidad instantánea fue estimada utilizando diferentes aproximaciones, desde las que requieren muy poca información, y por tanto solo pueden ser utilizados como indicadores muy preliminares, y otros que utilizan los datos de la captura o estimación de parámetros de crecimiento, y son más robustos para su aplicación en los modelos de rendimiento del recurso. Los valores estimados de mortalidad natural fluctuaron entre 0.597 (método de Z mínimo) a 1.524 (método de la curva de captura modificada de Pauly), teniendo efectos muy diferentes sobre la sobrevivencia (Fig. 9). De los estimados de mortalidad para sexos combinados (Tabla 8) se consideraron tres como los mas cercanos a la realidad (curva de captura corregida con KD; curva de captura modificada de Pauly, y el método del tamaño medio en la captura) y el promedio de ellos, 1.492, fue considerado el mejor estimado de mortalidad natural, que en este caso es igual a la mortalidad total (Z).

El análisis en machos y hembras por separado (Tabla 8) indica que hay una tasa de mortalidad diferencial entre ellos, considerándose un valor de 1.496 y 1.614 como los mejores estimados respectivamente.

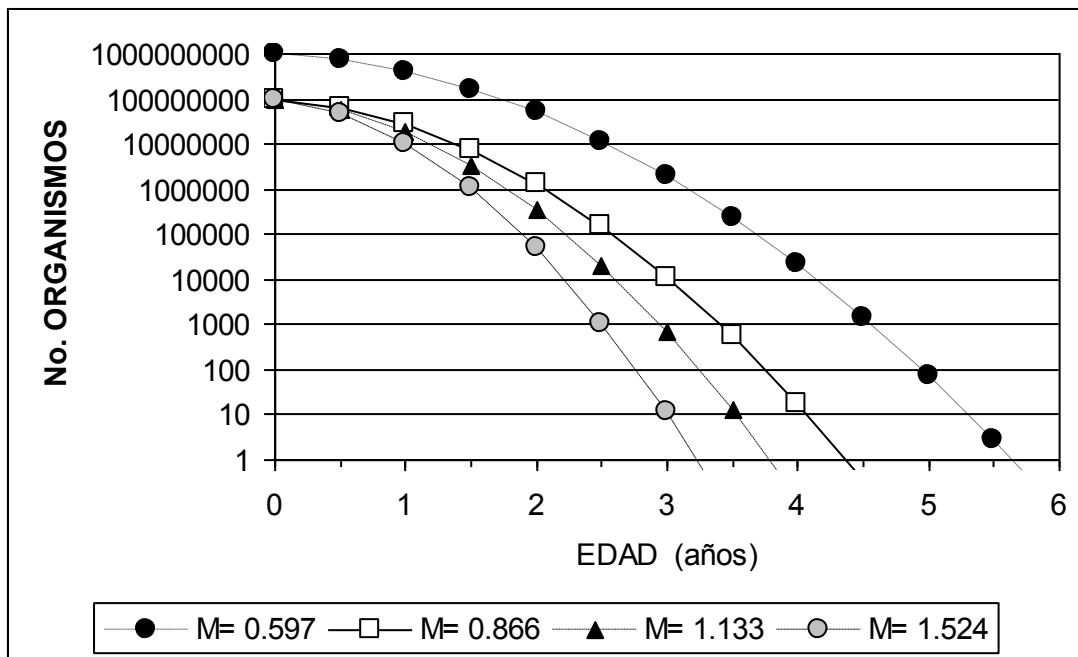


Figura 9. Ilustración del efecto del estimado de mortalidad (M) sobre la sobrevivencia de una cohorte hipotética de mil millones de merluzas en un horizonte de seis años.

Tabla 8. Valores estimados de mortalidad natural instantánea (M) y su equivalente en porcentaje (%), de *M. angustimanus* de la costa oeste de Baja California Sur, obtenido con diferentes métodos.

| MÉTODO | GLOBAL | | MACHOS | | HEMBRAS | |
|-----------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | M | % | M | % | M | % |
| Curva de captura de Pauly | 1.524 | 78.1 | 1.697 | 82.0 | 1.679 | 81.6 |
| Curva de captura clásica | 1.133 | 67.8 | 1.254 | 71.2 | 1.3304 | 73.4 |
| Curva de captura clásica X por KD | 1.488 | 77.3 | 1.584 | 79.6 | 1.899 | 86.0 |
| Talla media en la captura | 1.465 | 76.9 | 1.205 | 69.8 | 1.265 | 71.6 |
| Edad promedio | 0.799 | 55.0 | | | | |
| Animal mas viejo | 0.866 | 57.9 | | | | |
| Z mínimo | 0.597 | 45.0 | | | | |
| Mejor estimado de M | 1.492 | 77.5 | 1.496 | 77.5 | 1.614 | 80.2 |

7.3 ECOLOGIA TRÓFICA

7.3.1 Tamaño de muestra

A fin de determinar si el tamaño de muestra para el análisis de contenido estomacal era suficiente para su caracterización, se realizó una prueba descrita por Cailliet (1977) y Ferry y Cailliet (1996), que consiste en graficar las categorías de presas diferentes acumuladas al analizar los estómagos al azar (Fig. 10). Cuando a pesar de revisar otros estómagos no aparecen nuevas presas, esto es, cuando el valor alcanzado permanece estable, se tiene el tamaño de muestra. En el caso de esta merluza, luego de 250 estómagos el valor se estabilizó en 7, por lo que se considera el tamaño de muestra suficiente.

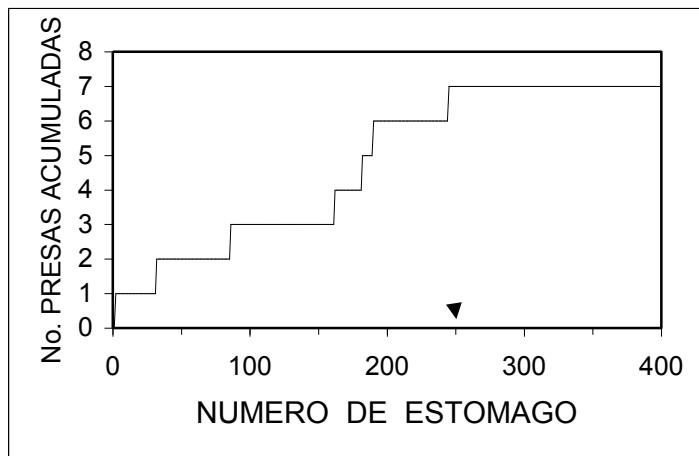


Figura 10. Test de tamaño de muestra utilizando la frecuencia acumulada de presas nuevas en sucesivos estómagos.

7.3.2 Estómagos vacíos y llenos

El porcentaje de estómagos vacíos fue de 54.8% en promedio, con valores de 47.6% y 58.8% para julio de 1989 y septiembre respectivamente. El porcentaje de

estómagos llenos aumentó con la talla de la merluza, aunque de modo no lineal, y varió con la hora del día; durante las horas diurnas el porcentaje de estómagos con alimento fue mayor que en merluzas colectadas en lances nocturnos (Fig. 11).

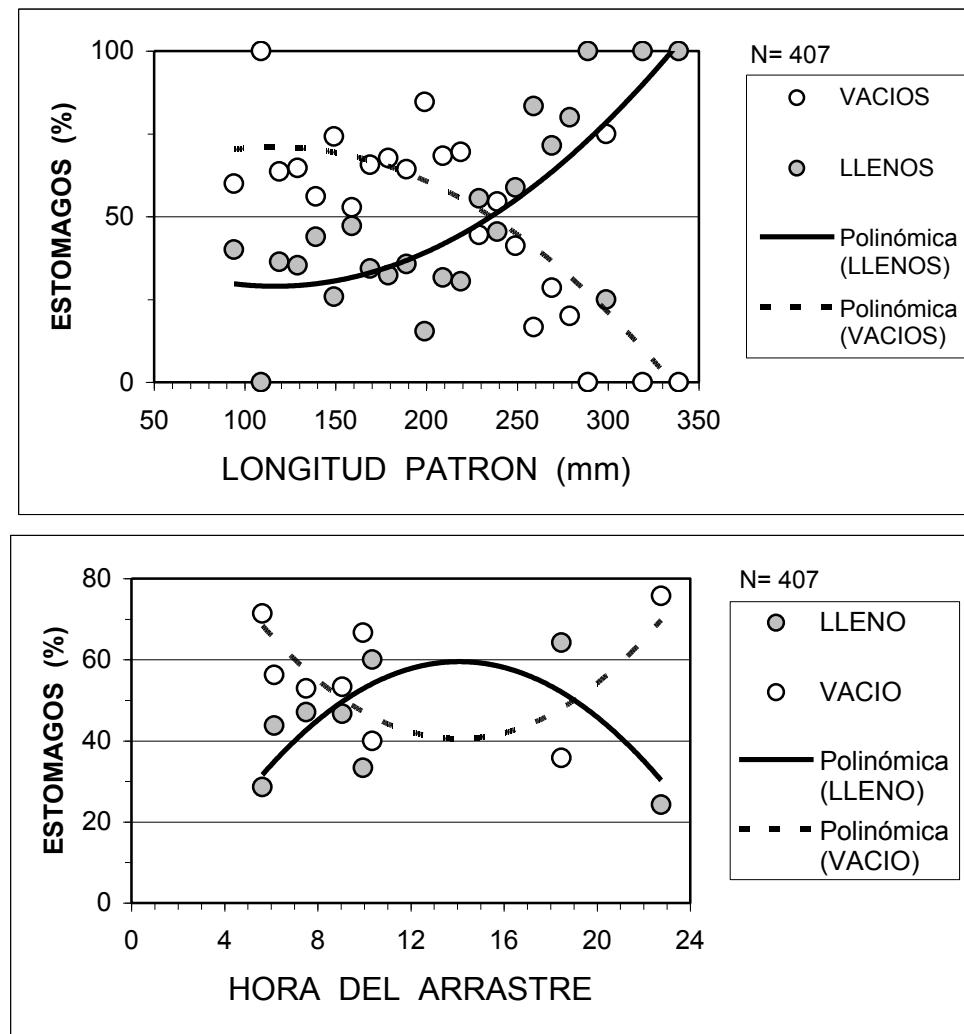


Figura 11. Relación entre el porcentaje de estómagos llenos y vacíos con la talla (arriba), y con la hora del arrastre (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California. Datos agrupados cada 10 mm de LP y hora del arrastre. El ajuste de ambos polinomios fue bajo, con un R^2 de 59.11% y 49.47%.

7.3.3 Composición de la dieta

La dieta de *M. angustimanus* consistió de crustáceos primariamente, y de ellos se centró casi exclusivamente en la langostilla, *Pleuroncodes planipes*. Los peces y eufáusidos fueron la siguiente presa pero muy secundaria en importancia (Tabla 9). El grado de consumo de una presa determinada fue una función de la talla del depredador, como lo demostró el análisis estratificado de tallas (y edad) (Tabla 10). La dieta de merluza de clase I fue dominada por la langostilla, con un IRI del 78.93%. El eufáusido *Nyctiphanes simplex* alcanzó el segundo lugar en importancia debido a su gran porcentaje numérico. Merluzas clases II y III depredaron casi exclusivamente sobre langostilla, con los otros componentes alimentarios reducidos a una pequeña fracción de la dieta. Los peces, como presas, alcanzaron cierta importancia para la clase IV+, donde representan casi un tercio de su dieta, permaneciendo sin embargo la langostilla como la presa dominante. Las presas ícticas registradas en los estómagos de las muestras de septiembre 1991 correspondieron exclusivamente a *Merluccius angustimanus*. Este gran porcentaje de canibalismo no fue registrado en julio de 1989, siendo la anchoveta *Engraulis mordax* la presa dominante. Esta diferencia siguió una tendencia latitudinal, estómagos con anchoveta fueron registrados en merluzas muestradas al norte del de los 26° N y canibalismo debajo de esa latitud.

Debido a la alta proporción de langostilla en la dieta a cualquier talla de *M. angustimanus*, el grado de Similaridad entre las 4 clases de talla de merluza fue muy alto (Tabla 11). El valor más alto de sobreposición fue entre las clases II y III (PSI= 97.88%), y el menor entre las clases I y IV+ (PSI= 66.92).

Tabla 9. Organismos presas de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur durante julio 1989 y septiembre 1991. Los pesos de las presas no fueron registrados durante la primera campaña.

| Categoría de presa | Julio 1989 | | Septiembre 1991 | | |
|--------------------------------|-------------------|------|------------------------|------|------|
| | %FO | %N | %FO | %N | %W |
| Crustacea | 90.7 | 99.0 | 92.9 | 98.6 | 87.3 |
| <i>Pleuroncodes planipes</i> | 77.3 | 25.4 | 79.5 | 58.5 | 81.3 |
| <i>Nyctiphantes simplex</i> | 10.7 | 72.7 | 8.0 | 38.9 | 4.0 |
| Stomatopoda | | | 2.7 | 0.6 | 1.0 |
| Penaeidae | 2.7 | 0.9 | 2.7 | 0.6 | 1.0 |
| Osteichthyes | 10.7 | 3.5 | 4.5 | 1.1 | 13.5 |
| <i>Engraulis mordax</i> | 10.7 | 3.5 | | | |
| <i>Merluccius angustimanus</i> | | | 4.5 | 1.1 | 13.5 |
| Mollusca | | | 0.9 | 0.2 | 0.2 |
| Cephalopoda | | | 0.9 | 0.2 | 0.2 |

Tabla 10. Contribución de las presas a la dieta de *M. angustimanus* por clase de talla (LP) durante septiembre 1991 en la costa occidental de Baja California Sur.

| Grupo de talla (LP) | Categoría de presa | %FO | %N | %W | IRI | %IRI |
|----------------------------------|--------------------------------|------|------|------|----------|-------|
| I ≤150 mm | <i>Pleuroncodes planipes</i> | 67.8 | 22.1 | 92.2 | 7749.54 | 78.93 |
| | <i>Nyctiphantes simplex</i> | 25.8 | 76.7 | 2.7 | 2048.52 | 20.87 |
| | Stomatopoda | 3.2 | 0.3 | 2.0 | 7.36 | 0.07 |
| | Penaeidae | 3.2 | 0.6 | 2.0 | 8.32 | 0.08 |
| | Cephalopoda | 3.2 | 0.3 | 1.0 | 4.16 | 0.04 |
| II 150-192 mm | <i>Pleuroncodes planipes</i> | 91.1 | 81.6 | 89.6 | 15596.32 | 99.29 |
| | <i>Merluccius angustimanus</i> | 6.7 | 1.5 | 8.0 | 63.65 | 0.41 |
| | <i>Nyctiphantes simplex</i> | 2.2 | 14.9 | 0.4 | 33.66 | 0.21 |
| | Stomatopoda | 4.4 | 1.5 | 1.3 | 12.32 | 0.08 |
| | Penaeidae | 2.2 | 0.5 | 0.7 | 2.64 | 0.02 |
| III 193-224 mm | <i>Pleuroncodes planipes</i> | 87.5 | 88.9 | 80.4 | 14813.75 | 97.47 |
| | <i>Merluccius angustimanus</i> | 12.5 | 11.1 | 19.6 | 383.75 | 2.53 |
| | | | | | | |
| IV⁺ >224 mm | <i>Pleuroncodes planipes</i> | 66.7 | 57.1 | 38.9 | 6403.20 | 66.83 |
| | <i>Merluccius angustimanus</i> | 33.3 | 28.6 | 58.2 | 2890.44 | 30.17 |
| | Penaeidae | 16.7 | 14.3 | 2.9 | 287.24 | 3.00 |

Esta similaridad sin embargo, enmascara diferencias importantes en cuanto al número, peso y estadio de las langostillas ingeridas (Tabla 13). Los estómagos de las clases I y II tuvieron hasta 11 langostillas (Fig. 12), con un promedio de 3.3 y 4.0 respectivamente. El peso medio de estas presas fue bajo, 0.69 y 0.89 g en cada clase respectivamente, correspondiendo a juveniles de langostilla que habitan de modo permanente en la columna de agua (Auriolles, 1992). Entre las clases III y IV⁺ sin embargo, el número de langostillas ingeridas rara vez superó de una, pero de mayor peso, 2.74 y 2.96 g respectivamente; esta langostilla corresponde a organismos bentopelágicos de un año de edad (Auriolles, 1992). Los rangos de edad de la langostilla y proporción de la misma langostilla encontrada en los estómagos de la merluza de las cuatro clases de edad (talla) se muestran en la Figura 13. Es aquí evidente la depredación diferencial sobre las diferentes tallas de langostilla. A pesar de que el canibalismo fue observado desde la clase II en adelante, este comportamiento adquiere cierta importancia sólo en la clase IV⁺. Las merluzas consumidas correspondieron a jóvenes del año.

Tabla 11. Índice de Similaridad de Whitaker aplicado al contenido estomacal de las 4 clases de tallas analizadas de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

| Clases de tallas | I | II | III | IV ⁺ |
|------------------|-------|-------|-------|-----------------|
| I | 79.23 | 78.94 | 66.92 | |
| II | 79.23 | 97.88 | 67.26 | |
| III | 78.94 | 97.88 | 69.36 | |
| IV ⁺ | 66.92 | 67.26 | 69.86 | |

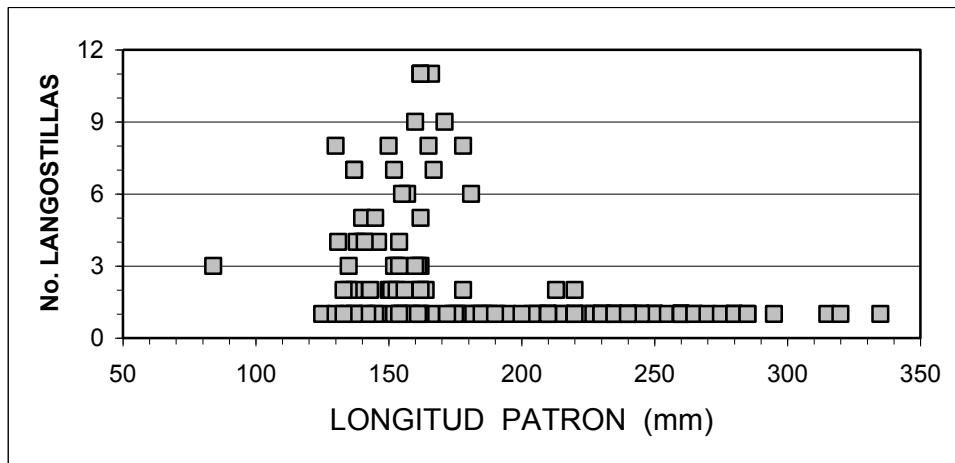


Figura 12. Número de langostillas ingeridas en función de la talla de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur. Datos de julio 1989 y septiembre 1991 combinados.

7.3.4. Selectividad

La aplicación del Índice de selectividad de Ivlev (1961) en las estaciones muestreadas demostró que no siempre las langostillas fueron consumidas en la misma proporción detectada en un área particular, y que a veces prefiere otras presas en su lugar (Fig. 14).

7.3.5 Consumo e impacto sobre la langostilla

El análisis de contenido estomacal precedente deja bien establecido que la langostilla, *P. planipes*, es el alimento principal de esta merluza. Para evaluar su rol como depredador de la misma, se estimó su consumo en una base diaria, extrapolando los resultados a una base anual.

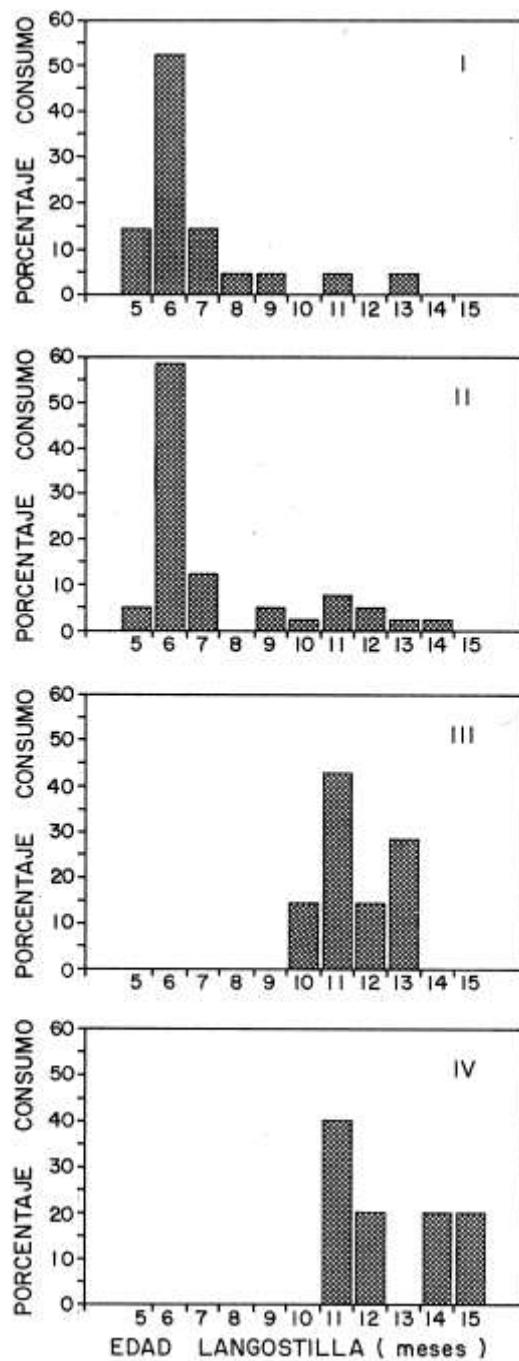


Figura 13. Distribución porcentual de langostilla (*P. planipes*) ingerida en función de su edad (meses) por cada grupo de edad del depredador, *M. angustimanus* (I a IV+) en la costa oeste de Baja California Sur.

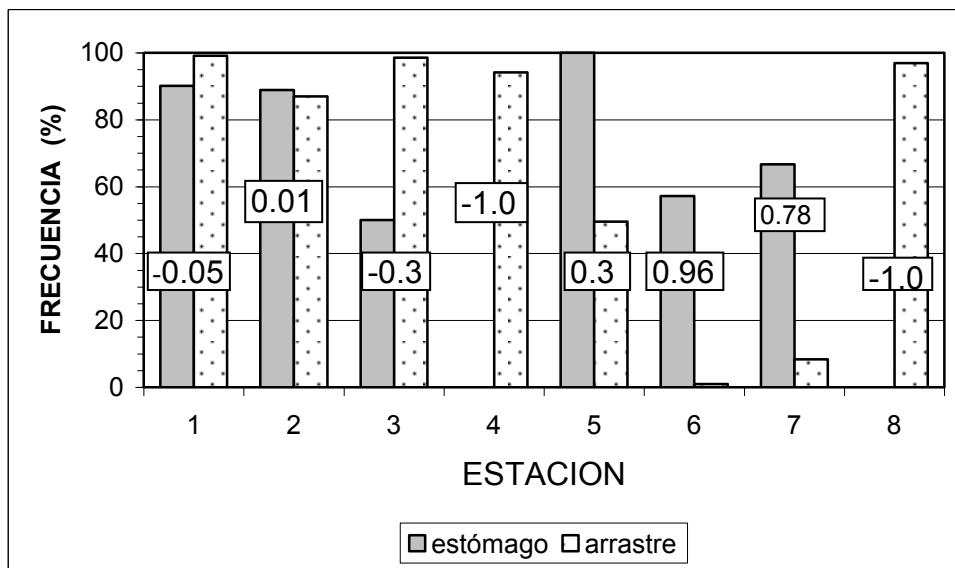


Figura 14. Variación del Índice de selectividad de Ivlev (en el rectángulo) en muestras de *M. angustimanus* procedentes de 8 estaciones de la costa oeste de Baja California Sur.

Los parámetros de las formulaciones de Francis (1983) aplicadas a la merluza bajacaliforniana se resumen en la Tabla 12. Los requerimientos diarios de alimentos por merluza (FCcorr.), o su equivalente porcentual de consumo de su propio peso (%BWD) pueden considerarse aceptables si observamos la Tabla 13. La diferencia en consumo promedio de langostilla (en número y peso) observado y calculado es bastante pequeña. Como era de esperarse el %BWD decrece con la edad (y con el peso) de un 13.858% en el grupo de edad I a 2.642% en merluzas de edad IV+. El valor promedio de %BWD se sitúa en 6.572%.

Con los antecedentes reunidos (aquí y en la sección anterior) y considerando un valor de la biomasa de merluza de 47,632 ton (promedio entre las estimaciones del

Tabla 12. Valores promedios estimados de consumo diario en porcentaje de BWD para *M. angustimanus*, y de los parámetros de las ecuaciones aplicadas. Abreviaturas definidas en Métodos.

| Edad (años) | W (g) | GG (g/d) | E (g/kcal) | GE (kcal/d) | ME (kcal/d) | FC (g/d) | f.corr. | FCcorr (g/d) | BWD (%) |
|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------------|------------------------|-------------------|
| I | 18.71 | 0.104 | 0.51 | 0.204 | 0.198 | 0.402 | 6.45 | 2.593 | 13.858 |
| II | 56.66 | 0.112 | 0.43 | 0.26 | 0.481 | 0.741 | 4.94 | 3.661 | 6.461 |
| III | 97.72 | 0.11 | 0.4 | 0.275 | 0.744 | 1.019 | 3.19 | 3.251 | 3.327 |
| IV+ | 137.81 | 0.067 | 0.38 | 0.176 | 0.98 | 1.156 | 3.15 | 3.641 | 2.642 |

Tabla 13. Comparación entre el número (NL) y consumo (WL) promedio de langostillas por merluza de cada grupo de edad, observado y calculado bioenergética mente.

| Edad (años) | WTLC (g) | Nlobs. | Nlcalc | Wobs. (g) | Wlcalc. (g) |
|-----------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| I | 0.69 | 3.30 | 3.46 | 2.27 | 2.59 |
| II | 0.89 | 4.00 | 3.69 | 3.56 | 3.66 |
| III | 2.74 | 1.10 | 0.95 | 3.01 | 3.25 |
| IV ⁺ | 2.96 | 1.00 | 0.48 | 2.96 | 3.64 |

(WTLC, peso tipo de langostilla consumido por cada grupo de edad).

periodo cálido y templado-frío; ver sección 7.5.6), podemos estimar el consumo de langostilla aplicando la siguiente formulación:

$$\text{Consumo diario} = \text{biomasa merluza} \times \% \text{BWD}/100 \times W_{\text{lang}}/100$$

y cuyos resultados se muestran en la Tabla 14. Los grupos de edad I y II son los de mayor incidencia sobre el recurso langostilla, totalizando 1,641.9 ton diarias, esto es, el 74.7% del consumo poblacional. Suponiendo que la proporción de langostilla en la

dieta de la merluza, en peso, permanece constante durante todo el año –hecho a comprobar, ya que la información utilizada proviene de dos campañas de muestreo de julio y septiembre- entonces el consumo anual alcanzara los 802,379.5 toneladas de langostilla.

Tabla 14. Estimación del consumo diario y anual de langostilla por parte de *M. angustimanus*, en la costa oeste de Baja California Sur. Consumo diario= biomasa merluza x %BWD/100 x Wlang/100.

| Edad (años) | Biomasa merluza (ton) | BWD (%) | Wlang (%) | Consumo Diario (ton) | Consumo Anual (ton) |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| I | 4,920 | 13.858 | 92.2 | 628.6 | 229,439.00 |
| II | 17,643 | 6.461 | 89.6 | 1,013.30 | 369,854.50 |
| II | 18,134 | 3.327 | 80.4 | 485.1 | 177,061.50 |
| IV+ | 6,935 | 2.642 | 38.9 | 71.3 | 26,024.50 |
| Total | 47,632 | | | 2,198.30 | 802,379.50 |

7.4 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

7.4.1 Proporción sexual

Del total de merluzas sexadas el 57% correspondió a machos y el 43% a hembras, sin embargo, al agrupar la proporción sexual en relación a la profundidad se encontró que existe una tendencia al aumento de la proporción de hembras con la profundidad (Fig. 15), alcanzando la igualdad (1:1) cerca de los 180 m. En los estratos más someros los machos predominan, duplicando y hasta quintuplicando a las hembras a partir de los 100 m.

