





**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 3 del mes Julio del año 2007, el (la) que suscribe JOSÉ LUIS CERVANTES DIAZ alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS con número de registro B031451 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. EDGARDO MAURICIO RAMÍREZ RODRÍGUEZ y cede los derechos del trabajo titulado: "SELECTIVIDAD Y EFICIENCIA DE TRAMPAS PARA LA CAPTURA DEL CANGREJO *Cancer johngarthi* CARVACHO 1989, EN EL LITORAL OESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: jlcerva@uabcs.mx mramirr@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
JOSÉ LUIS CERVANTES DIAZ  
nombre y firma



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



SELECTIVIDAD Y EFICIENCIA DE TRAMPAS  
PARA LA CAPTURA DEL CANGREJO *Cancer*  
*johngarhi* CARVACHO 1989, EN EL LITORAL  
OESTE DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS  
EN  
CIENCIAS MARINAS

PRESENTA

JOSÉ LUIS CERVANTES DÍAZ

LA PAZ, B.C.S., AGOSTO DE 2007

## ÍNDICE.

Glosario.....	iii
Lista de Figuras.....	vi
Lista de tablas.....	ix
Resumen.....	x
<i>Abstract</i> .....	xi
1.- Introducción.....	1
2.- Antecedentes.....	3
2.1.- El uso de trampas en investigación pesquera.....	3
2.2.- Investigaciones sobre selectividad y eficiencia de trampas para crus- táceos.....	4
2.3.- Investigación pesquera con trampas en México.....	7
3.- Justificación.....	11
4.- Objetivo.....	11
5.- Materiales y métodos.....	12
5.1.- Área de estudio.....	12
5.2.- Artes de pesca y métodos de muestreo.....	13
5.3.- Metodología de los análisis.....	17
6.- Resultados.....	28
6.1.- Esfuerzo de pesca.....	28
6.2.- Composición de la captura total.....	28
6.3.- Selectividad.....	31

6.4.- Selectividad en términos de la captura por unidad de esfuerzo por efecto de las características de diseño de las trampas.....	36
6.5.- Variaciones de la captura por unidad de esfuerzo, por efecto de las variables temporada, profundidad y tiempo de inmersión.....	42
6.6.- Capturabilidad.....	48
7.- Discusión.....	59
8.- Conclusiones.....	65
9.- Recomendaciones.....	66
10.- Literatura citada.....	67
11.- Apéndices.....	84

## GLOSARIO

**Abiótico.** Un componente no vivo (físico o químico) del medio ambiente.

**Batimetría.** Relativo a la profundidad y relieve de los cuerpos de agua.

**Biomasa.** El peso total de un grupo (o *stock*) de organismos vivos, o de una fracción definida en un área en un tiempo particular (Ricker, 1975).

**Biótico.** Factores o componentes de los organismos vivos o de su medio ambiente (Lawrence, 1995).

**Captura.** El número total de organismos (o su peso) capturados durante las operaciones de pesca (Restrepo, 1999).

**Capturabilidad (coeficiente de) ( $q$ ).** Fracción del *stock* que es capturada por una determinada unidad de esfuerzo de pesca (Ricker, 1975). Se considera como una medida de la mortalidad por pesca y de la vulnerabilidad de un *stock* a la pesca.

**Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).** Cantidad de captura (número de organismos o su peso) que es tomado con una unidad de esfuerzo de pesca.

**Crecimiento (tasa de).** El incremento en peso de un organismo por año o estación, dividido por el peso inicial (Ricker, 1975). En los peces con frecuencia se mide en términos del parámetro  $K$  de la curva de von Bertalanffy para el peso promedio como una función de la edad (Cooke, 1984).

**Esfuerzo de pesca.** La cantidad de equipo de pesca de un tipo específico que se utiliza en una zona de pesca en una unidad de tiempo (FAO, 1997).

**Evaluación (de recursos).** Un juicio hecho por un científico o un cuerpo de científicos sobre el estado de un recurso tal como un *stock* de peces (por ejemplo, el tamaño del *stock*, su potencial de rendimiento, su estado de explotación, etc.), por lo general, para asesorar a las autoridades administradoras de recursos (Cooke, 1984).

**Depredación.** Relación entre dos especies de animales en la cual una (el depredador) caza y vive de la carne y de otras partes del otro (la presa) (ONU, 1997).

**Disponibilidad.** Es la fracción de la población de un determinado recurso que vive en un área donde es susceptible de ser capturada en una determinada operación de pesca (Ricker, 1975). Describe si una cierta clase de recurso de una cierta talla puede ser capturada por un determinado equipo de pesca en una área (Roberts, 1995).

**Distribución de tallas.** Es una clasificación del número de organismos de varias tallas en una muestra o captura. Las tallas pueden ser longitudes o pesos (Wallace *et al.*, 1994).

**Longitud asintótica.** Longitud máxima teórica que alcanzaría una especie si viviera indefinidamente (Gayanilo y Pauly, 1997).

**Migración.** Movimientos sistemáticos (no aleatorios) de los individuos de un *stock* de un lugar a otro, relacionados generalmente con la temporada. Pueden ser de las áreas de alimentación a las de reproducción o crianza y viceversa (Cushing, 1970).

**Mortalidad natural (M).** Mortalidad de los peces por cualquier causa excepto por pesca (*v. g.* canibalismo, depredación, enfermedad, vejez) (Cushing, 1970).

**Mortalidad por pesca (F).** La proporción de un *stock* que se captura en un año. La parte de la tasa de mortalidad total debida a la pesca (Restrepo, 1999).

**Muda.** En los crustáceos, proceso mediante el cual se deshacen cada cierto tiempo de su caparazón rígido (exoesqueleto), lo que les permite crecer por un corto periodo, antes de que su nuevo caparazón empiece a endurecerse.

**Pesca incidental.** Parte de la captura en una operación de pesca capturada incidentalmente, adicional a la captura de especies objetivo. Una parte de la captura incidental puede ser retenida y otra parte descartada, muerta o viva (FAO, 1998).

**Población.** Número de individuos de una determinada especie que viven en un área definida (ver *Stock*).

**Selectividad (de las artes de pesca).** Habilidad para capturar peces (u otro tipo de organismos) de determinada especie o intervalo de tallas durante las operaciones de pesca, permitiendo el escape de juveniles y de especies no objetivo. De acuerdo con Pope *et al.* (1975), es el efecto que cualquier factor haga que la composición por tallas de las capturas sea diferente de la población.

**Stock.** La biomasa y cohortes de adultos de una especie en una determinada área, que está sujeta a una pesquería bien definida, que se considera distinta y con un limitado intercambio de biomasa o cohortes de adultos de la misma especie en áreas adyacentes (Gulland, 1983).

**Tamaño de malla.** Es la distancia entre el centro de un nudo y el centro del nudo opuesto en una malla totalmente estirada.

**Tasa de captura.** La cantidad de captura obtenida por unidad de tiempo. También significa la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Cooke, 1984).

**Tiempo de inmersión.** Tiempo que dura un arte de pesca en el agua en el proceso de captura, desde su calado hasta su recuperación. Se le denomina también como tiempo efectivo de pesca.

**Vulnerabilidad.** Un término equivalente a Capturabilidad pero que usualmente se aplica a una parte separada del *stock*, por ejemplo, los de una talla particular o los que viven en un determinado intervalo de su distribución (Ricker, 1975).

## LISTA DE FIGURAS.

Figura 1.- Cangrejo <i>Cancer johngarhi</i> Carvacho, 1989.....	9
Figura 2.- Área de estudio.....	12
Figura 3.- Tipos de trampas utilizadas en los muestreos de <i>C. johngarhi</i> en la costa oriental de Baja California Sur.....	14
Figura 4.- Distribución del esfuerzo de pesca (horas-trampa) y número de lances en función de las variables de análisis.....	29
Figura 5.- Relación talla-peso de <i>C. johngarhi</i> .....	30
Figura 6.- Distribución de frecuencia de tallas (AC, mm) de <i>C. johngarhi</i> por sexo de la captura total con los cuatro tipos de trampas.....	31
Figura 7.- Distribución de frecuencias de talla de <i>C. johngarhi</i> por sexo y tipo de trampa.....	33
Figura 8.- Curvas logísticas de selectividad de cuatro diseños de trampas en la captura de <i>C. johngarhi</i> .....	37
Figura 9.- Proporciones de CPUE de <i>C. johngarhi</i> por sexo y tipo de trampa....	38
Figura 10.- CPUE de <i>C. johngarhi</i> por sexo, talla y tipo de trampa.....	39
Figura 11.- CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> por sexo y tipo de trampa en número de individuos (c/ht) y en biomasa (kg/ht).....	41
Figura 12.- Variación de la CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> por sexo y temporada.....	42
Figura 13.- Variación de la CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> por sexo en función de la profundidad.....	43

Figura 14.- Variaciones de la CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> por temporada y profundidad.....	44
Figura 15.- Variaciones de la CPUE de <i>C. johngarhi</i> por sexo, talla, temporada y profundidad.....	46
Figura 16.- Variación de la CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> en función del tiempo de inmersión.....	47
Figura 17.- CPUE promedio de <i>C. johngarhi</i> en función del tiempo de inmersión, con tendencia asintótica.....	48
Figura 18.- Determinación del valor del coeficiente de crecimiento $K$ de von Bertalanffy a través de la función de puntuación del método ELEFAN y curva de crecimiento individual de <i>C. johngarhi</i> .....	49
Figura 19.- Variaciones de la media ponderada de capturabilidad <i>C. johngarhi</i> entre periodos bimensuales, utilizando datos estandarizados a un periodo anual.....	50
Figura 20.- Capturabilidad de <i>C. johngarhi</i> en relación con la talla, en función de la variable temporal, capturado con las trampas tipo Con B, estimada con datos de CPUE de meses consecutivos. Datos estandarizados a un periodo anual.....	51
Figura 21.- Tendencia promedio de la capturabilidad de <i>C. johngarhi</i> por sexo en relación con la talla, en el periodo noviembre/02-agosto/03. Datos estandarizados a un periodo anual.....	52
Figura 22.- Capturabilidad relativa de <i>C. johngarhi</i> por talla y temporada, con relación al promedio de todo el periodo de estudio.....	53

Figura 23.- Variaciones de la capturabilidad de <i>C. johngarhi</i> entre estratos de profundidad (media ponderada), utilizando datos estandarizados a un periodo anual.....	54
Figura 24.- Capturabilidad de <i>C. johngarhi</i> en relación con la talla, en función de la variable profundidad. Datos estandarizados a un periodo anual.....	56
Figura 25.- Capturabilidad relativa de <i>C. johngarhi</i> por talla y profundidad, en relación el promedio de todo el intervalo batimétrico cubierto.....	57

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1.- Características de diseño de las trampas utilizadas para la captura de <i>C. johngarhi</i> en la costa occidental de Baja California Sur.....	15
Tabla 2.- Resumen de estadísticas de tallas y pesos por sexo de <i>C. johngarhi</i> .	30
Tabla 3.- Resumen de promedios y desviaciones estándar de las tallas (AC, mm) de <i>C. johngarhi</i> por sexo y tipo de trampa.....	32
Tabla 4.- Valores de los parámetros de las curvas logística de selectividad de <i>C. johngarhi</i> por tipo de trampa.....	35
Tabla 5.- Comparación estadística de pendientes de regresión (prueba <i>t</i> de Student de dos muestras), de las curvas logísticas de selectividad por sexo en la captura de <i>C. johngarhi</i> con cuatro diseños de trampas.....	38

## RESUMEN

El cangrejo de profundidad *Cancer johngarhi*, que se localiza en las costas de Baja California Sur, México, es una especie de la que existe una incipiente pesquería con trampas. Se conoce poco sobre su biología y sobre los efectos que la selectividad y eficiencia de los sistemas de pesca con trampas, en conjunto con la incidencia de factores espacio-temporales, pudieran tener sobre su población. El objetivo de este trabajo es determinar estos efectos en función de las características cualitativas y cuantitativas de las capturas de *C. johngarhi*, obtenidas en prospecciones pesqueras con cuatro tipos de trampas, desarrolladas entre junio de 2000 y agosto de 2003 en la costa occidental de Baja California Sur, México. En los análisis se consideraron como variables el tipo de trampa, la temporada, la profundidad y el tiempo efectivo de pesca, además de la proporción por sexo y la composición por tallas. Se estimaron los parámetros y curvas logísticas de selectividad de las trampas, se analizó la eficiencia de pesca en términos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por talla y sexo y se estimó la capturabilidad en relación con las variables. Se compararon los resultados de los diferentes tipos de análisis entre tipos de arte para evaluar las diferencias en relación con la composición de las capturas. Los resultados muestran que las artes de pesca fueron altamente selectivas hacia *C. johngarhi* y que su diseño tiene un efecto importante sobre las características cualitativas y cuantitativas de las capturas. Los machos fueron más abundantes que las hembras aunque las proporciones variaron entre los diseños de las artes. Las trampas cónicas con el mayor tamaño de malla fueron las más eficientes en la captura de adultos con mayor talla de primera captura y menor proporción de hembras. Se observaron variaciones en la CPUE y en la capturabilidad en relación con la profundidad y la estación, que se atribuyen a conductas de los organismos motivadas por factores fisiológicos (muda y reproducción) y a posibles hábitos migratorios. Se propone ampliar las investigaciones bio-ecológicas del recurso, establecer medidas precautorias para el desarrollo inicial de la pesquería y su seguimiento y para propiciar un aprovechamiento sostenible del recurso.

## **ABSTRACT**

*The deep water crab *Cancer johngarthi*, that is located off the coasts of Baja California Sur, Mexico, is a species on which there is an incipient fishery with traps. Little is known about its biology and also about the effects that the selectivity and efficiency of the fishing systems with traps, together with the incidence of space-time factors could have on their populations. The objective of this work is to determine these effects as a function of the qualitative and quantitative characteristics of catches of *C. johngarthi* obtained from fishing surveys with four trap types, developed from June 2000 to August 2003 off the western coast of Baja California Sur, Mexico. For the analysis, the trap type, the season, the depth and the soak time, besides the sex ratio and the size-frequency were considered as variables. The parameters and logistic curves of selectivity of the traps were estimated, the fishing efficiency in terms of catch per unit effort (CPUE) by size and sex was analyzed and the catchability related to the variables was estimated. The results of the different analysis were compared among trap types to evaluate the differences in relation to catch composition. The results show that the fishing gears were highly selective toward *C. johngarthi* and that their design has an important effect on the qualitative and quantitative characteristics of the catches. The males were more abundant than the females although the proportions varied among the trap designs. The conical traps with the biggest mesh size were the most efficient in the capture of adults with bigger size of first capture and smaller proportion of females. Variations in the CPUE and in the catchability in relation to depth and season were observed, which are attributed to behaviors of the organisms motivated by physiologic factors (molting and reproduction) and to possible migratory habits. It is proposed to enlarge on the bio-ecological research of the resource, to enact preventive measures for the initial development of the fishery and their pursuit, and for encouraging a sustainable use of the resource.*

## 1.- INTRODUCCIÓN.

La experiencia en pesquerías de crustáceos de profundidad indica que las trampas son las artes de pesca más adecuadas para su extracción, y desde el punto de vista del impacto en el ecosistema, las más recomendables.

Las trampas para crustáceos están clasificadas como artes de pesca menores estáticas (Fridman, 1986) y su principio de operación se fundamenta en la atracción que ejerce la carnada colocada en su interior y a la tendencia de estos organismos a buscar alimento utilizando sus generalmente bien desarrollados sentidos quimiorreceptores, lo que propicia su captura por el arte (Krouse, 1989).

Uno de los aspectos de la investigación pesquera es el relativo al análisis del comportamiento de los sistemas de pesca, en relación con las características cualitativas y cuantitativas de las capturas, y del efecto que el esfuerzo pesquero pueda tener sobre los recursos.

El enfoque del presente trabajo parte de la premisa de que las artes de pesca poseen características de selectividad y eficiencia, determinadas por su diseño. En el caso de trampas para crustáceos, la selectividad y eficiencia son definidas, principalmente, por su forma y dimensiones (Chiasson *et al.*, 1993, Sumpton *et al.*, 1995; Zhou y Kruse, 2000), por el tamaño de las mallas de recubrimiento (Koike *et al.*, 1981; Sinoda *et al.*, 1987; Shaul y Reifsteck, 1990), y por el número, tamaño y posición de las entradas (Chiasson *et al.*, 1993; Vienneau *et al.*, 1993; Guillory, 1998).

Además del diseño, en cada operación de pesca inciden diferentes variables de tipo biótico (estado reproductivo, ritmo de alimentación, hábitos migratorios), ambiental (profundidad, temperatura, corrientes) y de tácticas de pesca (tiempo efectivo de pesca) (Wenner *et al.*, 1987; Krouse, 1989; Carroll y Winn, 1989; Robertson, 1989; Adams *et al.*, 2000; Zhang, 2001). La incidencia e interacción de estos factores crea condiciones que influyen sobre la selectividad y eficiencia de las artes de pesca.

En México, estudios de prospección pesquera desarrollados a partir del año 2000 en la costa occidental de Baja California Sur, han mostrado la existencia de una población del cangrejo de aguas profundas *Cancer johngarthi* del que en 2004 se inició la pesca comercial. Su captura se realiza con trampas, en profundidades de entre 100 m y 350 m. Aunque las estimaciones de su distribución y abundancia son aún preliminares, esta información permite inferir que es un recurso que probablemente pueda soportar una pesquería importante y se considera que tiene un potencial de expansión.

Por ser una pesquería incipiente sobre un recurso nuevo, el conocimiento tanto de aspectos biológicos de la especie como de su relación con los sistemas de pesca para su captura son muy limitados. Por lo anterior, en este trabajo de tesis se consideró importante analizar esta relación utilizando la información de capturas de los proyectos de pesca exploratoria desarrollados entre los años 2000-2003.

## 2.- ANTECEDENTES.

### 2.1.- El uso de trampas en investigación pesquera.

El uso de trampas está ampliamente difundido como una herramienta en investigación pesquera, especialmente la enfocada a la prospección y evaluación de crustáceos (Wenner *et al.* 1987; Smith y Sumpton 1989; Erdman *et al.* 1991; Vienneau y Moriyasu 1994; Adams *et al.* 2000; Robichaud *et al.* 2000b; Pinho *et al.* 2001).

Los programas de evaluación y regulación de pesquerías de crustáceos de diversos países tienen como base la información de prospecciones y muestreos realizados mediante trampas (Pauley *et al.*, 1986; DFO, 1999; Adams *et al.*, 2000; Aedo y Arancibia, 2003; Sainte-Marie y Turcotte, 2003). En países como Noruega, Islas Carolinas, Estados Unidos de América, (Hawai, Florida), Archipiélago de las Marianas, Taiwán, Japón y Australia entre otros, investigaciones recientes mediante pesca exploratoria y de evaluación de recursos marinos utilizando trampas, especialmente en aguas profundas, han revelado que existe disponibilidad de algunas especies de peces y crustáceos para su explotación comercial (Otwell *et al.* 1984; Ralston 1986; Bjordal y Furevik 1988; Gooding *et al.* 1988; Lee y Lee 1990, 1992; Moffitt y Parrish 1992; Saunders y Hastie 1992). Durante 1981 y 1982 pruebas de pesca hechas por barcos de pesca comercial en el golfo de México, indicaron la presencia de un recurso potencialmente comercial de cangrejos de aguas profundas (*Geryon sp.*) (Otwell *et al.*, 1984), con lo que se inició el estudio de factibilidad para su pesquería.

Además de la evaluación de poblaciones, las trampas también son utilizadas para obtener información de tipo biológico con fines de regulación y administración de las pesquerías. En diferentes países existen programas de seguimiento del ciclo de vida de especies de crustáceos explotados comercialmente. Por ejemplo, en la costa del Pacífico de Canadá, dividida por regiones pesqueras, se evalúan periódicamente los periodos de reproducción y de muda de las especies de cangrejos sujetos a pesquerías, para establecer acciones de manejo que pueden ser, vedas temporales, cierre

de áreas de pesca o restricciones en el esfuerzo de pesca (DFO, 2000a; Robichaud *et al.*, 2000b). Medidas similares se adoptan en Estados Unidos de América para la administración de pesquerías de jaibas (*Callinectes sapidus*) (Guillory, 1998). Orensanz *et al.* (1998), hacen una extensiva revisión de implicaciones de manejo para evitar la declinación de las pesquerías de crustáceos con trampas en el Golfo de Alaska.

Otros estudios sobre aspectos biológicos y poblacionales de cangrejos del género *Cancer* utilizando trampas como herramienta de investigación, son los desarrollados en Estados Unidos de América por Pauley *et al.* (1986), sobre *C. magister*; Carroll y Winn (1989), sobre *C. antennarius*, *C. productus* y *C. anthonyi*; en Canadá por Robichaud *et al.* (2000b), sobre *C. irroratus* y *C. borealis*; en Noruega por Woll *et al.*, (2006), sobre *C. pagurus*.

## 2.2.- Investigaciones sobre selectividad y eficiencia de trampas para crustáceos.

En investigación pesquera utilizando trampas, además de los estudios de tipo bioecológico y de evaluación de recursos pesqueros, se considera también importante el enfoque sobre la evaluación del desempeño de estas artes de pesca en cuanto a su selectividad y eficiencia, especialmente con un enfoque de manejo y regulación de las pesquerías (Guillory, 1998; Mahon y Hunte, 2001; DFO, 2004)

Los estudios de selectividad de trampas son particularmente importantes en las pesquerías comerciales de crustáceos sobre las cuales existen regulaciones con fines de protección y administración de los recursos. El establecimiento de una talla mínima legal (TML) es una de las principales estrategias de manejo adoptadas en la administración de pesquerías de crustáceos en el mundo (*v. g.* *Cancer magister*, Smith y Jamieson, 1991; *Chionoecetes opilio*, Chiasson *et al.*, 1993; *Cancer borealis*, Adams *et al.*, 2000; *Cancer irroratus*, DFO, 2000c; *Paralithodes camtschaticus*, Zhou y Kruse, 2000).

Otros estudios sobre selectividad han tenido como objetivo evaluar y comparar diferentes diseños de trampas con el propósito de caracterizar la composición de las capturas por tallas y sexos, y establecer cuales son los diseños más eficientes para la captura de organismos de tallas comerciales. Estas investigaciones se enfocan principalmente al análisis del efecto de las variables de diseño de las artes sobre la composición de las capturas, como el tamaño de las mallas (Cristian *et al.*, 1987; Zhou y Shirley, 1997; Miller, 1990; Zhou y Kruse, 2000); la geometría del diseño (Sinoda y Kobayasi, 1969; Shelton y Hall, 1981/1982) y el número o posición de las entradas (Miller, 1990; Chiasson *et al.*, 1993; Vienneau *et al.*, 1993; Zhang, 2001).

Moriyasu *et al.* (1989) y Hébert *et al.*, (2001) analizaron la distribución y promedios de tallas de trampas de forma rectangular y cónica, en cada caso cubiertas con el mismo tamaño de malla, en la captura del cangrejo *Chionoecetes opilio* en Canadá, y encontraron que las trampas rectangulares capturaron menor proporción de machos de tallas grandes y mayor proporción de hembras respecto al diseño cónico. Estas dos variantes geométricas también son las más usuales en Inglaterra para la captura de *Cancer pagurus*. Shelton y Hall, (1981/1982) compararon la eficiencia de pesca de estos dos diseños sin encontrar diferencias significativas en el número de individuos capturados por cada diseño, pero las tallas de los cangrejos fueron significativamente más grandes en las trampas cónicas que en las rectangulares.

Se ha demostrado que la forma geométrica de las artes influye sobre el comportamiento de los organismos ante el encuentro con una trampa y por lo tanto, sobre su selectividad y eficiencia. En comparaciones entre trampas redondas y rectangulares en la captura de *C. borealis* en Canadá, Adams *et al.* (2000), observaron que los cangrejos buscaron las entradas más eficientemente en las redondas que en las rectangulares, además de que hubo mayor desistimiento a la entrada en las rectangulares. Sin embargo, en contraposición con los resultados de Moriyasu *et al.* (1989) y Hébert *et al.*, (2001) sobre *C. opilio*, las trampas rectangulares, con entradas laterales con menor pendiente, obtuvieron una mejor tasa de captura de organismos de talla legal en comparación con las cónicas con una entrada superior y mayor pen-

diente de acceso. Esto pudiera deberse a las diferencias morfológicas entre ambas especies, ya que *C. opilio* alcanza mayores tallas y tiene apéndices más largos, lo que quizá le facilite escalar las mayores pendientes de las trampas cónicas.

Estudios similares también en Canadá sobre ésta especie fueron desarrollados por Hébert *et al.*, (2001), en los que además analizaron las proporciones de la captura de organismos blandos (recientemente mudados) en función de la forma de las trampas (cónicas, piramidales y rectangulares). Sus resultados preliminares condujeron a experimentos con trampas cónicas modificadas que redujeron la tasa de captura (y por ende de mortalidad) de organismos blandos, condición asociada a la vulnerabilidad de los individuos en etapa reproductiva.

Además de la selectividad, otro parámetro ampliamente utilizado por los investigadores para evaluar la eficiencia de las trampas es la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), cuyo análisis siempre es relacionado con la incidencia e interacción de diversas variables de tipo espacio-temporal (distribución geográfica y batimétrica, meso o temporada del año) ambiental (temperatura, corrientes, ciclo diurno/nocturno), características poblacionales y biológicas de las especies (distribución, abundancia, ciclo reproductivo, hábitos migratorios, ritmos de alimentación, muda) (Moriyasu *et al.*, 1989; Robertson, 1989; Arreguín-Sánchez, 1996; Aedo y Arancibia, 2003).

