

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA**



**INFORME FINAL**

**PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA  
Nº 2006-18**

**“Estudio Biológico-Pesquero del Recurso Pejegallo Entre la IV y X  
Regiones”**



**EJECUTOR: DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**CONCEPCION, julio de 2009**



# INFORME FINAL

---

**“Estudio Biológico-Pesquero del Recurso  
Pejegallo Entre la IV y X Regiones”.**

**FIP 2006-18**

---

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

**CONCEPCION, julio de 2009**



**JEFE DE PROYECTO**  
**LUIS CUBILLOS SANTANDER**

**AUTORES**  
**GUSTAVO AEDO**  
**LUIS CUBILLOS**  
**MIGUEL ARAYA**  
**ROBERTO MELENDEZ**  
**RICARDO GALLEGUILLOS**  
**MILTON PEDRAZA**

**COLABORADORES**  
**ENZO ACUÑA**  
**JULIO LAMILLA**  
**SEBASTIÁN HERNÁNDEZ**  
**SOFÍA ASTETE**  
**SANDRA FERRADA**  
**HÉCTOR TOLEDO**  
**JESSICA PEÑAILILLO**  
**JULIO ARZE**  
**CARLOS BUSTAMANTE**  
**CAROLINA ALARCÓN**

CONCEPCION, julio de 2009.



## RESUMEN EJECUTIVO

---

En este informe final se ponen a disposición los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto FIP N° 2006-18 “Estudio biológico-pesquero del recurso pejegallo entre la IV y X regiones”. El resumen de cada uno de los objetivos específicos se entrega a continuación:

### **1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

*Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.*

Los antecedentes biológicos existentes de pejegallo en Chile son escasos, dando cuenta básicamente de la clasificación sistemática y distribución espacial a nivel latitudinal, que en el área del Océano Pacífico se extendería desde Perú hasta el sur de Chile, por sobre la plataforma continental. Esta especie habitaría en el ambiente demersal, desde la costa hasta los 135 m de profundidad, aunque su mayor abundancia se encontraría entre los 11 y 50 m. En aguas someras es capturado por embarcaciones artesanales con red de enmalle y espinel, y en aguas más profundas incidentalmente por embarcaciones industriales arrastreras que operan sobre merluza común. La mayor parte de la información biológica existente sobre la especie (e.g. tamaños, proporción sexual, reproducción), proviene del conocimiento generado en el área de distribución del Atlántico suroccidental, sobre la plataforma continental Argentina.

### **2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

*Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado pejegallo.*

Se analizaron 67 ejemplares de *C. callorhynchus* provenientes de las localidades de Coquimbo (IV Región), San Antonio (V Región) y Lota (VIII Región), cuyas longitudes

fluctuaron entre los 25,9 y 75,2 cm de longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior aleta caudal, los que fueron capturados por pescadores artesanales de esas zonas entre diciembre de 2006 y marzo de 2007. La identificación taxonómica preliminar fue realizada sobre la base de ejemplares provenientes de la IV Región (n = 36), V Región (n = 16) y VIII Región (n = 15).

### **3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

*Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.*

Se analizó datos de captura y esfuerzo de pesca de la flota industrial y artesanal que ha declarado pejegallo, desde el 2005 al 2007. En el caso de la flota industrial de arrastre, se analizó 1357 lances de pesca con captura de pejegallo, de las zonas de pesca entre el límite norte de la IV región y el sur de la Isla Grande Chiloé. La incidencia de pejegallo demuestra el carácter incidental de las capturas en la pesca principalmente de merluza común. Las capturas se correlacionan positivamente con el esfuerzo de pesca, ya sea medido como días fuera de puerto (dfpo) o viajes con pesca (vcp). La duración de los viajes varió entre 3 y 6 días. En términos generales, las capturas de pejegallo son menores a 4 toneladas por lance de pesca con incrementos pequeños hacia fines e inicios de año. Los lances de pesca con captura de pejegallo por sobre las 5 toneladas se reportaron en los meses donde la duración de las faenas de pesca sobrepasó los 10 días, reafirmando la estrecha relación entre el esfuerzo y la captura de la especie. En términos de la captura de pejegallo, el 50% de ésta por lance de pesca (percentiles 25% y 75%) se concentra entre los 50 y 300 Kg y sólo en un 5% de estos lances se obtienen capturas por sobre una tonelada.

Existen zonas recurrentes donde se captura pejegallo por parte de la flota industrial. Una de ellas se ubica al norte y sur de Corral (39°45') en la X región, la segunda desde el sur de Constitución hasta el norte de Isla Mocha en la VIII Región y una tercera ubicada en la parte sur de la V Región). A nivel mensual en la X Región se captura en promedio 7,3 toneladas de pejegallo en contraste con las 4,6 y 1,3

toneladas reportadas en la VIII y V Regiones, respectivamente. Los lances de pesca analizados muestran que los niveles de captura han disminuido durante el periodo 2005-2007.

Para el período 2005-2007 y en base a las bitácoras de pesca disponibles por el Servicio Nacional de Pesca, las capturas de pejegallo por parte de la flota artesanal son realizadas por cuatro pesquerías o artes de pesca: (i) Enmalle, (ii) Espinel, (iii) Línea de mano y (iv) Cerco de mano. Entre éstas, la pesquería de enmalle concentra las mayores capturas de pejegallo y el mayor número de viajes de pesca, con un rango (percentiles 25% y 75%) entre 50 y 250 Kg por lance de pesca y un máximo de 3,6 toneladas. En segundo orden de importancia se registra la pesquería espinelera, donde las capturas de pejegallo alcanzan niveles de hasta 1,6 toneladas por viaje de pesca y un rango entre los 50 y 400 Kg (percentiles 25% y 75%). Las capturas de pejegallo en la pesquería espinelera se realizan principalmente en la IX y X Regiones (16% y 75% respectivamente) y están asociadas a las capturas de raya volantín como especie objetivo.

Las tasas de captura (CPUE) de la flota industrial son escasamente informativas para detectar cambios interanuales que puedan describir tendencias en los niveles de abundancia, ya que los factores temporales de menor escala (estacionales) explican con mayor fuerza la variabilidad en los rendimientos. Si bien, los cambios estacionales de los rendimientos refuerzan el carácter incidental de las capturas de pejegallo en la pesquería industrial, es difícil aseverar que las diferencias interanuales sean consecuencia de cambios en la abundancia, variaciones en los tamaños de muestra o cambios en las zonas de muestreo entre años. En el caso de la flota artesanal, para algunos periodos del año y aparejos de pesca (por ejemplo enmalle), la difícil fiscalización y monitoreo del gran grupo de embarcaciones obstaculiza poder detectar tendencias en las tasas de captura. Tal como lo indican los resultados, en esta pesquería los rendimientos se explican mejor por efectos estacionales y por áreas de pesca más que interanuales, generándose incertidumbre sobre cual es la tendencia de los niveles de abundancia.

#### **4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.*

La fracción poblacional de pejegallo vulnerable a la pesca en la IV, V y VIII región está compuesta por individuos entre 20 y 70 cm de longitud estándar (LE), y en la XIV región con tallas mayores a los 70 cm de longitud estándar. El espectro de tamaños es similar entre machos y hembras, aún cuando la incidencia de hembras en las tallas más grandes es mayor que en las más pequeñas. La relación longitud-peso del pejegallo en cada región fue del tipo potencial para cada sexo.

#### **5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.*

Se utilizaron secciones delgadas del ápice de la espina dorsal para estimar la edad en *Callorhynchus callorhynchus*. Se trabajó con 105 espinas (68 machos – 37 hembras). Asumiendo que la formación de los anillos anual, las hembras resultaron ser más grandes y de mayor edad (5 años) que los machos (3 años). El modelo que mejor representa el crecimiento en machos, hembras y sexos combinados resultó ser el de Fabens modificado según el bifásico, donde los parámetros para sexos combinados fueron  $L_{\infty} = 63,27$  cm LE,  $K = 0,779$  años<sup>-1</sup>,  $h = 0,51$  y  $t_h = 2,73$  años. La mortalidad promedio estimada por tres métodos (Método de Pauly, Jensen y Hoening) fue de 1,123 y 1,063 años<sup>-1</sup> para machos y hembras, respectivamente. Con esta información se estimó una talla crítica de 43,7 cm LE para machos y de 42,7 cm LE para hembras. Lo interesante en el presente estudio es el ajuste de la combinación de modelos para explicar el crecimiento del pejegallo. (Modelo von Bertalanffy tradicional, Modelo von Bertalanffy modificado por Fabens y Modelo Bifásico).

## **6. OBJETIVO ESPECÍFICO 6**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla.*

En machos, la longitud y edad de madurez varió entre localidades, con tallas promedio de primera madurez sexual (TPMS) entre los 40,7 cm y 50,2 cm LE y edad media de primera madurez sexual (EPMS) entre 1,1 y 3,1 años. Las hembras de la localidad de Coquimbo IV Región, presentaron una longitud media de madurez sexual de 50,2 cm de longitud estándar y una edad de madurez de 3 años. El diámetro de ovocito máximo fue de 34,8 mm en una hembra de 60 cm LE y la fecundidad fue de 10,9 huevos maduros por hembra (d.s. 5,22).

## **7. OBJETIVO ESPECÍFICO 7**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar él o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.*

La condición reproductiva fue mejor cubierta en el área norte, específicamente en la localidad de Coquimbo IV Región, y en un bajo grado en el área sur (Corral, IX). En términos generales, el índice de actividad reproductiva (Índice Gonadosomático – IGS), indica que en febrero tendrían un porcentaje de desarrollo, pero con un periodo principal en Agosto agosto y septiembre para los machos y sólo en agosto para las hembras.

## **8. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 1**

*Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal de *Callorhinchus callorhynchus**

El estudio de los hábitos alimentarios del pejegallo se realizó con un total de 306 estómagos, obtenidos entre el primavera del 2006 e invierno de 2007. De los cuales,

un 4,6% provino de la V región (San Antonio), un 3,9% de la VIII región (Lota) y un 91,5% de la XIV región (Valdivia). Del total de estómagos el 59,8% correspondió a machos y el 40,2% a hembras. De los estómagos analizados, 278 tenían algún grado de contenido estomacal y sólo 28 estaban vacíos. El 85,7% de los estómagos vacíos se presentaron en la estación otoño-invierno, 14,3% en primavera y no se registraron estómagos vacíos durante la estación de verano. El espectro trófico encontrado en los estómagos analizados estuvo conformado por 14 ítems presa agrupados en 4 grupos: Moluscos (bivalvos y gasterópodos), Crustáceos (decápodos, isópodos, anfípodos y estomatópodos), Equinodermos (Echinoideos) y Peces (restos como espinas y escamas).

## **9. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 2**

### *Análisis genético.*

Para efectos de realizar el análisis genético del pejegallo, se estandarizó la extracción de ADN con el método descrito por Grijalva-Chon *et al.* (1994) utilizado en varias especies de peces. La extracción de ADN se realizó a un total de 47 muestras. Los resultados basados en valores de  $F_{st}$  y test exacto de diferenciación, así como la aproximación de red de haplotipos y frecuencias haplotípicas por localidad, son consistentes al señalar que ninguna de las localidades analizadas constituiría un grupo genéticamente distinto. Los haplotipos únicos presentes en cada localidad serían parte de la variabilidad genética intrínseca de las poblaciones de la especie.

## **LISTADO DE CONTENIDOS**

RESUMEN EJECUTIVO	7
LISTADO DE CONTENIDOS	13
LISTADO DE TABLAS	15
LISTADO DE FIGURAS	18
LISTADO DE ANEXOS	24
1.-OBJETIVO GENERAL	25
2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3.-ANTECEDENTES	27
4.-METODOLOGÍA DE TRABAJO	36
4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1 Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.	36
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2 Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado Pejegallo.	37
4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3 Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.	39
4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.	40
4.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.	41
4.6. OBJETIVO ESPECÍFICO 6 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla.	49
4.7. OBJETIVO ESPECÍFICO 7 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar él o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.	50
4.8. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 1 Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal de <i>Callorhynchus callorhynchus</i> .	51

4.9. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 2 Análisis genético.	53
5.-RESULTADOS	
5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1 Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.	59
5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2 Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado Pejegallo.	70
5.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3 Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.	74
5.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.	89
5.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.	92
5.6. OBJETIVO ESPECÍFICO 6 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla.	93
5.7. OBJETIVO ESPECÍFICO 7 Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar él o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.	94
5.8. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 1 Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal de <i>callorhynchus callorhynchus</i> .	95
5.9. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 2 Análisis genético.	99
6.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	101
7.- CONCLUSIONES	113
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

## **LISTADO DE TABLAS**

NºTablas

- 3.5.1. Parámetros de crecimiento para distintas especies de *Callorhinchus*.
- 4.a. Frecuencia de capturas positivas de pejegallo en las embarcaciones encuestadas y/o muestreadas durante el período octubre 2006 a febrero 2007. La zona de San Antonio presenta 100% de incidencia debido a que se encuestaron solamente embarcaciones con captura de pejegallo.
- 4.b. Número de embarcaciones artesanales que registran desembarque de pejegallo por mes y localidad, durante el período octubre 2006 a febrero 2007. Fuente de información: estadística oficial Sernapesca.
- 4.9.1. Tabla resumen con las muestras utilizadas en el análisis genético.
- 5.2.1 Morfometría del pejegallo provenientes de Coquimbo (IV Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).
- 5.2.2. Morfometría del pejegallo provenientes de San Antonio (V Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).
- 5.2.3. Morfometría del pejegallo provenientes de Lota (VIII Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).
- 5.2.4. Morfometría del pejegallo provenientes de Valdivia (XIV Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).
- 5.2.5. Comparación de los rangos de medidas seleccionadas de peje-gallo provenientes de Coquimbo, San Antonio, Lota y Valdivia, Chile.
- 5.3.1. Total de lances de pesca con captura de pejegallo.
- 5.3.2. Resumen mensual de lances de pesca con captura de pejegallo.
- 5.3.3. Resumen estadístico de las relaciones entre las capturas y el esfuerzo de pesca (ver Figuras 5.3.2 y 5.3.3) ejercido por la flota industrial (n=76).
- 5.3.4. Duración media y varianza de los viajes con captura de pejegallo.
- 5.3.5. Resumen estadístico de ANOVA entre los días fuera de puerto y los cambios temporales a nivel mensual y anual.
- 5.3.6. Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual.
- 5.3.7. Resumen estadístico del glm entre la cpue y los cambios mensuales.
- 5.3.8. Comparación de los glm utilizados para predecir la proporción de pejegallo en las capturas, utilizando predictores Mes y Año.

- 5.3.9. Desembarque de pejegallo reportado por el Servicio Nacional de Pesca.
- 5.3.10. Comparación de los glm utilizados para predecir las tasas de captura utilizando predictores Zona, Mes y Año.
- 5.3.11. Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual.
- 5.3.12. Número de viajes de pesca por pesquería artesanal para el período 2005-2007.
- 5.3.13. Resumen estadístico de ANOVA entre los días fuera de puerto y los cambios temporales a nivel mensual y anual en la flota artesanal.
- 5.3.14. Captura media de pejegallo por Región para el período 2005-2007.
- 5.3.15. Comparación de los glm utilizados para predecir las tasas de captura en la flota de enmalle utilizando predictores año, mes, región y sus interacciones.
- 5.3.16. Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual en la flota de enmalle.
- 5.4.1. Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo noviembre 2006 a enero 2008, IV Región. L8 (longitud estandar).
- 5.4.2. Parámetros de la Relación Longitud estandar-peso total de pejegallo en la IV Región
- 5.4.3. Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo octubre 2006 a marzo 2007, V Región. L8 (longitud estandar).
- 5.4.4. Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la V Región.
- 5.4.5. Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo noviembre 2006 a marzo 2007, VIII Región. L8 (longitud estandar).
- 5.4.6. Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la VIII Región.
- 5.4.7. Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo octubre 2006 a agosto 2007, XIV Región. L8 (longitud estandar).
- 5.4.8. Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la XIV Región.
- 5.5.1. Clave longitud estándar y edad

- 5.5.2 Modelos ajustados a la información de longitud estándar y edad. Significado de los parámetros se explica en el texto. En negrita parámetros significativos. Entre paréntesis error estándar del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado; AIC: índice de Akaike.
- 5.5.3. Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Ambos sexos.
- 5.5.4. Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Machos.
- 5.5.5. Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Hembras.
- 5.5.6. Edad y talla crítica para pejegallo.  $b$ : parámetro de la relación longitud peso;  $M$ : mortalidad natural.
- 5.6.1. Estimación de la talla media de madurez sexual ( $L_m$ ) de machos para la fracción de la población que se distribuye entre Coquimbo, IV Región y Corral, XIV Región. Los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit. El error estándar de los parámetros se muestra entre paréntesis. El asterisco indica la significancia de los parámetros, i.e.  $\Pr(>|z|) < 0,05$ .
- 5.6.2. Estimación de la edad media de madurez sexual ( $t_m$ ) de machos, basándose en los parámetros del crecimiento Bifásico de Fabens.
- 5.6.3. Estimación de la talla media de madurez sexual ( $L_m$ ) de hembras para fracción de la población que se distribuye en Coquimbo, IV Región. Los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit. El error estándar de los parámetros se muestra entre paréntesis. El asterisco indica la significancia de los parámetros, i.e.  $\Pr(>|z|) < 0,05$ .
- 5.8.1. Descripción espacio-temporal de la obtención de estómagos durante el periodo de estudio (octubre 2006-julio 2007).
- 5.8.2. Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por estación, mes, sexo y longitud total de los ejemplares procesados ( $n = 306$ ).
- 5.8.3. Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de pejegallo (*C. callorhynchus*). ( $n = 306$ ).
- 5.8.4. Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de ítems presas para machos de pejegallo (*C. callorhynchus*). ( $n = 183$ ).
- 5.8.5. Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de ítems presas para hembras de pejegallo (*C. callorhynchus*). ( $n = 123$ ).

- 5.8.6. Valores de similitud de la dieta del pejegallo entre estaciones, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 306)
- 5.8.7. Valores de similitud de la dieta del pejegallo entre estaciones, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 306).
- 5.8.8. Valores de similitud de la dieta del pejegallo entre grupos de talla, obtenidos con el índice de Pianka (P). Grupo A (<45,0cm), grupo B (>=45,0cm a <60,0cm) y grupo C (>= 60,0cm).
- 5.8.9. Valores de similitud de la dieta del pejegallo entre grupos de talla, obtenidos con el índice de Pianka (P). Grupo A (<45,0cm), grupo B (>=45,0cm a <60,0cm) y grupo C (>= 60,0cm).
- 5.9.1. Estimación de la diversidad genética para localidades en estudio de *C. callorhynchus* a partir de las secuencias de la COI.
- 5.9.2. Valores del estadístico Fst (bajo la diagonal) por pares de poblaciones de *C. callorhynchus*, y valores de bootstrap de 10100 (sobre la diagonal).
- 5.9.3. Test exacto de diferenciación genética basada en frecuencias de haplotipos entre pares de poblaciones de *C. callorhynchus*. Los valores indican probabilidades asociadas a cada test.

## **LISTADO DE FIGURAS**

NºFigura.

- 3.5.1. Sección transversal de la primera espina dorsal de *Callorhynchus milli* mostrando anillos de crecimiento. Ejemplar de 59 cm. Fotografía de Sullivan (1977).
- 3.5.2. Fotografía escaneada del trabajo de Freer y Griffiths (1993) para mostrar corte de la espina dorsal de *Callorhynchus capensis*, espina de individuos de 1, 2 y 3 años.
- 3.5.3. Sección transversal de la espina dorsal de *Chimaera monstrosa* para mostrar la claridad de los anillos de crecimiento.
- 4.2.1. Algunas de las principales mediciones sobre *Callorhynchus callorhynchus* (1= longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior aleta caudal, 2= longitud extremo gancho hasta menor altura pedúnculo caudal, 3= longitud extremo gancho hasta origen aleta pélvica, 4= Longitud máxima aleta pectoral, 5= longitud extremo gancho hasta origen superior abertura branquial, 6= longitud extremo gancho hasta origen primera aleta dorsal, 7= longitud extremo gancho hasta origen segunda aleta dorsal)
- 5.1.1. Distribución espacial de pejegallo capturado como fauna acompañante en la captura de merluza común (Extraída de Lillo *et al.*, 2003).

- 5.1.2 Distribución de frecuencia de tamaño de ejemplares de pejegallo capturados como fauna acompañante en cruceros de evaluación hidroacústica sobre merluza común en Chile centro-sur (Extraída de Lillo *et al.*, 2003).
- 5.2.1 Tenaculum pre-pélvico de machos de *C. callorhynchus*.
- 5.2.2 Representación gráfica del segundo versus tercer componente para seis medidas seleccionadas (ver texto) (C= Coquimbo, S= San Antonio, L= Lota y V= Valdivia).
- 5.3.1 Distribución espacial de los lances de pesca con captura de pejegallo de la pesquería de arrastre centro-sur orientada a la captura de merluza común del período 2005-2007.
- 5.3.2 Relación entre el número de viajes con pesca (vcp) y las capturas acumuladas para agrupaciones de lances basados en mes, año y zona de pesca
- 5.3.3 Relación entre los días fuera de puerto (dfpto) y las capturas acumuladas para agrupaciones de lances basados en mes, año y zona de pesca.
- 5.3.4 Proporción de captura de merluza común sobre la captura total por lance de pesca.
- 5.3.5 Distribución del esfuerzo mensual (dfpto) para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura de pejegallo asociados (columna derecha) a los lances de pesca.
- 5.3.6 Interacción entre meses y años en términos de la media de los días fuera de puerto (dfpto).
- 5.3.7 Capturas totales, capturas de pejegallo y las dos unidades de esfuerzo. En la diagonal se muestra los histogramas, en las celdas superiores las correlaciones y en las celdas inferiores las figuras de dispersión de las variables analizadas.
- 5.3.8 Distribución de la captura mensual de pejegallo (ton) para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura por unidad de esfuerzo (columna derecha) a nivel de lances de pesca.
- 5.3.9 Relación entre la cpue media y los meses para el período 2005-2007. Se incluye las relaciones lineal (--) y suavizada (-) (span=1).
- 5.3.10 Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores mes y año. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.
- 5.3.11 Diagnóstico de residuales del glm aplicado a la cpue y utilizando los predictores mes y año.
- 5.3.12 Relación entre la proporción diaria de pejegallo en las capturas y los meses para el período 2005-2007. Se incluye la relaciones suavizada (span=1) entre estas variables.
- 5.3.13 Predicciones de la cpue por medio de un glm binomial, utilizando los predictores

mes y año.

- 5.3.14 Tamaño de la flota industrial arrastrera que capturó pejegallo entre los años 2005-2007.
- 5.3.15 Número de viajes con pesca (superior) y duración promedio de viajes (abajo) de la flota industrial arrastrera que capturó pejegallo entre los años 2005-2007.
- 5.3.16 Captura promedio de Pejegallo por mes (columna izquierda) y lance de pesca (columna derecha) para el periodo 2005-2007 y las macrozonas de pesca de las regiones V, VIII y X. La línea horizontal en cada gráfico corresponde al valor medio global.
- 5.3.17 Densidad condicional de la cpue sobre la base de promedios año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable.
- 5.3.18 Captura por Unidad de Esfuerzo diaria (dfpto) para el período 2005-2007 en las tres zonas de pesca. Las líneas horizontales corresponden a los percentiles 25%, 50% y 75%, mientras que la curva corresponde a un suavizador con  $\text{span}=0,2$ .
- 5.3.19. Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores zona, mes y año. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.
- 5.3.20. Lances de pesca georreferenciados con captura de pejegallo para el período 2005-2007 y niveles de captura asociados.
- 5.3.21 Cpue, captura de pejegallo y esfuerzo de pesca (dfpto) por zonas de pesca para el período 2005-2007.
- 5.3.22. Lances de pesca georreferenciados con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 5, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal.
- 5.3.23. Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 5.
- 5.3.24. Lances de pesca georreferenciados con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 4, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal.
- 5.3.25. Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 4.
- 5.3.26. Lances de pesca georreferenciados con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 3, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal.
- 5.3.27. Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 3.
- 5.3.28. Lances de pesca georreferenciados con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 2, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal.

- 5.3.29. Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 2.
- 5.3.30. Captura, esfuerzo de pesca (dfpto) y cpue de pejegallo por arte de pesca para el período 2005-2007. El ancho de las cajas es proporcional al número de viajes de pesca disponibles para el análisis.
- 5.3.31. Capturas de pejegallo y las dos unidades de esfuerzo. En la diagonal se muestra los histogramas, en las celdas superiores las correlaciones y en las celdas inferiores las figuras de dispersión de las variables analizadas.
- 5.3.32. Distribución de la captura de pejegallo (ton) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura por unidad de esfuerzo (columna derecha) por viaje de pesca.
- 5.3.33. Distribución del esfuerzo de pesca en pejegallo (ton) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura (columna derecha) por viaje de pesca.
- 5.3.34. Captura mensual de pejegallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. Los datos del período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitoreos de capturas entre la VII y X Regiones.
- 5.3.35. Número de embarcaciones que capturaron pejegallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. Los datos del período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitoreos de capturas entre la VII y X Regiones.
- 5.3.36. Número de viajes con captura de pejegallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. Los datos del período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitoreos de capturas entre la VII y X Regiones.
- 5.3.37. Esfuerzo medido en días fuera de puerto (dfpto) durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. Los datos del período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitoreos de capturas entre la VII y X Regiones.
- 5.3.38. Densidad condicional de la captura de pejegallo sobre la base de promedios año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable.
- 5.3.39. Densidad condicional del esfuerzo sobre la base de promedios año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable.
- 5.3.40. Densidad condicional de la cpue sobre la base de promedios año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable.

- 5.3.41. Distribución espacial de los lances de pesca con captura de pejegallo de la pesquería de enmalle, período 2005-2007.
- 5.3.42. Interacción entre meses y años de la cpue de pejegallo en la flota de enmalle.
- 5.3.43. Interacción entre meses, años y región de la cpue en la flota de enmalle.
- 5.3.44. Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores año, mes, región y la interacción mes: región. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.
- 5.3.45. Diagnóstico de residuales del glm aplicado sobre la cpue, utilizando los predictores año, mes, región y la interacción mes: región.
- 5.4.1. Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo noviembre 2006 a enero 2008, IV Región. L8 (longitud estándar)
- 5.4.2.- Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo Noviembre 2006 a Enero 2008, IV Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos; curva de ajuste roja: Total)
- 5.4.3.- Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo octubre 2006 a abril 2007, V Región. L8 (longitud estándar).
- 5.4.4 Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo octubre 2006 a abril 2007, V Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos; curva de ajuste roja:Total)
- 5.4.5.- Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras, para el periodo septiembre 2006 a marzo 2007, VIII Región. L8(longitud estandar)
- 5.4.6.- Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo septiembre 2006 a marzo 2007, VIII Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos).
- 5.4.7.- Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo octubre 2006 a agosto 2007, XIV Región. L8 (longitud estándar)
- 5.4.8.- Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo octubre 2006 a agosto 2007, VIII Región. (Círculos y curva de ajuste negros: hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos).
- 5.5.1. Sección transversal de la primera espina dorsal de un ejemplar de *C. callorhynchus*. Longitud estándar: 47,5 cm; número de anillos: 3.
- 5.5.2. Comparación de las lecturas realizadas por dos lectores. Línea punteada corresponde a 45°; Línea continua ajuste con intercepto igual cero.
- 5.5.3. Relación edad-longitud estándar estimada en base a secciones de la espina dorsal en el pejegallo. A: ambos sexos (n=105); B: machos (n=68); C: hembras (n=37).

- 5.6.1 Grado de madurez determinado mediante el desarrollo del Clasper en machos de pejegallo, relacionando la Longitud del Clasper (cm) y la Longitud estándar LE (cm). Círculos azules, Clasper Calcificados (individuos maduros) y círculos contorno azul, Clasper NO Calcificados (individuos inmaduros).
- 5.6.2. Ojiva de madurez ajustada a datos de proporción de madurez sexual a la talla de machos de la fracción de la población distribuida entre Coquimbo IV Región y Corral XIV Región.
- 5.6.3. Ojiva de madurez ajustada a datos de proporción de madurez sexual a la talla de hembras, Coquimbo IV Región.
- 5.6.4. a) Relación diámetro del ovocito (mm) y el peso del ovocito en (mg); b) Relación de la longitud estándar de la hembra y el diámetro del ovocito (mm). Círculos anaranjados son ovocitos inmaduros y círculos amarillos ovocitos maduros.
- 5.7.1. Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) desde octubre del 2006 a noviembre del 2007. En azul machos y rojo hembras.
- 5.7.2. Evolución mensual del Índice Hepático (IH) desde octubre del 2006 a noviembre del 2007. En azul machos y rojo hembras.
- 5.7.3 Evolución mensual del Índice Glándula Verde (IGV), en machos y Índice Glándula Nidamental (IGN), desde octubre del 2006 a noviembre del 2007.
- 5.8.1. Frecuencia de tallas de los ejemplares obtenidos para los análisis de contenido estomacal.
- 5.8.2. Índice de llenado en peso (FWI) promedio mensual para el área total de estudio.
- 5.9.1. Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *C. callorhynchus* (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.
- 5.9.2 Red de haplotipos basada en aproximación Median Joining para COI de *C. callorhynchus*. Los diferentes colores indican diferentes localidades, los diferentes tamaños de círculos indican la frecuencia de haplotipos, y los números en las ramas de la red indican posición de una mutación.
- 5.9.3 Mapa donde se indican las localidades de muestreo para *C. callorhynchus* y la frecuencia de haplotipos para la COI por localidad. Los haplotipos indicados sobre cada figura (e.g en Coquimbo Hap5, Hap3 y Hap2) son haplotipos únicos de cada localidad, los no indicados son compartidos por dos o más localidades (Hap1, Hap4).

## **LISTADO DE ANEXOS**

- Anexo 1** PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD
1. Encargados de módulos
  2. Colaboradores de módulos
  3. Horas hombre del equipo de trabajo
- Anexo 2** TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS
- Anexo 3** FOTOGRAFIAS
1. Fotografías de espinas
  2. Contenido estomacal de pejegallo
  3. Anatomía interna del aparato reproductor femenino
  4. Desembarque en Caleta de Coquimbo
  5. Taller de discusión de resultados
-

## **1 OBJETIVO GENERAL**

---

Determinar los principales parámetros biológico-pesqueros de la especie Pejegallo (*Callorhinchus callorhynchus*) entre la IV y X Región.

## **2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

---

- 2.1. Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.
- 2.2. Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado Pejegallo.
- 2.3. Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.
- 2.4. Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.
- 2.5. Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.
- 2.6. Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla.
- 2.7. Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar el o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.



### **3 ANTECEDENTES**

---

La especie *C. callorhynchus* (Linnaeus, 1758) “pejegallo” es un pez holocéfalo con una amplia distribución en el cono sur de América del Sur. Esta especie, actualmente no está sometida a ninguna medida de regulación, excepto DE N°877 del 10 de julio de 2008 que establece una cuota de 115 toneladas para el subsector pesquero artesanal de la X Región. Los desembarques de pejegallo han disminuido sistemáticamente con 4.729 toneladas en el 1992, 312 toneladas en el 2002, 815 toneladas en el 2003, y 613 toneladas a agosto del 2008, por lo surge la natural preocupación respecto de su estado de conservación. Sumado a lo anterior, se cuenta con estudios científicos escasos y parciales que den cuenta de la dinámica poblacional de la especie y de los parámetros básicos de la historia de vida del recurso. Por esto, se hace altamente necesario contar con antecedentes biológico-pesqueros de la especie, para la fijación de medidas de administración tendientes a lograr la conservación de la especie y la sustentabilidad de la pesquería.

#### **3.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

*Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.*

Los antecedentes biológicos-pesqueros del pejegallo existentes en Chile son muy escasos, dando cuenta básicamente de la clasificación sistemática y distribución espacial a nivel latitudinal. Por ello, se recopila antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.

### 3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

*Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado Pejegallo.*

El “pejegallo” (*C. callorhynchus* (Linnaeus 1758)), es un pez holocéfalo que junto a *C. millii* Bory de St. Vincent, 1823 y *C. capensis* Duméril, 1865 conforman las especies actuales del género *Callorhynchus*.

*C. callorhynchus* presenta una amplia distribución en el cono sur de América del Sur, quizás por ello es que su sinonimia presenta varias descripciones a lo largo de las zonas donde normalmente vive, es el caso de Chile, para el cual Eschmeyer (2006), señala a *C. argenteus* Philippi 1892, *C. elephantinus* Bory de Saint-Vincent 1823, *C. peronii* Duméril 1865, *C. smythii* Lay & Bennett 1839 y *C. tritoris* Garman 1904.

Didier (1995) en su detallado trabajo sobre los peces holocéfalos, indica que la distribución de *Callorhynchus* está restringida al hemisferio Sur, como ya se señaló *C. callorhynchus* habita el cono sur de Sud-América, *C. millii* Bory de Saint-Vincent 1823 se distribuye en el área de Australia y Nueva Zelanda y *C. capensis* Duméril 1865 en África del Sur.

En Chile, el género *Callorhynchus* ha sido citado desde el Mioceno Medio al Plioceno temprano en la formación Bahía Inglesa, en la localidad del mismo nombre, en el norte de Chile (Suárez *et al.* 2004).

A pesar de ser capturado comercialmente, el pejegallo ha recibido escasa atención por parte de los investigadores nacionales, Delfín (1901), Fowler (1945), De Buen (1959) y Pequeño (1989), entre otros, señalan a *C. callorhynchus* en sus listados sistemáticos.

Descripciones de esta especie y, específicamente para Chile, son pocas, entre ellas se puede mencionar a Nakamura (1986) que en su estudio sobre peces de la

Patagonia chileno-argentina entrega una breve descripción de la especie, y se debe considerar también una más detallada descripción de Hildebrand (1946), incluida en su estudio sobre peces del Perú.

Hildebrand (1946) discute brevemente sobre variaciones latitudinales en la morfometría de *C. callorhynchus*, de especímenes provenientes de Perú, Chile (Lota) y de Uruguay, específicamente y entre otras, la distancia entre el origen de la aleta dorsal con respecto a la pectoral, etc.

Debido a que esta especie presenta una morfología externa característica, su identificación a priori no resulta difícil, en efecto, la presencia de un lóbulo carnoso tipo gancho que sobresale claramente de la cabeza, es quizás la característica más destacada y que permite identificarla rápidamente, ya que no hay otro pez en Chile que presente ese carácter.

Frente a las costas de Chile continental, también es posible encontrar otros peces holocéfalos como *Hydrolagus macropthalmus* De Buen 1959 de la familia Chimaeridae y *Rhinochimaera pacifica* Mitsukuri 1895 de la familia Rhinochimaeridae, ambas especies distribuidas a profundidades mayores de 150 m, de manera que existe una separación (o no existe superposición) de estas especies con *C. callorhynchus* debido a la batimetría.

La inclusión de *C. callorhynchus* en las claves taxonómicas para peces chilenos más conocidas es escasa, Fowler (1951) incluye a esta especie en su clave taxonómica, posteriormente Mann (1954) sólo presenta una clave para los peces óseos chilenos conocidos para la época, aunque entrega una descripción, distribución y ecología de esta especie.

### **3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3**

*Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.*

Actualmente, la pesquería del pejegallo como especie objetivo no está muy desarrollada en Chile, a excepción de la pesca artesanal estacional en puntos muy localizados del país, por lo que su captura es principalmente consecuencia directa del esfuerzo de pesca que ejercen embarcaciones artesanales e industriales sobre otros recursos demersales como por ejemplo la merluza común y el congrio colorado. Históricamente, los mayores desembarques de pejegallo se han registrado en la VIII Región, con un 40% del desembarque acumulado entre 1986 y 2007, seguida de las regiones IX (17%) y X (22%, para el año 2007 incluye la XIV Región), con una participación menor de la V Región (11%). En el periodo 1988-1993 los desembarques totales a nivel nacional se mantuvieron por sobre las 2.000 toneladas, presentando 2 máximos históricos en 1989 (3.814 toneladas) y 1992 (4.729 toneladas); posteriormente, los desembarques descendieron rápidamente por debajo de las 1.000 toneladas en 1995, para luego mantenerse oscilando en torno a esta cantidad. Los desembarques más bajos desde el año 1986 se presentaron en los años 2002 con 312 toneladas y 2006 con 386 toneladas.

### **3.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.*

En general, es una pesquería incipiente, en el cual existe muy poco conocimiento e información acerca de la estructura de talla, del tamaño y estructura de la población. Di Giácomo y Perier (1994), indican en su estudio que la longitud máxima encontrada en *C. callorhynchus* fue de 102 cm de longitud total (LT) en hembras y de 85 cm LT para machos. Además, Di Giácomo (1992) determinó que las hembras de pejegallo alcanzan tamaños mayores que los machos en las capturas.

### 3.5. OBJETIVO ESPECÍFICO 5

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.*

Las estructuras más utilizadas para estimar la edad en peces teleósteos son los otolitos y las escamas, pero en peces cartilagosos esto no es posible. En condriictios, específicamente en elasmobranchios se ha determinado principalmente la edad observando los anillos de crecimiento depositados en el centro de las vértebras (Cailliet y Golmand 2004). Las diferencias en las proporciones de los constituyentes orgánicos e inorgánicos presentes se traducen en una alternancia de bandas concéntricas, correspondiendo a zonas de crecimiento rápido (con mayor acumulación de componentes orgánicos) y a zonas de crecimiento lento (con mayor depositación del componente inorgánico). Varios autores postulan que estas zonas de crecimiento son depositadas anualmente (Cailliet *et al.* 1983a). Sullivan (1977) indica que las vértebras de *Callorhinchus milii* no muestran anillos de crecimiento, por lo que sugiere que en holocéfalos, las estimaciones de edad y crecimiento se realicen utilizando la espina ubicada frente a la primera aleta dorsal (**Figura 3.5.1**), aunque el autor no realiza un ajuste paramétrico. Posteriormente, Freer y Griffiths (1993) estiman la edad *Callorhinchus capensis*, utilizando también la espina dorsal (**Figura 3.5.1**).

La característica de estos estudios es que la claridad de los anillos no es muy determinante, como lo es en la familia Chimaeridae, ver por ejemplo **Fig. 3.5.3**, la cual es una fotografía de la espina de *Chimaera monstrosa* (Calis *et al.* 2005). Los machos de *C. capensis* maduran a una longitud de 50 cm de longitud horquilla lo que correspondería a una edad de 3 años y las hembras a los 70 cm que correspondería entre los 4 y 5 años. La edad máxima no ha podido ser estimada pero se supone que alcanzarían entre los 9 y 15 años. La mortalidad natural ha sido estimada en  $0,35 \text{ año}^{-1}$ . El período de incubación es entre los 5 y 8 meses y nacen con una longitud de 10 cm longitud horquilla (Freer y Griffiths 1993). En la **Tabla 3.5.1** se entregan los

parámetros de crecimiento estimados para *C. millii* y *C. capensis*.

### **3.6. OBJETIVO ESPECÍFICO 6**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla*

Considerando toda el área de distribución de la especie, los antecedentes sobre la biología reproductiva de *C. callorhynchus* son escasos y provienen principalmente de la costa atlántica sur. Di Giácomo y Perier (1994), indican que las hembras maduran a los 49 cm y los machos a los 40 cm de longitud estándar.

### **3.7. OBJETIVO ESPECÍFICO 7**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar él o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.*

Di Giácomo & Perier (1994) determinaron que la estación donde se observó la mayor actividad reproductiva del pejegallo, en el Golfo de San Matías, Argentina, se extiende desde julio a noviembre, mientras en Chile, Bustos (1982) la ubica durante los meses de octubre y noviembre, lo cual concuerda con lo señalado por Mann (1954) quien al respecto señaló que el desove ocurriría entre los meses de octubre y enero.

### **3.8. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 1**

*Determinar los hábitos alimentarios y proporción de presas en el contenido estomacal de **Callorhynchus callorhynchus**.*

Es ampliamente reconocido que los elasmobranquios juegan a menudo un papel importante en el traslado de energía entre niveles tróficos superiores dentro de los ecosistemas marinos. Sin embargo, el conocimiento de la dinámica del consumo de presas en estos organismos es aún rudimentario (Wetherbee y Cortés 2004). Para

comprender totalmente como funciona el flujo de energía a través de las comunidades marinas de elasmobranquios, no sólo es necesario conocer lo que comen, también se debe considerar y caracterizar las tasas de ingestión, digestión, absorción, el gasto energético y el contenido de nutrientes de las presas que consumen. Como en otras áreas de biología de los elasmobranquios, las investigaciones de la dinámica alimentaria de estos organismos se basan en el conocimiento adquirido de otros vertebrados marinos (peces); de esta manera es común observar en estudios de alimentación de elasmobranquios simples descripciones del contenido estomacal de una especie en particular en una localidad determinada. Las tasas de consumo, patrones de alimentación, los grados de ingestión solo han sido descritos en muy pocas especies (Wetherbee y Cortés 2004).

En un contexto general, se puede indicar que la importancia de investigar la dinámica alimentaria de elasmobranquios radica entre otras razones a: i) Alcanzar un entendimiento de la historia de vida de la especie en estudio, ii) Determinar su rol en el ecosistema marino, y iii) Observar el impacto de la predación sobre algunas presas de gran valor económico.

En el plano nacional y refiriéndose en particular al pejegallo *C. callorhynchus* se cuenta con muy pocas referencias de su dinámica alimentaria, destacándose los trabajos de Bahamonde (1950) sobre ítems alimentarios y Molina *et al.* (1980) que indica particularidades del contenido gástrico de ejemplares capturados en un área específica. A partir de estas fechas no se ha realizado un trabajo detallado sobre la dinámica alimentaria de esta especie presente en la plataforma continental chilena. Las investigaciones más recientes de la dinámica alimenticia de esta especie se han desarrollado en aguas de la Patagonia Argentina, las cuales indican que *C. callorhynchus* es una especie que preda principalmente sobre moluscos y crustáceos, existiendo diferencias en hábitos alimentarios tanto entre machos y hembras como entre juveniles y adultos, posiblemente inferidas de diferencias en su comportamiento, morfología y la disponibilidad de alimento.

Debido al escaso o nulo conocimiento que se tiene de la dinámica trófica del pejegallo, la presente propuesta busca: (1) Establecer hábitos alimentarios de esta especie basándose en la estructura de la dieta presente en los contenidos estomacales (2) evaluar variaciones cuantitativas del espectro trófico asociadas al sexo y ontogenia, así como su variación espacial y temporal.

### **3.9. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 2**

#### *Análisis genético.*

Durante los últimos años ha existido un creciente desarrollo y uso de las técnicas moleculares, lo cual ha facilitado el uso de la molécula de ADN como una herramienta de gran potencialidad y resolución en taxonomía, filogenia y análisis de estructura poblacional en recursos acuáticos, pues las características moleculares son una medida directa de los cambios en el genotipo de un individuo (Montoya et al., 1996), existiendo un gran número de marcadores genéticos moleculares, que miden en forma directa o indirecta la variación genética de una o varias poblaciones y su grado de estructuración.

Desde la invención de la PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) por Mullis y Faloona en 1987 (Mullis 1990), se han desarrollado una serie de modificaciones basadas en esta técnica. El principio de la PCR se basa en la utilización de mecanismos similares a los empleados por la propia célula en la replicación del ADN durante la división celular, y consisten en lograr *in vitro* un gran número de copias o amplificaciones de secuencias específicas de ADN usando oligonucleótidos sintéticos que flanquean la secuencia de ADN a amplificar, en presencia de desoxinucleótidos trifosfatos precursores (dNTPs), ión magnesio Mg<sup>+2</sup> y Taq ADN polimerasa termoestable. Esta reacción es sometida a diferentes condiciones cíclicas de temperatura, lo que permite la amplificación *in vitro* de ADN a partir de una hebra molde. Estos productos son polimórficos cuando se ha producido una pérdida, inserción o cambio en uno o varios nucleótidos en los sitios de acoplamiento de los partidores (Atlas *et al.* 1994, Arnheim *et al.* 1990, Erlich *et al.* 1992). Esta técnica

combinada con otras metodologías disponibles ha permitido el desarrollo de múltiples herramientas de análisis genético.

La técnica de análisis y la selección del genoma a utilizar dependen de los propósitos del estudio (Doebley y Wendel 1989). El ADN mitocondrial presenta tasas mutacionales más altas que el ADN nuclear de copia única (Fajen y Breden 1992, Grewe *et al.* 1990), evolucionando 5 a 10 veces más rápido que éste, lo que le hace tener una mayor variabilidad (Montoya 2000); contiene en promedio, dependiendo del taxón, 37 genes: 22 ARN de transferencia, 2 ARN ribosómicos (12s y 16r) y 13 ARN mensajeros que codifican para proteínas de complejos enzimáticos respiratorios implicados en la producción de energía mediante la vía de fosforilación oxidativa para obtención de ATP. El ADNmt se hereda citoplasmáticamente, traspasándose generalmente a través de las hembras y, en general, sin recombinación; no presenta intrones, proveyendo una alta variedad de marcadores moleculares, para responder preguntas en cuanto a filogenia, evolución, estructura poblacional, variabilidad genética, identificación de especies, etc. El genoma mitocondrial contiene una serie de genes que codifican proteínas, ARN ribosomal, ARN de transferencia y la región llamada D-loop, la que tiene aproximadamente una longitud de 1000 pb y contiene el origen de la replicación del ADNmt. La existencia de diferentes zonas en la molécula de ADNmt, entre las cuales existen regiones que evolucionan en forma más rápida que otras, siendo éstas últimas altamente polimórficas, lo cual permite que un análisis poblacional pueda ser realizado en distintas regiones de ella, como son ATCO, Citocromo B, Citocromo Oxidasa, NADH y D-loop (Rosel y Block *fide* Oyarzún 1997).