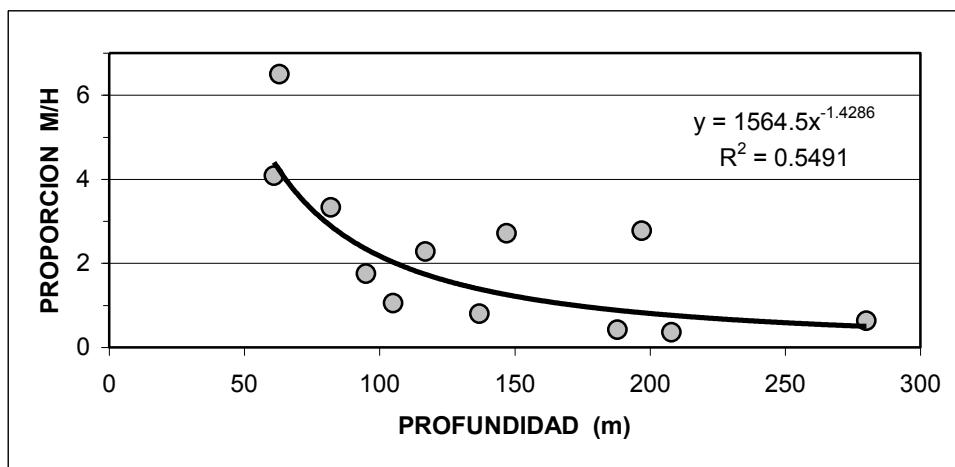


Figura 15. Cambio de la proporción sexual de *M. angustimanus* con la profundidad en la costa oeste de Baja California de Sur.

7.4.2 Talla de primera madurez

Se estimó la talla de primera madurez agrupando los datos de 5 cruceros (EP8807, EP8902, EP8907, EP9109, y EP9505) cada 10 mm de longitud patrón. El

50% de los machos en maduración fueron registrados a los 128 mm, mientras que en hembras ocurrió a los 137 mm.

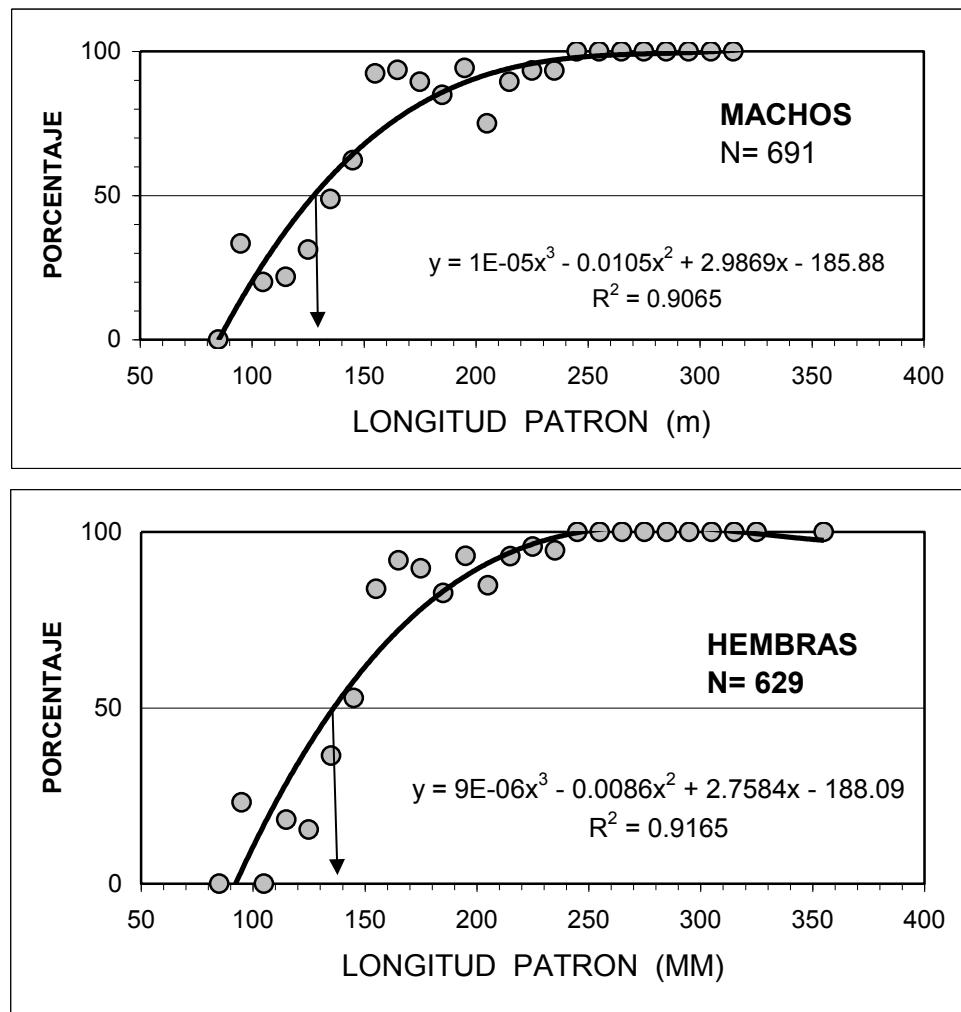


Figura 16. Talla de primera madurez en machos (arriba) y hembras (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

7.4.3 Índice gonadosomático y relación peso corporal y peso gonadal

El índice gonadosomático de las hembras fluctuó entre 0.07 y 2.78, con una media global de 0.84 (DS= 0.59). Temporalmente no presentó diferencias significativas entre meses excepto entre febrero y mayo (Fig.17). El valor más alto se

registró en mayo, sobrepasando el valor de uno, descendiendo suavemente hasta septiembre. Desafortunadamente los registros no son mensuales por lo que no es posible precisar si la máxima actividad reproductiva ocurre solo entre febrero y mayo. La similitud entre los valores de julio 1988 y 1989 sugiere que la evolución del IGS durante un año tiende a ser conservadora año con año.

Para los machos solo se contó con información de mayo 1995 y septiembre 1991 (Fig. 17), por lo que no podemos determinar el periodo de máxima actividad reproductiva.

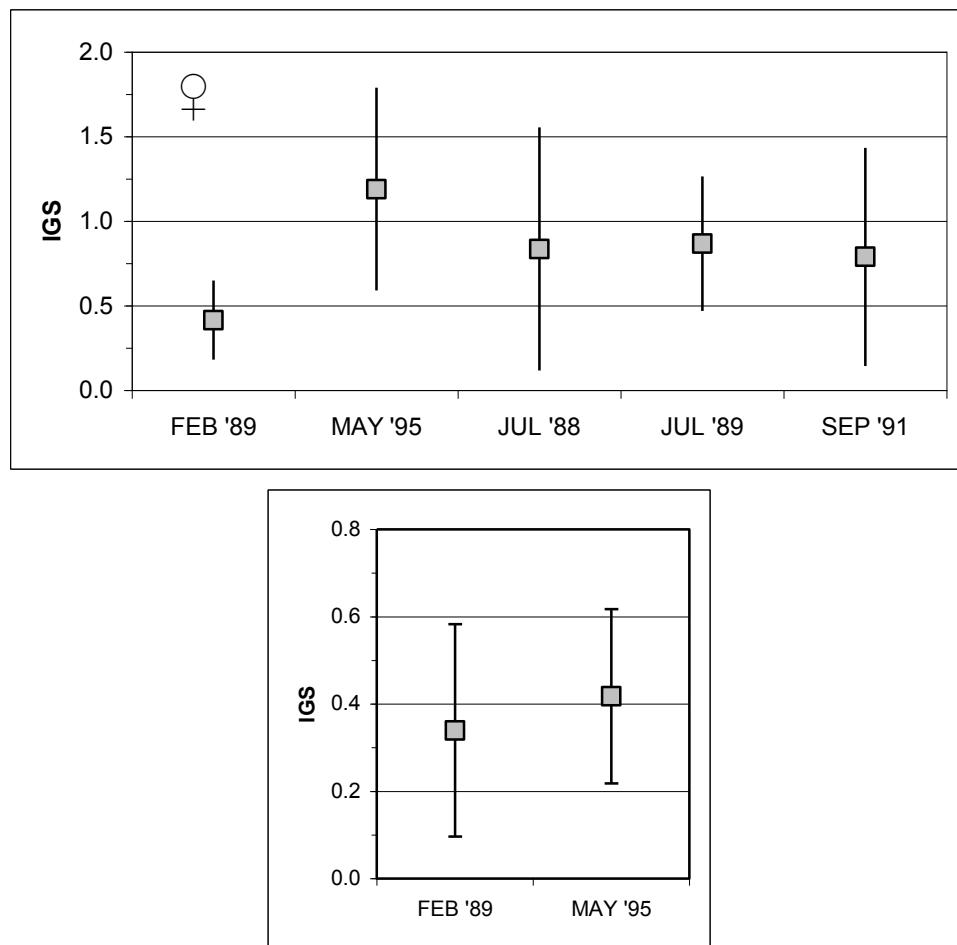


Figura 17. Variación del Índice Gonadosomático (IGS) por mes de muestreo para hembras (arriba) y machos (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

La relación que guarda el peso de la gónada con el peso total del pez se muestra en las figura 18 para machos y hembras. En ambos casos los datos se ajustaron medianamente bien a un modelo potencial y con pendientes similares. Esto indica que, como era de esperarse, a mayor peso (talla) del organismo mayor es la cantidad de tejido gonadal y, por tanto, su aporte potencial en gametos durante el

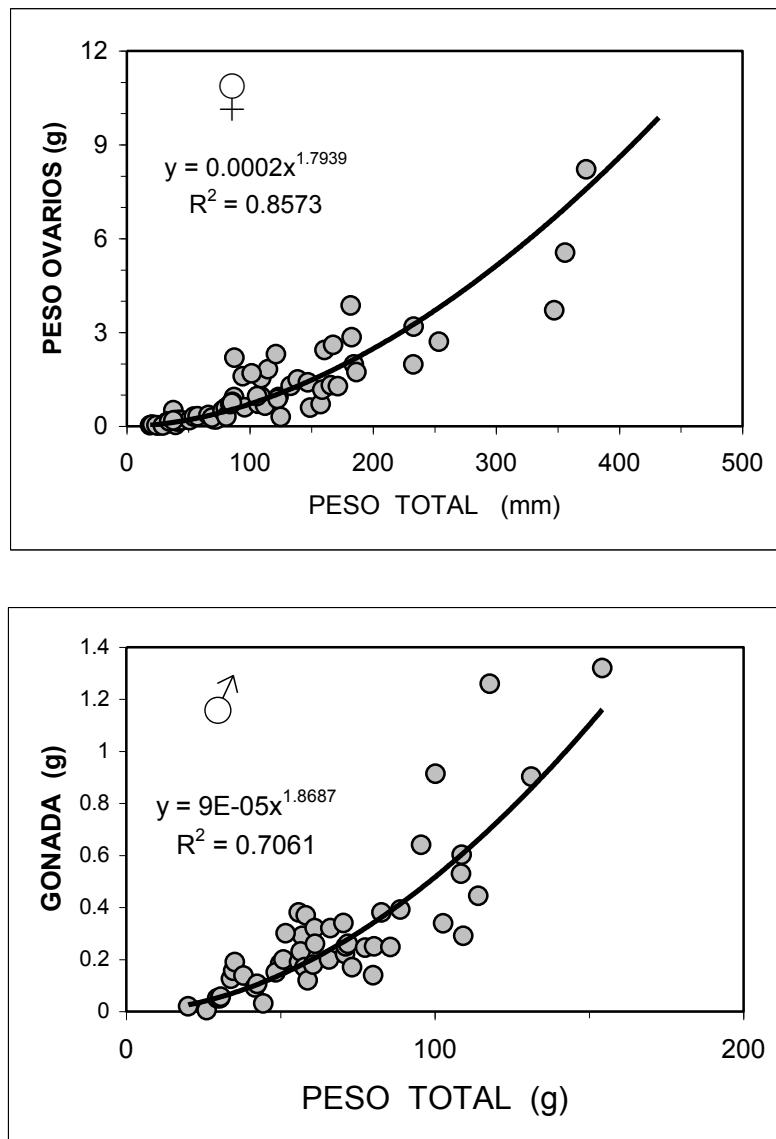


Figura 18. Relación peso corporal con peso de la gónada para hembras (arriba) y machos (abajo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

periodo reproductivo. Todos los organismos de mayor tamaño correspondieron a hembras, alcanzando las gónadas (ovarios) un valor máximo de 12.01 g en una hembra de 358 mm LP procedente del crucero de mayo 1995.

7.4.4 Estadios de madurez

La asignación de estadios de madurez (1-6) permite elucidar, al menos parcialmente y junto al IGS, el periodo de desove. El estadio 4 en las hembras, que indica que las gónadas están maduras, se observó con el máximo valor en febrero (38.6% de los individuos analizados), decreciendo hasta septiembre (1.8%) (Fig. 19). El estadio 5, que corresponde al momento que efectivamente los huevos son desovados, sólo fue observado en bajo porcentaje en mayo (3.1%), lo cual junto con la observación de un 21.9% de estadio 6 (desovado) en ese mismo mes, lleva a concluir que el periodo de desove ocurre entre marzo y mayo de cada año.

A pesar de haber revisado 548 machos, el estadio 4 solo fue registrado en febrero y en julio (Fig. 19), pero en muy bajos porcentajes (1.5% y 3.7% respectivamente), y únicamente en septiembre fue detectado el estadio 5 (1.6%). Por lo tanto no se puede determinar con certeza un periodo de excreción de gametos, aunque es obvio que éste debe corresponder al periodo de desove de las hembras.

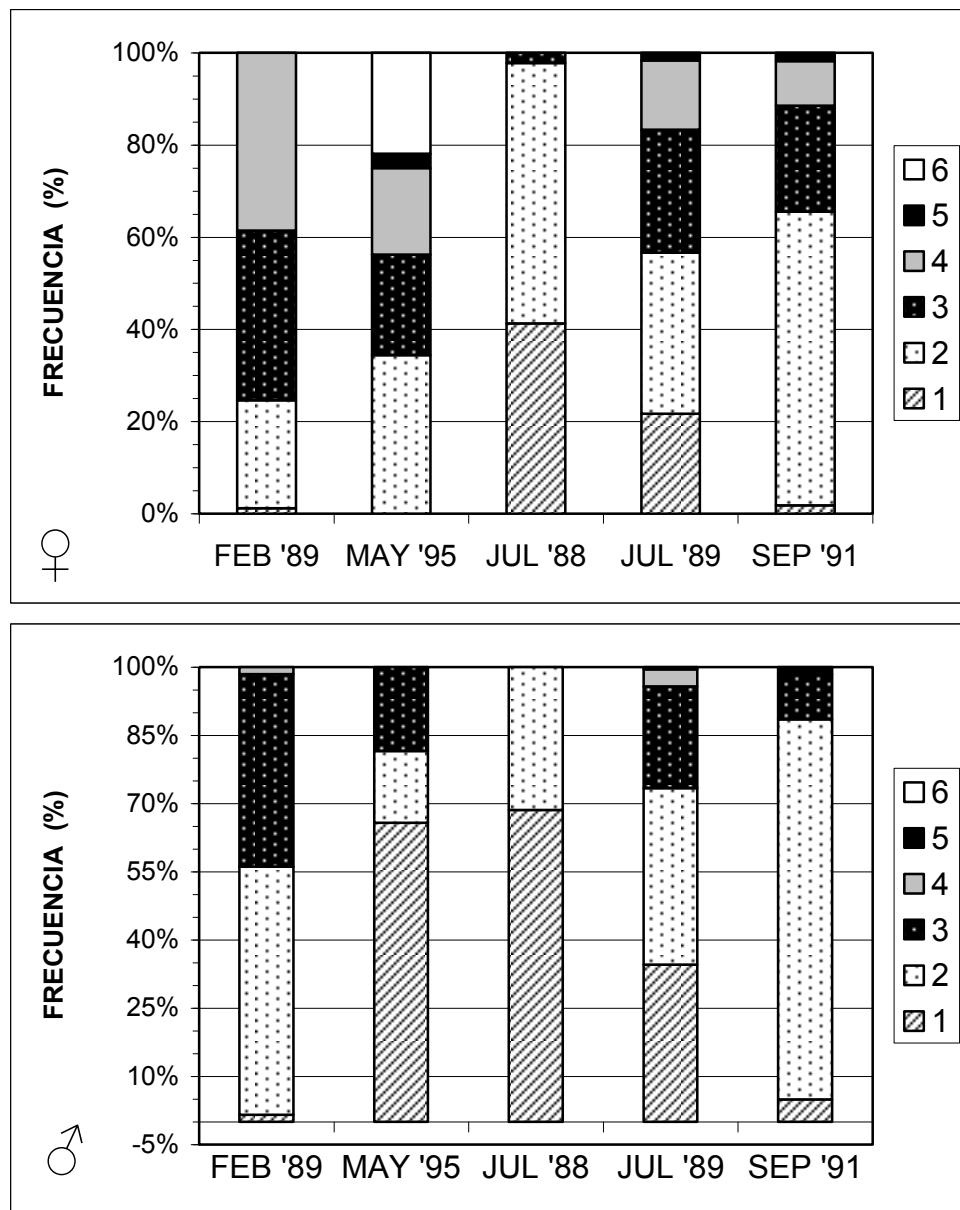


Figura 19. Distribución de los estadios de madurez gonádica (escala de Nikolsky, determinados por inspección visual en hembras (arriba) y machos (abajo) de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur.

7.5 DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

7.5.1 Distribución del peso individual promedio con la profundidad

El análisis para profundidad se realizó agrupando los datos cada 20 m y cada 40 m obteniéndose resultados similares (Fig. 20; Tabla 15). No se detectó diferencias significativas entre estratos de profundidad debido al gran intervalo de variación del peso (y también de la talla) de las merluzas en los lances agrupados. Tampoco se observa una tendencia a disminuir o aumentar el peso de las merluzas con la profundidad en el rango batimétrico.

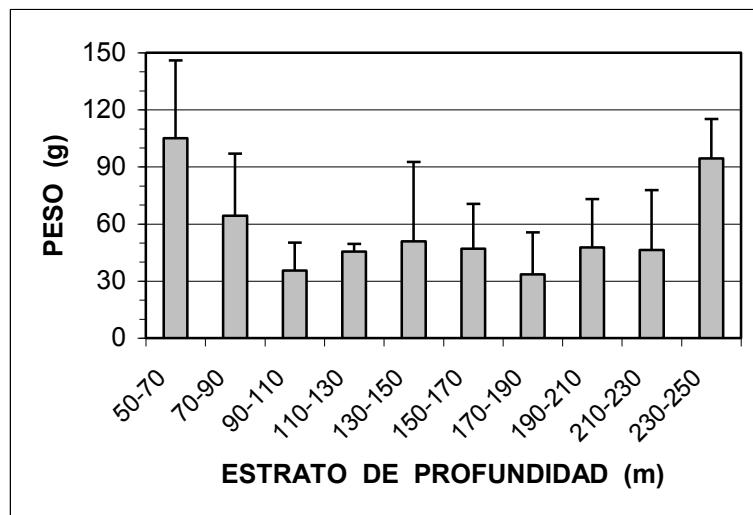


Figura 20. Distribución del peso medio individual de *M. angustimanus* por estrato de profundidad (agrupados cada 20 m) en la costa oeste de Baja California Sur.

7.5.2 Distribución del peso individual promedio con la temperatura

Se realizó el análisis con información recabada de 57 lances, agrupando los datos por grado Celsius de temperatura (Fig. 21). Como en el caso anterior, no hay diferencias estadísticas del peso individual con la temperatura entre 10.5°C y los 16.5°C. Si bien se observa una tendencia al aumento en peso individual con el descenso de temperatura, especialmente entre los 10.5° C y 14.5° C (Fig. 21). Lo relevante sin embargo, es que prácticamente no se capturó merluza a temperaturas superiores a 15.5°C, registrándose un solo lance (de 57 de este análisis) con merluza a una temperatura mayor (16°C).

Tabla 15. Distribución del peso medio individual de *M. angustimanus* por estrato de profundidad (agrupados cada 40 m) en la costa oeste de Baja California Sur.

| ESTRATO | PESO (gr) | D.S. | N (lances) |
|---------|-----------|------|------------|
| 50-90 | 76.5 | 40.0 | 10 |
| 90-130 | 39.3 | 12.8 | 8 |
| 130-170 | 48.7 | 32.9 | 25 |
| 170-210 | 42.5 | 25.1 | 11 |
| 210-250 | 62.3 | 13.0 | 6 |

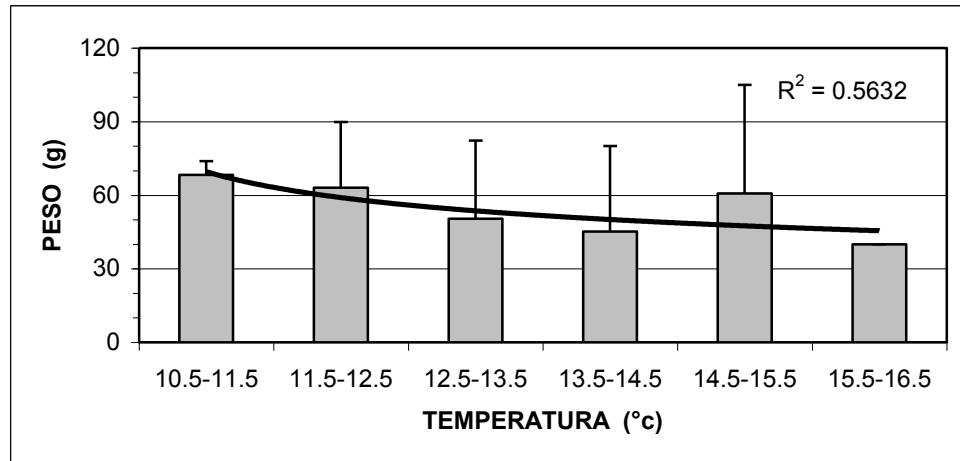


Figura 21. Variación del peso individual promedio de *M. angustimanus* con la temperatura en la costa oeste de Baja California Sur. La columna indica el peso promedio y la vertical una desviación estándar. El valor de R² corresponde a la bondad de ajuste de la tendencia de las medias a la ecuación Y= 69.583 X^{-0.2372}.

7.5.3 Variación circadiana de la densidad

La densidad promedio por lance varió de acuerdo a la hora del día (Fig. 22; Tabla 16). Podemos distinguir tres períodos en los cuales la merluza se presentó en grandes concentraciones sobre los fondos blandos: uno entre y 4 y 8 de la mañana, otro de solo dos horas al mediodía (de 12 a 14 horas), y uno al atardecer, de 18 a 20 horas. La frecuencia de ocurrencia de merluza en los lances siguió una tendencia similar a la de densidad (Fig. 22; Tabla 16), aunque con algunas discrepancias, lo que quiere decir que a veces la frecuencia de aparición fue alta pero en bajas densidades.

Tabla 16. Variación circadiana de la densidad promedio (ton/km^2) y de la frecuencia de ocurrencia (en porcentaje de los lances de ese periodo) de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

| HORA | DENSIDAD PROMEDIO | FRECUENCIA OCURRENCIA | N |
|-------|----------------------|--------------------------|----|
| 0-2 | 0.73 | 61.5 | 13 |
| 2-4 | 1.67 | 71.4 | 14 |
| 4-6 | 6.30 | 80.0 | 10 |
| 6-8 | 4.31 | 70.5 | 17 |
| 8-10 | 0.14 | 72.7 | 11 |
| 10-12 | 0.64 | 58.8 | 17 |
| 12-14 | 5.86 | 75.0 | 12 |
| 14-16 | 0.89 | 71.4 | 14 |
| 20-22 | 0.18 | 56.3 | 16 |
| 22-24 | 2.82 | 70.0 | 10 |

7.5.4 Distribución de la densidad por rango batimétrico

La frecuencia de ocurrencia de merluza bajacaliforniana aumenta en ambos períodos con la profundidad (Fig. 23; Tabla 17). Sin embargo, durante el período frío la

frecuencia de ocurrencia en el estrato de 51-100 m triplica la del periodo cálido (Tabla 17), lo que indica que durante este periodo la merluza se acerca a la costa. La profundidad mínima de registro durante el periodo frío fue de 54 m mientras que en el periodo cálido fue de 88 m.

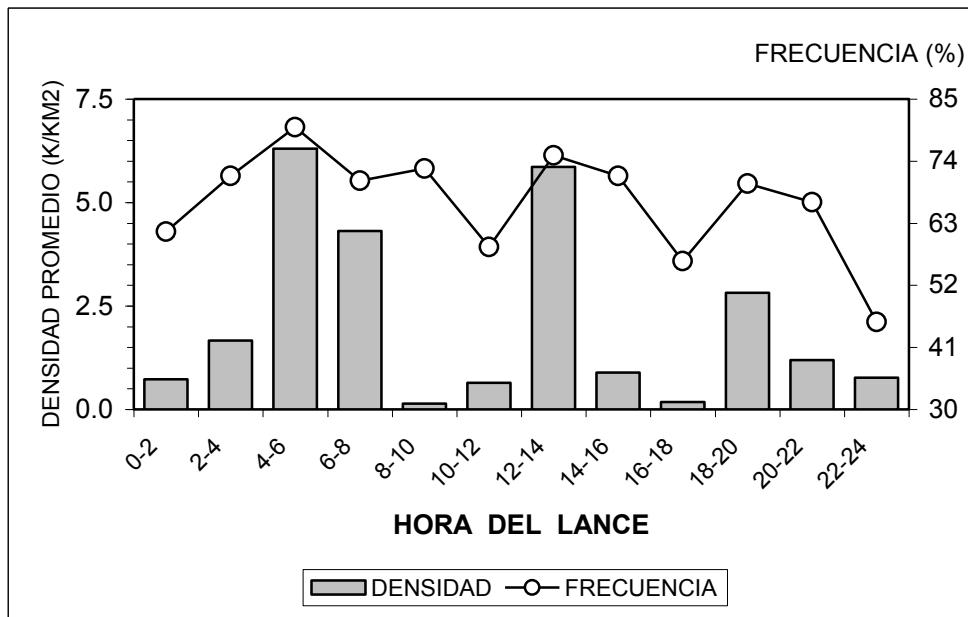


Figura 23. Distribución de la densidad promedio y la frecuencia de ocurrencia de *M. angustimanus* en función de la hora del día en la costa oeste de Baja California Sur.

La densidad media sin embargo se comporta diferencialmente. En el periodo frío la mayor densidad se sitúa en el estrato de 51-100 m y disminuye paulatinamente con la profundidad (Fig. 24; Tabla 17). En el periodo cálido el valor más alto de densidad lo encontramos en el estrato de 101-150 m, disminuyendo drásticamente hacia la costa e irregularmente con la profundidad (Fig. 24; Tabla 17).

Tabla 17. Distribución de la frecuencia de ocurrencia (%) y densidad (k/km^2) de *M. angustimanus* por estrato de profundidad en la costa oeste de Baja California Sur.

| Z (m) | F R E C U E N C I A | | D E N S I D A D | | | | | |
|---------|---------------------|--------------|-----------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| | Periodo Cálido | Periodo Frío | Periodo Cálido | Media | DS | Periodo Frío | Media | DS |
| 0 - 50 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | 0.0 |
| 51-100 | 15.0 | 54.3 | | 263.5 | 993.0 | | 3237.1 | 10187.9 |
| 101-150 | 73.7 | 76.0 | | 3016.7 | 10973.2 | | 1725.2 | 2694.6 |
| 151-200 | 81.0 | 88.9 | | 808.8 | 1899.5 | | 1922.1 | 1905.0 |
| 201-250 | 90.0 | 90.0 | | 1366.7 | 3037.4 | | 1615.0 | 2353.8 |
| 251-300 | | 100.0 | | | | | 464.6 | 504.6 |

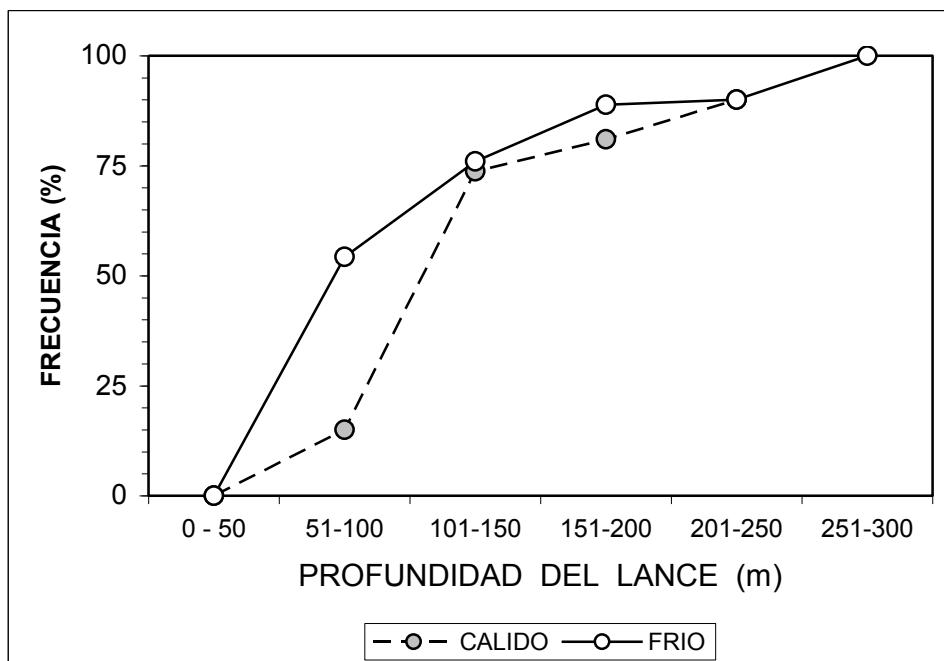


Figura 23. Distribución de la frecuencia de ocurrencia de *M. angustimanus* en los lances por estrato de profundidad en la costa oeste de Baja California Sur.