En Canadá, en estudios sobre el potencial pesquero del cangrejo *Lopholithodes foraminatus*, Zhang (2001) utilizó el índice de CPUE como indicador de la abundancia relativa de la especie, además de analizar las distribuciones de tallas, proporciones por sexo, proporciones de organismos blandos y el efecto del tiempo de inmersión, con relación a cinco diseños de trampas utilizadas en sus investigaciones. Zhou y Kruse (2000) desarrollaron estudios similares con dos diseños de trampas, incluyendo el análisis del estado reproductivo de las hembras en estudios sobre el cangrejo rey *Paralithodes camtschaticus* en el Mar de Bering.

Ziegler *et al.* (2003) aplicaron un modelo estacional de capturabilidad con trampas para estimar las variaciones espacio-temporales de este coeficiente, explicadas por procesos ambientales (temperatura), fisiológicos (ciclo de muda y apareamiento) y denso-dependientes (abundancia), en estudios sobre la langosta *Jasus edwardsii* en Australia. En Canadá, Sainte-Marie y Turcotte (2003) evaluaron la capturabilidad con trampas del cangrejo *Chionoecetes opilio* en relación con su madurez sexual por sexo (pre-adultos y adultos), talla y densidad. Krouse (1989) y Miller (1990) hacen una amplia revisión sobre las diferentes variables que inciden sobre las pesquerías de crustáceos con trampas y analizan sus interacciones y efectos sobre la eficiencia de estas artes.

Muchos de los resultados de estas investigaciones se han utilizado como base para la propuesta y/o implementación de medidas de regulación de las pesquerías, por ejemplo, mediante el establecimiento de tallas mínimas legales de los organismos (Smith y Jamieson, 1991; Chiasson *et al.*, 1993; Adams *et al.*, 2000), el control sobre el número de permisos de pesca o de la cantidad de artes de pesca (Robichaud *et al.*, 2000a) el empleo de paños de recubrimiento de trampas con un tamaño mínimo de malla (Sinoda *et al.*, 1987), o la incorporación de ventanas de escape con determinadas características de forma, tamaño y posición (Treble *et al.*, 1988).

### 2.3.- Investigación pesquera con trampas en México.

En México la investigación pesquera con trampas se ha enfocado principalmente a las trampas para langostas, por ser éste el principal recurso pesquero que se captura con estas artes. En menor medida se han hecho investigaciones enfocadas a trampas para peces (Arias *et al.*, 1978; Silva y García, 1986).

En estudios desarrollados por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de La Paz, Baja California Sur, tendientes al mejoramiento de la selectividad y eficiencia de las trampas para la langosta roja (*Panulirus interruptus*), se experimentó con la incorporación de aberturas de escape (ventanas) que permiten la salida de

organismos de tallas menores a la reglamentaria (82 mm longitud cefalotorácica). En los resultados se observó que aproximadamente el 70% de organismos de talla sublegal que ingresan a las trampas pueden escapar por las ventanas de escape. Esto propició que los pescadores adoptaran voluntariamente el uso de estos dispositivos (Vega, 2006).

La información generada en estos estudios ha servido de base para el establecimiento de diferentes medidas de manejo, que se emiten bajo la denominación de Norma Oficial Mexicana (NOM), que consisten en el control del esfuerzo por número de concesiones, veda temporal, talla mínima y la prohibición de captura de hembras ovígeras (DOF, 2006) y cuyo objetivo es “mantener al stock reproductor y el reclutamiento a la pesquería en niveles cercanos a la máxima productividad” (INP, 2006). Además, con base en los resultados favorables de selectividad mediante la incorporación de ventanas de escape en las trampas para langosta, recientemente se contempló la formalización de la adopción de esta medida de manejo, que será incluida en la NOM que regula la pesquería de este recurso (NOM-006-PESC-1993) (Vega, 2006).

En otros estudios sobre crustáceos, en Baja California Sur, México, Cervantes *et al.* (1994), Fiol y Cervantes (1996) y Sánchez *et al.* (1997), realizaron prospecciones de crustáceos de aguas profundas empleando trampas, tanto en aguas litorales en el golfo de California como en la costa del Pacífico, en las que se detectó de manera recurrente y abundante al cangrejo *Cancer johngarthi* (Fig. 1) del que recientemente se inició la pesca comercial.

El género *Cancer* agrupa a 26 especies (Carvacho y Bonfil, 1989), de las cuales, algunas como *C. antennarius*, *C. borealis*, *C. magister*, *C. pagurus* y *C. productus*, son objeto de pesquerías comerciales en Inglaterra (Addison y Bennett, 1992), Canadá (Breen, 1987; Smith y Jamieson, 1991; DFO, 2000a), Estados Unidos de América (Pauley *et al.*, 1986; Carroll y Winn, 1989; Orensanz *et al.*, 1998), Noruega y Francia (Woll, *et al.*, 2006).

En México el género se encuentra solamente en la costa occidental en donde ocurren 8 especies (Carvacho y Bonfil, 1989), de las cuales se explotan comercialmente *C. anthonyi*, *C. antennarius*, *C. productus* y *C. gracilis*. En 2004 la especie *C. johngarthi*, que se localiza en aguas de Baja California Sur, fue incorporada a la Carta Nacional Pesquera (CNP), que es la representación cartográfica y escrita de los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros en aguas mexicanas (DOF, 2004), lo cual implica que este cangrejo ya puede ser explotado comercialmente.

*C. johngarthi* se distribuye desde la isla Guadalupe, México, hasta la bahía de Panamá, en fondos de sustrato blando, y es una de las pocas especies de este género que se distribuye en zonas tropicales, aunque en aguas profundas con temperatura por debajo de 15 °C (Carvacho y Bonfil, 1989; Hendrickx, 1995).

Aunque es mencionada en diferentes documentos como parte de listados faunísticos y taxonómicos, la información sobre su biología y ecología es muy escasa aunque ya se están haciendo estudios sobre estos aspectos en instituciones de investigación de Baja California Sur, México.

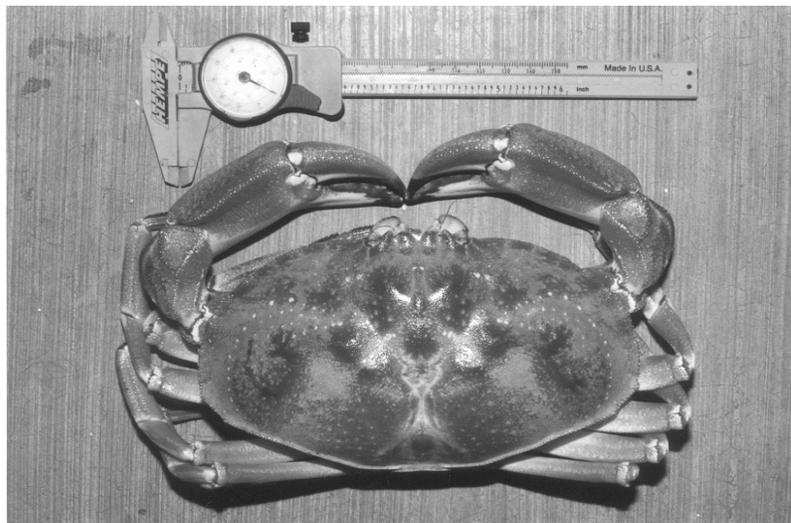


Figura 1.- Cangrejo *Cancer johngarthi* Carvacho, 1989. Ejemplar macho.

Las únicas referencias de que se dispone acerca de su factibilidad de aprovechamiento son las de Leija *et al.* (1992), Cervantes *et al.* (1994), Hendrickx (1995), Fiol y Cervantes (1996), Sánchez *et al.* (1997), Cervantes y Fiol (2001) y Ramírez *et al.* (2003).

Salvo la incipiente incursión de una embarcación mayor a la pesquería de esta especie a raíz de su incorporación a la Carta Nacional Pesquera, no existen antecedentes de aprovechamiento comercial.

La aparente abundancia de *C. johngarthi* en aguas de Baja California Sur motivó el desarrollo de investigaciones para la evaluación de este recurso en la costa occidental en aguas entre 80 m y 450 m de profundidad, mediante la aplicación del método de reducción de *stock*. Derivado de estos estudios, Ramírez *et al.* (2003), López (2004) y López *et al.* (2006) reportaron aspectos sobre la distribución y abundancia de la especie. Cervantes *et al.* (2006), presentaron un análisis de la selectividad de las trampas utilizadas en las prospecciones de la costa del Pacífico.

Los resultados de estas investigaciones fundamentaron la propuesta para la apertura de una pesquería comercial de este cangrejo en un área determinada frente a la costa occidental (Arreguín-Sánchez, 2006), y aunque aún no se han establecido medidas de manejo de este recurso, una primer medida precautoria adoptada ha sido la limitación para el otorgamiento de solo dos permisos de pesca para embarcaciones mayores (DOF, 2004), aunque no se establece un límite del esfuerzo de pesca por permiso.

### **3.- JUSTIFICACIÓN.**

Con base en los diversos estudios que se han hecho sobre la relación entre los sistemas de pesca y los recursos objetivo, se ha demostrado que el conocimiento generado ha permitido sentar las bases para la toma de decisiones sobre la regulación de las pesquerías. En el caso de los estudios sobre pesca de cangrejos con trampas, los resultados indican la importancia de generar información sobre su selectividad y eficiencia y sugieren la necesidad de estimar cambios en la capturabilidad.

Por la anteriormente expuesto, se considera necesario generar el conocimiento sobre la relación entre los sistemas de pesca con trampas para la captura del cangrejo *Cancer johngarthi*, que permita contar con las bases para la toma de decisiones sobre medidas de manejo de su pesquería. Los resultados de los análisis de selectividad y eficiencia de las artes y de las variaciones de la capturabilidad de esta especie, serán importantes para entender la dinámica arte-recurso y su efecto sobre las características cualitativas y cuantitativas de las capturas. Este conocimiento podrá ser aplicado para diseñar estrategias para el aprovechamiento sustentable de este recurso en la costa occidental de Baja California Sur, México.

### **4.- OBJETIVO.**

Determinar la influencia de factores de diseño y operación de trampas y de variables bióticas y abióticas, sobre la selectividad y eficiencia de las artes de pesca y su efecto sobre la composición de las capturas de *Cancer johngarthi*, en la costa occidental de Baja California Sur, México.

## 5.- MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5.1.- Área de estudio.

El área de estudio (Fig. 2) se ubica en el litoral occidental del estado de Baja California Sur, México, aproximadamente entre los paralelos  $24^{\circ} 45'$  y  $26^{\circ} 00'$  latitud norte y los meridianos  $112^{\circ} 20'$  y  $113^{\circ} 40'$  longitud oeste, en la región centro-sur externa de la Bahía de Ulloa, al noroeste de Bahía Magdalena.

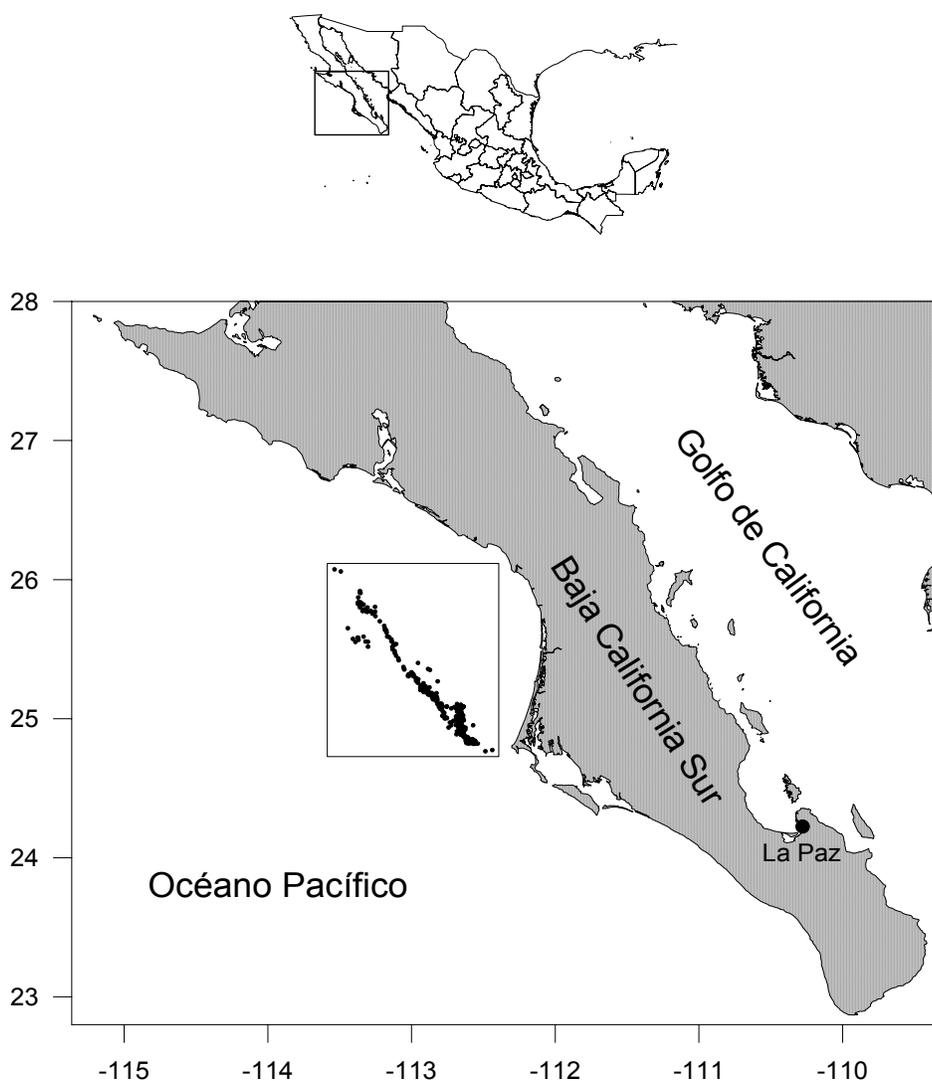


Figura 2.- Área de estudio. El rectángulo interior muestra la posición de los lances de pesca exploratoria.

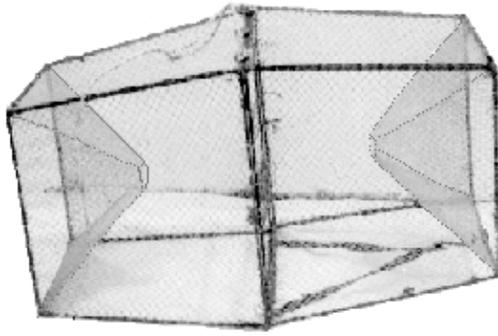
La Bahía de Ulloa (24° 50' y 26° 40' lat. norte) tiene una plataforma suave y extensa en su parte central con un gradiente de 2 m por km hasta los 100 m de profundidad, a partir de donde aumenta a 5 m por km. El fondo es predominantemente de arena limosa con parches de arena fina y limo arenosos hacia el exterior (Chávez, 1995).

El área recibe la influencia del sistema de la corriente de California constituido por una corriente superficial con dirección al ecuador, y por la sub-corriente de California que tiene un flujo subsuperficial con dirección hacia el polo (Durazo *et al.*, 2005). Estas corrientes hacen ascender las aguas ricas en nutrientes de la profundidad hacia la superficie, generando surgencias muy importantes desde el punto de vista biológico (Rodríguez *et al.*, 1996).

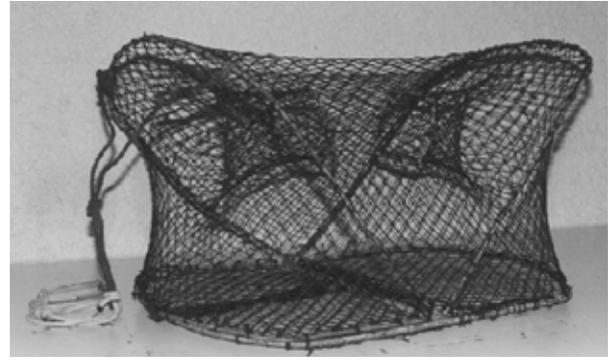
En esta área existen diferentes bajos a distancias entre 90 y 135 km de la costa, con profundidades entre 18 y 180 m, en algunos de los cuales durante todo el año se desarrollan actividades de pesca comercial de especies demersales con líneas de anzuelos manuales. Las principales especies que se capturan son *Epinephelus niphobles* (Serranidae) y *Caulolatilus princeps* (Malacanthidae), con una alta incidencia de *Sebastes macdonaldi* (Scorpaenidae) como pesca incidental poco aprovechada.

## 5.2.- Artes de pesca y métodos de muestreo.

La información objeto de análisis se generó en 11 viajes de prospección que se desarrollaron en dos etapas; la primera (5 viajes) de junio de 2000 a mayo de 2001, en los que se hicieron 9 lances con trampas rómbicas, rectangulares y cónico-truncadas (Fig. 3, Tabla 1), en líneas con 4 trampas de cada tipo en orden aleatorio, separadas entre si cada 50 m. En los extremos de las líneas se colocaron elementos de anclaje y líneas a la superficie con boyas para su localización y recuperado. En ocho de estos lances se utilizaron registradores digitales de temperatura con una precisión de  $\pm 0.1$  °C.



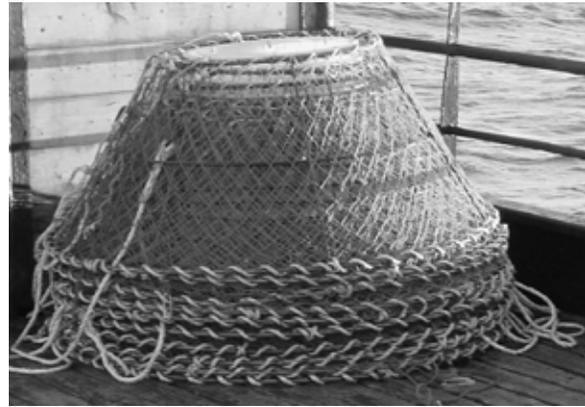
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 3.- Tipos de trampas utilizadas los muestreos *C. johngarthi*. (a) trampa rómbica (Rom), (b) trampa rectangular (Rec), (c) trampa cónica A (Con A) y (d) trampa cónica B (Con B.)

El primer tipo de trampa es una adaptación de un diseño utilizado para la pesca de camarones. Los demás son de los tipos utilizados en pesquerías comerciales de cangrejos (Shelton y Hall, 1981/1982; Erdman y Blake, 1988; Kennelly, 1989; Chiasson *et al.*, 1993; Vienneau *et al.*, 1993).

Se utilizó como nodriza la embarcación de pesca comercial "Tres Mares II" de 13.52 m de eslora y los lances se hicieron utilizando una embarcación menor de 6.20 m de eslora con motor fuera de borda, equipada con un cobrador de líneas hidráulico.

Tabla 1.- Características de diseño de las trampas utilizadas en los muestreos de *C. johngarthi*.

Característica	Unidad	Tipo de trampa (denominación).			
		Rómbica (Rom).	Rectangular (Rec).	Cónica A (Con A).	Cónica B (Con B).
Número entradas		2	2	1	1
Posición de entradas		Lateral	Lateral	Superior	Superior
Tamaño entradas	mm	40 x 40	130 x 110	200 (diámetro)	410 (diámetro)
Tamaño de malla	mm	25.4	41	41	108
Abertura de malla	mm	18	29	29	76
Volumen	dm <sup>3</sup>	158	127	192	633
Altura	mm		350	500	632
Diámetro inferior	mm			800	1500
Diámetro superior	mm			600	780
Largo	mm	940	700		
Ancho	mm		520		
Sección máxima	mm	460			
Sección mínima	mm	360			

En cada lance se contó el total de individuos de *C. johngarthi* y se determinó el sexo. Se seleccionó aleatoriamente una de cada dos trampas de cada tipo cuya captura también se midió al milímetro más próximo (ancho de caparazón, AC). Parte de la captura se conservó en hielo para toma de datos de peso, sexo y dimensiones en laboratorio y para su posterior conservación en formaldehído.

La segunda etapa (6 viajes) se desarrolló de noviembre de 2002 a agosto de 2003 a bordo de la embarcación "Pacific Breeze", un cangrejero de 25.55 m de eslora, manga de 8.53 m, puntal de 5.85 m, desplazamiento neto de 130 t y máquina propulsora de 530 cf, equipado para el cocido de quelípedos (tenazas) de cangrejo, y para su empaquetamiento y conservación en bodega por congelación. En estos viajes se utilizó una variante de diseño de trampa de tipo cónico-truncado (Fig. 3d, Tabla 1), en líneas armadas con un promedio de 88 trampas separadas entre si cada 30 m. El número de lances fue de 470 de los cuales en este trabajo se analizaron 318 (27,984 trampas).

Se utilizó una polea accionada hidráulicamente para el recuperado de las líneas de trampas. Durante estas maniobras, en cada lance se estimó a vista el número de organismos de *C. johngarthi*, la especie dominante. Se escogieron aleatoriamente una de cada 10 trampas de las cuales se contó el número de individuos por sexo. De esta muestra se tomó una submuestra de aproximadamente el 25 %, de la cual se midieron las tallas (ancho de caparazón) ajustado al milímetro más próximo y se determinó el sexo. Parte de la muestra se conservó en congelación para su traslado a laboratorio en tierra para la toma de datos de peso y longitud.

Ambas etapas se desarrollaron en la misma área de estudio, haciendo los lances en profundidades de 100 a 425 m. El procedimiento para la pesca iniciaba con el largado de cada línea de trampas previamente encarnadas, dejando las artes sumergidas por periodos variables (promedio 41 h), para después recobrar el equipo y recolectar la captura de cada trampa. Como carnada se utilizó 0.75-1.4 kg/trampa de pescado fresco (*Scomber japonicus*, *Sebastes macdonaldi*, *Caulolatilus princeps* o *Sardinops sagax*).

La selección de los puntos de muestreo fue aleatoria; la posición se determinó mediante un receptor de sistema de posicionamiento global por satélite (GPS por sus siglas en inglés) y la profundidad se determinó mediante una videosonda. En cada lance se anotaron los datos de número de viaje y de lance, fecha, profundidad, coordenadas geográficas, número de trampas operadas y horas de inicio y término de las maniobras de largado y cobrado de los equipos de pesca.

El esfuerzo de pesca total aplicado fue de aproximadamente  $1.15 \times 10^6$  horas-trampa (ht), del cual solamente 110 ht se aplicaron en la primera etapa de muestreos. Dado que esta fracción es no significativa, los análisis relacionados con el esfuerzo de pesca se refieren únicamente a los lances de la segunda etapa en los viajes del "Pacific Breeze" en los que se operaron trampas cónicas B.

### 5.3.- Metodología de los análisis.

Para determinar las características de eficiencia y selectividad de las trampas para la captura de *C. johngarhi*, se utilizaron como indicadores: 1) la proporción de machos con respecto a las hembras, por considerar su protección para efectos de reproducción de la especie; 2) proporciones por talla y 3) la captura por unidad de esfuerzo en relación con el sexo y con la talla.

Como referencia para estos análisis, se hizo una caracterización de la captura total en relación con las proporciones de sexos, distribución de frecuencia de tallas y relación talla-peso.

En el desarrollo de los análisis se incorporaron una o más de las siguientes variables:

- 1) Temporalidad (época del año).
- 2) Profundidad.
- 3) Tiempo de inmersión.
- 4) Forma de la trampa.
- 5) Tamaño de las mallas.

Para la temporalidad se consideraron las cuatro estaciones climáticas del año de la siguiente manera: primavera, de abril a junio; verano, de julio a septiembre; otoño, de octubre a diciembre e invierno, de enero a marzo.

Respecto a la profundidad, *C. johngarhi* se encontró en todo el intervalo batimétrico cubierto (123-350 m), aunque una muestra de los 20 lances de mayor abundancia en términos de CPUE fueron hechos a una profundidad promedio de 240 m, por lo que como criterio convencional, se tomó ésta profundidad como referencia para dividir el intervalo batimétrico en dos estratos por arriba y dos por debajo de este punto, con lo que el intervalo de cada estrato fue de aproximadamente 60 m como sigue: 1) de 120 a 180 m; 2) de 181 a 240 m; 3) de 241 a 300 m; 4) 301 a 350 m.

En relación con el tiempo de inmersión, en cada lance de pesca se registraron las horas de inicio y término de las maniobras de largado y cobrado de las artes de pesca. En éste estudio, el tiempo de inmersión se consideró como el lapso transcurrido entre la hora del fin del largado y la hora del fin del recuperado.

#### 1) Selectividad.

De acuerdo con Sparre y Venema (1997), la selectividad se considera también como una medida de la eficiencia de las artes de pesca para capturar individuos de un determinado intervalo de tallas. Éste trabajo se refiere a selectividad relativa, que se relaciona con la fracción de la población que tiene un encuentro con las artes y es retenida por éstas, en función de los tamaños de malla. Aunque los tamaños de malla son nominales, deberá tenerse en mente sus respectivos valores de abertura horizontal (Tabla 1), que es la dimensión que determina la proporción de individuos que son retenidos o que escapan.

En estos análisis se utilizaron los datos de captura de los cuatro tipos de trampa. Se determinaron las relaciones promedio de sexos, distribución de frecuencia de tallas y los principales estadísticos de tallas y pesos en relación con cada diseño.