Dentro de los genes mitocondriales la COI se reconocen por sectores con altas tasas de mutación, siendo estos útiles en estudios a nivel intraespecíficos, conteniendo además regiones altamente conservadas, con mayores restricciones evolutivas, que son útiles en aproximaciones filogenéticas de una amplia gama de organismos (Kocher *et al.* 1989). La disponibilidad de partidores aplicables a una gran diversidad de especies para la amplificación del extremo 5' de la región de la citocromo oxidada subunidad I hace de este marcador una herramienta potencial para estudios genéticos (Folmer *et al.* 1994; Hebert *et al.* 2003, Ward *et al.* 2005). Este marcador molecular ha

sido propuesto como medio para la cuantificación de la biodiversidad global de especies de peces y otros grupos a través del proyecto Barcode of Life (<http://www.barcodinglife.com>) (Rubinoff 2005).

Kikugawa *et al.* (2004) realizan un estudio filogenético en peces cartilaginosos, en base al análisis de genes nucleares, existiendo 16 secuencias nucleotídicas disponibles en GenBank. En especies hermanas como *Callorhinchus milii* se cuenta con mayor información, encontrándose a disposición 685.128 secuencias de ADN tanto a nivel nuclear como mitocondrial, además de formar parte del proyecto FISH BARCODE (Ward *et al.* 2005) en cambio, no existe información disponible en GenBank para *Callorhinchus capensis*. El objetivo del presente estudio es utilizar marcadores moleculares a nivel del ADN mitocondrial para identificar genéticamente la especie *C. callorhynchus* presente en Chile.

## 4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

*Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con el recurso y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.*

Si bien el pejegallo es una especie de valor comercial, existe un desconocimiento profundo sobre aspectos fundamentales de su biología y dinámica poblacional, condición compartida con las restantes especies de quimeras distribuidas en Chile (Andrade y Pequeño 2006). Dado este escenario una parte importante del esfuerzo se destinó a la búsqueda de información a nivel internacional, especialmente a lo publicado en el Atlántico Suroccidental, donde *C. callorhynchus* es una especie objetivo, siendo capturada con red de arrastre (Di Giácomo y Perier 1991).

Para dar cumplimiento a este objetivo específico se siguió un esquema de trabajo separado en tres líneas de búsqueda generales:

1. Línea de búsqueda destinada a recopilar antecedentes pesqueros.

2. Línea de búsqueda destinada a recopilar información referente a las características biológicas y poblacionales.
3. Línea de búsqueda destinada a recopilar información para iniciativas de administración y regulación.

La búsqueda de información, se efectuó a nivel nacional e internacional, incluyendo esta última las principales revistas de circulación, bases de datos y páginas web, como: Proquest, LexisNexis, OCLC FirstSearch, PCI Full Text FISHBASE, SCIEDIRECT, SCIRUS, ASFA, SPRINGERLINK, JSTOR, OAlster, SwetWise y Web of Science, destacando que tanto la Universidad de Concepción como la U. Católica del Norte – Sede Coquimbo están suscritas a tales bases de datos.

En cuanto a la información a nivel nacional, la búsqueda se concentró en literatura científica formal (revistas científicas de circulación nacional) e informal (tesis de grado, informes técnicos en general y de proyectos FIP en particular).

La información respecto del estado de conocimiento del recurso fue agrupada y resumida según la temática biológica, pesquera o administrativa correspondiente.

#### **4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2**

*Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado pejegallo*

Se analizaron 67 ejemplares de *C. callorhynchus* provenientes de las localidades de Coquimbo (IV Región), San Antonio (V Región) y Lota (VIII Región), cuyas longitudes fluctuaron entre los 25,9 y 75,2 cm de longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior de la aleta caudal, los que fueron capturados por pescadores artesanales de esas zonas entre diciembre de 2006 y marzo de 2007.

A cada individuo se le hicieron diferentes mediciones corporales (**Figura 4.2.1**) que han sido detalladas principalmente por Nakamura (1986) como:

- longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior aleta caudal (Lt),

- longitud extremo gancho hasta menor altura pedúnculo caudal (Ls),
- longitud extremo gancho hasta origen aleta pélvica (LP2),
- longitud máxima aleta pectoral (LMP1),
- longitud extremo gancho hasta origen superior abertura branquial (Lc),
- longitud extremo gancho hasta origen primera aleta dorsal (LID),
- longitud extremo gancho hasta origen segunda aleta dorsal (LIID),
- longitud entre aletas pectoral y pélvica (LP1LP2)
- longitud entre aletas dorsales (LD1LD2)
- diámetro de la órbita (ORB)
- altura pedúnculo caudal (APEDCAUD)
- apéndice cefálico en machos (ACEF)
- longitud clasper en machos (CLASPER)

Dado que la aleta caudal de *C. callorhynchus* es heterocerca (**Figura 4.2.1**) y el lóbulo superior termina en un filamento, el cual es lábil a las actividades de pesca, de esta manera, y con el objeto de eliminar el efecto talla del pez, las mediciones corporales fueron divididas por la longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior de la aleta caudal (medida N° 1 en **Figura 4.2.1**), estos valores estandarizados fueron los utilizados para comparar las zonas señaladas anteriormente.

Cada zona geográfica se trató de manera separada y se obtuvieron los estadísticos básicos como número de ejemplares, media, desviación estándar y rangos de cada medida.

#### **4.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3**

*Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.*

##### **Recolección de la información**

###### a) Servicio Nacional de Pesca

A través de Subsecretaría de Pesca, se solicitó al Servicio Nacional de Pesca información del desembarque de pejegallo, tanto artesanal como industrial, especificando datos tales como fecha de zarpe, fecha de desembarque, puerto de desembarque, y arte de pesca. Para ello, se seleccionó a todas las embarcaciones del Registro Pesquero Artesanal con permiso para pejegallo, del año 2005 y 2006.

A partir de esta información se analizó en términos globales el aporte de pejegallo por arte de pesca y región en el 2005 y 2006. A su vez, con el objeto de describir el régimen operacional, se calculó los siguientes indicadores:

- Número de embarcaciones, como indicador del tamaño de la flota. Los cambios temporales y espaciales en este indicador se utilizan para analizar aspectos de concentración de las unidades de pesca y la inferencia de zonas de pesca del recurso.
- Número de viajes, corresponde al total de viajes por embarcación en un periodo dado definido como el mes. Se contabiliza el número de zarpes por mes por embarcación (viajes totales), y se utiliza como un indicador temporal que permite evaluar la estacionalidad de la pesquería en términos de la magnitud con que la flota opera sobre el recurso. Este indicador también podría constituir una unidad de esfuerzo de pesca.
- Duración promedio del viaje, corresponde a la duración del viaje comprendida entre la fecha de zarpe y de recalada. En un periodo dado de tiempo, como el mes, se calculó la suma de y se denomina días en la mar.

Para estandarizar las tasas de captura, se comparó temporalmente las tasas de captura (Gavaris 1980, Kimura 1981, Allen y Punsley 1984, Punt *et al.* 2000), mediante la

utilización de Modelos Lineales Generalizados (MLG). Esta técnica no sólo permite explorar los efectos espacio-temporales y la interacción espacio-temporal, sino también modelar adecuadamente la estructura de error de las tasas de captura. Se utilizó el programa MASS para R (Venables & Ripley 2002) para medir efectos asociados a factores fijos (año, mes, zona). La técnica MLG se constituye en la mejor herramienta estadística para estandarizar las tasas de captura (Maunder y Punt 2004, Venables y Dischmont 2004).

#### 4.4. OBJETIVO ESPECIFICO 4

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.*

El diseño de muestreo de frecuencias de tallas correspondió a un muestreo aleatorio simple de la descarga de las embarcaciones objetivo. Con estas distribuciones se construyeron frecuencias de tallas ponderadas para una combinación de zonas de pesca, para cada mes.

Se define:

- m = número de muestras obtenidas, provenientes de una zona de pesca dada,
- l = clase de longitud
- z = zona de pesca
- t = mes

El estimador de la distribución de longitud es

$$1) \dots p_{mlzt} = \frac{n_{mlzt}}{n_{m+zt}}$$

donde: p es la proporción de ejemplares de la muestra m clasificados en la talla l, que proviene de una embarcación que operó en la zona z durante algún día del mes t. El signo + indica sumatoria sobre ese índice.

La relación longitud-peso se define de la siguiente forma:

$$2)... PT = a * LE^b$$

donde: *PT* es el peso total (g), *LE* es la longitud estandar (cm), que para el pejegallo corresponde a la longitud desde el extremo del gancho hasta el pedúnculo caudal; *a* y *b* son constantes. Los parámetros de esta relación fueron estimados independientemente para la especie, por sexos y por localidad durante todo el periodo de estudio.

#### **4.5. OBJETIVO ESPECIFICO 5**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.*

En el presente estudio se utilizó la espina dorsal para estimar la edad en *C. callorhynchus*. Debido al tipo de pesca, los pescadores para evitar accidentes cortan el extremo de la espina dorsal, por lo cual sólo se pudo obtener muestras completas de espinas de la zona de Talcahuano y Coquimbo. Una vez obtenida la espina dorsal, esta se rotuló y se congeló para ser trasladada al laboratorio. En el laboratorio fueron limpiadas con agua caliente y secadas a temperatura ambiente para su posterior preparación.

#### **Preparación de la espina para lectura**

Con el fin de hacer visible los anillos de crecimiento, se obtuvo una sección delgada de las espinas, a una distancia de 5 mm del ápice (Ver fotografías de espinas, Anexo 2a), la cual se incluyó en resina poliéster y fue luego seccionada en una cortadora Buehler modelo Isomet y posteriormente, pulida por ambos lados, en una pulidora Buehler modelo Ecomet II con distintos granos de lija de acuerdo a las metodologías descritas por Sullivan (1977) y Calis *et al.* (2005). La observación se realizó bajo microscopio con luz transmitida.

La interpretación de los anillos de crecimiento se basa en el supuesto que la formación de éstos entrega un registro continuo del crecimiento y que el recuento de los anillos representa un intervalo de tiempo conocido. En el presente estudio, cada anillo (claro y oscuro) en la sección delgada de la espina se consideró como de formación anual sustentado en los siguientes puntos: primero, en los condriictios, el crecimiento del esqueleto cartilaginoso calcificado y de las espinas ocurre por una serie de procesos de acreción, en el cual no hay indicios que se produzca reabsorción (Cailliet *et al.* 1983b), y segundo, el incremento en el tamaño del cuerpo es acompañado por incremento en el tamaño de las estructuras duras, lo que se traduce en la formación de nuevos anillos (Cailliet *et al. op. cit.*).

El proceso de estimar la edad de las espinas, i.e., el recuento de annulus (anillo anual que se compone de una banda translúcida y otra opaca) es idéntico a como se realizó en las vértebras de otros condriictios (Acuña *et al.* 2001).

Las lecturas la realizaron dos lectores de manera independiente tomando en cuenta los criterios propuestos por Calis *et al.* (2005) para la identificación y recuento, siendo éstos:

1. Los anillos (annuli) consisten de una zona opaca y una translúcida pálida dentro de la capa de dentina interior, las que fueron contadas.
2. El recuento se inició en la línea principal del primordium y continuó hacia el centro del lumen de la espina. La línea principal del primordium no se contabilizó como un incremento.
3. Los anillos se contabilizaron en el plano de máxima expansión de la dentina interna, i.e. a lo largo del eje postero-lateral de la espina, más que en una dirección antero-posterior.
4. Cada anillo fue trazado a lo largo de su longitud para asegurarse que no hay anillos presentes entre éste y el siguiente.
5. Los anillos más internos se siguieron a lo largo de toda su longitud, para

asegurarse que no hay anillos presentes entre éste y el lumen de la espina.

6. Cuando se espera un anillo, pero éste no es nítido no se contabilizó.

### **Comparación de lecturas**

Las estimaciones de la edad se basan en que los anillos de crecimiento puedan ser identificados y contados, pero sucede que las lecturas llevan implícitas variabilidad entre ellas. Puede depender, además, de la interpretación (error y variabilidad del lector, errores de preparación), o puede depender de la variabilidad propia del individuo. Para detectar errores sistemáticos en las lecturas, se empleó el método gráfico de sesgo por edad, que consiste en graficar la edad entre dos lectores, considerando a uno como control (Campana *et al.*, 1995). Sin embargo, este método permite la detección visual de distintos tipos de sesgos, pero no permite una estimación cuantitativa o prueba de significancia.

### **Ajuste de un Modelo de Crecimiento**

La información de edad y longitud obtenida, se ajustó a cuatro modelos:

a) von Bertalanffy tradicional

$$3) \dots L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde  $L_\infty$  longitud asintótica,  $K$  coeficiente de crecimiento y  $t_0$  parámetro de posición- edad cuando la longitud es cero;

b) von Bertalanffy modificado propuesto por Fabens (1965): este modelo es empleado usualmente con información de marca-recaptura, el cual toma en cuenta el tamaño al nacimiento ( $L_0$ ) en vez de  $t_0$ :

$$4) \dots L_t = L_\infty - (L_\infty - L_0)e^{-Kt}$$

El tamaño al nacimiento se consideró a los 14,49 cm (d.e. 0,97) según información no publicada obtenida por los autores del presente objetivo en la zona de Iquique. En consecuencia, Por lo que sólo se estiman dos parámetros.

c) Modelo Bifásico: este modelo lo propone Soriano *et al.* (1982) y lo utilizan Araya y Cubillos (2006) para explicar el crecimiento de los elasmobranquios. Este modelo corresponde a una variante del modelo tradicional de von Bertalanffy, donde el crecimiento se describe en dos fases, el cual puede ocurrir debido a la primera madurez sexual o bien en organismos que cambian sus hábitos alimentarios en algún momento de su vida. El modelo en cuestión es:

$$5)... L_t = L_\infty (1 - e^{-KA_t(t-t_0)})$$

donde,  $A_t$  corresponde a un factor que modifica a  $K$ , a medida que se incrementa la edad y se define por:

$$6)... A_t = 1 - \frac{h}{(t - t_h)^2 + 1}$$

donde  $t_h$  es la edad a la cual se produce la transición entre las dos fases y  $h$  determina la magnitud de la máxima diferencia entre la ecuación de von Bertalanffy tradicional y la propuesta.

d) El cuarto modelo corresponde al de Fabens modificado como el Bifásico:

$$7)... L_t = L_\infty - (L_\infty - L_0)e^{-KA_t t}$$

$A_t$  es igual que el anterior.

La estimación de los parámetros, de todos los modelos, se realizó mediante ajuste no lineal. Este ajuste es apropiado para estimar los parámetros de modelos que no son lineales en sus parámetros. El ajuste consiste en minimizar la suma de cuadrado del error:

$$8)... SCE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$$

donde,  $y$  es el valor observado de la variable dependiente;  $\hat{y}$  es el estimador de la variable observada. El método no lineal de mínimos cuadrados tiene los siguientes supuestos: especificación correcta del modelo, independencia de las observaciones, homocedasticidad, errores distribuidos normalmente con media cero y conocimiento de la variable independiente sin error.

La selección del modelo que explicara mejor el crecimiento de *C. callorhynchus*, se realizó mediante el criterio de información de Akaike (AIC) (Burnham y Anderson 2002). Un solo valor del AIC no tiene interpretación por si mismo, pero la comparación entre diferentes valores del AIC permite evaluar el soporte relativo de los datos para dos o más modelos. El AIC penaliza la complejidad del modelo, dado por el número de parámetros, para alcanzar un óptimo entre exactitud y parsimonia del modelo, la expresión es:

$$9)... AIC = n \ln(\hat{\epsilon}^2) + 2p$$

donde:  $p$  es el número de parámetros a estimar;  $n$  tamaño de muestra y

$$10)... \hat{\epsilon}^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / n$$

$\hat{\epsilon}_i$  corresponde a los residuos estimados para un modelo particular. El modelo con el menor valor de AIC es el modelo más probable que sea correcto.

### **Estimación de la Mortalidad Natural y Edad Crítica**

La tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) es un parámetro crítico en la evaluación de poblaciones y no está ajeno a la dificultad de estimación (Hewitt y Hoenig 2005). Actualmente han aparecido nuevas aproximaciones para estimar  $M$  utilizando datos de marcaje y telemetría, entregando estimaciones directas de  $M$  para un determinado stock (Hewitt y Hoenig *op. cit.*, Simpfendorfer *et al.* 2005).

Lamentablemente, utilizar estas técnicas implica grandes costos, por lo que para estimar el parámetro  $M$  aún se sigue usando aproximaciones a partir de otros stock de la misma especie o la estimación de características de historia de vida de las mismas especies. Simpfendorfer *et al.* (2005) sugieren los siguientes métodos basados en parámetros biológicos para estimar  $M$  en condriictios:

### **Método de Pauly (1980)**

Pauly (1980) desarrolló una ecuación empírica a partir de información de 175 stocks de peces, incluyendo dos especies de condriictios. Encontró una relación entre  $M$  y los parámetros  $K$ ,  $L_\infty$  o  $W_\infty$  y la  $T$  (temperatura anual promedio del hábitat, en grados Celsius) siendo el modelo de regresión basado en longitud:

$$11) \dots \log(M) = -0,0066 - 0,279 \log(L_\infty) + 0,65431 \log(K) + 0,46341 \log(T)$$

### **Método de Jensen (1996)**

Determina la relación entre parámetros de la historia de vida y mortalidad natural, utilizando la relación que existe entre reproducción y supervivencia, que demuestra que

$$12) \dots M = \frac{1,65}{t_m}$$

donde  $t_m$  es la edad a la madurez. El autor demuestra que existe una relación teórica entre  $K$  y  $M$ , siendo la ecuación:

$$13) \dots M = 1,5K$$

Esta relación es mucho más simple que la entregada por Pauly (1980). Jensen reanaliza los datos de Pauly y demuestra que la relación:

$$14) \dots M = 1,6K$$

Entrega un ajuste de los datos equivalente a la ecuación de Pauly.

### Método de Hoening (1983)

Uno de los métodos más utilizados en tiburones para estimar  $M$  corresponde al propuesto por Hoening (1983), el autor encuentra una relación empírica entre la tasa de mortalidad total ( $Z$ ) y la edad máxima observada ( $t_{max}$ ) de varias especies de peces, moluscos y cetáceos. Muchos de los datos pertenecen a stocks inexplorados o levemente explotados de tal manera que  $Z \approx M$ . El modelo de regresión es:

$$15) \dots \ln Z = 1.46 - 1.01 \ln t_{max}$$

donde  $Z$  y  $t_{max}$  han sido previamente definidos. Una alternativa a  $t_{max}$  es determinar la longevidad máxima esperada utilizando el método de Taylor (1958), quien supone que la edad máxima teórica ( $t_M$ ) ocurre cuando el 95% la cohorte alcanza la longitud asintótica, i.e.

$$16) \dots t_M = t_0 + \frac{3}{K}$$

donde  $t_0$  y  $K$  son parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy.

### Procedimiento para Estimar la Varianza

La base para el procedimiento sugerido aquí es un tipo de remuestreo bootstrap paramétrico de Efron (1985), que se evalúa numéricamente por medio del enfoque Monte Carlo. Para este procedimiento, un número de valores alternativos e igualmente probables de  $M$  ( $M_R$ ) se generan usando una forma paramétrica de la distribución del error, donde  $R = 1, 2, \dots, R_{max}$  y  $R_{max}$  es un número relativamente grande ( $\geq 100$ ). En este estudio se consideró  $R_{max} = 3000$  para cada modelo empírico. La estimación de la varianza asociada con este bootstrap paramétrico (BP) es entonces:

$$17) \dots VAR_{BP}(M) = \frac{\sum_{R=1}^{R_{max}} (M_R - \bar{M}_{BP})^2}{R_{max} - 1}$$

donde

$$18) \dots M = \frac{\sum_{R=1}^{R_{\max}} M_R}{R_{\max}}$$

Luego, los límites de confianza se obtienen con un método percentil, lo cual involucra ordenar el conjunto de valores alternativos de  $M$  ( $M_R$ :  $R= 1, 2, \dots, R_{\max}$ ). Para implementar el método de estimación de varianza, se tomó en cuenta el error estándar de los coeficientes de cada modelo de estimación de  $M$  y la incertidumbre de los parámetros que alimentan a cada uno de estos modelos.

### Estimación de la Talla Crítica

La talla crítica ( $L^*$ ) consiste en determinar el momento dentro del ciclo de vida de una cohorte no explotada en el cual la biomasa se maximiza (Ricker, 1975), ésta se estima utilizando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy y para este caso modificada de acuerdo al modelo de Fabens y bifásico:

$$19) \dots L_{t^*}^* = L_{\infty} - (L_{\infty} - L_0)e^{-K A_t t^*}$$

$A_t$  explicado anteriormente. y  $t^*$  es igual a

$$20) \dots t^* = \frac{1}{K} \ln \left( \frac{bK}{M} + 1 \right)$$

donde  $K$  parámetro del modelo de von Bertalanffy,  $M$  es la mortalidad natural y  $b$  el exponente de la relación longitud peso.

#### 4.6. OBJETIVO ESPECIFICO 6

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla.*

Como indicador de la madurez sexual en machos se usó: a) la relación entre la longitud de los claspers y la longitud estándar; b) la proporción de madurez sexual a la talla. En hembras se utilizó la proporción de madurez sexual a la talla. Esta última metodología tanto en machos como en hembras se lleva a una ojiva de madurez de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### Ajuste de modelo logístico mediante máxima verosimilitud

Las variables que se utilizaron en el ajuste del modelo de madurez son la talla del pez y su estado de madurez, el cual se supone que sólo puede tener dos valores: maduro o inmaduro, de acuerdo a las definiciones dadas en la metodología anterior. Debido a la naturaleza dicotómica de la variable respuesta, los errores del modelo se distribuyen en forma binomial. La siguiente función logística es una consecuencia del supuesto de una relación lineal entre el logaritmo del puntaje logit y una combinación lineal de las variables predictoras (Hosmer y Lemeshow 1989, Shanubhogue y Gore 1987):

$$21) \dots P(l) = \frac{\beta_1}{1 + e^{\beta_2 + \beta_3 l}}$$

donde:  $P(l)$  es la proporción que se encuentra madura a la talla  $l$ , y  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$  son los parámetros asintótico, de posición y pendiente, respectivamente.

Invirtiendo variables en el modelo de madurez logístico se obtiene la talla al P% de madurez:

$$22) \dots l_{p\%} = \frac{1}{\beta_3} \ln \left[ \frac{1}{P} \right] - \frac{\beta_2}{\beta_3}$$

y en particular cuando P%=50%, se tiene:

$$23) \dots I_{P\%} = -\frac{\beta_2}{\beta_3}$$

### **Estimación de la fecundidad**

Para la estimación de la fecundidad del pejegallo se sometió a prueba dos procedimientos: el primero contempla el recuento total de huevos encapsulados y sin encapsular al interior del tracto reproductivo y el segundo es el recuento por separado de: i) huevos encapsulados, ii) huevos sin encapsular maduros (amarillos), iii) huevos sin encapsular inmaduros (no amarillos).

Adicionalmente, en ambos procedimientos se procedió a medir el diámetro y tamaño de los huevos, así como el peso de los mismos. Posteriormente, se graficó cada una de estas mediciones con respecto a la longitud estándar de la hembra.

#### **4.7. OBJETIVO ESPECIFICO 7**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar el o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.*

Para determinar el o los periodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo se utilizó la variación mensual en los índices de actividad reproductiva, esto es, Índice Gonadosomático (IGS), Índice Hepático (IH), Índice Glándula Nidamental (IGN, solamente en hembras) e Índice Glándula Verde (IGV, solamente en machos), cuyas expresiones son las siguientes:

$$24) \dots IGS = \frac{PG}{PT - PG} * 100$$

donde, *PG* es el peso de la gónada (g); *PT* es el peso total corporal del individuo (g).

$$25)... IH = \frac{PH}{PT - PH} * 100$$

donde,  $PH$  es el peso del hígado (g).

$$26)... IGN = \frac{PGN}{PT - PGN} * 100$$

donde,  $PGN$  es el peso de la glándula nidamental (g).

$$27)... IGV = \frac{PGV}{PT - PGV} * 100$$

donde,  $PGV$  es el peso de la glándula verde (g).

#### **4.8. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 1**

*Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal de *Callorhynchus callorhynchus*.*

##### **Diseño de muestreo y tipo de muestras**

Debido a que el peso y estado de digestión del contenido estomacal se ve rápidamente afectado debido al tiempo transcurrido entre la captura de los ejemplares y su posterior análisis en laboratorio, se planificó originalmente que la toma de muestras se realizaría a bordo de las embarcaciones pesqueras, directamente de la captura por lance, obviando las muestras de desembarque. Sin embargo, la escasez de información recolectada a bordo forzó necesariamente trabajar con datos del desembarque. No obstante, y a pesar de esta situación, se logró obtener en todos los casos, muestras biológicas en las que el tiempo transcurrido entre la captura y la obtención del estómago no superó las 24 horas.

## **Análisis en laboratorio**

En el laboratorio se recuperaron los contenidos estomacales del tubo digestivo, los cuales fueron tamizados para evitar la pérdida de material en estado avanzado de digestión. Posteriormente, las presas fueron separadas por taxa, morfo o tipo hasta alcanzar la identificación al nivel taxonómico más específico posible, dependiendo de su estado de digestión. Igualmente, se registró el número y peso (g) de cada presa, preservando en formalina tamponada al 10% aquellas en mejor condición con el objetivo de crear un registro fotográfico. Las presas no identificadas también fueron preservadas para su posterior identificación por parte de un experto.

## **Análisis de datos**

Para cuantificar la importancia de las presas en la dieta del pejegallo se utilizó los siguientes índices desprendidos del conteo recuento de presas: i) El número total de una presa específica en los estómagos (porcentaje en número %N); el peso total de una presa específica en los estómagos (porcentaje en peso %W) y el número de estómagos con una presa específica (frecuencia de ocurrencia %F) (Stevens 1973, Matallanas 1982, Stillwell y Kohler 1982, Snelson *et al.* 1984). Dado que cada uno de estos índices expresa una medida distinta de la importancia de las presas en el contenido estomacal, se constuyó el índice de importancia relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971; Cortés, 1997, 1999), cuya expresión es:

$$28) \dots IIR = \%F * (\%W + \%N)$$

El IIR fue expresado en porcentaje (%IIR) con el propósito de hacer los resultados comparables de acuerdo a Cortés (1997). De esta manera se considera un índice más preciso e imparcial (Liao *et al.* 2001).

#### **4.9. OBJETIVO ESPECÍFICO ADICIONAL 2**

*Análisis genético.*

##### **Zona de estudio y muestreo biológico**

Se recibieron 22 muestras de *C. callorhynchus* provenientes de la pesquería de la zona del Golfo de Arauco, 16 provenientes de la zona de San Antonio y 9 ejemplares provenientes de Coquimbo.

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Genética y Acuicultura de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción. A su llegada las muestras fueron registradas, procesadas y analizadas, se conservaron en etanol puro a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta ser requeridas nuevamente.

Se estandarizó la extracción de ADN con el método descrito por Grijalva-Chon *et al.* (1994) utilizado en varias especies de peces. Se realizó la extracción de ADN a un total de 47 muestras.

##### **Extracción de ADN**

Se disectó un trozo (50 a 100 mg) de musculatura esquelética (sin piel) (preservadas en alcohol o congeladas a  $-20^{\circ}\text{C}$ ).

Se agregó 500  $\mu\text{l}$  de buffer STE (10 mM Tris.HCl, pH= 8,0, 10 mM NaCl y 50 mM EDTA) para homogeneizar el tejido.

Se lisaron las membranas celulares con 25  $\mu\text{l}$  de SDS al 20% digiriendo las proteínas con 50  $\mu\text{l}$  de Proteinasa K (10 mg/ml).

Incubación de la mezcla a  $37^{\circ}\text{C}$  por toda la noche.

Posteriormente, se realizó la extracción de material orgánico agregando un volumen de 600  $\mu\text{l}$ , de una mezcla de Fenol Saturado: Cloroformo: Alcohol Isoamílico (25: 24: 1), se agitó fuertemente por un minuto.

Se centrifugó a 12.000 rpm durante 10 minutos; luego se recuperó la fase acuosa, se realizó una segunda extracción añadiendo 600 µl de solución Sevac (CHCl<sub>3</sub>: AIA; 24: 1), centrifugando las muestras por 10 minutos a 12.000 rpm.

Para la precipitación de los ácidos nucleicos se agregó 2 volúmenes de etanol absoluto previamente enfriado a -20°C y 70 µl de Cloruro de Sodio 2 M (NaCl); se agitó por inversión y se dejó a -20°C por 1 hora.

Se centrifugó nuevamente a 12.000 rpm por 10 minutos, se eliminó el sobrenadante y lava el pellet con 700 µl de etanol al 70% frío, y centrifugando por 5 minutos a 12.000 rpm.

Finalmente se secó el pellet al aire durante una hora; para disolver el pellet se utilizó 100 µl de agua para PCR Gibco.

### **Calidad y cuantificación de ADN**

Para verificar el tamaño del ADN genómico extraído de cada ejemplar de *C. callorhynchus* se cargaron los extractos en geles de agarosa al 1% teñidos con bromuro de etidio 5µg/µl, en tampón TBE 0,5X, corridos a 80 V por 30 minutos. El tamaño de los extractos fue comparado con el marcador de peso molecular 12000 Kb de Gibco.

En el caso del análisis de calidad del ADN extraído, cada muestra fue diluida (10/1000) y leída su absorbancia en un Biofotómetro Eppendorf, las lecturas de absorbancia fueron registradas, según lo reportado por Sambrook *et al.* (2001), a los 230 nm (absorben impurezas como hidratos de carbono, pépticos, combinaciones aromáticas, etc.), 260 nm (absorben bases nitrogenadas), 280 nm (absorben proteína y fenol) y 320 nm (absorben turbidez). Posteriormente cálculos de los cuocientes de absorbancia 260nm/230nm (valor ideal > 2) y 260nm/280nm (< 2) se utilizaron como indicadores de la calidad de la muestra para los análisis de PCR, en el caso de la absorbancia a 320nm esta es un indicador de la turbidez del extracto y su valor óptimo es de cero.

## Generalidades de las reacciones PCR

Los experimentos de estandarización en la amplificación de genes mitocondriales, se llevaron a cabo en un termociclador MJ Research modelo PT 200 Gradient Calculator. En la preparación de la mezcla de amplificación se utilizaron tubos y puntas estériles, trabajando bajo hielo, las amplificaciones se realizaron en un volumen mínimo de 10 µl. Un blanco correspondiente a una mezcla de amplificación sin ADN, fue utilizado en cada amplificación para eliminar la sospecha de contaminación.

## Amplificación de citocromo b del ADN mitocondrial

Para la amplificación de este gen en la especie *C. callorhynchus* se utilizaron dos parejas de partidores universales, CB1-L/CB2-H, y CTB-F/ CTF-R (**Tabla 4.9.1**) los que se ensayaron en un volumen total de 10 µl incluyendo 1 µl de extracto de ADN diluido (1/10).

En el caso de los partidores CB1-L / CB2-H se utilizó MgCl<sub>2</sub> 2,0 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,2 µM de cada partidor, 0,5 U de Taq ADN Polimerasa invitrogen con su respectivo tampón y H<sub>2</sub>O Gibco para PCR. El programa de amplificación para esta pareja de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 93°C por 10 min., 50°C por 45 seg., 72°C por 2 min.; 40 ciclos de 93°C por 30 seg., 50°C por 1 min . y 72°C por 2 min y una extensión final de 72°C por 10 minutos.

Para los partidores CTB-F/ CTF-R se utilizó MgCl<sub>2</sub> 1,5 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,2 µM de cada partidor, 0,5 U de Taq ADN Polimerasa invitrogen con su respectivo tampón y H<sub>2</sub>O Gibco para PCR. El programa de amplificación para esta pareja de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 95°C por 5 min; 30 ciclos de 94°C por 30 seg., 56°C por 45 seg. y 72°C por 45 seg y una extensión final de 72°C por 10 minutos.

Los fragmentos resultantes de la amplificación del segmento Citocromo B se separaron por electroforesis en gel de agarosa al 2%, sumergido en tampón TBE 0,5 X. A 10 µl de la muestra amplificada se le agregó 1 µl de solución de siembra (Púrpura de

bromocresol). La corrida electroforética se realizó a 70 Voltios durante 60 minutos. Posteriormente, los geles fueron visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiados con cámara Olympus modelo C-5060.

### **Amplificación del gen citocromo oxidasa I (COI) del ADN mitocondrial**

Para la amplificación de este gen en la especie *C. callorhynchus* se utilizó la pareja de partidores LCOI/HCOI desarrollados por Folmer *et al.* (1994). Los partidores indicados se ensayaron en un volumen total de 10 µl incluyendo 1 µl de extracto de ADN diluido (1/10), MgCl<sub>2</sub> 2,0 mM, dNTP's 0,2 mM, 0,4 µM de cada partidor, 1 X BSA y 0,4 U/µl de Taq ADN Polimerasa Invitrogen, con su respectivo tampón (Tris-HCl 20 mM pH 8.4, KCl 50 mM) y H<sub>2</sub>O Gibco para PCR. El programa de amplificación para esta pareja de partidores consistió en: 1 ciclo inicial de 94°C por 2 min., 35 ciclos de 94°C por 20 seg., 45°C por 30 seg. y 72°C por 1 min. y una extensión final de 72°C por 10 minutos.

Los fragmentos resultantes de la amplificación del segmento COI se separaron por electroforesis en gel de agarosa al 1%, sumergido en tampón TBE 0,5 X. A 10 µl de la muestra amplificada se le agregó 1 µl de solución de siembra (Púrpura de bromocresol). La corrida electroforética se realizó a 70 Voltios durante 60 minutos. Posteriormente, los geles fueron visualizados bajo luz ultravioleta y fotografiados con cámara Olympus modelo C-5060.

### **Secuenciación del gen citocromo oxidasa i (coi) del adn mitocondrial**

Posterior a la amplificación mediante PCR de la COI del pejegallo, se procedió a la secuenciación del fragmento obtenido.

Para la secuenciación de la COI (~650bp) se utilizaron dos parejas de partidores C\_FishF1t1/C\_FishR1t1 y VR1-t1/VF2-t1 (Ivanova *et al.*, 2007; Ward *et al.*, 2005). La reacción PCR se realizó en un volumen final de 50 ul, el cual contiene 1/10 de ADN

templado, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM dNTP's, 0,2 µM de cada partidor, 0,5 U/µl de Taq ADN polimerasa (Biotools) con su respectivo tampón 10X (Tris-HCl 20 mM pH 8.4, KCl 50 mM) y H<sub>2</sub>O libre de DNAsa y RNAsa (Gibco). La amplificación se llevó a cabo en un termociclador MJ Research® modelo PT-200 con el siguiente programa: denaturación inicial con un ciclo inicial de 94°C por 60 seg., 5 ciclos (94°C por 30 seg.; 45°C por 90 seg.; 72°C por 60 seg.), 35 ciclos (94°C por 30 seg.; 51°C por 90 seg.; 72°C por 60 seg.) y un ciclo de extensión final (72°C por 5 min.). Los productos PCR fueron visualizados en un gel de agarosa al 1% (TBE 0.5X), mediante tinción con bromuro de etidio y fotografiados en el sistema de foto-documentación de UVP®, para confirmar una amplificación exitosa. Para obtener la secuencia de nucleótidos del marcador mitocondrial COI se utilizó un secuenciador automático (modelo ABI Prism 3730, PE Biosystems), bajo las siguientes condiciones: 2 µl de Dye terminator mix v3.1, 1 µl de Buffer de secuenciación (2,5X), 1 µl de partidor (10 µM) y 5 µl del amplicon más agua ultra pura. Buffer de secuenciación 2,5X: (200 mM Tris-HCl pH 9; 5 mM MgCl<sub>2</sub>).

Las secuencias obtenidas de la COI fueron chequeadas con secuencias disponibles en GenBank para posteriormente ser editadas y organizadas utilizando el programa BioEdit 5.0.6 (Hall, 1999), y SEQUENCHER 4.7 (Gene Codes Corporation), bajo el algoritmo de alineamiento automático de búsqueda y comparación exhaustiva, con una posterior inspección visual para la correcta identificación de homologías entre las secuencias analizadas.

### **Análisis estadísticos de las secuencias**

A partir de las secuencias de la COI para ejemplar analizado se estimaron parámetros genéticos poblacionales básicos como el número de haplotipos por localidad, el índice de diversidad haplotípica y nucleotídica mediante el programa DNAsp (Rozas *et al.*, 2003).

Como una medida de diferenciación poblacional se calculó el índice de fijación  $F_{st}$  (Wright 1978, Hartl 1980, Hartl y Clark 2007), y el test de diferenciación exacta mediante el programa Arlequin 2.0 (Schneider *et al.* 2000).

Para evaluar las relaciones entre haplotipos se utilizó la aproximación Median Joining para identificar grupos de haplotipos cercanamente emparentados, utilizando el programa Network 4.1.0.9 (Bandelt *et al.* 1999).

A la base de datos generada en este proyecto (**Tabla 4.8.1**) que consiste en 25 secuencias de la COI para ejemplares de *C. callorhynchus* desde Chile, se sumaron 6 secuencias para *C. callorhynchus* desde la plataforma patagónica, Argentina, obtenidas desde el INIDEP por el proyecto Fish Barcode.

## 5 RESULTADOS

---

### 5.1. OBJETIVO ESPECIFICO 1

*Recopilar los antecedentes bibliográficos relacionados con ambos recursos y con la investigación asociada a nivel nacional e internacional.*

#### **Taxonomía**

El pejegallo, *C. callorhynchus* (Linnaeus, 1758), conocido también como pez gallo, cock fish o elephant fish, es un pez cartilaginoso perteneciente al grupo taxonómico Holocephali. Los Holocephali han sido incorporados junto con los Elasmobranchii (tiburones y rayas) en la clase Chondrichthyes, la cual reúne a todos aquellos peces vertebrados cuyo esqueleto está formado por cartílago. A diferencia de los tiburones y rayas, las quimeras (como también se denomina a los Holocephali) presentan una sola abertura branquial, los dientes están fusionados en una sola placa dentaria la cual crece con el pez, y la mandíbula superior se encuentra fusionada al cráneo.

La subclase Holocephali está constituida por un solo Orden, Chimaeriformes, el cual reúne a tres familias: Rhinochimaeridae, Chimaeridae y Callorhinchidae. La familia Callorhinchidae es monogénica, identificándose tres especies endémicas del Hemisferio Sur. *C. milii* se encuentra en el sudeste de Australia y Nueva Zelandia, *C. capensis* habita en Sudáfrica y *C. callorhynchus* en América del Sur.

#### CLASE CHONDRICHTHYES

##### SUBCLASE HOLOCEPHALI

##### Orden Chimaeriformes

##### Familia Callorhinchidae

##### Género *Callorhynchus*

##### Especie *Callorhynchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758)

## Descripción

*C. callorhynchus* es un pez cartilaginoso de cuerpo alargado ligeramente comprimido; de color plateado con manchas de forma y disposición irregular. La cabeza es corta, con un hocico provisto de una protuberancia en forma de gancho llamada proboscis (estructura que caracteriza al género *Callorhynchus*).

Al igual que los representantes de la subclase Holocephali, el pejegallo posee una sola abertura branquial externa a cada lado del cuerpo que consiste en un pseudopérculo carnoso. La línea lateral es recta y muy marcada desde la cabeza (a la altura de la inserción de la primera aleta dorsal) hasta la aleta caudal heterocerca; la línea lateral se ramifica sobre la cabeza.

El pejegallo presenta dos aletas dorsales, la primera precedida por una fuerte espina eréctil la cual es venenosa. Las aletas pélvicas son pequeñas y de inserción abdominal. Los machos presentan como dimorfismo sexual un par de cláspers pélvicos; que consisten en un par de ganchos laterales ubicados por delante de las aletas pélvicas y un tentáculo carnoso en la parte superior de la cabeza provisto de dientes, los cuales son utilizados para aprehender a la hembra durante la cópula.

## Distribución

Las quimeras son exclusivamente marinas y su mayor diversidad ocurre en aguas templadas profundas de la plataforma y talud continental, entre los 200 y 2.000 m. Sin embargo, los representantes de la familia Callorhynchidae son los que presentan la distribución más somera entre los holocéfalos, y se encuentran restringidos sólo al Hemisferio Sur (Swing y Beárez 2006).

En aguas de Sudáfrica habita la especie *C. capensis*, también denominada St Joseph o "elephantfish"; cuya distribución se extiende desde Natal hasta el noreste de Namibia (17°44'S, 11°44'E). El rango batimétrico conocido va desde la costa hasta los 366 m, siendo más frecuente en aguas de profundidades menores a los 100 m, con una marcada preferencia por áreas protegidas de sustrato blando (Freer y Griffiths 1993a).

El “pez elefante” o “elephantfish”, *C. milii*, es el representante de la familia Callorhynchidae en Nueva Zelandia y Australia meridional (Francis 1997). La mayor abundancia de la especie ocurre en aguas neozelandesas alrededor de South Island, donde se desarrolla la mayor parte de la pesquería. El rango batimétrico conocido se extiende desde los 0 a 227 m de profundidad, siendo más abundante a profundidades en torno a los 50 m (Francis *et al.* 2002).

En el caso de *C. callorhynchus*, se reconoce que la especie se encuentra en aguas del Atlántico y Pacífico alrededor de Sudamérica. El límite norte en el Atlántico se ubicaría en el estado Brasileño de Sao Paulo (Figuereido 1977 *fide* López *et al.* 2000), extendiéndose hacia el sur por las costas de Uruguay y Argentina. En el Océano Pacífico en tanto, su presencia se detectaría en aguas de Perú y Chile (Chirichigno y Cornejo 2001), aún cuando Swing y Béarez (2006) lo reportan incluso a la latitud de 1°33'S, frente a las costas ecuatorianas. En cuanto a su distribución batimétrica, Chirichigno y Cornejo (2001) señalan que la especie se encontraría entre los 30 y 135 m de profundidad, por sobre la plataforma de Chile y Perú, asociado a fondos arenosos. En el sector Atlántico, entre los 34° y 41° L.S., Jaureguizar *et al.* (2004) informan que el pejegallo habitaría en aguas costeras desde los 11 a 50 m de profundidad; encontrándose incluso en zonas de aguas someras con salinidades en el rango de 23,5-28,3 psu. En estudios anteriores, Di Giácomo (1992) analizando la distribución de *C. callorhynchus* en el Golfo de San Matías, Argentina, reporta que esta especie se encuentra desde la costa hasta los 166 m de profundidad; mientras que Menni y López (1984), en su estudio sobre patrones distribucionales de peces marinos sobre la plataforma y talud continentales del mar Argentino, indican que el pejegallo formaría parte de la fauna íctica de la plataforma interna del Atlántico, apareciendo en profundidades entre 22-115 m y en el rango de temperatura de 5°-10°C.

En Chile se desconoce con precisión el rango batimétrico en el cual se distribuye *C. callorhynchus*. De Buen (1960) y Pequeño (1989) lo describen como un pez cuyos hábitos de vida se encuentran asociados a zonas costeras de aguas someras. Esta distribución costera en aguas de baja profundidad también es informada por Lamilla

*et al.* (2005), quienes indican que en la IV Región el pejegallo es capturado habitualmente a 18 m de profundidad.

Respecto a su presencia en aguas más profundas, la mayor parte de la información proviene de investigaciones realizadas sobre la especie merluza común en Chile centro-sur (Lillo *et al.* 2000, 2001, 2002, 2003). A partir de lances de identificación realizados durante los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común, se ha logrado determinar que el pejegallo también habita aguas asociadas a la plataforma continental por sobre los 76 m de profundidad, llegando su distribución longitudinal aproximadamente hasta 40 millas de la costa, frente al Canal de Chacao (**Figura 5.1.1**)

### **Proporción sexual y tamaño**

Las prospecciones efectuadas para evaluar la estructura poblacional de *C. callorhynchus* en el Atlántico Sur Oriental, han determinado que las hembras de pejegallo alcanzan tamaños mayores que los machos en las capturas (Di Giácomo 1992); donde las primeras presentan un mayor valor en el parámetro de curvatura de la relación longitud-peso respecto de los segundos. En general, las tallas menores de ambos sexos se distribuyen a profundidades menores que la fracción adulta, sugiriendo que en la zona de aguas someras se produciría el reclutamiento biológico de la especie. En aguas del Golfo de San Matías, Argentina, se ha reportado tamaños para machos y hembras de pejegallo en los rangos de 21-56 cm Lt y 21-69 cm Lt, respectivamente (Di Giácomo 1992).

En Chile, se ha reportado información respecto a la estructura de tamaños de pejegallo en evaluaciones hidroacústicas de merluza común en Chile centro-sur, aún cuando ésta no hace diferencia entre sexos ni tampoco incorpora el antecedente de la profundidad. Lillo *et al.* (2003) indican que el tamaño de los ejemplares de pejegallo, capturados en lances de identificación con red de arrastre merlucera, varía entre 28 y 109 cm de longitud total, con un aumento en las tallas mayores entre los cruceros del 2000 al 2002 (**Figura 5.1.2**)

## Alimentación

El pejegallo presenta una dieta basada principalmente en moluscos y crustáceos bentónicos, constituyéndose éste en un importante predador de la fauna de invertebrados bentónicos que habita sobre la plataforma continental de la Patagonia Argentina (Di Giácomo *et al.* 1994, Ríos y Pereira 1986).

En el Golfo de San Matías (plataforma Argentina), área donde se desarrolla una importante pesquería sobre *C. callorhynchus*, Di Giácomo y Perier (1991) informan que el principal componente en la dieta de pejegallo capturado en el rango de profundidad de 90-130 m, corresponde a la especie *Chlamys patagonica*, molusco bivalvo de la familia de los pectínidos, la cual presentó una frecuencia de 40% en los contenidos estomacales.

Di Giácomo *et al.* (1994) determinaron una dieta para pejegallo, también en el Golfo de San Matías, compuesta por 19 bivalvos, 5 gastrópodos, 5 crustáceos decápodos, más algunos poliquetos, crustáceos no decápodos, equinodermos y peces; siendo de éstos los más importante en términos de peso los bivalvos *Zygochlamys patagonicus* (40,4%) y *Pitar rostratus* (15,5%), mientras que aquellos con un mayor porcentaje de frecuencia en los contenidos estomacales fueron los bivalvos *P. rostratus* (22,5%), *Z. patagonicus* (20,8%) y el grupo Anfípodos (10,4%). En este mismo estudio, se determinó una ración diaria de alimento equivalente a 20,93 g día<sup>-1</sup>, correspondiente a un 1,4% del peso corporal de un individuo de 48 cm de longitud total. Este cálculo extrapolado a la población vulnerable a explotación comercial entregó una estimación de consumo poblacional diario equivalente a 28,1 toneladas.