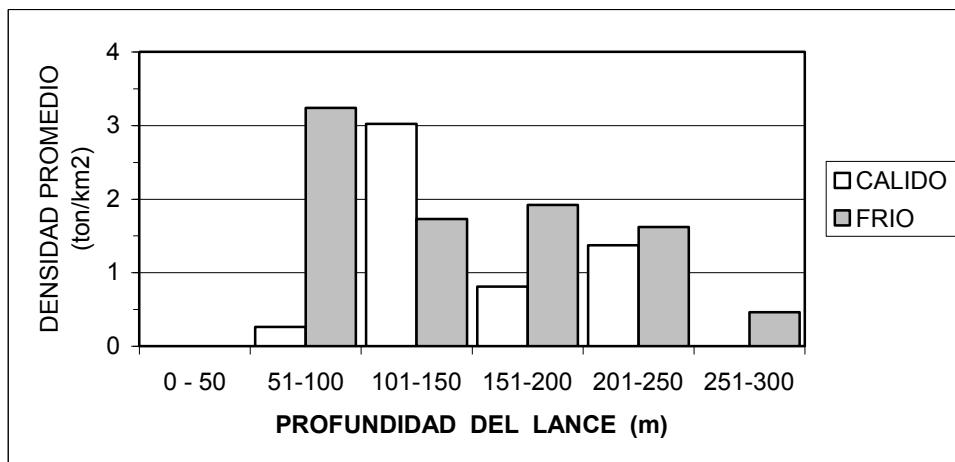


Figura 24. Distribución de la densidad promedio por estrato de profundidad de *M. angustimanus* en la costa oeste de Baja California Sur.

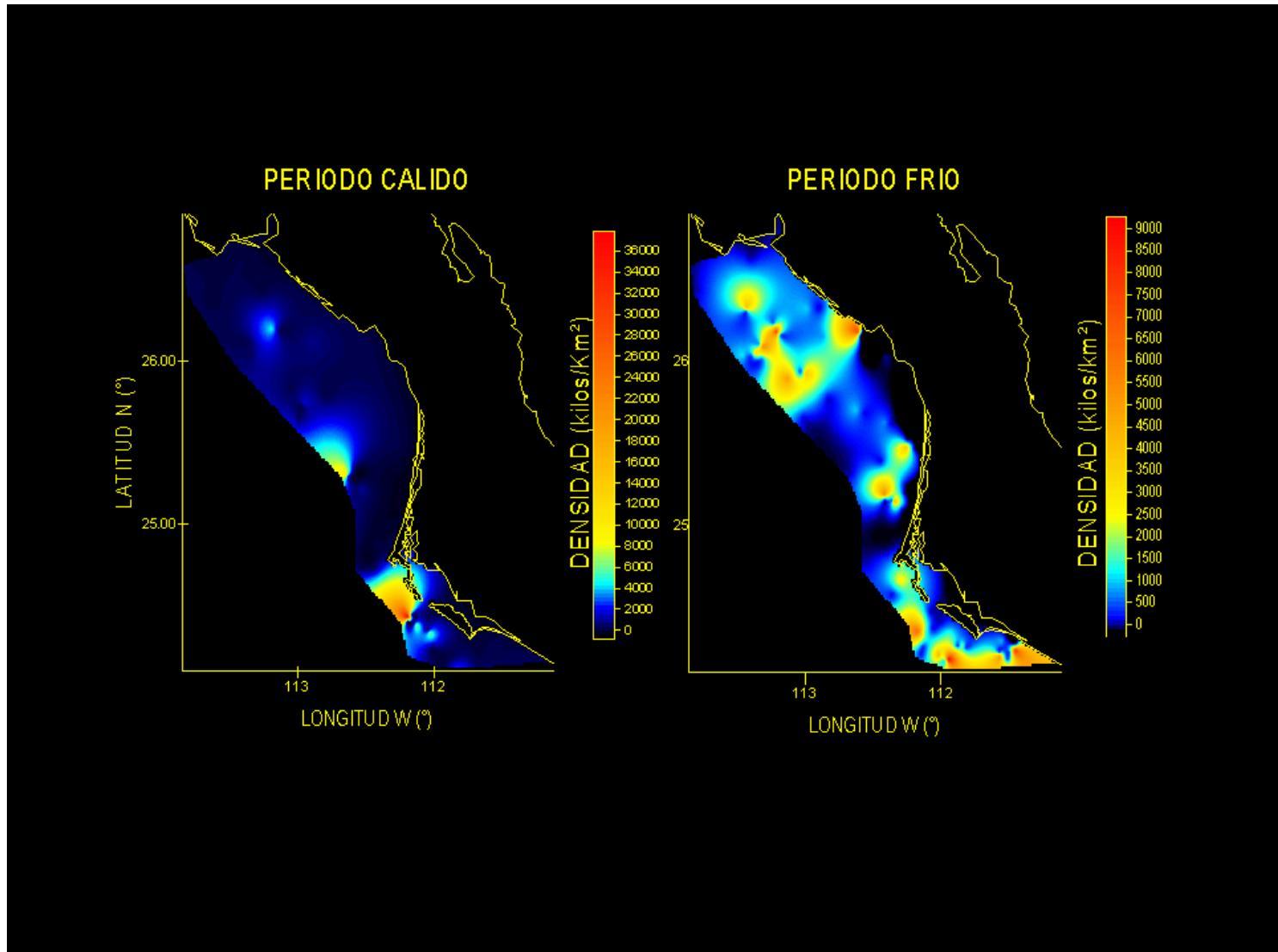
7.5.5 Distribución y abundancia por periodo del año

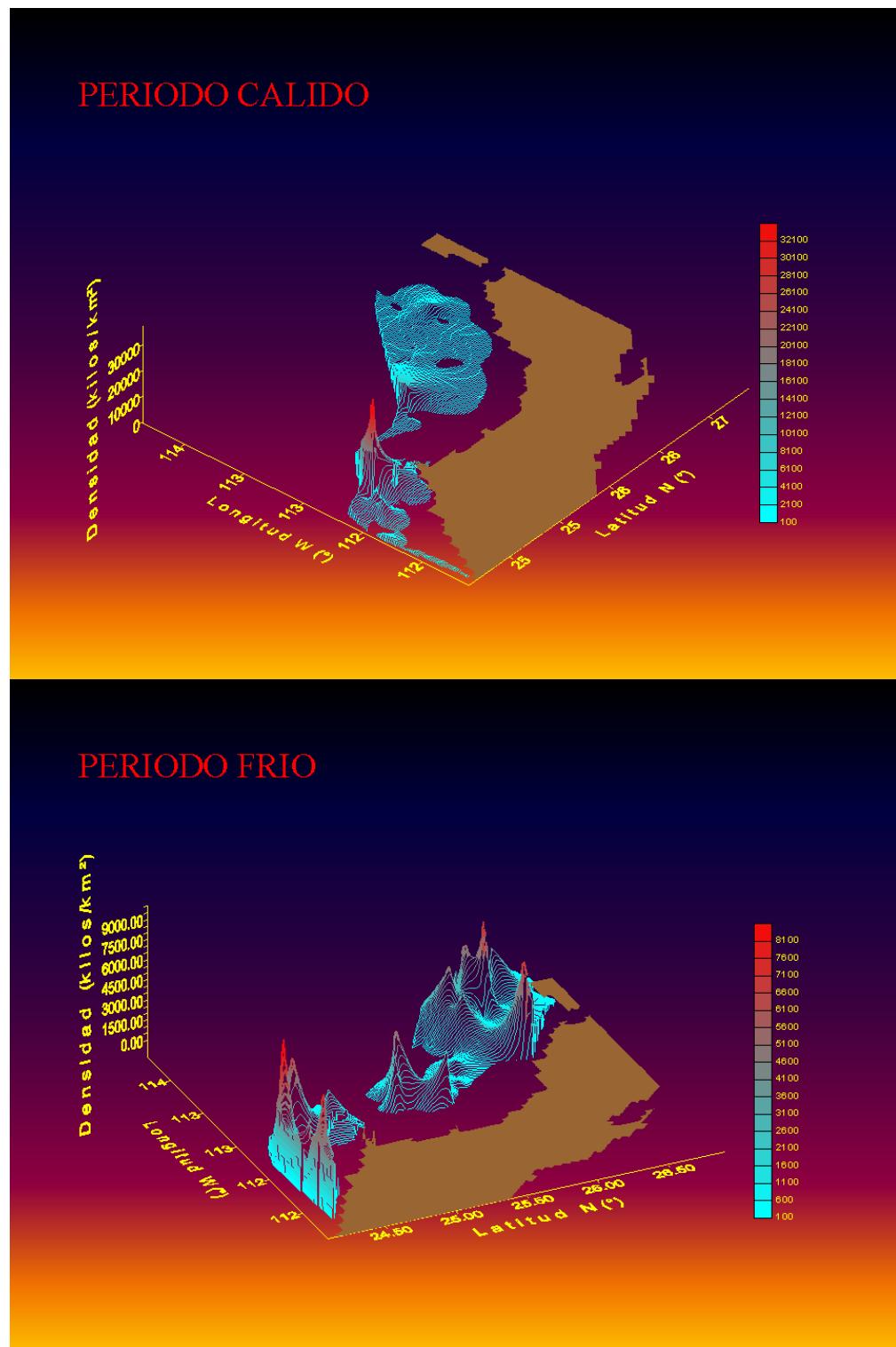
Considerando el análisis de Aurioles (1995) en esta misma área para la langostilla, *P. planipes*, se dividió la información generada en los cruceros en dos períodos climáticos, uno templado-frío (invierno y primavera) y otro cálido (verano y otoño). Esto porque efectivamente, como lo señala Aurioles (1995), en la costa occidental de la península la temperatura de fondo no sigue un cambio estacional “típico”, y esto es importante para la fauna asociada al fondo como la merluza; también, porque la merluza tiene una fuerte interacción trófica con la langostilla (ver pág. 58) y probablemente su distribución y abundancia se relaciona con la de ella; y finalmente por una consideración práctica, que es aumentar la definición de los contornos de densidad aumentando el número de puntos disponible. Esto último si

bien no es un proceder estrictamente ortodoxo, lo hemos probado en el análisis de datos de langostilla obteniendo estimados conservadores, y una reducción de la varianza de la estimación (J. A. De Anda y E. F. Balart, datos no publicados).

Para el periodo cálido, con un total de 78 lances distribuidos en transectos desde prácticamente los 24° a los 27° N, se encontró un 56.4% de las estaciones muestreadas ocupadas por merluza bajacaliforniana. La distribución y abundancia se presenta en las figura 25 y 26, donde se puede apreciar que hay un gran foco de abundancia frente a Bahía Magdalena en los estratos profundos de la plataforma continental, y otro secundario alejado de la costa en la zona sur del Golfo de Ulloa. La densidad promedio alcanzó a 1.19 ton/km² pero con una estación responsable por mas del 50% del total, lo que indica lo sesgado de la distribución concentrada prácticamente frente a Bahía Magdalena, y explica el alto valor de la desviación estándar de la densidad (Tabla 18).

Para el periodo frío, con un total de 100 lances en la misma área que el periodo anterior, se encontró un 63.0% de las estaciones muestreadas ocupadas por merluza bajacaliforniana. La distribución y abundancia se presenta en las figura 25 y 26, donde se puede apreciar que hay, a diferencia del periodo cálido, varios focos de abundancia agrupados uno en el Golfo de Ulloa, y los otros alrededor de Bahía Magdalena. En el caso del Golfo de Ulloa hay un foco cercano a la costa y otros dos alejados de la costa, mientras que los de Bahía Magdalena si bien no son someros, si están cercanos a la costa por la estrechez de la plataforma continental en esta área. La densidad promedio alcanzó las 2.29 ton/km², y aunque dos estaciones alcanzan una densidad de 50 ton/km², hay mas estaciones aportando significativamente al total.





Figuras 25 (Pág. anterior). Distribución de la densidad en el periodo frío y calido. Figura 26 (esta Pág.): Gráfico de superficie de las densidades de *M. angustimanus* durante el periodo cálido (arriba) y frío (abajo) frente a la costa occidental de Baja California Sur, destacando la distribución diferencial de los picos de abundancia en ambos períodos.

7.5.6 Estimación de biomasa

La evaluación realizada para el periodo cálido mediante el método de área barrida arrojó un estimado de biomasa de 26,297.76 toneladas métricas de merluza bajacaliforniana, con un intervalo entre los 11,904.32 y 40,691.20 ton como biomasa mínima y máxima de acuerdo a la desviación estándar calculada (Tabla 18). Estos valores consideran un valor de X_1 de 1 que puede ser cuestionable o irreal para peces como la merluza. Por lo mismo se realizó una estimación adicional considerando un valor de 0.8 para X_1 , que aumenta el valor estimado de biomasa a $32,872.20 \pm 17,991.80$ ton.

Tabla 18. Resumen de la estimación de biomasa de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur, utilizando dos valores de X_1 .

| | Periodo cálido | Periodo frío |
|--|-----------------------|---------------------|
| Densidad promedio (ton/km ²) | 1.1954 | 2.2688 |
| DS (ton/km ²) | 11.8405 | 23.4730 |
| No. Total estaciones | 78 | 100 |
| No. Positivas | 44 | 63 |
| Estimación 1 | | |
| $X_1 = 1$ | | |
| Biomasa estimada (ton) | 26297.76 | 49914.02 |
| Varianza | 207171129.05 | 251608234.55 |
| DS (ton) | 14393.44 | 15862.16 |
| Estimación 2 | | |
| $X_1 = 0.8$ | | |
| Biomasa estimada (ton) | 32872.20 | 62392.52 |
| Varianza | 323704889.14 | 648029450.25 |
| DS (ton) | 17991.80 | 25456.42 |

Para el periodo frío la evaluación arrojó un estimado de biomasa de 49,914.02 toneladas métricas de merluza bajacaliforniana, con un intervalo entre los 34,051.85 y 65,776.18 toneladas métricas como biomasa mínima y máxima de acuerdo a la desviación estándar calculada (Tabla 18). Estos valores consideran un valor de X_1 de 1. La estimación adicional considerando un valor de 0.8 para X_1 aumentó el valor estimado de biomasa a $62,392.52 \pm 25,456.42$ toneladas métricas.

7.5.7 Rendimiento potencial

Un primer acercamiento es la formulación clásica de rendimiento potencial modificada de acuerdo a Pauly (1984), $P_Y = 0.2 M B_0$, donde M corresponde a la mortalidad natural y B_0 a la biomasa virgen del stock, valores ya estimados en secciones precedentes. Así la primera estimación, considerando el periodo de pesca durante el periodo cálido y una mortalidad instantánea de 1.492 nos da 9,909 toneladas. Para el periodo frío, con el mismo valor de M nos da un estimado de 18,618 ton, por lo que en promedio nos arroja un rendimiento potencial de 14,263 ton anuales.

DISCUSION

8.1 TAXONOMÍA

Los resultados del análisis merístico y morfométrico de las muestras recolectadas en la costa occidental de Baja California Sur concuerdan con la descripción general de Ginsburg (1954) e Inada (1981, y en Cohen *et al.*, 1990), y se ajustan muy bien con la de Vrooman y Paloma (1977) para la merluza enana. Este resultado no es sorprendente, ya que las muestras proceden de la misma área ($24^{\circ} 25'$ N – $26^{\circ} 02'$ N [este estudio], 25° N - 28° N [Vrooman & Paloma], y $24^{\circ} 31'$ N – $26^{\circ} 15'$ N , [Inada]), con la excepción de los ejemplares de Ginsburg, que incluyó material de la localidad y descripción original de Garman (Panamá), del Sur de California ($32^{\circ}57'$ N), costa oeste de la península de Baja California, y aparentemente también material del Golfo de California. Las diferencias detectadas no son significativas debido a la gran variabilidad y sobrelapamiento de los valores, y deriva, en parte, de dos situaciones: a) la mayor parte del trabajo taxonómico procede de material de la costa oeste de Baja California Sur, muy poco de Panamá y Colombia, y ninguno del área intermedia que incluye cerca de 20 grados de latitud; y b) Tanto la descripción original como redescrición posterior de Ginsburg (1954), que incluye material de la localidad original, se basan en pocos ejemplares, y por lo tanto no incluyen la variabilidad de la población local, y menos aún de la especie. Debido precisamente a esto Ginsburg (1954) realizó conteos de branquiospinas y algunas mediciones, como la longitud de la aleta pectoral, en ambos lados de un mismo animal. Por lo mismo, probablemente, caracteres bio-ecológicos como los de

MacGregor (1971) y Vrooman y Paloma (1977) y los desarrollados en este estudio respecto de la talla de primera madurez y a las estimaciones de edad y crecimiento, coinciden en caracterizarla como una merluza de tamaño reducido, con máximos que van desde 305 mm LP (Vrooman & Paloma, 1977), 322 mm LP (Ginsburg, 1954), y 335 mm LP (este estudio).

Vrooman y Paloma (1977) dudaron en adscribir su material a *M. angustimanus* debido, principalmente, a los conteos de escamas en la línea lateral, de 125 a 150, con una media de 135, en contraste con las 110 escamas de la descripción de Garman (1899). Sin embargo, los conteos de Ginsburg (1954) sobre 4 organismos fueron de 130 a 149, similares a los Inada (1981), de 121 a 134 con una media de 124.8. Urge, por tanto, revisar abundante material del sur del rango de distribución de la especie.

Otra diferencia y duda de Inada (1981) deriva del trabajo de Mathews (1985). Este autor describe una media de 47.02 vértebras (45-49) para una población de *M. angustimanus* en el Golfo de California. Este conteo es muy inferior al registrado por Vrooman y Paloma (1977), con media de 50.52 (47-53), y al del propio Inada (1981), con media de 50.4 (49-52). En otros merísticos y morfométricos sin embargo, no se encontraron diferencias sustantivas con los valores descritos en el presente estudio y en la escasa literatura, por lo que momentáneamente, hasta la revisión de material de Panamá-ya que Garman y Ginsburg no realizaron conteos de vértebras- la población del Golfo debe ser considerada una población diferente de la misma especie.

A pesar de ser formalmente reconocido el rango de distribución de *M. angustimanus* desde Colombia a California, luego del trabajo de Ginsburg (1954) (i.e., Inada, 1981, 1995, y en Cohen *et al.*, 1990) su presencia no ha sido mencionada en el

rango septentrional, identificándola en la mayoría de los casos como *M. productus*, o recientemente como *M. hernandezi* por Lloris *et al.* (2003). Esta situación, comentada por Lloris y colaboradores (2003) deriva del trabajo sobre ictioplancton de Ahlstrom y Counts (1955) en la costa oeste de la península, en la cual registran solo una especie, *M. productus*, actitud seguida por la mayoría de los ictioplanctólogos americanos y mexicanos más recientes (i.e., Ahlstrom, 1959 y 1969; Funes *et al.*, 1998). Sin embargo, si difícil es separar adultos de este género aún mas lo es para estadios larvales y quizás juveniles, especialmente en los años del trabajo de Ahlstrom y Counts, quienes probablemente no consideraron el trabajo de Ginsburg (1954). Por otro lado Inada, quien en su trabajo de 1981 adscribió con algunas reservas la merluza enana de Vrooman y Paloma (1977) a *M. angustimanus*, en su sinopsis de la familia para la FAO (Inada, 1990) menciona que ella ha sido adscrita a *M. hernandezi*, especie recientemente descrita por Mathews (1985). Paradójicamente sin embargo, el trabajo descriptivo de Inada (1981) se basa en material procedente de la misma área que el de Vrooman y Paloma (1977), al igual que en este trabajo, con una caracterización merística y morfométrica muy similar en todos los casos, tal como se demuestra en esta tesis. Y Mathews (1985) por su parte, en su trabajo enfatiza que *M. hernandezi* es claramente diferente de *M. angustimanus*, y que la población de merluza enana probablemente es otra especie que describen Vrooman y Paloma (1977), pero nunca la adscribe a *M. hernandezi*. En conclusión, los comentarios de Inada (1990), Mathews (1985) y Lloris *et al.* (2003) son solo eso, ya que mal interpretan la opinión de los trabajos sin aportar datos firmes adicionales que sustenten dichos comentarios. Hasta una revisión simultánea de material de todo el rango de distribución de la especie y la aplicación de herramientas moleculares

además de las tradicionales, deben considerarse como integrantes de una misma especie, *M. angustimanus* Garman, 1899.

8.2 EDAD, CRECIMIENTO Y MORTALIDAD

El intervalo de talla registrado en los cruceros a bordo de B/I “El Puma” fue de 75 a 335 mm LP, y ligeramente mayor en el crucero de septiembre 1995. Estos valores son comparables al máximo descrito por Mathews (1975) en el Golfo de California (39.0 cm LT. 343.04 mm SL), y al de Vrooman y Paloma (1977) frente a Baja California Sur (305 mm LP) (Tabla 19). El máximo de 900 mm citado por Auriolles-Gamboa (1991) es un error tipográfico y debe ser cambiado a 310 mm LP (D. Auriolles-Gamboa, CICIMAR, comm. pers.). Asimismo Vrooman y Paloma (1977) encontraron que el 97% de sus organismos midieron 250 mm LP o menos, lo cual empata las observaciones de este estudio, donde el 98% de los peces no superaron los 278 mm LP. Con este se ratifica que una de las características evidentes de *M. angustimanus* es su reducido tamaño, tanto para las poblaciones del Golfo de California como en la costa occidental de la península de Baja California.

El valor obtenido del coeficiente de regresión de la relación longitud-peso (b) para sexos combinados, notamos que es inferior al valor de 2.95 estimado por Auriolles-Gamboa (1991) para la misma área. Esta diferencia sin embargo, es atribuible a la época de muestreo y fundamentalmente al tamaño de muestra; apoyo a esta aseveración esta en la concordancia entre su valor y la determinación de este estudio en julio 1988. Un hallazgo importante a destacar es , precisamente, que queda en evidencia la variabilidad

de estos valores estacionalmente y por sexo. Esta variabilidad fue pequeña entre sexos (solo de un 0.8%) y para un mismo mes (p. ej., de 4.5% entre julio 1988 y 1989), pero mayor entre meses diferentes (del 0.8% al 41%). Esto significa que habrá que tener especial consideración de esta variabilidad, también encontrada en los pesos y tallas a edad, e incorporar modelos dinámicos en los análisis futuros, como también en las estimaciones de biomasa considerando una relación longitud-peso estática.

Tabla 19. Comparación de las tallas a edad (SL o TL, mm) reportadas para *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur, y en el Golfo de California.

| Grupo de edad | B a j a C a l i f o r n i a S u r | | | Golfo de California | | |
|------------------|-----------------------------------|----|--------------|---------------------|-------------------|----------|
| | Vrooman & Paloma (1977) | | Este estudio | | Mathews (1975) | |
| | SL | N | SL | N | TL | (SL)** N |
| I | 135.9 | 23 | 124.99 | 481 | 82.* (77.18) | - |
| II | 173.6 | 11 | 173.02 | 569 | 140 (126.96) | 10 |
| III | 203.2 | 13 | 210.66 | 422 | 205 (183.14) | 38 |
| IV | 231.0 | 7 | 236.93 | 59 | 250 (222.03) | 24 |
| V | 261.5 | 2 | 256.54* | - | 270 (239.32) | 10 |
| VI | -- | - | 270.47* | - | 290 (256.61) | 10 |
| VII | -- | - | 280.36* | - | 297.* (262.83) | - |

(*): estimado a partir de la VBGF.

(**): SL aproximada de acuerdo a la ecuación provista en este estudio.

Aunque la determinación de la edad no ha sido completamente validada, existen varias evidencias que señalan que así es: los datos muestran una fuerte relación entre la longitud del otolito y la talla del pez, la presencia en casi todos los otolitos del mismo tipo de borde (opaco o hialino) de modo simultáneo, una disminución del crecimiento con la edad, y una concordancia entre ambos métodos, lectura de otolitos (directo) y frecuencia acumulada de tallas (indirecto).

Información anterior y disponible acerca de la edad y crecimiento en *M. angustimanus* se presenta en la Tabla 19. Independientemente de las diferencias del tamaño de muestra, existen similitudes en cuanto a la talla media a edad, especialmente con la descrita por Vrooman y Paloma (1977) y los de este estudio, debido principalmente a que el material procede de la misma región geográfica. Por otro lado la talla asintótica ($L_{\infty} = 303.99$ o 317.70 mm LP de acuerdo a los dos modelos de Von Bertalanffy) es mayor que la estimada por Mathews (1975) para una población del Golfo de California (32.7 cm LT . 288.59 mm LP). Sin embargo, los estimados de K fueron menores que los calculados por Mathews (1975) (0.29 versus 0.35), indicando una tasa de crecimiento mas lenta para la población de la costa oeste de la península. Este tipo de diferencias ha sido encontrado en otras especies como *M. productus* y *M. gayi* (Tabla 20).

Considerando la información presentada en la Tabla 20 es posible destacar dos tendencias ecológicas en las merluzas: 1) las especies con tasa de crecimiento lento son longevas y alcanzan tallas grandes con altos valores de K, como es el caso de *M. australis* y, en menor grado, *M. gayi*; 2) los machos tienen mayor tasa de crecimiento

que las hembras pero tienen también una longevidad menor que las hembras. Excepción a esas tendencias es *M. angustimanus*; este estudio demuestra que las hembras crecen

Tabla 20. Comparación del coeficiente de crecimiento (K) y longevidad para especies del Pacífico oriental de *Merluccius* (edad en años).

| Especies | Sexo | Longevidad | Loo | K | Fuente |
|-------------------------|-------------|-------------------|------------|----------|-------------------|
| <i>M. productus</i> | M | 12 | 572 | 0.41 | Tillman (1968) |
| | F | 13 | 663 | 0.19 | |
| <i>M. angustimanus</i> | M | 12 | 563 | 0.39 | Dark (1975) |
| | F | 13 | 612 | 0.30 | |
| | C | | 609 | 0.30 | |
| | M | | 380 | 0.48 | Kimura & Millikan |
| | F | | 445 | 0.30 | (1977) |
| <i>M. gayi peruanus</i> | C | | 554 | 0.26 | Francis (1983) |
| | C | 7 | 289 | 0.35 | Mathews (1975) |
| <i>M. gayi gayi</i> | M | | 330 | 0.27 | Este estudio |
| | F | | 328 | 0.29 | |
| | C | 5 | 317 | 0.29 | |
| <i>M. australis</i> | M | | 645 | 0.21 | Dioses (1985) |
| | F | | 973 | 0.15 | |
| | C | | 989 | 0.14 | |
| <i>M. australis</i> | M | | 679 | 0.19 | Misu & Hamasaki |
| | F | | 1157 | 0.09 | (1971) |
| <i>M. gayi gayi</i> | M | | 557 | 0.30 | Aguayo & Robotham |
| | F | | 734 | 0.17 | |
| <i>M. australis</i> | M | 11 | 574 | 0.29 | Aguayo & Ojeda |
| | F | 17 | 781 | 0.15 | (1987) |
| | C | | 804 | 0.14 | |
| <i>M. australis</i> | M | | 1102 | 0.10 | Ojeda y Aguayo |
| | F | | 1214 | 0.08 | (1986) |
| | C | 30 | 1210 | 0.08 | |

L₄ en mm; C, sexos combinados; H, hembras; M, machos).

mas rápidamente que los machos y las mayores tallas (y probablemente de mayor edad) registradas fueron machos (de seis peces sobre 315 mm LP todos fueron machos).