Como principal referencia de selectividad se utilizó la talla de primera captura ( $L_{50}$ ), que es la talla a la cual los organismos tienen el 50 % de probabilidad de ser retenidos por el arte en un encuentro con éste (Sparre y Venema, 1997). También se calcularon el intervalo de selección ( $I_s$ ), que se refiere al número de tallas a las cuales los organismos tienen entre el 25 % ( $L_{25}$ ) y el 75 % ( $L_{75}$ ) de probabilidades de ser capturados por el arte, y el factor de selección ( $F_s$ ), el cual es una constante adimensional de la proporcionalidad entre  $L_{50}$  y el tamaño de la malla. Éste parámetro es un indicador comparativo de los atributos de selección entre diferentes tamaños de malla (Sparre y Venema, 1997; NMFS, 2002; Groeneveld *et al.*, 2005) y se calcula mediante:

$$F_S = \frac{L_{50}}{2a} \quad (1)$$

donde  $2a$  es el tamaño de la malla en mm.

La relación entre la probabilidad de retención y la talla se puede representar gráficamente mediante la curva de selección por tallas o curva logística (Pope *et al.*, 1975; Mahon y Hunte, 2001), que se obtiene mediante la expresión matemática:

$$S_L = \frac{1}{(1 + \exp^{(S_a - S_b L)})} \quad (2)$$

donde  $S_L$  es la probabilidad de selección a la talla  $L$  (punto medio del intervalo);  $S_a$  y  $S_b$  son los parámetros del modelo tal que la talla de primera captura se estima como  $L_{50} = S_a / S_b$ , y el intervalo de selección,  $I_s$ , como  $I_s = L_{75} - L_{25}$ , donde  $L_{25} = (\ln 3 - S_a) / S_b$  y  $L_{75} = (\ln 3 + S_a) / S_b$

Pope *et al.* (1975) aplicaron originalmente esta ecuación en el experimento denominado de “copo cubierto” en el cual se utiliza una cubierta (bolsa) de malla fina superpuesta a un copo de un tamaño de malla más grande. El método consiste en calcular la fracción retenida por el copo respecto a la captura total (captura en el copo mas captura en la cubierta de malla fina) para cada intervalo de talla, haciendo una transformación lineal mediante la ecuación

$$\ln \frac{1}{S_l - 1} = S_a - S_b * L \quad (3)$$

Ésta ecuación representa una línea recta en donde  $S_l$  es la fracción de la captura retenida a la talla  $L$ ,  $S_a$  es el intercepto ( $a$ ) y  $S_b$  es la pendiente ( $b$ ) de regresión. En

esta regresión, la variable independiente ( $x$ ) es la marca de clase del intervalo y la dependiente ( $y$ ) son los datos linealizados.

De acuerdo con Pope *et al.* (1975), las trampas retienen la captura de manera similar a la de los copos de redes de arrastre por lo que, para obtener la curva logística para ambos tipos de arte proponen utilizar la ecuación 2, aunque en el caso de las trampas, la modificación al método consiste en utilizar datos de la captura total transformados a frecuencia relativa acumulada por intervalos de talla debido a que no hay una “fracción retenida”.

Se hicieron análisis estadísticos con el objetivo de identificar diferencias significativas entre las características de las capturas por tipo de trampa, para lo cual previamente se analizaron los datos para determinar si presentaban una distribución normal (prueba Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (prueba de Bartlett; Zar, 1999). En los casos en que los datos no presentaron normalidad, se hizo una transformación logarítmica (Pengilly y Tracy, 1998; Zar, 1999) mediante:

$$C' = \ln(C + 1) \quad (4)$$

donde  $C'$  es el valor de captura transformado logarítmicamente y  $C$  es el valor original.

Se compararon las tallas promedio entre tipos de trampa mediante la prueba  $t$  de Student de dos muestras, y las distribuciones de frecuencia de tallas entre trampas utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov de dos muestras. Los atributos de selectividad de las artes, definidos por las curvas logísticas de selección, fueron contrastados entre tipos de trampa mediante las comparaciones de las pendientes de regresión utilizando la prueba  $t$  de Student por pares. En todos los análisis estadísticos se utilizó  $\alpha = 0.05$ .

## 2) Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

La CPUE se consideró como un índice de la abundancia relativa de *C. johngarhi* y como medida de la eficiencia o éxito de pesca por lance, como lo proponen Lee y Lee (1992), Muoneke *et al.* (1993), Zhou y Kruse (2000) y Zhang (2001).

La captura por unidad de esfuerzo se definió como el número de cangrejos *C. johngarhi* capturados por hora-trampa (c/ht). Las estimaciones de CPUE se hicieron por sexo y talla para determinar el efecto de la mortalidad por pesca en relación con estas variables bióticas (Hébert *et al.*, 2001; Sainte-Marie y Turcotte, 2003; Woll *et al.*, 2006). También se consideró la interacción de las variables asociadas al diseño de las artes (Moriyasu *et al.*, 1989; Chiasson *et al.*, 1993; Zhou y Kruse, 2000), a la temporada y a la profundidad de pesca (Wenner *et al.*, 1987; Kennelly y Craig, 1989; Ziegler *et al.*, 2003; Taggart *et al.*, 2004). Se analizó también la variación de la CPUE por efecto del tiempo de inmersión (Krouse, 1989; Robertson, 1989; Pengilly y Tracy, 1998). Los resultados se analizaron estadísticamente aplicando los mismos procedimientos utilizados en la sección de selectividad.

## 3) Capturabilidad.

De acuerdo con Martínez *et al.* (1999), la capturabilidad mide la vulnerabilidad de los organismos al arte de pesca y se considera como un factor de la eficiencia de las artes (Hilborn y Walters, 1992; Levring, 1999), ya que está estrechamente relacionado con la selectividad (Arreguín-Sánchez y Pitcher; 1999; Jul-Larsen *et al.*, 2003).

Para la determinación de este coeficiente se utilizó el programa para computadora *Catchability*, desarrollado por Martínez *et al.*, (1999), con base en el procedimiento propuesto por Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999). El programa calcula el coeficiente de capturabilidad por clases sucesivas de talla (punto medio de clase,  $l_i$ ) a un tiempo determinado, en función de datos de captura por unidad de esfuerzo por tamaño de los individuos y parámetros de crecimiento de la

ecuación de von Bertalanffy ( $K$  año<sup>-1</sup>), longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), y mortalidad natural ( $M$  año<sup>-1</sup>).

Para la estimación de estos parámetros se analizaron las distribuciones de frecuencias de tallas mensuales de *C. johngarhi* agrupadas en intervalos de 5 mm. Se utilizó el método ELEFAN I (Electronic LEngth Frecuency ANalisis) (Pauly, 1987; Gayanilo y Pauly, 1997) que se basa en la ecuación de crecimiento estacionalizado de von Bertalanffy:

$$L_t = L_{\infty}(1 - \exp[-K(t - t_0)]) - (CK / 2\pi)\text{sen}(2\pi(t - t_s)) \quad (5)$$

donde  $L_t$  es la longitud a la edad  $t$ ,  $L_{\infty}$  es la longitud máxima teórica o asintótica que la especie alcanzaría si viviera indefinidamente y  $K$  es el coeficiente de crecimiento, el cual es una medida de la tasa a la cual se alcanza la talla máxima,  $t_0$  es la longitud teórica a la edad cero,  $C$  es una constante que representa la amplitud de la oscilación estacional del crecimiento, y  $t_s$  es el punto de inicio de la oscilación;  $t_s$  es expresado como:

$$WP = t_s + 0.5 \quad (6)$$

donde  $WP$  (*winter point*), se refiere al periodo del año en el que el crecimiento es más lento (Pauly y Gaschütz, 1979).

Con base en la ecuación de tasa mortalidad total  $Z = M + F$ , donde  $M$  es la tasa de mortalidad natural y  $F$  es la tasa de mortalidad por pesca, y considerando a *C. johngarhi* como una especie sin explotar ( $F = 0$ ), entonces  $Z = M$ , por lo que el valor de  $Z$  fue utilizado como  $M$  en el programa *Catchability*.

$Z$  fue estimado mediante la ecuación empírica de Hoenig (1983):

$$\ln Z = 1.44 - 0.984 \ln (t_{max}) \quad (7)$$

donde  $t_{max}$  es la longevidad (Beverton y Holt, 1959) y se estimó como:

$$t_{max} = (3/K) + t_0 \quad (8)$$

El programa *Catchability* se basa en una adaptación de la matriz de transición de Leslie a datos organizados en estructura de tallas de una población, de un tiempo  $t$  a un tiempo  $t+1$ , que se puede expresar como:

$$X(t+1) = AX(t) \quad (9)$$

donde  $Xt$  es un vector de la estructura de la población al tiempo  $t$  y  $A$  es la matriz de transición y se expresa como  $A = G * S$ , donde  $G$  y  $S$  son las matrices de crecimiento y supervivencia respectivamente.

Para cada individuo,  $G$  es la probabilidad de sobrevivencia y crecimiento de la clase  $i$  a la clase  $j$  y  $S$  es la matriz probabilidad de sobrevivencia y permanencia en la clase  $i$ . La asignación de probabilidades de  $G$  es definida asumiendo que los individuos crecen de acuerdo con la ecuación de von Bertalanffy, ya que de acuerdo con Sparre y Venema (1997) su crecimiento corporal parece adecuarse a este modelo.

Los elementos de  $S$  a talla  $\ell$  se definen en términos de mortalidad. Cada elemento en la diagonal principal de esta matriz está dada por  $e^{-z(\ell)}$  y puede expresarse como:

$$S(\ell) = e^{-z(\ell, t)} = e^{-[M + q(\ell, t) * E(t)]} \quad (10)$$

donde  $Z(\ell, t)$  es la tasa de mortalidad total a talla  $\ell$  en tiempo  $t$ ,  $M$  es la tasa de mortalidad natural, que se asume constante,  $q(\ell, t)$  es el coeficiente de capturabilidad a talla  $\ell$  en tiempo  $t$  y  $E(t)$  es el esfuerzo de pesca en el tiempo  $t$ .

Dado que  $X(t)$ ,  $X(t+1)$ ,  $M$  y  $E$  son conocidos, la ecuación 9 puede resolverse asignando valores a  $q(t)$  para estimar la estructura de la población  $X(t+1)$ , para lo cual, *Catchability* emplea un algoritmo de minimización de residuales, que minimiza las diferencias entre los valores de  $X(t+1)$  observados y los estimados, para obtener el mejor ajuste de  $q(t)$  (véase Arreguín-Sánchez, 1996; Martínez *et al.*, 1999).

Este método fue aplicado para identificar las variaciones de la capturabilidad de *C. johngarthi* entre meses, para lo cual se agrupó la captura de los lances de cada mes y se obtuvo la CPUE promedio por lance en número de individuos por sexo y clase de talla de cada grupo y su correspondiente promedio de esfuerzo de pesca.

El periodo de las estimaciones de capturabilidad por temporada abarcó de noviembre/02 a agosto/03 pero no fueron continuas cronológicamente debido a que los muestreos se suspendieron en febrero, marzo y parte de abril de 2003 por la alta incidencia de cangrejos de caparazón blando. Las estimaciones se hicieron entre meses consecutivos, en los periodos noviembre-diciembre/02, diciembre/02-enero/03, abril-mayo/03, mayo-junio/03, junio-julio/03 y julio-agosto/03, con excepción del periodo intermedio de suspensión de muestreos que se menciona.

Dado que la mortalidad calculada es a tasa anual ( $M \text{ año}^{-1}$ ), para cada estimación de  $q$  se calculó la parte proporcional de este parámetro correspondiente a los días de cada periodo  $\Delta t = (t+1) - (t)$  mediante:

$$M = \frac{M \text{ año}^{-1}}{365} (\Delta t) \quad (11)$$

donde  $M$  es la mortalidad proporcional para el periodo  $\Delta t$ .

Considerando que las estimaciones de  $q$  mediante *Catchability* son afectadas por la magnitud del incremento de tiempo ( $\Delta t$ ) y que estos incrementos no fueron iguales

para cada estimación, para que los resultados fueran comparativos entre periodos mensuales se estandarizaron a un periodo anual mediante:

$$q(\ell) \text{ año}^{-1} = \frac{q(\ell)(m_i, m_j)}{\Delta t(m_i, m_j)} (365) \quad (12)$$

donde  $q(\ell) \text{ año}^{-1}$  es el valor de la capturabilidad anualizada a talla  $\ell$ ,  $q(\ell)$  es el valor de la capturabilidad a talla  $\ell$ , de una estimación entre los meses consecutivos  $m_i$  y  $m_j$  y  $\Delta t$  es el incremento de tiempo en días entre las fechas intermedias de los lances de esos meses.

También se hicieron análisis para identificar variaciones de la capturabilidad por efecto de la variable profundidad. Para esto, se agrupó cronológicamente la captura de los lances hechos en cada uno de los estratos de profundidad previamente definidos. Cada grupo se dividió en dos subgrupos de igual número de lances para determinar las fechas intermedias de cada subgrupo con base en las cuales se estimó  $\Delta t$ , así como los promedios de la CPUE por lance por clase de talla (punto medio de clase) y del esfuerzo de pesca.

En estos análisis, para cada estimación de  $q$  también se determinó la mortalidad proporcional; los resultados también se estandarizaron a un periodo anual por las mismas razones y con los mismos procedimientos que se mencionan para las estimaciones respecto a la variable temporal.

Las variaciones de  $q$  por sexo entre periodos y estratos de profundidad para todas las clases de talla agrupadas se determinaron usando la media ponderada de cada estimación. Para identificar diferencias significativas entre estas medias, se aplicaron la prueba  $t$  de Student de dos muestras independientes y pruebas Anova para análisis en conjunto de las mismas en cada variable.

Se estimó la capturabilidad por clase de talla y sexo en cada intervalo de tiempo y estrato de profundidad para determinar las variaciones de la distribución de frecuencias de talla entre meses y estratos de profundidad.

Se tomaron datos de captura que incluyeran todo el periodo de estudio (nov/02-ago/03) para analizar las tendencias promedio de  $q$  a talla  $\ell$  y para determinar su relación con la talla de primera captura. Estas tendencias fueron comparadas estadísticamente para identificar diferencias entre sexos en cada variable.

Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999) también utilizaron la relación entre la tasa de captura por unidad de esfuerzo ( $C/E$  ó  $U$ ) por clase de talla entre un periodo de tiempo dado (v. g. un año) y el promedio de un determinado número de periodos iguales, como un índice de las variaciones de la capturabilidad de cada periodo respecto al promedio. El procedimiento es explicado a partir de la ecuación de la captura

$$C(\ell, \Delta t) = q(\ell, \Delta t) E(\Delta t) \bar{N}(\ell, \Delta t) \quad (13)$$

donde  $C(\ell, \Delta t)$  denota la captura a talla  $\ell$  durante el periodo  $\Delta t$ ,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad,  $E$  es el esfuerzo de pesca y  $\bar{N}$  es el tamaño promedio de la población. Esta ecuación expresada en términos de captura por unidad de esfuerzo ( $U$ ) quedaría como:

$$U(\ell, t) = q(\ell, t) \bar{N} \quad (14)$$

en donde

$$U(\ell, t) = C(\ell, \Delta t) / E(\Delta t)$$

Así, la relación utilizada por Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999) se escribiría como

$$\text{Ln} [U(\ell, t) / U(\ell, t \bullet)] = \text{Ln} [q(\ell, t) \bar{N} / q(\ell, \bullet) \bar{N}] = \text{Ln} [q(\ell, t) / q(\ell, \bullet)] \quad (15)$$

Siguiendo a estos autores, el símbolo ( $\bullet$ ) representa valores promedio y esta expresión puede interpretarse como anomalías en la capturabilidad al tiempo  $t$  con respecto al promedio para una determinada clase de talla; la pendiente de regresión que se obtiene se puede interpretar como la tasa de cambio de  $q(\ell)$  del tiempo  $t$  respecto de  $q(\ell, \bullet)$ , y por lo tanto, el valor de ésta pendiente es un índice de la tendencia de cambio de  $q$  con la talla.

Este procedimiento fue aplicado para identificar anomalías en el cambio de  $q$  por tallas por temporada respecto al promedio de las cuatro temporadas anuales y por talla y estrato de profundidad respecto al promedio de los cuatro estrados batimétricos.

Se aplicó la prueba  $t$  de Student de dos muestras para identificar diferencias significativas en comparación entre pendientes de regresión de  $q$  relativa de los análisis de cada variable.

## 6.- RESULTADOS.

### 6.1.- Esfuerzo de pesca.

Las proporciones de esfuerzo de pesca (horas-trampa y número de lances) fueron variables para cada temporada, estrato de profundidad e intervalo de tiempo de inmersión (Fig. 4), debido a causas fortuitas (mal tiempo o problemas técnicos a bordo) pero principalmente al criterio del técnico de pesca. Como ejemplos, el menor esfuerzo aplicado en invierno fue motivado principalmente por la suspensión de los viajes de pesca debido a la abundante presencia de individuos de *C. johngarthi* con caparazón blando entre enero y febrero de 2003. En profundidades entre 180-240 m se hicieron el mayor número de lances debido a la mayor abundancia de cangrejos en ese estrato. Los lances se hacen normalmente de un día para otro por lo que la mayor parte tuvo un tiempo de inmersión entre 15 h y 40 h.

### 6.2.- Composición de la captura total.

La captura total de *C. johngarthi* estuvo compuesta por aproximadamente 846,600 individuos, de los cuales 1,801 fueron capturados en la primera etapa de muestreos. Estos últimos individuos se capturaron en aguas con temperaturas que fluctuaron entre 7.3 y 11.6 °C, con promedio de 9.1 °C. Las proporciones por sexo fueron en promedio de 4.2:1 machos:hembras (81 % y 19 % respectivamente).

A partir de una muestra de datos de peso y talla (AC, mm) por sexo, mediante análisis de regresión se obtuvieron los parámetros de la ecuación  $W = aL^b$  para la conversión de talla en peso. Los mayores valores del coeficiente de correlación (> 0.96) se obtuvieron ajustando los datos a un modelo potencial (Fig. 5). El peso de la captura total se estimó en 303.7 t con proporciones de 86.6 % y 13.4 % machos:hembras respectivamente.

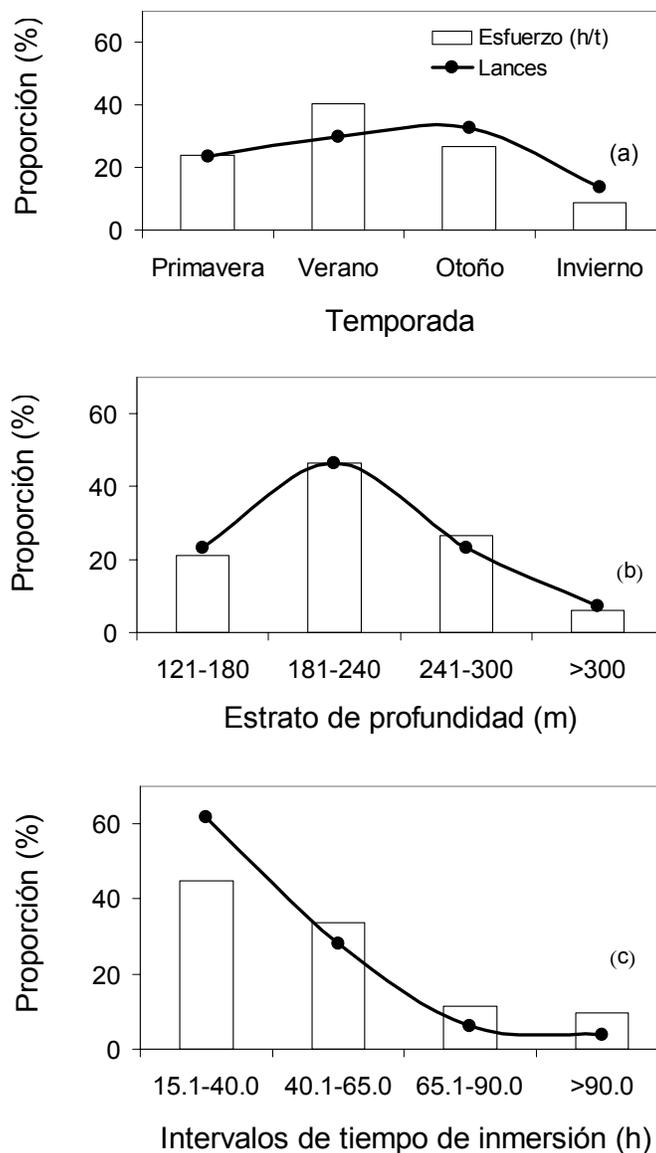


Figura 4.- Distribución del esfuerzo de pesca (horas-trampa) y número de lances en función de las variables de análisis.

Los valores promedio de talla y peso fueron mayores en los machos que en las hembras (Tabla 2). La distribución de frecuencias de talla (clases de talla de 5 mm) fue bimodal en ambos sexos con valores de 73 mm y 148 mm en machos y de 70 mm y 113 mm en hembras (Fig. 6).

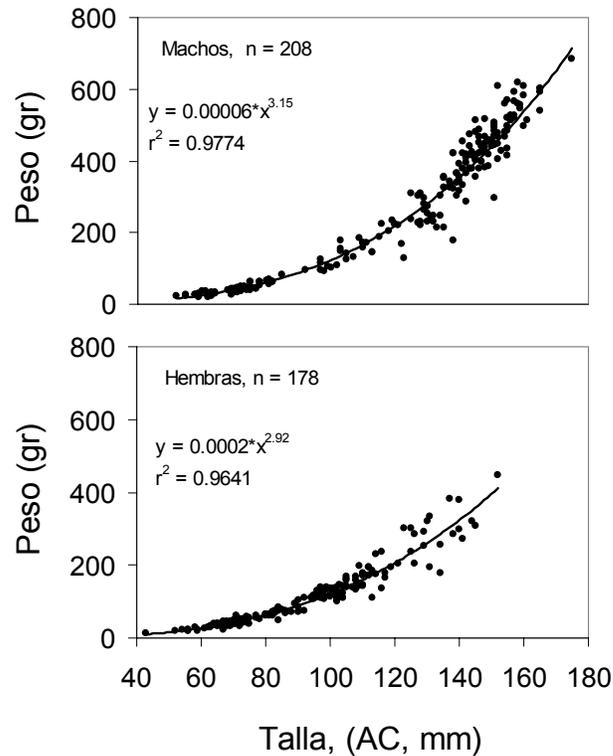


Figura 5.- Relación talla-peso de *C. johngarthi*. Regresión con modelo exponencial.

Las trampas fueron altamente selectivas en la captura de cangrejos por lo que la captura de especies diferentes de *C. johngarthi* fue poco significativa. En la primera etapa de los muestreos fue posible contar e identificar la totalidad de los organismos capturados, incluidas las especies consideradas como pesca incidental. Esta captura

Tabla 2.- Resumen de estadísticas de tallas y pesos por sexo de *C. johngarthi*.

Variable	Valor	Machos	Hembras
Talla (AC) (mm).	Mínimo	36	43
	Máximo	182	159
	Promedio	147	125
	Desv. est.	8	9
Peso (gr).	Mínimo	5	13
	Máximo	800	536
	Promedio	403	265
	Desv. est.	21	16

no objetivo estuvo compuesta por 13 especies del grupo de los peces, dos de crustáceos (incluida una nueva especie de cangrejo del género *Loxorhynchus*) y una de moluscos, agrupadas en 10 familias, que en conjunto representaron solo el 6.44 % de la captura total (Apéndice 2). Aunque en la segunda etapa no fue posible hacer un registro detallado de la pesca incidental por los grandes volúmenes de captura, el listado de especies y las proporciones respecto a *C. johngarhi* de la primera etapa pueden considerarse como representativos de todo el muestreo.

### 6.3 - Selectividad.

La relación promedio de sexos por tipo de trampa fue de 1.1:1 en las trampas rómbicas, 3.1:1 en las trampas rectangulares, 3.5:1 en las trampas cónicas A y 4.1:1 en las trampas cónicas B. Estas diferencias son atribuibles principalmente a las diferencias

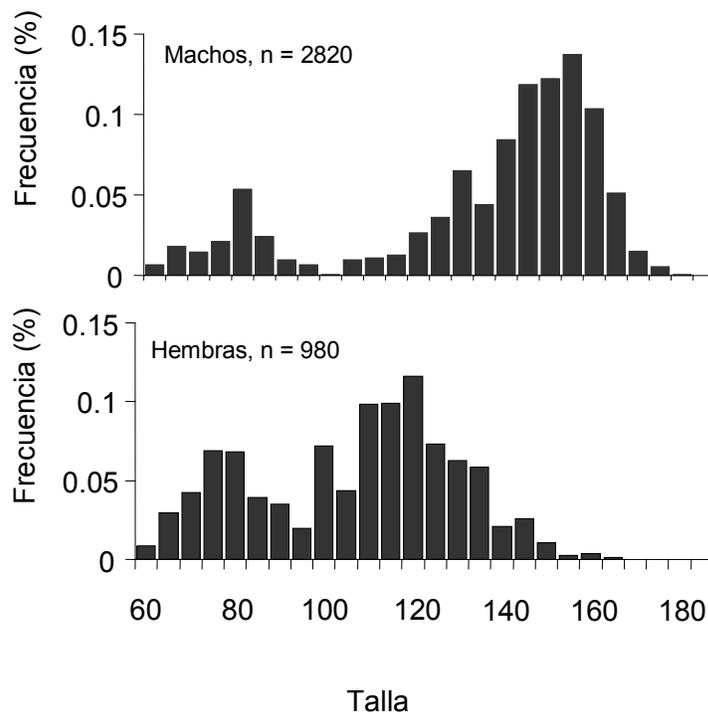


Figura 6.- Distribución de frecuencia de tallas (AC, mm) de *C. johngarhi* por sexo, de la captura total con los cuatro tipos de trampas.

en los tamaños de malla. Dado que las hembras del género *Cancer* alcanzan generalmente menores tallas (Cleaver, 1949; Reese y Dare, 1993; DFO, 2004), a mayor tamaño de malla, mayor proporción de hembras escapan con respecto a los machos.