Di Giácomo y Perier (1996) entregan más antecedentes sobre los hábitos alimentarios de *C. callorhynchus* en la Patagonia Argentina. Estos autores entregan una breve descripción de la morfología del sistema digestivo del pejegallo, indicando que el aparato masticador está compuesto por tres pares de placas dentales: un par vomerino y palatino en la mandíbula superior y un par mandibular en la mandíbula inferior; todos los cuales le permiten triturar su alimento. A medida que el individuo crece, estas placas dentarias van haciéndose más fuertes. La anatomía del tracto

digestivo está constituida por un esófago corto y un tubo digestivo que en su interior posee un pliegue helicoidal, posiblemente único de la familia Callorhynchidae, el cual tendría una función similar a la válvula espiral de elasmobranquios, esto es, aumentar la superficie de absorción del sistema digestivo.

Di Giácomo y Perier (1996) lograron determinar diferencias en la dieta asociadas al sexo y al tamaño corporal. Para un mismo periodo de observación, la dieta de los machos estuvo compuesta mayoritariamente por los bivalvos *P. rostratus*, *Aequipecten tehuelchus* y *Ennucula puelcha*, y poliquetos, en cambio en las hembras el ítem presa más importante en términos de frecuencia de ocurrencia fue *Z. patagonicus*. En cuanto al análisis de los hábitos alimentarios por tamaño corporal, la dieta de los juveniles estuvo compuesta por presas de cuerpo blando como poliquetos y anfípodos y por bivalvos de valvas frágiles (e.g. *Pandora cystula*).

## **Reproducción**

Los antecedentes sobre la biología reproductiva de *C. callorhynchus* al interior de su área de distribución son escasos, y en el caso de la población que habita en el Pacífico Suroriental son prácticamente inexistentes. Di Giácomo y Perier (1994) describen la morfología del sistema reproductivo, indicando que tanto en machos como en hembras este sistema está formado por estructuras pareadas; en machos se distinguen: testículos, epidídimo y conductos deferentes, mientras que en hembras se observan: ovarios, oviductos, glándulas nidamentales, úteros y aberturas genitales. En el caso de los machos sexualmente maduros parte de los conductos deferentes se diferencian en dos estructuras denominadas glándula verde.

El pejegallo al igual que el resto de los holocéfalos presenta dimorfismo sexual. Los machos desarrollan estructuras sexuales secundarias, distinguiéndose un tenaculum frontal, un par de “claspers” pre-pélvicos y un par de “claspers” pélvicos, los cuales son utilizados durante el apareamiento.

Para determinar el estado de madurez sexual en el pejegallo se han utilizado caracteres externos e internos. En los machos, la longitud de los “claspers” pélvicos o

myxopterigios, así como su nivel de calcificación permiten diferenciar entre individuos inmaduros y maduros. En los machos inmaduros, la longitud de los myxopterigios habitualmente no sobrepasa el borde posterior de las aletas pélvicas y su extremo distal no está calcificado; en cambio, en aquellos sexualmente maduros los myxopterigios se extienden más allá del borde de las aletas pélvicas y su extremo distal se encuentra parcialmente calcificado.

El estado de madurez sexual en las hembras de pejegallo sólo puede ser determinado mediante el análisis de los órganos reproductivos internos. Para ello se usa, por ejemplo, la presencia y conteo del número de ovocitos en los ovarios, así como también su ubicación en los órganos reproductivos, ya que a medida que avanza el estado de madurez sexual, los ovocitos pasan de los ovarios a la glándula nidamental.

Para determinar la principal estación de desove también se utilizan indicadores de masa en función del peso corporal, como el peso de la gónada, peso del hígado, peso de la glándula nidamental (sólo en hembras) y peso de la glándula verde (sólo en machos).

Di Giácomo y Perier (1994) determinaron que en el Golfo de San Matías, la estación donde se observó la mayor actividad reproductiva de pejegallo, se extendió desde julio a noviembre, periodo donde se registraron los valores mayores de la relación entre la glándula nidamental (hembras) y la glándula verde (machos), ambas en función del peso corporal.

En aguas sobre la plataforma de Chile, el único antecedente disponible sobre esta materia proviene de los resultados obtenidos en un crucero de evaluación de recursos demersales, donde se registró en las capturas, una gran cantidad de hembras con signos de apareamiento reciente (dado que en esta especie como en todos los condrictios ocurre fecundación interna) durante los meses de octubre y noviembre (Bustos 1982), lo cual concuerda con lo señalado por Mann (1954) quién al respecto señala que el desove ocurriría entre los meses de octubre y enero.

## Edad y crecimiento

Actualmente no existe información publicada sobre la estimación de la edad y el crecimiento en *C. callorhynchus*, y los antecedentes sobre estos parámetros en otras especies del género *Callorhynchus* son escasos.

Las estructuras más ampliamente usadas para el estudio de la edad en peces teleósteos son los otolitos y las escamas. Sin embargo, ninguna de estas estructuras puede ser utilizada en peces cartilagosos, de tal manera que para abordar el problema se ha explorado otra alternativa tal como el análisis de la espina eréctil ubicada en posición anterior a la primera aleta dorsal.

Sullivan (1977) analizó secciones transversales de espinas en ejemplares de *C. milii*, determinando la presencia de bandas claras y oscuras, las cuales serían indicadoras del crecimiento en las estaciones de invierno y verano, respectivamente (**Figura 3.5.1**). De acuerdo con las estimaciones efectuadas por Sullivan (op. cit), durante los primeros tres años de vida, los machos y hembras de *C. milii* presentan un crecimiento similar, luego de lo cual éstos tendrían una edad máxima en torno a los 4 ó 5 años de edad, mientras que aquellas llegarían a los 7 u 8 años de vida.

Posteriormente, Francis (1997), utilizando como aproximación series históricas de frecuencia de tamaños y datos de marcaje-recaptura, provenientes de la pesquería de *C. milii* en South Island, Nueva Zelandia, informa edades máximas estimadas por MULTIFAN en el rango de 5-8 años para machos y 8-9 años para las hembras, señalando que estas longevidades deben ser consideradas como mínimas, debido a que el procedimiento MULTIFAN tiende a subestimar el número de clases anuales y a sobreestimar la relación talla-edad de las clases más avanzadas. A su vez, los resultados de estos análisis más aquellos derivados de marcaje-recaptura también señalan que inicialmente el crecimiento de los machos y hembras es similar, pero que después del primer año la tasa de crecimiento de hembras excedería al de machos.

En el sur de África, Freer y Griffiths (1993a) describen la relación entre el crecimiento en longitud y peso corporal, respecto al número de bandas de crecimiento en espinas de *C. capensis*, utilizando la aproximación propuesta por Sullivan (1977). A partir del análisis de secciones transversales de espinas en *C. capensis*, Freer y Griffiths (1993a) confirman la presencia de bandas oscuras y claras como resultado de la depositación de dentina desde el lumen de la espina hacia afuera, indicando que a mayor tamaño del pez se dificulta la identificación y lectura de tales bandas. Estos autores señalan que machos y hembras presentan leves diferencias en el tamaño a la edad, especialmente en los estados juveniles; sin embargo, cuando se considera la relación entre el peso corporal y la edad, el de las hembras es mayor al de machos a una misma edad, lo cual se postula podría estar relacionado al proceso de madurez sexual (Freer & Griffiths, 1993b). Las edades más avanzadas estimadas en *C. capensis* fueron de 6 años para machos ( $\approx$  50 cm longitud horquilla) y 10 años para hembras ( $\approx$  70 cm longitud horquilla).

## **Parasitología**

Respecto a la composición de parásitos en *C. callorhynchus*, uno de los trabajos más recientes corresponde al de Fernández *et al.* (1986), quienes realizan una revisión y comparación de los estudios efectuados sobre la especie en aguas de la costa chilena. De acuerdo a estos autores, el parasitismo en *C. callorhynchus* sería el resultado de factores ecológicos y filogenéticos. Los primeros dicen relación con las interrelaciones entre los parásitos y las influencias del macro y microambiente; los segundos, en cambio, tienen que ver con los factores históricos y zoogeográficos en la relación hospedador-parásito.

Fernández *et al.* (op. cit.), encontraron nueve (9) especies de parásitos en ejemplares de *C. callorhynchus* capturados frente a la VIII Región (Chile centro-sur). De éstos, seis (6) correspondieron a parásitos de tipo filogenético condicionados por factores históricos y zoogeográficos: *Callorhynchicola branchialis*, *Erpocotyle callorhynchi*, *Trigonostoma callorhynchi*, *Gyrocotyle rugosa*, *G. maxima* y *Kroyerina meridionales*.

Las otras tres (3) especies corresponden a parásitos adquiridos ecológicamente: *Branchellion callorhynchus*, *Caligus teres* y *Meinertia* sp.).

*B. callorhynchus* también fue descrito con anterioridad como parásito de *C. callorhynchus* (Szidat 1972 *fide* Williams y Burreson, 2005). En cuanto a las especies del género *Gyrocotyle*, Karlsbakk *et al.* (2002) señalan que corresponderían a parásitos cestodos restringidos únicamente a peces holocéfalos. Por ejemplo, Freer y Griffiths (1993a) reportaron una alta prevalencia de *G. plana* en ejemplares de *C. capensis* obtenidos en capturas comerciales al noroeste de Cape Town; mientras que en la costa de Nueva Zelandia, Hewitt y Hine (1972) describen a *G. rugosa* y *G. maxima* como parásitos de *C. milii*.

De acuerdo con Fernández *et al.* (1986), *E. callorhynchi*, *G. rugosa* y *G. maxima* se encuentran presentes en las tres especies de elephantfish (*C. callorhynchus*, *C. capensis* y *C. milii*), sugiriendo un alto grado de co-evolución con una tasa evolutiva (de los parásitos) relativamente baja.

## **Pesquería**

Aproximadamente hasta inicios de los años 80, el pejegallo no era un recurso objetivo y sólo se le capturaba como fauna acompañante en la pesquería industrial de arrastre sobre merluza común (Fernández *et al.* 1986), y también en la pesquería de camarón nailon (Pérez *et al.* 2005). Sin embargo, a partir de mediados de los años 80 el pejegallo comienza a ser importante en los desembarques artesanales, reconociéndose en la actualidad como especie objetivo para una parte de dicha flota. Tal y como sucede con recursos hidrobiológicos no tradicionales y/o cuyos volúmenes de desembarque son bajos (en comparación a especies como sardina común, anchoveta, jurel o merluza común), la pesquería del recurso pejegallo no está sometida a medida de regulación alguna que permita prevenir su sobreexplotación. Sin embargo, la Resolución N° 1.700 emitida por la Subsecretaría de Pesca el 3 de agosto de 2000, indica que la extracción de pejegallo sólo puede ser llevada a cabo con artes o aparejos de pesca cuyas características de diseño y construcción califiquen como línea de mano, espinel, red de pared, trampas, arpón o fija y

curracán. Esta restricción al arte o aparejo de pesca no es exclusiva para *C. callorhynchus*, ya que es la misma a la que están sometidas otras 48 especies de peces tanto óseos como cartilagosos, quedando de manifiesto la falta de especificidad en la regulación de la extracción de pejegallo. Posteriormente, la Resolución Exenta N° 3.916, del 17 de noviembre de 2005, añadió el arte de pesca denominado “chinchorro” a la extracción de pejegallo y de las restantes 48 especies identificadas en la Resolución N° 1.700, aunque sólo por parte de las comunidades costeras de pescadores artesanales que tradicionalmente han realizado actividades pesqueras extractivas con dicho arte de pesca. Esta resolución rige en el área marítima de las regiones XV a la X, con exclusión de la III y IV Regiones.

Por otra parte, reconociendo que el pejegallo se captura incidentalmente en varias pesquerías de arrastre, la Subsecretaría de Pesca mediante el Decreto Supremo N° 411 del 7 de agosto de 2000, fijó un porcentaje de desembarque máximo del 1% de *C. callorhynchus* en las pesquerías de arrastre de merluza común, raya volantín, merluza del sur y congrio dorado. Posteriormente, el Decreto Exento N° 778 del 30 de septiembre de 2004, aumenta a un 5% el porcentaje de desembarque en la pesquería de arrastre de merluza común.

Hoy en día no existen antecedentes biológicos y pesqueros que den cuenta de la situación histórica y actual de la población de pejegallo en aguas costeras de Chile, de tal manera que no es posible la regulación de la pesquería sobre antecedentes técnicos y bases científicas claras. Este desconocimiento ha impedido determinar, por ejemplo, la naturaleza de la disminución y oscilación de los desembarques de pejegallo, desde el año 1995 a la fecha.

Los estudios sobre aspectos biológicos del pejegallo y en general sobre el género *Callorhynchus*, aunque escasos, indican claramente que se trata de una especie altamente vulnerable a la sobreexplotación. El pejegallo, al igual que la gran mayoría de los elasmobranchios, es una especie ovípara de baja fecundidad y de madurez tardía, de tal manera que la explotación de grupos de tamaño correspondientes a juveniles, que no han alcanzado la talla media de madurez sexual, se puede traducir en una disminución significativa del stock desovante, con los posteriores riesgos de sobrepesca por reclutamiento.

## 5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

*Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado pejegallo*

### **Descripción**

Cuerpo oblongo, terminado en una aleta caudal heterocerca, cuyo lóbulo superior finaliza de manera muy delgada, como látigo; el lóbulo inferior más corto, es triangular y presenta una leve separación con el lóbulo inferior (**Figura 4.2.1**).

La cabeza, maciza, comienza con un morro modificado en forma de gancho carnosos (**Figura 4.2.1**), en su interior existe una prolongación del cartílago frontal, cuyo extremo anterior es redondeado y su altura es un poco menor al diámetro horizontal de la órbita. La porción correspondiente al gancho propiamente tal y que se proyecta hacia abajo, se ensancha como una espátula de forma ovalada. La región frontal es elevada para curvarse a la altura de la órbita y subir suavemente hasta el origen de la primera aleta dorsal, lo que coincide con la altura máxima del cuerpo.

Boca de posición ínfera, en la que destacan dos labios o pliegues laterales de la piel, los que se encuentran separados en su parte media por la presencia de dos aberturas que permiten el paso de agua hacia el interior de la cavidad bucal y que cumplirían las funciones de las narinas o su equivalente en los peces óseos. El labio inferior es uniforme, protege y cubre totalmente los elementos de la mandíbula inferior. El ojo se encuentra ubicado cercano al perfil superior de la cabeza. El espacio interorbital ancho. La abertura branquial, una por cada lado, es corta, dos veces y media la longitud horizontal de la órbita. No están conectadas entre sí, separadas por el istmo, aunque aparentemente y producto de la prolongación de la piel pareciera que ambas estuvieran unidas. Estas aberturas branquiales están flanqueadas por prolongaciones de la piel y alcanzan su nivel superior, a la misma altura de la inserción del gancho frontal.

La primera aleta dorsal presenta una fuerte espina que es más alta que el resto de la aleta y se ubica por detrás de la inserción de la aleta pectoral. La porción blanda es de forma de un triángulo rectángulo y gran parte de ella se esconde en una especie de estuche que existe en su base y que la protege.

La segunda aleta dorsal se ubica por detrás de la inserción de la aleta pélvica, se eleva rápidamente desde su origen para posteriormente bajar en ángulo recto y alcanzar y terminar a la altura del pedúnculo caudal.

La separación entre el término de la base de la primera y el origen de la segunda aleta dorsal es amplio y levemente menor que la longitud de la cabeza.

Las aletas pectorales son amplias y largas, en su borde interno y cercano a su inserción en el vientre del cuerpo presenta una fuerte escotadura (**Figura 4.2.1**). Estas aletas están dirigidas hacia arriba y levemente hacia atrás.

Las aletas pélvicas están insertas ventralmente, son de menor tamaño que las aletas pectorales, sin escotaduras en su borde interno. Estas aletas presentan un dimorfismo sexual, en que los machos tienen órganos intromitentes o gonopodios, mientras que las hembras no los poseen.

Sobre el cuerpo presenta una línea lateral que se ubica en el tercio superior del mismo, siendo en su parte anterior (posterior a la cabeza) recta para posteriormente tomar una forma sinuosa hasta el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal y luego continuar por el borde inferior del mismo lóbulo.

Sobre la cabeza esta línea lateral se bifurca en dos ramas hacia adelante. La línea o rama superior se separa en una porción que se proyecta paralela a la órbita siguiendo el perfil de la cabeza hasta alcanzar la parte superior del gancho. La otra rama o porción se dirige hacia arriba para luego retroceder suavemente hacia atrás, antes del término de la cabeza y conectarse con la rama del lado opuesto.

La otra continuación de la línea lateral que proviene del cuerpo y que se dirige hacia abajo, sigue el contorno de la órbita aunque más alejado de ella, y al alcanzar la altura de la mitad de ésta se divide en dos ramas, la posterior se dirige hacia atrás bajando levemente, para luego hacerlo abruptamente hacia la región ventral de la cabeza. La porción restante se prolonga hacia adelante, allí se origina otra rama hacia abajo y se dirige en diagonal hacia la abertura bucal, donde sigue el contorno del pliegue labial superior para continuar hacia abajo siguiendo el contorno de la parte inferior de la boca, donde, en una vista ventral de la parte anterior de la boca, toma la forma de una M.

La otra porción que sigue por debajo de la órbita se vuelve a bifurcar, en una rama dirigida hacia abajo para continuar por sobre el contorno de la parte superior de la boca y continuar hasta el gancho frontal donde finaliza. La otra porción de esta rama sigue en línea recta hacia adelante, hasta llegar a la parte frontal de la cabeza donde baja en 90°, para volver a dirigirse hacia adelante por la parte media superior del gancho frontal.

Todo este sistema cefálico sensorial está acompañado por numerosos poros, los que se distribuyen paralelos a estas líneas del sistema.

Los machos, aparte del dimorfismo sexual marcado en las aletas pélvicas, presentan dos tipos de tenaculum, uno cefálico y otro pre-pélvico. El cefálico es una estructura alargada y aplanada, un poco más grande que la longitud horizontal de la órbita y que se ubica en una cavidad de la parte anterior y frontal de la cabeza. Por el borde anterior y bajo éste, presenta dientes caniniformes pequeños pero fuertes. La cavidad que lo aloja también presenta dientes en su parte anterior. El tenaculum pre-pélvico es una estructura que se esconde en una especie de bolsillo, cuya abertura longitudinal se ubica anterior y levemente por arriba de la línea de inserción de las aletas pélvicas. Consiste en un cartílago macizo, aplanado y ovoide, que en su cara inferior presenta al menos cinco corridas de unas estructuras similares a pequeños peines con fuertes dientecillos (**Figura 5.2.1.**).

La longitud de la espina de la primera aleta dorsal no pudo ser medida debido a que los pescadores la cortan al momento de izar el pez a bordo.

El tenáculo cefálico está cubierto por piel hasta al menos en los individuos de menos de 39, 2 cm de longitud entre el morro y el lóbulo inferior de la aleta caudal.

### **Análisis morfométrico por localidad**

a) Coquimbo:

Se analizaron 36 ejemplares de pejegallo, de los cuales 28 fueron hembras y 8 machos, y sus longitudes entre el extremo anterior del gancho y el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal variaron entre los 25,9 y 65,9 cm. En la **Tabla 5.2.1** se presentan los valores para cada medida corporal.

b) San Antonio:

Se analizaron 16 ejemplares de pejegallo, de los cuales cuatro fueron hembras y doce machos, y sus longitudes entre el extremo anterior del gancho y el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal variaron entre los 33,4 y 75,2 cm. En la **Tabla 5.2.2** se presentan los valores para cada medida corporal.

c) Lota

Se analizaron 15 ejemplares de pejegallo, de los cuales 12 fueron hembras y 3 machos, y sus longitudes entre el extremo anterior del gancho y el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal variaron entre los 31,2 y 57,5 cm. En la **Tabla 5.2.3** se presentan los valores para cada medida corporal.

d) Valdivia:

Se analizaron 33 ejemplares de pejegallo, de los cuales 17 fueron hembras y 16 machos, y sus longitudes entre el extremo anterior del gancho y el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal variaron entre los 26,0 y 62,0 cm. En la **Tabla 5.2.4** se presentan los valores para cada medida corporal.

En la **Figura 5.2.2.** se muestra la comparación de los rangos de medidas seleccionadas de pejegallo provenientes de Coquimbo, San Antonio, Lota y Valdivia, Chile.

### **Análisis de Componentes Principales**

En la **Figura 5.2.2.**, se presenta el gráfico del segundo y tercer componente principal para las seis primeras medidas (LS; LMP1, LC, LID, LID y LIID) estandarizadas con la longitud desde el gancho frontal hasta el comienzo del lóbulo superior de la aleta caudal (Lt), del cual se desprende que no existe variación corporal alguna que permita señalar alguna diferencia entre los peces de las diferentes áreas. Se debe destacar que entre ambos componentes principales comprenden un 33,8 % de la

varianza, mientras que el primer componente, al cual se le asocia con la longitud total, presentó un 48,3 %.

### 5.3. OBJETIVO ESPECIFICO 3

*Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.*

## 1. Flota Industrial

### 1.1. Variaciones temporales de captura y esfuerzo de pejegallo

Se analizó un total de 1.357 lances de pesca con captura de pejegallo, que abarcaron el período 2005-2007 y las zonas de pesca entre el límite norte de la IV región y el sur de la Isla Grande de Chiloé. En la **Tabla 5.3.1** se resume el número de lances anuales analizados y la importancia de la captura de pejegallo sobre la captura total, evidenciando la incidencia de pejegallo en las operaciones de pesca principalmente orientadas a merluza común.

En cuanto a la estacionalidad de los lances de pesca, durante los años analizados se observa un patrón donde el mayor número de lances con captura de pejegallo se agrupa entre los meses de octubre y abril (**Tabla 5.3.2**). Este patrón obedece principalmente al régimen operacional de la flota de arrastre de la zona centro-sur, asociado a las regulaciones establecidas recientemente por la Subsecretaria de Pesca. Durante los meses de verano (enero - marzo) la flota industrial concentra sus faenas de pesca sobre la merluza común al sur de la Isla Mocha (38°20'S), donde históricamente se han realizado los mayores desembarques de Pejegallo (**Figura 5.3.1**). Al inicio del período invernal, y evitando las condiciones ambientales desfavorables, la flota se desplaza hacia zonas de pesca al norte de la Isla Mocha donde la proporción de lances con captura de pejegallo es menor (ver sección 1.2.2.). Por otro lado, desde el año 2006 la Subsecretaria de Pesca ha establecido un período de veda para la merluza común, entre el 15 de agosto y 20 de septiembre, que reduce considerablemente la proporción de lances con captura de pejegallo para

los meses invernales. Una restricción similar se presentó el año 2005, cuando la Subsecretaría de Pesca fijó cuotas de capturas parceladas temporalmente, donde sólo una pequeña fracción de la cuota anual fue establecida para el período agosto-septiembre (Gálvez *et al.* 2007).

Esta característica en la estacionalidad de los lances de pesca, en conjunto con las reducidas proporciones de captura de pejegallo (**Tabla 5.3.1**), dejan en evidencia el carácter incidental de la pesquería. Aclarado este punto, se procedió a explorar la relación entre las capturas y el esfuerzo de pesca, agrupando los lances de pesca en una base mensual-anual-zona de pesca (ver sección 1.2.1. para la definición de las zonas de pesca). Los resultados de las relaciones (**Figuras 5.3.2 y 5.3.3**) son concluyentes en indicar que existe correlación positiva entre las capturas totales y el esfuerzo de pesca expresado como días fuera de puerto (dfpto) y número de viajes con pesca (vcp), como también, entre las capturas de pejegallo y las dos unidades de esfuerzo analizadas en una escala logarítmica (**Tabla 5.3.3**). Pero tan importante como las correlaciones, es la ausencia de diferencias significativas en las pendientes de las relaciones ( $p < 0,05$ ), sugiriendo que los niveles de capturas y el número de lances de pejegallo en la flota industrial arrastrera que opera en la zona centro-sur están influenciados por las estrategias de pesca asociadas con las capturas de merluza común. Los análisis se basaron en las capturas totales debido a que cerca de un 93% (mediana de todos los lances) de esta captura corresponde a la especie objetivo (**Figura 5.3.4**).

#### **1.1.1. Cambios mensuales en el esfuerzo, captura y cpue de pejegallo**

Para todo el período de análisis (2005-2007), la duración de los viajes que concentró el 50% de los lances de pesca con captura de pejegallo (percentiles 25% - 75%) varió entre 3 y 6 días (**Figura 5.3.5**). Menos de un 10% de los viajes de pesca sobrepasó 7 días de operación, salvo el año 2006 cuando las faenas de pesca para los meses de abril y julio sobrepasaron los 10 días de duración. En términos generales, las capturas de pejegallo son menores a 4 toneladas por lance de pesca (**Figura 5.3.5**) con pequeños incrementos hacia fines e inicios de año. Los lances de pesca con captura de pejegallo por sobre las 5 toneladas se reportaron en los meses

donde la duración de las faenas de pesca sobrepasó los 10 días, reafirmando la estrecha relación entre el esfuerzo y la captura de pejegallo.

Al margen de las reducciones en el esfuerzo de pesca durante los meses de agosto y septiembre, debido a restricciones de esfuerzo como se explico en la sección anterior, no se observa una aparente relación entre los días fuera de puerto y los meses (**Figura 5.3.5**). Con el objeto de evaluar este punto, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) basado en que no existe una clara relación entre la media y la varianza mensual para el conjunto de años analizados, cumpliendo con el supuesto de homogeneidad y balance entre las observaciones (**Tabla 5.3.4**).

Los resultados del ANOVA en la **Tabla 5.3.5** muestran que los meses no son significativos al momento de explicar la duración media de los viajes de pesca, pero claramente los años si lo son.

La interacción Mes: Año mostrada en la **Tabla 5.3.5** no es de fácil interpretación, pero al no ser significativa indica que el valor medio de los días fuera de puerto no mantiene la misma estacionalidad entre años. Esta interacción se representa de mejor forma al graficar la duración media de los viajes de pesca contra los meses y años. La **Figura 5.3.6** permite observar que las mayores diferencias en la media de los días fuera de puerto se producen entre años y no entre meses, si bien en algunos meses se presentan valores extremos (por ej. noviembre y agosto para los años 2006 y 2007, respectivamente), en los meses restantes se mantiene en valores similares. Esto viene a confirmar la mayor significancia del efecto anual por sobre los meses. En la **Figura 5.3.6** además se observa (principalmente para los meses finales del año) patrones disímiles en la media de los días fuera de puerto entre meses. El efecto esperado si la interacción mes: año hubiese sido significativa, era que el patrón estacional de los días fuera de puerto mostrara un comportamiento similar entre años.

En la sección anterior se mencionó que existe linealidad (en escala logarítmica) entre las capturas totales, capturas de pejegallo y el esfuerzo de pesca, por tanto, si estas correlaciones son elevadas, el análisis puede restringirse a sólo algunas de las variables de interés. La **Figura 5.3.7** corresponde a un gráfico pareado de las capturas (totales y de pejegallo) y el esfuerzo medido como días fuera de puerto y vcp. Las correlaciones (mostradas en las celdas superiores) corroboran la dependencia entre

las capturas totales y las de pejegallo ( $R^2= 0,80$ ), como también, una alta reciprocidad entre el esfuerzo de pesca medido como  $dfpto$  y  $vcp$  ( $R^2= 0,93$ ).

En términos de la captura de pejegallo, el 50% de la captura ésta por lance de pesca (percentiles 25% y 75%) se concentra entre los 50 y 300 Kg y sólo un 5% de los lances presenta capturas por sobre una tonelada (**Figura 5.3.8**). Durante el año 2007 no se registraron lances con pesca por sobre las 2 toneladas de pejegallo, situación opuesta a los años 2005 y 2006, donde el máximo de captura de pejegallo alcanzó a las 7,4 toneladas. Estacionalmente, se observa que en los meses de inicios y finales de año las capturas de pejegallo tienden a ser mayores, situación que también se observa para la captura por unidad de esfuerzo ( $cpue$ ) expresada como la razón entre la captura de pejegallo y los  $dfpto$  (**Figura 5.3.8., columna derecha**). En efecto, la **Figura 5.3.9** muestra un suavizado y un ajuste lineal entre la  $cpue$  y los meses, que entrega evidencias de la mayor importancia de la  $cpue$  para los primeros meses de cada año y la reducción en términos anuales desde el 2005.

A objeto de diferenciar cambios significativos en la  $cpue$  entre meses se aplicó un modelo lineal generalizado que utiliza como predictores las variables temporales (**Tabla 5.3.6**). Los resultados indican diferencias significativas entre meses ( $F= 13,681$ ,  $p<0,05$ ) y años ( $F= 57,64$ ,  $p<0,05$ ), como también, significancia estadística en la interacción entre mes: año ( $F= 5,97$ ,  $p<0,05$ ). La **Figura 5.3.10** permite ver que durante los meses de verano la  $cpue$  se incrementa (ver ausencia de superposición en intervalos de confianza) con respecto a los restantes meses, corroborando los análisis exploratorios mostrados en la **Figura 5.3.9**. Asimismo, los resultados del  $glm$  muestran un proceso de reducción en la  $cpue$  anual, específicamente entre los años 2005 y 2006 - 2007, estos dos últimos agrupados debido a que entre ellos no se observan diferencias significativas (superposición de intervalos de confianza, **Figura 5.3.10**).

El diagnóstico de residuales contra los valores ajustados, por un lado, descarta alguna tendencia de la varianza residual que indique una inadecuada especificación del modelo, mientras que por otro, el gráfico de normalidad indica que los residuales provienen de una distribución normal (**Figura 5.3.11**). Sin embargo, se observa valores residuales altos (fuera del rango  $[-2, 2]$ ) sugiriendo que es necesaria la

incorporación de otros predictores. Este punto es reafirmado al calcular el pseudo-R (un valor que en modelos lineales correspondería al coeficiente de determinación) que alcanza valores bajos en torno a 0,17 para el modelo mes+año y 0,21 para el modelo con interacción (**Tabla 5.3.6**).

Se mostró que al agrupar la totalidad de los lances de pesca, la captura de pejegallo escasamente da cuenta de un 7% de la captura total (**Figura 5.3.4**). Este es una característica importante en las capturas de pejegallo al intentar derivar algún índice de abundancia desde las bitácoras de pesca. En efecto, las tasas de capturas de pejegallo dependen de la proporción restante que en este caso corresponde a merluza común, como también, de la estrategia de pesca asociada a sus capturas. En los párrafos anteriores se mostró que los niveles de cpue de pejegallo son bajos, de hecho, el 50% de la distribución de la cpue (percentiles 25% y 75%) agrupa tasas de capturas entre 30 y 80 Kg/dfpto y sólo un 5% de los lances obtuvieron cpue por sobre los 300 Kg/dfpto. No obstante, la proporción de pejegallo en la captura total permite ver un patrón estacional débil (**Figura 5.3.12**) que posiblemente pueda contribuir como un predictor de las tasas de captura.

Para corroborar la presencia de este patrón, se aplicó un glm binomial logístico utilizando el predictor Mes ( $\beta_1$ ) de la forma:

$$\text{logit}(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2, \quad \text{donde } \pi = \frac{\text{Pejegallo}}{C \text{ total}}$$

Los resultados resumidos en la **Tabla 5.3.7** indican que los coeficientes de regresión para el predictor son significativos con un nivel de un 1%. De esta forma, un incremento de una unidad en esta variable reduce la proporción de captura de pejegallo en un estimado de 0,89 (exp (-0,12)) con un intervalo de 95%.

Al sustraer la deviance residual de un nuevo modelo (Mod 2, **Tabla 5.3.8**) que incorpora el predictor Año ( $\beta_2$ ) desde el correspondiente valor del primer modelo (Mod 1, **Tabla 5.3.7**), se obtiene un valor de deviance de 13,5 que al ser sometido a prueba bajo una distribución  $\chi^2$  (con un único grado de libertad) indica que el predictor Año mejora significativamente la predicción de la proporción de pejegallo en

las capturas (**Tabla 5.3.8**). Esto se puede interpretar graficando los valores observados de proporción por mes y superponer los valores predichos por los modelos. La **Figura 5.3.13** muestra que la proporción de pejegallo en las capturas disminuye a medida que avanza el año calendario, como también, permite ver que existen diferencias notorias entre los años analizados.

### **1.1.2. Cambios Anuales en el esfuerzo, captura y cpue de pejegallo**

La **Figura 5.3.1** muestra que existen zonas recurrentes donde se captura pejegallo por parte de la flota industrial. Una de ellas se ubica al norte y sur de Corral (39°45'S) en la X región, la segunda desde el sur de Constitución hasta el norte de la Isla Mocha en la VIII Región y una tercera ubicada en la parte sur de la V Región. Con el objeto de explorar y exponer las variaciones interanuales de la captura, esfuerzo y cpue de pejegallo, se agruparon los lances de pesca para estas zonas y se constituyeron tres macrozonas llamadas en este análisis V, VIII y X Región.

Entre los años 2005 y 2007, el tamaño promedio de la flota industrial que capturó pejegallo fue de 4 embarcaciones por mes, con un máximo de 18 (enero del año 2006 en la zona X Región) y un mínimo de 1 embarcación operando mensualmente. La **Figura 5.3.14** muestra que el tamaño de la flota que operó en las zonas VIII y X Región en promedio es mayor hasta en 4 embarcaciones que el de la flota que capturó pejegallo en zonas de pesca de la V Región. Esta figura además muestra que a inicios de año el mayor número de embarcaciones se localiza en la zona X Región, posteriormente y a medida que transcurren los meses, el tamaño de la flota comienza a ser más importante en la VIII Región. En el caso de la V región, el número mayor de embarcaciones que capturó pejegallo se concentró en el primer semestre de cada año.

Consistente con la descripción del número de embarcaciones realizada en el párrafo anterior, las dos unidades de esfuerzo analizadas (dfpto y vcp) concuerdan en que el esfuerzo de pesca es de mayor importancia en la X Región que en las otras zonas y que además, el esfuerzo mayor se produce en el primer semestre de cada año y posteriormente se desplaza hacia las zonas de pesca de la VIII región (**Figura**

**5.3.15).** Por su parte, en la V región el esfuerzo de pesca es menor que en las zonas más australes y no evidencia ningún patrón estacional.

Respecto de la captura de pejegallo, la mayor proporción proviene de las zonas de pesca en la X Región (**Figura 5.3.16**). A nivel mensual en la X Región se captura en promedio 7,3 toneladas de pejegallo en contraste con las 4,6 y 1,3 toneladas reportadas en la VIII y V Regiones, respectivamente. Los lances de pesca analizados muestran que los niveles de captura han disminuido durante el periodo 2005-2007 (**Figura 5.3.16**). Sin embargo, las cifras oficiales del Servicio Nacional de Pesca señalan que el desembarque total de pejegallo ha aumentado para los últimos 3 años (**Tabla 5.3.9**). Esta discrepancia entre los niveles de captura contenidos en los lances de pesca y las cifras oficiales, se debe a una disminución en la cobertura de muestreo de las embarcaciones menores (<1.100 hp), donde la probabilidad de incluir observadores es reducida.

La **Figura 5.3.17** corresponde a un gráfico de densidad condicional que facilita, por un lado, explorar la dependencia entre las tasas de captura y los cambios temporales en las diferentes zonas de pesca y por otro, corroborar la significancia estadística de estas variables al ser incluidas como predictores en un modelo lineal de las tasas de captura (ver **Tabla 5.3.6**). En la **Figura 5.3.18** se observa que valores de cpue mensual por sobre los 150 Kg/dfpto ocurren recurrentemente durante los primeros meses del año, corroborando las diferencias estadísticas del predictor mes incluido en los modelos de la **Tabla 5.3.6**. De igual forma, la serie diaria de cpue indica que a inicios y fines de año se alcanzan valores medios de hasta 270 Kg por dfpto, en contraste con los meses invernales, donde la cpue promedio no sobrepasa los 65 Kg por dfpto (**Figura 5.3.18**).

En la **Figura 5.3.18** se observa que niveles de cpue menores a 120 Kg/dfpto se obtienen principalmente en las regiones VIII y X concentrando un 80% y 90% de los lances de pesca totales, respectivamente. En contraste, cuando los valores de cpue superan los 150 Kg/dfpto, la V Región comienza a concentrar el número mayor de lances con proporciones entre 50% y 60%. Valores de cpue por sobre los 210 Kg/dfpto se comienzan a distinguir principalmente en la X Región, aunque con un número bajo de lances. Estas variaciones espaciales de la cpue sugieren que estos efectos

deberían ser incorporados en un nuevo modelo lineal con el objeto de aislar las tasas de captura en una escala temporal.

La **Tabla 5.3.10** resume la comparación por medio de una distribución  $\chi^2$  de la capacidad predictiva de la cpue de 3 modelos que incorporan el predictor Zona (Región de pesca) y sus interacciones con los restantes predictores. De acuerdo a la **Tabla 5.3.6** las variables Año y Mes explican en torno a un 7% y 10% de las variaciones en las tasas de captura y comparado con este modelo, la incorporación del predictor Zona es significativa a un nivel de 5% y mejora levemente (3,3%) la predicción (**Tabla 5.3.10** fila 2). El efecto de interacción entre el Año y las Zonas es significativo aunque también explica un porcentaje bajo (2,5%) de la variabilidad de la cpue (**Tabla 5.3.10** fila 3). La interacción entre Mes y Zona no fue significativa a un nivel de 5% y por tanto se concluye que la estacionalidad por zona de pesca no está asociada con las variaciones en la cpue (**Tabla 5.3.10** fila 4).

Sobre la base de los resultados anteriores, para el análisis de la cpue estandarizada anual y mensual se aplicó el modelo que incorpora el predictor Zona y la interacción con el predictor Año (Mod 3 en **Tabla 5.3.10**). De acuerdo con la **Tabla 5.3.11**, los cambios mensuales explican un 10% de las variaciones de la cpue y corroboran el patrón estacional en las tasas de capturas que indica incrementos en los primeros meses del año y reducción en los meses invernales, específicamente en agosto y septiembre, cuando se aplican restricciones al esfuerzo de pesca (**Figura 5.3.19**). Por otro lado, las variaciones anuales muestran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los años 2005 y 2007 (**Figura 5.3.19**) que explican un 8,6% de las variaciones en la cpue. Como muestra el gráfico de densidad condicional (**Figura 5.3.17**), en la V Región se han realizado la mayor proporción de lances con cpue mayores a 200 Kg/dfpto, que finalmente se ve traducido en un mayor índice estandarizado para esta zona (**Figura 5.3.19**).

## **1.2. Cambios espaciales en el esfuerzo, captura y cpue de pejegallo**

Las posiciones geográficas de los lances de pesca con captura de pejegallo dejan ver áreas de capturas notorias (**Figura 5.3.20**) que podrían conformar caladeros de pesca con diferentes características en términos de captura, esfuerzo y cpue. A

través de todo el gradiente latitudinal y en todos los años analizados, se observa que en los caladeros de la IX y X Regiones se obtuvieron las capturas mayores de pejegallo. A medida que los lances de pesca se desplazan hacia caladeros más al norte, la captura de pejegallo por lance de pesca comienza a disminuir encontrándose niveles similares entre los caladeros de pesca de la VII-VIII Regiones y los de la V Región.

Con el objeto de hacer más práctico y de interpretación más simple, el análisis latitudinal de la captura, esfuerzo y cpue, se seccionó toda el área de estudio y los caladeros contiguos se agruparon en varias zonas de exploración. Para estos efectos se seleccionaron 5 zonas (**Figura 5.3.20**) que muestran algunos patrones de importancia. Por ejemplo, la captura de pejegallo y los dfpto revelan un incremento desde el norte hacia el sur del país, patrón que se repite pero con menor intensidad en los niveles de cpue, salvo los incrementos aislados en la zona norte correspondiente a caladeros al frente de San Antonio (**Figura 5.3.21**).

En los caladeros más australes (Zona 5, **Figura 5.3.22**) la disposición geográfica de los lances de pesca muestra una estrecha franja longitudinal con profundidades medias acotadas a un rango entre los 150 y 180 m (25% - 75% percentiles). La banda de profundidad para el primer semestre del conjunto de años analizados está fuertemente circunscrita en torno a los 150 m, en cambio, para el segundo semestre los lances de pesca comienzan a profundizarse hasta alcanzar valores medianos de 180 m (**Figura 5.3.22**). Las mayores densidades de captura se localizan al sur de la Bahía San Pedro y terminan abruptamente en el paralelo 41°28'S, que corresponde al límite sur de la Pesquería Centro Sur (PCS) e inicios de la zona de explotación de la Pesquería Demersal Austral (PDA), zona donde un porcentaje alto de buques de la PCS no poseen licencia para operar. Los mayores niveles de captura y esfuerzo de pejegallo ocurren en la parte sur de la Zona 5 (sur de Bahía San Pedro), superando los 800 Kg y 30 dfpto por milla náutica (**Figura 5.3.23**). En las zonas de pesca cercanas a Bahía Mansa, los niveles de captura por milla náutica son menores a 200 Kg y 10 dfpto. A pesar de la mayor captura en la parte sur de la Zona 5, la cpue mantiene valores similares que en la parte norte, con una cpue promedio de 50 Kg/dfpto.

La Zona 4 muestra que los lances de pesca con captura de pejegallo se acotan a veriles de profundidad entre los 80 y 140 m (25% - 75% percentiles) (**Figura 5.3.24**). En esta zona se observan diferencias notorias en los valores de profundidad media con incrementos durante el mes de enero en la parte sur de la ésta (**Figura 5.3.24**). Al igual que en la Zona 5 las capturas y esfuerzo mayores de pejegallo se producen en la parte sur con valores de 600 Kg y 30 dfpto, respectivamente (**Figura 5.3.25**). En términos de la cpue, los valores por milla náutica mayores ocurren en áreas de pesca cercanas al Puerto de Corral (**Figura 5.3.25**).

Al margen de los escasos lances de pesca de la Zona 3, los niveles de captura y esfuerzo de pejegallo tienden a no sobrepasar los 200 Kg y los 20 dfpto, concentrándose principalmente en la plataforma al sur del Puerto de Lebu (**Figura 5.3.26**). En los lugares donde se registraron los lances, la plataforma tiende a ser de mayor extensión que en las zonas más australes y posiblemente esto explique las fuertes variaciones en las profundidades de los lances, las que cubren un rango entre los 100 y 180 m (25% - 75% percentiles). La cpue tiende a ser estable en toda la zona de pesca con valores menores a 60 Kg/dfpto (**Figura 5.3.27**).

Las mayores capturas en la Zona 2 ocurren en áreas cercanas a Constitución, sin embargo, un segundo foco de capturas altas se observa al norte de la Bahía de Concepción (**Figura 5.3.28**). En términos de profundidad de los lances de pesca, se presentan diferencias notables con las zonas restantes analizadas debido a que las profundidades se concentran en un rango estrecho de profundidad entre los 60 y 88 m (25% - 75% percentiles). La cpue tiende a ser estable en toda la zona de pesca con valores menores a 60 Kg/dfpto (**Figura 5.3.29**).

## **2. Flota Artesanal**

Para el período 2005-2007 y sobre la base de las bitácoras de pesca disponibles proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, las capturas de pejegallo por parte de la flota artesanal son realizadas por cuatro pesquerías o artes de pesca: (i) Enmalle, (ii) Espinel, (iii) Línea de mano y (iv) Cerco de mano (**Tabla 5.3.12**). Entre

éstas, la pesquería de enmalle concentra las mayores capturas de pejegallo y el mayor número de viajes de pesca (**Figura 5.3.30**), con un rango (percentiles 25% y 75%) entre 50 y 250 Kg por lance de pesca y un máximo de 3,6 toneladas. En segundo orden de importancia se registra la pesquería espinelera (**Figura 5.3.30**), donde las capturas de pejegallo alcanzan niveles de hasta 1,6 toneladas por viaje de pesca y un rango entre los 50 y 400 Kg (percentiles 25% y 75%).

En la pesquería espinelera, las capturas de pejegallo se realizan principalmente en la IX y X Regiones (16% y 75% respectivamente) y están asociadas a las capturas de raya volantín como especie objetivo (Quiroz *et al.* 2007). Por otro lado, la línea de mano y el cerco artesanal corresponden a bitácoras de pesquerías de subsistencia y son nombradas únicamente a objeto de exponer otras formas de explotación del pejegallo. Considerando lo anterior, basado en el número de bitácoras de pesca disponibles (91%, **Tabla 5.3.12**), la proporción de pejegallo en la captura y su característica de especie objetivo, la pesquería de enmalle parece ser la que mejor caracteriza el esfuerzo y captura de pejegallo por parte de la flota artesanal y por lo tanto, los análisis posteriores están basados únicamente en registros de dicha pesquería y flota.

### **2.1. Variaciones temporales y espaciales de la captura, esfuerzo y cpue de pejegallo**

Al igual que en la flota industrial, en la pesquería de enmalle existe una notoria linealidad entre las capturas de pejegallo y el esfuerzo de pesca (en escala logarítmica, **Figura 5.3.30**), con correlaciones elevadas que corroboran la dependencia entre las capturas de esta especie y el esfuerzo de pesca (vcp~capturas  $R^2= 0,79$ , dfpto~capturas  $R^2= 0,75$ ), como también, entre el esfuerzo de pesca medido como dfpto y vcp ( $R^2= 0,84$ ).

Para todo el período de análisis (2005-2007), las bitácoras de pesca de la flota artesanal de enmalle muestran que un 97% de los viajes concentran capturas menores a 900 Kg, característica que es evidenciada debido a la forma lognormal de la distribución de las capturas, donde la mediana no supera los 110 Kg (**Figura**

**5.3.32).** En términos estacionales, entre los meses de abril a julio, la captura media tiende a aumentar y se registran viajes con capturas abundantes, que superan las 2 toneladas (**Figura 5.3.32**). La cpue expresada como la razón entre la captura de pejegallo y los dfpto, igualmente muestra que durante los meses invernales sus valores tienden a aumentar.