8.3 ALIMENTACIÓN

Un hecho notable en la composición de la dieta de la merluza Panameña, al menos durante el verano, es su simplicidad debido a la dominancia de la langostilla *P. planipes*. La merluza del Pacífico *M. productus*, en contraste, puede utilizar de 16 a 31 alimentos diferentes durante un periodo similar (Gotshall, 1969; Restad y Pikitch, 1986), con predominio de dos o tres especies de crustáceos. Sin embargo, hay una clara y significativo cambio en la composición de las presas secundarias a medida que la merluza aumenta en talla. *Nyctiphanes simplex* es importante para las merluzas pequeñas mientras peces de cardumen, ya sea *M. angustimanus* o *E. mordax*, aumentan en importancia con el incremento de su talla. Los peces, como alimento, parecen tener su máxima frecuencia de ocurrencia sobre los 224 mm SL, siendo 246 mm SL el punto crítico o de inflexión estimado a partir del cual el peso de las presas-peces sobrepasa al de la langostilla. La anchoveta *E. mordax* desova mas abundantemente entre los 25° y 35° N (Whitehead *et al.*, 1988) y probablemente explica porque sólo las jóvenes anchovetas se registran en los estómagos de las merluzas al norte de los 26° N. El canibalismo, una práctica común entre los organismos de gran talla de casi todas las especies de merluza (Inada, 1981), probablemente trabaja como un mecanismo de regulación poblacional (Leonart *et al.*, 1983 y 1985).

De modo general, y así lo sugieren los cruceros de pesca exploratoria realizados por el CIBNOR entre 1987 y 1991, que tanto la merluza Panameña como la langostilla comparten una buena parte de su distribución geográfica en la costa oeste de Baja California Sur. Por otro lado tenemos que la langostilla tanto en su fase pelágica como bentónica, es el componente mas abundante del necton pelágico y macrobentónico de la parte sur de la península de Baja California (Blackburn y Thorne, 1974; Auriolles-Gamboa, 1992; Auriolles-Gamboa y Balart, 1995). Estos hechos sugieren que el contenido estomacal de la merluza es un reflejo de la disponibilidad de la presa en el ambiente de la merluza. Debido a que la proporción de presas en el medio fue evaluada de acuerdo a su representatividad en la captura de los arrastres de fondo realizados, algunos ítem alimentarios como los eufáusidos planctónicos o las anchovetas, no fueron registrados, restándole credibilidad al uso del Índice. Parece más razonable suponer que los cambios en la composición de la dieta –cuantitativa y cualitativamente- pudieran estar regulada y finamente sintonizada con el cambio en el tamaño de la boca (que aumenta con la talla de la merluza) y la recompensa energética por presa capturada que con la disponibilidad de la presa.

El porcentaje de estómagos vacíos parece ser alto en esta merluza. La ecuación polinomial formulada si bien predice o se ajusta adecuadamente a la proporción de estómagos con alimentos, está lejos de explicar completamente este fenómeno. Sin embargo, hay dos factores con claro sentido ecológico. Uno, la relación negativa entre el porcentaje de merluza en la captura y el porcentaje de estómagos con alimento, que sugiere la competencia intraespecífica por alimento. El otro, la sorprendentemente relación negativa entre el porcentaje de langostilla en la

captura, una presa importante de la merluza, y el porcentaje de estómagos con alimento; esto sugiere un aumento en la dificultad para la depredación sobre los fondos con el aumento de langostillas bentónica, de mayor talla. En otras palabras, la disponibilidad de los recursos alimentarios decrece cuando existe una gran concentración de langostilla. Apoyando esta visión están las observaciones de Auriolles-Gamboa (1990), quien menciona que los focos de abundancia de langostilla tienen un efecto depresor sobre las densidades de otros organismos bentónicos, hasta el punto que ellas se ven constreñidas a moverse a áreas adyacentes.

8.4 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

La talla de primera madurez es quizás una de las características distintivas de la merluza bajacaliforniana. Este estudio sitúa esta talla entre 127 y 138 mm LP para machos y hembras, respectivamente. Esta información coincide con la vertida por MacGregor (1971), quien señala que todos los machos mayores que 129 mm LP y hembras mayores que 140 mm LP estaban sexualmente maduras. De hecho esta observación llevó a Vrooman y Paloma (1977) a profundizar el análisis taxonómico y ecología de esta población, concluyendo que era distinta a *M. productus*. La población del Golfo de California sin embargo, madura a tallas mayores, entre 180 y 190 mm LT en ambos sexos (Mathews, 1975); las tallas señaladas por éste ultimo autor corresponden a una edad aproximada de 3 años, lo cual difiere de la población de la costa oeste de Baja California, que lo hacen a mas temprana edad, en el grupo de edad 1 (Vrooman y Paloma, 1977; este estudio).

La mayoría de las otras merluzas maduran a tallas y edades superiores a *M. angustimanus*, usualmente entre 3 y 4 años de edad. La talla de primera madurez de la merluza del Pacífico, *M. productus*, es a los 354 mm LP, talla que corresponde a la edad IV (Best, 1963; Alverson y Larkins, 1969; Vrooman y Paloma, 1977). En *M. gayi*, la talla de primera madurez es similar a la del Pacífico, entre 32.3 y 47 cm LT dependiendo de la latitud de la población (Balbontín y Fischer, 1981; Furet, 1982; Alarcón y Arancibia, 1993; Cerna y Oyarzún, 1998).

Tanto los resultados del IGS como la distribución de los estadios de madurez gonadal sugieren una fuerte actividad reproductiva para *M. angustimanus* entre febrero y mayo en la costa occidental de Baja California Sur. Por su parte MacGregor (1971) registró cerca de un 50% de las hembras en estadio 4, predesove, en enero frente a Santo Domingo ($26^{\circ} 07' N$) en la costa occidental de Baja California Sur, lo cual también sugiere que el desove ocurre los primeros meses del año. Funes *et al.* (1998) describieron la presencia de huevos de merluza (*M. productus* en su opinión) frente a Bahía Magdalena-Almejas de enero a julio, con valores máximos de enero a marzo y otro pico de abundancia en abril. Por otro lado en la costa este del Golfo de California, Mathews (1975) estima que *M. angustimanus* desova desde principios de abril hasta junio, lo que contraría los reportes de Moser *et al.* (1974), quien en base a muestreos de huevos y larvas situó la temporada de desove de febrero a marzo con pico en marzo. Sin embargo, hay que tomar con reserva estos resultados, ya que la taxonomía larval entre *M. angustimanus* y *M. productus* no parece estar aun bien establecida.

8.5 DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA

La distribución de *M. angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur sigue, en lo general, el patrón batimétrico de migración de la langostilla, *P. planipes*, que es su principal alimento. Mas cerca de la costa en invierno y alejándose a aguas mas profundas y frías durante el periodo calido. Sin embargo, a diferencia de esta, no sobrepasa la isobata de los 50 m y nunca ingresa a Bahía Magdalena como lo hace la langostilla (Aurioles-Gamboa, 1992 y 1995). Asimismo, posee un movimiento latitudinal estacional muy marcado, ausente en la langostilla, y común en otras merluzas como *M. productus* (Best, 1963; Alverson y Larkins, 1969; Bailey *et al.*, 1982).

La estimación de biomasa en la plataforma continental de baja California Sur para *M. angustimanus* resulta modesta comparada con la apreciación de Mathews (1975) para la población del Golfo de California, esto es, un promedio de 47,632 ton contra 278 mil ton. Sin embargo, hay que aclarar que acerca de la biomasa disponible en el talud continental no tenemos ninguna información. En ambos casos sin embargo, la biomasa es muy inferior, aparentemente a las estimaciones realizadas para la merluza del Pacífico en su amplia área de distribución a lo largo del sistema de la Corriente de California. Las estimaciones de biomasa realizadas por científicos americanos, desde California central al sur de la Isla de Vancouver arrojaron 1.52 millones de toneladas métricas en el año 1980 (Bailey *et al.*, 1982). Por su parte los científicos soviéticos estimaron una biomasa promedio de 1.36 millones de toneladas entre 1967y 1973, donde mucha de esta biomasa corresponde a juveniles localizados costa afuera en el sur de California.

Por otro lado, las máximas cuotas de captura, 9 mil y 18 mil toneladas para el periodo calido y frío respectivamente, pueden o no ser atractivas dependiendo el destino de las mismas y el tipo de empresa (social o privada) que opere la pesquería y, mas importante, que la industrialice. Si pensamos en su reducción para la fabricación de harina de pescado, correspondiente al periodo templado-frío, seguramente las ganancias serán modestas, aunque dada la situación actual, de desaparición y caída de las sardinas en la costa occidental como en el Golfo de California, su aparición como recurso sustituto será bien recibida. En este recurso, más que en otros de tipo masivo, el objetivo debe ser la transformación a productos con mayor valor agregado, desde las pastas de pescado como surimi y kamaboco a productos mas sofisticados, situación que debe encararse con sentido realista y con la realización de pruebas piloto y estudios de mercado.

Finalmente hay que considerar que en la actualidad, prácticamente todas las pesquerías de merluza ya alcanzaron su tope de expansión y, en muchas de ellas, ya hay claros signos de sobreexplotación (Pitcher y Alheit, 1995; Lloris *et al.*, 2003). En este sentido cabe esperar mayor demanda y mejores precios.

CONCLUSIONES

Merluccius angustimanus es taxonómica y ecológicamente distingible de *M. productus*, especie con la cual comparte su área norte de distribución.

Merluccius angustimanus se caracteriza por su enanismo (L_{∞} de 327,33 mm LP), crecimiento moderado (K de 0.28), baja longevidad (ca. De 5 años), alta mortalidad (M de 1.492), precocidad sexual (talla de primera madurez de ca. 130 mm LP y edad I-II) y clara asociación con el decápodo *Pleuroncodes planipes*, su principal alimento (%IRI de 66.83% a 99.29% dependiendo de la edad), quien modula sus migraciones costa-océano durante los períodos cálido y frío-templado.

M. angustimanus juega un importante rol ecológico como depredador de *P. planipes*, el macroinvertebrado más abundante en el sistema sur de la Corriente de California.

El rendimiento potencial de *M. angustimanus* accesible a redes de arrastre de fondo en la costa occidental de Baja California Sur, se estima en 18,618 ton para el período frío y en 9,909 para el cálido.

Considerando las variaciones latitudinales y temporales de su abundancia, el esfuerzo pesquero debiera concentrarse frente a Bahía Magdalena-Almejas todo el año, y de diciembre a junio frente al Golfo de Ulloa también, con la excepción de los meses de marzo a abril, que corresponde a los meses de desove.

LITERATURA CITADA

- Adams, A. 1864. Manual Nat. Hist.: 194. En: G.B. Goode and T.H. Bean, (1895): 386.
- Aguayo H., M., and H. Robotham V. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) (Gadiformes: Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 31: 17-45.
- Aguayo H., M. and V. Ojeda C. 1987. Estudio de la edad y crecimiento de merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) (Gadiformes: Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 34: 99-112.
- Ahlstrom, E.H. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 60: 107-146.
- Ahlstrom, E.H. 1969. Distributional atlas of fish larvae in the California Current region: jack mackerel, *Trachurus symmetricus*, and Pacific hake, *Merluccius productus*, 1951 through 1966. CalCOFI Atlas No. 11.
- Ahlstrom, E.H. & R.C. Counts. 1955. Eggs and larvae of the Pacific hake, *Merluccius productus*. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. U.S. 56: 295-329.
- Alarcón, R. & H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848). Cienc. Tec. Mar. 16: 33-45.
- Alton, M.S. & M.O. Nelson. 1970. Food of Pacific hake, *Merluccius productus*, in Washington and northern Oregon coastal waters. U.S. Fish Wildl. Serv., Circ. 332: 35-42.
- Alverson, D.L. y H.A. Larkins. 1969. Status of the knowledge of the Pacific hake resource. CalCOFI Rep. 13: 24-31.

Alverson, D.L. & W.T. Pereyra. 1969. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean – An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecast. J. Fish.Res. Board Can., 26: 1985-2001.

Anderson, R.O. & S. Gutreuter. 1983. Length, weight, and associated structural indices. Pp. 283-300. En Nielsen, L.A. y D.L. Johnson (eds.), *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Angelescu, V., F.S. Gneri & A. Nani. 1958. La merluza del mar argentino (biología y taxonomía). Publ. Serv. Hidrogr. Nav. (H. 1004).

Angelescu, V. & M.L. Fuster de Plaza. 1965. Migraciones verticales de la merluza del sector bonaerense (Merlucciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*) y su significado ecológico. An. Acad. Bras. Cienc. 37: 194-214.

Arana, P. & S.F. Williams. 1970. Contribución al conocimiento del régimen alimentario de la merluza (*Merluccius gayi*). Invest. Mar. (Chile) 1(7): 139-154.

Arancibia, H. 1991. Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y su interacción con merluza común (*Merluccius gayi*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*). Biología Pesquera 20: 37-48.

Arancibia, H. & R. Meléndez. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon* Milne Edwards. Invest. Pesq. (Chile) 34: 113-128.

Arancibia, H., J. Toro, V. Fernández & R. Meléndez. 1986. Estimación de la mortalidad por depredación del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por la merluza común (*Merluccius gayi*) en el área 35°45'S – 37°10' S. pp. 57-67. En: P. Arana (ed.), *La pesca en Chile*. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso.

Auriolles-Gamboa, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, México. U.S. Fish. Bull. 89: 701-706.

Auriolles Gamboa, D. 1992. Inshore-offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off the pacific coast of Baja California Sur, Mexico. Crustaceana 62: 71-84.

Aurioles Gamboa, D. 1995a. Distribución y abundancia de la langostilla bentónica (*Pleuroncodes planipes*) en la plataforma continental de la costa oeste de Baja California. pp. 59-78. En: D. Aurioles-Gamboa & E.F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Aurioles Gamboa, D. 1995b. Migración batimétrica de la langostilla bentónica en la plataforma continental del Pacífico de Baja California Sur. pp. 79-92. En: D. Aurioles-Gamboa & E.F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Aurioles Gamboa, D. & E.F. Balart (eds.). 1995. La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Bagenal, T.B. & F.W. Tesch. 1978. Age and growth. Pp. 101-130. En: Bagenal, T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications.

Bahamonde, N.N. & M. Carcamo A. 1959. Observaciones sobre la alimentación de merluza (*Merluccius gayi*) en Talcahuano. Inv. Zool. Chilenas 5: 211-216.

Balbontín, F. & W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev.Biol. Mar., Valparaíso, 17: 285-334.

Bailey, K.M., R.C. Francis & P.R. Stevens. 1982. The life history and fishery of Pacific whiting, *Merluccius productus*. CalCOFI Rep. 23: 81-98.

Balart, E.F. 1996a. Recurso langostilla. Pp. 167-180. En: M. Casas Valdez y G. Ponce Díaz (eds.), Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del estado de Baja California Sur, FAO, UABCs, CIBNOR, CICIMAR, Inst. Nal. de la Pesca & CETMAR.

Balart, E.F. 1996b. Recurso merluza. Pp. 263-271. En: M. Casas Valdez y G. Ponce Díaz (eds.), Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del estado de Baja California Sur, FAO, UABCs, CIBNOR, CICIMAR, Inst. Nal. de la Pesca & CETMAR.

Balart, E.F., Castro-Aguirre, J.L. 1995. Estimación del impacto de la depredación de merluza sobre la langostilla. Pp. 139-162. En: D. Auriolles-Gamboa y E. F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Beamish, R.J. & G.A. McFarlane. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Trans, Am. Fish. Soc. 112(6): 735-743.

Beamish, R.J. & G.A. McFarlane. 1987. Current trends in age determination methodology. Pp. 15-42. En: Summerfelt, R.C. y G.E. Hall (eds.), Age and growth of fish. Iowa State University Press.

Berry, F.H. 1965. Taxonomy of the eastern Pacific hake (*Merluccius*). 8 pp. (manuscrito no publicado).

Best, E.A. 1963. Contribution to the biology of the Pacific hake, *Merluccius productus* (Ayres). CalCOFI Rep. 9: 51-56.

Beverton, R.J.H. & S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery Invest., Lond., Ser. 2, 19, 533 pp.

Blackburn, M. & R.E. Thorne. 1974. Composition, biomass, and distribution of pelagic nekton in a coastal upwelling area off Baja California, Mexico. Tethys 6(1-2): 281-290.

Bowman, R.E. & E.W. Bowman. 1980. Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of silver hake (*Merluccius bilinearis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1565-1572.

Bowen, S.H. 1983. Quantitative description of the diet. Pp. 325-336. En: Nielsen, L.A. y D.L. Johnson (eds.), Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Brothers, E.B. 1987. Methodological approaches to the examination of otolith in aging studies. Pp. 319-330. En Summerfelt, R.C. y G.E. Hall (eds.), Age and growth of fish. Iowa State University Press.

Buckley, T.W. & P.A. Livingston. 1997. Geographic variation in the diet of Pacific hake, with a note on cannibalism. CalCOFI Rep. 38: 53-62.

Butler, J.L. & R.N. Nishimoto. 1997. Growth and cohort dynamics of larval Pacific hake (*Merluccius productus*). CalCOFI Rep. 38: 63-68.

Caddy, J.F. & G.D. Sharp, 1986. An ecological framework for marine fishery investigations. FAO Fish. Tech. Pap., (283): 152 pp.

Cailliet, G.M. 1977. Several approaches to the feeding ecology of fishes. Pp. 1-13. In: C.A. Simenstad & S.J. Lipovsky (eds.), Fish food habits studies. Proc. First Pacific Northwest Technical Workshop.

Casselman, J.M. 1987. Determination of age and growth. Pp. 209-242. En: Weatherley, A.H. y H.S. Gill (autores), The biology of fish growth. Academic Press.

Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability papers in the analysis of size frequency distribution. Aust. J. mar. Freshwat. Res. 5: 513-522.

Casas Valdés, M. & Ponce Días (Eds.). 1996. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP/ Gobierno del Estado de B.C.S./ FAO / INP / UABCS / CIB / CICIMAR / Cet-Mar.

Castro-Aguirre, J.L., J.C. Ramirez-Cruz & J.J. Schmitter-Soto. 1991. Los recursos ícticos y de macroinvertebrados de la costa oeste de la Península de Baja California, México: reserva comprobada. Progr. y Resum. del IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Coquimbo, Chile, 30 sept.-4 oct. 1991.

Cerna, J.F. & C. Oyarzún. 1998. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de la zona de Talcahuano, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 26: 31-40.

Chang, S., P.L. Berrien, D.L. Johnson & C.A. Zetlin. 1999. Offshore hake, *Merluccius albidus*, life history and habitat characteristics. NOAA Tech. Mem. NMFS-NE-130. 24 pp.

Chapman, D.W. 1978. Production. Pp. 202-217. En Bagenal, T.B.(ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications.

Chávez-López, S. 1995. Los sedimentos y la geomorfología de la plataforma continental oeste de Baja California entre los paralelos 24° y 29° L.N. Pp. 11-34. En: D. Auriolos-Gamboa y E. F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Chávez-López, S. & J.J. Schmitter-Soto. 1995. Marco geológico y ambiental del área de estudio. Pp. 1-9. En: D. Auriolos-Gamboa y E. F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Chávez, H. & R. Ramos Padilla. 1974. Informe de las actividades de pesca exploratoria efectuadas con el barco "Louis Caubrière", en aguas nacionales del Pacífico, durante 1968 y 1969. Inst. Nal. de Pesca. INP/SI:i22.

Chilton, D.E. & R.J. Beamish. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific biological Station. Canadian special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 60: 102 pp.

Chugunova, N.I. 1963. Age and growth studies in fish. National Science Foundation, Washington, 132 pp. [Versión en inglés de la versión en ruso de Chugunova, 1959].
 Costello, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. J. Fish Biol. 36: 261-263.

Cohen, D.M.. 1984. Gadiformes: development and relationships. pp. 259-265. En: H.G. Moser *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Spec. publ. No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. and Herp.

Cohen, D.M., T. Inada, T. Iwamoto, and N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 10. 442 p.

Dark, T. A. 1975. Age and growth of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fish. Bull., U.S. 73: 336-355.

Dickie, L.M. 1978. Addendum: mathematical models of growth. Pp. 130-136. En: Bagenal, T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications.

Dioses, T. 1985. Edad y crecimiento de la merluza, *Merluccius gayi peruanus* (G.). In Tessier-Aguilar, A. (ed.), Anales Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo, Perú. p. 65-69.

Du Buit, M.H. 1996. Dieto of hake (*Merluccius merluccius*) in the Celtic Sea. Fisheries Res. 28: 381-394.

Doi, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio de uso práctico. Inst. Nal. de Pesca. INP/SI: m12. 95 pp. (Trad. del japonés de Doi, 1972).

Durbin, E.G., A.G. Durbin, A.G. Langton & R.E. Bowman. 1983. Stomach contents of silver hake, *Merluccius bilinearis* and Atlantic cod, *Gadus morhua*, and estimation of their daily rations. Fish. Bull. U.S. 81: 437-454.

Ehrhardt, N.M., E.M. Ramirez R., P. Aguilera H., P. Jacquemin P., M. Lozano M. & I. Romo B. 1982. Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de fondo en la plataforma continental de la costa occidental de la Península de Baja California, México, durante 1979 y 1980. Programa de Investigación y desarrollo pesquero + integrado MEXICO/PNUD/FAO.INP/Serie científica/No.23: 46 p.

Ehrich, S., F. Mombeck & G. Speiser. 1980. Investigations on the Pacific hake stock (*Merluccius productus*) in the Northeast Pacific. Arch. Fisch Wiss. 30(1): 17-38.

Elliot, J.M. & L. Persson. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. J. Anim. Ecol. 47: 977-991.

Elorduy Garay, J.F. 1986. Distribución y biología comparativa de las especies americanas del género *Merluccius* (Pisces, Merlucciidae). Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 306 pp.

Ferry, L.A. & G.M. Cailliet. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? Pp. 71-80. In: D. MacKinlay & K. Shearer (eds.), Feeding ecology and nutrition in fish. International Congress of the Biology of Fishes. American Fisheries Society, Bethesda, M.D.

Fogarty, M.J. 1985. Statistical considerations in the design of trawl surveys. FAO Fish. Circ., (786): 21 pp.

Francis, R.C. 1983. Population and trophic dynamics of Pacific hake (*Merluccius productus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1925-1943.

Funes-Rodríguez, R., Fernández-Álamo, M. A., & González-Armas, R. (1998). Larvas de peces recolectadas durante dos eventos El Niño en la costa occidental de Baja California Sur, México, 1958–1959 y 1983–1984. Oceánides, 13(1): 67–75.

Furet, L. 1982. Ciclo reproductivo de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) mediante estudio histológico de las gonadas 1982. Tesis de Licenciatura. Universidad de Concepción. 32 pp.

García, E. 1984. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Inst. Geografía, Univ. Nal. Autón. México. 2^a. ed., 252 p.

Garman, S. 1899. Report on an exploration off the west coasts of Mexico, Central and South America, and off the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatros" during 1891, XXVI (The Fishes). Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., 24: 1-431.

Ginsburg, I. 1954. Whiting on the coasts of the American continents. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull. 96 (56): 187-208.

Gordoa, A. & E. Macpherson. 1991. Diurnal variation in the feeding activity and catch rates of cape hake (*Merluccius capensis* and *M. paradoxus*) off Namibia. Fisheries Res. 12: 299-305.

Gotshall, D.W. 1969. Stomach contents of Pacific hake and arrowtooth flounder from northern California. Calif. Fish Game 55: 75-82.

Grinols, R. & M.F. Tillman, 1970. Importante of the worldwide hake, *Merluccius*, resource. U.S. Fish Wildl. Serv. Circ. 332: 1-21.

Groves, G.W. & J.L. Reid. 1958. Estudios oceanográficos sobre las aguas de Baja California. Mem. I Congr. Hist. Regional, Mexicali, 89-121.

Gulland, J.A. 1964. Manual of methods for fish population analysis. F.A.O. Fish. tech. Pap. 40: 1-60.

Gulland, J.A. 1971. The fish resources of the ocean. FAO, Fishing News Ltd., Surrey. 255 p.

Gulland, J.A. 1976. Production and catches of fish. in the sea. Pp. 283-316. En: Cushing, D.H. y J.J. Walsh (eds.), The ecology of the sea. Blackwell Scientific Publications.

Gulland, J.A. 1983. Fish stock assessment; a manual of basic methods. FAO/Wiley Series on Food and Agriculture Vol. 1. John Wiley and Sons. xii+223 p.

Günther, A. 1887. Report on the deep-sea fishes collected by H.M.S. Challenger, Zool., 1(6): 1-82.

Hardig, J.P. 1949. The use of probability paper in the graphical analysis of polymodal frequency distributions. J. mar. biol. Ass. U.K. 28: 141-153.

Hart, T.J. 1946. Report on trawling surveys on the Patagonian continental shelf. Discovery Rept. 23: 223-408.

Hildebrand, S.H. 1946. A descriptive catalog of the shore fishes of Peru. Bull. U.S. Nat. Mus. Wash. D.C., (189): 1-530.

Hoening, J.M. 1982. Estimating mortality rate from the maximum observed age. ICES. C.M./1982/D:5 10 p. (En Pauly, 1984).

Hoening, J.M. & W.D. Lewing. 1983. Estimating the total mortality rate using the k largest order statistics for age. ICES C.M. 1983/D:22. 16 p.

Hollowed, A.B. 1992. Spatial and temporal distributions of Pacific hake, *Merluccius productus*, larvae and estimates of survival during early life history stages. CalCOFI Rep.33: 100-123.

Howes, G.J. 1991. Anatomy, phylogeny and taxonomy of the gadoid fish genus *Macruronus* Günther, 1873, with a revised hypothesis of gadoid phylogeny. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) 51(1): 77-110.

Hubbs, C.L. & K.F. Lagler. 1947. Fishes of the Great Lakes Region. Bull. Cranbook Inst. Sci. 26. 186 pp.

Hunter y Hollowed, 1997. The 1996 hake symposium. CalCOFI Rep. 38: 49-50.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach content analysis-a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.

Inada, T. 1981. Studies on the merlucciid fishes. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. (18): 1-172.

Inada, T. 1989. Current status of the systematics of Merlucciidae. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County. Science Ser. 32: 197-207.

Inada, T. 1995. Merlucciidae. pp.1272-1274. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter, V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. III. Vertebrados-parte 2. Roma, FAO.

I.N.P., 2000. Sustentabilidad y pesca responsable en México: Evaluación y Manejo 1997-1998. SEMARNAP-INP, 691 pp.

Ivlev, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University press, New Haven. 302 pp.

Jearld, A. 1983. Age determination. Pp. 301-324. En Nielsen, L.A. y D.L. Johnson (eds.), Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

Jones, R. 1976. Growth of fishes. Pp. 251-279. En Cushing, D.H. y J.J. Walsh (eds.), The ecology of the sea. Blackwell Scientific Publications.

Jones, R. 1981. The use of length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish. Circ. (734): 60 pp.

Jones, R. & C. Johnston. 1977. Growth, reproduction and mortality in gadoid fish species. pp. 37-62. En: J.H. Steele (ed.), Fisheries mathematics. Academic Press, New York.

Jones R. & N.P. Van Zalinge. 1981. Estimation of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. Kuwait Bull. Mar. Sci. 2: 273-288.

Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. U.S. Fish. Bull. 77(4): 765-776.

Kimura, D.K., & A.R. Millikan. 1977. Assessment of the population of Pacific hake (*Merluccius productus*) in the Puget Sound, Washington. Wash. Dept. Fish. Tech. Rept. 35, 46 p.

Kohn, A.J. & A.C. Riggs. 1982. Sample size dependence in measures of proportional similarity. Mar. Ecol. Progr. Ser. 9: 147-151.

Kramer, D., and P.E. Smith. 1970. Seasonal and geographic characteristics of fishery resources, California Current Region-III. Pacific hake. Commer. Fish. Rev. 32: 41-44.

Langton, R.W. & R.E. Bowman. 1980. Food of fifteen northwest Atlantic gadiform fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS 740: 1-23.

Livingston, P.A. 1983. Food habits of Pacific whiting, *Merluccius productus*, off the west coast of North America, 1967 and 1980. Fish. Bull. U.S. 81: 629-636.

Livingston, P.A. & K.M. Bailey. 1985. Trophic role of the Pacific whiting, *Merluccius productus*. Mar. Fish. Rev. 47(2): 16-22.

Lleonart, J., J. Salat & E. Macpherson. 1983. Efecto del canibalismo en la población de *Merluccius capensis* en la división 1.5. Coll. Sci. Pap. ICSEAF 10: 111-128.

Lleonart, J., J. Salat & E. Macpherson. 1985. CVPA, and expanded VPA with cannibalism. Applications to a hake population. Fish. Res. 3: 61-79.

Lloris, D., J. Matallanas & P. Oliver. 2003. Merluzas del mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. FAO Catálogo de especies para los fines de la pesca. No. 2. Roma, FAO. 57 pp. + 12 col. pls.

Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota & G. Ponce-Díaz (eds.). 2000. BAC, centros de actividad biológica del Pacífico mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

Lluch Cota, D., E.F. Balart Páez, L.F. Beltrán Morales, P. Del Monte Luna, A. González Becerril, S.E. Lluch Cota, A.F. Navarrete Del Proó, G. Ponce Díaz & C.A. Salinas Zavala. 2004. Plan Rector Pesquero. 1^a. Versión. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C./ Instituto Nacional de la Pesca.

McFarlane, G.A., M.W. Saunders. 1997. Fecundity of Pacific hake (*Merluccius productus*) for three stocks off the west coast of North America. CalCOFI Rep. 38: 114-119.

MacGregor, J.S. 1966. Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus* (ayres). Calif. Fish Game 52: 111-116.

MacGregor, J.S. 1971. Additional data on the spawning of the hake. Fish. Bull. U.S. 69: 95-98.

Mackie, I.M. & B.W. Jones. 1978. The use of electrophoresis of the water soluble sarcoplasmic proteins of the fish muscle to differentiate the closely related species of hake, *Merluccius sp.* Comp. Biochem. Physiol. 59(2): 95-98.

Mason, J.C. 1986. Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus*, spawning in Canadian waters. Fish. Bull. U.S. 84: 209-217.

Markle, D.F. 1989. Aspects of character homology and phylogeny of the Gadiformes. En: D.M. Cohen (ed.), papers on the systematics of Gadiformes. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Science Series 32: 59-89.

Marshall, N.B. 1966. The relationships of the Anacanthine fishes, *Macruronus*, *Lyconus* and *Steindachneria*. Copeia 1966: 275-280.

Mathews, C.P. 1975. Some observations on the ecology and the population dynamics of *Merluccius angustimanus* in the South Gulf of California. J. Fish Biol. 7(1): 83-94.

Mathews, C.P. 1985. Meristic studies of the Gulf of California species of *Merluccius*, with a description of a new species. J. Nat. Hist. 19: 697-718.

Mathews, C.P., J.C. Granados Y J. Arvizu. 1974. Results of the exploratory cruises of the Alejandro Humboldt in the Gulf of California. CalCOFI Rept. 17: 101-111.

Meléndez, R. 1983. Alimentación de *Merluccius gayi* (Guichenot) frente a Chile Central (32°05' S – 36°50' S). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 40: 145-151.

Misu, H., and S. Hamasaki. 1971. Age and growth of Peruvian hake, *Merluccius gayi* (Guichenot). Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 41: 93-105.

McDonald, P.D.M. 1987. Analysis of length-frequency distributions. Pp. 371-384. En: Summerfelt, R.C. y G.E. Hall (eds.), Age and growth of fish. Iowa State University Press.

Mombeck, F. 1971. Notes on the distinction of Northwest Atlantic hakes, *Merluccius albidus* and *Merluccius bilinearis*, identification.. ICNAF Res. Bull. (8):87-89.

Moreau, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: recent trends and further developments. Pp. 81-114. En Summerfelt, R.C. y G.E. Hall (eds.), Age and growth of fish. Iowa State University Press.

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. 17: 112-128.

Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. 3rd edition. New York. John Wiley & Sons, Inc.. 600 pp.

Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London & New York. 352 p. (Traducción de Nikolsky, 1963, del ruso).

Norman, J.R. 1937. Coast fishes. Part II. The Patagonian region. Discovery Rep. 16: 1-150.

Norman, J.R. 1966. A draft synopsis of the orders, families and genera of recent fishes and fish-like vertebrates. British Museum (Natural History), 649 pp.

Ojeda C., V., and M. Aguayo H. 1986. Edad y crecimiento de merluza del sur (*Merluccius australis*) (Gadiformes: Merlucciidae). Invest. Pesq. (Chile) 33: 47-59.

Payne, A.I.L., B. Rose & R.W. Leslie. 1987. Feeding of hake and a first attempt at determining their trophic role in the South African west coast marine environment. South African J. Mar. Sci. 5: 471-501.

Paloheimo, J.E. 1980. Estimation of mortality rates in fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc. 109: 378-386.

Pauly, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Berichte aus dem Institute fur Meereskunde 63, Kiel University, West Germany.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. mer. 39(3): 175-192.

Pauly, D. 1981. The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. Meeresforsch./Rep. Mar. Res. 28(4): 251-282.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8, Manila, 325 p.

Pauly, D. y J. Moreau. 1997. Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. CÉPADUÈS-Editions, Toulouse: 288 pp.

Pillar, S.C. & I.S. Wilkinson. 1995. The diet of Cape hake *Merluccius capensis* on the south coast of South Africa. South African J. Mar. Sci. 15: 225-239.

Pillar, S.C. & M. Barange. 1997. Diel variability in bottom trawl catches and feeding activity of the Cape hakes off the west coast of South Africa. ICES J. Mar. Sci. 54: 485-499.

Pinkas, L., M.S. Oliphant Y I.L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dept. Fish Game, Fish. Bull. 152, 84 p.

Pitcher, T.J. Y P.J.B. Hart. 1982. Fisheries ecology. Croom Helm & The AVI Publishing Company, Inc. 414 p.

Pitcher, T.J. & J. Alheit. 1995. What makes a hake? A review of the critical biological features that substantiate global hake fisheries. En: J. Alheit y T.J. Pitcher (eds.), Hake: fisheries, ecology and markets. Londres, Chapman y Hall. Fish and Fisheries Ser. 15: 89-124.

Polovina, J.J. Y S. Ralston. 1986. An approach to yield assessment for unexploited resources with application to the deep slope fishes of the Marianas. U.S. Fish. Bull. 84(4): 759-770.

Reid, J.L., G.I. Roden & J.G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current System. CalCOFI Rep. 27.

Rexstad, E.A. & E.K. Pikitch. 1986. Stomach contents and food consumption estimates of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fish. Bull. U.S. 84: 947-956.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191, 382 p.

Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. Pp. 677-743. En Hoar, W.S., D.J. Randall y J.R. Brett (eds.), Fish physiology. Vol. VIII. Academic Press.

Roberts, D.A., E.E. De Martin, K.M. Plummer. 1984. The feeding habits of juvenile-small adult barred sand bass (*Paralabrax nebulifer*) in nearshore waters off northern San Diego County. CalCOFI Rep. 25: 105-111.

Robles-Gil, S. 1985. Estudio geográfico del estado de Baja California Sur. Gob. del Edo./Progr. Cult. de las Fronteras, La Paz. 203 p.

Roel, B.A. & E. Macpherson. 1987. Feeding of *Merluccius capensis* and *M. paradoxus* off Namibia. South African J. Mar. Sci. 6: 227-243.

Rohr, B.A. & E.J. Gutierrez 1977. Biology of the offshore hake, *Merluccius albidus*, in the Gulf of Mexico. Fish. Bull. U.S. 75: 147-158.

Salinas, C. A., D. Lluch Cota, S. Hernández Vázquez & D. Lluch Belda. 1991. Anomalías de precipitación en Baja California Sur durante 1990. Posibles causas. Atmósfera 5: 79-93.

Sharp, G.D. & R.C. Francis. 1976. An energetic model for the exploited yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, population in the eastern pacific ocean. Fish. Bull. U.S. 74: 36-51.

Schmitter-Soto, J.J., E. Guzmán-Vizcarra, J.L. Castro-Aguirre, and E. F. Balart. 1992. Distribución y abundancia de la merluza (Pisces: Merlucciidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México. In Abstracts of IX International Symposium of Marine Biology, La Paz, B.C.S. México. p. 38.

Smith, P.E. 1995. Development of the population biology of the Pacific hake, *Merluccius productus*. CalCOFI Rep. 36: 144-152.

Smith, K.L., G.R. Harrison, G.T. Rowe & C.H. Clifford. 1975. Respiration and chemical composition of *Pleuroncodes planipes* (Decapoda: Galatheidae): energetic significance in an upwelling system. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1607-1612.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1 Rev. 1., 440 pp.

Summerfelt, R.C. & G.E. Hall (eds.). 1987. The age and growth of fish. Iowa State University Press. Ames. 544 pp.

Sumida, B.Y. & H.G. Moser. 1980. Food and feeding of Pacific hake larvae, *Merluccius productus*, off southern California and northern Baja California. CalCOFI Rep. 21: 161-166.

Svetovidov, A.N. 1948. Gadiformes. Fauna U.S.S.R., Fishes, 9(2): 222 pp., 39 figs., pl. i-lxxii (en ruso; transl. Jerusalem, 1962, 232 pp.).

Testaverde, S.A. & E. Artunduage. 1974. Occurrence of *Merluccius angustimanus* off the pacific coast of Colombia. Copeia 1974(2): 564-566.

Tillman, M.F. 1968. Tentative recommendations for management of the coastal fishery for Pacific hake, *Merluccius productus* (Ayres), based on a simulation study of the effects of fishing upon a virgin population. M.S. Thesis, Univ. Washington, Seattle, 197 p.

Velasco, F. & I. Olaso. 1998. European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758) feeding in the Cantabrian Sea: seasonal, bathymetric and length variations. Fisheries Res. 38: 33-44.

Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. U.S. Fish. Bull. 86(1): 25-43.

Villamar, A., and U. Schmidt. 1976. Posibilidades pesqueras de la merluza en la costa occidental de Baja California, México. In Memorias del Simposium sobre recursos pesqueros masivos de México, Ensenada, B.C., México. Tomo II, p. 55-85.

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human. Biol. 10: 181-243.

Vrooman, A.M., and P.A. Paloma. 1977. Dwarf hake off the coast of Baja California, Mexico. CalCOFI Repts. 19: 67-72.

Walsh, J.J., J.C. Kelley, T.E. Whittlege & J.J. McIsaac. 1974. Spin-up of the Baja California upwelling ecosystem. Limnol. Oceanogr. (19): 553-571.

Weatherley, A.H. & H.S. Gill. 1987. The biology of fish growth. London, Academic Press.

Windell, J.T. 1978. Estimating food consumption rates of fish populations. Pp. 227-254. En Bagenal, T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications.

Windell, J.T. & S.H. Bowen. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. Pp. 219-226. En Bagenal, T.B. (ed.), Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications.

Whitehead, P.J.P., G.J. Nelson & T. Wongratana. 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2. Engraulidae. FAO Fish. Synop., (125) Vol. 7, Pt. 2: 305-579.

Whittaker, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogr. 22: 1-44.

Woodbury, D., A.B. Hollowed & J.A. Pearce. 1995. Interannual variation in growth rates and back-calculated spawn dates of juvenile Pacific hake, *Merluccius productus*. pp. 481-497. En: D.H. Secor, J.M. Dean and E. Campana (eds.), Recent developments in fish otolith research. Univ. South Carolina Press.

Wyllie, J.G. 1966. Geostrophic flow of the California Current at th surface and at 200 meters. CalCOFI Atlas (4): 1-288.

Wyrtki, K. 1965. Corrientes superficiales del Océano Pacífico oriental. Interamer. Trop. Tuna Comm. (9): 295-304.

APENDICES

11.1 Publicación 1:

Balart, E.F., Castro-Aguirre, J.L. 1995. Estimación del impacto de la depredación de merluza sobre la langostilla. Pp. 139-162. En: D. Auñóoles-Gamboa y E. F. Balart (eds.), La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

11.2 Publicación 2:

Balart, E.F. 1996b. Recurso merluza. Pp. 263-271. En: M. Casas Valdez y G. Ponce Díaz (eds.), Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del estado de Baja California Sur, FAO, UABC, CIBNOR, CICIMAR, Inst. Nal. de la Pesca & CETMAR.

**LA LANGOSTILLA: BIOLOGIA,
ECOLOGIA Y APROVECHAMIENTO**



DAVID AURIOLES-GAMBOA y EDUARDO F. BALART
Editores

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLOGICAS
DEL NOROESTE, S.C.**

Fotografía de la portada: Lance de Langostilla en la Cubierta del B/O "El Puma".
Edgar Amador Silva
Diseño gráfico y cuidado de la edición: David Auriolés-Gamboa, Eduardo F. Balart
y Edgar Yuen Sánchez

Clasificación del Congreso de los E.E.U.U.
La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento
1. Langostilla
I. Auriolés-Gamboa, D. II. Balart, E.F.
III. México, *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.*
QL 444.M33
ISBN 968-6837-07-8

D.R. @ 1995 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Apartado Postal 128
La Paz, Baja California Sur 23000

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México

Contenido

| | |
|---|------------|
| Presentación <i>Daniel LLuch Belda</i> | <i>vii</i> |
| Prólogo <i>David Auriolés-Gamboa y Eduardo F. Balart</i> | <i>ix</i> |
| Agradecimientos | <i>xi</i> |
| Capítulo 1 Marco Geológico y Ambiental del Área de Estudio <i>Saúl Chávez-López y Juan Jacobo Schnitter-Soto</i> | 1 |
| Capítulo 2 Los Sedimentos y la Geomorfología de la Plataforma Continental Oeste de Baja California entre los Paralelos 24° y 29° L.N. <i>Saúl Chávez-López</i> | 11 |
| Capítulo 3 Centros de Eclosión y Deriva Larval y Postlarval de la Langostilla, <i>Pleuroncodes planipes</i> (Crustacea: Galatheidae), en la Costa Occidental de Baja California Sur <i>Jaime Gómez-Gutiérrez y Carlos A. Sánchez-Ortiz</i> | 35 |
| Capítulo 4 Distribución y Abundancia de la Langostilla Bentónica (<i>Pleuroncodes planipes</i>) en la Plataforma Continental de la Costa Oeste de Baja California <i>David Auriolés-Gamboa</i> | 59 |
| Capítulo 5 Migración Batimétrica de la Langostilla Bentónica en la Plataforma Continental del Pacífico de Baja California Sur <i>David Auriolés-Gamboa</i> | 79 |
| Capítulo 6 Biología Reproductiva de la Langostilla en la Costa Occidental de Baja California Sur <i>Ma. del Carmen Rodríguez-Jaramillo, Verónica Serrano-Padilla y David Auriolés-Gamboa</i> | 93 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Capítulo 7 | Ecología Reproductiva de la Langostilla <i>Verónica Serrano-Padilla y David Auriolos-Gamboa</i> | 109 |
| Capítulo 8 | Hábitos Alimentarios de la Langostilla Bentónica en la Plataforma Continental de la Costa Oeste de Baja California Sur <i>Ricardo Pérez-Flores y David Auriolos-Gamboa</i> | 125 |
| Capítulo 9 | Estimación del Impacto de la Depredación de Merluza sobre la Langostilla <i>Eduardo F. Balart y José Luis Castro-Aguirre</i> | 139 |
| Capítulo 10 | Composición Química de la Langostilla y Procesos Tecnológicos <i>Maria Isabel Castro-González, Silvia Carrillo-Domínguez, Fernando Pérez-Gil Romo y Concepción Calvo-Carrillo</i> | 163 |
| Capítulo 11 | Utilización de la Langostilla en la Acuacultura <i>Humberto Villarreal</i> | 179 |
| Capítulo 12 | La Langostilla en la Avicultura <i>Silvia Carrillo-Domínguez, Fernando Pérez-Gil Romo, Ernesto Ávila-González y María Isabel Castro-González</i> | 193 |
| Capítulo 13 | Proteasas Digestivas de Langostilla <i>Fernando Luis García-Carrero y Martha Patricia Hernández-Cortés</i> | 207 |
| Capítulo 14 | Recomendaciones para la Explotación y Aprovechamiento de la Langostilla <i>David Auriolos-Gamboa, Eduardo F. Balart y José Luis Castro-Aguirre</i> | 221 |

La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento

Auriolés-Gamboa, D. y E.F. Balart (eds.). 1995.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

CAPITULO 9**ESTIMACION DEL IMPACTO DE LA
DEPREDACION DE MERLUZA SOBRE LA
LANGOSTILLA***Eduardo F. Balart y José Luis Castro-Aguirre*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., División de Biología Marina.
Apdo. Postal 128, La Paz, B.C.S., México 23000.**Resumen**

Mediante un enfoque edad-específico que integra aspectos tróficos, demográficos, y bioenergéticos se intenta documentar el impacto de la depredación de la merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus*, sobre la langostilla en la plataforma continental de la costa occidental de Baja California Sur.

La langostilla constituyó la presa más frecuente e importante en peso en la dieta de la merluza bajacaliforniana, pero su contribución a la dieta varió de 99.29 a 66.83 % de IRI con la edad (y talla) del depredador. La depredación se centra sobre la langostilla en su fase pelágica, principalmente de 5 a 15 meses de edad (0.12 a 4.16 g de peso medio). El consumo diario de langostilla por parte de la merluza en la plataforma continental se estimó en 8,801 toneladas. Esta depredación diaria de langostilla por parte de la merluza representa el 0.17 % de la biomasa disponible entre 5 y 15 meses de edad.

Abstract

Predation impact on the red crab by the bajacalifornia hake, *Merluccius angustimanus*, was estimated in the continental shelf off the west coast of Baja California Sur throughout an age-structured approach considering the trophic, demographic, and bioenergetics aspects.

The red crab was the most frequent and important prey in weight for the bajacalifornia hake diet, but their contribution changed from 99.29 to 66.83 % IRI with the age (and length) of the predator. Predation was focussed on the pelagic phase of the red crab, mainly between 5 and 15 months old (average weights of 0.12 to 4.16 g). Daily consumption of red crab by bajacalifornia hake was estimated to be 8,801 ton. This daily predation rate is around 0.17 % of the available biomass of red crab between 5 and 15 months old.

Introducción

Las investigaciones realizadas en la costa occidental de Baja California Sur han demostrado que la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, es una especie dominante asociada al sistema de la corriente de California (Longhurst, 1967; 1969; Blackburn y Thorne, 1974; Guzmán-Vizcarra y Auriolés-Gamboa, 1992; Capítulo 4). Esta especie se distribuye verticalmente en toda la columna de agua, encontrando organismos estrictamente bentónicos, pelágicos, además de aquellos localizados a diferentes alturas de acuerdo a su talla y estadio de desarrollo (Boyd, 1967; Longhurst, 1968a,b; Auriolés-Gamboa, 1992; ver Capítulo 5 de este libro). Su biomasa instantánea en la plataforma continental de B.C.S. ha sido estimada en 460,217.52 y 275,711.57 toneladas para los períodos de invierno-primavera y verano-otoño, respectivamente (Auriolés-Gamboa, Capítulo 4), alcanzando densidades sobre 300 g/m² sobre el fondo (Guzmán-Vizcarra y Auriolés-Gamboa, 1992) y 119 g/m² en la columna de agua (Blackburn, 1977).

Esta gran abundancia y permanencia de la langostilla en y sobre la plataforma continental occidental de Baja California Sur, aunada a sus hábitos tróficos en los fondos como en la columna de agua (Longhurst *et al.*, 1967; Smith *et al.*, 1975; Pérez-Flores y Auriolés-Gamboa, Capítulo 8), hacen de este crustáceo el principal intermediario en el flujo energético entre los productores primarios y los depredadores terminales (Glynn, 1961; Longhurst *et al.*, 1967; Kato, 1974; Smith *et al.*, 1974).

Sin embargo, y a pesar de las menciones existentes (ver tabla 2), en pocos casos se ha documentado cuantitativamente la importancia de este recurso en la dieta de los depredadores y, menos aún, simultáneamente con el tamaño poblacional de los mismos. Por consiguiente, es difícil sino imposible evaluar el impacto de la depredación sobre la langostilla.

La merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus* (Figura 1), también conocida como merluza de Panamá o enana, vive en estrecha asociación con la langostilla prácticamente en todo su rango de distribución (Avilés-Torres *et al.*, 1992; Castro-Aguirre *et al.*, en prensa; Schmitter *et al.*, 1992). Debido a la frecuencia y abundancia de esta merluza, su bio-ecología es objeto actual de estudios (Auriolés-Gamboa, 1991; Balart y Castro-Aguirre, 1992a,b,c; Castro-Aguirre *et al.*, en prensa; Schmitter *et al.*, 1992). Inada (1981) resume el escaso conocimiento de esta especie en todo su ámbito de distribución.

Este capítulo intenta documentar el impacto de la depredación sobre la langostilla por parte de la merluza bajacaliforniana, utilizando un enfoque edad-específico que integra aspectos tróficos, demográficos y bioenergéticos.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

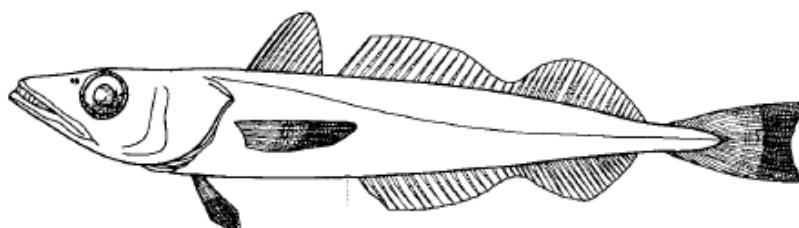


Figura 1. Merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus* Garman. (Modificado de Inada, 1981).

Materiales y Métodos

Como punto de partida se realizó una revisión bibliográfica que, si bien no fue exhaustiva, permitió disponer de antecedentes básicos para ilustrar la importancia de la langostilla en la trama trófica asociada a la Corriente de California.

Dada la naturaleza del objetivo de este capítulo, estimar el impacto de la depredación de la merluza bajacaliforniana sobre la langostilla (ton/día, ton/año), se integró información procedente de diferentes tipos de análisis. El análisis de contenido estomacal precisó la proporción de langostilla ingerida de acuerdo a la talla del depredador; el análisis bioenergético permitió estimar los requerimientos de consumo diario (energéticos y por ende de ingestión de alimento) por grupo de edad de la merluza; el análisis demográfico de la merluza dilucidó la estructura de edades promedio así como su patrón de crecimiento, necesario para el desarrollo del punto anterior; el análisis de las campañas de pesca exploratoria para estimar la biomasa instantánea del depredador en la plataforma continental occidental de Baja California Sur; el análisis demográfico de la langostilla permitió estimar su patrón de crecimiento, la estructura de edad, y precisar el peso medio de las mismas por grupo de edad y, así, determinar la biomasa por grupo de edad.

La composición de la dieta de la merluza bajacaliforniana fue determinada por Balart y Castro-Aguirre (1992a) basándose en el análisis de contenido estomacal de 405 especímenes recolectados mediante redes de arrastre a bordo del B.O. "El Puma" durante las campañas de julio 1989 y septiembre 1991 en la costa occidental de Baja California Sur (Fig. 2). Los arrastres se realizaron a profundidades de 50-200 m a una velocidad promedio de 3 nudos sobre sustratos arenosos indistintamente de la hora del día. El análisis de contenido estomacal se realizó globalmente

Balart y Castro-Aguirre

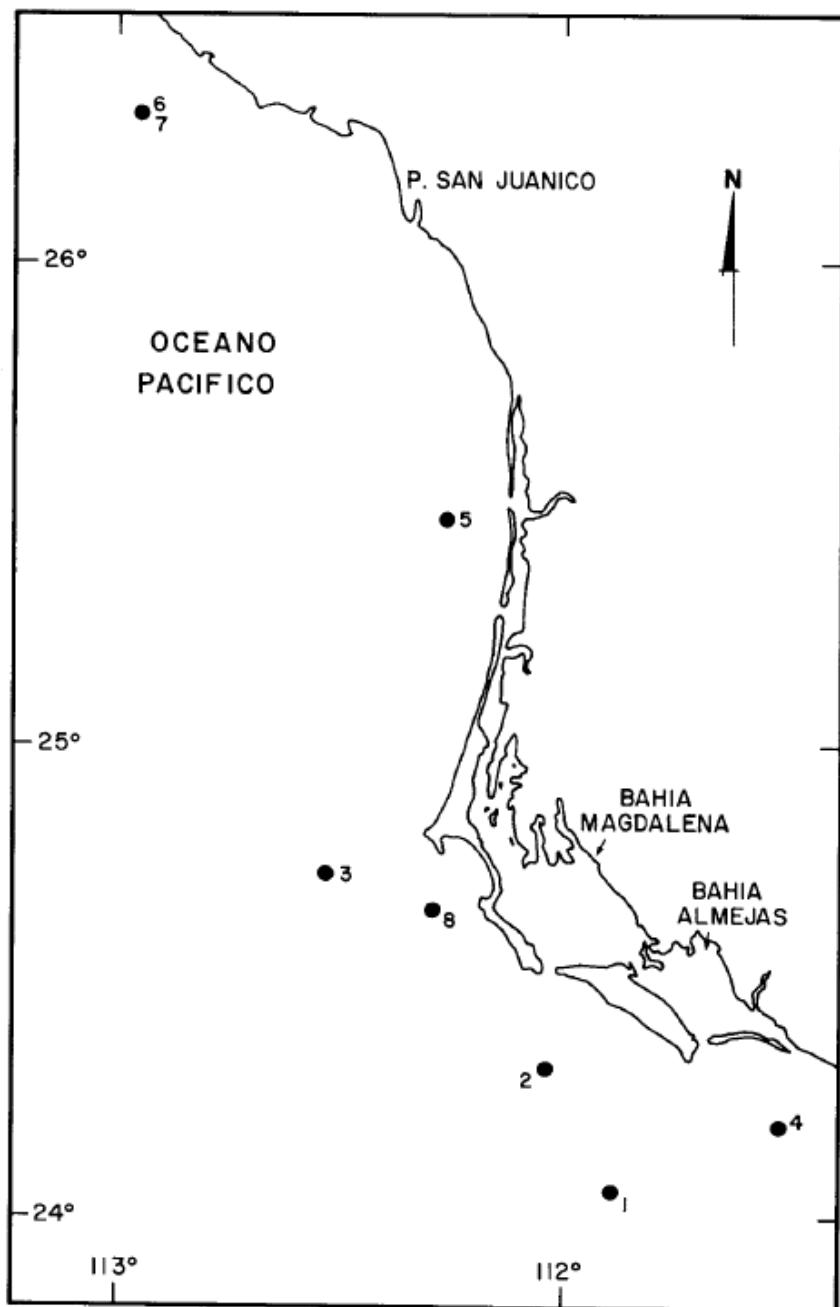


Figura 2. Área de estudio y estaciones de muestreo (círculos). 1-4: septiembre de 1991; 5-8: julio de 1989.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

para ambas campañas y, estratificado por tallas únicamente en las muestras de septiembre 1991. Las 4 clases de talla utilizadas corresponden, aproximadamente, a los intervalos de LP de los grupos de edad detectados para *M. angustimanus* (Balart y Castro-Aguirre, 1992b): I, < 150 mm; II, 150-192 mm; III, 193-224 mm; y IV+ > 224 mm. El peso húmedo de las presas (hasta 0.01 g) fue registrado sólo para las muestras de 1991. El peso húmedo (W) de la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, fue estimado basado en las siguientes ecuaciones proporcionadas por Aurioles-Gamboa (comunicación personal):

$$W = 0.00058 \text{ LC}^{2.57} \text{ (machos)} \quad W = 0.00330 \text{ LC}^{2.31} \text{ (hembras)}$$

donde LC corresponde a la longitud cefalotorácica en mm de la langostilla.

La composición de la dieta de cada clase fue caracterizada mediante el porcentaje del número total de presas (%N), porcentaje del total en peso (%W), y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO) con que cada presa fue encontrada en estómagos con alimento. A partir de esos valores se calculó un índice de importancia relativa (IRI) (Pinkas et al., 1971):

$$\text{IRI} = \% \text{FO} (\% \text{N} + \% \text{W}).$$

Balart y Castro-Aguirre (1992b) estimaron la estructura de edad promedio de la merluza bajacaliforniana basándose en muestras procedentes de 6 campañas (1988-1991). Para esto se determinó la edad de 1257 organismos mediante análisis de distribución de frecuencia acumulada de tallas y, para 428 individuos, por lectura de otolitos; asimismo se determinó la longitud y peso promedio-a-edad de cada grupo de edad.

Las existencias bentónicas, en términos de biomasa, de la población de merluza bajacaliforniana en la plataforma continental de B.C.S. fueron estimadas con el método de Alverson y Pereyra (1969) por Schmitter et al. (1992). Sus estimaciones preliminares, basadas en los resultados de las campañas de pesca exploratoria de 1988 a 1990 a bordo del B.O. "El Puma", fluctúan entre 230,000 toneladas como máximo y 151,000 como mínimo, considerándose para efectos prácticos la cantidad de 190,000 toneladas en este trabajo. Dicha cantidad, fue dividida entre los 4 grupos de edad utilizados en el análisis de contenido estomacal de acuerdo a la composición promedio determinada para la merluza.