La distribución de frecuencia de tallas por sexo y tipo de trampa también mostró diferencias importantes. Las trampas rómbicas capturaron las tallas promedio más chicas con un aumento gradual en las trampas rectangulares, cónicas A y cónicas B en ese orden (Tabla 3). La prueba *t* de Student de comparación por pares mostró que las diferencias entre las medias de las tallas son estadísticamente significativas entre los cuatro tipos de trampas en ambos sexos. La mayor diferencia fue entre las trampas rómbicas y las cónicas B en la captura de ambos sexos y la menor fue entre las trampas rectangulares y cónicas A en la captura de machos y entre las rómbicas y rectangulares en la captura de hembras.

En la captura de las trampas rómbicas se presentó una clara predominancia de organismos de tallas pequeñas de ambos sexos. Las trampas rectangulares también capturaron individuos de ambos sexos en un amplio intervalo de tallas aunque la mayor proporción de los machos (71 %) estuvo compuesta por individuos de mayor talla (>130 mm) (Fig. 7). En las trampas cónicas A y B se observa también la tendencia del aumento en la proporción de machos de talla grande y disminución en la captura de hembras, lo cual es más evidente en las trampas cónicas B, en las que los machos por encima de 130 mm AC representan más del 90 % de la captura.

Tabla 3.- Resumen de promedios y desviaciones estándar de las tallas (AC, mm) de *C. johngarhi* por sexo y tipo de trampa.

	Machos		Hembras	
	Promedio	Desviación estándar.	Promedio	Desviación estándar.
Rómbica	93	28	88	20
Rectangular	126	29	97	24
Cónica A	137	19	110	23
Cónica B	147	9	127	8

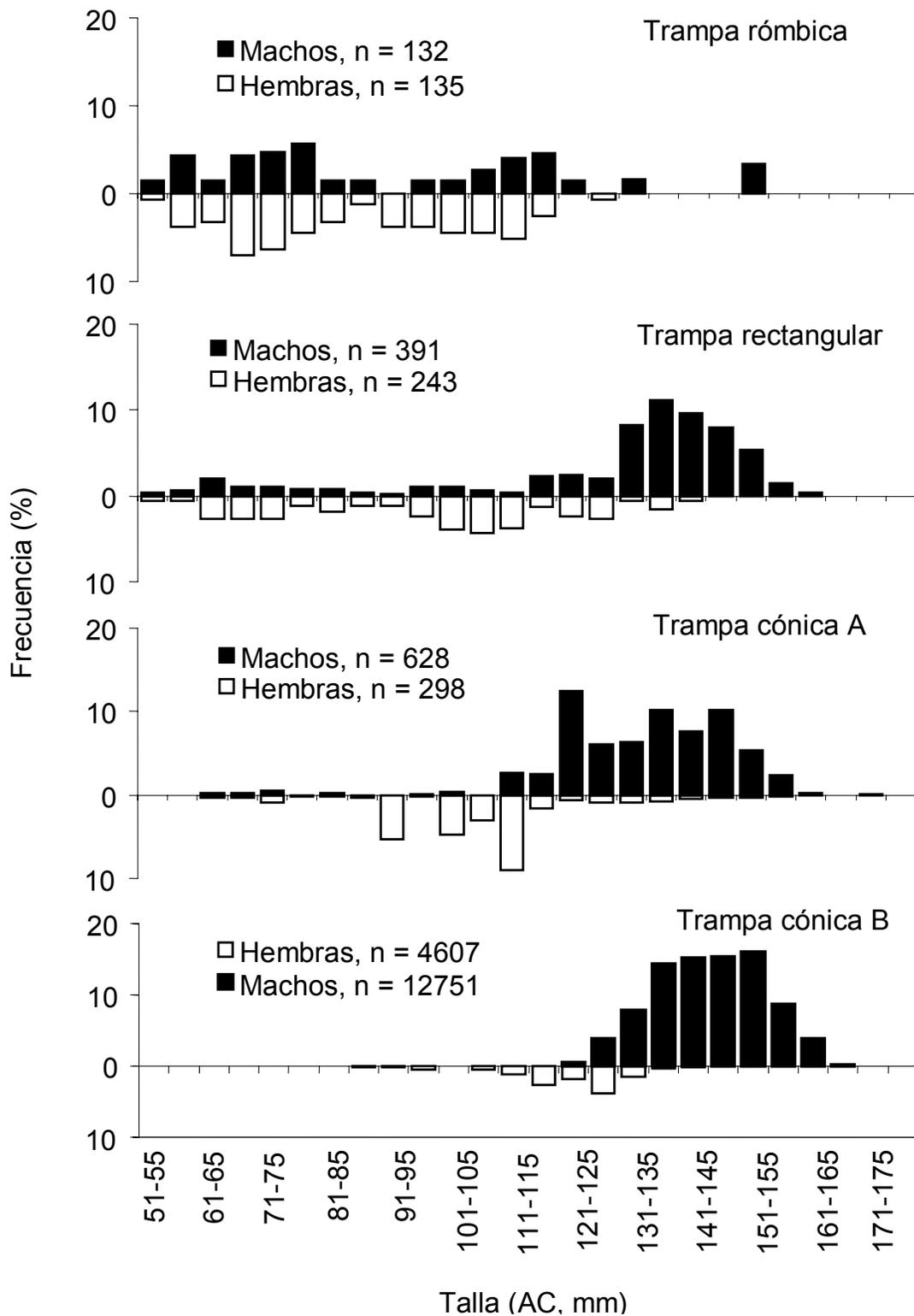


Figura 7.- Distribución de frecuencia de tallas de *C. johngarthi* por sexo y tipo de trampa.

El análisis comparativo (prueba Kolmogorov-Smirnov de dos muestras) de las distribuciones de frecuencias de tallas por tipo de trampa, mostró que las diferencias son significativas entre los cuatro diseños en ambos sexos, con sólo una excepción, que correspondió a la comparación de la captura de hembras entre las trampas rómbicas y rectangulares ( $D_{máx.} = 0.181, p < 0.10$ ).

Las diferencias entre las distribuciones de frecuencia de talla por tipo de trampa también pueden considerarse dependientes de las diferencias entre los tamaños de malla de las artes. Los valores de los parámetros de selectividad  $L_{50}$ ,  $L_{25}$ , y  $L_{75}$ , por tipo de trampa y sexo (Tabla 4), fueron en general mayores en los machos respecto a las hembras en los cuatro diseños de trampa. Además se observó una tendencia al aumento de estos valores en el orden de las trampas rómbicas, rectangulares, cónicas A y B.

Con base en éstas tendencias, considerando como principal parámetro de referencia de selectividad la talla de primera captura ( $L_{50}$ ), los resultados muestran que las trampas cónicas B fueron las más eficientes en cuanto a la captura de tallas más grandes de ambos sexos con valores máximos de 144 mm y 126 mm en machos y hembras respectivamente, mientras que en las trampas rómbicas, este parámetro tuvo los valores más bajos.

En cuanto al intervalo de selección ( $I_s$ ), como medida de la dispersión de las tallas a partir de  $L_{50}$ , las trampas cónicas B obtuvieron capturas de tallas más homogéneas de ambos sexos ( $I_s = 13$  mm y 10 mm AC, machos y hembras respectivamente). Las trampas rómbicas tuvieron el valor más alto de éste parámetro en ambos sexos ( $I_s = 38$  mm y 29 mm AC, machos y hembras). El factor de selección ( $F_s$ ) también fue máximo en las trampas rómbicas ( $f_s = 3.2$ ) en ambos sexos aunque las cónicas A tuvieron el mismo valor en la captura de machos. Las trampas cónicas B tuvieron los valores más bajos en ambos sexos.

Tabla 4.- Valores de los parámetros de las curvas logísticas de selectividad de *C. johngarthi* por tipo de trampa.

Machos				
Tipo de trampa	Rom	Rec	Con A	Con B
Tamaño de malla (mm).	25.4	41.0	41.0	108.0
Sa	4.75	12.55	15.95	23.89
Sb	-0.058	-0.097	-0.123	-0.166
L50 (mm) = Sa/ Sb	82	130	130	144
L25 (mm) = (ln 3-Sa)/Sb	63	118	121	138
L75 (mm) = (ln 3+Sa)/Sb	101	114	139	151
Is (mm) = L <sub>75</sub> -L <sub>25</sub>	38	27	18	13
Fs = L <sub>50</sub> /2a.	3.2	1.3	3.2	1.3
Hembras				
Tipo de trampa	Rom	Rec	Con A	Con B
Tamaño de malla (mm).	25.4	41.0	41.0	108.0
Sa	6.18	7.29	12.60	28.94
Sb	-0.076	-0.078	-0.122	-0.230
L50 (mm) = Sa/ Sb	81	93	103	126
L25 (mm) = (ln 3-Sa)/Sb	66	79	94	121
L75 (mm) = (ln 3+Sa)/Sb	92	107	112	131
Is (mm) = L <sub>75</sub> -L <sub>25</sub>	29	28	18	10
Fs = L <sub>50</sub> /2a.	3.2	2.3	2.5	1.2

Las tendencias de estos dos parámetros fueron a la disminución con el aumento del tamaño de malla, lo que también está relacionado con el aumento de la talla promedio de los organismos capturados, por lo que Is y Fs son utilizados como indicadores de los atributos de selectividad de las artes en función de los tamaños de malla.

Los perfiles de las curvas logísticas de selección por sexo y tipo de trampa (Fig. 8) dan una idea más clara de los atributos de selectividad de las artes. Se observa que en las trampas rómbicas existe la menor diferencia entre  $L_{50}$  de cada sexo (9 mm), aunque también la mayor dispersión de tallas por sexo. La mayor diferencia entre  $L_{50}$  correspondió a las trampas rectangulares (26 mm AC), la cual decrece a 19 mm y 15 mm en las trampas cónicas A y cónicas B respectivamente; además los intervalos de estos valores se van desplazando hacia tallas mayores en la anterior secuencia, lo que se puede considerar también como efecto de las diferencias entre los tamaños de malla y la geometría de los diseños.

Las pruebas de comparación de pendientes de regresión por sexo entre tipos de trampa (prueba  $t$  de Student de dos muestras), muestran diferencias significativas en machos entre la trampas rómbicas respecto a los demás diseños ( $p < 0.001$ ). En las hembras, las diferencias significativas son entre las trampas rómbicas y las cónicas B (Tabla 5). Estadísticamente, las mayores similitudes entre pendientes ( $p > 0.1$ ) se presentaron en las tres comparaciones posibles entre las trampas rectangulares, cónicas A y cónicas B en machos, y entre las rectangulares y cónicas A en hembras.

6.4.- Selectividad en términos de CPUE por efecto de las características de diseño de las trampas.

Las proporciones de CPUE por sexo mostraron un aumento progresivo de los machos en el orden de las trampas rómbicas, rectangulares, cónicas A y cónicas B, con valores casi similares por sexo en las trampas rómbicas, mientras que las cónicas B obtuvieron la mayor proporción de CPUE de machos y la menor de hembras (74 % y 26 % respectivamente) (Fig. 9). Estas diferencias en las proporciones de CPUE por sexo en cada tipo de trampa son significativas ( $\chi^2 = 24.072$ , g. l. = 3,  $p < 0.001$ ), lo que indica que son dependientes del diseño de las trampas.

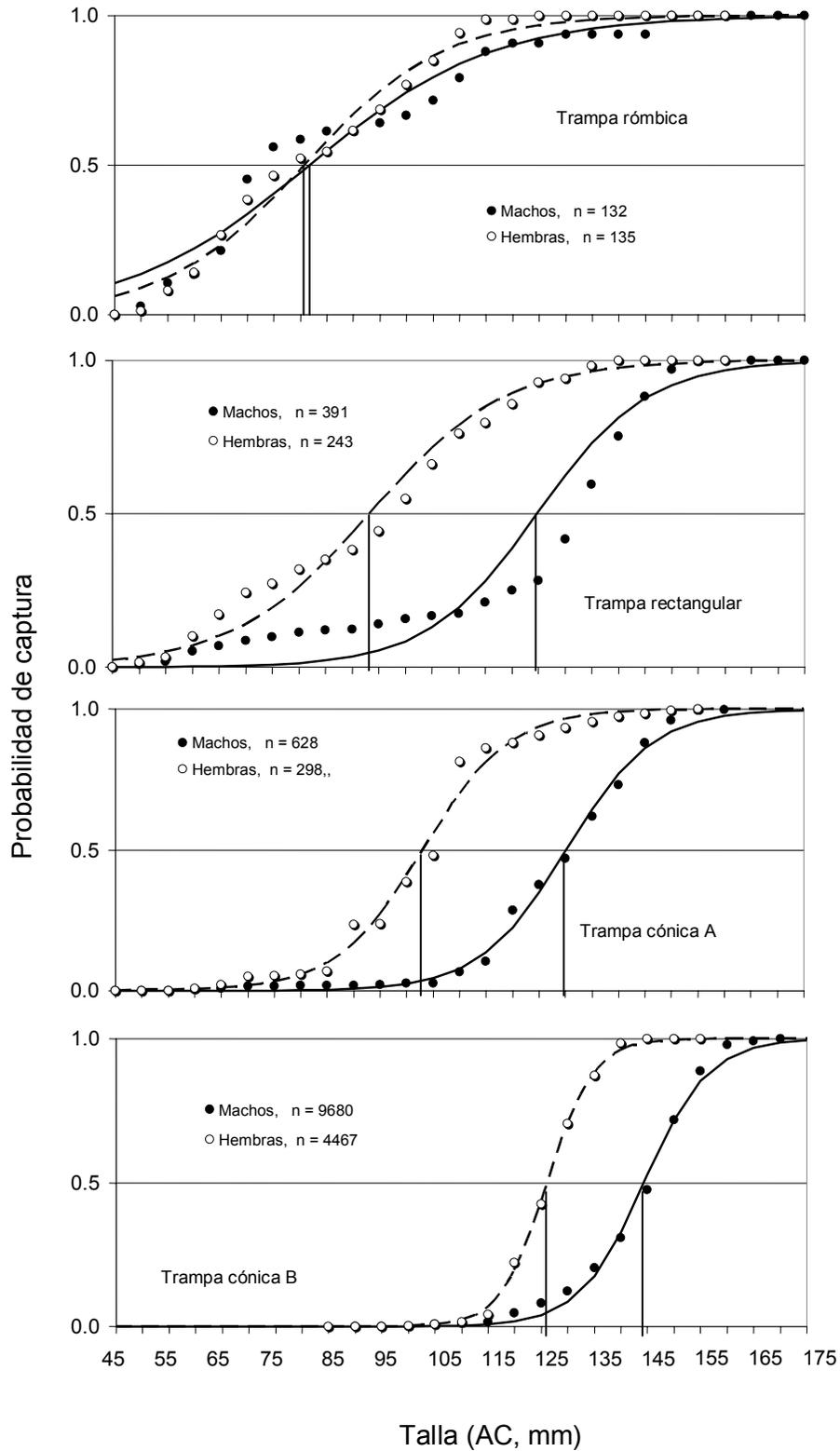


Figura 8.- Curvas logísticas de selectividad de cuatro diseños de trampas en la captura de *C. johngarhi*. Las líneas verticales indican L<sub>50</sub>. Los puntos indican los valores de probabilidad observados.

Tabla 5.- Comparación estadística de pendientes de regresión (prueba *t* de Student de dos muestras), de las curvas logísticas de selectividad por sexo de cuatro diseños de trampas en la captura de *C. johngarhi*.

Sexo	Comparación	Estadístico t	Grados de libertad	Valor p
Machos	Rómbica vs rectangular	5.861*	38	< 0.001
	Rómbica vs cónica A	4.511*	38	< 0.001
	Rómbica vs cónica B	5.357*	29	< 0.001
	Rectangular vs cónica A	0.034	40	= 0.973
	Rectangular vs cónica B	0.143	31	= 0.887
	Cónica A vs cónica B	0.763	31	= 0.451
Hembras	Rómbica vs rectangular	1.739	29	= 0.092
	Rómbica vs cónica A	1.721	30	= 0.095
	Rómbica vs cónica B	3.659*	20	> 0.001
	Rectangular vs cónica A	0.357	33	= 0.723
	Rectangular vs cónica B	2.771	33	> 0.10
	Cónica A vs cónica B	2.197*	31	= 0.038

(\*) Significativo a  $\alpha = 0.05$

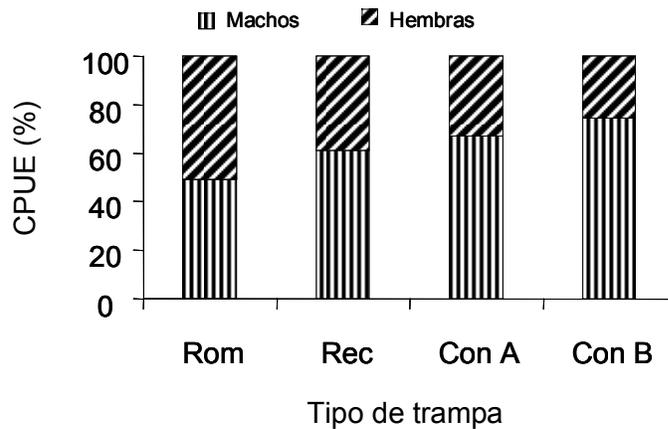


Figura 9.- Proporciones de CPUE de *C. johngarhi* por sexo y tipo de trampa.

En cuanto al efecto del tipo de trampa sobre la CPUE por tallas, tomando como referencia los respectivos valores de  $L_{50}$  de cada sexo y diseño de trampa, se observó que las proporciones de la CPUE en todos los casos fueron mayores por encima de ese parámetro de selectividad (Fig. 10).

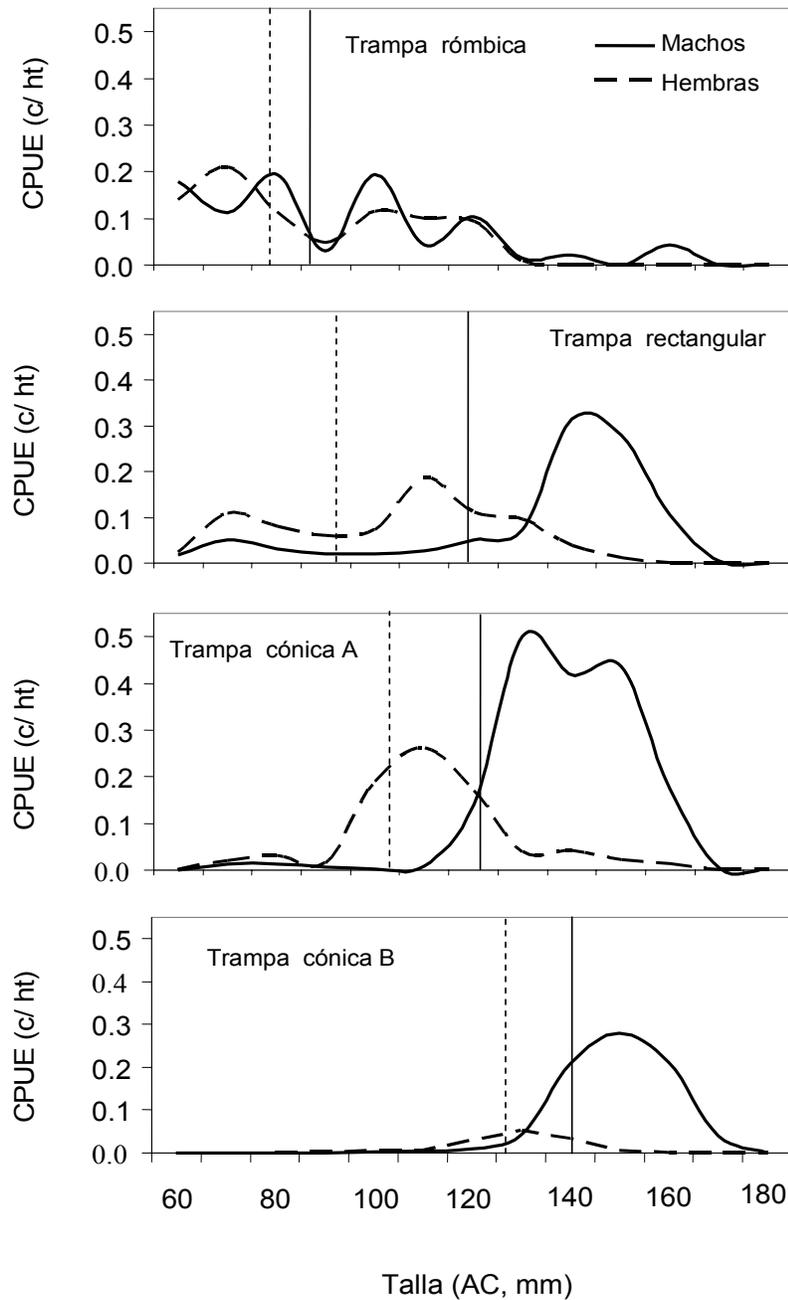


Figura 10.- CPUE por sexo, talla y tipo de trampa. Las líneas verticales discontinuas indican  $L_{50}$  de hembras y las continuas de machos.

Las trampas rómbicas tuvieron una mayor proporción de la CPUE en la primera mitad del intervalo total de tallas ( $\leq 90$  mm AC), con valores de 85 % y 72 % de machos y hembras respectivamente, y se observan variaciones irregulares en los valores de la CPUE de ambos sexos en todo el intervalo de tallas.

Los valores máximos de CPUE por sexo y talla en los otros tipos de trampa fueron: en las trampas rectangulares, 0.31 c/ht a talla de 150 mm AC en machos y 0.19 c/ht a 110 mm AC en hembras. En las trampas cónicas A la CPUE de machos mostró valores máximos bimodales a tallas de 125 mm y 145 mm AC con 0.51 y 0.45 c/ht respectivamente, y en las hembras el valor máximo fue de 0.27 c/ht a talla de 115 mm AC. En las trampas cónicas B los valores máximos de machos fueron de 0.29 c/ht a talla de 145 mm AC y de hembras 0.05 c/ht a talla de 125 mm AC.

Considerando los intervalos de clase con los valores de CPUE más altos en estas últimas trampas, las proporciones por sexo y tipo de arte fueron: en las trampas rectangulares, 85 % de machos a tallas entre 115-155 mm AC, y 56 % de hembras a tallas entre 85-155 mm AC. Las trampas cónicas A agruparon el 93 % de la CPUE de machos entre 115-160 mm AC y el 85 % de hembras en el intervalo de 80-120 mm AC. Las trampas cónicas B obtuvieron el 97 % de la CPUE de machos entre las tallas 125-165 mm AC y el 93 % de hembras entre las tallas de 105-145 mm AC.

En este análisis se observa que tanto las proporciones de CPUE de tallas grandes como los intervalos de estas tallas por sexo y tipo de trampa, aumentan en el orden de los diseños rectangular, cónica A y cónica B, en una tendencia similar a la que se observa en las tallas promedio por tipo de trampa, lo que refleja que ambas tendencias están relacionadas y son una función de las características de selectividad de las artes.

Lo anterior conduce a suponer que existen diferencias en las proporciones de la CPUE entre número de organismos y biomasa para cada tipo de trampa. Para de-

terminar esta relación de diferencias, se estimaron los valores de CPUE promedio totales (suma de todas las clases de talla) por sexo y tipo de trampa en número de individuos (c/ht), los cuales se convirtieron en CPUE en peso mediante las ecuaciones: (machos)  $W = 0.0006 * AC^{3.15}$ , (hembras)  $W = 0.0002 * AC^{2.92}$ .

La comparación entre ambos tipos de datos (Fig. 11) muestra que la proporción de la CPUE por sexo en biomasa disminuyó en las hembras con respecto al valor en número de individuos, debido a su menor talla, y que con excepción de los machos en las trampas cónicas A, se confirma la tendencia del aumento de tallas por tipo de trampa en ambos sexos, con valores de menores a mayores en la secuencia de trampas rómbicas, rectangulares, cónicas A y B.