Si bien, en la flota de enmalle se registran algunos viajes de pesca con más de 10 días de duración, el 97% de éstos no se extienden por más de 3 días (**Figura 5.9.33**). En efecto, en un 50% de las bitácoras de pesca (percentiles 25% - 75%), la duración de los viajes varió entre 1 y 2 días y de acuerdo al Análisis de Varianza (ANOVA), existen diferencias mensuales significativas en la duración de los viajes con pesca (**Tabla 5.3.13**).

La **Tabla 5.3.13** conjuntamente con indicar que existen diferencias significativas entre meses, muestra que también se encontraron diferencias significativas entre años. En efecto, la media de los dfpto en el año 2006 sobrepasó en un 25% aquella de los años 2005 y 2007 y además, para ese año se registraron los viajes de pesca más extensos, que alcanzaron hasta 18 días de duración. Por otro lado, la interacción Año: Mes al no ser significativa indica que el valor medio de los días fuera de puerto mantiene la misma estacionalidad entre años.

De acuerdo a la información de las bitácoras de pesca, las actividades de la flota de enmalle cubren el área latitudinal entre la IV y X Regiones, con operaciones de pesca realizadas principalmente por embarcaciones (lanchas de pesca) entre los 12 y 17 m de eslora. En términos anuales es necesario distinguir dos períodos, el primero 2005-2006 incluye únicamente bitácoras de pesca recopiladas por el Servicio Nacional de Pesca en los diferentes puertos y caletas donde desembarca la flota de enmalle, y en este sentido la información está agrupada por viaje de pesca y no en lances de pesca como fue trabajado para la flota industrial. En el segundo período que cubre el año 2007, la información corresponde a encuestas dirigidas a los pescadores en las principales caletas entre la VII y IX Regiones y corresponden al monitoreo de 48 viajes de pesca (4.060 Kg).

Para el período 2005-2006, las capturas de pejegallo tienden a concentrarse durante los meses invernales con capturas mayores en la VIII, IX y X Regiones (**Figura**

**5.3.34).** En efecto, la captura media por Región indica que la IX Región duplica los niveles de captura reportados en la VIII y X Regiones y sobrepasa con creces las capturas entre la IV y VII Regiones (**Tabla 5.3.14**).

La **Figura 5.3.35** permite ver que en promedio el tamaño de la flota de enmalle entre la IV y VII Regiones fue de 4 embarcaciones por mes, con un máximo de 10 en la V Región. En contraste, en las Regiones más australes el tamaño promedio mensual de la flota bordeó las 14 embarcaciones, con un máximo de 33 operando en la IX Región. La **Figura 5.3.35** además muestra que a mediados de año el mayor número de embarcaciones en operación se localiza en la IX Región. Consistente con el número de embarcaciones descrito en el párrafo anterior, las dos unidades de esfuerzo analizadas (dfpto y vcp) concuerdan en señalar que el esfuerzo de pesca es mayor en la VIII y IX Regiones y que además, el esfuerzo de pesca mayor se produce a mediados de cada año (**Figuras 5.3.36 y 5.3.37**).

De acuerdo a la densidad condicional de la captura de pejegallo (**Figura 5.3.38**), sobre un 95% de aquellas hasta 7 toneladas mensuales se producen principalmente en la VIII, IX y X Regiones, sin embargo, a medida que las éstas aumentan, comienza a mostrar una importancia mayor la IX Región, aunque con un bajo número de viajes con pesca. La densidad condicional del esfuerzo de pesca (dfpto) indica que bajo los 40 dfpto por mes, la VIII, IX y X Región concentran cerca de un 70% de los viajes con pesca. Para niveles de esfuerzo de pesca mayores (>60 dfpto mensuales), los viajes con pesca se concentran principalmente en la IX Región (**Figura 5.3.39**). Por otro lado, la **Figura 5.3.40** permite ver que entre las Regiones IV y VII los niveles de cpue son menores a 250 Kg/dfpto y representan entre un 20% y 35% del total de viajes de pesca, al contrario, cuando los valores de cpue superan los 300 Kg/dfpto la VIII y IX Región comienzan a concentrar el mayor número de viajes con proporciones entre 90% y 100%. Valores de cpue por sobre los 450 Kg/dfpto se comienzan a distinguir principalmente en la X Región, aunque con bajo número de lances.

Los viajes de pesca con captura de pejegallo en la pesquería de enmalle que cuentan con posiciones geográficas son reducidos, sin embargo, dejan ver algunas áreas de captura que podrían conformar caladeros de pesca con diferentes

características en términos de captura, esfuerzo y cpue (**Figura 5.3.41**). Por ejemplo, a través de todo el gradiente latitudinal y en todos los años analizados, se distinguen algunas zonas de pesca, destacando capturas mayores en el área de la Isla Mocha y capturas menores en las zonas más al norte. En este sentido y tomando en cuenta los análisis anteriores, se espera que la captura de pejegallo por viaje de pesca muestren un aumento a medida que las zonas de pesca se ubiquen en Regiones más australes.

## **2.2. Estandarización de la cpue de pejegallo para la flota de enmalle**

Antes de proponer un modelo para aislar factores temporales, ya sea en una escala mensual o anual, es ventajoso explorar los efectos de interacción entre las componentes temporales y espaciales. La **Figura 5.3.42** muestra la interacción entre años y meses, dejando ver que la cpue para los años analizados presenta tendencias mensuales y magnitudes diferentes, sugiriendo que un predictor Año debería aportar a la explicación del modelo. En forma similar, los niveles de capturas anuales para diferentes meses mantienen similar tendencia con un aumento el año 2006, pero diferentes niveles de cpue. En este sentido se espera que la incorporación de un predictor Mes en un modelo lineal aporte a explicar diferencias en las tasas de capturas. La **Figura 5.3.41** también muestra que estos efectos de interacción hacen altamente posible que la interacción Año: Mes también explique los cambios en la cpue de pejegallo.

La **Tabla 5.3.15** resume la comparación por medio de una distribución  $\chi^2$  de la capacidad predictiva de 5 modelos que incorporan los predictores Año, Mes, Región y sus interacciones. Un modelo simple con predictores Año y Mes explica en torno a un 5% de las variaciones en las tasas de captura, la incorporación del predictor Región es significativa a un nivel de 5% y mejora levemente (2,5%) la predicción (**Tabla 5.3.15** fila 2). El efecto de interacción entre el Año y las Regiones no es significativo y sugiere que las variaciones de cpue entre años son similares para todas las Regiones (**Tabla 5.3.15** fila 3). La interacción entre Mes y Zona fue altamente significativa a un nivel de 1% y por tanto se concluye que las variaciones mensuales en la cpue son diferentes entre Regiones (**Tabla 5.3.15** fila 4). De igual

forma, la interacción Año: Mes fue significativa a un nivel de un 1%, sugiriendo que las tasas de capturas presentan diferencias anuales en la estacionalidad de la cpue (**Tabla 5.3.15** fila 5).

Debido a que las interacciones dificultan la obtención de los efectos temporales, es recomendable utilizar un modelo con sólo una interacción y los predictores principales Año, Mes y Región. Basado en los resultados de la **Tabla 5.3.15**, se optó por utilizar el Modelo 5 (Mod 5 en **Tabla 5.3.15**) debido a que esta interacción entrega un mayor poder predictivo que la interacción mes: año. De acuerdo con la **Tabla 5.3.16**, los efectos principales explican reducidamente (<3%) las variaciones en la cpue (**Figura 5.3.43**). Esto se debe a que la cpue fue calculada por viaje de pesca sin considerar ningún tipo de agrupación que cause un efecto de reducción en la varianza y por tanto mejoras en la predicción de los factores, como también, debido a que la fuerte interacción entre los meses y las regiones dificulta aislar un índice temporal ya sea a una escala anual o estacional, pues para este modelo, cada región posee tendencias mensuales de cpue considerablemente diferentes (**Figura 5.3.44**). En este sentido, los resultados de los efectos temporales (e.g. índice estandarizado anual) deben ser utilizados como referenciales y no concluyentes sobre la tendencia en la abundancia o disponibilidad de pejegallo.

El diagnóstico de residuales contra los valores ajustados, evidencia una tendencia de la varianza residual que sugiere una inadecuada especificación del modelo o la necesidad de incorporar otros predictores, mientras que por otro, el gráfico de normalidad indica que los residuales se alejan de una distribución normal hacia los extremos de la misma (**Figura 5.3.45**). Este punto es reafirmado al calcular el pseudo-R (un valor que en modelos lineales correspondería al coeficiente de determinación) que alcanza valores bajos en torno a 0,17 (**Tabla 5.3.16**).

#### **5.4. Objetivo Específico 4**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la estructura de tallas de la captura y la proporción sexual global y a la talla, por período y zona.*

#### **IV Región**

##### **Estructura de Tallas y Proporción Sexual**

La **Tabla 5.4.1.** muestra la talla promedio, el rango de tallas, el número de ejemplares analizados por sexo y totales, y la proporción sexual del pejegallo durante el periodo noviembre 2006 a enero 2008, para la IV Región. Se analizaron un total de 1.348 individuos de los cuales 705 fueron hembras y 643 machos. Las hembras presentan un rango de longitud estandar promedio entre 37 y 52 cm y los machos un rango mas estrecho entre los 37 y 44 cm de longitud estandar (LE) promedio. La **Figura 5.4.1** presenta la estructura de talla global, mostrando en las hembras un comportamiento polimodal, con una moda principal de 49 cm LE y modas secundarias de 32 y 44 cm. En el caso de los machos se presenta un comportamiento unimodal, con una longitud estandar de 43 cm. Las tallas mayores a los 54 cm LE estuvieron representadas exclusivamente por hembras, mientras que los machos fueron dominantes en las tallas intermedias. La proporción de hembras varió desde un 27% en marzo del 2007 a un 84% en diciembre del mismo año.

##### **Relación Longitud estandar –Peso Total**

En la **Figura 5.4.2.** se observa la tendencia potencial de la relacion longitud estandar y peso total de ejemplares de la localidad de Coquimbo, IV región, evidenciando un rango mas estrecho de longitudes de machos que va entre los 20 y 55 cm LE, mientras que hembras es 25 a 70 cm LE Los parámetros *a* y *b* para la IV region se presentan en la **Tabla 5.4.2.**

#### **V Región**

##### **Estructura de Tallas y Proporción Sexual**

La **Tabla 5.4.3.** muestra la talla promedio, el rango de tallas, el número de ejemplares analizados por sexo y totales, y la proporción sexual del pejegallo durante el periodo

octubre 2006 a abril del 2007, para la V Región. Se analizaron un total de 569 individuos de los cuales 348 fueron hembras y 221 machos. Las hembras presentan un rango de longitud estandar promedio entre 44 y 52 cm y los machos uno entre 33 y 46 cm LE promedio. La **Figura 5.4.3** presenta la estructura de talla global, mostrando en las hembras un comportamiento polimodal, con una moda principal de 48 cm LE. En el caso de los machos se presenta un comportamiento unimodal, con una moda en los 45 cm LE. Las tallas mayores a los 54 cm LE estuvieron dominadas por las hembras, mientras que los machos fueron dominantes en las tallas intermedias. La proporción de hembras varió desde un 17% en diciembre del 2006 a un 70% en enero del 2007.

### **Relación Longitud estandar –Peso Total**

La relación Longitud estandar - peso total para sexos combinados presentó una alta dispersión (**Figura 5.4.4**) en comparación a la curva obtenida en la IV región. La curva de ajuste para machos presenta una pendiente menor ( $b= 1,8$ ), con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,57 y en el caso de hembras una pendiente mayor ( $b= 2,6$ ) y un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,79. Los parámetros de la relación longitud - peso total para la V Región se presentan en la **Tabla 5.4.4**.

## **VIII Región**

### **Estructura de Tallas y Proporción Sexual**

La **Tabla 5.4.5** muestra la talla promedio, el rango de tallas, el número de ejemplares analizados por sexo y totales, y la proporción sexual del pejegallo durante el periodo septiembre 2006 a marzo del 2007, para la VIII Región. Se analizó un total de 60 individuos de los cuales 37 fueron hembras y 23 machos. Las hembras presentan un rango de longitud estandar promedio entre 36 y 43 cm y los machos entre 37 y 45 cm LE. La **Figura 5.4.5** presenta la estructura de talla global, con una moda principal de 38 cm de longitud estándar para las hembras y de 46 cm LE para los machos. La

proporción de hembras varió desde un 50% en septiembre del 2006 a un 100% en diciembre del mismo año.

### **Relación Longitud estandar –Peso Total**

En la VIII Región no se presentan diferencias mayores entre las curvas ajustadas de machos y hembras, con rangos de tallas entre los 28 y 50 cm LE (**Figura 5.4.6.**) En las hembras la pendiente es de 3,4 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,97 y en los machos la pendiente es de 3,4 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,98. Los parámetros de la relación longitud – peso total para la VIII Región se presentan en la **Tabla 5.4.6.**

### **XIV Región (Puerto base Corral, ex - X Región) Estructura de Tallas y Proporción Sexual**

La **Tabla 5.4.7** la talla promedio, el rango de tallas, el número de ejemplares analizados por sexo y totales, y la proporción sexual del pejegallo durante el periodo octubre 2006 a agosto del 2007, para la XIV Región, Puerto base Corral, ex Decima Región. Se analizó un total de 585 individuos de los cuales 225 fueron hembras y 360 machos. Las hembras presentan un rango de longitud estandar promedio entre 44 y 63 cm y los machos entre 44 y 61 cm LE. La **Figura 5.4.7** presenta la estructura de talla global, con una moda principal de 48 cm LE y una secundaria de 68 cm LE para las hembras, y una moda principal de 51 cm y una secundaria de 72 cm LE para los machos.

La proporción de hembras varió desde un 5 % en agosto del 2007 a un 100% en diciembre del 2006.

### **Relación Longitud estandar –Peso Total**

En la XIV Region no se presentan diferencias mayores entre las curvas ajustadas de machos y hembras, con rangos de tallas entre los 20 y 65 cm LE (**Figura 5.4.8.**) La pendiente de la curva para las hembras fue de 3,1 con un coeficiente de

determinación ( $r^2$ ) de 0,93 y una pendiente de 2,8 con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0,75 en los machos. Los parámetros de la relación longitud peso para la XIV Región se presentan en la **Tabla 5.4.8**.

## **5.5. OBJETIVO ESPECIFICO 5**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.*

En las secciones delgadas de todas las espinas fue posible observar anillos de crecimiento (**Figura 5.5.1**). Se procesaron 105 espinas (68 machos – 37 hembras). La comparación de las lecturas realizadas por ambos lectores indica que el lector 1 tiende a sobreestimar la edad con respecto al lector 2 (pendiente = 0,861) (**Fig.5.5.2**). Debido a esto se tomó la media de las lecturas para el ajuste de una curva de crecimiento.

Suponiendo la formación anual de los anillos, las hembras resultaron ser más grandes y de mayor edad (5 años) que los machos (3 años). En la Tabla 5.5.1 se presenta la clave longitud estandar –edad.

Según el criterio de Akaike (AIC) y significancia de los parámetros, de los modelos ajustados a la información longitud estándar – edad, el que mejor resultó fue el de Fabens modificado según el bifásico para el ajuste de sexos separados y combinados (**Tabla 5.5.2; Fig. 5.5.3**). El parámetro  $t_h$  puede estar indicando la edad de primera madurez (2,7 años para ambos sexos).

La mortalidad natural, considerando el promedio de los métodos utilizados (**Tablas 5.5.3; 5.5.4; 5.5.5**), tanto para los machos como las hembras fue de 1,123 y 1,063 años<sup>-1</sup>, respectivamente. Con esta información se estimó una talla crítica de 43,7 cm LE para los machos y de 42,7 cm LE para las hembras (**Tabla 5.5.6**).

## 5.6. OBJETIVO ESPECIFICO 6

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar la longitud y edad media de madurez sexual y la fecundidad parcial y total a la talla*

Se utilizó la relación entre la longitud de los claspers (myxopterygias) y la longitud estándar como indicador de la madurez sexual en los machos, (**Figura 5.6.1**). En los individuos inmaduros, los claspers no están calcificados y no exceden el margen posterior de la aleta pélvica, mientras que en los individuos maduros, los claspers se calcifican y exceden el margen posterior de la aleta pélvica. El rango de longitudes muestreados en la localidad de Coquimbo fue de 20,5 - 61 cm LE; en San Antonio V Región, de 23 - 62 cm LE; en el Golfo de Arauco, VIII Región, 27 - 48 cm LE; y Corral, XIV Región, entre 29 - 99 cm LE.

Se observa en la **Figura 5.6.1** que en todas las regiones, los individuos maduros se encuentran por sobre los 40 cm LE y con longitudes de los claspers sobre 6 cm.

Como otro indicador, se usó la proporción de madurez sexual a la talla, ajustándose los datos a una ojiva de madurez. (**Figura 5.6.2**). Con longitudes de madurez entre los 40,7 y 50,2 cm LE. En la **Tabla 5.6.1** se entregan los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) que fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit. Se estimó además la edad de madurez (**Tabla 5.6.2**) basándose en la longitud de madurez obtenida para cada localidad y en los estimados de crecimiento del modelo Bifásico (Fabens) obtenidos en la **Tabla 5.5.1** del Objetivo 5.

En hembras, se obtuvo la ojiva de madurez ajustada a datos de proporción de madurez sexual a la talla para la localidad de Coquimbo IV Región (**Figura 5.6.3**), obteniéndose una longitud media de madurez sexual de 50,2 cm LE y una edad de madurez de 3 años. En la **Tabla 5.6.3** se entregan los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) que fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit.

En la **Figura 5.6.4a** se muestra la relación entre el peso y diámetro del ovocito, donde se observa claramente que sobre los 10 mm de diámetro el ovocito se encuentra maduro. En el caso de los ovocitos maduros se ajustó una curva potencial cuyos parámetros son:  $a = 0,001$  y  $b = 2,6488$  y un  $r^2$  igual a 0,8696. En la **Figura 5.6.4b**, se relaciona el diámetro del ovocito y la longitud estándar de la hembra,

observándose que sobre 49 cm LE la hembra presenta los ovocitos tanto inmaduros como maduros, pero bajo esta talla sólo presenta huevos inmaduros. El diámetro de ovocito máximo fue de 34,8 mm de una hembra de 60 cm LE. Los ovocitos maduros se encuentran en el periodo comprendido entre noviembre y febrero. La fecundidad es de 10,9 huevos por hembra (DS = 5,22).

### **5.7. Objetivo Especifico 7**

*Para la(s) especie(s) identificada(s) determinar el o los períodos y zonas de mayor intensidad en el proceso reproductivo.*

El índice gonadosomático (IGS) en la localidad de Coquimbo, IV Región, cubre ampliamente el periodo de estudio de noviembre de 2006 a noviembre del 2007. No así la localidad de San Antonio V Región, que presenta una escasa información de este índice y en el caso de Corral XIV Región, presenta información sólo hasta julio del 2007. En general, los valores de IGS, en la IV región se mantuvieron bajo el 3% hasta julio en ambos sexos y en agosto aumentaron su valor, especialmente en machos sobre el 4%, disminuyendo en octubre. En el caso de las hembras siguen el mismo patrón de aumento en agosto, pero no superando el 3%, y disminuyen drásticamente en septiembre (**Figura 5.7.1**).

En Corral, XIV región, presentan valores más altos que en la IV región, pero con menor información en el tiempo. En machos, se registró el máximo IGS en mayo (= 5,8%), disminuyendo en junio a 2,4% y aumentando nuevamente en julio con 4,9%. Las hembras se mantienen con niveles bajo a 3,5% de IGS, durante todo el periodo, con un incremento del IGS en marzo (**Figura 5.7.1**).

El índice Hepático (IH) en la localidad de Coquimbo, IV Región, cubre ampliamente el periodo de estudio de noviembre de 2006 a noviembre del 2007 (**Figura 5.7.2**). En general ambos sexos presentan valores bajo el 7% durante todo el periodo. Desde noviembre del 2006 a marzo del 2007, presentan valores promedio al 5%, en ambos sexos, siendo de gran importancia el aumento observado en el mes de abril, con IH máximos en machos de un 12,2% y en hembras 8,9%, disminuyendo drásticamente a valores promedio en torno al 5%, durante el periodo restante.

En la localidad de San Antonio, se observa que en abril se presentan valores sobre el 7%, en ambos sexos, aunque tiene una muy baja cantidad de datos para especular algún tipo de tendencia. De igual forma Corral, presenta baja cantidad de datos, pero se observa que en abril presenta valores bajo el 7%, en comparación con las localidades anteriormente mencionadas.

En la **Figura 5.7.3**, se presenta los Índice Glándula Nidamental (IGN) para el caso de las hembras e Índice Glándula Verde (IGV) para machos. Específicamente en la localidad de Coquimbo, IV Región, se presentan algunos meses intermedios sin información, interrumpiéndose la curva de tendencia de ambos índices. Aun así, en el caso de las hembras, el IGN presenta valores promedio cercanos al 1,3% desde noviembre del 2006 a enero del 2007, aumentando en febrero a un 3,4%, en abril y junio se presenta bajo a 1% y en agosto presenta un aumento leve a 1,8% disminuyendo bajo el 1%, en los meses restantes. En el caso de los machos, el IGV, se presenta valores promedio bajo al 1% durante todo el periodo, presentando en marzo un máximo de 1,2%. En San Antonio, V Región, presenta muy baja representatividad de datos, el IGN presenta en abril un máximo de 4,1% y IGV presenta en enero 3,4%. En Corral XIV región, en IGN presenta datos entre mayo y junio y IGV presenta valores entre mayo y agosto de 2007, en ambos índices estos se encuentran bajo el 1%.

### **5.8. Objetivo Específico Adicional 1**

*Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal de *Callorhynchus callorhynchus*.*

#### **Aspectos generales**

Se procesaron un total de 306 estómagos provenientes de la V región (San Antonio 4,6%), VIII región (Lota 3,9%) y XIV región (Valdivia 91,5%). Del total de estómagos el 59,8% pertenecía a machos y el 40,2% a hembras. Los ejemplares eviscerados presentaban longitudes totales entre 29,0 y 88,0 cm LE (para machos) y 32,0 y 98,0 cm LE (para hembras). En la **Tabla 5.8.1** se presenta información sobre el número de estómagos procesados durante el periodo de estudio; mientras que en la **Figura**

**5.8.1** se observa las frecuencias de tallas de los ejemplares asociados a los análisis contemplados en esta sobreoferta.

Los estómagos analizados se obtuvieron de ejemplares adquiridos de botes artesanales dedicados a esta actividad pesquera, utilizando artes de pesca como el espinel y la red de enmalle. Se aclara que dentro de los ejemplares registrados para la localidad de Lota se incluyeron algunos provenientes de la localidad de Coronel, determinación basada en la cercanía de estas dos localidades. Igual situación ocurrió con los ejemplares registrados en las localidades de Corral, Calbuco, Niebla, Quellon, Dalcahue, Apiao, Chaulinee y Amargo; los cuales fueron incluidos bajo la localidad de Valdivia.

### **Análisis del contenido estomacal**

Del total de estómagos analizados, 278 tenían algún grado de contenido estomacal y sólo 28 estaban vacíos. El 85,7% de los estómagos vacíos se presentaron en la estación otoño-invierno, 14,3% en primavera y no se registraron estómagos vacíos durante la estación de verano. De acuerdo al índice de llenado en peso (FWI), el cual relaciona el peso del contenido estomacal y el peso corporal del individuo, se indica que los meses con mayor ingesta de alimento son marzo (otoño) y julio (invierno) ( $FWI_{\text{marzo}} = 1,63$   $FWI_{\text{julio}} = 2,55$ ) mientras que se observa un menor grado de ingesta de alimentos en la transición otoño invierno (mayo y junio) con un mínimo valor en el mes de mayo ( $FWI_{\text{mayo}} = 0,98$ ) (**Figura 5.8.2**). Sin embargo, se resalta que estos son valores promedios mensuales del total de estómagos analizados sin hacer distinción espacial de los datos.

El análisis del FWI para los estómagos registrados solamente en la XIV región (mayor serie temporal de muestras); indican la misma tendencia que el análisis general, mayor ingesta de alimento en invierno con un valor máximo registrado en julio ( $FWI_{\text{julio}} = 2,55$ ), y con menor ingesta de alimento en la transición otoño – invierno. El análisis de varianza (ANOVA) respecto a los valores de FWI entre estaciones, mes, sexo y longitud total de los ejemplares procesados, son presentados en la **Tabla 5.8.2**. Se aprecia la existencia de diferencias significativas

en la mayoría de las relaciones exploradas, es decir, para los valores del índice de llenado en peso entre estaciones, meses y longitud total de los ejemplares. Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre sexos.

El espectro trófico encontrado en los estómagos analizados estuvo conformado por 14 ítems presa agrupados en 4 grupos: Moluscos (bivalvos y gasterópodos), Crustáceos (decápodos, isópodos, anfípodos y estomatópodos), Equinodermos (Echinoideos) y Peces (restos como espinas y escamas) (**Ver Fotos Anexo 2b**). En la **Tabla 5.8.3**, se presenta detalles de la frecuencia, número y peso de los ítems presa registrados para el área total de estudio, se destaca que el grupo alimentario más importante para el pejegallo son los Crustáceos (%N = 84,9 y %P = 75,1), seguido por los Moluscos (%N = 13,9 y %P = 17,0) y con poca relevancia se presentan erizos y peces. En el grupo Crustáceos, son los individuos del orden Decápoda los mayoritariamente consumidos frente a Isópodos, Anfípodos y Estomatópodos ( $IIR\%_{Decapoda} = 90,0$   $IIR\%_{Isopoda} = 0,4$   $IIR\%_{Anfipoda} = 0,3$   $IIR\%_{Estomatopoda} = 1,5$ ); a su vez, en los Decápodos se presenta con mayor relevancia como ítem alimentario la clase Reptantia “tipo cangrejo” ( $IIN\% = 66,3$  y  $IIR\% = 88,2$ ) en contraste con individuos de la clase Natantia “tipo camarón” ( $IIN\% = 2,7$  y  $IIR\% = 1,8$ ). En los ítem “tipo cangrejo” resalta la presencia de individuos del género *Pinnixa* sp., *Ovalipes trimaculatus* y *Cancer coronatus*. Sin embargo, el ítem alimentario de mayor importancia relativa para el pejegallo son cangrejos de tamaño pequeño (de < 1,0 cm de longitud cefalotóraxica).

En el grupo de los Moluscos ingeridos por el pejegallo, los bivalvos y gasterópodos presentan una importancia relativa semejante como ítem alimentario (gasterópodos  $IIN\% = 8,4$  y  $IIR\% = 3,0$  - Bivalvos  $IIN\% = 8,7$  y  $IIR\% = 3,4$ ), destacándose la presencia de *Tagelus dombeii*, *Protothaca thaca* y *Mytilus edulis*. Por último, se identificó dentro de los estomatópodos ingeridos a la especie *Pterygosquilla armata*.

El análisis del espectro trófico por sexo (**Tablas 5.8.4 y 5.8.5**), indica una tendencia a la ingesta de alimento consistente con la observada para la especie, con el grupo Crustáceos como el ítem de mayor importancia tanto en machos como en hembras ( $\%N_{machos} = 82,3$  y  $\%P_{machos} = 79,7$  -  $\%N_{hembras} = 87,1$  y  $\%P_{hembras} = 69,8$ ). Igualmente,

el ítem alimentario con mayor importancia relativa y numérica para ambos sexos fueron los de la clase Reptantia “cangrejos pequeños” (de < 1,0cm de longitud cefalotóraxica) con valores de IIN% = 37,7 y IIR% = 55,7 en machos - IIN% = 45,2 y IIR% = 59,7 en hembras.

En cuanto al grupo Moluscos, se aprecia una leve preferencia (según valores de IIR% y IIN%) de los machos por los gasterópodos (IIR%<sub>machos</sub>= 4,7 y IIN%<sub>machos</sub>= 10,0 - IIR%<sub>hembras</sub>= 2,0 y IIN%<sub>hembras</sub>= 7,4), mientras que las hembras preferirían al parecer ingerir bivalvos (IIR%<sub>machos</sub>= 3,3 y IIN%<sub>machos</sub>= 8,8 - IIR%<sub>hembras</sub>= 4,2 y IIN%<sub>hembras</sub>= 9,2). Igual situación parece estar presentándose con los ítem presa isópodos y anfípodos, los cuales presentan un mayor consumo por parte de los machos; considerándose los valores en porcentaje del IIN (IIN%<sub>machos</sub>= 4,4; IIN%<sub>hembras</sub>= 2,0 hembras Isópodos) (IIN%<sub>machos</sub>= 4,2; IIN%<sub>hembras</sub>= 2,5 hembras Anfípodos).

Los análisis de similitud (Bray-Curtis (BC) y Pianka (P)) para determinar variaciones en la dieta con respecto al sexo, estación del año y talla, señalan que respecto a diferencias en la dieta entre sexos, los valores determinados indican un gran grado de similitud entre la ingesta de alimento entre machos y hembras (total de estómagos procesados), con valores de BC = 0,87 y P = 0,96. El limitado número de muestras (temporalidad) obtenido en las regiones V y VIII impidieron realizar un análisis de similitud BC, inter-localidad.

En el caso de variaciones debido a la estacionalidad (invierno, primavera, verano, otoño), los valores de similitud (BC y P) (**Tabla 5.8.6 y 5.8.7**) indican un mayor grado de similitud en la dieta registrada en las estaciones de primavera y verano (BC = 0,94<sub>primavera-verano</sub>; P = 0,85<sub>primavera-verano</sub>) que la similitud registradas para las otras estaciones. Por otro lado, las dietas con mayor grado de diferencias según la estación son las registradas en primavera e invierno (BC = 0,48<sub>primavera-invierno</sub>) ó primavera y otoño (P = 0,58<sub>primavera-otoño</sub>).

Para evaluar posibles variaciones en la dieta con respecto a la talla, se estableció tres intervalos de longitud estándar (LE) de la siguiente manera: individuos menores a 45,0 cm LE (grupo A); individuos entre 45,0 y 60,0 cm LE (grupo B) e individuos con una longitud estándar mayor a 60,0 cm LE (grupo C). El establecimiento de estos intervalos de talla, se basa en los resultados derivados del Objetivo específico N°

“*Determinación de la longitud y edad media de madurez sexual*”; donde individuos menores a 45 cm LE son inmaduros (juveniles), individuos entre 45,0 cm y 60,0 cm LE se encuentran en la etapa de transición hacia la madurez (talla primera madurez) e individuos sobre los 60,0 cm LE ya habrían alcanzado su talla de madurez (adultos). Por otro lado, Di Giácomo & Perier (1996) identifican en su estudio dos categorías de individuos respecto a la talla, individuos juveniles aquellos con una longitud inferior a los 42,0 cm LE e individuos adultos mayores a los 55 cm LE. Estos antecedentes reforzarían los grupos de comparación establecidos para el estudio de la dieta del pejegallo.

Los valores de similitud (BC y P) (**Tabla 5.8.8 y 5.8.9**) indican una concordancia alta en la dieta entre todos los grupos (grupo A (<45,0 cm LE), grupo B (>=45,0cm a <60,0 cm LE) y grupo C (>= 60,0 cm LE)). El análisis de conglomerados a partir de los valores de similitud BC, sugiere una leve agrupación correspondiente a individuos de los grupos B y C.

## **5.9. Objetivo Específico Adicional 2**

### *Análisis genético*

#### **EXTRACCION, CALIDAD Y CUANTIFICACION DE ADN**

Todas las muestras extraídas con el protocolo descrito por Grijalva-Chon *et al.* (1994) dieron resultados positivos para *C. callorhynchus*.

Las muestras que presentaron ADN genómico fragmentado y de bajo peso molecular no fueron incluidas en los posteriores análisis de PCR. El grado de contaminación observado en los extractos se debe principalmente a impurezas como hidratos de carbono, péptidos, etc. Las muestras que estaban fuera de los valores indicados se eliminaron del análisis de PCR.

#### **AMPLIFICACIÓN DE CITOCROMO B**

El fragmento citocromo B no amplificó con ninguna de las parejas ensayadas (CB1-L / CB2-H, y CTB-F/ CTF-R).

## **AMPLIFICACIÓN DE CITOCROMO OXIDASA I DEL ADN MITOCONDRIAL**

Para el gen COI del ADN mitocondrial la reacción PCR utilizando los partidores desarrollados por Folmer *et al.* (1994) generó resultados positivos (**Figura 5.9.1**). El tamaño del producto de PCR se encuentra en los 800 pares de bases, mostrando un perfil monomórfico en todas las muestras analizadas.

## **SECUENCIACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL GEN CITOCROMO OXIDASA I (COI) DEL ADN MITOCONDRIAL**

Como producto de la reacción de secuenciación se obtuvo un fragmento correspondiente a la COI (el fragmento fue chequeado en GenBank mediante el algoritmo Blast) de 652 pares de bases en 26 de los 47 ejemplares analizados.

Las secuencias editadas y alineadas fueron analizadas con el objeto de determinar la existencia de diferencias entre los grupos provenientes de Coquimbo, Golfo de Arauco, San Antonio y Plataforma patagónica Argentina.

El análisis de sitios polimórficos de las secuencias en estudio produjo un total de 11 haplotipos para 32 ejemplares analizados (incluidos los 6 ejemplares de Argentina).

Las localidades con mayor número de haplotipos y diversidad haplotípica corresponden a Coquimbo (5 haplotipos, y 0,7 respectivamente) y Argentina (4 y 0,8 respectivamente). San Antonio y Golfo de Arauco presentan 3 haplotipos con una diversidad promedio de 0,5 (**Tabla 5.9.1**).

Los valores del estadístico  $F_{ts}$  (**Tabla 5.9.2**) y el Test exacto de diferenciación poblacional (**Tabla 5.9.3**) presentaron valores de probabilidad no significativos, lo que permite aceptar la hipótesis nula de homogeneidad en las frecuencias haplotípicas entre las localidades analizadas, con los menores valores de  $F_{st}$  (0,05) en la comparación entre Argentina-Golfo de Arauco y el mayor  $F_{st}$  de 0,014 para la comparación Coquimbo – Golfo de Arauco.

La red de haplotipos (**Figura 5.9.2**) y las frecuencias de haplotipos por localidad (**Figura 5.9.3**), muestra la presencia de dos haplotipos dominantes. El haplotipo más

común corresponde a Hap1, presente en todas las localidades en proporciones que no generarían diferencias significativas entre ellas según los valores de  $F_{st}$  y Test Exacto. El haplotipo Hap 4 está presente en Coquimbo y Argentina. Todas las localidades presentan haplotipos únicos o exclusivos, e.g Coquimbo presenta 3 haplotipos únicos: Hap 5, Hap 3 y Hap2.

De los resultados se observa que no existen diferencias significativas en composición y frecuencias haplotípicas entre las localidades en estudio.

## 6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

---

### 6.1. Análisis bibliográfico

De la recopilación bibliográfica efectuada se puede indicar que el conocimiento biológico del pejegallo en Chile es escaso, existiendo poca precisión sobre aspectos tales como distribución espacial y batimétrica, estructura demográfica poblacional y por sexo, dinámica reproductiva, talla de madurez sexual, fecundidad, espectro trófico, crecimiento y unidades poblacionales, entre otros. Esta condición hace difícil proponer medidas de administración y manejo sobre la base de antecedentes biológicos sólidos, aumentando los riesgos de sobreexplotación, toda vez que el pejegallo al igual que la gran mayoría de los elasmobranquios, es una especie de baja resiliencia.

Los antecedentes reportados sobre *C. callorhynchus* en otras áreas de su distribución, como por ejemplo, frente a las costas de Argentina, así como lo informado para especies del mismo género en aguas de Sudáfrica (*C. capensis*) y Nueva Zelandia (*C. milii*), permiten inferir que el pejegallo presente en Chile es una especie de hábitos demersales que se distribuye principalmente sobre la plataforma continental; la cual presenta diferencias en las tasas de crecimiento entre sexos, donde las hembras alcanzan tamaños mayores a los machos. La dieta del pejegallo está conformada en su mayor parte por invertebrados bentónicos, siendo un predador importante de moluscos y crustáceos.

En cuanto a su distribución batimétrica y estructura de tamaños, los individuos de menor tamaño se encontrarían en aguas más someras, profundizándose a medida que crecen. Debido a las diferencias de crecimiento entre sexos, los machos serían más abundantes en aguas de menor profundidad, mientras que las hembras se encontrarían más representadas a mayor profundidad. Este patrón de distribución se vería alterado con el desarrollo sexual, ya que las hembras ascenderían hacia aguas someras en la época reproductiva y de puesta de los huevos.

## **6.2. Análisis taxonómico**

A pesar de la simpleza en sus formas y estructuras externas, tanto blandas como duras, la descripción de esta especie requiere de una detenida observación. En efecto, existen algunas características como el sistema cefálico de la línea lateral, el cual es más complejo que la misma línea lateral, además que sobre la cabeza, y relacionado con este sistema existen numerosos poros sensoriales. También la presencia, en los machos, de dos tenaculum, uno cefálico y otro pre-pélvico, requieren de un estudio anatómico más detallado.

Las medidas seleccionadas para observar algunas variaciones en la morfometría del pejegallo que habita el área entre las regiones IV y XIV de Chile (Tabla 5), han demostrado que se mantienen en un rango aceptable, lo cual es refrendado por el análisis estadístico multivariado de componentes principales.

## **6.3. Flota pesquera**

Una de las principales características que surge de los resultados tiene relación con la variedad y complejidad de los métodos de explotación empleados en la captura de pejegallo, ya sea como especie objetivo en el caso de la flota artesanal, o como especie incidental en la flota industrial.

En el caso de la captura incidental de elasmobranquios, y particularmente de pejegallo en el caso de la pesquería demersal centro-sur, es sensato sospechar que los volúmenes reducidos de desembarques y la escasa rentabilidad por

comercialización son particularidades que deberían proteger los niveles poblacionales de estas especies. No obstante, existen varios ejemplos descritos que demuestran lo contrario. Por ejemplo, la población de una raya del género *Dipturus* (*D. laevis*) en el Mar del Norte, se redujo en más de 95% debido a las capturas incidentales en las pesquerías de arrastre en Canadá (Casey & Myers 1998), mientras que la raya común (*Dipturus batis*) fue reportada como extinta en regiones del mar Irlandés, también por causa de sobreexplotación por pesca incidental (Bander, 1981). De igual manera, se han reportado fuertes niveles de captura incidental de tiburones pelágicos, donde la abundancia de estas especies más recurrentes generalmente disminuye en un periodo de tiempo corto (Carbonell *et al.* (2003). En un estudio integrador de las pesquerías mundiales, Stevens *et al.* (2000) advierten que cerca de 50% de la captura de elasmobranquios, entre los que se incluye el Género *Callorhinchus*, corresponde a pesca incidental sin ningún tipo de regulación y en muchos casos omitida en las estadísticas oficiales de desembarques. Esta alta vulnerabilidad de los elasmobranquios, inclusive a nivel incidental, se debe principalmente a los siguientes factores: a) parámetros de historia de vida, b) abundancia relativa o absoluta correlacionada con la explotación pesquera, y c) al desinterés por parte de los pescadores por reportar estadísticas detalladas de esfuerzo y captura, que finalmente se traduce en inconsistencias entre piezas de información biológico-pesqueras, limitadas y escasa.

En el caso de la vulnerabilidad a la explotación, es conocido que especies con tiempos generacionales extensos, madurez tardía, tasas de mortalidad natural bajas y crecimiento corporal lento no son capaces de resistir niveles de mortalidad por pesca elevados (Dulvy *et al.* 2000, 2004; Jennings *et al.* 1999; Musik *et al.* 2000). Más aún, cuando estas especies son agrupadas morfológicamente en un mismo registro de captura que impide detectar reducciones de especies con baja productividad (Dulvy *et al.* 2000; Reynolds 2003; Reynolds *et al.* 2001). Si bien, se desconoce muchos aspectos de la historia de vida del pejegallo (FIP N° 2004-18), es esperable que éstos también sean incompatibles con los elevados niveles de mortalidad por pesca, tal como lo propone Stevens *et al.* (2000) para el pejegallo *C. milii*. Los resultados del estudio demuestran que las hembras alcanzan la madurez

cerca de los 55 cm LE y que los tamaños corporales mayores no sobrepasan los 92 cm LE indicando que las hembras de pejegallo presentan una madurez tardía, lo que sumado el efecto de las elevadas proporciones de hembras en las capturas configuran un escenario de alta vulnerabilidad. Aún cuando históricamente se han reportado intensos periodos de explotación, como entre 1988 y 1994, donde los desembarques sobrepasaron las 4 mil toneladas, desconociéndose actualmente las consecuencias en la productividad de la población (Pequeño y Lamilla 2000).

Por otro lado, el carácter incidental de la pesquería industrial y los bajos niveles de explotación de la flota artesanal orientada a capturar pejegallo, no presentan probablemente un riesgo actual de sobreexplotación para esta especie, pero sí dificultan la exploración de la dinámica poblacional y la distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca debido a la reducida calidad y cantidad de información biológico-pesquera posible de recopilar (por ejemplo, bitácoras de pesca, muestreos biológicos y de longitud). Esta es una característica común en la mayoría de las pesquerías de elasmobranquios a nivel mundial, como lo reconocen Setevens *et al.* (2000) y Walker (1998) al indicar que sumado a la ausencia de información detallada para describir procesos poblacionales como desove o área de reclutamiento, son reducidas las pesquerías de elasmobranquios donde es posible implementar modelos de evaluación para diagnosticar el estado de explotación. Por ejemplo, los resultados muestran que las tasas de captura (CPUE) de la flota industrial son escasamente informativas para detectar cambios interanuales que puedan describir tendencias en los niveles de abundancia, ya que los factores temporales de menor escala (estacionales) explican con mayor fuerza la variabilidad en los rendimientos. Si bien, los cambios estacionales de los rendimientos refuerzan el carácter incidental de las capturas de pejegallo en la pesquería industrial, es difícil aseverar que las diferencias interanuales sean consecuencia de cambios en la abundancia, variaciones en los tamaños de muestra o cambios en las zonas de muestreo entre años. En el caso de la flota artesanal, y al margen de ser el pejegallo especie objetivo de la misma durante algunos periodos del año y aparejos de pesca (por ejemplo enmalle), la difícil fiscalización y monitoreo del enorme grupo de embarcaciones obstaculiza detectar tendencias en las tasas de captura. Tal como los resultados

indican, en esta pesquería los rendimientos se explican mejor por efectos estacionales y por áreas de pesca más que interanuales, generando incertidumbre sobre cual es la tendencia de los niveles de abundancia de la especie en el tiempo. Aunque muchos de los resultados de este informe describen solamente los cambios temporales y espaciales de las capturas y el esfuerzo de pesca aplicado al pejegallo, un resultado de importancia proviene de la integración de la pesquería industrial y artesanal, e indica que probablemente la mayor disponibilidad de pejegallo se encuentra al sur de la Isla Mocha (38°S), tal como lo sugieren las capturas de la flota industrial cuando la disponibilidad de merluza común es baja, y también como lo indican los registros de la pesca artesanal de embarcaciones menores en el periodo de transición de especie objetivo desde raya volantín (*Dipturus chilensis*) a pejegallo. Un resultado similar se obtiene desde los modelos lineales estacionales que sugieren mayores concentraciones hacia inicio y fines de año. Si bien, es conocido que las estrategia de explotación y medidas de manejo en especies incidentales como el pejegallo son difíciles de implementar y de evaluar, la identificación a través de este estudio de una ventana espacio-temporal de mayor concentración o disponibilidad de la especie, posibilita formular algunos estudios posteriores que orienten el manejo de esta pesquería. En este sentido, surge la necesidad de contar con un marco de monitoreo y análisis de datos biológico-pesqueros que concilien el carácter limitante en términos de datos con la necesidad de implementar medidas de manejo eficientes para esta pesquería, abordando acciones como el establecimiento de protocolos de recopilación de datos y subsecuentes análisis para evaluar la pesquería, determinar parámetros de historia de vida y establecer el grado de vulnerabilidad a la explotación, como también consideraciones de un proceso de manejo espacial que cubra las principales estrategias de pesca.

#### **6.4. Tallas y relación longitud-peso**

Del análisis de la composición de tallas en el desembarque de pejegallo, proveniente de embarcaciones artesanales con puerto en las regiones IV, V, VIII, XIV, se desprende que la fracción poblacional vulnerable al arte de pesca está compuesta, en términos globales, por individuos entre 20 y 70 cm LE y en el caso de la XIV se

encuentran tallas mayores a los 70 cm LE. El espectro de tamaños es similar entre machos y hembras, aún cuando es mayor la incidencia de hembras en las tallas mayores que en las menores.

En todas las regiones fue posible detectar diferencias mensuales en las estructuras de tallas, encontrándose en general los individuos de mayor tamaño en las regiones más al sur. Esto, más que variaciones en la dinámica poblacional de la especie, podría ser el resultado de las diferentes artes de pesca que utiliza la flota tanto por localidad, como estacionalmente.

La relación longitud-peso del pejegallo en cada región fue del tipo potencial para cada sexo y mes de muestro, en general con una baja dispersión excepto en la V Región, donde ésta fue mayor. Aún no se determinan estadísticamente diferencias entre los parámetros de curvatura, y si estos distan del valor  $b = 3$ , el cual indica un crecimiento isométrico.

## **6.5. Edad**

El objetivo de cualquier estudio de edad y crecimiento es describir con el mayor realismo el crecimiento de la especie en estudio, para ello se deben tener en cuenta varias consideraciones, entre ellas: cubrir el rango de tallas y edades presentes en todo el rango de distribución de la especie, así como tamaños de muestra apropiado para entender la variabilidad que se produce en la relación talla-edad, cubriendo individuos juveniles y de ambos sexos, así como un muestreo temporal apropiado. Cumplir con estos requisitos en estudios de edad en condriictios es difícil, por el mismo estilo de vida que desarrollan estos animales, asociados a migraciones y el tipo de pesquería que actúa sobre ellos. Uno de los primeros problemas que se tuvo en el muestreo fue el corte del ápice de la espina dorsal por parte de los pescadores para evitar accidentes, fue muy difícil que entendieran que era la parte necesaria para el estudio de edad, por lo mismo fueron muchas las muestras perdidas por este motivo.