Los requerimientos energéticos diarios de la merluza bajacaliforniana se estimaron siguiendo las formulaciones básicas propuestas por Francis (1983) para la merluza del Pacífico, *Merluccius productus*, a partir de los trabajos de Jones y Johnston (1977) y Sharp y Francis (1976):

$$\text{FE} = \text{GE} + \text{ME}$$

donde FE corresponde a la entrada energética de los alimentos (kcal/dt), GE a la demanda energética para crecimiento y reproducción (kcal/dt), y ME a la energía de mantención (kcal/dt).

$$\text{GE} = \text{GG}/\text{E}$$

donde GG corresponde al crecimiento bruto (g/dt) y E a la eficiencia del crecimiento bruto (g/kcal). El valor de GG varía temporal y espacialmente, decidiéndose usar los valores promedios calculados con base a 6 campañas (1988-

Balart y Castro-Aguirre

1991). Para el cálculo de E y ME se utilizaron las ecuaciones de Jones y Johnston (1977):

$$E = 0.79 w^{-0.15} \text{ y}$$

$$ME = (0.01904) DDT w^{0.8}$$

donde w corresponde al peso promedio para cada grupo de edad y DDT al número de dt por día. Francis (1983), basado en Sharp y Francis (1976) propone qué si 1 g peso húmedo de alimento es igual a 1 kcal, entonces

$$FC = FE$$

donde FC corresponde al peso fresco del alimento consumido (g/dt). Sin embargo, y en especial en el caso de la langostilla, esta equivalencia es poco realista. Por lo tanto se aplicó un factor de corrección (f.corr.) basado en el equivalente calórico utilizable de la langostilla de acuerdo a su peso, calculado de acuerdo a Smith et al. (1975):

$$Y = -145.58 + 365.8 Wlang$$

donde Y corresponde al contenido calórico utilizable y Wlang al peso húmedo de la langostilla. Así, para cada grupo de edad de merluza, se estimó el valor de Y de un gramo de langostilla del tamaño promedio normalmente consumido, previamente determinado en el análisis de contenido estomacal. Los requerimientos diarios de alimento por merluza, ya corregidos de acuerdo a la ecuación anterior, se denota como FCCcorr. en la tabla 6.

Como la época reproductiva de este crustáceo se sitúa entre noviembre y marzo (Boyd, 1962; Longhurst, 1968a; Gómez, 1990), se consideró la biomasa de invierno-primavera estimada por Auriolles-Gamboa (Capítulo 4) como punto de partida para el cálculo de la biomasa total, incluyendo la fase pelágica. Esta biomasa está conformada, prácticamente, por individuos de edad I en adelante, es decir, en edad reproductiva. El peso promedio de las langostillas en los arrastres de pesca exploratoria está cercano a 5 g (Auriolles-Gamboa, comunicación personal), por lo que el número de langostillas estimado para el período reproductivo es de aproximadamente 9.2×10^{10} . Considerando además que la proporción de hembras es, en promedio, de sólo 45.73 % (Serrano-Padilla, 1991), la proporción de hembras ovígeras reportadas para febrero 1989 (75.7 % en promedio) (Guzmán-Vizcarra y Auriolles-Gamboa, 1992), y una fecundidad promedio de 5,324 huevos (edad II, 2 puestas al año) (Serrano-Padilla, 1991), se estimó el número de huevos total (tabla 1). El análisis de distribución de frecuencia de tallas de la langostilla durante febrero 1989 permitió estimar la proporción de grupos de edades para la plataforma continental de B.C.S. Con esta información se hicieron estimados preliminares de supervivencia que fueron, a su vez, ajustados con la ecuación siguiente:

$$N = e^{(32.772 - 0.634 \times t)} \quad (r^2 = 99.99 \%)$$

donde N corresponde al número de individuos a la edad t (en meses). La biomasa de cada grupo de edad se calculó multiplicando el número de individuos de cada grupo de edad por el peso medio de la langostilla a esa edad. El peso medio de 4 a 23 meses se estimó de acuerdo a los incrementos en longitudcefalotorácica (en mm) medidos por Boyd (1962), y luego convertidos a peso (g). De 24 a 42 meses

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

se utilizaron nuestros propios estimados de peso-a-edad derivados de las tallas promedios y ajustados por la ecuación:

$$W = 0.419 + 0.299 t \quad (r^2 = 98.42\%)$$

donde W corresponde al peso medio de la langostilla a la edad t (en meses). La biomasa inicial, es decir, la del total de huevos, se determinó considerando que la masa ovígera de un individuo representa entre el 0.97 y 12 % de la masa corporal de la hembra (Serrano-Padilla, 1991). Para los cálculos se usó un valor intermedio de 6 %.

Tabla 1. Determinación del número total de huevos de langostilla durante la época reproductiva (noviembre-marzo).

| Área | Biomasa (ton) | Número individuos | Número hembras | No. hembras ovígeras | Número huevos |
|----------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Golfo de Ulloa | 3.2×10^5 | 6.4×10^{10} | 2.93×10^{10} | 2.22×10^{10} | 1.18×10^{14} |
| B. S. Vizcaíno | 1.4×10^5 | 2.8×10^{10} | 1.28×10^{10} | 9.69×10^9 | 5.16×10^{13} |
| Total | 4.7×10^5 | 9.2×10^{10} | 4.21×10^{10} | 3.19×10^{10} | 1.7×10^{14} |

Resultados

Revisión Bibliográfica.

Diversas observaciones sugieren que, efectivamente, la langostilla juega un papel importantísimo como intermediario energético en el sistema de la Corriente de California. La lista de depredadores va desde peces hasta aves y mamíferos marinos (Tabla 2). Destaca la variedad de hábitats en los que normalmente viven estos depredadores: especies costeras, demersales costeras y de mar afuera, de sustratos rocosos y fango-arenosos, y otras definitivamente pelágicas. Esto implica que la depredación cubre diferentes estadios de la langostilla y, por ende, diferentes estratos de la columna de agua.

Sin embargo, y así lo mencionan la mayoría de los autores, muchos de los casos presentados corresponden a localidades en las que el crustáceo no se distribuye normalmente, y parecen estar asociados a desplazamientos forzados por calentamientos anormales del océano. La revisión bibliográfica del tema reveló algunos casos de dudosa veracidad, como el de la ballena gris *Eschrichtius robustus* (Matthews, 1932), en que la evidencia no descansa en el análisis de contenido estomacal ni en el de las heces, sino en la interpretación de observaciones de su comportamiento y del color de su grasa.

Balart y Castro-Aguirre

Tabla 2. Sinopsis de organismos conocidos que depredan sobre la langostilla (Reportes durante calentamientos anormales denotados por un asterisco *).

| Espece | Localidad | Fuente |
|---------------------------------|---|------------------------------------|
| CHONDRICHTHYES | | |
| <i>Prionace glauca</i> | B.C.S. | Observación personal |
| <i>Raja binoculata</i> | B.C.S. | Observación personal |
| <i>Rhinobatos productus</i> | B.C.S. | Observación personal |
| OSTEICHTHYES | | |
| <i>Synodus lucioceps</i> | B.C.S. | Observación personal |
| <i>Thunnus albacares</i> | Sur de B.C. y B.C.S. | Alverson, 1963 |
| | Boca del Golfo de Cal. e Islas Revillagigedo | Ortega-García <i>et al.</i> , 1992 |
| <i>Thunnus alalunga</i> | Sur de California | McHugh, 1952 |
| * | | Bernard <i>et al.</i> , 1985 |
| <i>Katsuwonus pelamis</i> | Sur de B.C. y B.C.S. | Alverson, 1963 |
| * | Sur de California | Bernard <i>et al.</i> , 1985 |
| <i>Seriola dorsalis</i> | Islas Coronado, B.C. | Boyd, 1967 |
| * | California? | Craig, 1960 |
| <i>Paralabrax clathratus*</i> | Off La Jolla | Quast, 1959 |
| <i>Paralabrax nebulifer</i> | Off La Jolla | Quast, 1968 |
| <i>Oxyjulis californica*</i> | Off La Jolla | Quast, 1959 |
| <i>Pimelometapon pulchrum*</i> | Off La Jolla | Quast, 1968 |
| <i>Caulolatilus princeps</i> | Bahía de la Paz | Caraveo-Patiño, 1991 |
| <i>Prionotus albirostris</i> | B.C.S. | Schmitter-Soto, 1992 |
| <i>Prionotus stephanophrys</i> | B.C.S. | Schmitter-Soto, 1992 |
| <i>Sebastodes spp.*</i> | Off La Jolla | Quast, 1959 |
| <i>Sebastodes paucispinis*</i> | Off La Jolla | Boyd, 1967; Glynn, 1961 |
| <i>Sebastodes chlorostictus</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Sebastodes serranoides</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Sebastodes sericeps</i> | Off La Jolla | Quast, 1968 |
| <i>Sebastodes rubrivinctus*</i> | Off La Jolla | Boyd, 1967 |
| <i>Sebastodes vexillaris*</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Sebastodes miniatus*</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Sebastodes rosaceus*</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Scorpaena guttata*</i> | Off La Jolla | Quast, 1959 |
| <i>Cynoscion nobilis</i> | Islas Coronado, B.C. | Boyd, 1962, 1967 |
| <i>Ophiodon elongatus*</i> | Off La Jolla | Boyd, 1967; Glynn, 1961 |
| <i>Porichthys notatus</i> | B.C.S. | Observación personal |

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| <i>Hippoglossina stomata</i> | B.C.S. | Observación personal |
| AVES | | |
| <i>Larus heermanni*</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| <i>Larus occidentalis*</i> | Monterey, Cal. | Glynn, 1961 |
| | B.C.S. | Boyd, 1962 |
| <i>Pelecanus occidentalis</i> | B.C.S. | Boyd, 1962 |
| <i>Phalacrocorax sp.</i> | B.C.S. | Longhurst, 1967 |
| TESTUDINATA | | |
| <i>Caretta caretta gigas</i> | B.C.S. | Villanueva-Flores, 1991 |
| PINNIPEDIA | | |
| <i>Zalophus californianus</i> | B.C.S. | Boyd, 1962 |
| * | Golfo de California San Clemente Island, Cal. | Aurioles-Gamboa, 1988 Lowry <i>et al.</i> , 1990 |

Análisis de Contenido Estomacal.

El porcentaje de estómagos vacíos varió de 63.8 % para la campaña de julio 1989 a 48.3 % en septiembre 1991.

De modo global, tanto en julio 1989 como en septiembre 1991, el contenido estomacal consistió principalmente de crustáceos con un notable predominio de la langostilla; los peces y eufáusidos fueron las siguientes presas en importancia pero muy secundarios (Fig. 3).

El análisis estratificado de tallas (y de edad), sin embargo, demostró que el grado de utilización de la langostilla está relacionado con la talla del depredador (Tabla 3). El porcentaje de importancia de la langostilla en los estómagos varió de 78.93 % del IRI en el grupo de edad I, subió a 99.29 y 97.47 %IRI en los grupos de edad II y III, respectivamente, y el grupo de edad IV+ mostró hábitos ictiófagos importantes, por lo que el predominio de la langostilla en su alimentación bajó a 66.83% IRI.

A pesar de la similaridad en la dieta debido a la gran proporción de langostilla en la misma, se encontraron diferencias importantes en cuanto al tamaño, número, y consumo promedio de langostilla de acuerdo a la talla del depredador (Tabla 4).

Balart y Castro-Aguirre

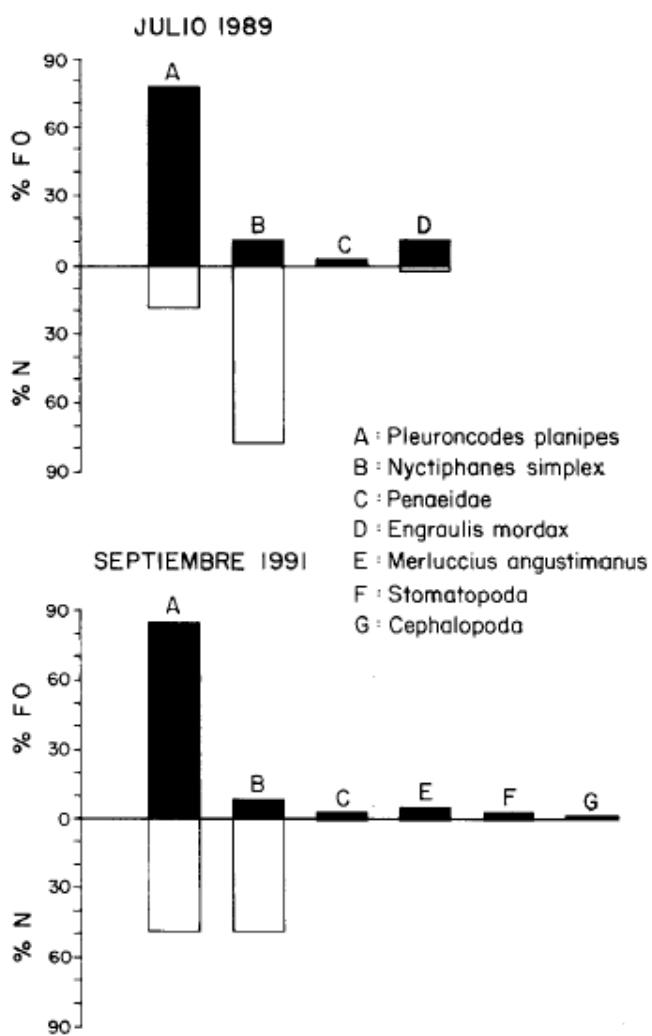


Figura 3. Porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO) y porcentaje del número total de presas (%N) del contenido estomacal de *M. angustimanus*, durante julio de 1989 y septiembre de 1991.

Los estómagos de las clases I y II presentan hasta 11 langostillas (Fig. 4), siendo 3.3 y 4.0 el número promedio respectivamente; las langostillas ingeridas fueron pequeñas (0.69 y 0.89 g en promedio, respectivamente), correspondiendo a juveniles que normalmente habitan en la columna de agua (Aurioles-Gamboa, 1992). Entre las clases III y IV⁺, sin embargo, el número de langostillas ingeridas rara vez excedió de una (Fig. 4) pero de mayor tamaño (Tabla 4); la depredación

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

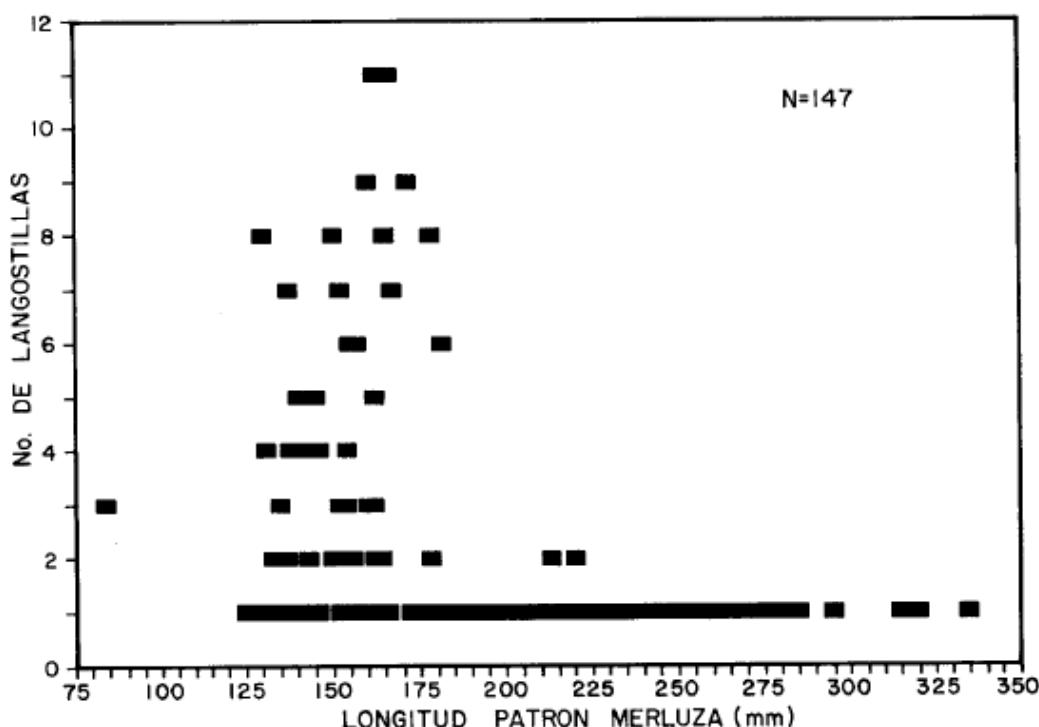


Figura 4. Número de langostillas ingeridas en función de la talla de la merluza, *M. angustimanus*. Datos de julio 1989 y septiembre 1991 combinados.

en estas clases se centra principalmente en langostillas subadultas o adultas de edad I, que viven suspendidas en la columna de agua pero cerca del fondo océanico (Aurioles-Gamboa, 1992). Los rangos de edad de la langostilla y proporción de la misma langostilla encontrada en los estómagos de la merluza de diferente grupos de edad se muestran en la Figura 5.

Composición Promedio de Tallas, Pesos, y Estructura de Edades de la Merluza.

Los resultados del análisis de estructura de edades y de tallas de la población bajacaliforniana de la merluza en la plataforma continental se resume en la Tabla 5. El grupo numéricamente predominante corresponde al de edad II, detectándose que el grupo de edad I no fue completamente reclutado mediante nuestras redes de arrastre. La talla de primera captura fue estimada en 101.5 mm LP por Castro-Aguirre *et al.* (en prensa). Sin embargo, en términos de biomasa, el grupo más importante corresponde al grupo de edad III. Las tallas y pesos promedio-a-edad

Balart y Castro-Aguirre

Tabla 3. Contribución e importancia de la langostilla en la dieta de *M. angustimanus* por clase de talla y edad durante septiembre de 1991.

| Intervalo de talla merluza (mm) | % FO | % N | % W | IRI | % IRI |
|---------------------------------------|------|------|------|-----------|-------|
| I : 150 | 67.8 | 22.1 | 92.2 | 7 749.54 | 78.93 |
| II : 150-192 | 91.1 | 81.6 | 89.6 | 15 596.32 | 99.29 |
| III : 193-224 | 87.5 | 88.9 | 80.4 | 14 813.75 | 97.47 |
| IV + > 224 | 66.7 | 57.1 | 38.9 | 6 403.20 | 66.83 |

Tabla 4. Comparación entre el número (NL) y consumo (WL) promedio de langostillas por merluza de cada grupo de edad, observado y calculado bioenergéticamente (WTLC, peso tipo de langostilla consumido por cada grupo de edad).

| Edad (años) | WTLC (g) | NLobs. | NLcalc. | WLobs. (g) | WLcalc. (g) |
|----------------|-------------|--------|---------|---------------|----------------|
| I | 0.69 | 3.30 | 3.46 | 2.27 | 2.59 |
| II | 0.89 | 4.00 | 3.69 | 3.56 | 3.66 |
| III | 2.74 | 1.10 | 0.95 | 3.01 | 3.25 |
| IV + | 2.96 | 1.00 | 0.48 | 2.96 | 3.64 |

indican que el crecimiento es más acelerado en los primeros años decreciendo sensiblemente después del tercer año de vida, aunque existe una amplia variación dentro de cada grupo.

Estimación de los Requerimientos Energéticos Diarios por Grupo de Edad.

Los parámetros de las formulaciones de Francis (1983) aplicados a la merluza bajacaliforniana se resumen en la Tabla 6. Los requerimientos diarios de alimento por merluza (FCcorr.), o su equivalente porcentual de consumo de su propio peso (%BWD), pueden considerarse aceptables si observamos la Tabla 4. La diferencia en consumo promedio de langostilla (en número y en peso) observado y calculado es bastante pequeña. Como era de esperarse, el %BWD decrece con la edad (y con el peso) de un 13.858 % en el grupo de edad I a 2.642 % en merluzas de edad IV +. El valor promedio de %BWD se sitúa por 6.572%.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

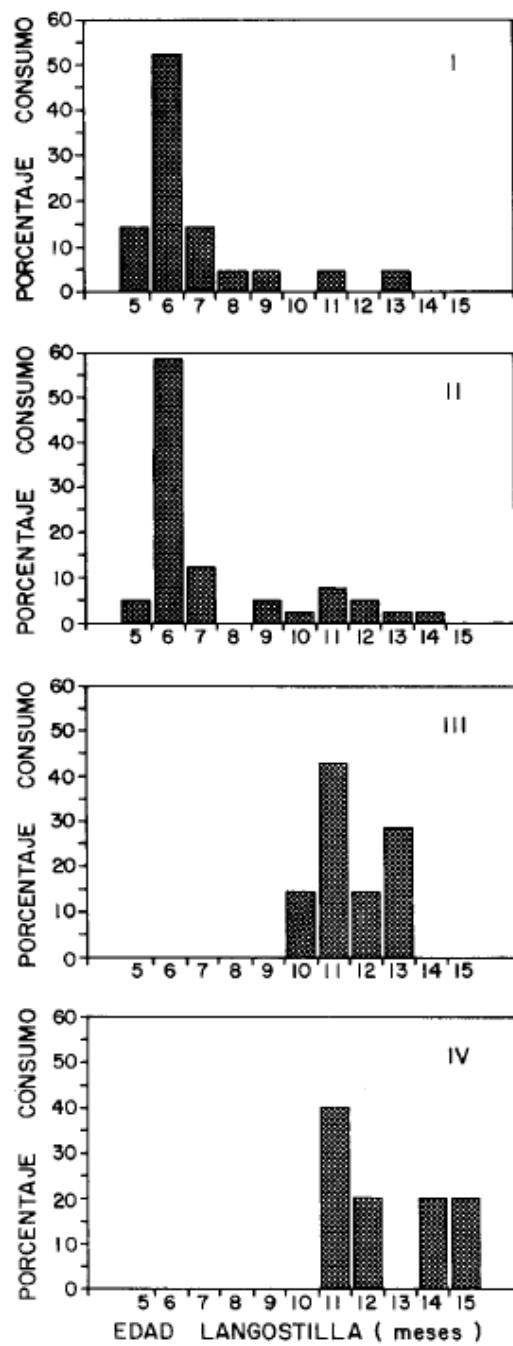


Figura 5. Distribución porcentual de langostilla (*P. planipes*) ingerida en función de su edad (meses) por cada grupo de edad del depredador, *M. angustimanus* (I a IV⁺).

Balart y Castro-Aguirre

Tabla 5. Estructura de edad promedio en número y biomasa, longitud patrón (LP) y peso (W) promedio-a-edad de la merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus*.

| Edad (años) | Proporción en número (%) | Proporción en biomasa (%) | LP (mm) | W (g) |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|------------|----------|
| I | 32.6 | 10.33 | 124.99 | 18.71 |
| II | 38.6 | 37.04 | 173.02 | 56.66 |
| III | 23.0 | 38.07 | 210.66 | 97.72 |
| IV | 4.0 | 9.34 | 236.93 | 137.81 |
| V ⁺ | 1.8 | 5.22 | 257.54* | 171.32* |

(*): valor estimado con el modelo de Von Bertalanffy.

Estimación del Consumo Diario y Anual de Langostilla de la Población Bajacaliforniana de *Merluccius angustimanus*.

Con los antecedentes ya reunidos podemos estimar el consumo de langostilla por parte de la merluza aplicando la siguiente formulación:

Consumo diario = Biomasa merluza x %BWD/100 x %Wlang/100
y cuyos resultados se muestran en la Tabla 7. Los grupos de edad I y II son los de mayor incidencia sobre el recurso langostilla, totalizando 6,581.9 ton diarias, es decir, consumen el 74.8 % del total poblacional. Suponiendo que la proporción de langostilla en la dieta de merluza, en peso (%W), permanece constante durante todo el año - dado que el análisis de contenido estomacal corresponde al período julio-septiembre - entonces el consumo anual ascendería a prácticamente 3 millones de toneladas de langostilla. El factor más sensible en la determinación del consumo poblacional de langostilla, sin embargo, corresponde a la estimación de la biomasa instantánea de la merluza; ligeras variaciones en el mismo se traducen en miles de toneladas de diferencia.

Composición Promedio de Pesos y Estructura de Edades de la Langostilla.

Los resultados del análisis de estructura de edades y de pesos-a-edad de la población bajacaliforniana de la langostilla en la plataforma continental se resume en la Tabla 8 y Figuras 6 y 7. El número poblacional decrece exponencialmente con la edad debido a la mortalidad, mientras que la biomasa alcanza su máximo a los 6 meses, cuando las pérdidas por mortalidad son compensadas por el crecimiento, decreciendo luego paulatinamente con la edad. El peso medio, por su parte,

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

presenta importantes variaciones en los primeros meses de edad, en que las tasas de incremento cambian sustancialmente.

La biomasa total de langostilla estimada es de aproximadamente 5,882,510 ton, de la cual el 93.78 % corresponde a la de 0-12 meses de edad. La estimación de Auriolles-Gamboa (capítulo 4) para el período invierno-primavera corresponde, aproximadamente y de acuerdo a los cálculos aquí realizados, al de la población entre 13.5 y 42 meses en la plataforma continental. Por otro lado, la estimación del número y biomasa poblacional puede considerarse subestimados si consideramos que existe una fracción de la población que migra al talud continental y que ya no regresa a la plataforma continental (Auriolles-Gamboa, 1992). Esta fracción de la población no ha sido determinada pero, indudablemente, aporta reproductivamente. Evidencia de su presencia en el talud ha sido presentada por Boyd (1960), Chávez y Padilla (1974), y Erhardt *et al.* (1982), quienes encontraron langostilla hasta 300 m, y Schulz (1976) hasta 500 m de profundidad.

Tabla 6. Valores promedios estimados de consumo diario en porcentaje de BWD para *M. angustimanus*, y de los parámetros de las ecuaciones de Francis (1983) aplicados. (Abreviaturas definidas en Materiales y Métodos).

| Edad (años) | W (g) | GG (g/d) | E (g/kcal) | GE (kcal/d) | ME (kcal/d) | FC (g/d) | f.corr. | FCcorr (g/d) | BWD (%) |
|-----------------|----------|-------------|---------------|----------------|----------------|-------------|---------|-----------------|------------|
| I | 18.71 | 0.104 | 0.51 | 0.204 | 0.198 | 0.402 | 6.45 | 2.593 | 13.858 |
| II | 56.66 | 0.112 | 0.43 | 0.260 | 0.481 | 0.741 | 4.94 | 3.661 | 6.461 |
| III | 97.72 | 0.110 | 0.40 | 0.275 | 0.744 | 1.019 | 3.19 | .251 | 3.327 |
| IV ⁺ | 137.81 | 0.067 | 0.38 | 0.176 | 0.980 | 1.156 | 3.15 | 3.641 | 2.642 |

Tabla 7. Estimación del consumo diario y anual de langostilla por parte de la merluza bajacaliforniana en la plataforma continental occidental de Baja California Sur. (Consumo diario = biomasa x %BWD/100 x %Wlang./100).

| Edad (años) | Biomasa (toneladas) | Merluza % | BWD % | Wlang. % | Consumo diario (toneladas) | Consumo anual (toneladas) |
|-----------------|------------------------|--------------|----------|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| I | 19,627 | 13.858 | 92.2 | 92.2 | 2,507.8 | 915,347.0 |
| II | 70,376 | 6.461 | 89.6 | 89.6 | 4,074.1 | 1 487,046.5 |
| III | 72,333 | 3.327 | 80.4 | 80.4 | 1,934.8 | 706,202.0 |
| IV ⁺ | 27,664 | 2.642 | 38.9 | 38.9 | 284.3 | 103,769.5 |
| Total | 190,000 | | | | 8,801.0 | 3 118,972.0 |

Balart y Castro-Aguirre

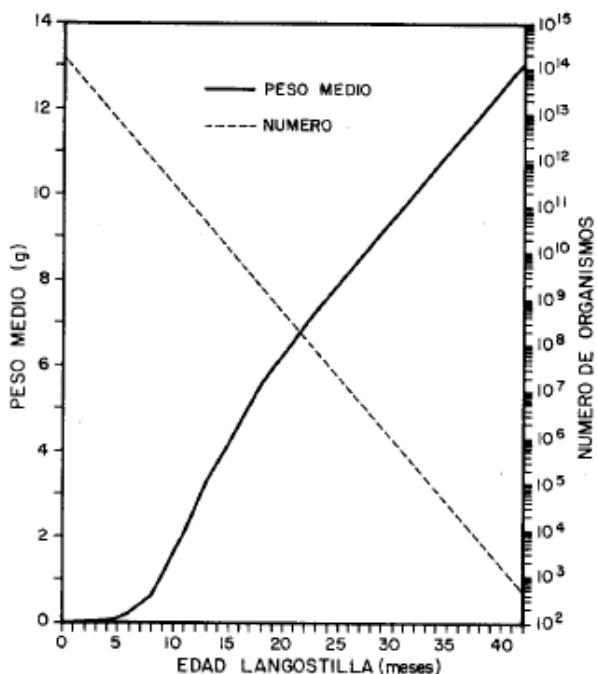


Figura 6. Peso medio y número total estimado de langostilla, *P. planipes*, en función de su edad.