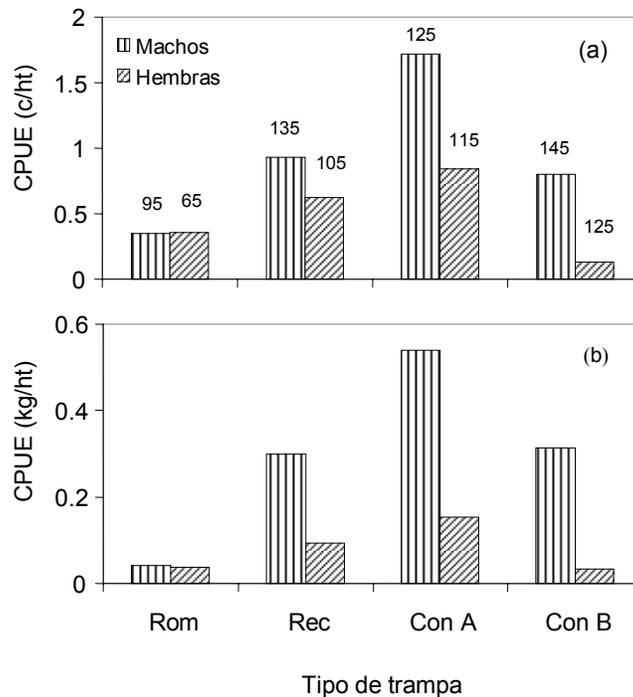


Figura 11.- CPUE promedio de *C. johngarthi* por sexo y tipo de trampa; (a), en número de individuos (c/ht) y (b), en biomasa (kg/ht). Las cifras sobre los histogramas en (a) son las tallas modales (mm, AC) y aplican también en (b).

### 6.5.- Variaciones de la CPUE por efecto de las variables temporada, profundidad y tiempo de inmersión.

En estos análisis se utilizó la información de capturas solamente de las trampas cónicas B, operadas en el periodo de noviembre de 2002 a agosto de 2003, en virtud de que la información de los otros diseños de trampas no es suficiente.

La CPUE por sexo y temporada en todo el intervalo batimétrico, tuvo en los machos valores extremos máximo y mínimo en primavera y verano con 0.81 c/ht y 0.46 c/ht respectivamente (Fig. 12). En las hembras, los valores de primavera, otoño e invierno fueron parecidos (promedio 0.098 c/ht), con un repunte en otoño de casi tres veces este valor (0.28 c/ht). Estadísticamente las diferencias son significativas (ANOVA, machos,  $F_{3, 322} = 17.794$ ,  $p < 0.001$ ; hembras,  $F_{3, 322} = 10.881$ ,  $p < 0.001$ ). Las variaciones entre verano e invierno tuvieron una tendencia similar en ambos sexos.

En relación con la profundidad, la CPUE promedio de machos muestra un ascenso de aguas someras a las más profundas, con una variación de 0.6 c/ht a 120 m hasta 0.8 c/ht a 360 m. Entre los tres primeros niveles (120-300 m) la diferencia no es pro-

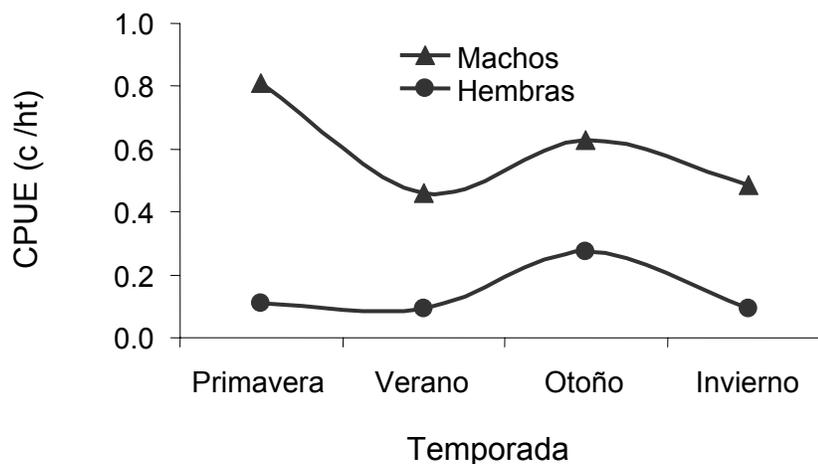


Figura 12.- Variación de la CPUE promedio de *C. johngarths* por sexo y temporada.

nunciada pero en el estrato más profundo (> 300 m) el aumento es más notorio (Fig. 13) aunque no estadísticamente significativo respecto a los demás estratos, (ANOVA,  $F_{3, 322} = 0.650$ ,  $p = 0.582$ ).

En las hembras se observó un valor máximo de 0.18 c/ht en el estrato de 180-240 m y un valor mínimo de 0.09 c/ht en el estrato más profundo (>300 m). Estas variaciones indican un aumento progresivo en la abundancia de machos con la profundidad, con una mayor densidad poblacional a profundidades entre 300 y 350 m mientras que las hembras son más abundantes en 181-240 m.

Al incorporar la variable profundidad por estratos al análisis de CPUE por temporada, se observó que existen variaciones por un efecto combinado de ambas variables (Fig. 14). En los machos los valores extremos fueron un mínimo en verano entre 240-300 m (0.28 c/ht) y un máximo en primavera a profundidades > 300 m (0.99 c/ht). La mayor variabilidad para un solo nivel de profundidad entre temporadas correspondió al estrato de 240-300 m, con valores entre el mínimo mencionado y un máximo de 0.91 c/ht entre verano y primavera respectivamente. La mayor variabilidad para una

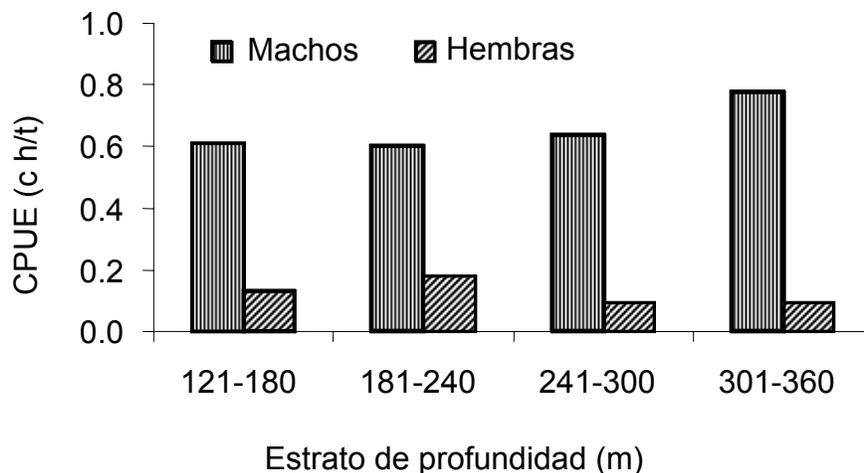


Figura 13.- Variación de la CPUE de *C. johngarthi* por sexo en función de la profundidad.

sola temporada fue en otoño con el mínimo referido y un máximo de 0.81 c/ht en 121-180 m. En las hembras, salvo una fluctuación a la alza de la CPUE en otoño entre los 180 y 300 m (promedio 0.22 c/ht), no se observan variaciones importantes.

Estas variaciones indican que en primavera los organismos se encuentran distribuidos de manera más o menos uniforme entre 180-350 m, con una mayor concentración a más de 300 m y menor en aguas más someras, lo cual puede explicar la mayor cantidad de captura en aguas más profundas en dicha estación.

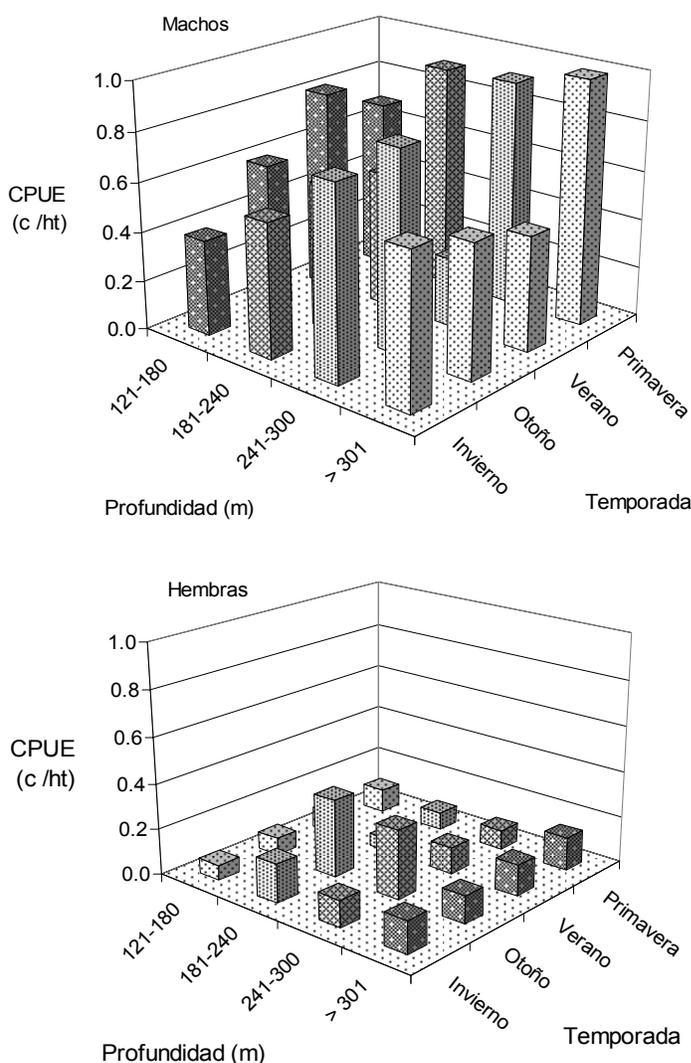


Figura 14.- Variaciones de la CPUE promedio de *C. johngarhi* por temporada v profundidad.

En los machos esta tendencia es totalmente opuesta en verano cuando ocurre la mayor dispersión de la CPUE entre estratos con valores que fluctúan entre un mínimo de 0.28 c/ht entre 240-300 m y un máximo de 0.81 c/ht entre 120-180 m. Este último intervalo, con la menor CPUE en primavera, en verano es el que mayor captura aportó.

En relación con las proporciones de la CPUE relativa por sexo, considerando la suma de las CPUE de ambos sexos por cada temporada y estrato de profundidad, la mayor proporción de hembras ocurrió en verano en el estrato más profundo (> 300 m) donde representaron el 40 %, mientras que en ese mismo estrato, pero en primavera, representaron solo el 10 %.

Estas variaciones sugieren que existen migraciones estacionales entre estratos de profundidad. Los machos, que en primavera se concentran en aguas profundas, aparentemente emigran en verano hacia aguas más someras, lo que explicaría la disminución de la CPUE entre 180-350 m y el aumento en el intervalo más somero (120-180 m).

La CPUE por clase de talla en las cuatro temporadas y en todo el intervalo batimétrico, mostró un valor promedio máximo en machos de 0.27 c/ht a talla de 150 mm AC en primavera en el intervalo de 180-240 m de profundidad (Fig. 15). En las hembras, el valor máximo fue de 0.14 c/ht a talla de 135 mm AC observado en otoño en el intervalo de 240-300 m de profundidad. En invierno se observaron valores promedio máximos bimodales en machos de 0.17 c/ht en el intervalo de 180-240 m de profundidad y de 0.20 a 0.21 c/ht entre 240-300 m de profundidad.

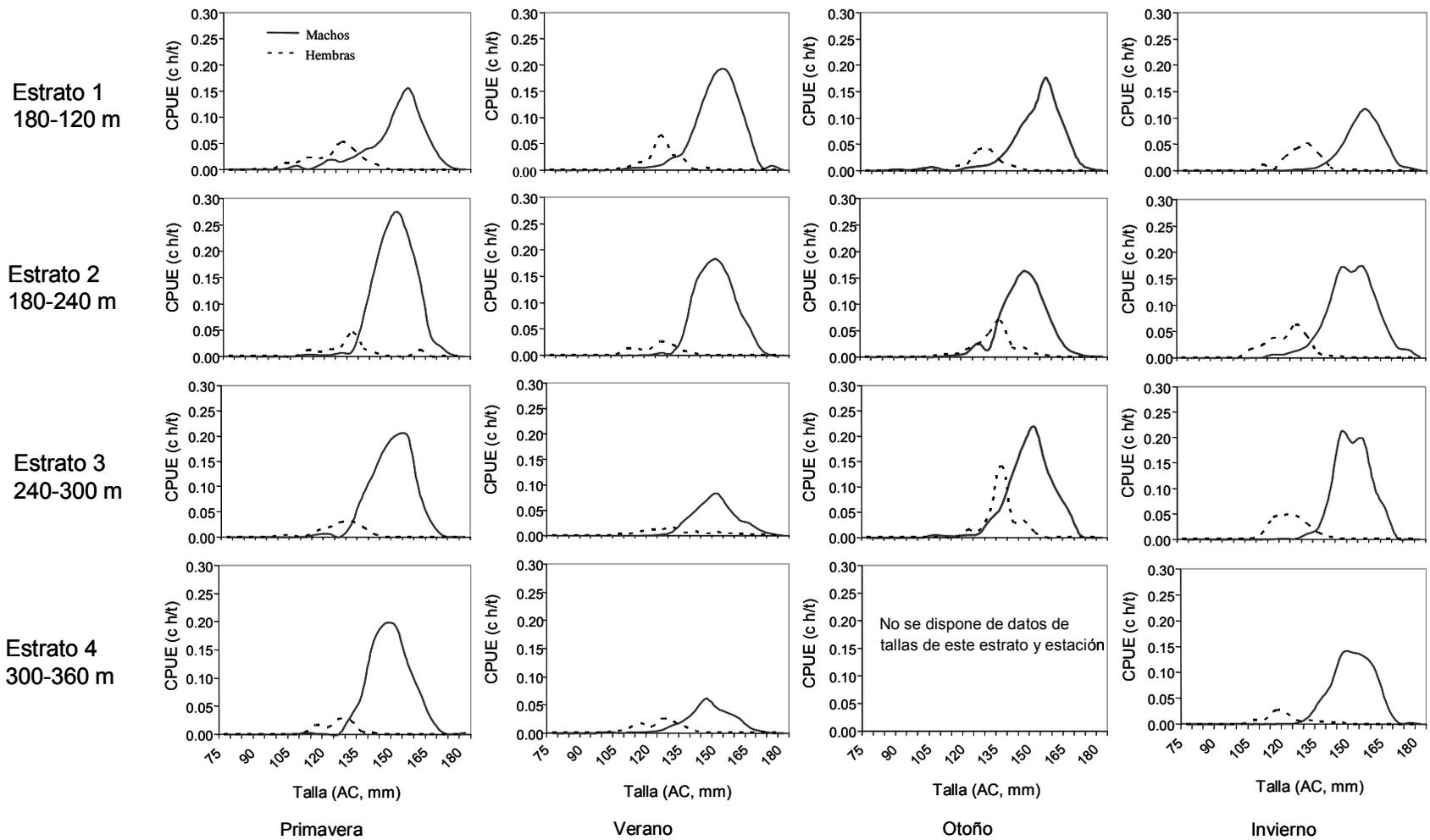


Figura 15.- Variaciones de la CPUE promedio de *C. johngarthi* por sexo, talla, temporada y profundidad.

En relación con el tiempo efectivo de pesca (TI), se observó que esta variable tiene un marcado efecto sobre la CPUE. En un periodo de 25 horas de tiempo efectivo de pesca, éste índice en machos es en promedio de 0.72 c/ht, a partir del cual disminuye en 30 % a las 50 h y en 60 % a las 75 h (Fig. 16), diferencias estadísticamente significativas (ANOVA,  $F_{3,319} = 21.096$ ,  $p < 0.001$ ). En las hembras, aunque las variaciones de la CPUE con el tiempo fueron de menor magnitud, las diferencias fueron estadísticamente significativas solo entre los periodos de 25 y 50 h (ANOVA,  $F_{3,319} = 8.174$ ,  $p < 0.001$ ), ya que entre los siguiente periodos las variaciones fueron poco diferentes. En ambos sexos la mayor diferencia entre las medias de la CPUE fueron entre el primer intervalo de TI con respecto a los demás debido a la declinación en la tasa de captura a partir de las 41 horas.

La CPUE aumenta con el tiempo hasta las 41 h, a partir de las cuales el incremento disminuye y tiende a ser asintótico (Fig. 17). A este tiempo, las trampas alcanzan el valor máximo promedio de CPUE (3.5 c/ht), a partir del cual empieza a disminuir, manteniendo una tendencia casi constante hasta bajar a 1.76 c/ht a las 115 h, que equivale al obtenido a las 27 h.

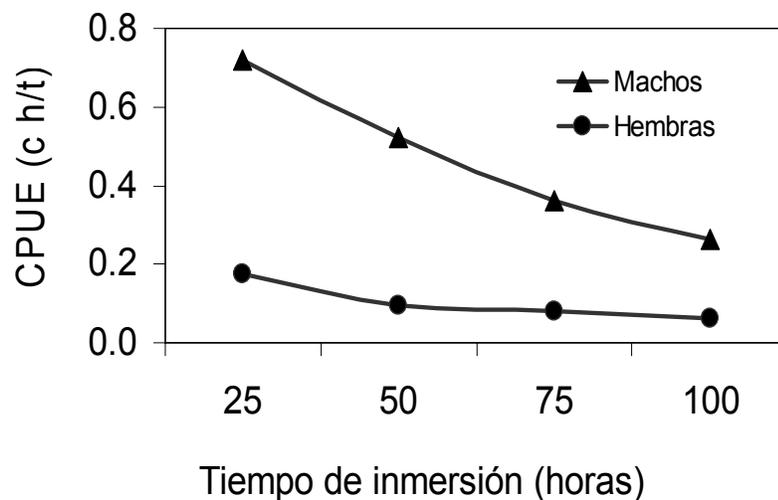


Figura 16.- Variación de la CPUE de *C. johngarthi* en función del tiempo de inmersión.

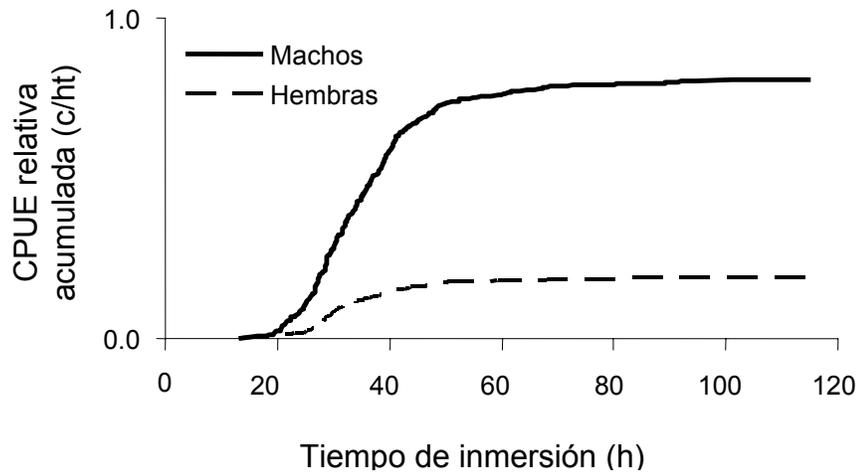


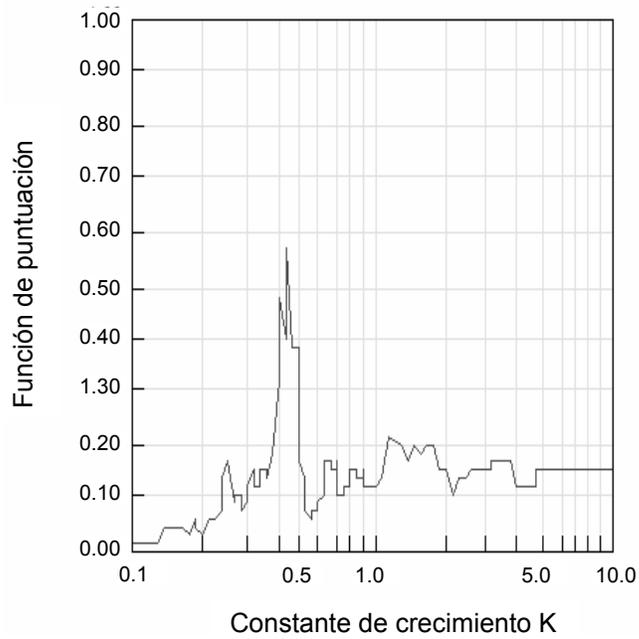
Figura 17.- CPUE de *C. johngarhi* en función del tiempo de inmersión, con tendencia asintótica.

#### 6.6.- Capturabilidad.

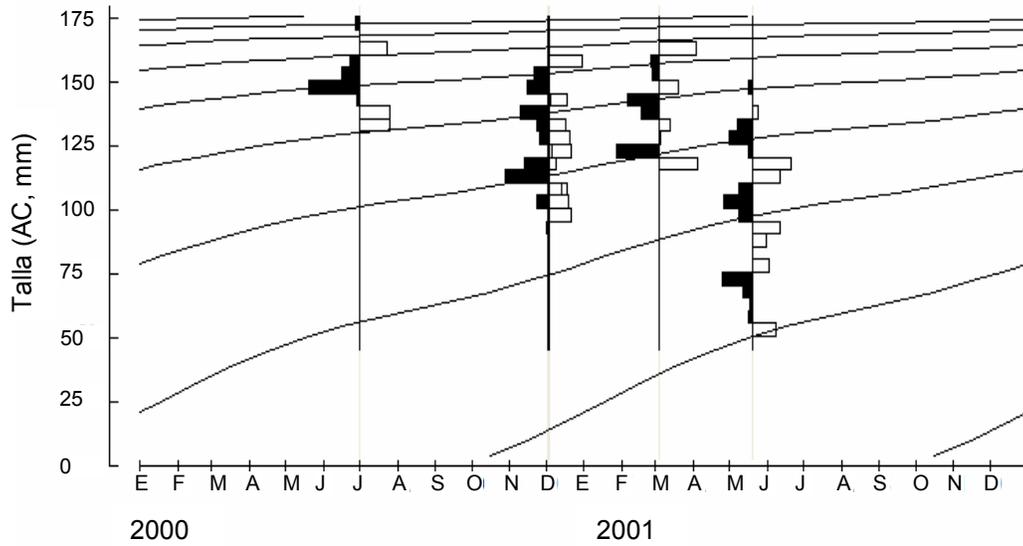
Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy estimados mediante el método ELEFAN I (Fig. 18) fueron:  $L_{\infty} = 190$  mm;  $K = 0.45$  año<sup>-1</sup>;  $Z = 0.66$  año<sup>-1</sup> y fueron los utilizados en la aplicación del programa *Catchability*.

La capturabilidad promedio fue mayor para hembras que para machos, sin embargo las comparaciones de las medias ponderadas entre periodos (prueba *t* de dos muestras) indicaron diferencias no significativas. El análisis conjunto de las medias por sexo mostró que son grupos estadísticamente homogéneos (Anova, machos,  $F_{(5,126)} = 1.680$ ,  $p = 0.1439$ ; hembras,  $F_{(5,126)} = 1.242$ ,  $p = 0.2934$ ), lo que indica que las diferencias de capturabilidad entre sexo y temporada son poco significativas y que las variaciones siguen tendencias similares (Fig. 19).

La capturabilidad mínima se observó en el periodo con mayor incidencia de organismos con caparazón blando (enero-febrero/03), lo que motivó la suspensión de los viajes de pesca, que se reanudaron en abril/03, mes en el que se observó la capturabilidad promedio máxima y los organismos ya tenían caparazón duro.



(a)



(b)

Figura 18.- (a) Determinación del valor del coeficiente de crecimiento  $K$  de von Bertalanffy a través de la función de puntuación del método ELEFAN. (b) curva de crecimiento individual de *C. johngarhi*.

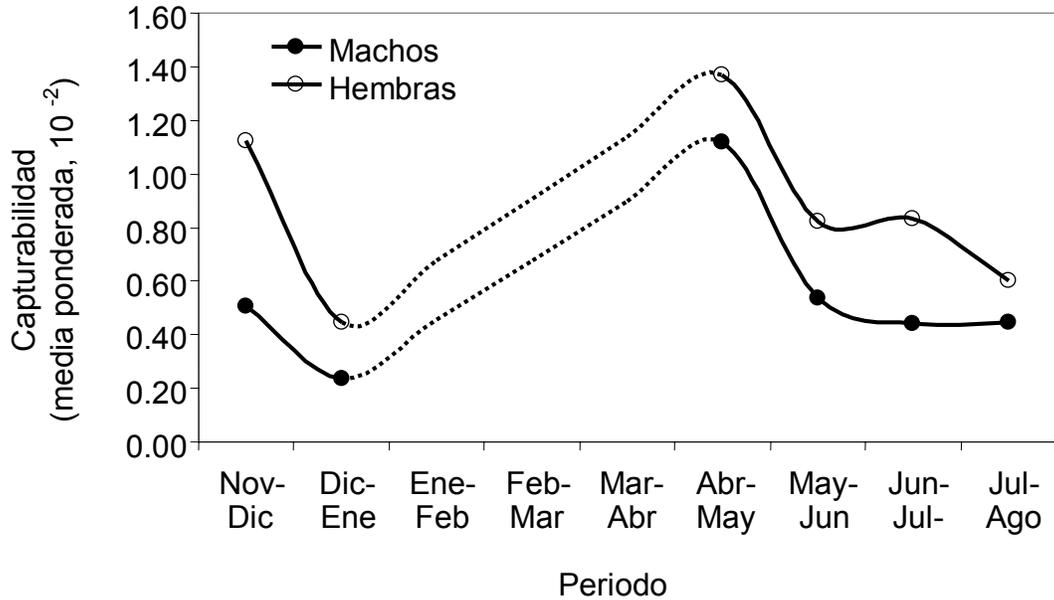


Figura 19.- Variaciones de la media ponderada de capturabilidad de *C. john-garths* entre periodos bimensuales, utilizando datos estandarizados a un periodo anual. Las líneas discontinuas representan posibles tendencias en los periodos con falta de información.