Los modelos que se han utilizado para ajustar la información de talla y edad en condrictios son variados, cada uno de ellos con sus pro y contras. Uno de los más recomendados corresponde al propuesto por Fabens (1965) ya que en vez de  $t_0$  considera  $L_0$  que corresponde la longitud a la eclosión, este modelo explica mucho mejor el crecimiento que otros y además se recomienda cuando el tamaño de la muestra es pequeño (Goldman, 2005). El mejor modelo que se ajustó a los datos en el estudio, corresponde a una combinación de tres modelos, von Bertalanffy, Fabens y bifásico, el cual contiene 4 parámetros a estimar mas  $L_0$ , parámetro que pudo ser obtenido de información recopilada en la zona de Iquique, manteniendo huevos en cautiverio. Otros autores han ajustado el modelo de von Bertalanffy, e.g., en *C. capensis* Freer y Griffiths (1993) con un máximo de edad de 10 años en hembras y 5 años en machos. Estos autores no entregan ninguna información de bondad de ajuste del modelo.

Francis (1997) mediante análisis de frecuencia de longitud y datos de marcaje, con *C. milii*, obtiene también valores de los parámetros del modelo de von Bertalanffy, indicando que podrían haber individuos de hasta 9 años de edad, mientras que Suvillan (1977) también en *C. milii*, encuentra que los machos tenían hasta 4 años y las hembras 6 años, pero en este caso, el autor no ajusta un modelo a sus datos.

Por otra parte, cuando no se tienen individuos pequeños en las capturas, necesariamente se tiene que recurrir a usar retrocálculo lo que introduce incertidumbre en las estimaciones, lo que no fue necesario realizar en este estudio ya que estaban presentes individuos del año.

Cuando se utilizan diferentes métodos para estimar  $M$ , cada uno puede entregar diferentes resultados y cuando no se tienen mayores antecedentes para escoger un valor de compromiso, ya que cada uno de ellos es igualmente probable, se tiene que recurrir, e.g., a obtener un promedio de ellos. En el presente estudio el rango de estimación de  $M$  en machos estuvo entre 0,85 - 1,29 años<sup>-1</sup> y en hembras entre 0,88 - 1,18 años<sup>-1</sup>. En otros estudio con condrictios se ha encontrado pequeñas diferencias, e.g. Simpfendorfer (1999b) utiliza 5 métodos para estimar  $M$  en

*Carcharhinus obscurus*, obteniendo un rango entre 0,081 y 0,086 año<sup>-1</sup>, mientras que en otro estudio Simpfendorfer (1999a) estima M para *Rhizoprionodon taylori*, encontrando una gran variabilidad, entre 0,56 y 1,65 año<sup>-1</sup>. Los métodos usados en el presente estudio se basan en estudios de peces teleósteos, y parecen ser adecuados para peces cartilagosos como *C. callorhynchus* cuando otros métodos como telemetría o marcaje y recaptura son difíciles de aplicar dado los costos involucrados. Asimismo, en muchas pesquerías el pejegallo es fauna acompañante y resulta difícil también aplicar métodos como el de la curva de captura.

El método de Chen & Watanabe (1989) permite estimaciones de mortalidad dependientes de la edad, y aunque está siendo muy utilizado en rayas y tiburones debido a la carencia de relaciones empíricas para este grupo de peces (Cortés 1999, Cortés 2002, Carlson et al. 2003), en este estudio no se aplicó porque el crecimiento quedó descrito por la ecuación de bi-fásica de Fabens que no reporta el  $t_0$ , más bien la longitud al momento de la eclosión. El método de Chen & Watanabe (1989) es dependiente del valor del parámetro  $t_0$  de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy.

## **6.6 Longitud y edad media de madurez y fecundidad.**

Las estimaciones de la talla media de madurez en machos en las costa de Chile, son mayores que la informada por Di Giácomo & Perier (1994), quienes determinaron una talla de primera madurez sexual igual a 40 cm LE. En hembras, en tanto, la talla mediana de madurez sexual correspondió a 50,2 cm LE en Coquimbo IV Región, igual a la reportada por los mismos autores en el lado Atlántico, estimada en 50 cm LE. El diámetro máximo de ovocito fue de 34,8 mm de una hembra de 60 cm LE. Di Giácomo & Perier (1994) reportan 48 mm en una hembra de 71 cm LE. La fecundidad es de 10,9 huevos por hembra (d.s. 5,22), más baja que la comunicada por Bell (2003) para *C. millii*, estimada en 20 huevos por hembra.

## 6.7. Parámetros reproductivos

Los valores promedio de los índices de actividad reproductiva determinados para machos y hembras de pejegallo, recolectados desde la IV a XIV regiones, están en los rangos reportados para la especie en aguas del Atlántico Sur-occidental por Di Giacomo & Perier (1994).

De acuerdo con Di Giacomo & Perier (1994), los mayores valores del IGS promedio en machos se registran en marzo y abril, con alrededor del 3%, existiendo una baja actividad de este índice desde junio a octubre y un leve aumento en noviembre. En el caso de las muestras recolectadas en la IV Región, los máximos valores del IGS se observaron en agosto y septiembre por sobre el 4%, y no se registró valores altos en las restantes localidades. En relación al IGV, Di Giacomo & Perier (op. cit.) reportan valores máximos desde julio a octubre, y en los meses de enero y febrero. En el presente estudio, este IGV no presentó variaciones en los machos muestreados en la IV Región desde noviembre de 2006 a noviembre 2007, pero en la V Región el valor promedio del IGV en enero fue alrededor de 4%. Con respecto al IH en machos, los valores de este índice no mostraron evidencia de cambios, aunque el más alto valor se detectó en abril.

En hembras de pejegallo los índices IGS e IGN mostraron una misma tendencia al interior de cada localidad, pero no en términos globales. En la IV Región la actividad reproductiva de las hembras parece ocurrir en febrero, pero presentó otro aumento de la actividad en agosto. De acuerdo con Di Giacomo & Perier (1994), la actividad reproductiva de hembras se extendería durante gran parte del año, identificándose máximos en los meses de julio y agosto en la costa argentina.

Aparentemente los índices reproductivos aquí utilizados para detectar el período reproductivo son de baja resolución. En efecto, si bien fue posible observar altos IGS entre julio y octubre en la región de Coquimbo, el objetivo de usar estos debe estar orientado a detectar el periodo de parto u ovipostura. En este sentido, es altamente recomendable complementar estos índices basados en los órganos con concentración de hormonas como la testosterona, estradiol y plasma, o de músculo esquelético, como ha sido aplicado a *Hydrolagus colliei* por Barnett et al. (2009). De

acuerdo con los autores, las fluctuaciones en la concentración de hormonas en el plasma está relacionada con varios eventos reproductivos importantes en peces ovíparos, cuyos cambios temporales también pueden ser detectados en el músculo esquelético.

## **6.8. Alimentación**

Se analizó el contenido estomacal de ejemplares de *Callorhinchus callorhynchus* colectados en la V, VIII y XIV regiones. Para un mejor análisis de los datos en el sentido de alcanzar un número significativo de muestras, los ejemplares de algunas localidades fueron integrados de la siguiente forma: Lota (integración de ejemplares de Lota y Coronel) y Valdivia (integración de ejemplares de Corral, Calbuco, Niebla, Quellón, Dalcahue, Apiao, Chaulinee y Amargo). El estudio se realizó con un total de 306 estómagos, obtenidos entre el primavera del 2006 e invierno de 2007. Se resalta que los resultados encontrados en el presente estudio, constituyen la contribución más reciente que se hace a nivel nacional en el área del conocimiento de la dinámica trófica de este recurso; los aportes anteriores datan de los años 80's donde Molina *et al.* (1980) indican particularidades del contenido gástrico de 100 ejemplares capturados en un área específica (entre Algarrobo y Pupuya – Centro de Chile) o los aportes realizados por Bahamonde (1950) sobre 46 ejemplares colectados cerca de Puerto Montt. Por otro lado, este estudio se basó en un número mayor de ejemplares procesados y la escala espacio-temporal abarcada es sin duda la más extensa hasta ahora reportada.

Si bien es cierto, la determinación y comparación en cuanto a dietas entre diferentes áreas geográficas, grupos y estaciones requieren un análisis mucho más minucioso en categorías taxonómicas menores (particularmente en crustáceos), es posible indicar aspectos generales del espectro trófico del recurso pejegallo en la zona comprendida entre la V y XIV regiones. Es así como, en términos generales se puede concluir que la alimentación de este recurso es de tipo bentónico caracterizada por la ingesta (trituration) de invertebrados con caparazón o valvas, lo cual es concordante

con lo reportado por Di Giácomo et al (1994) y Di Giácomo & Perier (1996) en estudios realizados en esta misma especie en aguas de la Patagonia Argentina.

Nuestros resultados indican que este recurso preda principalmente sobre Crustáceos de la clase Decapoda del tipo Reptantia “cangrejos” (cangrejos pequeños de < 1,0 cm de longitud cefalotóraxica) que registran valores altos en importancia numérica e importancia relativa (IIN% = 66,3 y IIR% = 88,2). Esta preferencia por crustáceos difiere con lo reportado por Di Giácomo & Perier (1996) en aguas de la Patagonia Argentina o por Rios & Pereira (1986) en varias localidades de la costa Argentina y Uruguay, donde la preferencia alimentaria estuvo marcada por Moluscos principalmente de la clase Bivalvia. Sin embargo, son concordantes con los registros de Bahamonde (1950) y Molina *et al.* (1980) donde se indica que los crustáceos representarían más del 80% de la dieta de esta especie.

Los índices calculados con el objetivo de analizar el grado de similitud en la dieta según el sexo y talla del individuo, indican grandes similitudes en la dieta entre sexos y grupos de talla, no distinguiéndose verdaderas agrupaciones dietarias, lo cual difiere de lo reportado por Di Giácomo & Perier (1996), donde indican la existencia de diferencias en hábitos alimentarios entre machos-hembras y entre juveniles-adultos.

Por ultimo, con respecto a las diferencias observadas entre los resultados del presente trabajo y aquellos registrados para la Patagonia argentina y localidades de la costa uruguaya (Di Giácomo & Perier 1996; Rios & Pereira 1986), éstas podrían ser explicadas tanto por factores extrínsecos como por factores intrínsecos a las poblaciones presentes en la costa chilena y argentina. Factores extrínsecos, tal como diferencias en la disponibilidad de alimento en ambas costas; presentándose mayor abundancia de crustáceos sobre la costa chilena y mayor abundancia de moluscos sobre la costa argentina (abundancias aún no corroboradas). Factores intrínsecos, como diferencias en comportamiento o morfología de los individuos de pejegallo.

## **6.9. Genética**

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis genético exploratorio, caracterizando mediante marcadores mitocondriales a la especie *C. callorhynchus* en algunas localidades de Chile.

El análisis de las secuencias de la COI para todos los ejemplares analizados incluyendo los provenientes de Argentina, no permite detectar la existencia de algún quiebre o discontinuidad genética de la especie entre las localidades bajo estudio. Los resultados basados en valores de  $F_{st}$  y test exacto de diferenciación, así como la aproximación de red de haplotipos y frecuencias haplotípicas por localidad, son consistentes al señalar que ninguna de las localidades analizadas constituiría un grupo genéticamente distinto. Los haplotipos únicos presentes en cada localidad serían parte de la variabilidad genética intrínseca de las poblaciones. Este punto debe ser demostrado ampliando el número de ejemplares analizados, incluyendo otros genes y tipos de marcadores moleculares.

## 7 CONCLUSIONES

---

- El pejegallo es un pez de hábitos demersales distribuido sobre la plataforma continental de Chile y Argentina. En Chile, los antecedentes biológicos sobre la especie son escasos, por lo que la información generada en el presente proyecto debería ser complementada con la proveniente de estudios efectuados sobre la especie en el Atlántico.
- El conocimiento que existe sobre el pejegallo en el Atlántico Suroccidental, junto con el derivado sobre otras especies del mismo género, lo señalan como una especie de baja resiliencia y vulnerable a la sobreexplotación.
- El pejegallo es capturado por embarcaciones industriales como fauna acompañante de merluza común, y por lanchas y botes artesanales que operan con redes de enmalle y espinel sobre otras especies tales como lenguado, merluza común, congrios y sierra. No existe una flota pesquera que se dedique en forma exclusiva a la captura de pejegallo, siendo más bien una actividad alternativa y/o estacional, complementaria a la extracción de otros recursos pesqueros, especialmente peces óseos.
- La estructura de tamaños vulnerable al arte de pesca está compuesta por individuos entre 20 y 70 cm LE.
- Fue posible determinar la edad en pejegallos utilizando la espina presente frente a la primera aleta dorsal.
- Suponiendo la formación anual de los anillos, las hembras resultaron ser más grandes y de mayor edad (5 años) que los machos (3 años).

- El mejor modelo que representa el crecimiento en machos, hembras y sexos combinados resultó ser el de Fabens modificado según el bifásico, donde los parámetros para sexos combinados fueron  $L_{\infty}=63,27$  cm LE,  $K=0,779$  años<sup>-1</sup>,  $h=0,51$  y  $t_h=2,73$  años.
- La mortalidad promedio estimada por tres métodos fue de 1,123 y 1,063 años<sup>-1</sup> para machos y hembras respectivamente.
- La talla crítica estimada corresponde a 43,7 cm LE para machos y de 42,7 cm LE para hembras.
- En machos la longitud y edad de madurez varió entre localidades. En Coquimbo IV Región, la talla promedio de primera madurez sexual (TPMS) fue de 43,7 cm LE, y la edad media de primera madurez sexual (EPMS) se estimó en 1,4 años. En San Antonio V Región, la TPMS fue de 42,2 cm LE y la EPMS de 1,2 años; en el Golfo de Arauco VIII Región, la TPMS fue de 40,7 cm LE y la EPMS de 1,1 años Corral; y en Corral XIV Región, la TPMS se estimó en 50,2 cm LE y la EPMS en 3,1 años.
- Las hembras de la localidad de Coquimbo IV Región, presentaron una longitud media de madurez sexual de 50,2 cm de longitud estándar y una edad de madurez de 3 años.
- El diámetro de ovocito máximo fue de 34,8 mm de una hembra de 60 cm LE.
- La fecundidad fue de 10,9 huevos maduros por hembra (d.s. 5,22).
- Los índices de actividad reproductiva, específicamente IGS de la localidad de Coquimbo IV Región, indica que en febrero tendrían un porcentaje de desarrollo, pero con un periodo principal en Agosto y septiembre para machos y solo en agosto para hembras.

- La dieta del pejegallo está constituida en su mayor parte por especies tipo crustáceo, de hábitos bentónicos.
- Las frecuencias y red haplotipicas por localidad, señalan que ninguna de las localidades constituiría un grupo genéticamente distinto, si no que serían parte de la variabilidad genética intrínseca de las poblaciones.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Acuña, E., L. Cid, E. Pérez, I. Kong, M. Araya, J. Lamilla & J. Peñailillo. 2001. Estudio biológico de tiburones (marrajo dentado, azulejo y tiburón sardinero) en la zona Norte y Central de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca. Proyecto FIP N°2000-23. Informe Final.
- Allen, R.L. & Punsley, R.G. 1984. Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 18(4):301-379.
- Andrade, I. & G. Pequeño: 2006. Primer registro de *Hydrolagus pallidus* Hardy & Stehmann, 1990 (Chondrichthyes: Chimaeridae) en el Océano Pacífico, con comentarios sobre los holocéfalos de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 41: 111-115.
- Araya, M. & L.A. Cubillos. 2006. Evidence of two-phase growth in elasmobranchs. Environ Biol Fish 77, 293-300.
- Arnheim, N., T. White and E. Rainey. 1990. Application of PCR: Organismal and Population Biology. BioScience. 40 (3): 174 – 182.
- Atlas, R. and A. Bej. 1994. Polymerase Chain Reaction. 418- 435 pp. En. Methods for general and molecular bacteriology. Capítulo XIX. Washington, D.C.
- Bahamonde, N. 1950. Alimentación del Peje Gallo (*Callorhynchus callorhynchus*). Investigaciones Zoológicas Chilenas, 1: 4-6.
- Bahamonde, N. 1950. Alimentación del Peje Gallo (*Callorhynchus callorhynchus*). Investigaciones Zoológicas Chilenas 1. 4-6.
- Barnett, L.A, R.L. Earley, D.A. Ebert & G.M. Cailliet. 2009. Maturity, fecundity, and reproductive cycle of the spotted ratfish, *Hydrolagus colliei*. Marine Biology 156: 301-316.
- Boré, D., Enríquez, N y G. Espinoza. 1984. "Chile: Sus recursos pesqueros. Corporación de Fomento de la Producción". Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Santiago, Chile. 160 pp.
- Brander, K., 1981. Disappearance of common skate *Raia batis* from Irish Sea. Nature 290, 48-49.
- Burnham, K.P. & D.R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach 2ed Springer-Verlag, New York, NY.

- Bustos, R. R. 1982. Pejegallos: *Callorhynchus callorhynchus*. Perfiles indicativos del sector pesquero nacional: Recurso, tecnología, producción, mercado. Santiago, CORFO: 103.
- Cailliet, G.M. & K.J. Goldman. 2004. Age Determination and Validation in Chondrichthyan Fishes. In: Carrier, J., J.A. Musick, and M. R. Heithaus (Editors), *Biology of Sharks and Their Relatives*, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida Chapter 14:339-447
- Cailliet, G.M., L.K. Martin, D. Kusher, P. Wolf & B.A. Welden. 1983a. Techniques for enhancing vertebral band in age estimation of California elasmobranchs. In: E.D. Prince and L. M. Pulos (eds.), *Proceedings of the international workshop on age determination of the pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*, p. 157-165. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech.Rep.NMFS 8.
- Cailliet, G.M., L.K. Martin, J.T. Harvey, D.Kusher & B.A. Welden. 1983b. Preliminary studies on the age and growth of blue *Prionace glauca*, common thresher, *Alopias vulpinus*, and shortfin mako *Isurus oxyrinchus*, sharks from California waters. In: E. D. Prince and L. M. Pulos (eds.), *Proceedings of the international workshop on age determination of the pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*, p. 179-188. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 8.
- Calis, E., Jackson, E.H., Notan, C.P. & F. Jeal. 2005. Preliminary age and growth estimates of the rabbitfish, *Chimaera monstrosa*, with implications for future resource management. *Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 15-26.
- Campana, S.E., M.C. Annand & J.I. McMillian. 1995. Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determination. *Trans. Am. Fish. Soc.* 124: 131-138.
- Carbonell, A., Alemany, F., Merella, P., Quetglas, A., Roman, E., 2003. The by-catch of sharks in the western Mediterranean (Balearic Islands) trawl fishery. *Fish. Res.* 61, 7-18.
- Carlson JK, E Cortés & DM Bethea. 2003. Life history and population dynamics of the finetooth shark (*Carcharhinus isodon*) in the northeastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 101: 281–292.
- Casey, J.M., Myers, R.A., 1998. Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science (Wash.)* 281, 690-692.
- Chen, S. & S. Watanabe. 1989. Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55(2):205-208.
- Chirichigno, N. & R.M. Cornejo. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. *Publicación Especial del Instituto del Mar del Perú*. Callao, 314 pp.

- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on análisis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:726-738.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J. Mar. Sci.* 56:707–717.
- Cortés E. 2002. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation Biology* 16: 1048–1062.
- De Buen, F. 1959. Lampreas, tiburones, rayas y peces en la estación de Biología Marina de Montemar, Chile. *Revista de Biología Marina* 9(1-2-3):3-305.
- De Buen, F. 1960. Tiburones, rayas y quimeras en la estación de Biología Marina de Montemar, Chile. *Revista de Biología Marina*, 10: 3- 50.
- Delfín, F. T. 1901. Catálogo de los peces de Chile. Imprenta Gillet. Valparaíso. 133 págs.
- Demboski, J; K. Brandy; K. Jacobsen & J. Cook. 1998. Implications of cytochrome b sequence variation for biogeography and conservation of the northern flying squirrels (*Glaucomys sabrinus*) of the Alexander Archipelago, Alaska. *Can. J. Zool.* 76(9): 1771–1777.
- Di Giácomo, E. & M.R. Perier. 1991. Evaluación de la biomasa y explotación comercial del pez gallo (*Callorhynchus callorhynchus*) en el Golfo de San Matías, Argentina. *Frente Marítimo*, 9: 7-13.
- Di Giácomo, E. & M.R. Perier. 1994. Reproductive biology of the cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian waters. *Fishery Bulletin*, 92: 531-539.
- Di Giácomo, E. & M.R. Perier. 1996. Feeding habits of cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian waters (Argentina). *Marine and Freshwater Research*, 47: 801-808.
- Di Giácomo, E. 1992. Distribución de la población del pez gallo (*Callorhynchus callorhynchus*) en el Golfo de San Matías, Argentina. *Frente Marítimo*, 12: 113-118.
- Di Giácomo, E., Parma, A.M. & J.M. Orensanz. 1994. Food consumption by the cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), from Patagonia (Argentina). *Environmental Biology of Fishes*, 40: 199-211.

- Di Giacomo, E. E. & M. R. Perier. 1996. Feeding Habits of Cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian Waters (Argentina). *Mar: Freshwater Res.* 47, 801-808.
- Didier, D.A. 1995. Phylogenetics systematics of extant Chimaeroid fishes (Holocephali, Chimaeroidei). *American Museum Novitates* 3119: 1-86.
- Docker, M; J. Youson; R. Bemish & R. Devlin. 1999. Phylogeny of the lamprey genus *Lampetra* inferred from mitochondrial cytochrome b and ND3 gene sequences. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*56(12): 2340–2349.
- Doebley, J. & J. Wendel. 1989. Application of RFLPs to plant systematics. In : Helentjarus, T.; Barr, B. (Eds.) *Development and application of molecular markers to problems in plant genetics*. New York, U.S.A. Cold Spring Harbor Laboratories. p.57–67.
- Dowling, N.A., Smith, D.C., Knuckey, I., Smith, A.D.M., Domaschenz, P., Patterson, H.M., Whitelaw, W. 2008. Developing harvest strategies for low-value and data-poor fisheries: case studies from Australian fisheries, *Fish. Res.* 94, 380–390.
- Dulvy, K.N., Metcalfe, D.J., Glanville, J., Pawson, G.M., Reynolds, D.J., 2000. Fishery Stability, Local Extinctions, and Shifts in Community Structure in Skates. *Conserv. Biol.* 14, 283-293.
- Dulvy, N.K., Ellis, J.R., Goodwin, N.B., Grant, A., Reynolds, J.D., Jennings, S., 2004. Methods of assessing extinction risk in marine fishes. *Fish Fish.* 5, 255-276.
- Edwards, C & D. Skibinski. 1987. Genetic variation of mitochondrial DNA in mussel (*Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*) population from South West England and South Wales. *Marine Biology (Berlin)*. 94: 547-556.
- Erlich, H. and N. Arnheim. 1992. Genetic analysis using the polymerase chain reaction. *Annu. Rev. Genet.* 26: 479 – 506.
- Eschmeyer, W. 2006. Catalog of Fishes on line. California Academy of Science (updated november, 2005). [www.calacademy.org](http://www.calacademy.org)
- Fabens, A.J. 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29: 265–289.
- Fajen, A & F. Breden. 1992. Mitochondrial DNA sequence variation among natural populations of the Trinidad Guppy. *Evolution* 46:1457-1465.

- Farias, I; Ortí, G; Samparo, I; Schneider, H & A. Meyer. 2001. The cytochrome b gene as phylogenetic markers: The limits of resolution for analyzing relationships among cichlid fishes. *J. Mol. Evol.* 53: 89-103.
- Felsenstein, J. 1986. Distance methods: a reply to Farris. *Cladistics* 2: 130-144.
- Fernández, J.C., Villalba, C.S. & A. Alviña. 1986. Parásitos del pejegallo, *Callorhynchus* (L.), en Chile: aspectos biológicos y sistemáticos. *Biología Pesquera*, 15: 63-73.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & Vrijenhoek, R. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 3, 294-297.
- Fowler, H. W. 1945. Fishes of Chile. Systematic Catalog. *Revista Chilena de Historia Natural* 45-47 (1941-1942-1943):1-171 (apartado).
- Fowler, H. W. 1951 Analysis of the fishes of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 51-53 (1947-1949): 263-326.
- Francis, M.P. 1997. Spatial and temporal variation in the growth rate of elephantfish (*Callorhynchus millii*). *New Zealand Jour. Mar Freshwater Research.* 31:9-23.
- Francis, M.P., Hurst, R.J., McArdle, B.H., Bagley, N.W. & O.F. Anderson. 2002. New Zealand demersal fish assemblages. *Environmental Biology of Fishes* 65: 215-234.
- Freer, D.W.L. & C.L. Griffiths. 1993a. The fishery for, and general biology of, the St Joseph *Callorhynchus capensis* (Dumeril) off the South-Western Cape, South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 13: 63-74.
- Freer, D.W.L. & C.L. Griffiths. 1993b. Estimation of age and growth in the St Joseph *Callorhynchus capensis* (Dumeril). *South African Journal of Marine Science*, 13: 75-81.
- Gálvez, P., J. Sateler, V. Escobar, J. Olivares y J. González. 2007. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Pesquería Demersal Zona Centro Sur y Aguas Profundas, 2006. Sección II: Pesquería Demersal, 2006. Informe Final SUBPESCA Código BIP 30066291-0, Valparaíso, Chile, IFOP:130p. + Anexos.
- Gavaris, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. *Can. J. Aquat. Sci.* 37, 2272-2275.
- Gili, R., M. Donoso, V. Ojeda, A. López, H. Miranda and M. Salamanca. 1999. Parámetros poblacionales de raya volantín de la VIII a X Regiones y métodos de asignación de edades. Informes Técnicos FIP. FIP - IT/ 97- 20. Instituto de

Fomento Pesquero. Fondo de Investigación Pesquera, Subsecretaría de Pesca. 104 p. + Anexos.

- Goldman, K.J. 2005. Age and growth of elasmobranch fishes 2005. Chapter 6, In: Musick, J.A.; Bonfil, R. (eds) Management techniques for elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 474. Rome, FAO. 251p.
- Grant, W & R. Waples. 2000. Spatial and Temporal Scales of genetic variability in marine and anadromous species: En: T. Parsons & P. Harrison. Editores. Implications for fisheries oceanography. 93 pp.
- Grewe, P., Billington, N & P. Hebert. 1990. Phylogenetic relationships among members of *Salvelinus* inferred from mitochondrial DNA divergence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 984–991
- Grijalva-Chon, J., J. Kumachi, K. Sosa- Nishizaki & J. de la Rosa-Vélez. 1994. Mitochondrial DNA analysis of North Pacific swordfish *Xiphias gladius* population structure. *Marine Ecology Progress Series* 115: 15-19 p.
- Hewitt, D.A. & J.M. Hoenig. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fish. Bull.* 103: 433-437.
- Hewitt, G.C. & P.M. Hine. 1972. Checklist of parasites of New Zealand fishes and of their hosts. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 6: 69-114.
- Hildebrand, S.F. 1946. A descriptive catalog of the shore fishes of Perú. *Bulletin of the U.S. National Museum* 189:1-530.
- Hoening, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull.* 82: 898-902.
- Holden, M.J. & D.F.S. Raitt. 1974. Manual of fisheries science, Pt. 2: Methods of resource investigation and their application. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 115, revision 1. United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy. Internet access: <http://www.fao.org/DOCREP/003/F0752E/F0752E00.htm>.
- Hosmer, D.W. & S. Lemeshow. 1989. *Applied Logistic Regression*. New York: Wiley.
- Jennings, S., Alvsvaag, J., Cotter, A.J.R., Ehrich, S., Greenstreet, S.P.R., Jarre-Teichmann, A., Mergardt, N., Rijnsdorp, A.D., Smedstad, O., 1999. Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: patterns in fishing effort, diversity and community structure. III. International trawling effort in the North Sea: an analysis of spatial and temporal trends. *Fish. Res.* 40, 125-134.

- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 820-822.
- Karlsbakk, E., Aspholm, P.E., Berg, V., Hareide, N.R. & B. Berland. 2002. Some parasites of the small-eyed rabbitfish, *Hydrolagus affinis* (Capello, 1867) (Holocephali), caught in deep waters off SWGreenland. *Sarsia* 87:179-184.
- Kikugawa,K., Katoh,K., Kuraku,S., Sakurai,H., Ishida,O., Iwabe,N. and Miyata,T. 2004. Basal jawed vertebrate phylogeny inferred from multiple nuclear DNA-coded genes. *BMC Biol.* 2 (1), 3 (2004).
- Kimura, D.K. 1981. Standardized measure of relative abundance based on modellin log (c.p.u.e), and their application to Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39:211-218.
- Lamilla, J., Acuña, E., Araya, M., Oliva, M., Kong, I., Villaroel, J.C., Hernández, S., Concha, F., Vögler, R., Bustamante, C. & E Mutche. 2005. Lineamientos básicos para desarrollar el Plan de Acción Nacional de Tiburones. Informe Final Proyecto F.I.P. Nº 2004-18. 2 Volúmenes + 7 Anexos.
- Liao, H, C. L. Pierce, & J. G. Larscheid. 2001. Empirical assessment of indices of prey importance in the diets of predacious fish. *Trans. Am. Fish. Soc.* 130:583–591.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez y J. Ortiz. 2001. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000. Informe final proyecto FIP 2000-04.
- Lillo, S., M. Rojas, R. Tascheri, V. Ojeda, J. Olivares, F. Balbontín, R. Bravo, S. Nuñez, M. Braun, J. Ortiz, P. Torres, F. Véjar, L. Cubillos & A. Saavedra. 2003. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2002. Informe final proyecto FIP 2002-03.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 pp. (+ figuras, tablas y anexos).
- Lillo, S., S. Nuñez, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Braun, R. Tascheri, A. Saavedra, R. Bravo, J. Ortiz, P. Torres, L. Cubillos & J. Olivares. 2002. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2001. Informe final proyecto FIP 2001-18.
- López, H.L., San Román, N.A. & E.E. Di Giacomo. 2000. On the South Atlantic distribution of *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali] Callorhynchidae). *Journal of Applied Ichthyology*, 16: 39.

- Mann, G. 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Ministerio de Agricultura y Universidad de Chile. 339 págs.
- Matallanas, J. 1982. Feeding habits of *Scymnorhinus licha* in Catalan waters. J. Fish Biol. 20:155–163.
- Maunder, M.N. & A.E. Punt. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fisheries Research 70:141-159.
- Menni, R.C. & H.L. López. 1984. Distributional patterns of Argentine marine fishes. PHYSIS (Buenos Aires), Secc. A, 42 (103): 86.
- Molina, D., Elgueta, H.C. & H. Osorio. 1980. Contenido gástrico de *Callorhynchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758) capturado entre Algarrobo y Pupuya (Chile) (Holocephali, Callorhynchidae). Noticiario Mensual del Museo de Historia Natural de Chile, 279-280: 4-10.
- Montoya, M. 2000. Estandarización de la técnica de PCR y utilización de enzimas re restricción para observar el polimorfismo en muestras de *Xiphias gladius* (pez espada) en Chile. Seminario para optar al Título de Biología Marina. Universidad de Concepción 40 pp.
- Montoya, R; Gómez, P; Gonzáles, M; Henríquez, M & A. Candia. 1996. Amplificación de genes por PCR y su aplicación al estudio de la biodiversidad. Bol. Soc. Concepción, Chile. 67: 43 – 51.
- Mullis, K. 1990. Reacción en cadena de la polimerasa. Investigación y Ciencia. 165: 30-37.
- Musick, J.A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M., Fordham, S., 2000. Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii ). Fisheries 25, 9-13.
- Nakamura, I. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. JAMARC. Tokyo. Japan. 369 págs.
- Ovenden, J. 1990. Mitochondrial DNA and Marine Stock assessment: A review. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 41:835-853.
- Oyarzún, C. 1997. Análisis de la diferenciación poblacional: el caso de *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) de la costa de Chile. Tesis Doctoral. Universidad de Concepción. 93 pp.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. int. Explor. Mer 39(2):175-192.

- Pequeño, G. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina, Valparaíso 24 (2): 1-132.
- Pequeño, G., Lamilla, J., 1997. Las pesquerías de condricios en Chile: Primer análisis. Biología Pesquera 26, 13-24.
- Pérez, A., Cortés, C. & A.H. Buschmann. 2005. Bycatch en Chile: Amenaza a la biodiversidad marina. Oceana documento 11, Santiago, Chile 60 pp.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant, & I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish. Bull. Calif. 152:1-105.
- Poulin, E; L. Cardenas; C. Hernandez; I. Kornfield & P.Ojeda. 2004. Resolution of the taxonomic status of Chilean and Californian jack mackerels using mitochondrial DNA sequences. Journal of fish Biology. 65:1160-1164.
- Punt, A., Walker, T., Taylor, B., Pribac, F. 2000. Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark. Fisheries Research 45:129-145.
- Quiroz, J.C., R. Wiff, C. Gatica y E. Leal. 2008. Composición de especies, tasas de captura y estructura de tamaño de peces capturados en la pesquería espinelera artesanal de rayas en la zona sur-austral de Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 36: 15-24.
- Reynolds, J.D., 2003. Life history and extinction risk. In: Macroecology (eds. T.M. Blackburn and K.J. Gaston), pp: 195-217. Blackwell Publishing, Oxford UK.
- Reynolds, J.D., Jennings, S., Dulvy, N.K., 2001. Life histories of fishes and population responses to exploitation. In: Conservation of exploitation species (eds. J.D. Reynolds, G.M. Mace, K.H. Redford and J.G. Robinson), pp: 148-168. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191:1-382.
- Ríos, E.C. & J. Pereira. 1986. "Pez elefante", un pez malacógafo. Sociedad Malacología de Uruguay, Comunicaciones. 51: 427-428.
- Sambrook, J; D. Russell. 2001. Spectrophotometry of DNA or RNA. Molecular Cloning. Third Edition 3: A 8.20-A 8.21.
- Shanubhogue, A., & P. A. Gore. 1987. Using logistic regression in ecology. Curr. Sci. 56: 933-936.
- Simpfendorfer, C.A. 1999a. Mortality estimates and demographic analysis for the Australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori*, from northern Australia. Fish. Bull. 97: 978-986.

- Simpfendorfer, C.A. 1999b. Demographic analysis of the dusky shark fishery in southwestern Australia, p. 149-160. *In: Life in the slow lane. Ecology and conservation of long-lived marine animals.* J.A. Musick (ed.). American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, Maryland.
- Simpfendorfer, C.A., R. Bonfil & R.J. Latour. 2005. Mortality estimation. Chapter 8, *In: Musick, J.A.; Bonfil, R. (eds) Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper.* No. 474. Rome, FAO. 251p.
- Snelson, F. F. Jr., T. J. Mulligan & S. E. Williams. 1984. Food habits, occurrence, and population structure of the bull shark, *Carcharhinus leucas* in Florida coastal lagoons. *Bull. Mar. Sci.* 34:71–80.
- Soriano, M., J. Moreau, J.M. Hoening & D. Pauly. 1992. New functions for the analysis of two-phase growth of juvenile and adult fishes, with application to Nile perch. *Trans. Am. Fish. Soc.* 121: 486-493.
- Stevens, J. D. 1973. Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca* L.) off southwest England. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 53:357–361.
- Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy, N.K., Walker, P.A., 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 476-494.
- Stillwell, C. E. & N. E. Kohler. 1982. Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:407–414.
- Suárez, M.E., J. Lamilla y C. Marquardt. 2004. Peces Chimaeriformes (Chondrichthyes, Holocephali) del Neógeno de la formación Bahía Inglesa. *Revista Geológica de Chile*, 31(1): 105-117.
- Sullivan, K.J. 1977. Age and growth of the elephant fish *Callorhynchus milii* (Elasmobranchii: Callorhynchidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 11: 745-753.
- Swing, K. & P. Béarez. 2006. First record of an elephant fish (Chondrichthyes, Holocephali) in Ecuadorian waters during an ENSO event. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41: 107-109.
- Taylor, C.C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 23:366-370.
- Tortora, R.D. 1978. A note on simple size estimation for multinomial populations. *The Amer. Statistician* 32: 100-102.

- Tyler, A. 1988. Biological bases for management of groundfish resources of the west coast of Canada. *Fisheries Science and Management*. Wooster, W (Ed.). Springer-Verlag. 28:216-234.
- Venables, W.N. & B.D. Ripley. 2002. *Modern Applied Statistics with S*, 4<sup>th</sup> ed. Springer-Verlag, New York.
- Venables, W.N. & C.M. Dichmont. 2004. GLMs, GAMs and GLMMs: an overview of theory for applications in fisheries research. *Fisheries Research* 70:319-337.
- Walker, T.I., 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine Freshwater Research* 49, 553-572.
- Wang, Z.Y.; Second, G. and Tanskleyry, S.D. 1992. Polymorphism and phylogenetic relationships among species in the genus *Oryza* as determined by analysis of nuclear RFLPs. *Theor. Appl. Genet.* 83:565-581.
- Ward, R.D., Zemlak, T.S., Innes, B.H., Last, P.R. & Hebert, P.D. 2005. DNA barcoding Australia's fish species. *Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.* 360 (1462), 1847-1857.
- Williams, J. & E. Burreson. 2005. Revision of the genus *Bdellamaris* (Hirudinea: Piscicolidae) including a new combination, *Bdellamaris manteri*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 2005, 39: 1331–1337.
- Winans, G. 1987. Using morphometric and meristic characters for identifying stocks of fish. National Marine Fisheries Service Northwest and Alaska Fisheries Center. NOAA Technical Memorandum NMIS- SEFC. 199: 25-62.

# TABLAS



**Tabla 3.5.1.** Parámetros de crecimiento para distintas especies de *Callorhinchus*.

Especie	$L_{\infty}$ (LH; cm)	K (año <sup>-1</sup> )	$t_0$ (año)	Sexo	Localidad	Período	Método
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	74,7	0,231	-0,78	M	Pegasus Bay, Nueva Zelanda	1966-68	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	156,9	0,096	-0,87	H	Pegasus Bay, Nueva Zelanda	1966-68	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	66,9	0,473	-0,24	M	Pegasus Bay, Nueva Zelanda	1983-84	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	113,9	0,195	-0,53	H	Pegasus Bay, Nueva Zelanda	1983-84	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	141,5	0,089	-0,96	M	Canterbury Bight, Nueva Zelanda	1966-68	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	203,6	0,06	-1,06	H	Canterbury Bight, Nueva Zelanda	1966-68	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	62,7	0,466	-0,38	M	Canterbury Bight, Nueva Zelanda	1988	Multifan
<i>C. milii</i> <sup>(1)</sup>	94,1	0,224	-0,69	H	Canterbury Bight, Nueva Zelanda	1988	Multifan
<i>C. Capensis</i> <sup>(2)</sup>	68,56	0,171	-0,721	M	South Africa	1987-1989	Espina
<i>C. Capensis</i> <sup>(2)</sup>	108,94	0,0515	-0,606	H	South Africa	1987-1989	Espina

Fuente

<sup>(1)</sup> Francis (1997)

<sup>(2)</sup> Freer y Griffiths (1993)

**Tabla 4.a.** Frecuencia de capturas positivas de pejegallo en las embarcaciones encuestadas y/o muestreadas durante el período Octubre 2006 a Febrero 2007. La zona de San Antonio presenta 100% de incidencia debido a que se encuestaron solamente embarcaciones con captura de pejegallo.

Región	Período	Nº Encuestas	Pesca Positiva	Porcentaje Pesca Positiva
IV Región	Total	197	97	49.2
	Octubre 2006	15	9	60.0
	Noviembre 2006	50	24	48.0
	Diciembre 2006	57	31	54.4
	Enero 2007	42	13	31.0
	Febrero 2007	33	20	60.6
V Región	Total	53	53	100.0
	Octubre 2006	5	5	100.0
	Noviembre 2006	4	4	100.0
	Diciembre 2006	6	6	100.0
	Enero 2007	15	15	100.0
	Febrero 2007	23	23	100.0
VIII Región	Total	29	3	10.3
	Octubre 2006	7	2	28.6
	Noviembre 2006	7	1	14.3
	Diciembre 2006	6	0	0.0
	Enero 2007	9	0	0.0
IX y X Región	Total	18	2	11.1
	Octubre 2006	4	1	25.0
	Noviembre 2006	8	1	12.5
	Diciembre 2006	3	0	0.0
	Enero 2007	3	0	0.0

**Tabla 4.b.** Número de embarcaciones artesanales que registran desembarque de pejelgalo por mes y localidad, durante el período Octubre 2006 a Febrero 2007. Fuente de información: estadística oficial Sernapesca.

Región	Puerto	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
IV	Coquimbo	18	27	18	33	44
	Los Vilos	4	1	7	5	5
V	San Antonio	16	13	31	89	71
VIII	Talcahuano	4	1	0	1	0
	San Vicente	7	1	0	0	0
IX	Queule	0	0	0	0	0
X	Valdivia	4	8	2	3	0
	Pto. Montt	1	2	0	0	0

**Tabla 4.9.1.** Tabla resumen con las muestras utilizadas en el análisis genético.

Código Barcode	Código FIP	Longitud Secuencia	Institución	Sector	Lat	Lon	Notas
0359/F12	CH-CQ1	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F11	CH-CQ2	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F10	CH-CQ3	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F09	CH-CQ4	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F08	CH-CQ5	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F07	CH-CQ6	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F06	CH-CQ7	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F05	CH-CQ8	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
0359/F04	CH-CQ9	652	Universidad de Concepción	Coquimbo	-29,6	-71,2	Oceano Pacifico
355/H07	CH-SA1	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H06	CH-SA2	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H05	CH-SA3	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H04	CH-SA4	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H03	CH-SA5	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H02	CH-SA6	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
355/H01	CH-SA7	652	Universidad de Concepción	San Antonio	-33,6	-71,6	Oceano Pacifico
0358/F09	CH-GA1	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,0	-73,1	Oceano Pacifico
0358/F08	CH-GA2	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,0	-73,1	Oceano Pacifico
0358/F07	CH-GA3	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,0	-73,1	Oceano Pacifico
0358/E08	CH-GA4	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-36,7	-73,1	Oceano Pacifico
0358/E07	CH-GA5	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-36,7	-73,1	Oceano Pacifico
RG0018	CH-GA6	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,1	-73,3	Oceano Pacifico
RG0019	CH-GA7	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,1	-73,3	Oceano Pacifico
RG0022	CH-GA8	secuencia negativa	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,1	-73,3	Oceano Pacifico
RG0021	CH-GA9	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,1	-73,3	Oceano Pacifico
RG0020	CH-GA10	652	Universidad de Concepción	Golfo de Arauco	-37,1	-73,3	Oceano Pacifico
INIDEP-T 0007	EU074381_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-46.471	-66.369	Oceano Atlántico
INIDEP-T 0223	EU074380_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-43.493	-65.002	Oceano Atlántico
INIDEP-T 0003	EU074379_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-46.471	-66.369	Oceano Atlántico
INIDEP-T 0004	EU074378_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-46.471	-66.369	Oceano Atlántico
INIDEP-T 0329	EU074377_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-37.32	-57.19	Oceano Atlántico
INIDEP-T 0006	EU074375_Ar	652	Universidad Nacional de Mar del Plata	Patagonia	-46.471	-66.369	Oceano Atlántico

**Tabla 5.2.1.-** Morfometría del peje-gallo provenientes de Coquimbo (IV Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).

Medida en % de Lt	Rango	Media	D. E.	N
LS	84,3-88,4	85,9	0,981	36
LP2	53,9-60,7	56,7	1,409	36
LMP1	28,1-35,9	32,5	1,5	36
LC	25,2-34,4	28,6	2,046	36
LID	24,2-31,6	26,7	1,731	36
LIID	57,2-63,9	61,2	1,42	36
LP1P2	21,9-27,7	24,9	1,551	35
LD1D2	19,4-26,4	23,1	1,56	36
ORB	2,5-3-5	2,9	0,25	36
INTORB	6,1-7,5	6,8	0,334	36
PEDCAUD	4,1-5,7	4,9	0,407	36
ACEF	0,7-3,2	2,5	0,945	8
CLASPER	10,0-16,1	14,2	2,176	7

**Tabla 5.2.2.-** Morfometría del peje-gallo provenientes de San Antonio (V Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).

Medida en % de Lt	Rango	Media	D. E.	N
LS	84,6-91,3	86,7	1,528	14
LP2	55,1-61,0	57,7	1,824	15
LMP1	29,7-36,0	32,1	1,720	15
LC	24,6-28,7	26,7	1,245	15
LID	24,4-28,7	26,9	1,325	15
LIID	59,1-65,6	62,1	1,953	15
LP1P2	21,8-28,9	26,5	1,893	14
LD1D2	21,5-27,2	24,2	1,823	15
ORB	2,6-3,5	3,1	0,224	15
INTORB	3,2-7,5	5,9	0,909	15
PEDCAUD	3,7-4,8	4,2	0,324	15
ACEF	1,9-2,4	2,2	0,178	10
CLASPER	13,7-17,6	15,3	1,084	10

**Tabla 5.2.3.-** Morfometría del peje-gallo provenientes de Lota (VIII Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).

Medida en % de Lt	Rango	Media	D. E.	N
LS	83,9-88,5	86,6	1,301	15
LP2	54,0-58,9	57,0	1,837	14
LMP1	29,5-36,6	31,6	2,047	15
LC	23,8-29,1	26,8	1,853	15
LID	23,8-31,7	27,6	2,331	15
LIID	59,6-67,3	62,8	2,274	14
LP1P2	21,5-27,9	24,9	1,934	15
LD1D2	20,8-26,3	23,6	1,617	14
ORB	2,7-3,8	3,3	0,329	15
INTORB	5,0-6,7	5,9	0,582	15
PEDCAUD	3,5-4,6	3,9	0,363	15
ACEF	2,2-2,5	2,4	0,149	3
CLASPER	15,1-15,2	15,2	0,079	3

**Tabla 5.2.4.-** Morfometría del peje-gallo provenientes de Valdivia (XIV Región) (D.E. = desviación estándar, N = Número de ejemplares).