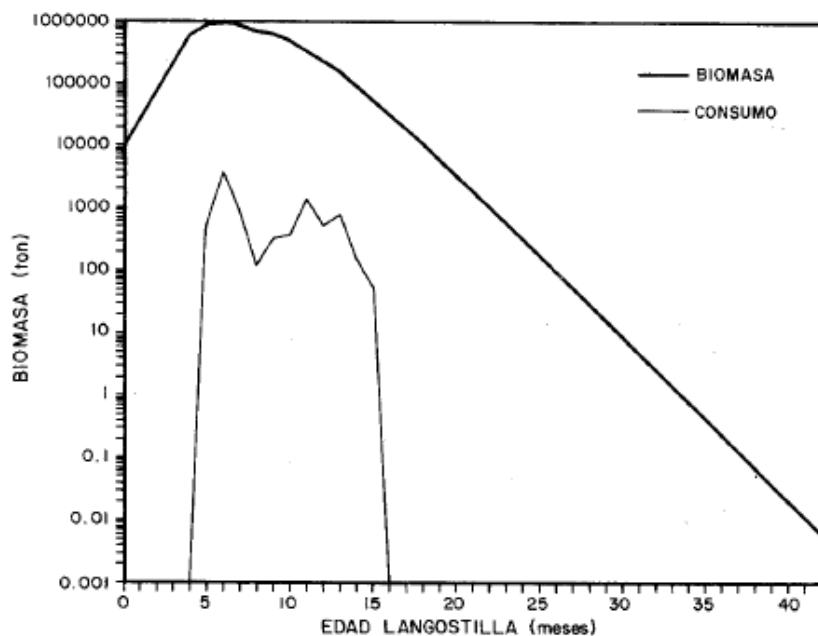


Figura 7. Distribución de la biomasa total estimada de langostilla y consumo diferencial por parte de *M. angustimanus*, en función de la edad de *P. planipes*.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

Tabla 8. Peso medio y estimados del número y biomasa poblacional de la langostilla, *Pleuroncodes planipes*, en la plataforma continental de B.C.S.

| Edad (meses) | Peso medio (g) | Número (miles) | Biomasa (ton) |
|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 0 | 0.000056 | 170,000,000,000 | 9,520.0 |
| 4 | 0.042 | 13,500,000,000 | 563,634.8 |
| 5 | 0.117 | 7,180,000,000 | 845,637.9 |
| 6 | 0.240 | 3,810,000,000 | 915,618.7 |
| 7 | 0.414 | 2,020,000,000 | 836,499.5 |
| 8 | 0.643 | 1,070,000,000 | 688,065.8 |
| 9 | 1.067 | 568,000,000 | 605,833.8 |
| 10 | 1.615 | 301,000,000 | 486,111.1 |
| 11 | 2.113 | 160,000,000 | 338,005.1 |
| 12 | 2.69 | 84,800,000 | 227,863.5 |
| 13 | 3.34 | 45,000,000 | 150,350.8 |
| 14 | 3.74 | 23,900,000 | 89,379.6 |
| 15 | 4.16 | 12,700,000 | 52,882.8 |
| 16 | 4.61 | 6,720,000 | 31,008.1 |
| 17 | 5.09 | 3,560,000 | 18,123.9 |
| 18 | 5.59 | 1,890,000 | 10,573.5 |
| 19 | 5.91 | 1,000,000 | 5,909.4 |
| 20 | 6.23 | 532,000 | 3,316.6 |
| 21 | 6.57 | 282,000 | 1,852.5 |
| 22 | 6.91 | 150,000 | 1,037.1 |
| 23 | 7.27 | 79,400 | 577.1 |
| 24 | 7.56 | 42,110 | 318.3 |
| 25 | 7.86 | 22,342.5 | 175.6 |
| 26 | 8.17 | 11,851.9 | 96.8 |
| 27 | 8.47 | 6,287.0 | 53.2 |
| 28 | 8.77 | 3,335.1 | 29.2 |
| 29 | 9.07 | 1,769.1 | 16.0 |
| 30 | 9.37 | 938.464 | 8.79 |
| 31 | 9.68 | 497.823 | 4.82 |
| 32 | 9.98 | 264.078 | 2.63 |
| 33 | 10.28 | 140.084 | 1.44 |
| 34 | 10.58 | 74.309 | 0.78 |
| 35 | 10.88 | 39.418 | 0.42 |
| 36 | 11.19 | 20.910 | 0.23 |
| 37 | 11.49 | 11.092 | 0.12 |
| 38 | 11.79 | 5.884 | 0.07 |
| 39 | 12.09 | 3.121 | 0.038 |
| 40 | 12.39 | 1.655 | 0.020 |
| 41 | 12.74 | 0.878 | 0.011 |
| 42 | 13.04 | 0.465 | 0.006 |

Discusión

Resulta notable la simplicidad de los hábitos alimentarios de la merluza bajacaliforniana. Únicamente siete presas-tipo fueron encontradas en este estudio, de las cuales 6 aparecen en septiembre y sólo 4 en julio, y en ambos muestreos con un claro predominio de la langostilla. En contraste, otras especies de merluza distribuidas frente a las costa occidental del continente americano, presentan un espectro trófico bastante más diversificado. La merluza del Pacífico, *M. productus*, consume de 16 a 31 presas diferentes en períodos similares, incluyendo cerca de 9 especies ícticas pero con predominio de los eufáusidos (Gotshall, 1969; Rexstad y Pikitch, 1986); la dieta de la merluza chilena, *M. gayi*, incluye 7 especies ícticas y varias especies de peneídos, estomatopodos, galatheídos (incluyendo langostilla) y eufáusidos, con predominio variable de los dos últimos (Inada, 1981; Arancibia *et al.* (1986); la merluza austral, *M. australis*, depreda principalmente sobre 6 especies ícticas además de estomatópodos, hyperídos, eufáusidos y bentos (Inada, 1981). Es probable que la alimentación de la merluza bajacaliforniana sea resultado de una larga historia de co-evolución con la langostilla, hipótesis que deberá ser estudiada en el futuro con mayores elementos de juicio.

El análisis del contenido estomacal demostró que la depredación de la merluza bajacaliforniana sobre la langostilla se concentra en los juveniles y, secundariamente, en los adultos del grupo de edad I. Desgraciadamente este punto no ha sido aclarado para otros depredadores de la langostilla como el atún aleta amarilla (Alverson, 1963; Ortega-García *et al.*, 1992), atún albacora (McHugh, 1952; Bernard *et al.*, 1985), y jurel aleta amarilla (Craig, 1960; Boyd, 1967), pero se podría inferir un patrón semejante considerando que son especies pelágicas que se alimentan en la columna de agua. Por otro lado, resultados similares fueron encontrados por Arancibia *et al.* (1986) en su estudio de la depredación de *Pleuroncodes monodon* por parte de la merluza chilena, en donde el 44 % del consumo recae en langostillas de edad 0, repartiéndose el resto entre ocho grupos de edad.

Los requerimientos de alimento de la merluza bajacaliforniana en relación a su propio peso (%BWD), son bastante altos si los comparamos con los reportados para otros gadiformes (Tabla 9). Sin embargo, hay que considerar que, en general, las demandas energéticas son proporcionales al tamaño del depredador en una relación de la forma aW^b (Peters, 1983).

El consumo diario de langostilla estimado para la merluza tal vez sea el más alto de entre los depredadores conocidos, aunque no tenemos análisis comparables para otras especies. Kato (1974), corrigiendo los cálculos de Longhurst (1968b), considera un consumo de 200 ton diarias para los 4 millones de atún aleta amarilla capturados por las flotas de U.S.A. y México en 1960 frente a las costas de Baja California. Un estimado del consumo de toda la población probablemente no eleve

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

Tabla 9. Estimados del consumo diario de algunas especies de gadiformes expresado en porcentaje de su propio peso (%BWD).

| Especie | | % BWD | Fuente |
|------------------------------|-----------|-------|------------------------------------|
| <i>Merluccius bilinearis</i> | 1964-1966 | 1.324 | Cohen <i>et al.</i> (1982), citado |
| | 1973-1975 | 1.342 | por Francis (1983) |
| <i>Merluccius productus</i> | w 336 | 1.094 | Francis (1983) |
| | w 594 | 0.939 | |
| | w 778 | 0.796 | |
| | w 880 | 0.713 | |
| <i>Merlangius merlangus</i> | w 363 | 0.715 | Jones y Johnston (1977) |
| | w 594 | 1.397 | |
| | w 987 | 1.134 | |
| | w 648 | 1.136 | |
| <i>Gadus morhua</i> | 1964-1966 | 0.777 | Cohen <i>et al.</i> (1982), citado |
| | 1973-1975 | 0.904 | por Francis (1983) |

la cifra sobre 5,000 ton. Uno de los motivos que nos llevan a pensar en una depredación inferior a la de merluza, es la mayor diversificación de los hábitos de otros depredadores, además de la inexistencia de poblaciones féticas importantes co-existiendo en el área de distribución de la langostilla, con la excepción de la trigla coronada (*Prionotus stephanophrys*) y el chilillo (*Synodus lucioceps*). La primera, si bien consume langostilla, tiene una frecuencia de ocurrencia de sólo 16.14 % y corresponde al 49.31 % en volumen (Schmitter, 1992). El chilillo, por otra parte, es eminentemente ictiófago, y rara vez fue detectada langostilla en su estómago (observación personal).

El impacto de la merluza bajacaliforniana sobre la langostilla requiere de una cuidadosa evaluación. Si consideramos las estimaciones de abundancia de la langostilla, principalmente bentónica (Aurioles-Gamboa, Capítulo 5), el consumo diario de la merluza corresponde a casi el 3% en invierno-primavera y sube a un 5% para el período verano-otoño. Sin embargo estas figuras no son reales dado que el consumo de langostilla es diferencial, no sólo en cuanto a porcentaje de consumo de la misma con el aumento de talla de la merluza, sino, lo que es más importante analíticamente, en cuanto al peso y edad de la presa. En efecto, la merluza del grupo de edad I, aunque consume langostilla entre 0.12 y 3.34 g de peso (entre 5 y 13 meses de edad), muestra preferencia por la de 6 a 7 meses (peso medio entr 0.24 y 0.64 g) (Fig. 5). Un patrón semejante se observa en la merluza del grupo de edad 2, aunque ésta incluye, además, langostilla de 14 meses (w = 3.74 g). Las merluzas del grupo de edad III y IV⁺ desplazan sus preferencias hacia langostillas de mayor talla, entre

10 y 15 meses de edad ($w = 1.61$ y 4.16 g respectivamente), aunque el consumo se centra sobre la de 11 meses, con un peso medio de 2.11 g (Fig. 5). Esta apreciación nos permite desglosar el consumo diario de langostilla de manera bastante más realista, y por ende, evaluar el impacto de modo más objetivo (Fig. 7). La tabla 10 demuestra que, porcentualmente, el impacto es mayor sobre la langostilla de 6, 11 y 13 meses, ya que el consumo representa un 0.40, 0.40 y 0.51 % de la biomasa de langostilla existente y disponible en la columna de agua para esas edades. De la misma manera, estas consideraciones reducen los estimados de consumo diario a 0.17 % de la biomasa disponible de langostilla entre 5 y 15 meses de edad. La extrapolación de estos estimados a escala anual, que ha de verificarse con estudios de contenido estomacal en otras épocas del año, implicaría un consumo del 61.35 % de las existencias de langostillas entre 5 y 15 meses de edad. Futuras investigaciones en el talud continental permitirán cuantificar el grado de subestimación de la biomasa pelágica de langostilla estimada en este trabajo, aportando un factor de corrección a esta evaluación preliminar del impacto por depredación por parte de la merluza.

Tabla 10. Consumo diario e impacto diferencial (I) sobre la langostilla por merluza bajacaliforniana. (I = Consumo/Biomasa langostilla a edad x 100).

| Langostilla edad (meses) | Consumo I (ton) | Consumo por II (ton) | Grupo de III (ton) | Edad IV ⁺ (ton) | Consumo Total (ton) | Impacto (I) (%) |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 5 | 356.1 | 199.6 | 0.0 | 0.0 | 555.7 | 0.066 |
| 6 | 1,311.5 | 2,383.4 | 0.0 | 0.0 | 3,694.9 | 0.404 |
| 7 | 358.6 | 497.0 | 0.0 | 0.0 | 855.6 | 0.102 |
| 8 | 120.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 120.4 | 0.017 |
| 9 | 120.4 | 199.6 | 0.0 | 0.0 | 320.0 | 0.053 |
| 10 | 0.0 | 97.8 | 276.7 | 0.0 | 374.5 | 0.077 |
| 11 | 120.4 | 301.5 | 828.1 | 113.7 | 1,363.7 | 0.403 |
| 12 | 0.0 | 199.6 | 276.7 | 56.9 | 533.2 | 0.234 |
| 13 | 120.4 | 97.8 | 553.3 | 0.0 | 771.5 | 0.513 |
| 14 | 0.0 | 97.8 | 0.0 | 56.9 | 154.6 | 0.173 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 56.9 | 56.9 | 0.108 |
| Total | 2,507.8 | 4,074.1 | 1,934.8 | 284.4 | 8,801.0 | 0.168 |

Conclusiones

1. La langostilla constituye la presa más frecuente e importante en peso en la dieta de la merluza bajacaliforniana.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

2. La importancia de la langostilla en la dieta de la merluza cambia con la edad y talla del depredador desde un 99 a 67 % de IRI.
3. La predación de la merluza se centra sobre la langostilla en su fase pelágica de 5 a 15 meses de edad, aunque el énfasis recae en las de 6, 11 y 13 meses.
4. El consumo diario de langostilla por parte de la merluza en la plataforma continental de B.C.S. se estima en 8 801 toneladas.
5. El consumo diario de langostilla por parte de la merluza representa el 0.17 % de la biomasa disponible entre 5 y 15 meses de edad.
6. La extrapolación de los resultados a una base anual implicaría un impacto del 61.35 % de la biomasa de langostilla entre 5 y 15 meses de edad.

Agradecimientos

Al Dr. David Auriolles Gamboa por sus atinadas sugerencias para la elaboración de este capítulo, comunicación de información inédita, y revisión crítica del texto. A todos nuestros compañeros de crucero y tripulación del B.O. "El Puma" por su colaboración en las labores de campo.

Literatura Citada

- Alverson, F. 1963. The food of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 7: 295-367.
- Alverson, D.L. y W.T. Pereyra, 1969. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean -an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J. Fish. Res. Bd. Canada 26: 1985-2001.
- Arancibia, H. E., J. Toro, V. Fernández, y R. Meléndez. 1986. Estimación de la mortalidad por predación del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por la merluza común (*Merluccius gayi*) en el área 35°45'S - 37°10'S. p. 57-67. En: P. Arana [ed.], La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso.
- Auriolles-Gamboa, D. 1988. Behavioral ecology of California sea lions in the Gulf of California. Ph.D. Tesis, Univ. of California, Santa Cruz, Calif. 175 p.
- Auriolles-Gamboa, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, México. Fish. Bull. U.S. 89: 701-706.
- Auriolles-Gamboa, D. 1992. Inshore-offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. Crustaceana 62: 71-84.
- Avilés-Torres, S., D. Auriolles-Gamboa, y J.L. Castro-Aguirre. 1992. Efecto estacional de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) en la diversidad de los peces teleósteos de fondos blandos de la plataforma continental en el Pacífico de Baja California Sur. p.6. Programa y Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología, Oaxtepec, Mor., México.

Balart y Castro-Aguirre

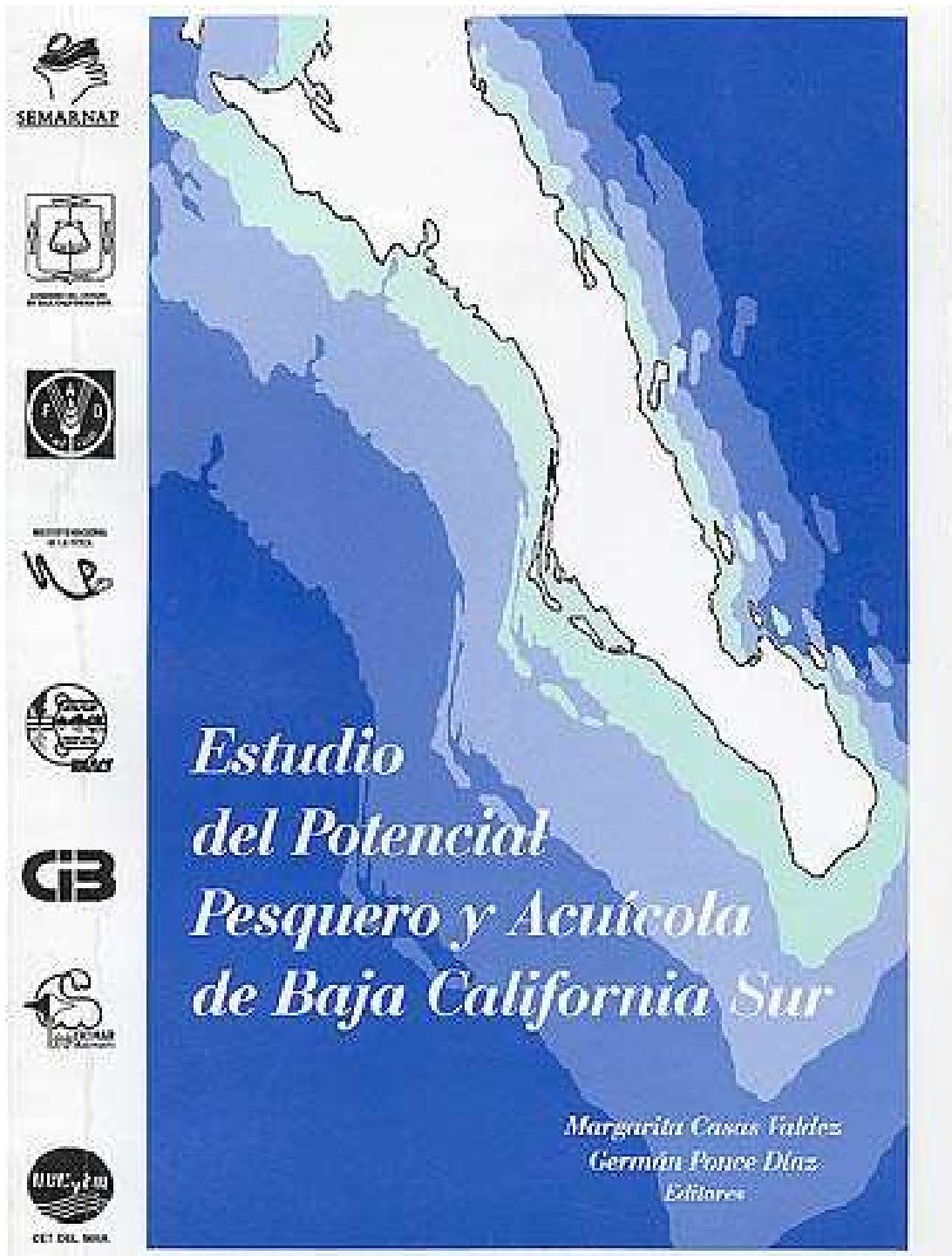
- Balart, E.F. y J.L. Castro-Aguirre, 1992a. Hábitos alimenticios de la merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus*, en la costa occidental de Baja California Sur, México. p. 68. Programa y Resúmenes del IX Simposium Internacional de Biología Marina, La Paz, B.C.S., México.
- Balart, E.F. y J.L. Castro-Aguirre, 1992b. Edad y crecimiento de la merluza bajacaliforniana, *Merluccius angustimanus*, en la costa occidental de Baja California Sur, México. p. 23. Programa y Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología, Oaxtepec, Mor., México.
- Balart, E.F. y J.L. Castro-Aguirre, 1992c. Aspectos reproductivos de *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur, México. p. 36. Programa y Resúmenes del III Congreso Nacional de Ictiología, Oaxtepec, Mor., México.
- Bernard, H. J., J. B. Hedgepeth y S. B. Reilly. 1985. Stomach contents of albacore, skipjack, and bonito caught off southern California during summer 1983. CalCOFI Rept. 26: 175-182.
- Blackburn, M. 1977. Temporal changes in pelagic biomass of *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off Baja California, México. Crustaceana 32: 172-184.
- Blackburn, M. y R. E. Thorne. 1974. Composition, biomass and distribution of pelagic nekton in a coastal upwelling area off Baja California, Mexico. Tethys 6: 281-290.
- Boyd, C. M. 1962. Distribution, trophic relationships, growth, and respiration of a marine decapod crustacean *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Galatheidae). Ph.D. Thesis. Univ. California, San Diego, Calif. 123 p.
- Boyd, C. M. 1967. The benthic and pelagic habitats of the red crab, *Pleuroncodes planipes*. Pacific Science 21: 394-403.
- Caraveo-Patiño, J. 1991. Hábitos alimenticios de la "pierna", *Caulolatilus princeps* Jenyns, 1842 (Pisces: Branchiostegidae) Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis Profesional. Univ. Autón. de Baja California Sur, La Paz, B.C.S. 75 p.
- Castro-Aguirre, J.L., E. Guzmán-Vizcarra, J.J. Schmitter-Soto, y E.F. Balart. (en prensa). Merluza. En: J. L. Castro-Aguirre [ed.], Recursos pesqueros de fondo del Pacífico Sudcaliforniano. Publicación Especial del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Chávez, H. y R. Padilla. 1974. Informe de las actividades de pesca exploratoria efectuados con el Barco "Louis Caubriere" en aguas nacionales del Pacífico, durante 1968 y 1969. INP/SI, 122: 1-32.
- Cohen, E.B., M.D. Grosslen, M.P. Sissenwine, F. Stenmle, y W.R. Wright. 1982. Energy budget of George's Bank. p. 95-107. En: M.C. Mercer [ed.], Multispecies approaches to fisheries management advice. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 59.
- Craig, W. L. 1960. Food and feeding. p. 35-45. En: Baxter, J. L. [ed.], A study of the yellowtail *Seriola dorsalis* (Gill). Dep. Fish Game, Fish Bull. 110.
- Ehrhardt, N.M., E. Ramírez, P. Aguilera, P. Jacquemin, M. Lozano e I. Romo. 1982. Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de fondo en la plataforma continental de la costa occidental de la península de Baja California, México, durante 1979 y 1980. Instituto Nacional de Pesca, Serie Científica, 23: 10-46.
- Francis, R.C. 1983. Population and trophic dynamics of Pacific hake (*Merluccius productus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1925-1943.

IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE LA LANGOSTILLA

- Glynn, P. W. 1961. The first recorded mass stranding of pelagic red crab, *Pleuroncodes planipes*, at Monterrey Bay, California, since 1859, with notes on their biology. Calif. Fish Game 47: 97-101.
- Gómez, G.J. 1990. Variación de la distribución y abundancia de los estadios planctónicos de *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Galatheidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Univ. Autón. de Baja California Sur, B.C.S., México. 75 p.
- Gotshall, D. W. 1969. Stomach contents of Pacific hake and arrowtooth flounder from northern California. Calif. Fish Game 55: 75-82.
- Guzmán-Vizcarra, E. y D. Auriolos-Gamboa. 1992. Variación invierno-verano en la distribución por tallas, sexos y densidad promedio de la langostilla (*Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860) en la costa occidental de Baja California. Proc. San Diego Soc. Nat. Hist. (21): 1-8.
- Inada, T. 1981. Studies on the merlucciid fishes. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. (18): 1-172.
- Jones, R. y C. Johnston. 1977. Growth, reproduction and mortality in gadoid fish species. p. 37-62. En: J.H. Steele [ed.], Fisheries mathematics. Academic Press, New York, NY.
- Kato, S. 1974. Development of the pelagic red crab (Galatheidae, *Pleuroncodes planipes*) fishery in the eastern Pacific Ocean. Marine Fisheries Review 36:1-9.
- Longhurst, A.R. 1967. The pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea, Galatheidae) in the California Current. CalCOFI Rept. 11: 142-154.
- Longhurst, A.R. 1968a. Distribution of the larvae of *Pleuroncodes planipes* in the California current. Limnology and Oceanography 13: 143-155.
- Longhurst, A.R. 1968b. The biology of mass occurrences of galatheid crustaceans and their utilization as a fisheries resource. FAO Fish. Rep. 57: 95-110.
- Longhurst, A.R. 1969. Pelagic invertebrate resources of the California Current. Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rept. 13: 60-62.
- Longhurst, A.R., C.J. Lorenzen, y W.H. Thomas. 1967. The role of pelagic crabs in the grazing of phytoplankton off Baja California. Ecology 48: 190-200.
- Lowry, M. S., C. W. Oliver, C. Macky, y J. B. Wexler. 1990. Food habits of California sea lions *Zalophus californianus* at San Clemente Island, California, 1981-86. Fish. Bull. U.S. 88: 509-521.
- McHugh, J.L. 1952. The food of albacore (*Gerimo alalunga*) off California and Baja California. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 6: 161-172.
- Matthews, L.H. 1932. Lobster-krill, anomuran Crustacea that are the food of whales. Discovery Rep. 5: 467-484.
- Ortega-García, S., F. Galván-Magaña y J. Arvizu-Martínez. 1992. Actividad de la flota atunera mexicana de cerco y el comportamiento alimenticio del atún aleta amarilla. Ciencias Marinas 18: 139-149.
- Peters, R. H. 1983. The ecological implications of body size. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant, y I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull. 152: 1-105.
- Quast, J.C. 1968. Observations on the food of the kelp-bed fishes. p.109-142. En: North, W.J. y C.L. Hubbs [eds.], Utilization of kelp-bed resources in southern California. Dep. Fish Game, Fish Bull. 139.
- Rexstad, E.A. y E.K. Pikitch. 1986. Stomach contents and food consumption estimates of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fish. Bull. U.S. 84: 947-956.

Balart y Castro-Aguirre

- Schmitter-Soto, J.J. 1992. Aspectos autoccológicos de los Triglidae (Pisces: Scorpaeniformes) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de maestría, CICIMAR-IPN, B.C.S. 102 p.
- Schmitter-Soto, J.J., E. Guzmán-Vizcarra, J.L. Castro-Aguirre y E.F. Balart. 1992. Distribución y abundancia de la merluza (Pisces: Merlucciidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México. p. 38. Programa y Resúmenes del IX Simposium Internacional de Biología Marina, La Paz, B.C.S., México.
- Seulz, H. 1976. Results of the "MEXAL" program: *Pleuroncodes planipes* (Stimpson), the bottom trawl catches of the Research Vessels "Bonn" and "Weser". Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Hamburg, Institut für Seefischerei, 4 pp.
- Serrano-Padilla, A. V. 1991. Aspectos reproductivos de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Decapoda: Galatheidae). Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, B.C.S. 88 p.
- Sharp, G.D. y R.C. Francis. 1976. An energetic model for the exploited yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, population in the eastern Pacific Ocean. Fish. Bull. U.S. 74: 36-51.
- Smith, K.L., G.R. Harrison, G.T. Rowe, y C.H. Clifford. 1975. Respiration and chemical composition of *Pleuroncodes planipes* (Decapoda: Galatheidae): energetic significance in an upwelling system. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1607-1612.
- Villanueva-Flores, D. 1991. La tortuga perla *Caretta caretta gigas* (Deraniyagala, 1939) en la costa del Pacífico de Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura, Univ. Autón. de Baja California Sur, La Paz, B.C.S. 50 p.



Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur

Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz
Editores

Volumen I



Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Gobierno del Estado de Baja California Sur. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Centro de Estudios Tecnológicos del Mar.

Diseño gráfico: Edgar Yuen Sánchez y Margarita Casas Valdez
Cuidado de la edición: Edgar Yuen Sánchez, Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz
Editores de estilo: Enrique Arturo González Navarro, Jon Elorduy Garay y Eduardo F. Balart
Diseño de la portada y dibujos: Oscar Armendáriz Ruiz
Cuidado de la impresión: Margarito Rodríguez Alvarez, Rubén Andrade Velázquez y Santiago Rodríguez Alvarez
Uniformización de la primera versión: Sergio Francisco Martínez Díaz

ISBN 158-968-6837-16-7

Las ilustraciones de *Thunnus albacares* (página 354), *Katsuwonus pelamis* (página 359), *Sarda chiliensis* y *S. orientalis* (página 366), del capítulo Pesquería de Atún, fueron tomadas de FAO species catalogue, Vol. 2. Scombris of the world. FAO, 1983; con autorización de la FAO, No. A85.96.