La capturabilidad por clase de talla mostró fluctuaciones irregulares entre periodos en ambos sexos aunque los valores promedio muestran una tendencia más regular (Fig. 20), con aumento hacia las tallas grandes. La distribución menos irregular para un periodo se observó en julio-agosto/03 en ambos sexos con  $q$  promedio de  $0.413 \times 10^{-2}$  y  $0.409 \times 10^{-2}$  en machos y hembras respectivamente. Los promedios máximos por clase de talla se obtuvieron en machos en las dos clases de talla más grandes (175 y 180 mm AC), con  $q = 1.03 \times 10^{-2}$ , y en hembras a 155 mm AC con  $q = 1.66 \times 10^{-2}$ .

Los valores mayores de  $q$  fueron en abril-mayo/03 para ambos sexos. Para los machos fueron los máximos en todo el periodo de estudio. En julio-agosto/03 las tallas de chicos y grandes fueron similares con un valor máximo en individuos pequeños. La mayor variación de  $q$  con la talla fue en las hembras; en diciembre/02-enero/03 y en junio-julio/03 la capturabilidad disminuyó con la talla, mientras que en noviembre-diciembre/02 y julio-agosto/03 la tendencia fue inversa.

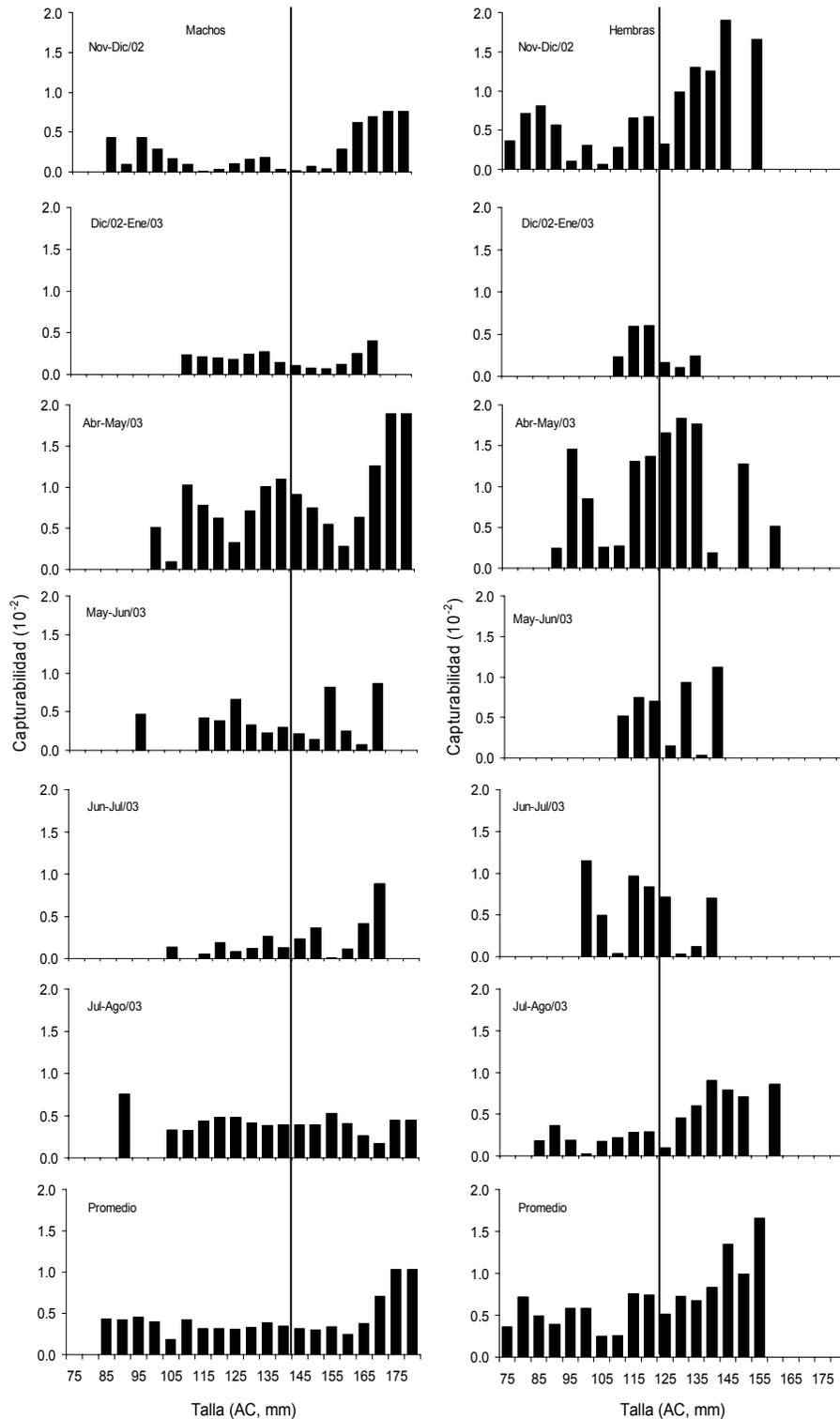


Figura 20.- Capturabilidad de *C. johngarthi* en relación con la talla, en función de la variable temporal, estimada con datos de CPUE de meses consecutivos. Datos estandarizados a un periodo anual. Las líneas verticales indican L<sub>50</sub> con las trampas cónicas B.

Las proporciones de  $q$  en relación con la talla de primera captura en promedio fueron 54 % y 59 % machos y hembras respectivamente por encima de este parámetro, con valores máximos de 65 % en el periodo abril-mayo/03 (primavera) en machos y 62 % en noviembre-diciembre/02 (otoño) en hembras. Estas proporciones máximas coinciden con los máximos valores estacionales de CPUE por sexo. Estas tendencias indican una ventaja para la pesquería en primavera con una mayor captura de machos grandes pero también un inconveniente en otoño, con una mayor captura de hembras grandes con capacidad reproductiva.

La capturabilidad promedio de todo el periodo de estudio (noviembre/02-agosto/03) en relación con la talla por sexo, muestra valores con mayor variabilidad en las hembras que en los machos (Fig. 21), con tendencia negativa en machos hasta los 160 mm AC y positiva en hembras hasta 135 mm AC. A partir de esas tallas se observan el marcado cambio en los valores de capturabilidad con tendencias positivas paralelas, que en ambos casos se encuentran por encima de las tallas de primera captura. Estos cambios en las tendencias de  $q$  por talla pudieran estar relacionados con cambios en el comportamiento motivados por causas biológicas, presumiblemente de tipo reproductivo.

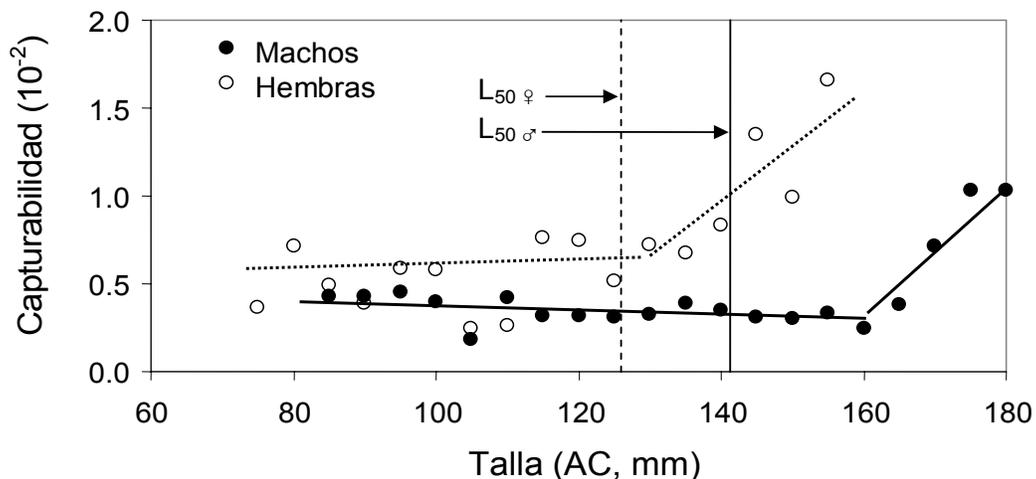


Figura 21.- Tendencia promedio de la capturabilidad de *C. johngarthi* por sexo en relación con la talla, en el periodo noviembre/2002-agosto/2003. Datos estandarizados a un periodo anual.

La capturabilidad relativa, estimada mediante el método propuesto por Arreguín-Sánchez (1996) y Arreguín-Sánchez y Pitcher (1999), muestra en los machos tendencias de variación más o menos regulares en las clases de tallas de 115 mm a 180 mm AC y una marcada irregularidad en tallas menores (Fig. 22). También se observa que después de los 115 mm AC los valores de capturabilidad no presentan una aparente tendencia con la talla, excepto en invierno ( $t = -1.234$ , g. l. = 31,  $p = 0.226$ ), cuando a mayor talla mayor capturabilidad.

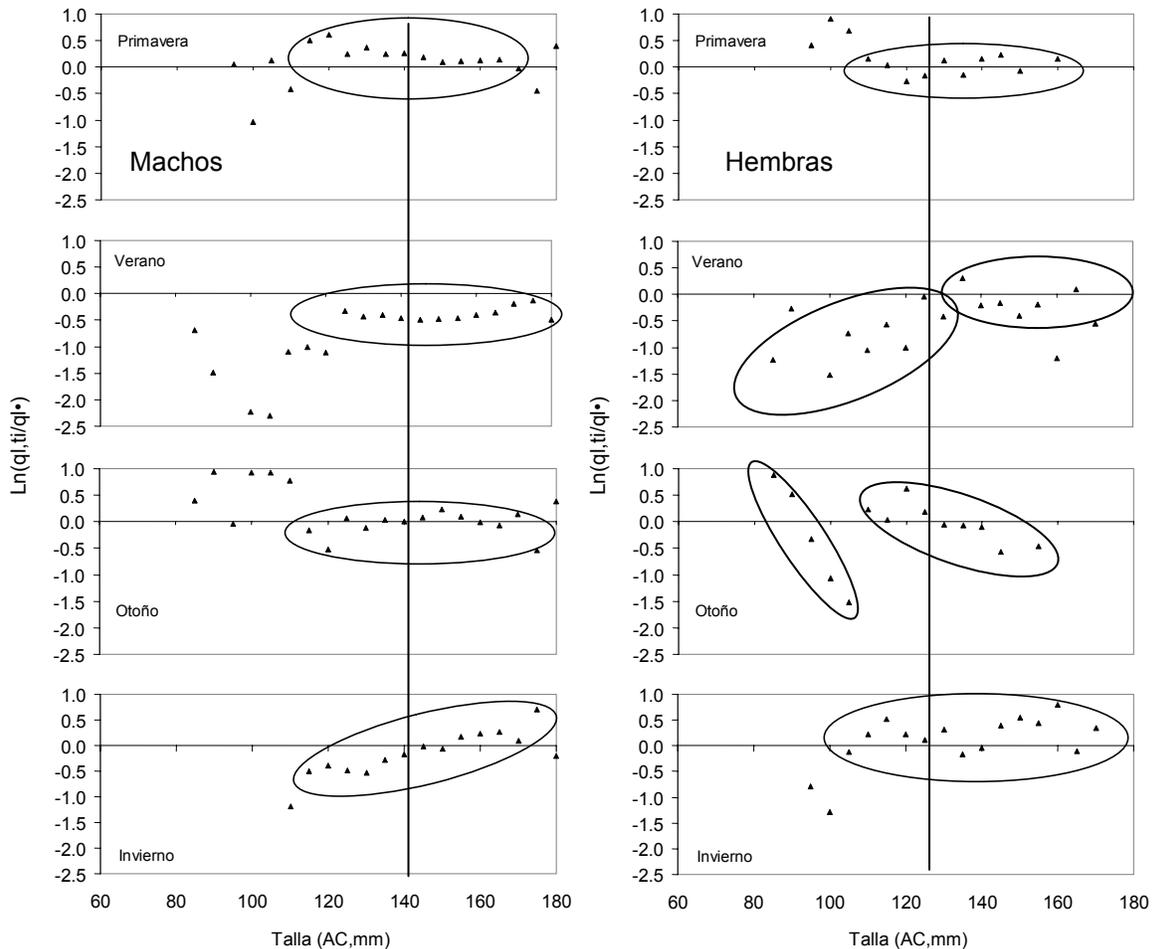


Figura 22.- Capturabilidad relativa de *C. johngarthi* por temporada en relación con el promedio de todo el periodo de estudio. Las líneas verticales indican la talla de primera captura. Los óvalos indican posibles tendencias de  $q$  con la talla.

En las hembras se observan variaciones irregulares de  $q$  en todas las tallas, especialmente en verano y otoño, en que se aprecian dos posibles tendencias de la capturabilidad con la talla. Las mayores fluctuaciones aparecen en otoño en coincidencia con los valores más altos de la CPUE en esa temporada, principalmente entre las tallas más chicas (80-100 mm AC). Lo anterior indica que las hembras en general tienen un comportamiento diferente que los machos y que hay diferencias de comportamiento entre organismos juveniles y adultos posiblemente por causas fisiológicas.

Variaciones de  $q$  en función de la profundidad.

Al considerar la profundidad se observó un incremento en los valores de  $q$  por sexo en el estrato de 181-240 m (Fig. 23) respecto a los demás estratos, que son aproximadamente similares; sin embargo este incremento no es significativo estadísticamente (prueba  $t$  de Student, comparaciones de dos muestras). Las diferencias entre las medias ponderadas analizadas en conjunto tampoco fueron significativas (Anova, machos,  $F_{(3, 84)} = 1.536$ ,  $p = 0.2110$ , hembras,  $F_{(3, 84)} = 1.851$ ,  $p = 0.1440$ ).

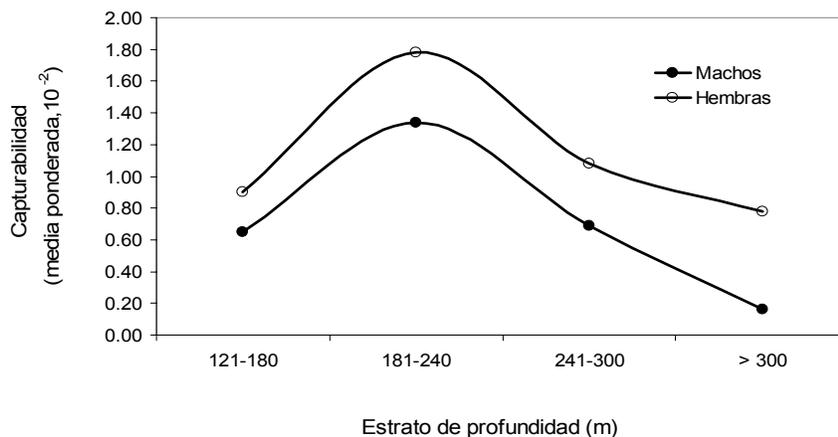


Figura 23.- Variaciones de la capturabilidad de *C. johngarhi* entre estratos de profundidad, (media ponderada), utilizando datos estandarizados a un periodo anual.

La capturabilidad promedio por clase de talla muestra tendencias opuestas entre sexos, que son positivas en machos con aumento hacia tallas grandes y disminución de valores hacia estas tallas en las hembras (Fig. 24). Dividiendo convencionalmente las tallas en chicas (75-125 mm AC) y grandes (130-180 mm AC) y sumando los valores de capturabilidad de las clases de talla de cada categoría por sexo, se observa que en los machos las mayores proporciones de  $q$  corresponden a las tallas mayores en los cuatro estratos, con una relación promedio de 83%-17% tallas grandes y chicas respectivamente. En las hembras, las mayores proporciones corresponden a las tallas chicas con una relación promedio de 35%-65% tallas grandes y chicas respectivamente en los tres primeros estratos y solamente en el estrato > 300 m la mayor proporción corresponde a las tallas grandes aunque la diferencia no es importante (54%-46% tallas grandes y chicas en ese orden).

Las proporciones promedio de capturabilidad de los cuatro estratos de profundidad en relación con la talla de primera captura ( $L_{50}$ ) (141 mm AC y 126 mm AC, machos y hembras respectivamente), fueron de 70 % por encima de  $L_{50}$  en machos y de 21 % en hembras.

Los valores máximos para una determinada clase de talla fueron, en machos,  $q = 2.29 \times 10^{-2}$  a 175 mm AC y en hembras  $q = 2.46 \times 10^{-2}$  a 110 mm AC, ambos en el estrato de 181-240 m. Esto coincide con los máximos valores de capturabilidad por sexo (suma de todas las clases de talla) que ocurrieron en ese estrato, aunque el valor de las hembras fue significativamente superior al de los machos ( $18.03 \times 10^{-2}$  vs  $10.79 \times 10^{-2}$ ). Esto sugiere que un posible comportamiento diferente de las hembras respecto al de los machos las hace más propensas a la captura. Por otra parte se observaron mayores valores de capturabilidad en ambos sexos en el intervalo de 180-240 m de profundidad que también indican posibles cambios en el comportamiento de los individuos con relación a los artes de pesca.

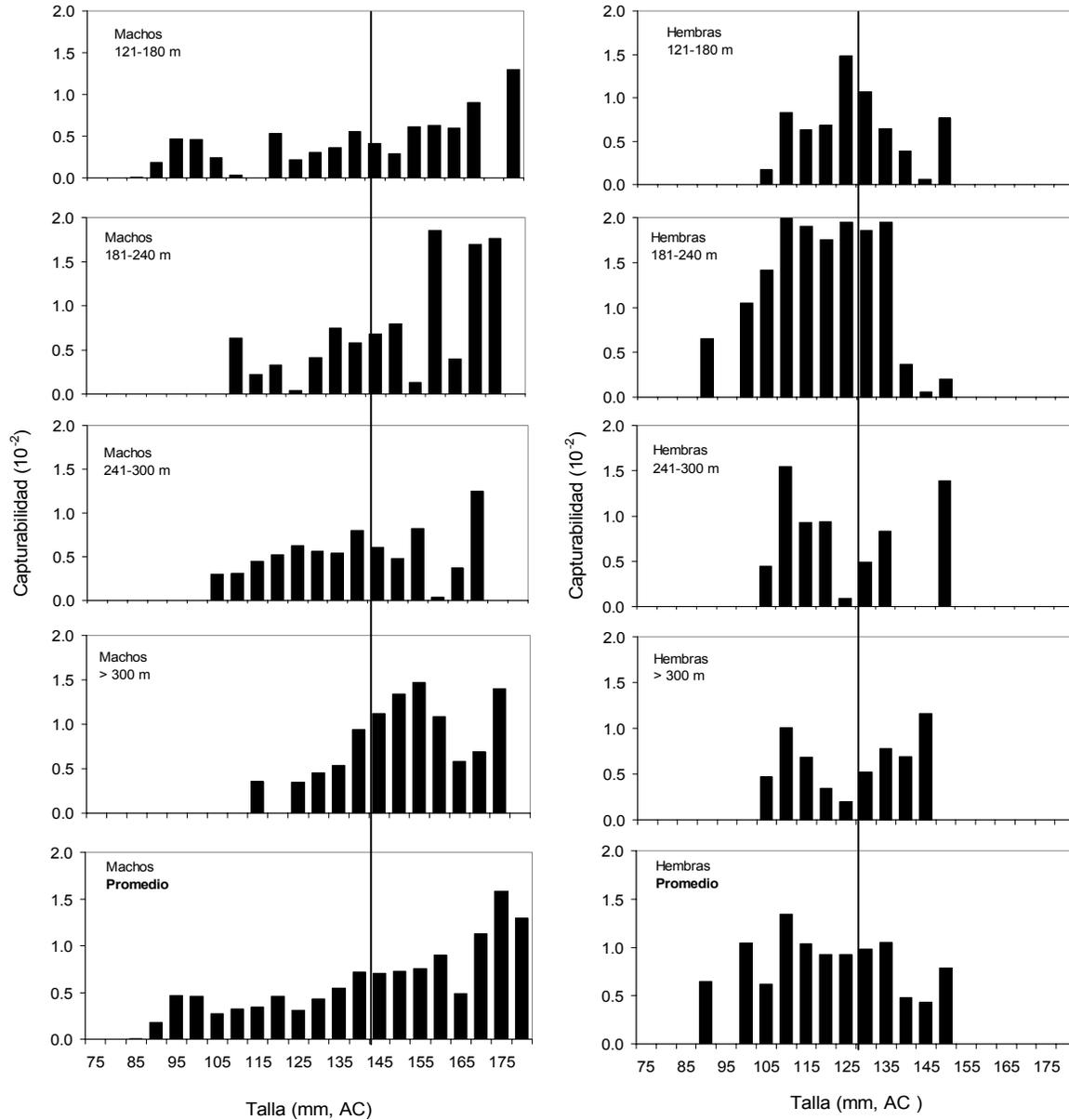


Figura 24.- Capturabilidad de *C. johngarthi* en relación con la talla, en función de la variable profundidad. Datos estandarizados a un periodo anual. Las líneas verticales indican la talla de primera captura con las trampas cónicas B.

La capturabilidad relativa entre cada estrato de profundidad y el promedio de éstas, muestra tendencias de variación más o menos regulares en machos en las tallas más grandes (> 100 mm AC) en los tres primeros estratos (120-300 m), con valores muy dispersos en tallas chicas (< 130 mm AC) en el intervalo de 120-180

m (Fig. 25). Sin embargo, la comparación estadística (prueba *t* de Student de dos muestras) indica que estas tendencias no fueron significativamente diferentes en ningún estrato con respecto al promedio de todo el intervalo de profundidad.

El intervalo de 181-240 fue el único en el que todos los valores de la pendiente de  $q(\ell)$  para un sexo fueron positivos, y correspondieron a las hembras. Esto puede atribuirse a la mayor abundancia de hembras observada en ese estrato en términos de CPUE. En profundidades mayores de 300 m se observa una tendencia ascendente y luego descendente en ambos sexos; en los machos el punto de in-

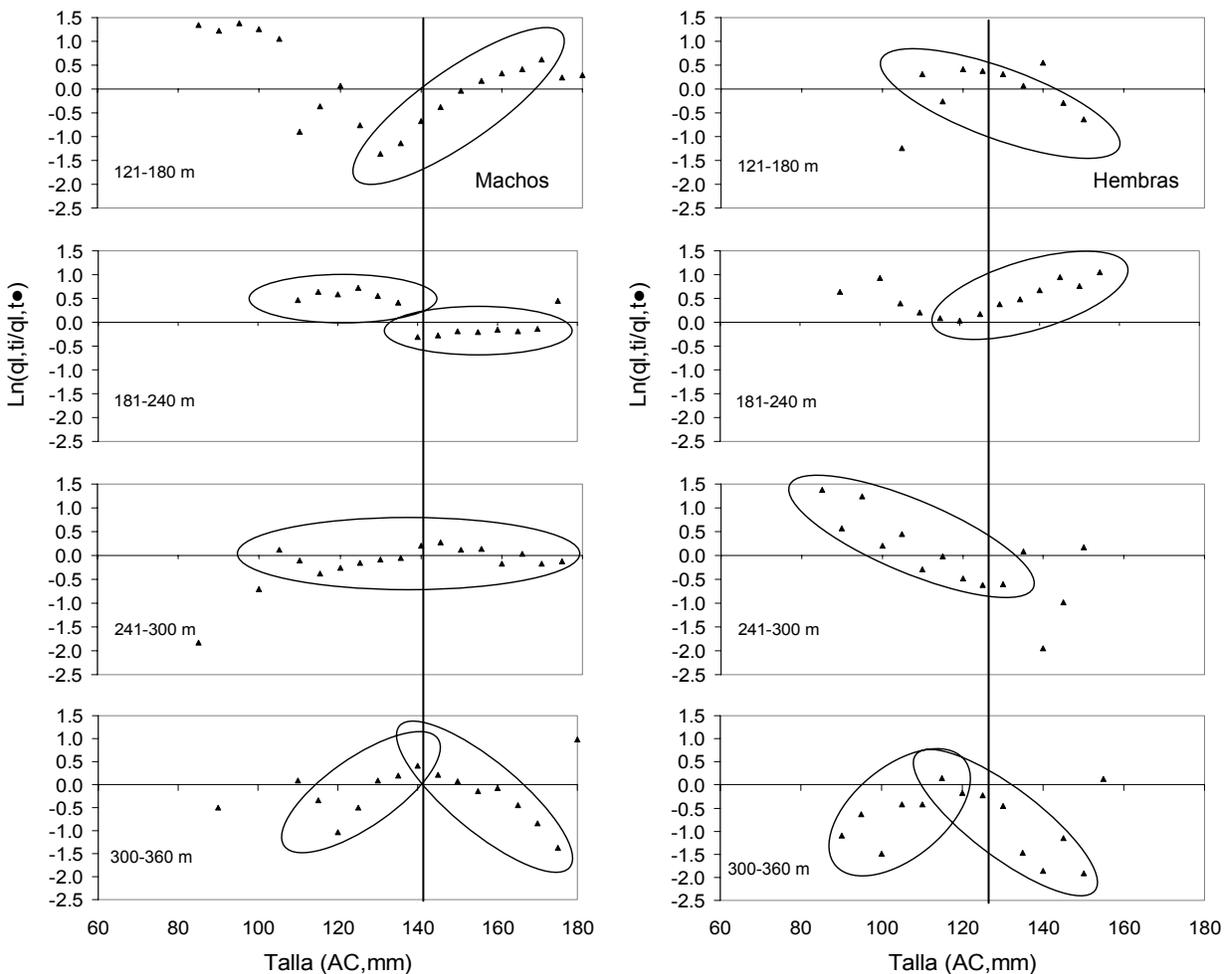


Figura 25.- Capturabilidad relativa de *C. johngarthi* por talla y profundidad en relación con el promedio de todo el intervalo batimétrico cubierto. Las líneas verticales indican la talla de primera captura. Los óvalos indican tendencias.

flexión coincide con  $L_{50}$  mientras que en las hembras la inflexión ocurre a talla menor que  $L_{50}$  (115 mm AC).