Medida en % de Lt	Rango	Media	D. E.	N
LS	83.7-94.5	91.5	2.439	33
LP2	49.1-66.1	59.4	3.384	32
LMP1	32.2-44.5	38.3	3.338	32
LC	22.0-32.7	28.1	2.231	32
LID	22.4-34.6	26.7	3.172	32
LIID	60.9-73.2	66.1	2.238	32

**Tabla 5.2.5.-** Comparación de los rangos de medidas seleccionadas de peje-gallo provenientes de Coquimbo, San Antonio, Lota y Valdivia, Chile.

Medida en % de Lt	Rangos			
	Coquimbo	San Antonio	Lota	Valdivia
LS	84,3-88,4	84,6-91,3	83,9-88,5	83.7-94.5
LP2	53,9-60,7	55,1-61,0	54,0-58,9	49.1-66.1
LMP1	28,1-35,9	29,7-36,0	29,5-36,6	32.2-44.5
LC	25,2-34,4	24,6-28,7	23,8-29,1	22.0-32.7
LID	24,2-31,6	24,4-28,7	23,8-31,7	22.4-34.6
LIID	57,2-63,9	59,1-65,6	59,6-67,3	60.9-73.2
LP1P2	21,9-27,7	21,8-28,9	21,5-27,9	s/d
LD1D2	19,4-26,4	21,5-27,2	20,8-26,3	s/d
ORB	2,5-3,5	2,6-3,5	2,7-3,8	s/d
INTORB	6,1-7,5	3,2-7,5	5,0-6,7	s/d
PEDCAUD	4,1-5,7	3,7-4,8	3,5-4,6	s/d
ACEF	0.7-3.2	1.9-2,4	2,2-2,5	s/d
CLASPER	10,0-16,1	13,7-17,6	15,1-15,2	s/d

**Tabla 5.3.1.-** Total de lances de pesca con captura de pejegallo

	2005	2006	2007
N° Bitácoras	491	743	123
Captura Total (ton)	11600	3036	406
Captura Pejegallo (ton)	116	87	24
Proporción Pejegallo	1%	2.9%	5.9%

**Tabla 5.3.2.-** Resumen mensual de lances de pesca con captura de pejegallo

	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
<b>Enero</b>	48	158	11
<b>Febrero</b>	62	79	27
<b>Marzo</b>	63	73	0
<b>Abril</b>	47	75	19
<b>Mayo</b>	38	67	22
<b>Junio</b>	37	70	7
<b>Julio</b>	25	49	10
<b>Agosto</b>	5	5	9
<b>Septiembre</b>	16	12	8
<b>Octubre</b>	55	78	7
<b>Noviembre</b>	70	40	2
<b>Diciembre</b>	25	37	1

**Tabla 5.3.3.-** Resumen estadístico de las relaciones entre las capturas y el esfuerzo de pesca (ver Figuras 5.3.2 y 5.3.3) ejercido por la flota industrial (n=76)

Modelo	R <sup>2</sup>	F	p
Captura Total ~ vcp	0.66	144.7	<0.05
Captura Pejegallo ~ vcp	0.82	348.5	<0.05
Captura Total ~ dfpto	0.63	131.9	<0.05
Captura Pejegallo ~ dfpto	0.74	218.7	<0.05

**Tabla 5.3.4.-** Duración media y varianza de los viajes con captura de pejejallo

	2005		2006		2007	
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación
<b>Enero</b>	3.29	1.50	4.65	1.35	3.91	2.77
<b>Febrero</b>	3.37	1.24	5.08	1.82	2.15	0.99
<b>Marzo</b>	3.30	1.52	4.36	1.98	--	--
<b>Abril</b>	3.55	1.35	5.43	1.56	4.32	1.16
<b>Mayo</b>	3.79	2.26	5.03	2.11	4.50	2.26
<b>Junio</b>	2.89	1.84	6.71	2.71	5.29	1.60
<b>Julio</b>	3.72	1.54	7.20	5.27	4.70	2.67
<b>Agosto</b>	3.00	0.71	5.40	2.79	1.00	0.00
<b>Septiembre</b>	4.38	2.03	5.50	0.80	4.00	1.85
<b>Octubre</b>	4.56	1.95	4.36	1.13	3.29	1.89
<b>Noviembre</b>	4.31	1.81	2.75	1.39	3.50	2.12
<b>Diciembre</b>	4.24	1.54	5.54	2.34	2.00	**

\*\* Sólo 1 observación (ver Tabla 2); -- Sin observaciones

**Tabla 5.3.5.-** Resumen estadístico de ANOVA entre los días fuera de puerto y los cambios temporales a nivel mensual y anual

Modelo	Cuad. Medio	F	p
dfpto ~ Mes	13	2.53	>0.05
dfpto ~ Mes + Año	129	25.57	<0.05
dfpto ~ Mes + Año + Mes:Año	18.7	3.72	>0.05

**Tabla 5.3.6.-** Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual

Modelo	Gr. Liber	Deviance	Dev. Residual	% Explicación
Nulo			2288.02	
cpue ~ glm(mes)	11	230.40	2057.62	10.1%
cpue ~ glm(mes + año)	2	162.79	1894.83	7.1%
cpue ~ glm(mes + año + mes:año)	21	164.46	1730.36	7.2%
			Total	24.4%

**Tabla 5.3.7.-** Resumen estadístico del glm entre la cpue y los cambios a nivel mensual

Mod 1	Estimación	Error Std	Valor z	p(> z )
Prop ~ glm(Mes)				
Intercepto	-1.29393	0.24545	-5.272	0.001
Mes	-0.12828	0.04433	-2.894	0.01
Deviance Residual	217.813			

**Tabla 5.3.8.-** Comparación de los glm utilizados para predecir la proporción de pejegallo en las capturas, utilizando predictores Mes y Año

	GI residuales	Deviance Residual	Diferencia Deviance	p(> χ <sup>2</sup>  )
Mod 1   prop ~ glm(Mes)	477	217.813		
Mod 2   prop ~ glm(Mes + Año)	476	204.313	13.499	0.001

**Tabla 5.3.9.-** Captura de pejegallo reportada por el Servicio Nacional de Pesca

	2005	2006	2007
Pejegallo (ton)	142	96	156

**Tabla 5.3.10.-** Comparación de los glm utilizados para predecir las tasas de captura utilizando predictores Zona, Mes y Año

	GI residuales	Deviance Residual	Diferencia Deviance	p(> χ <sup>2</sup>  )
Mod 1: glm(Mes + Año)	1342	1850.05		
Mod 2: glm(Mes + Año + Zona)	1340	1774.97	75.07	<0.001
Mod 3: glm(Mes + Año + Zona + Año:Zona)	1336	1719.30	55.67	<0.001
Mod 4: glm(Mes + Año + Zona + Mes:Zona)	1320	1719.88	-0.59	>1

**Tabla 5.3.11.-** Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual

Modelo	Gr Libertad	Deviance	Dev. Residual	% Explicación
Nulo			2270.15	
Mes	11	224.32	2045.83	9.88%
Año	2	195.78	1850.05	8.62%
Zona	2	75.07	1774.97	3.30%
Año:Zona	4	55.67	1719.30	2.42%
			Total	24.26%

**Tabla 5.3.12.-** Número de viajes de pesca por pesquería artesanal para el período 2005-2007

	2005	2006	2007	% Total
Cerco de mano	9	0	0	0.7
Enmalle	720	362	46	90.7
Espinel	40	33	2	6.0
Línea de mano	16	16	0	2.6

**Tabla 5.3.13.-** Resumen estadístico de ANOVA entre los días fuera de puerto y los cambios temporales a nivel mensual y anual en la flota artesanal

modelo	Cuad. Medio	F	p
dfpto ~ Mes	14.7	2.4849	<0.05
dfpto ~ Mes + Año	31.7	5.3696	<0.05
dfpto ~ Mes + Año + Mes:Año	18.7	0.7498	>0.05

**Tabla 5.3.14.-** Captura media de pejegallo por Región para el período 2005-2007

Captura (ton)	IV	V	VII	VIII	IX	X
2005	0.208	20.061	--	39.577	82.191	37.253
2006	3.117	6.562	--	7.987	43.914	30.958
2007	--	--	0.09	3.637	0.340	--

**Tabla 5.3.15.-**Comparación de los glm utilizados para predecir las tasas de captura en la flota de enmalle utilizando predictores año, mes, región y sus interacciones

	GI residuales	Deviance Residual	Diferencia Deviance	p(> x2 )
Mod 1: glm(mes + año)	1201	1605.58		
Mod 2: glm(mes + año + región)	1196	1562.88	42.70	<0.001
Mod 3: glm(mes + año + región + año:región)	1191	1550.34	12.54	>0.1
Mod 4: glm(mes + año + región + mes:año)	1179	1486.01	64.33	<0.001
Mod 5: glm(mes + año + región + mes:región)	1159	1396.18	89.83	<0.001

**Tabla 5.3.16.-** Resumen estadístico de los glm entre la cpue y los cambios temporales a nivel mensual y anual en la flota de enmalle

Modelo	Gr Libertad	Deviance	Dev. Residual	% Explicación
Nulo			1691.08	
Año	2	30.49	1660.58	1.8%
Mes	11	55.00	1605.58	3.2%
Región	5	42.70	1562.88	2.6%
Mes:Región	37	166.71	1396.18	9.8%
			Total	17.4%

**Tabla 5.4.1.-** Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo noviembre 2006 a enero 2008, IV Región. L8 (longitud estandar).

SEXO	L8	Nov-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Sep-07	Oct-07	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Total
Hembras	Promedio	44,15	46,74	49,03	46,35	40,53	43,85	46,66	46,02	37,09	45,20	46,26	47,82	46,71	52,34	47,59	45,47
	Mín	28,5	30,5	26	33,5	33,5	37	34,5	35,5	25,5	30	31	33	31	40	28	25,5
	Máx	67	64	70	68	51	51	64,5	63	64	65,5	54	65	67,5	63,5	61	70
	N°	55	127	50	78	16	13	64	22	74	63	31	33	36	16	27	705
	PropSex	0,50	0,59	0,67	0,56	0,27	0,59	0,50	0,33	0,46	0,47	0,47	0,54	0,63	0,84	0,82	0,52
Machos	Promedio	41,26	43,46	40,80	43,14	41,22	40,28	43,19	42,03	37,29	42,32	42,43	41,79	41,17	39,33	44,42	41,64
	Mín	27,5	28,5	26,5	33	31	31,5	35	31	27	20,5	31	32	34,5	30	30	20,5
	Máx	54,5	53,5	49,5	56	48,5	46,5	51	61	51,5	53,5	56	51	51	47	51	61
	N°	55	90	25	62	43	9	65	44	87	70	35	28	21	3	6	643
	PropSex	0,50	0,41	0,33	0,44	0,73	0,41	0,50	0,67	0,54	0,53	0,53	0,46	0,37	0,16	0,18	0,48
Ambos	Promedio	42,71	45,38	46,29	44,93	41,03	42,39	44,91	43,36	37,20	43,68	44,23	45,05	44,67	50,29	47,02	43,65
	Mín	27,5	28,5	26	33	31	31,5	34,5	31	25,5	20,5	31	32	31	30	28	20,5
	Máx	67	64	70	68	51	51	64,5	63	64	65,5	56	65	67,5	63,5	61	70
	N°	110	217	75	140	59	22	129	66	161	133	66	61	57	19	33	1348

**Tabla 5.4.2.-** Parámetros Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la IV Región.

Sexo \ Parámetros	a	b	r <sup>2</sup>	n
IV Hembras	0,0131	3,07	0,9617	705
IV Machos	0,0288	2,8575	0,9042	643
IV Ambos	0,0164	3,0099	0,9454	1348

**Tabla 5.4.3.-** Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo octubre 2006 a marzo 2007, V Región. L8 (longitud estandar).

SEXO	L8	Oct-06	Nov-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07	Mar-07	Abr-07	Total
Hembras	Promedio	44,35	46,08	50,85	48,20	47,30	51,78	49,00	47,90
	Mín	21	31	32,4	27	27	32	43	21
	Máx	60	57	61	69	68	68	55	69
	N	40	13	4	105	133	51	2	348
	PropSex	0,59	0,43	0,17	0,70	0,64	0,61	0,40	0,61
Machos	Promedio	43,48	43,65	46,07	45,38	45,67	46,75	33,83	45,21
	Mín	35	39	41,7	37	23	42	29	23
	Máx	48	52	50	55	62	50	43,5	62
	N	28	17	20	45	76	32	3	221
	PropSex	0,41	0,57	0,83	0,30	0,36	0,39	0,60	0,39
Ambos	Promedio	43,99	44,70	46,86	47,36	46,71	49,84	39,90	46,85
	Mín	21	31	32,4	27	23	32	29	21
	Máx	60	57	61	69	68	68	55	69
	N	68	30	24	150	209	83	5	569

**Tabla 5.4.4.-** Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la V Región

Sexo \ Parámetros	a	b	r <sup>2</sup>	n
V Hembras	0,0595	2,6332	0,7947	348
V Machos	1,3676	1,8099	0,5683	221
V Ambos	0,1111	2,4704	0,7524	569

**Tabla 5.4.5.-** Talla promedio, rango de tallas (talla mínima y máxima), número de ejemplares analizados por sexo y totales, y proporción sexual del pejegallo, periodo noviembre 2006 a marzo 2007, VIII Región. L8 (longitud estandar).

SEXO	L8	Sep-06	Nov-06	Dic-06	Mar-07	Total
Hembras	Promedio	43,13	43,05	36,35	39,50	41,39
	Mín	33,26	31,93	32,82	31,67	31,67
	Máx	50,95	60,23	40,78	48,47	60,23
	N	3	21	5	8	37
	PropSex	0,50	0,60		0,57	0,62
Machos	Promedio	45,70	43,11	-	37,47	41,98
	Mín	42,54	35,47	-	28,39	28,39
	Máx	48,21	49,62	-	44,76	49,62
	N	3	14	-	6	23
	PropSex	0,50	0,40	-	0,43	0,38
Ambos	Promedio	44,42	43,08	36,35	38,63	41,61
	Mín	33,26	31,93	32,82	28,39	28,39
	Máx	50,95	60,23	40,78	48,47	60,23
	N	6	35	5	14	60

**Tabla 5.4.6.-** Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la VIII Región.

Región \ Parámetros	a	b	r <sup>2</sup>	n
VIII Hembras	0,0032	3,4264	0,9783	9
VIII Machos	0,001	3,7325	0,9854	11
VIII Ambos	0,0021	3,5384	0,9794	21

**Tabla 5.4.7.-** Resumen de distribución de frecuencias de tamaño y proporción sexual del pejegallo durante el periodo Octubre 2006 a Agosto 2007, XIV Región.  
L8 (longitud estandar)

SEXO	L8	Oct-06	Dic-06	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Total
Hembras	Promedio	51,67	52,03	54,69	63,19	47,58	46,04	49,65	44,00	54,45
	Mín	42,1	45	28,2	33	33	31	38,14	36,5	28,2
	Máx	65,3	65,3	67	99	65	72	69,64	57	99
	N	13	27	12	84	13	44	28	4	225
	PropSex	0,81	1,00	0,44	0,37	0,31	0,46	0,36	0,05	0,38
Machos	Promedio	46,00		51,04	60,77	49,30	44,32	47,39	47,64	52,53
	Mín	44		33,3	34	40	29	37,63	38	29
	Máx	47,2		58,5	99	58	54	57,99	55,5	99
	N	3		15	141	29	52	49	71	360
	PropSex	0,19		0,56	0,63	0,69	0,54	0,64	0,95	0,62
Ambos	Promedio	50,61	52,03	52,66	61,67	48,77	45,11	48,21	47,44	53,27
	Mín	42,1	45	28,2	33	33	29	37,63	36,5	28,2
	Máx	65,3	65,3	67	99	65	72	69,64	57	99
	N	16	27	27	225	42	96	77	75	585

**Tabla 5.4.8.-** Parámetros de la Relación Longitud estandar -peso total de pejegallo en la XIV Región.

Parámetros Región	a	b	r <sup>2</sup>	n
XIV Hembras	0,0108	3,0632	0,9293	138
XIV Machos	0,0304	2,7885	0,7568	186
XIV Ambos	0,0162	2,9539	0,8591	324

**Tabla 5.5.1.** Clave longitud estándar y edad.

Longitud estándar	Edad (años)								
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
34	1								
35	1								
37	1								
38	2								
39	3								
40	6								
41			5						
42			3	2	1				
43		1	4		1				
44			4	1					
45		1	4		1				
46		1	6	1	2				
47		1	2	1	6				
48			6	1	4				
49		1	2	1	4				
50			2		2				
51			3						
52			1						
53			2		1				
54					1				
55					1		1		
56					4				
57							1		
59							1		
60							1		
62							1		1
65									1
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>44</b>	<b>7</b>	<b>28</b>		<b>5</b>		<b>2</b>

**Tabla 5.5.2.** Modelos ajustados a la información de longitud estándar y edad. Significado de los parámetros se explican en el texto. Con negrilla parámetros significativos. Entre paréntesis error estándar del parámetro. SRC: sumatoria de residuos al cuadrado; AIC: índice de Akaike.

Ambos sexos (n = 105)								
	<i>L<sub>oo</sub></i>	<i>K</i>	<i>t<sub>0</sub></i>	<i>L<sub>0</sub></i>	<i>h</i>	<i>t<sub>h</sub></i>	SRC	AIC
von Bertalanffy	298.08 (1410.48)	0.022 (0.123)	-5.54 (3.777)	-	-	-	1377.24	276.26
Fabens	<b>54.32</b> (1.371)	<b>0.796</b> (0.076)	-	14.49	-	-	1735.62	298.54
Bifásico	<b>62.26</b> (2.408)	<b>0.904</b> (0.277)	-0.211 (0.291)	-	<b>0.5</b> (0.094)	<b>2.73</b> (0.06)	1129.02	259.39
Bifásico (Fabens)	<b>63.27</b> (1.971)	<b>0.779</b> (0.075)	-	14.49	<b>0.51</b> (0.043)	<b>2.73</b> (0.058)	1129.75	257.46
Machos (n = 68)								
	<i>L<sub>oo</sub></i>	<i>K</i>	<i>t<sub>0</sub></i>	<i>L<sub>0</sub></i>	<i>h</i>	<i>t<sub>h</sub></i>	SRC	AIC
von Bertalanffy	<b>47.37</b> (0.814)	2.474 (1.282)	0.299 (0.377)	-	-	-	766.54	170.72
Fabens	<b>48.232</b> (0.907)	<b>1.446</b> (0.237)	-	14.49	-	-	774.32	169.41
Bifásico	<b>48.311</b> (1.043)	6.819 (7.208)	<b>0.778</b> (0.196)	-	<b>0.687</b> (0.281)	<b>2.472</b> (0.251)	712.53	169.75
Bifásico (Fabens)	<b>64.09</b> (16.116)	0.818 (0.454)	-	14.49	<b>0.5684564</b> (0.057)	<b>2.7505123</b> (0.066)	725.97	169.02
Hembras (n = 37)								
	<i>L<sub>oo</sub></i>	<i>K</i>	<i>t<sub>0</sub></i>	<i>L<sub>0</sub></i>	<i>h</i>	<i>t<sub>h</sub></i>	SRC	AIC
von Bertalanffy	299.87 (1034.425)	0.026 (0.106)	-4.175 (2.291)	-	-	-	312.79	84.98
Fabens	<b>60.61</b> (2.408)	<b>0.592</b> (0.072)	-	14.49	-	-	577.76	105.68
Bifásico	<b>73.05</b> (23.076)	0.315 (0.383)	-1.502 (1.714)	-	0.213 (0.243)	<b>2.502</b> (0.203)	297.94	87.18
Bifásico (Fabens)	<b>62.798689</b> (1.783)	<b>0.7851857</b> (0.084)	-	14.49	<b>0.5175929</b> (0.067)	<b>2.5205301</b> (0.078)	305.46	86.10

**Tabla 5.5.3.** Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Ambos sexos.

	Modelos Empíricos		
	Pauly (1980)	Hoening (1983)	Jensen (1996)
a) sólo con error en los parámetros de entrada:			
Promedio	0,88	1,13	1,17
DS	0,06	0,08	0,09
CV (%)	6,58	7,53	7,67
Mediana	0,88	1,13	1,17
Linf95%	0,79	0,98	1,02
Lmax95%	0,99	1,29	1,35
b) Error en los parámetros de entrada y error de predicción			
Promedio	0,93	1,15	1,21
DS	0,35	0,25	0,12
CV (%)	37,62	21,37	9,62
Mediana	0,88	1,13	1,21
Linf95%	0,48	0,79	1,03
Lmax95%	1,79	1,70	1,44

**Tabla 5.5.4.** Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Machos.

	Modelos Empíricos		
	Pauly (1980)	Hoening (1983)	Jensen (1996)
a) sólo con error en los parámetros de entrada:			
Promedio	0,85	1,23	1,29
DS	0,36	0,57	0,60
CV (%)	42,17	46,31	47,02
Mediana	0,82	1,19	1,24
Linf95%	0,31	0,32	0,32
Lmax95%	1,65	2,44	2,58
b) Error en los parámetros de entrada y error de predicción:			
Promedio	0,92	1,25	1,33
DS	0,51	0,63	0,63
CV (%)	55,31	50,01	47,47
Mediana	0,83	1,20	1,30
Linf95%	0,27	0,31	0,34
Lmax95%	2,13	2,66	2,68

**Tabla 5.5.5.** Estimación de la mortalidad natural con tres metodologías considerando error en los parámetros de entrada y error de predicción. Hembras.

	Modelos Empíricos		
	Pauly (1980)	Hoening (1983)	Jensen (1996)
a) sólo con error en los parámetros de entrada:			
Promedio	0,88	1,13	1,18
DS	0,06	0,09	0,09
CV (%)	6,70	7,79	7,94
Mediana	0,88	1,13	1,18
Linf95%	0,78	0,98	1,02
Lmax95%	1,00	1,30	1,36
b) Error en los parámetros de entrada y error de predicción			
Promedio	0,93	1,15	1,22
DS	0,34	0,25	0,12
CV (%)	36,53	21,35	9,76
Mediana	0,87	1,13	1,22
Linf95%	0,50	0,80	1,02
Lmax95%	1,72	1,70	1,45

**Tabla 5.5.6.** Edad y talla crítica para pejegallo. b: parámetro de la relación longitud peso; M: mortalidad natural.

Parámetros	Machos	Hembras
<i>b</i>	2.75	3.05
<i>M</i>	1.123	1.063
<i>t</i> *	1.344	1.502
<i>L</i> *	43.713	42.756

**Tabla 5.6.1.-** Estimación de la talla media de madurez sexual ( $L_m$ ) de machos para la fracción de la población que se distribuye entre Coquimbo, IV Región y Corral, XIV Región. Los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit. El error estándar de los parámetros se muestra entre paréntesis. El asterisco indica la significancia de los parámetros, i.e.  $\Pr(>|z|) < 0,05$ .

Parámetros	Coquimbo, IV Región	San Antonio, V Región	Golfo Arauco, VIII Región	Corral, XIV Región
$a$	-20,662* (2,95)	-13,510*(2,41)	-31,642 (29,44)	-14,885*(2,33)
$b$	0,471* (0,068)	0,321*(0,054)	0,777 (0,706)	0,296* (0,047)
$L_m$	44,0	42,2	40,7	50,2
Deviance nula	276,37	276,72	12,36	276,15
Deviance residual	164,07	211,06	3,87	211,25
Deviance explicada (%)	40,6	23,7	68,6	23,5
n	213	220	9	209

**Tabla 5.6.2.-** Estimación de la edad media de madurez sexual ( $t_m$ ) de machos, basándose en los parámetros del crecimiento Bifásico de Fabens.

Localidad	$t_m$ (años)
Coquimbo, IV Región	1,4
San Antonio, V Región	1,2
Golfo Arauco, VIII Región	1,1
Corral, XIV Región	3,1

**Tabla 5.6.3.** Estimación de la talla media de madurez sexual ( $L_m$ ) de hembras para fracción de la población que se distribuye en Coquimbo, IV Región. Los parámetros de la función logística ( $a$  y  $b$ ) fueron estimados mediante GLM, familia binomial y enlace logit. El error estándar de los parámetros se muestra entre paréntesis. El asterisco indica la significancia de los parámetros, i.e.  $\Pr(>|z|) < 0,05$ .

Parámetros	Coquimbo, IV Región
$a$	-25,003* (8,78)
$b$	0,498* (0,174)
$L_m$	50,2
Deviance nula	45,829
Deviance residual	14,745
Deviance explicada (%)	67,8
n	36

**Tabla 5.8.1.** Descripción espacio-temporal de la obtención de estómagos durante el periodo de estudio (Octubre 2007-Julio 2007)

MES	V REGION	V REGION	XIV REGION
OCTUBRE / 2006			16
DICIEMBRE / 2006	9		26
ENERO / 2007	5		
MARZO / 2007		12	29
ABRIL / 2007			58
MAYO / 2007			39
JUNIO / 2007			67
JULIO / 2007			45
TOTAL	14	12	280

**Tabla 5.8.2** Resultados del Análisis de Varianza para el índice de llenado en peso (FWI) por estación, mes, sexo y longitud total de los ejemplares procesados (n = 306)

FACTOR	SC	g.l.	SCM	F	P
Longitud Total	20,944	1	20,944	19,737	1,30e-05 ***
Mes	81,315	7	11,616	13,549	5,87e-15 ***
Estación	13,393	3	4,464	4,069	0,007 **
Sexo	2,034	1	2,034	1,798	0,181 ns

Factor: variable respuesta; SC: suma de cuadrados; g.l.: grados de libertad; SCM: suma de cuadrados medios; F: prueba F; p: valor p

**Tabla 5.8.3.** Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de presas en los estómagos analizados de peje gallo (*Callorhynchus callorhynchus*). (n = 306).

ITEM	F	N	P	F%	%N	%P	IIR	IIR%	IIN	IIN%
MOLLUSCA										
Bivalvia										
<i>Tagelus dombeii</i>	16	26	56.2	5.2	0.5	1.1	8.6	0.1	166.5	1.4
<i>Protothaca thaca</i>	72	143	304.1	23.5	2.9	6.0	210.0	3.2	828.6	6.8
<i>Mytilus edulis</i>	8	8	65.7	2.6	0.2	1.3	3.8	0.1	65.3	0.5
Gastropoda										
<i>Sp1</i>	31	504	436.0	10.1	10.3	8.6	191.4	3.0	1020.7	8.4
CRUSTACEA										
Decapoda										
<i>Natantia "apendices de camarones"</i>	40	41	415.8	13.1	0.8	8.2	118.3	1.8	330.7	2.7
<i>Reptantia "Pinnixa sp"</i>	129	972	1327.2	42.2	19.8	26.2	1940.9	30.0	2891.5	23.8
<i>Reptantia "Cancer sp"</i>	6	15	30.4	2.0	0.3	0.6	1.8	0.0	77.5	0.6
Reptantia "restos cangrejos pequeños"	137	2840	1326.9	44.8	57.9	26.2	3767.5	58.2	5093.5	41.9
Isopoda										
<i>Sp1</i>	28	78	45.6	9.2	1.6	0.9	22.8	0.4	381.6	3.1
Anfípoda										
<i>Sp1</i>	17	140	58.5	5.6	2.9	1.2	22.3	0.3	398.4	3.3
Stomatopoda										
<i>Sp1</i>	17	35	58.2	5.6	0.7	1.1	10.4	0.2	199.2	1.6
<i>Pterygosquilla sp</i>	25	42	540.5	8.2	0.9	10.7	94.2	1.5	264.6	2.2
ECHINODERMATA										
Echinoidea										
<i>Sp1</i>	11	11	174.0	3.6	0.2	3.4	13.2	0.2	89.8	0.7
CHORDATA										
Osteictyes										
"restos espinas - escamas"	40	46	225.1	13.1	0.9	4.4	70.4	1.1	350.3	2.9

**Tabla 5.8.4.** Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de ítems presas para machos de peje gallo (*Callorhynchus callorhynchus*). (n = 183).

ITEM	F	N	P	F%	%N	%P	IIR	IIR%	IIN	IIN%
MOLLUSCA										
Bivalvia										
<i>Tagelus dombeii</i>	11	12	20.8	6.0	0.5	0.8	7.9	0.2	181.2	1.5
<i>Protothaca thaca</i>	40	63	127.9	21.9	2.9	4.7	166.3	3.2	791.9	6.7
<i>Mytilus edulis</i>	4	4	14.8	2.2	0.2	0.6	1.6	0.0	63.1	0.5
Gastropoda										
<i>Spl</i>	19	291	293.3	10.4	13.3	10.9	250.5	4.7	1173.0	10.0
CRUSTACEA										
Decapoda										
<i>Natantia "apendices de camarones"</i>	29	30	316.6	15.8	1.4	11.7	207.7	3.9	465.3	4.0
<i>Reptantia "Pinnixa sp"</i>	58	462	697.2	31.7	21.0	25.9	1486.3	28.2	2582.2	22.0
<i>Reptantia "Cancer sp"</i>	5	13	23.3	2.7	0.6	0.9	4.0	0.1	127.2	1.1
Reptantia " restos cangrejos pequeños"	71	1111	676.5	38.8	50.6	25.1	2936.3	55.7	4430.4	37.7
Isopoda										
<i>Spl</i>	21	52	32.1	11.5	2.4	1.2	40.8	0.8	521.3	4.4
Anfípoda										
<i>Spl</i>	12	82	35.9	6.6	3.7	1.3	33.2	0.6	494.8	4.2
Stomatopoda										
<i>Spl</i>	14	31	54.1	7.7	1.4	2.0	26.1	0.5	328.6	2.8
<i>Pterygosquilla sp</i>	13	27	314.7	7.1	1.2	11.7	91.7	1.7	295.5	2.5
ECHINODERMATA										
Echinoidea										
<i>Spl</i>	5	5	31.7	2.7	0.2	1.2	3.8	0.1	78.9	0.7
CHORDATA										
Osteictyes										
"restos espinas - escamas"	13	13	57.5	7.1	0.6	2.1	19.3	0.4	205.1	1.7

**Tabla 5.8.5.-** Frecuencia, número, índice de importancia relativa (IIR) e índice de importancia numérica (IIN) de ítems presas para hembras de peje gallo (*Callorhinchus callorhynchus*). (n = 123).

ITEM	F	N	P	F%	%N	%P	IIR	IIR%	IIN	IIN%
MOLLUSCA										
Bivalvia										
<i>Tagelus dombeii</i>	5	14	35.3	4.1	0.5	1.5	8.2	0.1	145.0	1.2
<i>Protothaca thaca</i>	32	80	176.3	26.0	3.0	7.4	270.6	4.0	877.2	7.4
<i>Mytilus edulis</i>	4	4	50.8	3.3	0.1	2.1	7.5	0.1	69.3	0.6
Gastropoda										
<i>Spl</i>	12	213	142.6	9.8	7.9	6.0	135.6	2.0	876.5	7.4
CRUSTACEA										
Decapoda										
<i>Natantia "apendices de camarones"</i>	11	11	99.2	8.9	0.4	4.2	41.1	0.6	190.7	1.6
<i>Reptantia "Pinnixa sp"</i>	53	510	630.0	43.1	18.9	26.6	1958.9	28.6	2850.3	24.1
<i>Reptantia "Cancer sp"</i>	1	2	7.08	0.8	0.1	0.3	0.3	0.0	24.5	0.2
Reptantia " restos cangrejos pequeños"	55	1729	650.4	44.7	63.9	27.5	4086.5	59.7	5346.2	45.2
Isopoda										
<i>Spl</i>	7	26	13.5	5.7	1.0	0.6	8.7	0.1	233.9	2.0
Anfipoda										
<i>Spl</i>	5	58	22.6	4.1	2.1	1.0	12.6	0.2	295.2	2.5
Stomatopoda										
<i>Spl</i>	3	4	4.2	2.4	0.1	0.2	0.8	0.0	60.1	0.5
<i>Pterygosquilla sp</i>	12	15	225.7	9.8	0.6	9.5	98.4	1.4	232.6	2.0
ECHINODERMATA										
Echinoidea										
<i>Spl</i>	6	6	142.2	4.9	0.2	6.0	30.4	0.4	104.0	0.9
CHORDATA										
Osteictyes										
"restos espinas - escamas"	27	33	167.7	22.0	1.2	7.1	182.2	2.7	517.5	4.4

**Tabla 5.8.6.-** Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el pejegallo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). (n = 306)

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
OTOÑO	1	0.64	0.87	0.80
INVIERNO	0.64	1	<b>0.48</b>	0.52
PRIMAVERA	0.87	<b>0.48</b>	1	<b>0.94</b>
VERANO	0.80	0.52	<b>0.94</b>	1

**Tabla 5.8.7.-** Valores de similitud de la dieta entre estaciones para el pejegallo, obtenidos con el índice de Pianka (P). (n = 306)

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO
OTOÑO	1	0.80	<b>0.58</b>	0.78
INVIERNO	0.80	1	0.67	0.87
PRIMAVERA	<b>0.58</b>	0.67	1	<b>0.85</b>
VERANO	0.78	0.87	<b>0.85</b>	1

**Tabla 5.8.8.-** Valores de similitud de la dieta entre grupos de talla para el pejegallo, obtenidos con el índice de Bray-Curtis (BC). Grupo A (<45,0cm), grupo B (>=45,0cm a <60,0cm) y grupo C (>= 60,0cm).

	GRUPO DE TALLAS		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Grupo A	1	0.82	0.82
Grupo B	0.82	1	0.86
Grupo C	0.82	0.86	1

**Tabla 5.8.9.-** Valores de similitud de la dieta entre grupos de talla para el pejegallo, obtenidos con el índice de Pianka (P). Grupo A (<45,0cm), grupo B (>=45,0cm a <60,0cm) y grupo C (>= 60,0cm).

	GRUPO DE TALLAS		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Grupo A	1	0.94	0.96
Grupo B	0.94	1	0.95
Grupo C	0.96	0.95	1

**Tabla 5.9.1.** Estimación de la diversidad genética para localidad en estudio de *C. callorhynchus* a partir de las secuencias de la COI.

	n	Nº Haplotipos	Hd	$\pi$
Coquimbo	9	5	0,722 $\pm$ 0,159	0,00196
San Antonio	7	3	0,524 $\pm$ 0,209	0,00088
Golfo de Arauco	9	3	0,556 $\pm$ 0,165	0,00153
Argentina	6	4	0,800 $\pm$ 0,172	0,00256

Hd: Diversidad haplotípica

$\pi$  : Diversidad nucleotídica

**Tabla 5.9.2.** Valores del estadístico Fst (bajo la diagonal) por pares de poblaciones de *C. callorhynchus*, y valores de bootstrap de 10100 (sobre la diagonal).

	Coquimbo	San Antonio	Golfo de Arauco	Argentina
Coquimbo	-	0,309 $\pm$ 0,004	0,619 $\pm$ 0,005	0,774 $\pm$ 0,004
San Antonio	-0,03781	-	0,465 $\pm$ 0,005	0,592 $\pm$ 0,004
Golfo de Arauco	-0,01471	-0,03123	-	0,354 $\pm$ 0,004
Argentina	-0,07902	-0,02439	-0,00588	-

**Tabla 5.9.3.** Test exacto de diferenciación genética basada en frecuencias de haplotipos entre pares de poblaciones de *C. callorhynchus*. Los valores indican probabilidades asociadas a cada test.

	Coquimbo	San Antonio	Golfo de Arauco	Argentina
Coquimbo	-			
San Antonio	1,000 $\pm$ 0,000	-		
Golfo de Arauco	0,491 $\pm$ 0,011	0,501 $\pm$ 0,017	-	
Argentina	0,865 $\pm$ -0,009	0,579 $\pm$ 0,010	0,296 $\pm$ 0,015	-

# FIGURAS



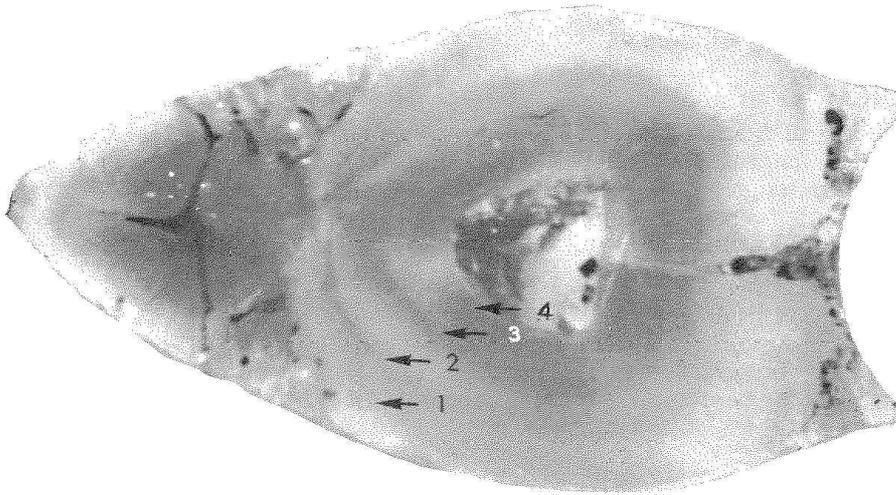
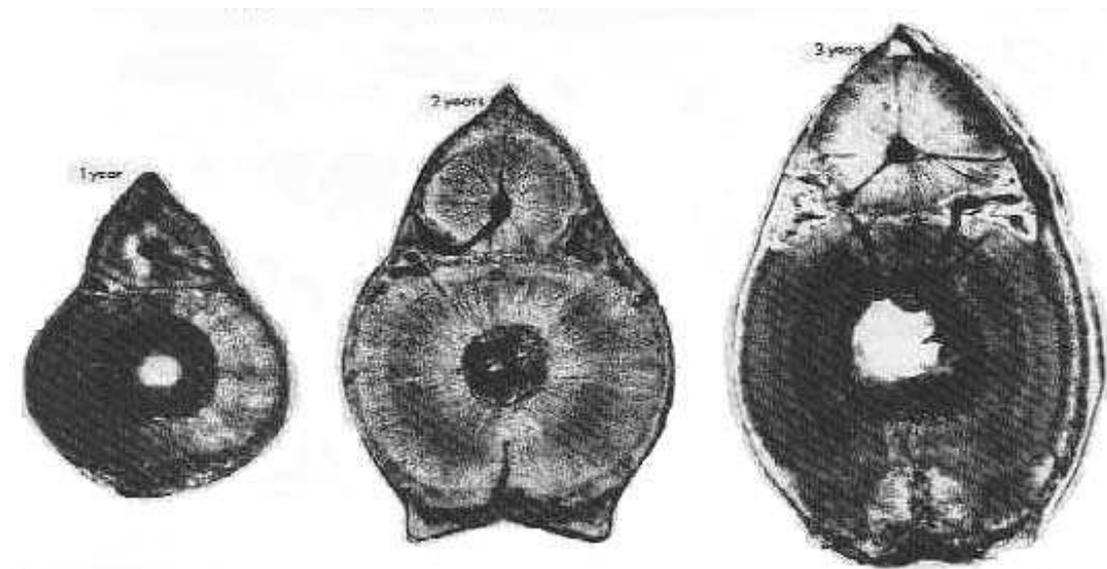


FIG. 3—Cross-section of the first dorsal spine of elephant fish *Callorhynchus milii* showing age rings. Fish length 59 cm, age 4 y.

**Figura 3.5.1.-** Sección transversal de la primera espina dorsal de *Callorhynchus milii* mostrando anillos de crecimiento. Ejemplar de 59 cm. Fotografía de Sullivan (1977).



**Figura 3.5.2.-** Fotografía escaneada del trabajo de Freer y Griffiths (1993) para mostrar corte de la espina dorsal de *Callorhynchus capensis*, espina de individuos de 1, 2 y 3 años.

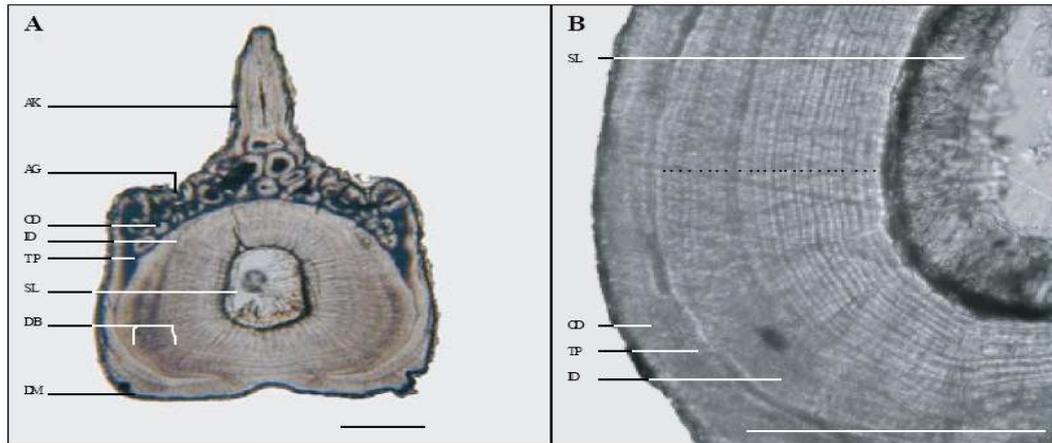
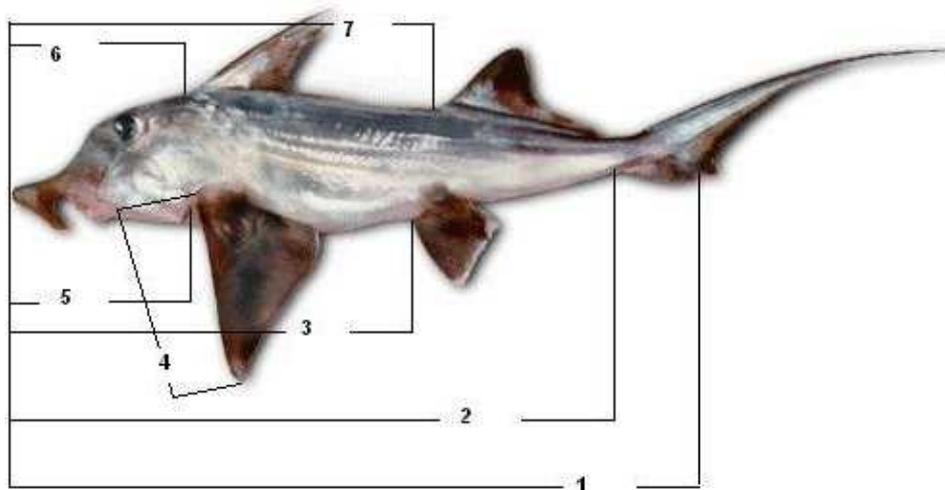
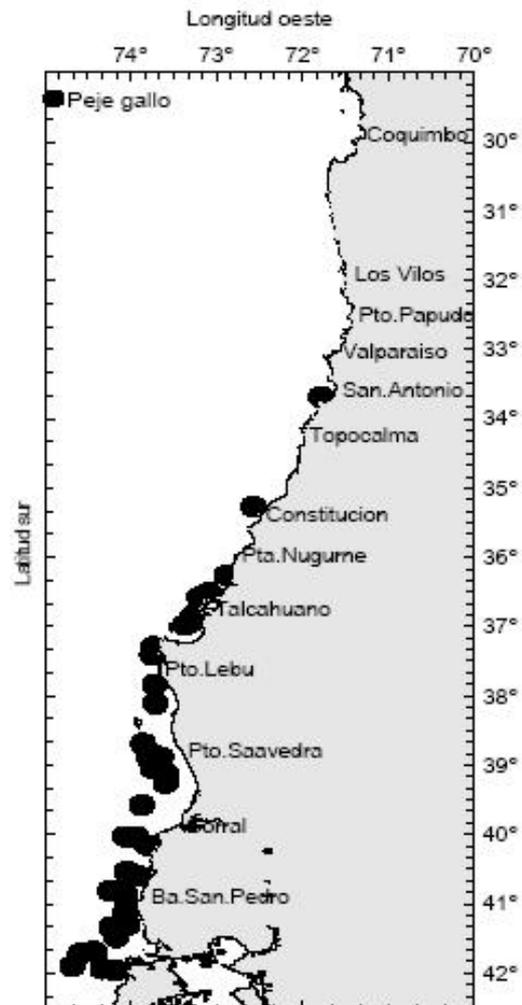


Fig. 2. (A) Transverse sections of the dorsal spine of *Chimaera monstrosa* in general transverse section, and (B) illustrating the zone of maximum inner dentine expansion. AK, Anterior keel; AG, Antero-lateral groove; OD, Outer dentine; ID, Inner dentine; TP, Trunk primordium; SL, Spine Lumen; DB, Discontinuity band; DM, Dentate margin; (...) Growth increments; Scale bars = 0.5 mm.

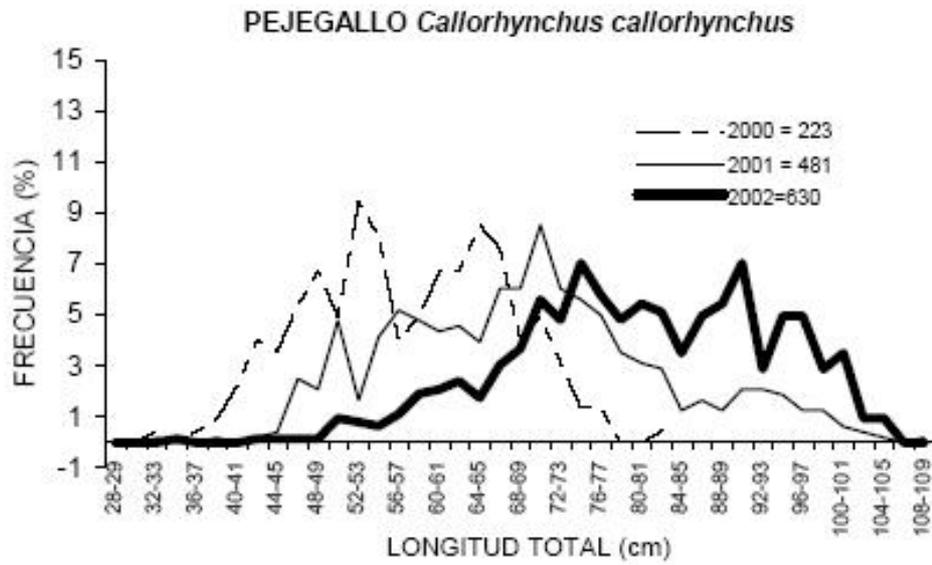
**Figura 3.5.3.-** Sección transversal de la espina dorsal de *Chimaera monstrosa* para mostrar la claridad de los anillos de crecimiento.