Las ilustraciones de marlin rayado (página 392), marlin azul (página 393) y pez vela (página 394), del capítulo Pesquería Deportivo-Recreativa, fueron tomadas de FAO species catalogue, Vol. 5. Billfishes of the world. FAO, 1985; con autorización de la FAO, No. A85.96.

D.R. @ 1996.

Primera reimpresión 1999

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México

CONTENIDO

VOLUMEN I

| | |
|---|-----|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| <i>Margarita Casas Valdez, Germán Ponce Díaz, Alfredo Hernández Llamas, Miguel Angel Ojeda Ruiz de la Peña, Felipe Galván Magaña, Evangelina Guzmán Vizcarra, Sergio Hernández Vázquez, Alfonso Vélez Barajas y Aurelio Sui-Qui</i> | |
| PESQUERÍA DE ABULÓN | 15 |
| <i>Gilberto León Carballo y Margarita Muciño Diaz</i> | |
| PESQUERÍA DE CARACOL PANOCCHA | 43 |
| <i>Jaime Singh Cabanillas</i> | |
| PESQUERÍA DE ALMEJA PISMO | 59 |
| <i>José Antonio Massó Rojas y María del Carmen Fajardo León</i> | |
| PESQUERÍA DE ALMEJA CATARINA | 71 |
| <i>José Antonio Massó Rojas</i> | |
| PESQUERÍA DE ALMEJA MANO DE LEÓN <i>Lyropecten subnodosus</i> | 87 |
| <i>Rodolfo Morales Hernández y Carlos Cáceres Martínez</i> | |
| PESQUERÍA DE HACHA | 101 |
| <i>José Alfonso Vélez Barajas y Mª del Carmen Fajardo León</i> | |
| PESQUERÍA DE OSTIÓN DE PIEDRA | 113 |
| <i>José Alfonso Vélez Barajas</i> | |
| PESQUERÍA DE ALMEJA PATA DE MULA | 121 |
| <i>Ramón Hernández Valenzuela</i> | |
| PESQUERÍA DE CALAMAR GIGANTE <i>Dosidicus gigas</i> | 127 |
| <i>Alexander Klett Traulsen</i> | |
| PESQUERÍA DE PEPINO DE MAR | 151 |
| <i>Ma. del Carmen Fajardo León y Alfonso Vélez Barajas</i> | |
| RECURSO LANGOSTILLA | 167 |
| <i>Eduardo F. Balart</i> | |
| RECURSO CANGREJO | 181 |
| <i>Jesús Fiol Ortiz y José Luis Cervantes Diaz</i> | |
| PESQUERÍA DE CAMARÓN | 187 |
| <i>J. Antonio García Borbón, Eduardo F. Balart, José de Jesús Gallo y Pablo A. Loreto Campos</i> | |
| PESQUERÍA DE JAIBA | 207 |
| <i>Pedro G. González Ramírez, J. Antonio García Borbón y Pablo A. Loreto Campos</i> | |
| PESQUERÍA DE LANGOSTA <i>Panulirus spp</i> | 227 |

| | |
|---|-----|
| <i>Armando Vega Velázquez, Gerónimo Espinoza Castro y Carlos Gómez Rojo</i> | |
| RECURSO MERLUZA | 263 |
| <i>Eduardo F. Balart</i> | |
| PESQUERÍA DE LENGUADOS | 273 |
| <i>Eduardo F. Balart</i> | |
| PESQUERÍA DE ESCAMA..... | 287 |
| <i>Mauricio Ramírez Rodríguez</i> | |
| PESQUERÍA DE TIBURÓN Y CAZÓN..... | 305 |
| <i>Carlos J. Villavicencio Garayzar</i> | |
| PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES (SARDINAS Y ANCHOVETAS)..... | 317 |
| <i>Rubén Rodríguez Sánchez, Sergio Hernández Vazquez, Daniel Lluch Belda, Roberto Félix Uraga, Sofía Ortega García, Alejandro Villa Arce, Germán Ponce Díaz y Daniel Lluch Cota</i> | |

Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur
Casas Valdez, M. y G. Ponce Díaz (eds.). 1996.

RECURSO MERLUZA

Eduardo F. Balart

RESUMEN

La merluza es un recurso inexplorado en el estado de Baja California Sur, aunque se conoce la presencia de dos especies, la enana y la del Pacífico. Esta última ha sido objeto de explotación desde 1966 en las costas de E.U.A. y Canadá, existiendo una rica bibliografía documentando su biología y ecología. De la merluza enana, por el contrario, recientemente ha comenzado su investigación. Las estimaciones de la biomasa de la merluza enana en la plataforma continental de la costa oeste del Estado son contradictorias, variando de 5378-8953 t (mínimo y máximo) al intervalo de 151000-230000t; es probable que su biomasa instantánea no supere las 50000 t. Sus rendimientos anuales de captura potencial no han sido evaluados globalmente, aunque se dispone de información acerca de los rendimientos promedios por grado de latitud para los dos semestres del año. Estimaciones de las existencias de merluza del Pacífico fluctúan entre 1.3 y 1.96 millones de t, de las cuales sólo el 1% corresponden a aguas mexicanas, especialmente en el norte del vecino estado de Baja California. Regularmente los adultos más grandes migran durante el otoño hacia las costas de California, Baja California y Baja California Sur (hasta Bahía Magdalena-Almejas) para reproducirse, por lo que sólo una fracción del recurso merluza del Pacífico se encuentra disponible. La explotación de dicha fracción implicaría un manejo compartido internacionalmente así como una adecuación de la flota dadas las profundidades en que frecuentemente ocurre. La explotación de la merluza enana implicaría precisar su potencial real, y ligar su pesquería a la de langostilla, especie con quien comparte casi todo su ámbito de distribución y requerimientos de captura. Prácticamente todas las especies de merluza son explotadas en el mundo, siendo reducidas para fabricación de alimento animal, extracción de aceite con fines diversos, y consumo humano en diferentes presentaciones (entera, filetes congelados, surimi, etc.), siendo necesario evaluar mercados y costos para las posibilidades que ofrece este recurso en el Estado.

I. CARACTERÍSTICAS ACTUALES

I.A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RECURSO

La merluza es un recurso inexplorado en el estado de Baja California Sur, aunque está bien documentada la presencia de dos especies (merluza enana, *Merluccius angustimanus* y merluza del Pacífico, *M. productus*), principalmente en la costa occidental del Estado (Vrooman y Paloma, 1977; Inada, 1981, 1995; Ehrhardt *et al.*, 1982; Cohen *et al.*, 1990; Schmitter-Soto *et al.*, 1992; Balart y Castro-Aguirre, 1995) y la presencia de una tercera, *M. hermanezi*, es postulada por Mathews (1985), para la porción norte del Golfo de California que bien pudiera alcanzar la vertiente este del Estado. La merluza del Pacífico, sin embargo, ha sido objeto de una pesquería formal desde 1966 en las costas de E.U.A. y Canadá, utilizando redes de arrastre de fondo y de media agua (Bailey *et al.*, 1982; Cohen *et al.*, 1990; Inada, 1995), alcanzando los desembarcos registrados para 1987, casi 300 mil toneladas. Las capturas han sido destinadas a la fabricación de alimento para animales, obtención de aceite y congelados enteros o en filetes para consumo humano. Asimismo y aparentemente de modo incidental, también ha sido capturada en la costa occidental de Baja California y Baja California Sur, como lo indican algunos registros esporádicos en las estadísticas de Pesca (1976: 1.03 t; 1977: 392 kg; 1978: 225 kg; 1994: 53 kg).

I.B. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL RECURSO

De las especies de merluza presentes en aguas del Estado, la mejor documentada es la merluza del Pacífico debido a la importancia pesquera que posee en Estados Unidos de América. Esta merluza se encuentra asociada a la zona costera del sistema de la corriente de California. En otoño migra desde sus áreas de alimentación del Pacífico nororiental, en las costas de Canadá, para desovar en invierno mar afuera, frente a las costas de la parte sur de California y Baja California (Bailey *et al.*, 1982). En primavera y verano, los adultos migran al norte alcanzando la Isla de Vancouver, mientras que los juveniles permanecen cercanos al área de desove. Los adultos, sin embargo, también muestran un comportamiento migratorio costa-océano, concentrándose sobre el talud continental en primavera e inicios del verano (Ermakov, 1974; Bailey *et al.*, 1982). Las hembras de esta especie maduran y desovan a los 3-4 años con tallas de 34-40 cm (Best, 1963; Bailey *et al.*, 1982). Los ovarios maduros contienen de 80 a 600 huevos como moda avanzada por gramo de peso húmedo de ovario, representando este último cerca del 8% del peso corporal de las hembras desovantes (MacGregor, 1966; Bailey *et al.*, 1982). Aunque el desove ocurre entre los 130 y 500 m de profundidad, los huevos y larvas se distribuyen entre los 40-60 m, cerca de la base de la capa de mezcla (Bailey *et al.*, 1982). El alimento principal de los juveniles de 1-3 años consiste de copépodos y euphausidos, mientras que los adultos consumen una gran cantidad de presas que incluye peces como la anchoveta, varias especies de lenguados, etc., (incluido el canibalismo), moluscos como almejas y calamares, euphausidos y camarones, aunque la dieta parece variar de acuerdo al área geográfica ocupada (Alton y Nelson, 1970; Inada, 1981; Rexstad y Pikitch, 1986). El crecimiento de la merluza del Pacífico ha sido documentado en diferentes áreas por diversos autores (i.e., Dark, 1975), coincidiendo todos en el rápido incremento en talla durante los tres primeros años (entre 31-42 cm); el crecimiento subsiguiente puede alcanzar los 91 cm a los 13 años, prácticamente en el límite de su longevidad (Inada, 1981).

De la merluza enana, por otro lado, se conoce poco todavía, como lo señalan Inada (1981), Elorduy-Garay (1986); Mathews (1985) y Auriolles-Gamboa (1991). Recientemente, Balart y Castro-Aguirre (1995) presentan resultados preliminares acerca de su crecimiento y estructura de edad (tab. 1), así como, sus hábitos alimentarios en la plataforma continental de Baja California Sur, que contrastan con lo observado en merluza del Pacífico, ya que demuestran que esta merluza se alimenta fundamentalmente de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) en su fase pelágica, principalmente de cinco a 15 meses de edad, variando de 99.29 a 66.83% de IRI (índice de importancia relativa de Pinkas *et al.*, (1971) con la edad (y talla) de la merluza. Por su parte Auriolles-Gamboa (1991), describe las siguientes relaciones:

$$\text{longitud patrón (X)-peso (Y)} \quad Y = 0.00001349 X^{2.95}$$

$$\text{longitud patrón (Y)-longitud otolito (X)} \quad Y = 13.564 + 16.7 X$$

$$\text{peso pez (Y)-peso otolito (X)} \quad Y = 0.1236 X^{2.71}$$

Afortunadamente, en la actualidad se estudia la biología, ecología, distribución y abundancia de esta pequeña merluza en la costa occidental de Baja California Sur y próximamente será objeto de una publicación por parte del CIBNOR.

Tabla 1.- Estructura de edad, proporción en número y biomasa, longitud patrón (LP) y peso (W) promedio para cada edad de la merluza enana, *Merluccius angustimanus* en la costa occidental de Baja California Sur (tomado de Balart y Castro-Aguirre, 1995).

| Edad (años) | Prop. en número (%) | Prop. en biomasa (%) | LP (mm) | W (g) |
|-------------|---------------------|----------------------|---------|--------|
| I | 32.6 | 10.33 | 124.99 | 18.71 |
| II | 38.6 | 37.04 | 173.02 | 56.66 |
| III | 23 | 38.07 | 210.66 | 97.72 |
| IV | 4 | 9.34 | 236.93 | 137.81 |
| V+ | 1.8 | 5.22 | 257.54 | 171.32 |

II. POTENCIAL

II.A. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POTENCIAL DE CAPTURA

En la plataforma continental de la costa occidental de Baja California Sur, Ehrhardt *et al.*, (1982) estimaron, mediante el método de área barrida, una biomasa total de 7668 t de merluza enana, con intervalos de confianza entre 5378 y 8953 toneladas. Este recurso se localizó entre los 24° y 27° LN. Posteriormente, para el mismo recurso y básicamente la misma área, Schmitter-Soto *et al.*, (1992), postularon una biomasa instantánea entre 230 mil t como máximo y 151 mil toneladas como mínimo. Es probable que esta última estimación esté sobreestimando la abundancia real del recurso, la que probablemente no supere las 50 mil toneladas (Balart y Castro-Aguirre, en prep., utilizando el método de área barrida y definición de contornos de densidad).

Los rendimientos anuales de captura potencial para la merluza enana no han sido evaluados a la fecha. Sin embargo, Ehrhardt *et al.*, (1982) mencionan que los mejores rendimientos se obtuvieron entre 91-180 m de profundidad (36 kg/h) y en el intervalo de 181-300 m (43 kg/h).

Dichos resultados están basados en dos cruceros de pesca exploratoria. Por su parte, Auriolles-Gamboa *et al.* (1993), señalan capturas promedio por cuadrante de latitud que van de 93 a 237 kilos por hora de arrastre para el periodo diciembre-junio (fig. 1), mismas que pueden elevarse hasta los 479 (24°-25°), 356 (25°-26°) y 563 kg/h (26°-27°E). Para el periodo julio-noviembre, estos autores mencionan capturas promedios entre 30 y 278 kg/h (fig. 1), las cuales pueden elevarse hasta 3540 (24°-25°), 420 (25°-26°) y 86 kg/h (26°-27°).

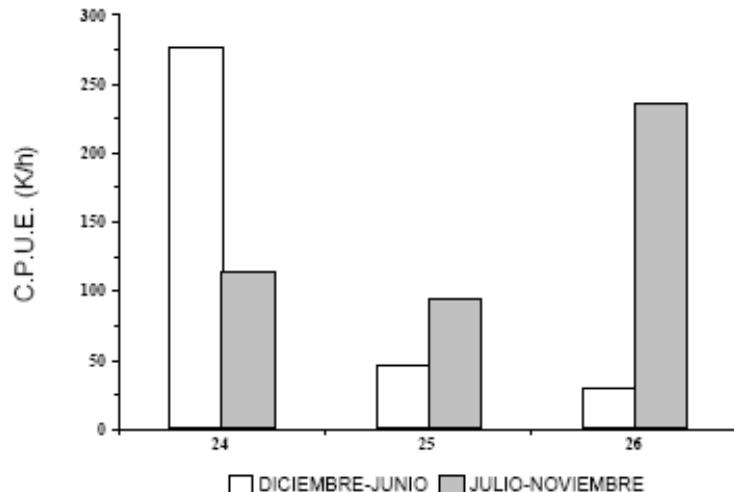


Figura 1. Captura promedio (kg/h) de merluza enana por cuadrante latitudinal en la costa occidental de Baja California, durante el periodo cálido (julio-noviembre) y frío (diciembre-junio). (Modificado de Auriolles-Gamboa *et al.*, 1993).

Con respecto a la merluza del Pacífico, Villamar y Schmidt (1976) y Ehrich *et al.*, (1980), utilizando los resultados de la Expedición MEXAL con arrastreros alemanes, estimaron las existencias en aproximadamente 1.3 y 1.96 millones de toneladas respectivamente, para el Pacífico noroccidental (región 67 de la FAO). Sin embargo, las concentraciones comerciales más significativas fueron localizadas frente a las costas de E.U.A., correspondiendo sólo el 1% de las capturas de merluza del Pacífico a las aguas mexicanas, especialmente en el norte de la costa occidental de la Península de Baja California (Anónimo, 1975; Villamar y Schmidt, 1976). Padilla y De La Campa (1981), sin embargo, llegan a un estimado diferente y sustancialmente mayor de la biomasa de merluza (entre 395 mil y 527 mil t), a partir de censos larvales de febrero y abril de 1976 en la costa occidental de Baja California (aproximadamente entre los 23° y 31° LN). Estos mismos autores, sugieren que su estimado podría estar subestimando la biomasa reproductora, debido a que no trabajaron todo el área de desove de esta merluza. Ehrhardt *et al.* (1982), sin embargo, mencionan haber encontrado merluza del Pacífico prácticamente en profundidades mayores de 180 m, en la zona comprendida entre el norte de Isla de Cedros y Punta Baja, Baja California, con un rendimiento máximo de 46 kg/h.

Por otro lado, Bailey *et al.* (1982), precisan que los adultos más grandes de la merluza del Pacífico migran durante el otoño desde sus áreas de alimentación de verano, localizadas principalmente en las costas del Pacífico Noroeste, para desovar frente a las costas del sur de California y Baja California. Huevos y larvas han sido detectadas entre Cabo Mendocino

(California, E.U.A.) y Bahía Magdalena en Baja California Sur (Méjico). El regreso hacia el norte ocurre a comienzos de primavera, encontrándose los juveniles de 1-3 años de edad frente a las costa central y sur de California (Alverson y Larkins, 1969; Bailey *et al.*, 1982). Se concluye entonces, que sólo una fracción del recurso merluza del Pacífico se encuentra disponible temporalmente en aguas mexicanas (incluyendo el norte de la costa oeste de Baja California Sur) como adultos y otra fracción durante su primer año de vida, y por tanto con escaso potencial comercial. De manera que, este recurso podría eventualmente ser explotado (previa una adecuada definición de la biomasa reproductora disponible) por una flota localizada en el norte del Estado, resolviendo con antelación el problema de manejo que significa un recurso compartido internacionalmente.

II.B. LIMITANTES DETECTADOS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL POTENCIAL

Entre las dificultades que enfrenta una eventual pesquería de merluza enana está la imprecisión, actualmente, de la abundancia real del recurso. Sin una estimación más confiable, los riesgos para una pesquería sustentable y responsable son muchos. Asimismo, destaca la ausencia de una evaluación del recurso con redes de arrastre de media agua o métodos hidroacústicos, que han sido exitosamente utilizados con la merluza del Pacífico en la unión americana (Dark *et al.*, 1980; Bailey *et al.*, 1982).

Por otro lado, Hernández-Vázquez (1987) señala con respecto a la merluza del Pacífico que, dada la profundidad a que se encuentra el recurso durante la temporada de reproducción (250-300 m), está prácticamente fuera del alcance de los arrastreros que existen en Méjico, lo que implicaría fuertes inversiones en barcos especiales; además, la corta temporada de accesibilidad (unos tres meses de invierno-primavera), implicaría utilizar la flota en otras pesquerías.

II.C. SUGERENCIAS SOBRE MODIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE EXPLOTACIÓN

En cuanto a las embarcaciones necesarias para la captura de merluza, especialmente del Pacífico, Anónimo (1975) considera suficiente, por su rendimiento y capacidad de pesca y procesamiento, arrastreros por popa del tipo Alejandro de Humboldt (del Instituto Nacional de Pesca) de 450 toneladas brutas. En otras regiones, como en Chile, la flota arrastrera primeramente consistió de arrastreros por banda y a partir de 1965, cambió a los arrastreros por popa con potencias entre 348 y 2055 BHP operando principalmente entre 50 y 350 m de profundidad con redes de 16.45-46.9 m de relinga (Inada, 1981; Escobar, 1985a, b). En las experiencias de pesca exploratoria en la costa occidental de Baja California Sur realizadas por el CIBNOR, dirigidas especialmente a la captura de langostilla y merluza enana, se utilizaron exitosamente redes camaronesas típicas arrastradas por popa, con una longitud de relinga de 20 m y una luz de malla de 30 mm.

II.D. COMENTARIOS SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES

La eventual explotación del recurso puede estar a cargo del sector social o privado, con la suficiente capacidad económica para absorber los gastos iniciales de flota (o adaptación de la misma) y de procesamiento. Considerando el potencial sugerido en este capítulo, una flota pequeña es deseable, así como su utilización en otro(s) objetivo(s) pesquero(s) debido a las fluctuaciones estacionales de los rendimientos. La langostilla podría ser ese otro objetivo, ya que ocurre prácticamente en todo su ámbito de distribución y los requerimientos de captura, al menos para la merluza enana, son similares.

II.E. RÉGIMEN DE ADMINISTRACIÓN

Aunque todavía no se dispone de suficiente información, es posible visualizar como adecuado un régimen de regulación controlado mediante asignación de cuotas anuales. Esto implicaría la existencia de un monitoreo del recurso en donde sería necesaria la participación de la SEMARNAP, una institución involucrada en la investigación del recurso como el CIBNOR y el sector productivo interesado.

II.F. ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO

De las 11 especies del género *Merluccius*, al menos ocho son objeto de una fuerte explotación (Inada, 1981). La demanda ha sido para alimento animal directamente o mediante fabricación de alimento utilizando harina de merluza; alimentación humana, mediante presentación en fresco, ahumada, entera congelada, filetes congelados, en concentrados proteicos adicionados a los alimentos y como pasta de pescado (surimi), además de la obtención de aceite para fines diversos (Grinols y Tillman, 1970; Inada, 1981). Aurioles-Gamboa *et al.* (1993) sugieren el aprovechamiento de la merluza enana para consumo humano directo (desde filetes congelados, empanizados o en escabeche) y su utilización como materia prima para fabricación de harina o pasta de pescado (surimi). Sin embargo, parece deseable un estudio bioeconómico integral, incluyendo un análisis de los mercados para las diferentes presentaciones.

II.G. MERCADO POTENCIAL

Aunque es indudable la demanda de merluza en los diferentes mercados mundiales, ya que su pesquería persiste, no se dispone de un estudio de mercado actualizado. Sin embargo, se conoce que existe una fuerte demanda para merluza del Pacífico entera congelada en España y por otro lado, los desembarcos en California, E.U.A., periódicamente disminuyen aparentemente asociados con el fenómeno del Niño (Bartsch *et al.*, 1993).

II.H. REQUERIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN

Entre la investigación prioritaria para el recurso merluza enana en la costa occidental de Baja California Sur, destacan la evaluación del stock, indicando su fluctuación espacio-temporal; determinación de su fecundidad y ecología reproductiva en general; tasa de mortalidad; y obviamente, realización de estudios enfocados al aprovechamiento del recurso.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTON, M.S. & M.O. NELSON. 1970. Food of Pacific hake, *Merluccius productus*, in Washington and Northern Oregon coastal waters. *U.S. Fish Wildl. Serv. Circ.* 332: 35-42.
- ALVERSON, D.L. & H.A. LARKINS. 1969. Status of the knowledge of the Pacific hake resource. *CalCOFI Rep.* 13: 24-31.
- ANÓNIMO. 1975. Informe al Gobierno de México. Programa MEXAL. Doc. 607223 del 16 de agosto de 1974, relativo al acuerdo sobre la cooperación Germano-Mexicana para el desarrollo de la pesca mexicana de alta mar frente a la costa del Pacífico de los Estados Unidos Mexicanos. Vol. I.
- AURIOLES-GAMBOA, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, Mexico. *Fish. Bull.* 89: 701-706.
- AURIOLES-GAMBOA, D., E.F. BALART & J.L. CASTRO-AGUIRRE. 1993. Los recursos potenciales pesqueros de fondo de la plataforma continental de la costa oeste de la Península de Baja California, México. *Documento Interno. CIBNOR. S.C.* 16 pp.
- BAILEY, K.M., R.C. FRANCIS & P.R. STEVENS. 1982. The life history and fishery of Pacific whiting, *Merluccius productus*. *CalCOFI Rep.* 23: 81-98.
- BALART, E.F. & J.L. CASTRO-AGUIRRE. 1995. Estimación del impacto de la depredación de merluza sobre la langostilla. 139-162. En: Auriolles-Gamboa, D. & E.F. Balart (Eds). *La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento*. CIBNOR. S.C.
- BARSKY, K., D. BUSATTO, R. DIXON, T. FOREMAN, P. HAAKER, S. HARRIS, F. HENRY & P. KALVASS. 1993. Review of some California fisheries for 1992. *CalCOFI Rep.* 34: 7-20.
- BEST, E.A. 1963. Contribution to the biology of the Pacific hake, *Merluccius productus*. *CalCOFI Rep.* 9: 51-56.
- COHEN, D.M., T. INADA, T. IWAMOTO & N. SCIALABBA. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fish. Synopsis*. 125 (10): 442 pp.
- DARK, T.A. 1975. Age and growth of Pacific hake, *Merluccius productus*. *Fish. Bull.* 73: 336-355.
- DARK, T.A., M.O. NELSON, J.J. TRAYNOR & E.P. NUNNALLEE. 1980. The distribution, abundance, and biological characteristics of Pacific whiting, *Merluccius productus*, in the California-British Columbia Region during July-September 1977. *Mar. Fish. Rev.* 42: 17-33.

- EHRHARDT, N.M., E.M. RAMÍREZ, P. AGULERA, P. JACQUEMIN, M. LOZANO & I. ROMO. 1982. Evaluación de los recursos demersales accesibles a redes de arrastre de fondo en la plataforma continental de la costa occidental de la Península de Baja California, México, durante 1979 y 1980. *Progr. Invest. Desarrollo Pesquero Integrado Méx./PNUD/FAO. INP/Serie Científica.* 23: 46 pp.
- EHRICH, S., F. MOMBECK & C. SPEISER. 1980. Investigations on the Pacific hake stock (*Merluccius productus*) in the Northeast Pacific. *Arch. Fisch Wiss.* 30(1): 17-38.
- ELORDUY-GARAY, J.F. 1986. Distribución y biología comparativa de las especies americanas del género *Merluccius* (Pisces, Merlucciidae). *Tesis Maestria. CICESE.* 306 pp.
- ERMAKOV, Y.K. 1974. The biology and fishery of Pacific hake, *Merluccius productus*. *Ph.D. Diss. Pac. Sci. Inst. Mar. Fish. Oceanogr.*, (TINRO). Vladivostok. USSR. (en ruso).
- ESCOBAR, H. 1985a. Comportamiento de la flota arrastrera merlucera en el periodo 1960-1983. En: Melo, T. (Ed). *Estudios en Pesquerías Chilenas*. Esc. Cienc. del Mar. Univ. Catól. Valparaíso.
- ESCOBAR, H. 1985b. Una estimación del poder de pesca funcional en redes de arrastre. 61-65. En: Melo, T. (Ed). *Estudios en Pesquerías Chilenas*. Esc. Cienc. del Mar. Univ. Catól. Valparaíso.
- GRINOLS, R.B. & M.F. TILLMAN. 1970. Importance of the worldwide hake, *Merluccius*, resource. *U.S. Fish Wildl. Serv. Circ.* 332: 1-21.
- HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, S. 1987. Pesquerías pelágicas y neríticas de la costa occidental de Baja California, México. *CalCOFI Rep.* 28: 53-56.
- INADA, T. 1981. Studies on the merlucciid fishes. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 18: 1-172.
- INADA, T. 1995. Merlucciidae. 1272-1274. En: Fischer, W., F. Krupp, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem. *Pacífico Centro-Oriental. Guía FAO Para la Identificación de Especies Para los Fines de la Pesca*. FAO. CE. FIS. NORAD.
- MAC GREGOR, J.S. 1966. Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus*. *Calif. Fish and Game.* 52: 111-116.
- MATHEWS, C.P. 1985. Meristic studies of the Gulf of California species of *Merluccius*, with a description of a new species. *J. Nat. Hist.* 19: 697-718.
- PADILLA, M.A. & S. DE LA CAMPA. 1981. Estimación de biomasa de merluza (*Merluccius productus*) en Baja California por medio de censos larvales. *Cienc. Pesq.* 1(2): 81-85.
- PINKAS, L., M.S. OLIPHANT & Y.L.K. IVERSON. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dept. Fish Game. Fish. Bull.* 152: 1-105.
- REXSTAD, E.A. & E.K. PIKITCH. 1986. Stomach contents and food consumption estimates of Pacific hake, *Merluccius productus*. *Fish. Bull.* 84: 947-956.
- SCHMITTER-SOTO, J.J., E. GUZMÁN-VIZCARRA, J.L. CASTRO-AGUIRRE & E.F. BALART. 1992. Distribución y abundancia de la merluza (Pisces: Merlucciidae) en la costa occidental de Baja California Sur, México. *Res. IX Simp. Inter. Biol. Mar.* 38.
- VILLAMAR, A. & U. SCHMIDT. 1976. Posibilidades pesqueras de la merluza en la costa occidental de Baja California, México. *Mem. Primer Simp. Nal. de Recur. Pesq. Masivos de México. Tomo II:* 55-85.

- VROOMAN, A.M. & P.A. PALOMA. 1977. Dwarf hake off the coast of Baja California, México.
CalCOFI Rep. 19: 67-72.