En ambos sexos, en el estrato más profundo (> 300 m) se observa una tendencia al aumento en la tasa de variación de  $q$  con la talla en individuos chicos y un cambio la disminución en esta tendencia en tallas mayores, que en los machos coincide con la talla de primera captura y en la hembras a 115 mm AC, por debajo de  $L_{50}$ . En los machos estas tendencias son opuestas a las observadas en el estrato más somero (120-180 m).

Estas fluctuaciones de la capturabilidad por estratos de profundidad podrían relacionarse con diferentes patrones de comportamiento entre sexos asociados a los procesos de crecimiento, reproducción y alimentación y respuestas a cambios en el medio ambiente.

## 7.- DISCUSIÓN.

Los factores que afectan la eficiencia de trampas para crustáceos son muy diversos y comprenden condiciones ambientales, fisiológicas y factores de comportamiento, además de las características del diseño y de la operación de las artes de pesca. El efecto de la incidencia de todos estos factores se manifiesta sobre las características cualitativas y cuantitativas de las capturas (Miller, 1975, 1976, 1990; Boutillier y Sloan, 1987, 1988; Xu y Millar, 1993).

En este estudio se observó una evidente diferencia en la composición de las capturas de *C. johngarhi* por tallas y por sexo en los cuatro diseños de trampa, que se atribuye principalmente a las características que definen la selectividad del arte como son el tamaño de las mallas, la forma geométrica y la posición de las entradas.

Las trampas rómbicas, que capturaron las tallas promedio más chicas, fueron utilizadas con el conocimiento previo de que serían poco selectivas por su menor tamaño de malla (25.4 mm estirada), no recomendable para la pesca comercial, pero su uso permitió las comparaciones y la representación de tallas pequeñas en el estudio del crecimiento individual de *C. johngarhi*.

Las trampas rectangulares con malla de 41 mm estirada, tampoco serían apropiadas para esta pesquería ya que en su captura la proporción de tallas chicas y de hembras fue importante, lo que se trata de evitar en pesquerías de crustáceos. Las trampas cónicas A (malla de 41.0 mm estirada) tuvieron un mejor desempeño selectivo que las anteriores, pero menor que el de las cónicas B (con malla de 108 mm), que obtuvieron la mayor proporción de machos de tallas grandes respecto de los demás diseños. Además, para efectos de conservación del recurso, este último diseño se considera el más propicio por la menor proporción de hembras capturadas.

Los machos y las hembras del género *Cancer* crecen a tallas diferentes (DFO, 1999); a una misma edad, los machos alcanzan tallas mayores (Elner, 1986; Carvacho y Bonfil, 1989). En el caso de *C. johngarthi*, a esta diferencia de crecimiento por sexo puede atribuírsele que los valores de los parámetros de selección, especialmente la talla de primera captura ( $L_{50}$ ), hayan sido mayores para machos respecto a los de las hembras en cada tipo de trampa. El valor estimado de  $L_{50}$  para las trampas cónicas B es otro indicador que sugiere su uso en la pesca comercial del recurso.

Con referencia a las proporciones de sexos de *C. johngarthi*, los resultados fueron variables en los cuatro tipos de trampas, lo que pudiera relacionarse con efectos de selectividad. Por ejemplo, en las trampas rómbicas (proporción de 1:1 machos:hembras), estuvieron mejor representadas las tallas pequeñas, en su mayoría hembras, lo que permite suponer que los machos, de mayor talla, tenían un ingreso más limitado por el tamaño reducido de las bocas de la trampa. Por el contrario, en las trampas cónicas B, los mayores tamaños de malla y de entrada, permitieron el ingreso de organismos grandes y el escape de individuos chicos, machos o hembras, con una mayor retención de los primeros. En cualquier caso debe considerarse un posible comportamiento diferenciado por sexo, asociado a la actitud ante el arte o a los procesos de crecimiento y reproducción, como lo reportan Miller (1978), Stone *et al.* (1993) y Stone y O'Clair (2002) en los cangrejos *Cancer productus* y *Paralithodes camtschaticus*.

Un aspecto importante a considerar sobre la proporción de sexos en la captura se refiere a los posibles efectos sobre el potencial reproductivo derivados de seleccionar cangrejos machos grandes (Comeau *et al.*, 1991; Sainte-Marie y Hazel, 1992; Sainte-Marie *et al.*, 1995). Smith y Jamieson (1991) y Orensanz *et al.* (1995) prevén cambios en *C. magister* y *C. irroratus* porque las hembras se aparean con machos mucho más grandes que ellas y la pesca disminuye la probabilidad de encontrar estos individuos, afectando los niveles de reclutamiento.

La captura por unidad de esfuerzo de *C. johngarthi* mostró cambios estacionales en ambos sexos, como ocurre en prácticamente todas las especies de crustáceos, variaciones que los investigadores atribuyen a factores biológicos y ambientales, especialmente a los relacionados con la temperatura (Christian *et al.*, 1987; Stone y O'Clair, 2001; Ziegler *et al.*, 2003; Woll *et al.*, 2006).

La presencia de organismos de *C. johngarthi* de caparazón blando en el mes de febrero, sugiere su época de apareamiento en invierno, ya que las especies de éste género se reproducen en condición de premuda y postmuda (Show y Nielsen 1966; Hartnoll 1969; Carrol y Winn, 1989). Desafortunadamente la información disponible no permite mayores evidencias sobre el comportamiento y su vulnerabilidad relacionados con los procesos de crecimiento y reproducción de la especie.

En otras especies se ha reportado el ayuno y baja actividad de cangrejos machos durante el apareamiento y la muda, y la tendencia de las hembras a agruparse enterradas en el sustrato en densas concentraciones en áreas reducidas después del apareamiento. El cambio en el comportamiento se presenta al incrementarse la temperatura ambiental, que los convierte en más vulnerables a la captura y aumenta la CPUE en esa temporada (Miller, 1990; Orensanz *et al.*, 1995; Stone y O'Clair, 2001).

Otro resultado interesante se refiere a la predominancia de *C. johngarthi* en las trampas. La mayoría de las especies de cangrejos del género *Cancer* se distribuyen en aguas relativamente someras y comparten el hábitat con otras especies de crustáceos, principalmente con langostas, con una distribución que se traslapa de manera particular en áreas costeras, por lo que en las pesquerías de estos cangrejos, las langostas se capturan como pesca incidental (DFO, 1997; DFO, 1999; Adams *et al.*, 2000). Dado que *C. johngarthi* se distribuye en aguas profundas, su captura estuvo asociada con especies de peces de profundidad, principalmente de las familias Myxinidae y Ophidiidae y con el cangrejo *Platymera gaudichaudii*, aunque en proporciones muy bajas. Esto sugiere que una pesquería dirigida a *C.*

*johngarhi* en el área de estudio no tendría gran impacto sobre otras especies como captura incidental.

Con referencia a la capturabilidad de *C. johngarhi*, las fluctuaciones por temporada muestran una disminución en ambos sexos en el tiempo previo a la ocurrencia de organismos blandos (premuda) y un aumento (valor máximo de  $q$ ) posterior en abril (postmuda). Además se encontró que la capturabilidad de *C. johngarhi* aumenta con la talla. Lo anterior coincide con lo reportado para crustáceos decápodos en cuanto a las relaciones entre la capturabilidad, factores ambientales y comportamiento de las especies (Moriyasu *et al.*, 1989; Zhou y Shirley; 1997; Sainte-Marie y Turcotte, 2003). La forma en que las especies se agrupan, nadan, se alimentan o emigran puede afectar su vulnerabilidad a la pesca (Vincent y Sadovy, 1998; Reynolds y Jennings, 2000), aunque de acuerdo con Brêthes *et al.* (1985), factores como sexo, madurez, estado de muda y talla pueden explicar la mayoría de la variabilidad en las capturas. Además, Morrissy (1975), considera que la capturabilidad de los decápodos se incrementa con la temperatura porque afecta la actividad y apetito de los organismos y porque la tasa de difusión de las moléculas de la carnada se incrementa.

También se mencionan efectos en la capturabilidad por interacciones de comportamiento interespecífico de las especies (Addison, 1995; Ziegler *et al.* 2002b) y por el que se da entre hembras y machos de una especie (Bennett 1974; Frusher 1997; Adams *et al.*, 2000; Ziegler *et al.*, 2002a). El comportamiento relacionado con las interacciones interespecíficas (entre individuos de diferentes especies) e intraespecíficas (entre individuos de la misma especie) también determinan las variaciones de la capturabilidad (Krouse, 1989; Miller, 1990). La presencia de competidores o especies depredadoras en las inmediaciones de las trampas o ya cautivas dentro de éstas, puede inducir a interacciones de comportamiento en la relación depredador-presa (Jennings *et al.*, 2001). En el caso de *C. johngarhi* estos efectos no serían muy importantes ya que la captura de otras especies (peces o crustáceos) fue esporádica y en cantidades poco significativas.

El efecto de interacciones intraespecíficas sobre la capturabilidad de *C. johngarthi*, podría manifestarse por la saturación del arte, debido a inhibición provocada por organismos ya cautivos en las trampas; esto podría relacionarse con la disminución de la captura con el tiempo de inmersión. Los resultados de este estudio confirman los de otras investigaciones en las que se observa una tendencia hacia la captura asintótica de crustáceos con trampas, con el aumento del tiempo de pesca (v. g. Sinoda y Kobayasi, 1969; Miller, 1979; Pengilly y Tracy, 1998).

Los resultados generales de esta investigación demuestran que los diversos factores, tanto biológicos de *C. johngarthi* como ambientales, de diseño de las artes y de su operación, interactúan en las operaciones de pesca influyendo sobre su eficiencia, lo que se refleja en las características cualitativas y cuantitativas de las capturas.

Los atributos observados de selectividad de las artes de pesca, reflejados en la composición de las capturas, permitieron determinar las mejores características de diseño de los equipos, que en términos de la conservación de la especie, tuvieron el menor efecto sobre las hembras y las tallas chicas; en este caso, las trampas cónicas A mostraron el mejor desempeño en relación con la selectividad.

Las observaciones de la capturabilidad del recurso en función con las variables espacio-temporales, también permitieron definir el efecto de los sistemas de pesca sobre el recurso, en relación con la composición por tallas, sexo y estado reproductivo (indicado por la presencia de individuos con muda reciente), y con la mayor eficiencia en términos de CPUE de machos de tallas grandes.

Los conocimientos generados en este estudio, el primero de su tipo para *Cancer johngarthi*, podrán ser aplicados para elaborar propuestas iniciales para el manejo de su pesquería. Por ejemplo, preventivamente evitar la pesca en otoño en profundidades mayores de 240 m, dado que en esa temporada y profundidad se ob-

servó la mayor mortalidad por pesca de hembras. De igual manera, se debe considerar el establecimiento de una veda entre los meses de enero a marzo periodo que se presume como época de apareamiento por la alta incidencia de organismos de caparazón blando, condición asociada a esta fase reproductiva.

## 8.- CONCLUSIONES.

El presente estudio mostró que las trampas fueron altamente selectivas hacia la captura de *C. johngarhi*, que representó más del 93 % de las capturas totales, con una proporción de especies de pesca incidental poco significativa. Con base en la mayor captura de machos de mayor tamaño y la menor de hembras y juveniles, se considera que las trampas cónicas tipo B son las más recomendables para la pesca de este recurso.

Por otra parte, los cambios estacionales en la capturabilidad del recurso, probablemente determinados por el comportamiento diferencial entre sexos, son atribuidos a características biológicas (tallas, mudas, reproducción), y a hábitos migratorios entre aguas de diferentes profundidades. Se considera que estos mismos factores determinaron las variaciones de eficiencia de las artes en términos de CPUE en relación con la temporada y la profundidad.

Es necesario obtener mayor conocimiento sobre la historia de vida de *C. johngarhi* y su relación con la capturabilidad, lo que debería considerarse cuando se diseñen medidas de manejo de la pesquería, tomando en cuenta además los efectos directos de la selectividad de las artes.

## 9.- RECOMENDACIONES.

La poca información sobre el ciclo de vida y dinámica poblacional de *C. johngarthi* hace necesario que se amplíen las investigaciones sobre la especie. El conocimiento de su ciclo reproductivo y de las tallas con relación a este ciclo es indispensable para proponer medidas de regulación sobre selectividad por tallas de las artes de pesca.

Se debe profundizar en los estudios de evaluación del *stock* para conocer de manera más precisa la abundancia del recurso y definir niveles de rendimiento sostenible, lo que permitirá regular el esfuerzo de pesca.

Mientras no se cuente con las bases científicas que permitan el establecimiento de medidas de manejo, se debe continuar con el enfoque precautorio adoptado en la Carta Nacional Pesquera en cuanto a la limitación de los permisos de pesca, pero con la especificación de un esfuerzo pesquero a aplicar, definido con las reservas pertinentes dada la escasa información sobre el estado actual del recurso.

Es recomendable desarrollar estudios más completos sobre la selectividad de las artes de pesca que contemplen el análisis del efecto selectivo del tamaño y forma geométrica, de la relación talla de primera reproducción-tamaño de malla, la incorporación de ventanas de escape y el uso de paneles de material degradable que permitan el escape de organismos en trampas perdidas o abandonadas, para evitar el fenómeno conocido como “pesca fantasma”.

Una vez que se cuente con información más precisa y suficiente sobre el potencial de captura de la especie, y de establecerse una pesquería regular, es recomendable implementar un programa de seguimiento permanente de la pesquería para evaluar periódicamente el estado del recurso y el impacto de las operaciones de pesca sobre su población, y en su caso, adoptar las medidas de manejo pertinentes que permitan un aprovechamiento sostenible.

## 10.- LITERATURA CITADA.

- Adams<sup>1</sup>, B., A. Reeves y R. Miller. 2000. Exploratory Jonah Crab, *Cancer borealis*, Fishery in Lobster Fishing Area 33 (1997-1999). Canadian Stock Assessment Secretariat. Fisheries and Ocean Sciences. Canada. Research document 2000/27 Revised. 32 p.
- Addison, J. T. y D. B. Bennett. 1992. Assessment of minimum landing sizes of the edible crab, *Cancer pagurus* L., on the east coast of England. *Fish. Res.* 13(1):67-88.
- Aedo, G. y H. Arancibia. 2003. Estimating attraction areas and effective fishing areas for chilean lemon crab (*Cancer porteri*) using traps. *Fish. Res.* 60:267-272.
- Anónimo. 2004. Annual Status of the Fisheries Report Through 2003. California Department of Fish and Game Marine Region. December 2004. 176 p.
- Arias, U. A., P. R. Ramos, F. Bedian, J. A. Valle, R. L. Guzman y J. M. Grande. 1978. Pesca exploratoria de pez sable *Anoplopoma fimbria*, en la costa noroccidental de la península de Baja California, México. Dep. Pesc. DGINP. SIT. Div. Tec. Cap., Serie Tecnológica No. 17. 33 p.
- Arreguín-Sánchez, F. 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. *Review in Fish Biology and Fisheries* 6:221-242.
- Arreguín-Sánchez, F. y T. J. Pitcher. 1999. Catchability estimates and their application to the red grouper (*Epinephelus morio*) fishery of the Campeche Bank, Mexico. *Fish. Bull.* 97:746-757.
- Arreguín-Sánchez, F. 2006. 13-36. Pesquerías de México. En: CEDRSSA (Centro de Estudios para el desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (ed). *Pesca, Acuicultura e Investigación en México*. Cámara de Diputados. Comisión de Pesca. México. 400 p.

---

<sup>1</sup> Citado con autorización de Miller, R

- Bennet, D. B. 1974. The effects of pot immersion time on catches of crabs, *Cancer pagurus* L. and lobster *Homarus gammarus* (L.). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 35:332-336.
- Beverton, R. J. H. y S. J. Holt. 1959. A review of the life-spans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics. En: Wolstenholme, G. E. W. y M. O'Connor (eds), *CIBA Found. Colloq. On Ageing* 5. 142-180.
- Bjordal, A. y D. Furevik. 1988. Full scale fishing trials for tusk *Brosme brosme* and cod *Gadus morhua* with a collapsible fish trap. *Int. Counc. For the Expl. of the Sea. Fish Cap. Comm. C.M.* 1988 (B:33). 10 p.
- Boutillier, J. A. y N. A. Sloan. 1987. Effect of trap design and soak time on catches of the British Columbia prawn (*Pandalus platyceros*). *Fish. Res.* 6:69-79.
- Boutillier, J. A. y N. A. Sloan. 1988. Trap mesh selectivity in relation to legal size regulation for prawn (*Pandalus platyceros*) in British Columbia. *J. Shellfish Res.* 7(3):427-431.
- Breen, P. A. 1987. Mortality of Dungeness crab caused by lost traps in the Fraser river estuary, British Columbia. *North Am. J. Fish. Man.* 7:429-435.
- Brêthes, J. C., R. Bouchard y G. Desrosiers. 1985. Determination of the area prospected by a baited trap from a tagging and recapture experiment with snow crabs (*Chionoecetes opilio*). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 6:37-42.
- Butler, T. H. 1961. Records of decapod crustacean from British Columbia. *Can. J. Zool.* 39(1):59-62.
- Caddy, J. F. 1979. Some considerations underlying definitions of catchability and fishing effort in shellfish fisheries, and their relevance for stock assessment purposes. *Fish. Mar. Serv. Rep.* 1489. 48 p.

- Carpenter, R. K. 1978. Aspects of growth, reproduction, distribution and abundance of the Jonah crab, *Cancer borealis*, Stimpson, in Norfolk Canyon and the adjacent slope. M. A. Thesis, University of Virginia, Canada. 68 p.
- Carroll, J. C. 1982. Seasonal abundance, size composition and growth of rock crab *Cancer antennarius* Stimpson, off central California. *J. Crust. Biol.* 2:549-561.
- Carroll, J. C. y R. N. Winn. 1989. Special profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Southwest)-brown rock crab, red rock crab and yellow crab. *U. S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.* 82 (11.117), U. S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4:16 p.
- Carvacho, A. 1989. *Cancer johngarhi* n.sp. and *Cancer porteri* (Bell). (CRUSTACEA: DECAPODA): Comparisons and hypothesis. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 102:613-619
- Carvacho, A. y R. Bonfil. 1989. El género *Cancer* L. en el Pacífico mexicano (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Rev. Biol. Trop.* 37(1):37-48.
- Castro, K. M. y J. T. DeAlteris. 1990. Effects of trap saturation and species interaction on the capture of *Callinectes* Spp. crabs in the Guayas estuary. *Fish. Res.* (8): 223-232.
- Cervantes, J. L., J. Fiol y C. Sánchez. 1994. Prospección de crustáceos de aguas profundas. *Res. I Coloquio de la bahía de La Paz B.C.S.* Universidad Autónoma de Baja California Sur. 16 p.
- Cervantes, D. J. L. y J. Fiol. 2001. El cangrejo *Cancer johngarhi* (Carvacho) como recurso potencial en Baja California Sur, México. *Memorias del VII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.* Manzanillo Col., México. 14-16 de noviembre de 2001. 201 p.
- Cervantes, D. J. L., R. M. Ramírez, F. Arreguín-Sánchez y O. J. Fiol. 2006. Selectivity of traps for the deep-water crab, *Cancer johngarhi* Carvacho, 1989 in the northern Mexican Pacific. *Crustaceana* 79 (2):217-225.

- Cleaver, F. 1949. Preliminary results of the coastal crab (*Cancer magister*) investigations. *Wash. Dept. Fish. Biol. Rep.* 49A:47-82.
- Comeau, M., G. Y. Conan, G. Robichaud y A. Jones. 1991. Life history patterns and population fluctuations of snow crab, (*Chionoecetes opilio*) in the fjord of Bonne Bay on the west coast of Newfoundland, Canada –from 1983 to 1990. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1817. 73 p.
- Cooke, J. G. 1984. Glossary of technical terms. In *Exploitation of Marine Communities*, R.M. May (ed), Springer-Verlag. 48 p.
- Cushing, D. H. 1970. *A study in Population dynamics. Fisheries biology.* The University of Wisconsin Press. 200 p.
- Chávez, S. 1995. Los sedimentos y la geomorfología de la plataforma continental oeste de Baja California entre los paralelos 24° y 29° L.N. 11–34. En: Aureoles G. D, Balart E. F (eds). *La langostilla: biología, ecología y aprovechamiento.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur. 233 p.
- Chiasson, Y. J., R. Vienneau, P. DeGrâce, R. Campbell, M. Hébert y M. Moriyasu. 1993. Evaluation of catch selectivity of modified snow crab *Chionoecetes opilio* conical traps. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No.* 1930:21 p.
- Christian, P. A., M. V. Rawson y T. D. Shierling. 1987. Effectiveness of six trap types and other factors for harvesting premolt blue crabs (*Callinectes sapidus*) in a Georgia tidal creek. *North American Journal of Fisheries Management* 7:63-70.
- DFO. 1997. Inshore Gulf of Maine Rock Crab *Cancer irroratus*. DFO Atlantic Fisheries Stock Status Report 96/112E:4p.
- DFO. 1999. Rock crab of the inshore waters of Quebec in 1999. DFO Science, Stock Status Report C4-02 (2000):9 p.
- DFO. 2000a. Dungeness crab coastal fisheries license areas B, E, G, H & J. DFO Science Stock Status Report C6-14 (2000):4 p.

DFO. 2000b. Scotian Shelf (LFA 33) Jonah crab (*Cancer borealis*). DFO Science Stock Status Report C3-09(2000):7 p.

DFO. 2000c. Rock Crab-Eastern Nova Scotia. DFO Science Stock Status Report C3-05(2000):5 p.

DFO. 2004. Rock crab of the inshore waters of Quebec in 2003. DFO Can. Sci Advis. Sec. Stock Status Rep. 2004/029:9 p.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. México, 15 de marzo de 2004.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2004. Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California, publicada el 31 de septiembre de 1993. México, 5 de diciembre de 2006.

Duncan, D. B. 1951. A significance test for difference between ranked treatments in an analysis of variance. *Virginia J. Sci.* 2:71-89.

Durazo, R., C. G. Gaxiola, B. Lavaniegos, V. R. Castro, V. J. Gómez y A. Da S. Mascarenhas Jr. 2005. Condiciones oceanográficas frente a la costa occidental de Baja California, 2002–2003: Influencia de un El Niño débil y del incremento de agua subártica. *Cienc. Mar.* 31(3):537-552.

Elnor, R. W. 1986. Considerations of management units of Jonah crab, *Cancer borealis*. *Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc.* 86/79:7 p.

Erdman, R. B. y N. J. Blake. 1988. The golden crab *Geryon fenneri* fishery of south-east Florida. *Proc. of the Twelfth Annual Conf. of the Trop. and Subtrop. Fish. Tech. Soc. of the Americas.* SGR-92:95-106.

Erdman, R. B., N. J. Blake, F. D. Lockhart, W. J. Lindbergh, H. M. Perry y R. S. Waller. 1991. Comparative reproduction of the deep-sea crabs *Chaceon fenneri*

and *C. quinquegens* (Brachyura: Geryonidae) from the northeast Gulf of Mexico. *Invertebr. Reprod. and Develop.* 19:175-184.

FAO. 1997. Fisheries management. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, 4:82 p.

FAO. 1998. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 382:113 p.

Fiol, J. y J. L. Cervantes. 1996. Recurso cangrejo. 181-185. En: Casas V. M. y D. G. Ponce (eds). *Estudio del potencial pesquero y acuicola de Baja California Sur. Vol 1*. UABCS, SEMARNAP, CIBNOR, CICIMAR, GOB. EDO. BCS. 693 p.

Fridman, A. L. 1986. Calculation for fishing gear designs. *FAO fishing manuals*. Fishing news books. LTD. 241 p.

Frusher, S. D. 1997. Stock assessment report: Rock lobster. Department of Primary Industry and Fisheries Tasmania, Internal Report No. 35. Hobart, Australia. 34 p.

Gayanilo, F. C. Jr y D. Pauly (eds). 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools (FISAT). Reference manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)* No. 8. Roma, FAO. 262 p.

Gooding, R. M., J. J. Polovina y M. D. Dailey. 1988. Observations of deepwater shrimp, *Heterocarpus ensifer* from a submersible off the island of Hawaii. *Mar. Fish. Rev.* 50:32-38.

Groeneveld, J. C., J. P. Khanyile y D. S. Schoeman. 2005. Escapement of the Cape rock lobster (*Jasus lalandii*) through the mesh and entrance of commercial traps *Fish. Bull.* 103:52-62.

Guillory, V. 1998. Blue crab *Callinectes sapidus*, retention rates in different trap meshes. *Mar. Fish. Rev.* 60(1):35-37.

Gulland, J. A. 1983. Fish stock assessment. A manual of basic methods. Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons, Chichester, New York, 223 p.