**Figura 4.2.1.-** Algunas de las principales mediciones sobre *Callorhynchus callorhynchus* (1= longitud extremo gancho hasta comienzo lóbulo superior aleta caudal, 2= longitud extremo gancho hasta menor altura pedúnculo caudal, 3= longitud extremo gancho hasta origen aleta pélvica, 4= Longitud máxima aleta pectoral, 5= longitud extremo gancho hasta origen superior abertura branquial, 6= longitud extremo gancho hasta origen primera aleta dorsal, 7= longitud extremo gancho hasta origen segunda aleta dorsal)



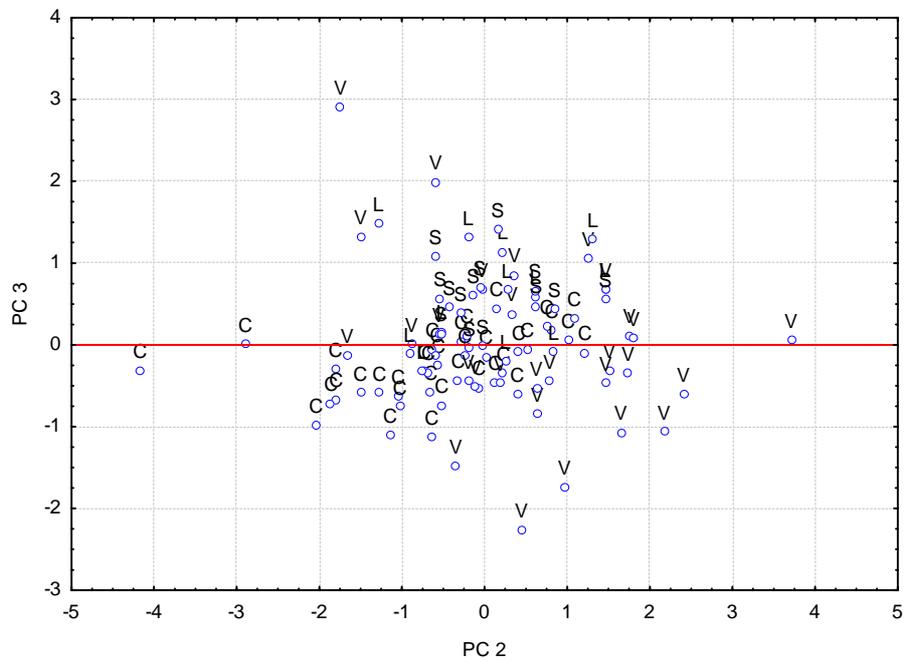
**Figura 5.1.1.-** Distribución espacial de pejegallo determinada como fauna acompañante en la captura de merluza común (Extraída de Lillo *et al.*, 2003).



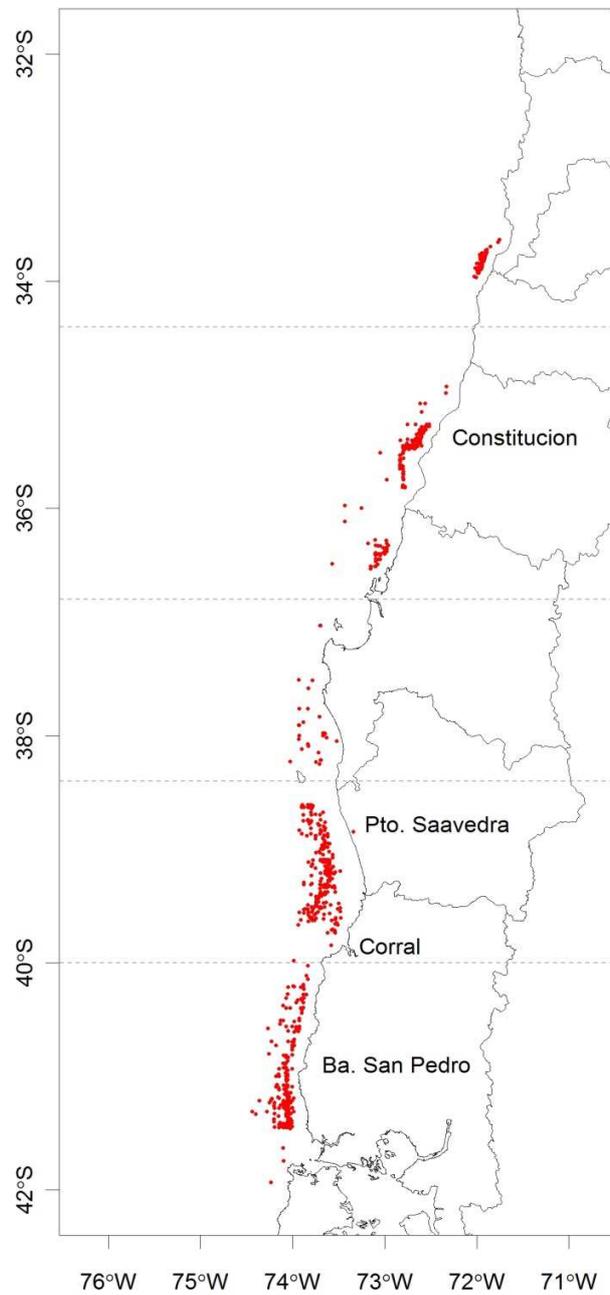
**Figura 5.1.2** Distribución de frecuencia de tamaño de ejemplares de pejegallo capturados como fauna acompañante en cruceros de evaluación hidroacústica sobre merluza común en Chile centro-sur (Extraída de Lillo *et al.*, 2003).



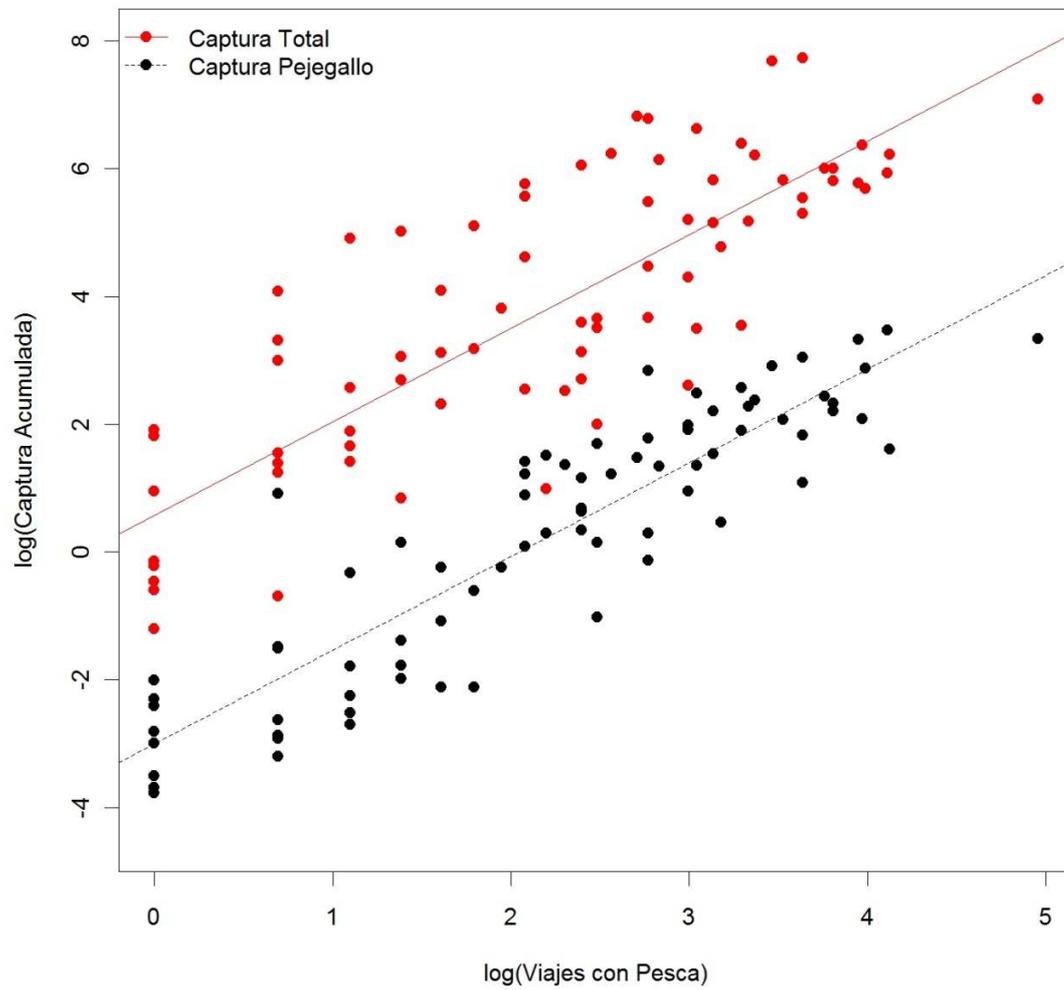
**Figura 5.2.1.-**Tenaculum pre-pélvico de machos de *C. callorhynchus*.



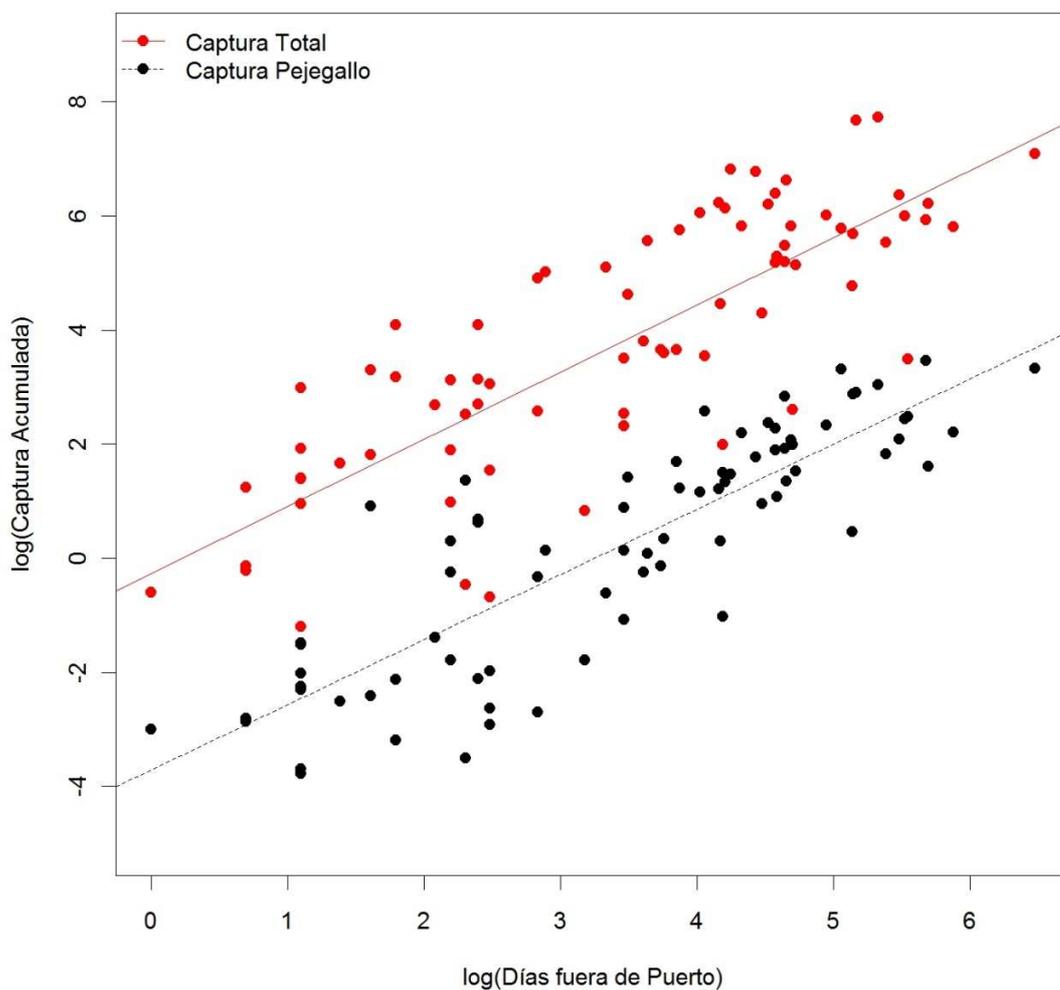
**Figura 5.2.2.-** Gráfico del segundo versus tercer componente para seis medidas seleccionadas (ver texto) (C= Coquimbo, S= San Antonio, L= Lota y V= Valdivia).



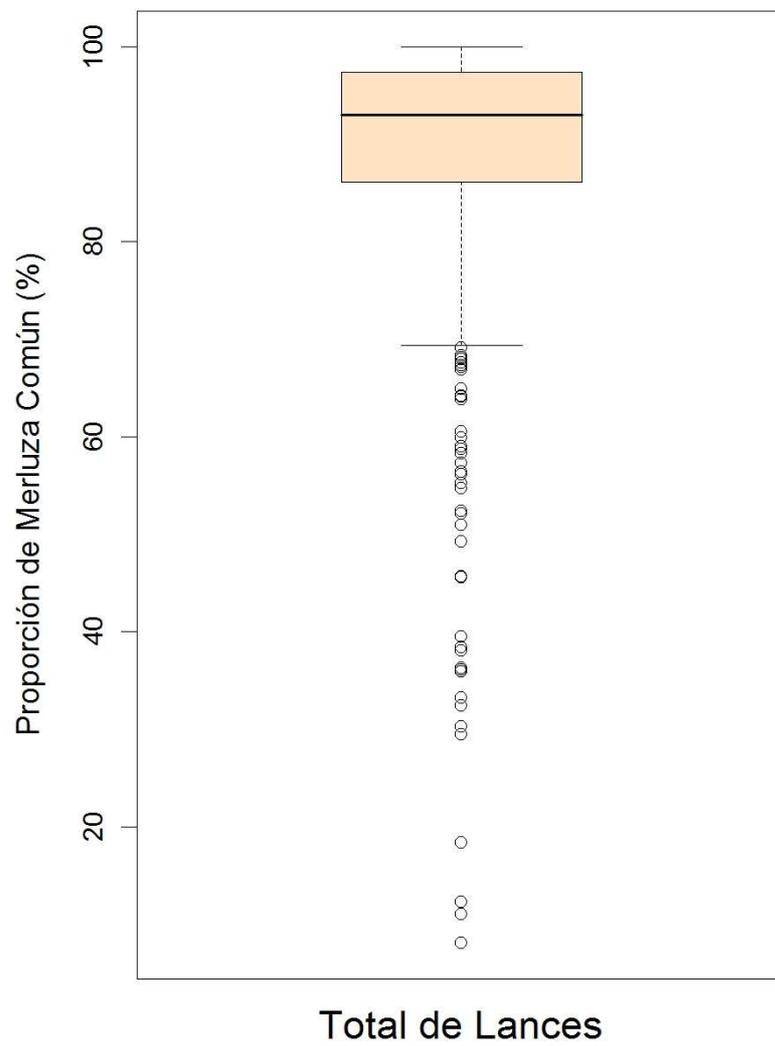
**Figura 5.3.1.-** Distribución espacial de los lances de pesca con captura de pejegallo de la pesquería de arrastre centro-sur orientada a la captura de merluza común. Se muestran los lances para el período 2005-2007



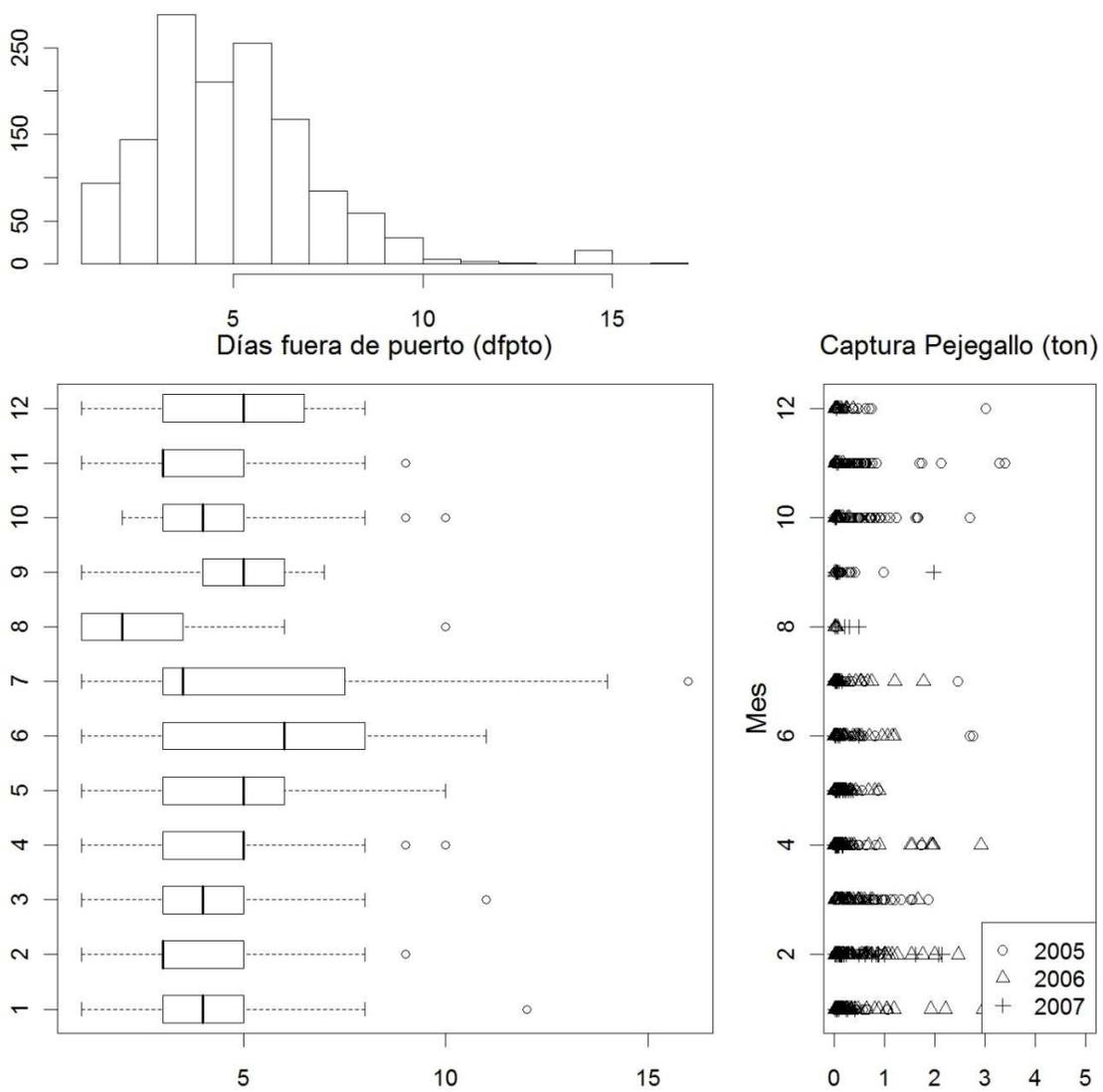
**Figura 5.3.2.-** Relación entre el número de viajes con pesca (vcp) y las capturas acumuladas para agrupaciones de lances basados en mes, año y zona de pesca



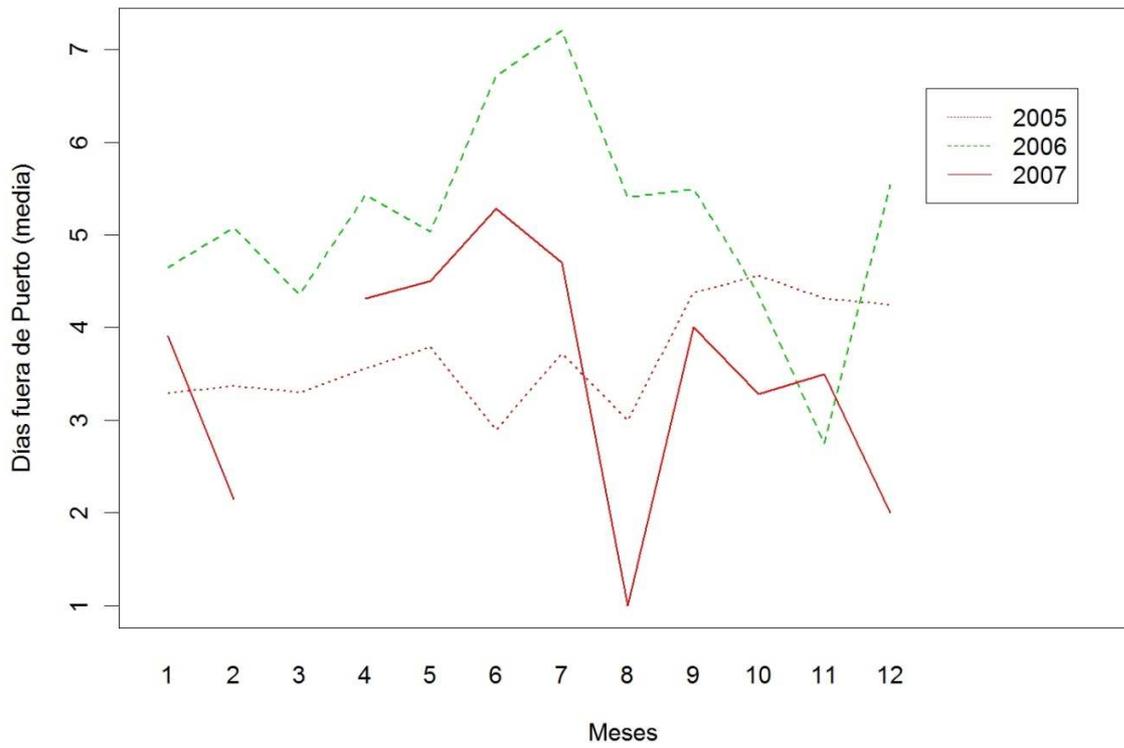
**Figura 5.3.3.-**Relación entre los días fuera de puerto (dfpto) y las capturas acumuladas para agrupaciones de lances basados en mes, año y zona de pesca



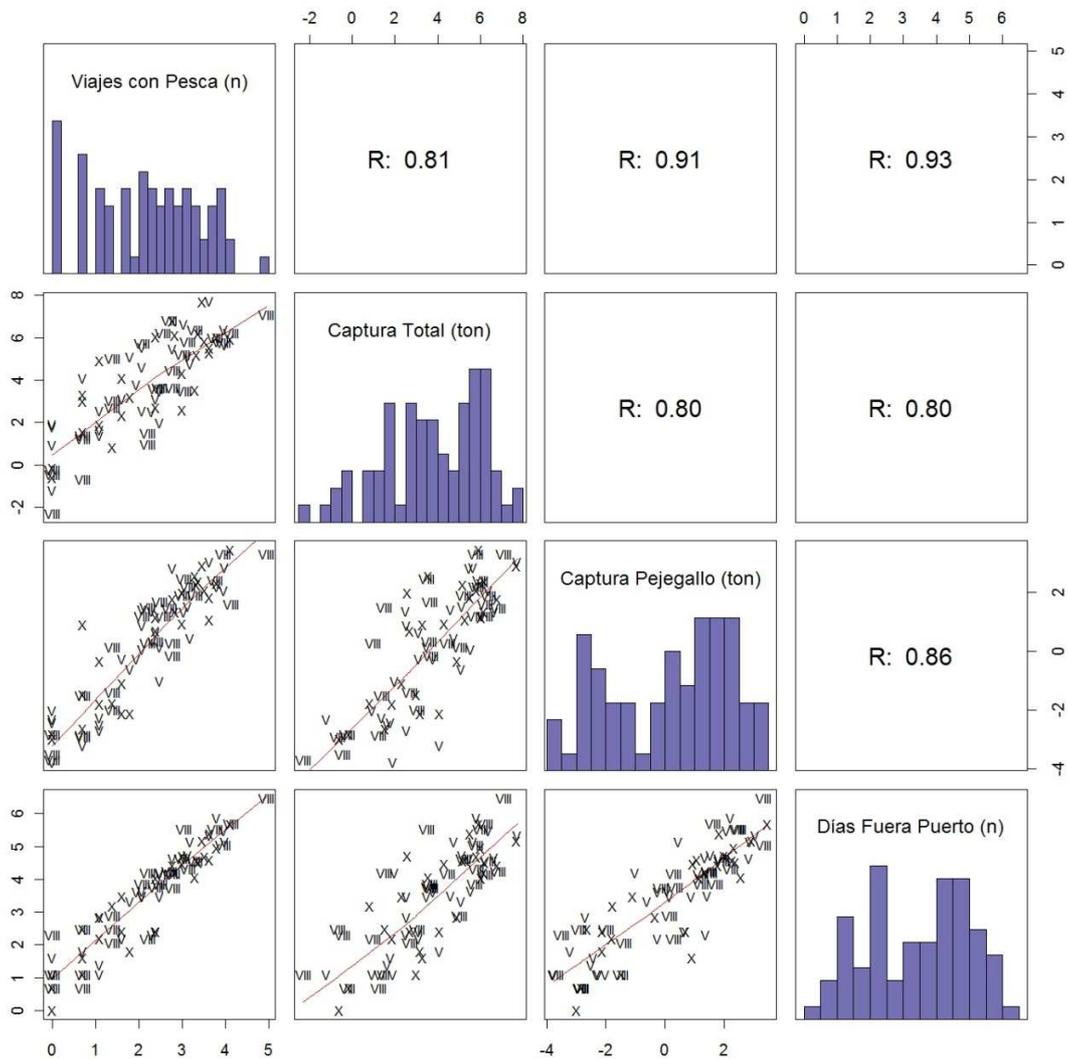
**Figura 5.3.4.-**Boxplot de la proporción de captura de merluza común sobre la captura total por lance de pesca



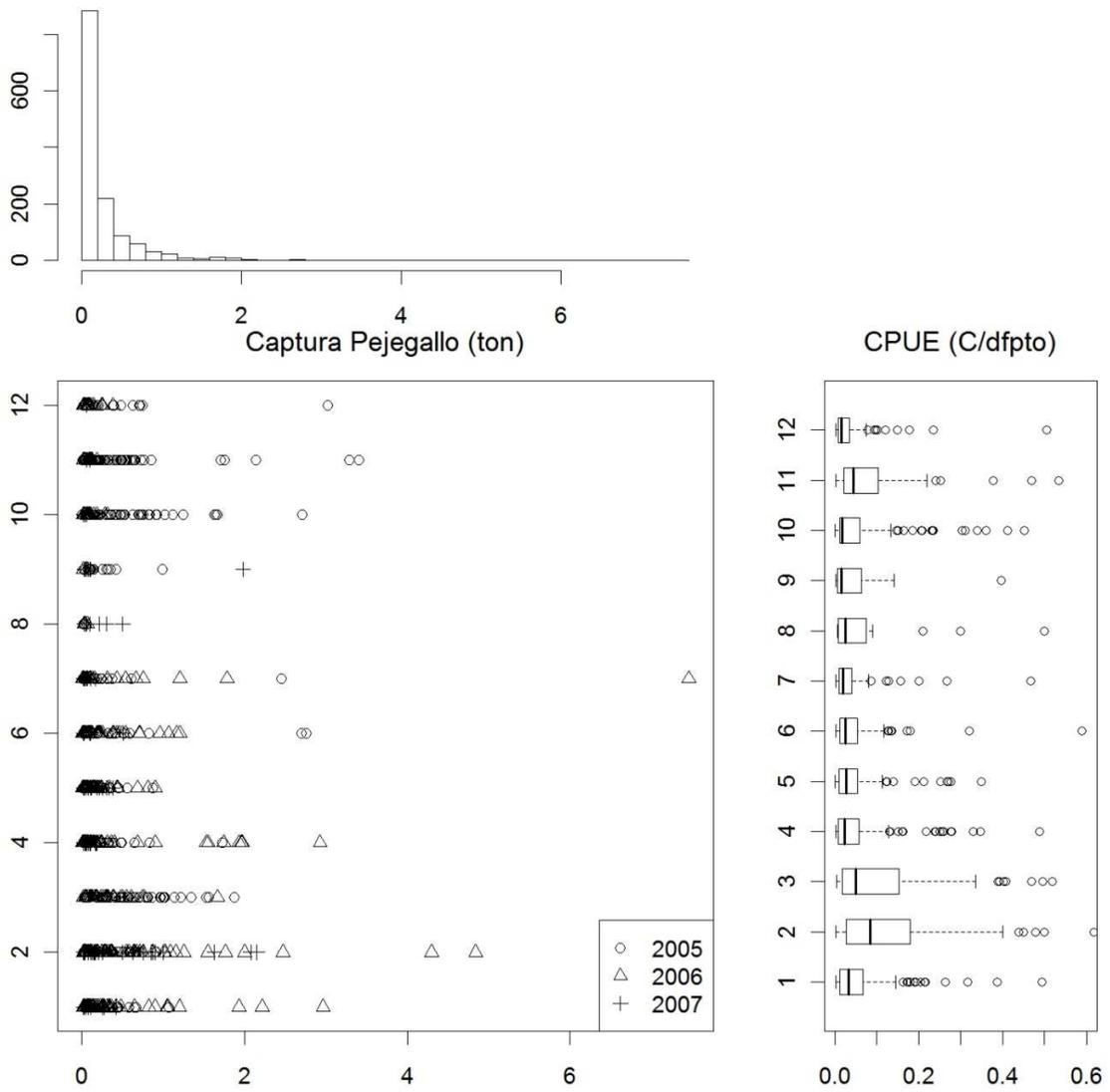
**Figura 5.3.5.-** Distribución del esfuerzo (dfpto) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura de pejejallo asociados (columna derecha) a nivel de lances de pesca



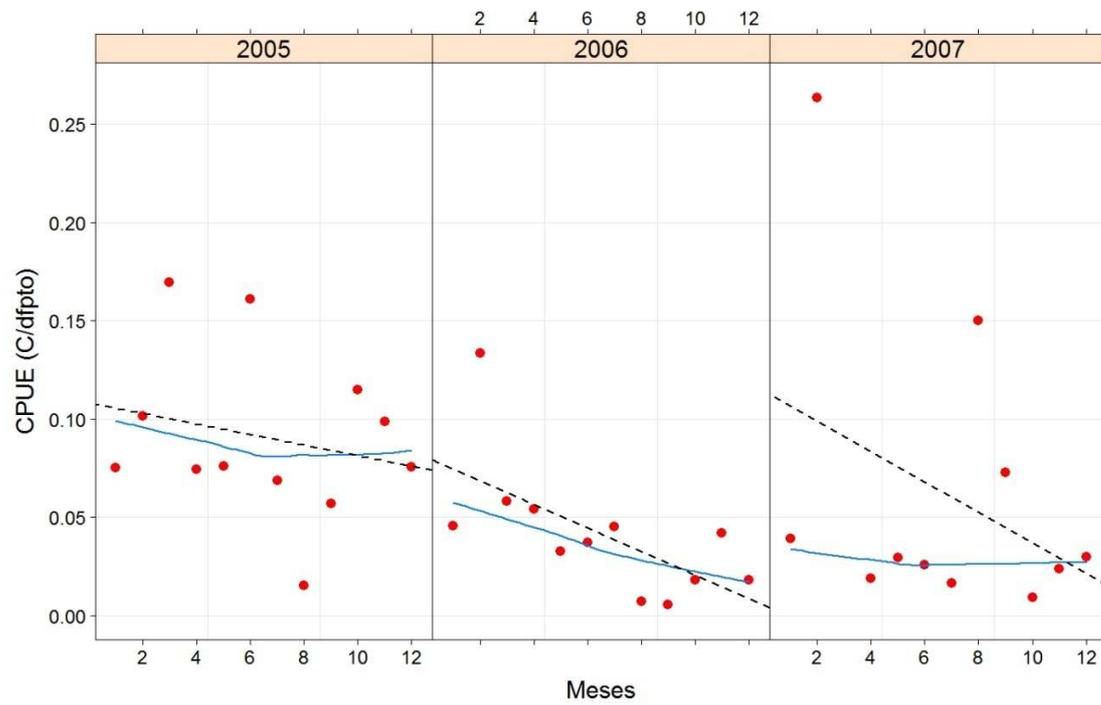
**Figura 5.3.6.-** Interacción entre meses y años en términos de la media de los días fuera de puerto



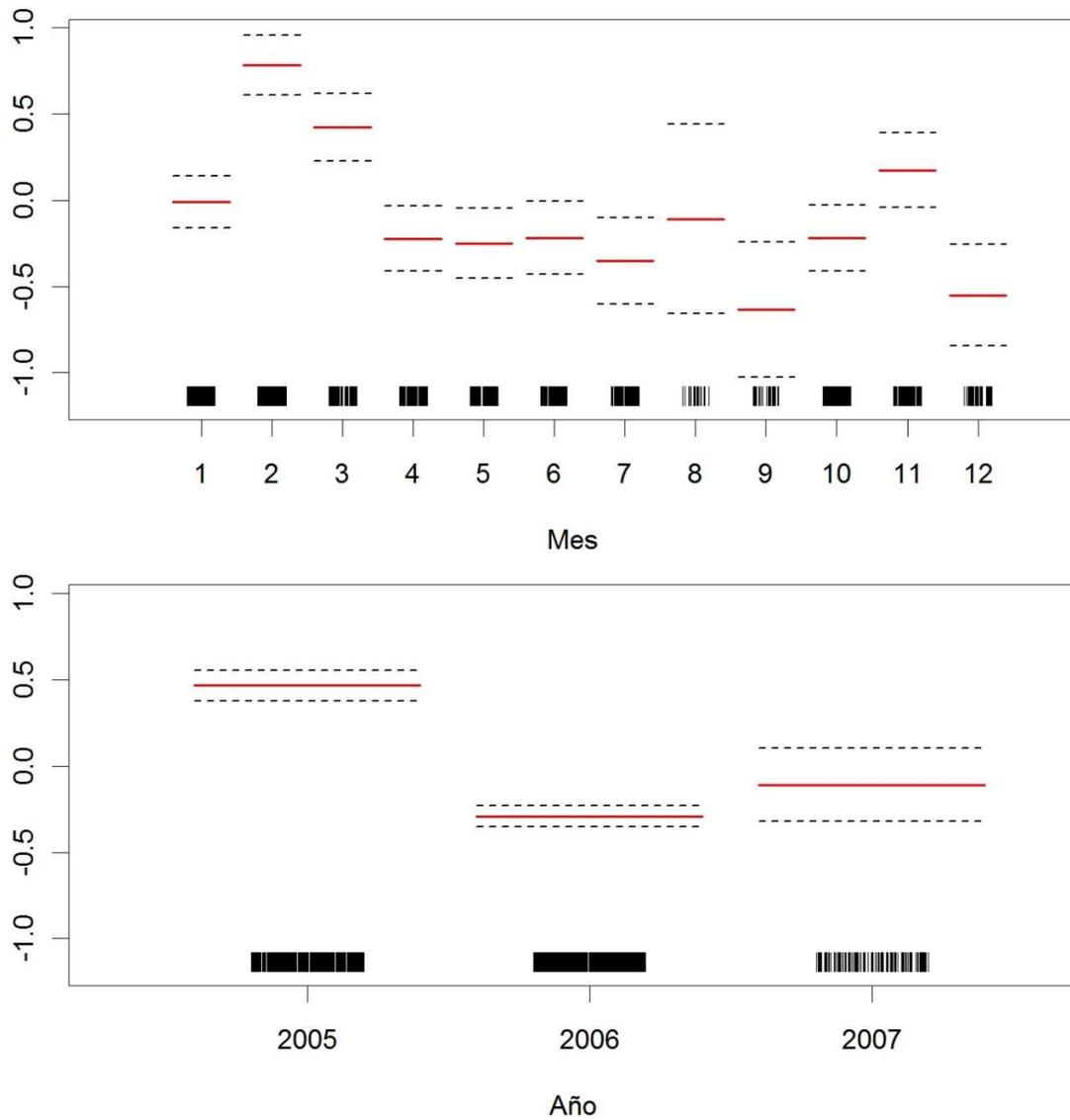
**Figura 5.3.7.-** Gráfico pareado entre las capturas totales, capturas de pejegallo y las dos unidades de esfuerzo. En la diagonal se muestra los histogramas, en las celdas superiores las correlaciones y en las celdas inferiores las figuras de dispersión de las variables analizadas



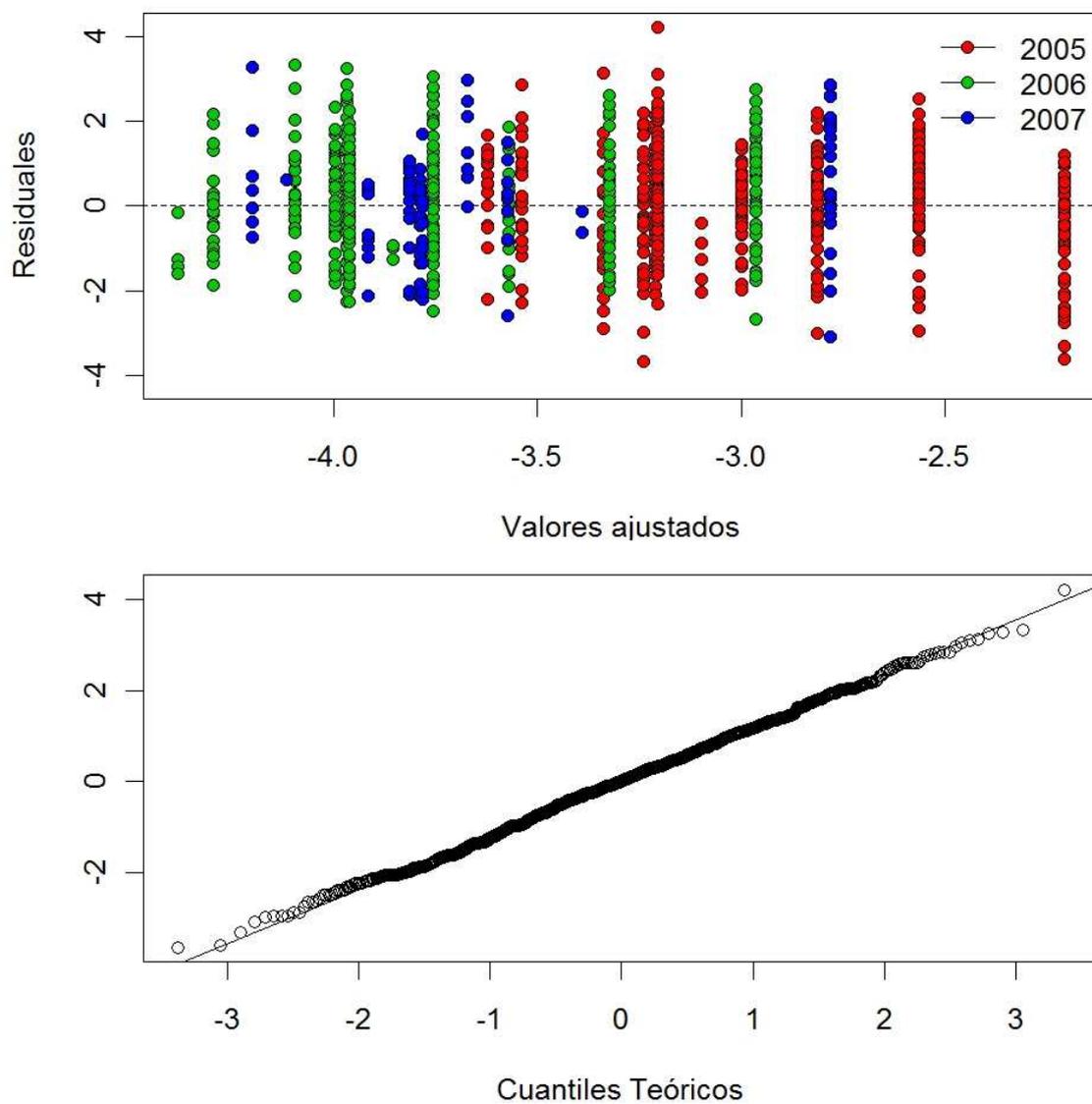
**Figura 5 3. 8.-** Distribución de la captura de pejejallo (ton) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura por unidad de esfuerzo (columna derecha) a nivel de lances de pesca



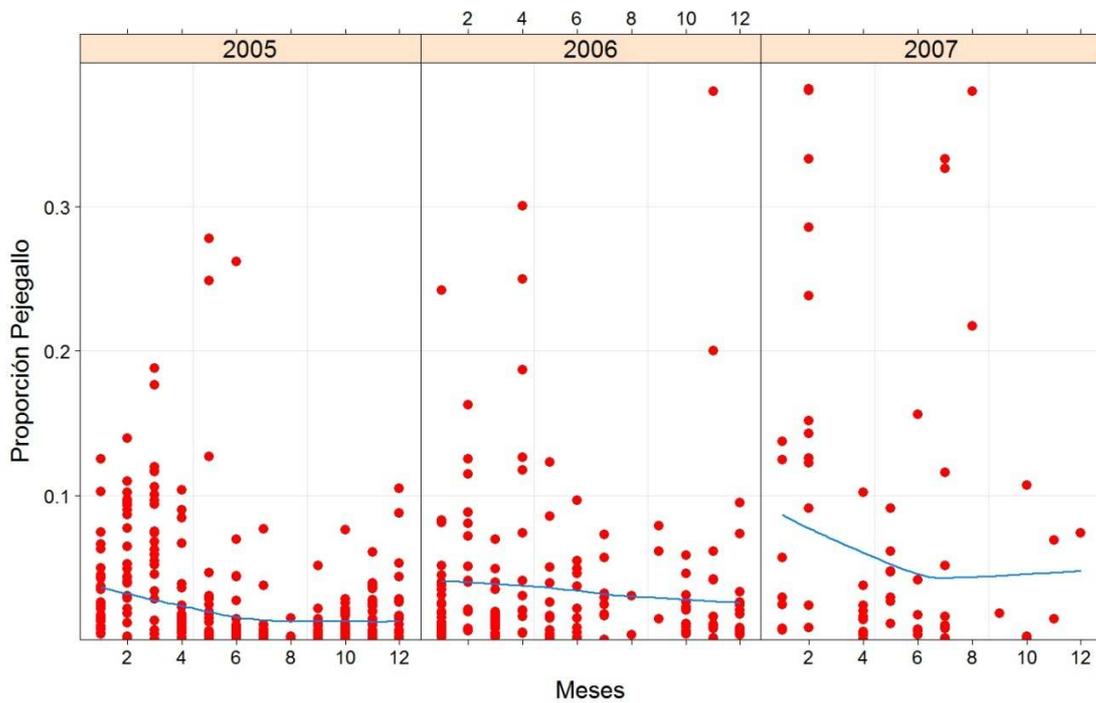
**Figura 5.3.9.-** Relación entre la cpue media y los meses para el período 2005-2007. Se incluye las relaciones lineal (--) y suavizada (-) (span=1)



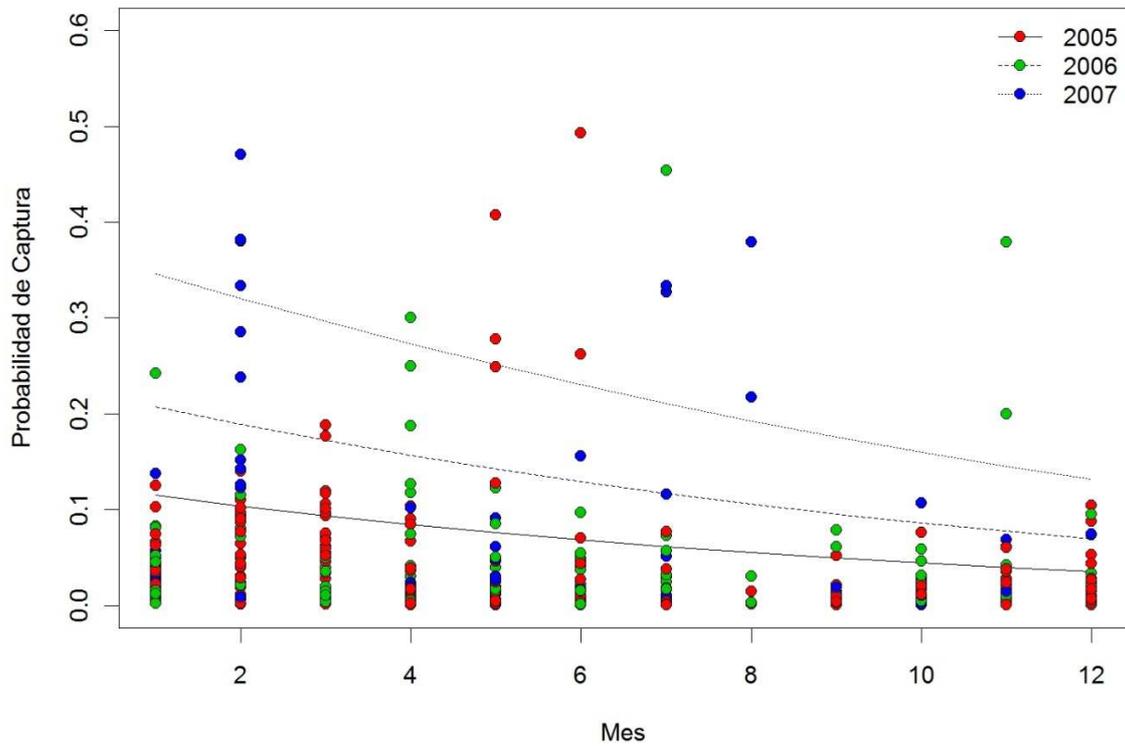
**Figura 5.3.10.-** Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores mes y año. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.