- Hart, J. 1982. Crabs and their relatives of British Columbia. British Columbia Provincial Museum Handbook No 40, Victoria, B.C. British Columbia Provincial Museum, 267 p.
- Hébert, M., G. Miron, M. Moriyasu, R. Vienneau y P. DeGrâce. 2001. Efficiency and ghost fishing of snow crab (*Chionoecetes opilio*) traps in the Gulf of St. Lawrence. *Fish. Res.* 52:143-153.
- Hendrickx, M. E. 1995. Cangrejos. 565-636. En: Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niems (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol I Plantas e Invertebrados*. FAO. Roma, Italia. 646 p.
- Hilborn, R. y C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman y Hall. New York. 570 p.
- INP (Instituto Nacional de la Pesca). 2000. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. SAGARPA-INP. México. 544 p.
- Hoening, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.* NOAA/NMFS, 81 (4):898-903.
- Hovgard, H. y H. Lassen. 2000. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. FAO Fisheries Technical Paper 397:84 p.
- Jefferies, H. P. 1996. Partitioning of the estuarine environment by two species of *Cancer*. *Ecology*. 47:477-481.
- Jul-Larsen, E, J. Koldin, R. Overa, J. R. Nielsen y P. A. M. van Zwieten. 2003. Management, Co-management or No management? Major dilemmas in Southern African Freshwater Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 426/1:127 p.
- Kennelly, S. J. 1989. Effects of soak time and spatial heterogeneity on sampling populations of spanner crab *Ranina ranina*. *Mar. Ecol. Serv.* 55:141-147.

- Kennelly, S. J. y J. R. Craig. 1989. Effects of trap design, independence of traps and bait on sampling populations of spanner crab *Ranina ranina*. *Marine Ecology Progress Series* 51:49-56.
- Knudsen, J. W. 1964. Observations of the reproductive cycles and ecology of the common Brachyura and crablike Anomura of Puget Sound, Washington. *Pacific Sci.* 18:3-33.
- Krouse, J. S. 1989. Performance and selectivity of trap fisheries for crustaceans. 307-325. En: Caddy, J. F. (ed.). *Marine Invertebrates Fisheries: Their Assessment and Management*. John Wiley and Sons, Inc.
- Koike, A., M. Ogawara y S. Takeuchi. 1981. Catching efficiency of the double framed pots for pink shrimp. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 47(4):457-461.
- Lawrence, D. A. 1995. En: Choudhury K. y L. J. M. Jansen (ed.). *Terminology for Integrated Resources Planning and Management*. FAO, Roma, Italia. 69 p.
- Lee, D. A. y C. L. Lee. 1990. Preliminary studies on the deep-sea fisheries resources of pot fishing in northeast and southwest Taiwan. *Bull. Taiwan Fish. Res. Inst.* 49: 257-285. (En chino con resumen en inglés).
- Lee, D. A. y C. L. Lee; 1992. The effectiveness of different trap (pot) structures and other factors for harvesting deep-sea animals. *J. Fish. Soc. Taiwan.* 19:35-43.
- Leija, T. A., M. Monteforte, S. E. S. Amador y R. M. Huerta. 1992. Distribución, abundancia y reproducción del cangrejo rojo *Cancer johngarhi* (Decapoda: Cancridae), en Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 40(2):199-207.
- Leving, A. J. 1999. Fishing effort: a Review of the Basic Biological and Economic Approaches. *The XIth Annual Conference of the European Association of Fisheries Economists*. Dublin 6-10 April 1999. 99 p.
- López, R. J. A. 2004. Evaluación del tamaño poblacional del cangrejo *Cancer johngarhi* Carvacho, 1989 en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. INP-CICIMAR, México. 83 p.

- López, R. J. A., S. F. Arreguín y R. M. Ramírez. 2006. Stock size estimation of the mexican crab, *Cancer johngarthi* Carvacho, 1989 on the southwestern peninsula of Baja California, México. *Crustaceana* 79(9):1033-1047.
- MacGinitie, G. E. y N. MacGinitie. 1968. Natural history of marine animals. 2d. ed. Rev. MacGrawHill, New York. 523 p.
- MacKay, P. 1942. The Pacific edible crab *Cancer magister*. *Fish. Res. Board Can. Bull.* No. 62. 32 p.
- Mahon, R. y W. Hunte. 2001. Trap mesh selectivity and the management of reef fishes. *Fish and Fisheries* 2:356-375.
- Martínez, A. S., B. E. Morales, F. S. Arreguín-Sánchez y M. J. A. De Anda. 1999. Catchability: programa computarizado para estimar el coeficiente de capturabilidad en función de la longitud. CRIP-INP La Paz, CICIMAR-IPN, CIBNOR La Paz, B.C.S. México. 16 p.
- Miller, R. J. 1975. Density of the commercial spider crab, (*Chionoecetes opilio*), and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. *J. Fish. Res. Board Can.* 32:761-768.
- Miller, R. J. 1976. Trap mesh selection and catches of the spider crab, (*Chionoecetes opilio*). *Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep.* 598:15 p.
- Miller, R. J. 1978. Entry of *Cancer productus* to baited traps. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 38:220-225.
- Miller, R. J. 1979. Saturation of crab traps: reduced entry and escapement. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 38(3):338-345.
- Miller, R. J. 1990. Effectiveness of crab and lobster traps. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1228-1251.

- Moffitt, R. B. y F. A. Parrish. 1992. An assessment of the exploitable biomass of *Heterocarpus laevigatus* in the main Hawaiian islands. Part 2: Observations from a submersible. *Fish. Bull.*, 90:476-482.
- Morgan, G. R. 1974. Aspects of the population dynamics of the western rock lobster, *Panulirus cygnus* George. II. Seasonal changes in the catchability coefficient. *Aust. J. Mar. Fresh Res.* 48:967-980.
- Moriyasu, M., Y. J. Chiasson, P. DeGrace y G. Y. Conan. 1989. Preliminary study on catchability and size structure of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in relation to trap type. *Int. Counc. for the Expl. of the Sea. Shellfish Comitee* CM 1989/K:4:19 p.
- Morrissy, N. M. 1975. The influence of sampling intensity on the catchability of marron *Cherax tenuimanus* (Smith) (Decapoda: Parastacidae). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 26:47-73.
- Muoneke, M. I., O. E. Maughan y C. C. Henry. 1993. Comparative capture efficiency of frame hoop nets for white crappie (*Pomoxis annularis* Rafinesque). *Fish. Res.* 18:231-240.
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2002. NMFS National Standing Working Group on Fishing Technology. Report of First Meeting, March 6-7, 2002. USDC, NOAA, NMFS. 48 p.
- O'Clair, R. M. y C. E. O'Clair. 1998. Southeast Alaska's rocky shores animals. Plant Press. Auke Bay Press, Alaska. 564 p.
- ONU (Organización de Naciones Unidas). 1997. Glossary of Environment Statistics. *Studies in Methods, Series F*, No. 67. 56 p.
- Orensanz, J. M., A. M. Parma, D. A. Armstrong, J. Armstrong y P. Wardrup. 1995. The breeding ecology of *Cancer gracilis* (Crustacea: Decapoda: Cancridae) and the mating systems of cancrid crabs. *J. Zool. Lond.* 235: 411-437.
- Orensanz, J. M., J. Armstrong, D. Armstrong y R. Hilborn. 1998. Crustacean resources are vulnerable to serial depletion - the multifaceted decline of crab and

- shrimp fisheries in the Greater Gulf of Alaska. *Reviews in Fish Biology Fisheries* (8):117-176.
- Otwell, W. S., J. Bellairs y D. Sweat. 1984. Initial development of a deep-sea crab fishery in the Gulf of Mexico. Gulf and South Atlantic Fish. Develop. Foundation, Inc. Sea Grant Project No. R/GSAFDF-2, Report No. 61:69 p.
- Pauley, G. B., D. A. Armstrong y T. W. Heun. 1986. Species Profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest)-Dungeness crab. *U. S. Fish Wild. Serv. Biol. Rep.* 82(11.63). U. S. Army Corps. of Engineers, TR EL-82-4. 20 p.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. P. 7-34. En Pauly, D. y Morgan, G. R. (eds) *Length-based methods y fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13:468 p.
- Pauly, D. y G. Gaschütz. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. *ICES CM*. 1979/G:24. Demersal Cttee. 26 p.
- Pengilly, D. y D. Tracy. 1998. Experimental effects of soak time on catch of legal-sized and nonlegal red king crabs by commercial king crab pots. *Alaska Fish. Res. Bull.* 5(2):81-87.
- Pinho, M. R., J. M. Goncalves, H. R. Martins y G. M. Menezes. 2001. Some aspects of the biology of the deep-water crab, *Chaceon affinis* (Milne-Edwards and Bouvier, 1984) off the Azores. *Fish. Res.* 51:238-295.
- Pope, J. A., A. R. Margets, J. M. Hamley y E. F. Akyüz. 1975. Manual of methods for fish stock assessment. Part 3. Selectivity of fishing gear. *FAO Fish. Tech. Pap.* (41). Rev. 1:65 p.
- Ralston, S. 1986. An intensive fishing experiment for the caridean shrimp, *Heterocarpus laevigatus*, at Alamagan islands in the Mariana archipelago. *Fish. Bull.* 84: 927-934.

- Ramírez, R. M., F. Arreguín-Sánchez, A. G. De la Cruz y P. E. Balart. 2003. Distribución y abundancia de *Cancer johngarthi* Carvacho, 1989 (Decapoda: Brachyura: Cancridae), en la costa occidental de Baja California Sur, México. 165-168. En: Hendrickx, M. E. (ed.). *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico este 2*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 303 p.
- Reese, H. L. y P. J. Dare. 1993. Sources of mortality and associated life-cycle traits of selected species: a review. *Data Rep., MAFF Direct. Fish. Res.*, Lowestof (33), 36 p.
- Restrepo, V. 1999. Annotated Glossary of Terms in Executive Summary Reports of the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas' Standing Committee on Research and Statistics (SCRS). ICCAT. s/p.
- Reynolds, J. D. y S. Jennings. 2000. The role of behaviour in marine conservation. 238-257. En: Gosling, M. L. y W. J. Sutherland (eds.). *Behaviour and conservation*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *B. Fish. Res. Board Can.* 191:2-6.
- Roberts, K. J. 1995. Defining fisheries: a user's glossary. Louisiana State University, Louisiana, USA, 22 p. (Rev.).
- Robertson, D. 1989. Factors affecting catches of the crab *Scylla serrata* (Forskål) (Decapoda: Portunidae) in baited traps: Soak time, time of the day and accessibility of the bait. *Estuar. Coast. Shelf S.* 29:161-170.
- Robichaud, D. A., C. Frail, P. Lawton, D. S. Pezzack, M. B. Strong y D. Duggan. 2000a. The Jonah crab, *Cancer Borealis*, fishery in Canadian offshore lobster fishing area 41, 1995 to 1999. Canadian Stock Assessment Secretariat. Fisheries and Ocean Sciences. Canada. Research document 2000/52: 29 p.

- Robichaud<sup>2</sup>, D. A., P. Lawton y M. B. Strong. 2000b. Exploratory fisheries for rock crab *Cancer irroratus*, and jonah crab *Cancer borealis*, in canadian lobster fishing areas 34, 35, 36 & 38. Canadian Stock Assessment Secretariat. Fisheries and Ocean Sciences. Canada. Research document 2000/51:27 p.
- Rodríguez, S. R., V. S. Hernández, B. D. Lluch., U. R. Félix, G. S. Ortega, A. A. Villa, D. G. Ponce y D. C. Lluch. 1996. Pesquería de pelágicos menores (sardinas anchovetas) 317-350. En: Casas V. M. y D. G. Ponce (eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol I. UABCS, SEMARNAP, CIBNOR, CICIMAR, GOB. EDO. BCS. 693 p.
- Rojó, V. J. A., S. F. Arreguín-Sánchez y D. E. Godínez 2001. Fishing power, efficiency and selection of gillnets for the shortfin grunt (*Microlepidotus brevipinnis* Steindachner, 1869) in the southern coast of Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 36(1):9-14.
- Sainte-Marie, B. y F. Hazel. 1992. Moulting and matting of snow crabs (*Chionoectes opilio* O. Fabricius), in shallow waters of northwestern Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:1292-1293.
- Sainte-Marie, B., S. Raymond y J. C. Brêthes. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, (*Chionoectes opilio* Brachyura Majidae). *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 52:904-924.
- Sainte-Marie, B. y C. Turcotte. 2003. Assessment of snow crab (*Chionoectes opilio*) catchability by Japanese trap. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2508E:vii + 21 p.
- Sánchez, O. C., I. C. Huerta, J. L. Cervantes y J. Fiol. 1997. 129-138. Crustáceos decápodos de aguas profundas de la bahía de La Paz, B.C.S. En: Urbán J. y R. M. Ramírez, (eds.). La bahía de La Paz, investigación y conservación. UABCS, CICIMAR, SCRIPPS. 345 p.

---

<sup>2</sup> Citado con autorización de Peter Lawton.

- Saunders, W. B. y L. C. Hastie. 1992. Remote camera and trapping survey of the deep-water shrimps *Heterocarpus laevigatus* and *H. ensifer* and the Geryonid crab *Chaceon granulatus* in Palau. *Mar. Fish. Rev.* 54:15-25.
- Shaul, W. y F. Reifsteck. 1990. Comparison on catches by bamboo and wire fish traps in Jamaica. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 40:99-107.
- Sheehy, M. R. J. y A. E. Prior. 2005. Analysis of stock age structure and population parameters in edible crab *Cancer pagurus*, using lipofuscin age-pigment: data for resource management. *MFO225 Final Report*. University of Leicester, England. 24 p + 24 app.
- Shelton, R. G. J. y W. B. Hall. 1981/1982. A comparison of the efficiency of the Scottish creel and the inkwell pot in the capture of crabs and lobsters. *Fish. Res.* 1:45-53.
- Silva, R. T. y V. S. García. 1986. Resultados preliminares del estudio de la pesquería del pez sable *Anoplopoma fimbria* en México. 62-79. En: Sepesca (ed) *Contrib. Biológicas y Tecnológico Pesqueras. Inst. Nal. Pesc. CRIP Ensenada. Doc. Tec. Inf. No. 3*.
- Sinoda, M. y T. Kobayasi. 1969. Studies on the fishery of Zuwai crab in the Japan Sea-VI. Efficiency of the Toyama Kago (a kind of crab trap) in capturing the Beni-Zuwai crab. *B. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 35(10):948-956.
- Sinoda, M., T. Ikuta y A. Yamazaki. 1987. On changing the size selectivity of fishing gear for *Chionoecetes opilio* in the Japan Sea. *Nippon Suisan Gakk.* 53(7): 1173-1179.
- Smith, B. D. y G. S. Jamieson. 1991. Possible consequences of intensive fishing for males on the mating opportunities of Dungeness crabs. *T. Am. Fish. Soc.* 120:650-653.
- Smith, G. S. y W. D. Sumpton. 1989. Behavior of the commercial sand crab *Portunus pelagicus* (L.) at trap entrances. *Asian Fish. Sci.* 3:101-113.

- Sparre, P. y S. C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1: Manual. FAO. 420 p.
- Stone, R. P., C. E. O'Clair y T. C. Shirley. 1993. Aggregating behavior of ovigerous female red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, in Auke Bay, Alaska. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 50:750-758.
- Stone, R. P. y C. E. O'Clair. 2001. Seasonal movements and distribution of Dungeness crab *Cancer magister* in a glacial southeastern Alaska estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 214: 167-176.
- Stone, R. P. y C. E. O'Clair. 2002. Behavior of female Dungeness crabs, *Cancer magister*, in a glacial southeast Alaska estuary: homing, brooding-site fidelity, seasonal movements and habitat use. *J. Crustacean Biol.* 22(2): 481-492.
- Sumpton, D. D., I. W. Brown y S. J. Kennelly. 1995. Fishing gears that minimize the damage incurred by discarded spanner crabs (*Ranina ranina*): Laboratory and field experiments. *Fish. Res.* 22:11-27.
- Taggart, S. J., C. E. O'Clair, T. C. Shirley y J. Mondragon. 2004. Estimating Dungeness crab (*Cancer magister*) abundance: crab pots and transects compared. *Fish. Bull.* 102:488-497.
- Treble, R. J., R. B. Millar y T. I. Walker. 1988. Size selectivity of lobster pots with escape-gaps: application of the SELECT method to the southern rock lobster (*Jasus edwardsii*) fishery in Victoria, Australia. *Fish. Res.* 34:289-305.
- Ungfors, A. 2007. Sexual maturity of the edible crab (*Cancer pagurus*) in the Skagerrak and the Kattegat, based on reproductive and morphometric characters. *ICES Journal of Marine Science*, 64:318-327.
- Vega, V. A. 2006. 157-210. Langosta de la península de Baja California. En: INP (Instituto Nacional de la Pesca) (ed). *Sustentabilidad y Pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. SAGARPA-INP. México. 544 p.

- Vienneau, R., A. Paulin y M. Moriyasu. 1993. Evaluation of the catch mechanism of conventional conical snow crab *Chionoecetes opilio* traps by underwater video camera observations. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1903: v + 17 p.
- Vienneau, R. y M. Moriyasu. 1994. Study of the impact of ghost fishing on snow crab *Chionoecetes opilio*, by conventional conical traps. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 1984:9 p.
- Vincent, A y Y. Sadovy. 1998. Reproductive ecology in the conservation and management of fishes. 209-245. En: Caro, T. (ed.). *Behavioural Ecology and Conservation Biology*. Oxford University Press. Oxford.
- Wallace, R. K., W. Hosking y S. T. Szedlmayer. 1994. Fisheries Management for fishermen: A manual for helping fishermen understand the Federal Management Process. Publication 94-112 of the Mississippi-Alabama Sea Grant Consortium. 112 p.
- Wenner, E. L., G. F. Ulrich y J. B. Wise. 1987. Exploration for golden crab, *Geryon feneri*, in the south Atlantic bight: Distribution, population structure and gear assessment. *Fis. Bull.* 85:547-560.
- Wenner, E. L., C. A. Barans y G. F. Ulrich. 1992. Population structure and habitat of Jonah crab *Cancer borealis* Stimpson 1859, on the continental slope off the southeastern United States. *J. Shell. Res.* 11:95-103.
- Whitelaw, A. W., K. J. Sainsbury, G. J. Dews y R. A. Campbell. 1991. Catching characteristics of four fish-trap types on the north west shelf of Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater. Res.* 42:369-382.
- Wisner, R. L. y C. B. McMillan. 1990. Three new species of hagfishes, genus *Eptatretus* (Cyclostomata, Myxinidae), from the Pacific Coast of North America, with new data on *E. deani* and *E. stoutii*. *Fish. Bull.* 88:787-804.
- Woll, A. K., G. I. van der Meeren y I. Fosen. 2006. Spatial variation in abundance and catch composition of *Cancer pagurus* in Norwegian waters: biological reasoning and implications for assessment. *ICES Journal of Marine Sciences* 63:421-433.

- Xu, X., R. B. Millar. 1993. Estimation of trap selectivity for male snow crab, (*Chionoecetes opilio*), using the SELECT modeling approach with unequal sampling effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50:2485-2490.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 663 p + append.
- Zhang<sup>3</sup>, Z. 2001. Evaluation of a box crab (*Lopholithodes foraminatus*) trap test in British Columbia. Canadian Stock Assessment Secretariat. Fisheries and Ocean Sciences. Canada. Research document 201/158:37.
- Zhou, S. y T. C. Shirley. 1997. Performance of two red king crab pot designs. *Can. J. fish. Aquat. Sci.* 54:1858-1864.
- Zhou, S. y G. H. Kruse. 2000. Capture efficiency and size selectivity of two types of pots for red king crabs in the Bering Sea, Alaska. *Fish. Res. Bull.* 6(2):94-103.
- Ziegler, P. E., S. D. Frusher, C. R. Johnson y C. Gardner. 2002a. Catchability of the southern rock lobster *Jasus edwardsii*. I. Effects of sex, season and catch history. *Mar. Freshwater Res.* 53:1143-1148.
- Ziegler, P. E., C. R. Johnson, S. D. Frusher y C. Gardner. 2002b. Catchability of southern rock lobster *Jasus edwardsii*. II. Effect of size. *Mar. Freshwater Res.* 53:1149-1159.
- Ziegler, P. E., S. D. Frusher y C. R. Johnson. 2003. Space-time variation in catchability of suthern rock lobster *Jasus edwardsii* in Tasmania explained by enviromental, physiological and density-dependent processes. *Fish. Res.* 61:107-123.

---

<sup>3</sup> Citado con autorización del autor

## 11.- APÉNDICES.

Apéndice 1.- Talla máxima y de madurez y edad máxima de especies del género *Cancer* explotadas comercialmente.

Especie	Sexo	Talla (Ac, mm).		Edad máxima (años).
		Máxima	Madurez	
<i>Cancer antennarius</i> Stimpson, 1856	♂	178 <sup>1</sup>	N. D.	5-6 <sup>4</sup>
	♀	148 <sup>2</sup>	N. D.	
<i>Cancer anthonyi</i> Rathbun, 1897	♂	176 <sup>1</sup>	~ 76 <sup>1H</sup>	5-6 <sup>1H</sup>
	♀	144 <sup>1</sup>		
<i>Cancer borealis</i> Stimpson, 1859	♂	222 <sup>11, F</sup>	90-100 <sup>3, 13D</sup>	N. D.
	♀	150 <sup>5</sup>	85 <sup>3, 13D</sup>	
<i>Cancer gracilis</i> Dana, 1852	♂	115 <sup>6</sup>	N. D.	3 <sup>11</sup>
	♀	87 <sup>6</sup>	40-60 <sup>14J</sup>	
<i>Cancer irroratus</i> Say, 1917	♂	150 <sup>6C</sup>	65-75 <sup>6C</sup>	5-6 <sup>6</sup>
	♀	110 <sup>6C</sup>	50-57 <sup>6C</sup>	
<i>Cancer magister</i> Dana, 1852	♂	254 <sup>5,9C</sup>	140 <sup>3A</sup>	8 <sup>9A</sup>
	♀	170 <sup>6</sup>	100 <sup>2A</sup>	
<i>Cancer pagurus</i> Linnaeus, 1758	♂	270 <sup>10E</sup>	117-122 <sup>7I</sup>	10 <sup>12G</sup>
	♀	240 <sup>10E</sup>	107 <sup>7I</sup>	
<i>Cancer productus</i> Randall, 1840	♂	200 <sup>6</sup>	46 <sup>8</sup>	N. D.
	♀	158 <sup>6</sup>	42 <sup>8</sup>	

N. D. = No disponible.

- 1.- Anónimo, 2004.
- 2.- MacGinitie y MacGinitie, 1968.
- 3.- Butler, 1961.
- 4.- Carroll, 1982.
- 5.- Cleaver, 1949.
- 6.- Hart, 1982.
- 7.- Unforgs, 2007.
- 8.- O'Clair y O'Clair, 1998.
- 9.- MacKay, 1942.
- 10.- Reese y Dare, 1993.
- 11.- Robichaud *et al*, 2000a.
- 12.- Sheehy y Prior, 2005
- 13.- Wenner *et al.*, 1992.
- 14.- Orensanz *et al.*, 1995.

- A.- Columbia Británica, Canadá.
- B.- Golfo de San Lorenzo, Canadá
- C.- Golfo de Alaska.
- D.- Nueva Escocia, Canadá.
- E.- Mar del Norte.
- F.- Golfo de Maine, Canadá.
- G.- Inglaterra.
- H.- California, E. U. A.
- I.- Suecia.
- J.- Puget Sound, E.U.A.

Apéndice 2.- Listado sistemático y cantidades de la captura incidental con trampas en la primera fase de los muestreos. Especies ordenadas por orden de abundancia. Se incluyen datos de *C. johngarhi* como referencia a las proporciones.

Clase	Orden	Familia	Especie	Número de individuos	Frecuencia relativa (%).
<b>Malacostraca</b>	<b>Decapoda</b>	<b>Cancridae</b>	<b><i>Cancer johngarhi</i></b>	<b>1801</b>	<b>93.56</b>
Myxini	Myxiniiformes	Myxinidae	<i>Eptatretus mcconnaugheyi</i>	29	1.51
Crustacea	Decapoda	Pisidae	<i>Loxorhynchus guinotae</i>	26	1.35
Myxini	Myxiniiformes	Myxinidae	<i>Eptatretus stoutii</i>	12	0.62
Actinopterygii	Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Cherublemma emmelas</i>	12	0.62
Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	<i>Octopus sp</i>	9	0.47
Malacostraca	Decapoda	Calappidae	<i>Platymera gaudichaudii</i>	9	0.47
Actinopterygii	Scorpaeniformes	Sebastidae	<i>Sebastes macdonaldi</i>	6	0.31
Actinopterygii	Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Ophidion galeoides</i>	5	0.26
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Serranus aequidens</i>	4	0.21
Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Cephaloscyllium ventriosum</i>	4	0.21
Actinopterygii	Anguiliformes	Congridae	<i>Bathycongrus varidens</i>	3	0.16
Actinopterygii	Perciformes	Malacanthidae	<i>Caulolatilus princeps</i>	2	0.10
Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Parmaturus xaniurus</i>	1	0.05
Actinopterygii	Anguiliformes	Ophichthidae	<i>Ophichthus triserialis</i>	1	0.05
Actinopterygii	Anguiliformes	Ophichthidae	<i>Ophichthus sp</i>	1	0.05
Total				1925	100