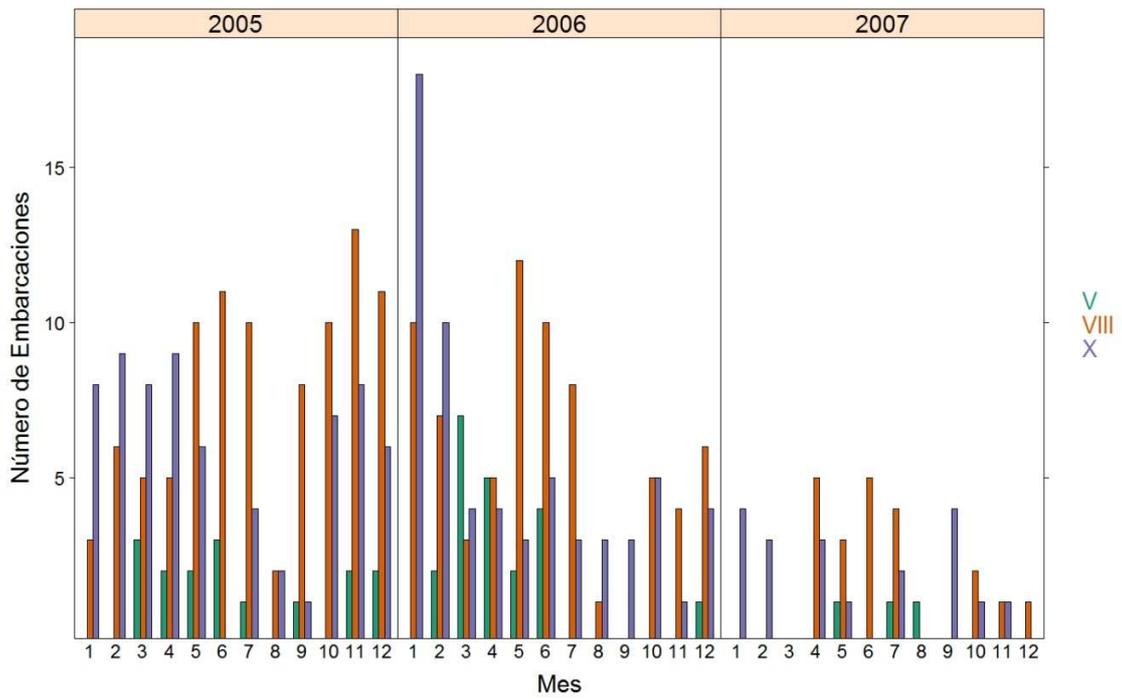
**Figura 5.3.11.-** Diagnostico de residuales del glm aplicado sobre la cpue y utilizando los predictores mes y año



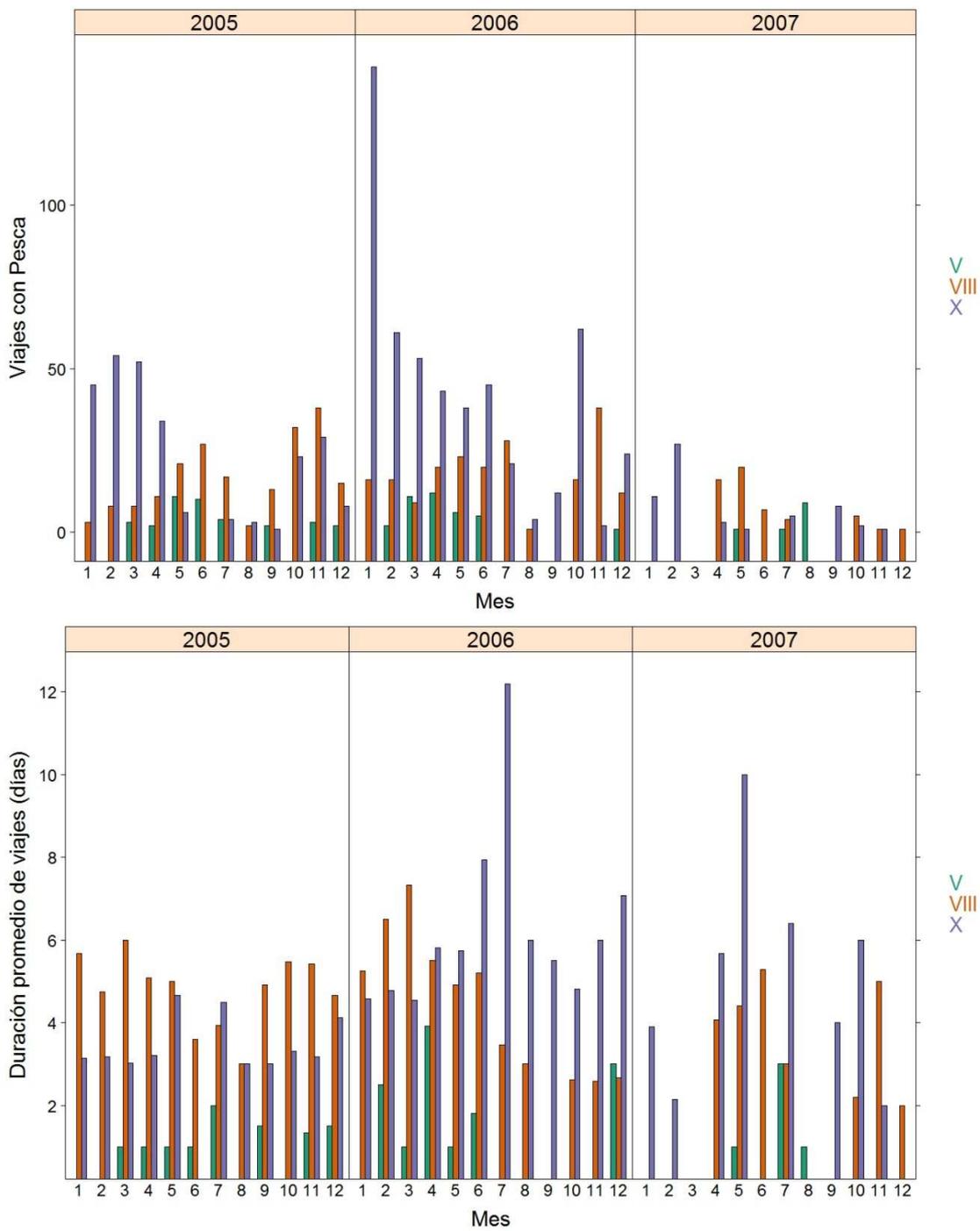
**Figura 5.3.12.-** Relación entre la proporción diaria de peje gallo en las capturas y los meses para el período 2005-2007. Se incluye la relaciones suavizada (span=1) entre estas variables.



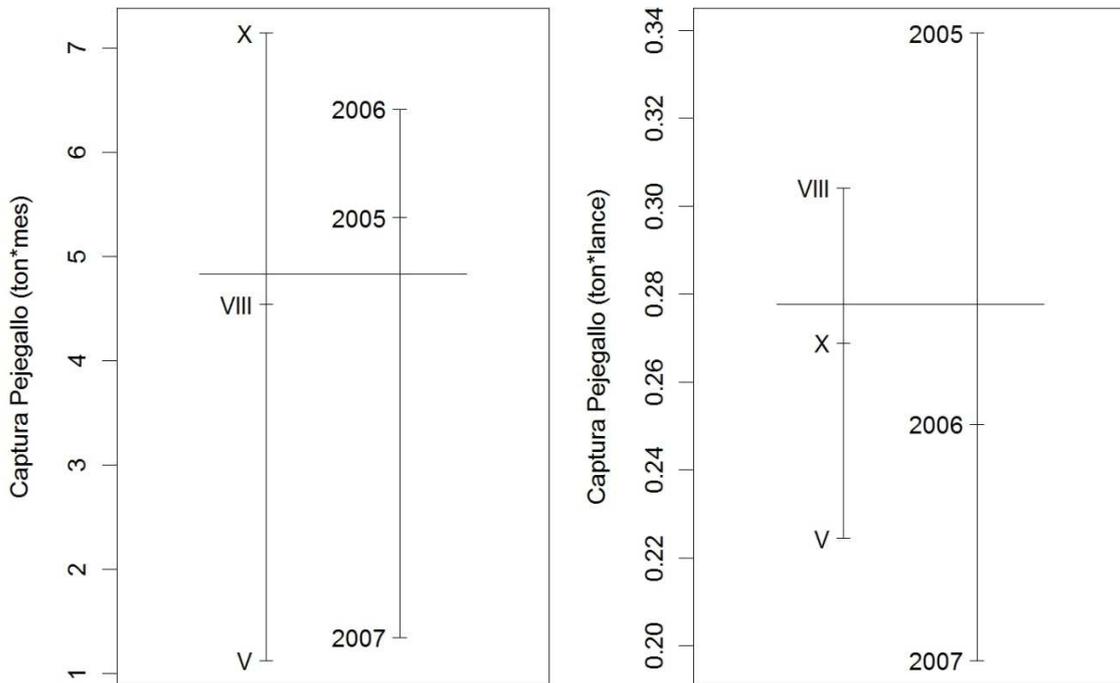
**Figura 5.3.13.-** Predicciones de la cpue por medio de un glm binomial, utilizando los predictores mes y año



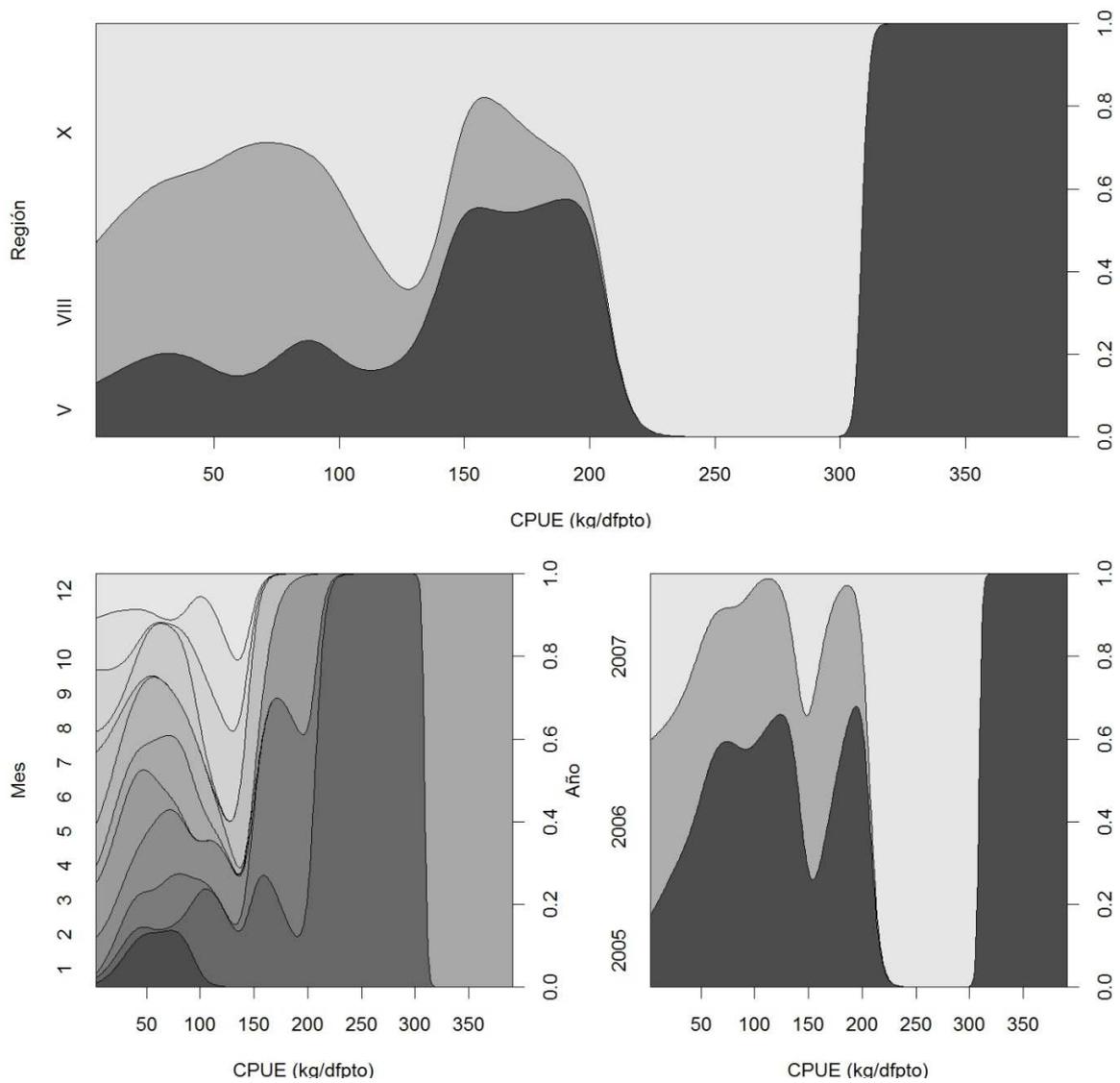
**Figura 5.3.14.-**Tamaño de la flota industrial arrastrera que capturo pejegallo entre los años 2005-2007



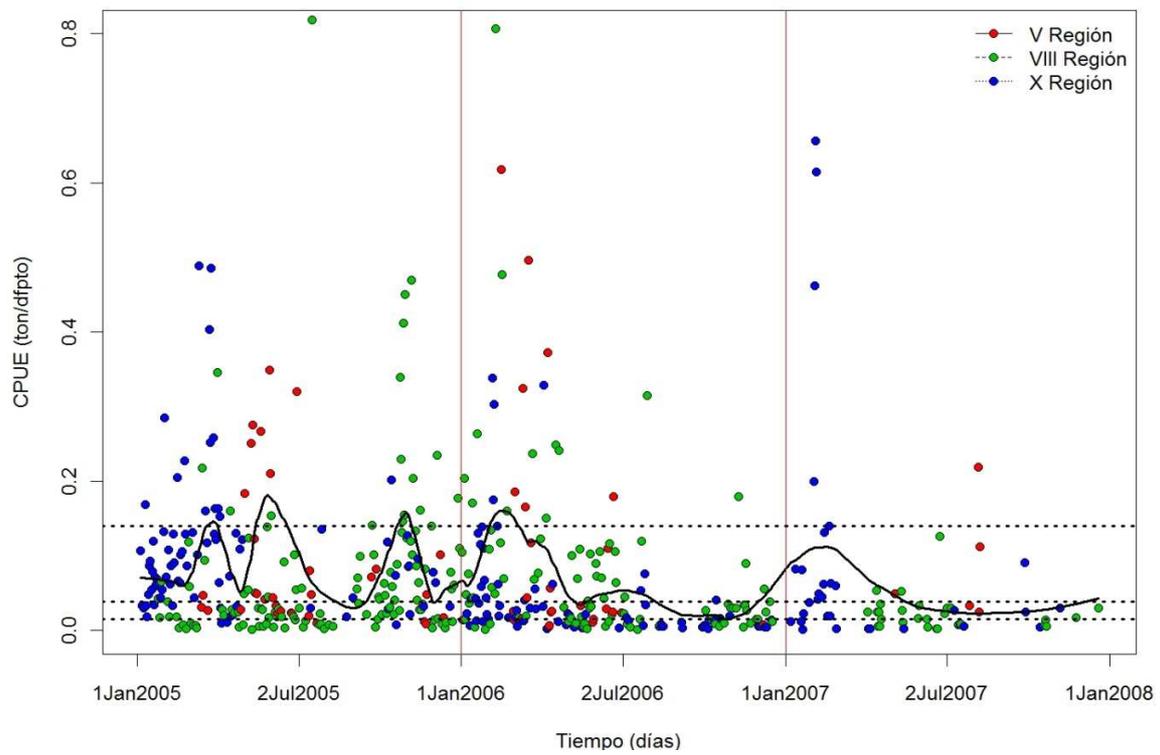
**Figura 5.3.15.-** Número de viajes con pesca (superior) y duración promedio de viajes (abajo) de la flota industrial arrastrera que capturo pejegallo entre los años 2005-2007



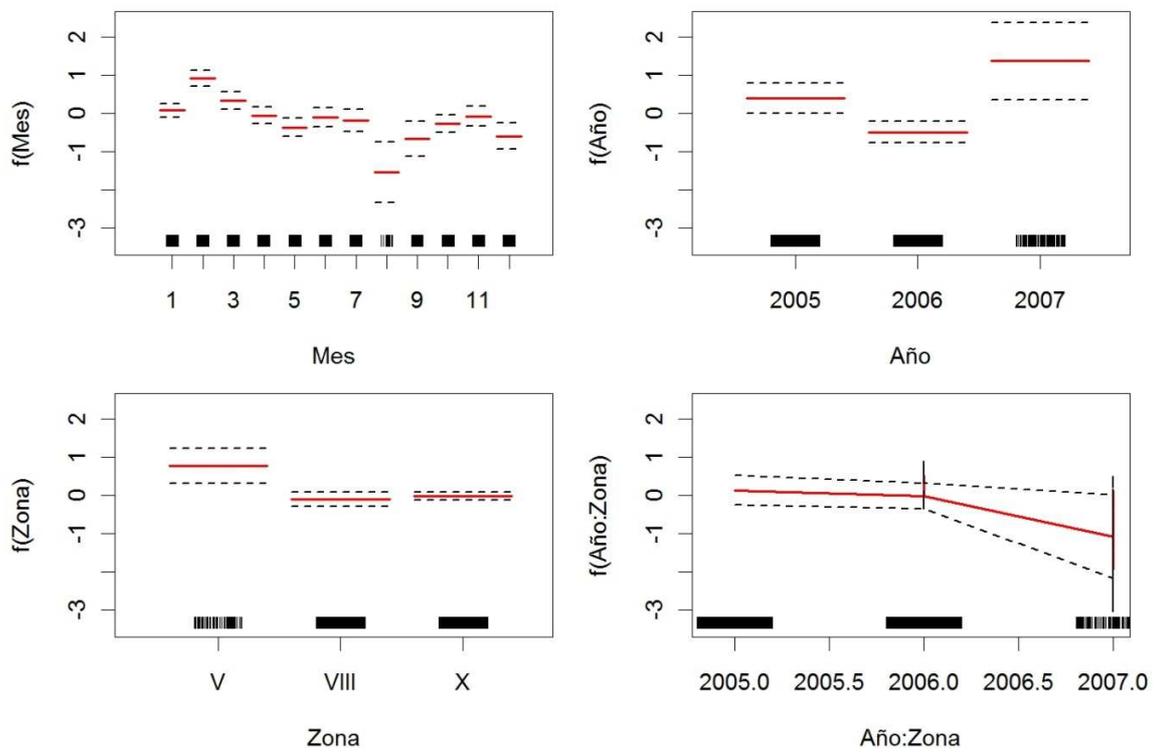
**Figura 5.3.16.-** Captura promedio de Pejegallo por mes (columna izquierda) y lance de pesca (columna derecha) para el periodo 2005-2007 y las macrozonas de pesca de las regiones V, VIII y X. La línea horizontal en cada gráfico corresponde al valor medio global



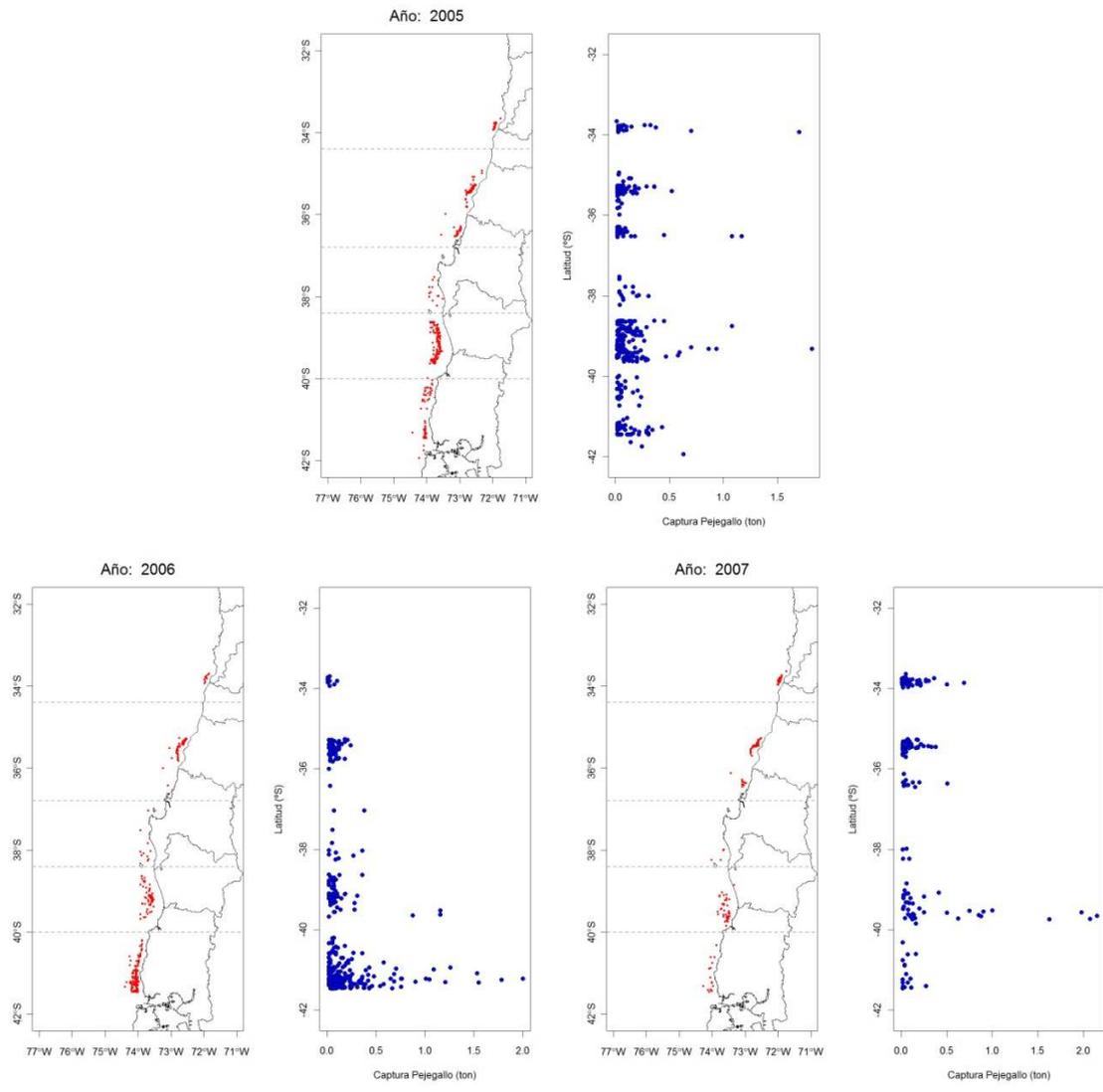
**Figura 5.3.17.-** Gráficas de densidad condicional de la cpue en base promedio año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable



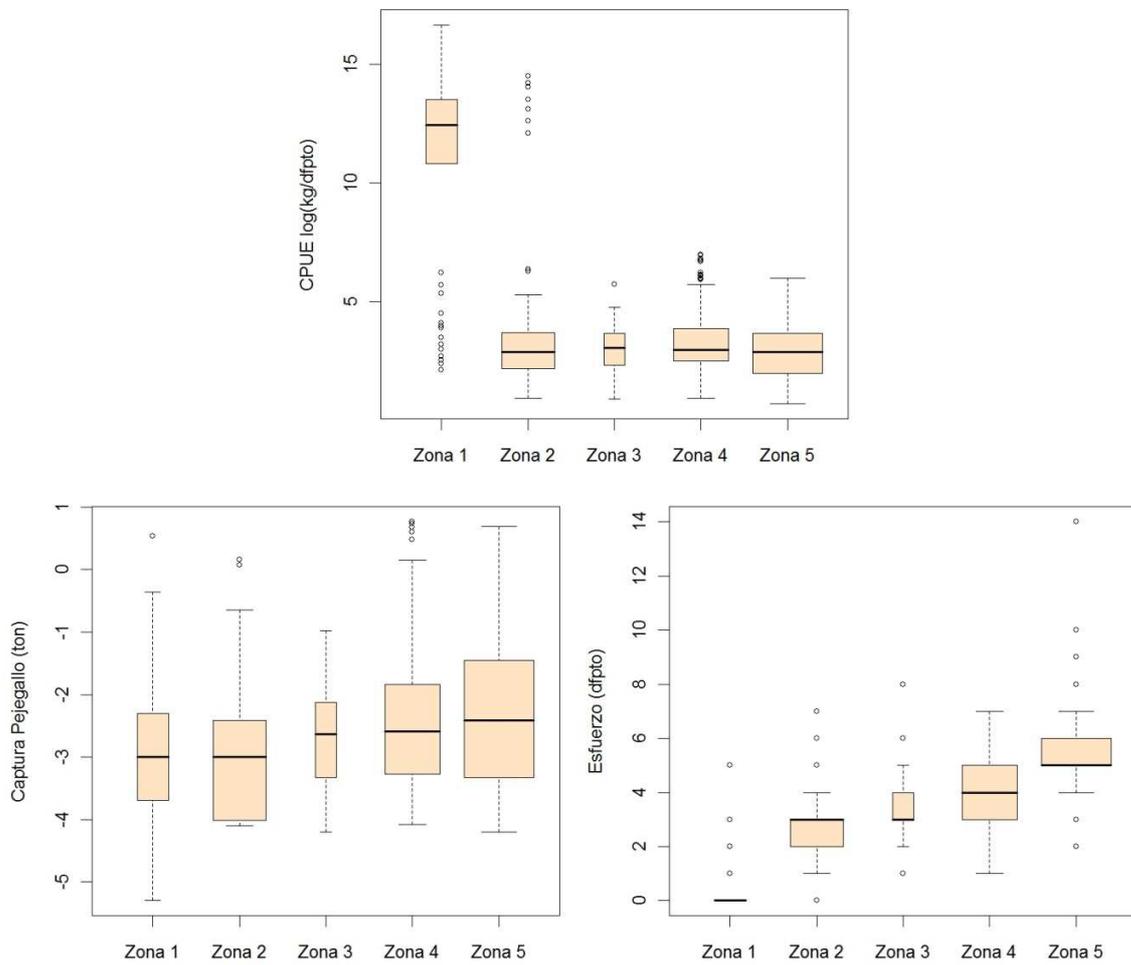
**Figura 5.3.18.-** Captura por Unidad de Esfuerzo diaria en términos de los dfpto para el período 2005-2007 en las tres zonas de pesca. Las líneas horizontales corresponden a los percentiles 25%, 50% y 75%, mientras que la curva corresponde a un suavizador con  $\text{span}=0.2$



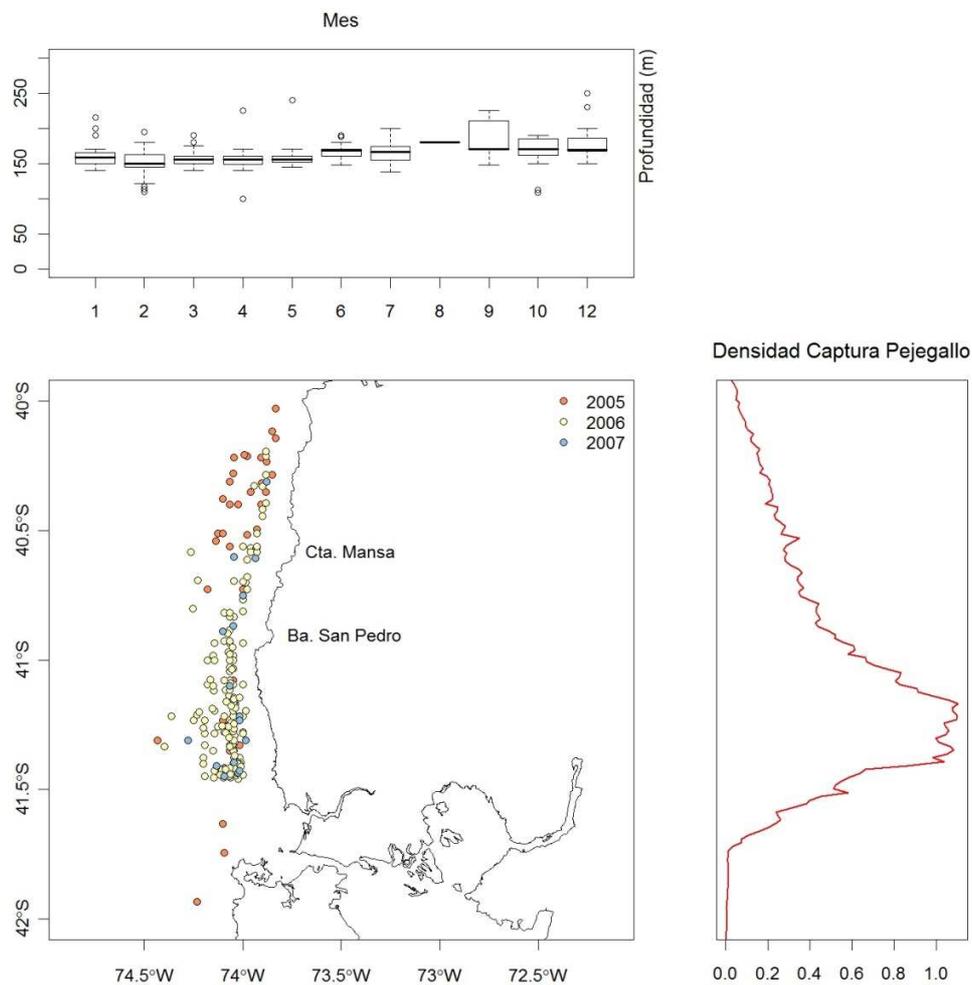
**Figura 5.3.19.-** Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores zona, mes y año. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.



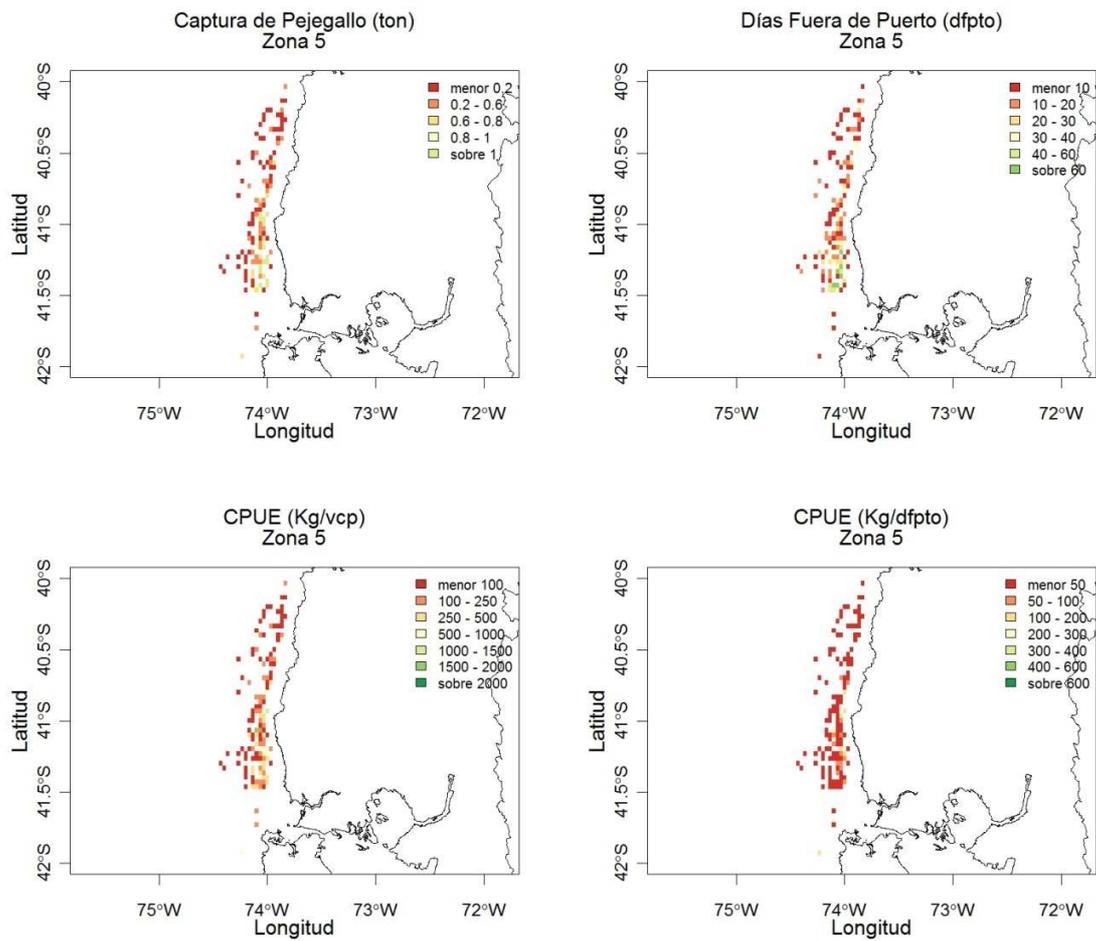
**Figura 5.3.20.-** Posiciones georeferenciadas de los lances de pesca con captura de pejejallo para el período 2005-2007 y los niveles de captura asociados



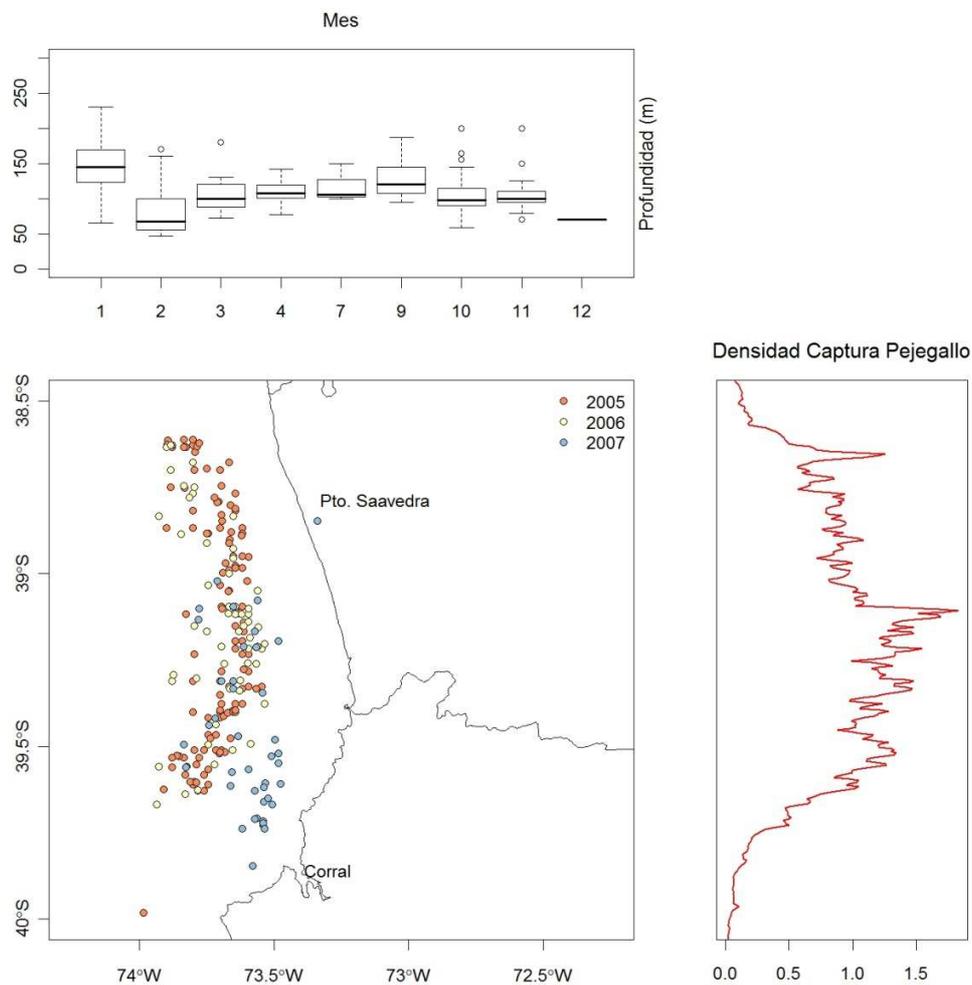
**Figura 5.3.21.-** Boxplot de la cpue, captura de la pejegallo y esfuerzo de pesca en dfpto por zonas de pesca para el período 2005-2007



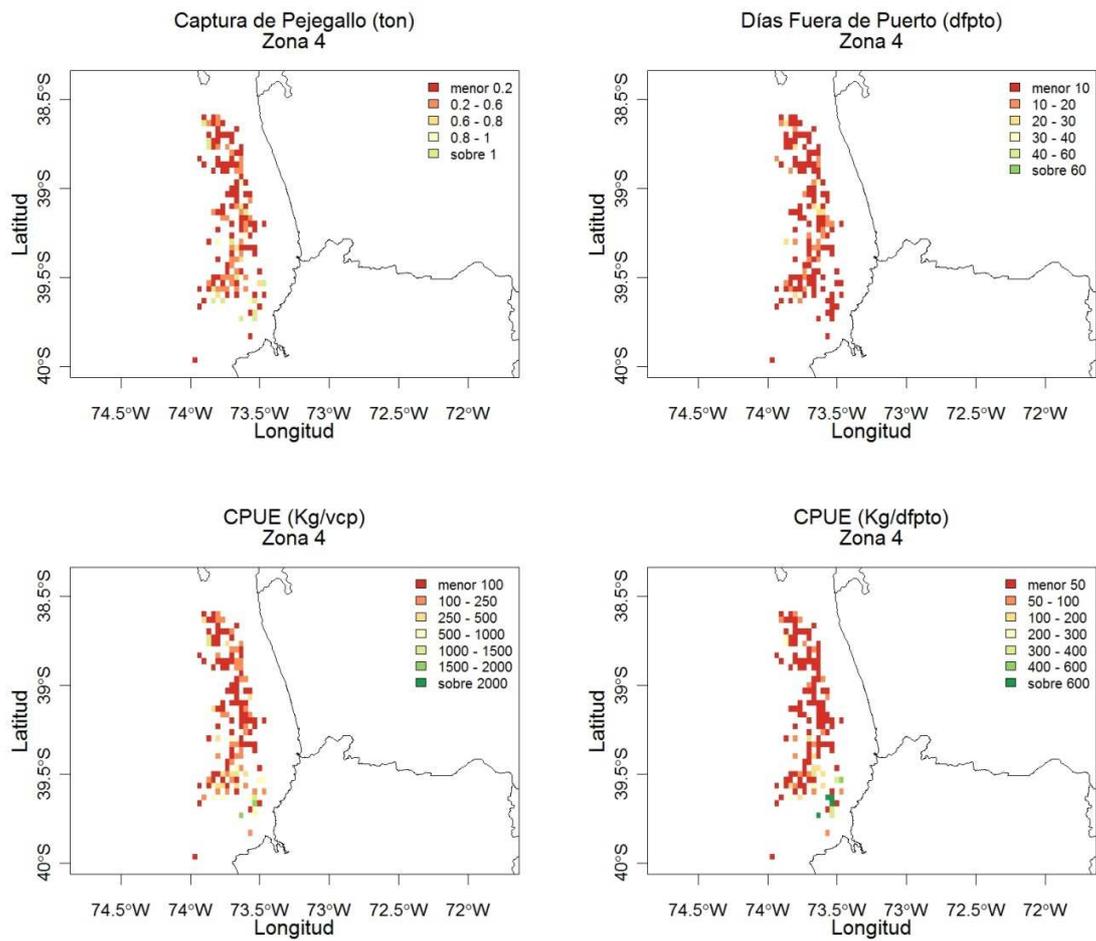
**Figura 5.3.22.-** Posiciones georeferenciadas de los lances de pesca con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 5, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal



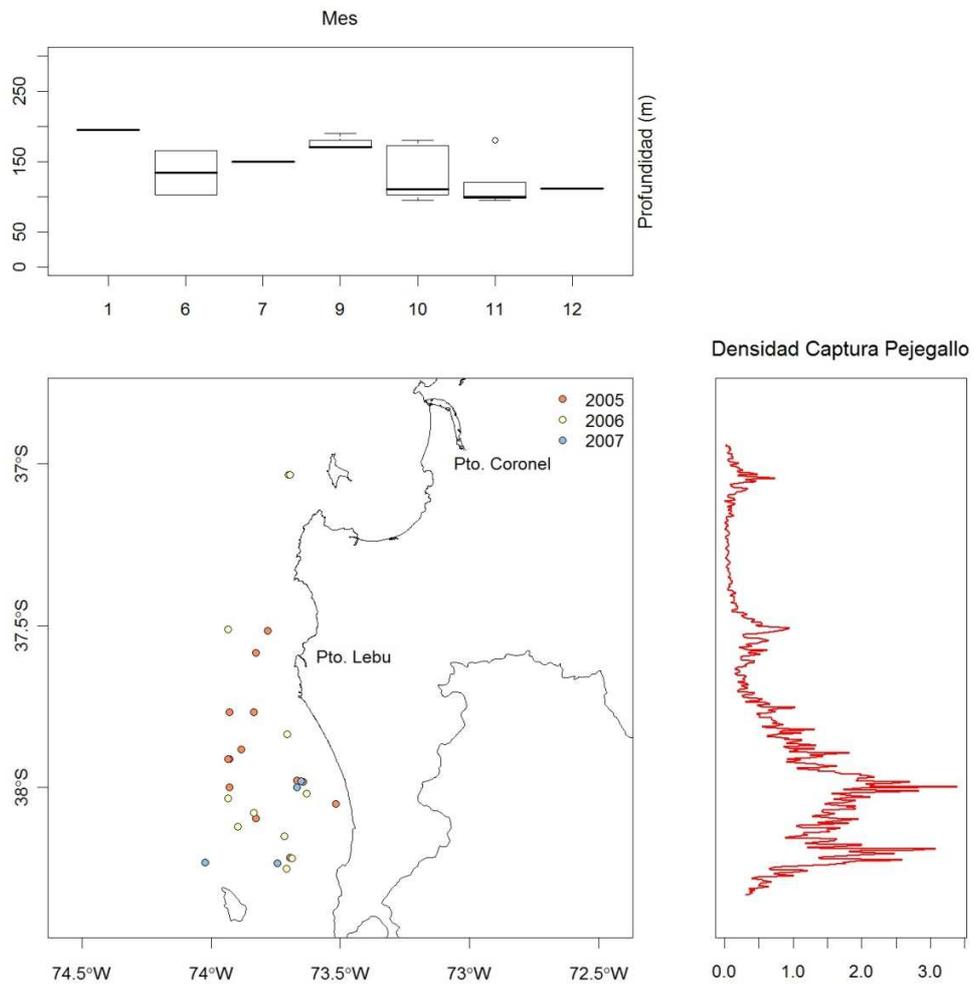
**Figura 5.3.23.-** Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadrículas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 5



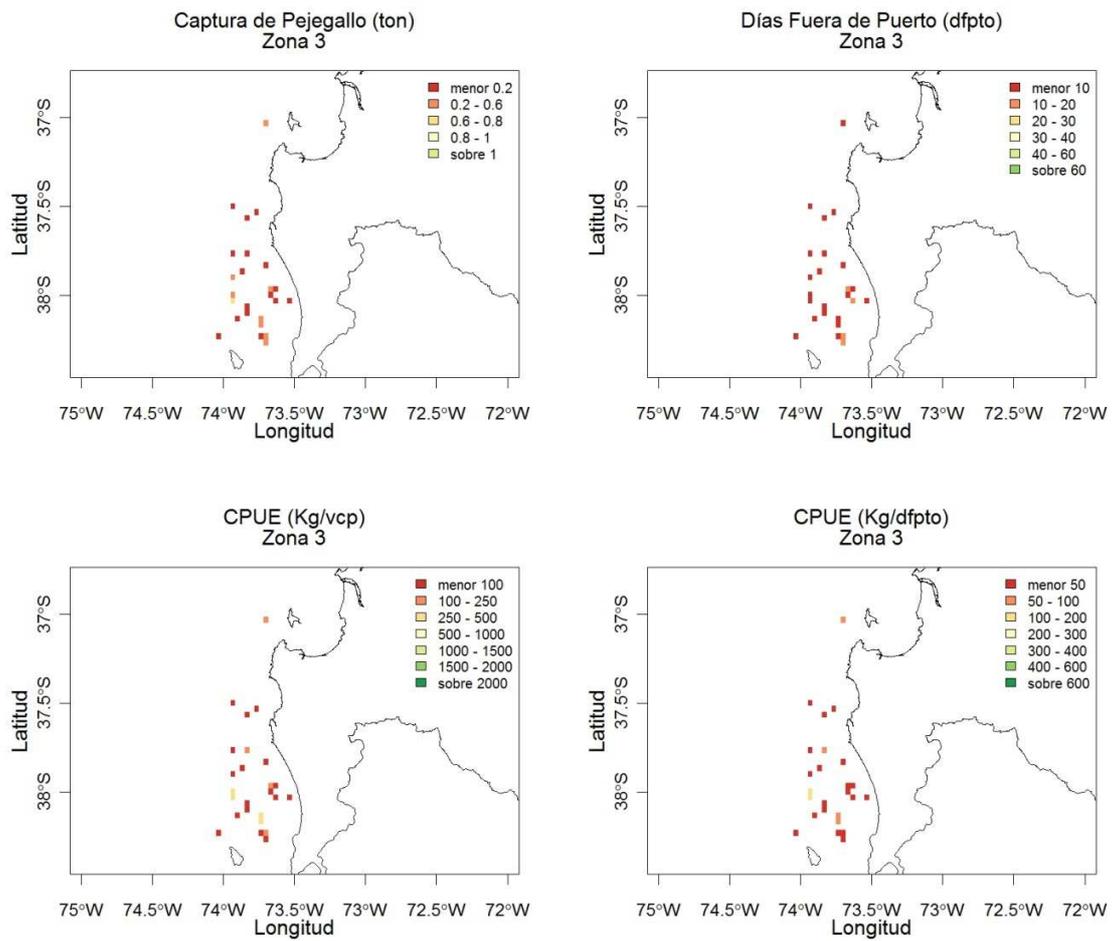
**Figura 5.3.24.-** Posiciones georeferenciadas de los lances de pesca con captura de pejegallos para el período 2005-2007 en la zona 4, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal



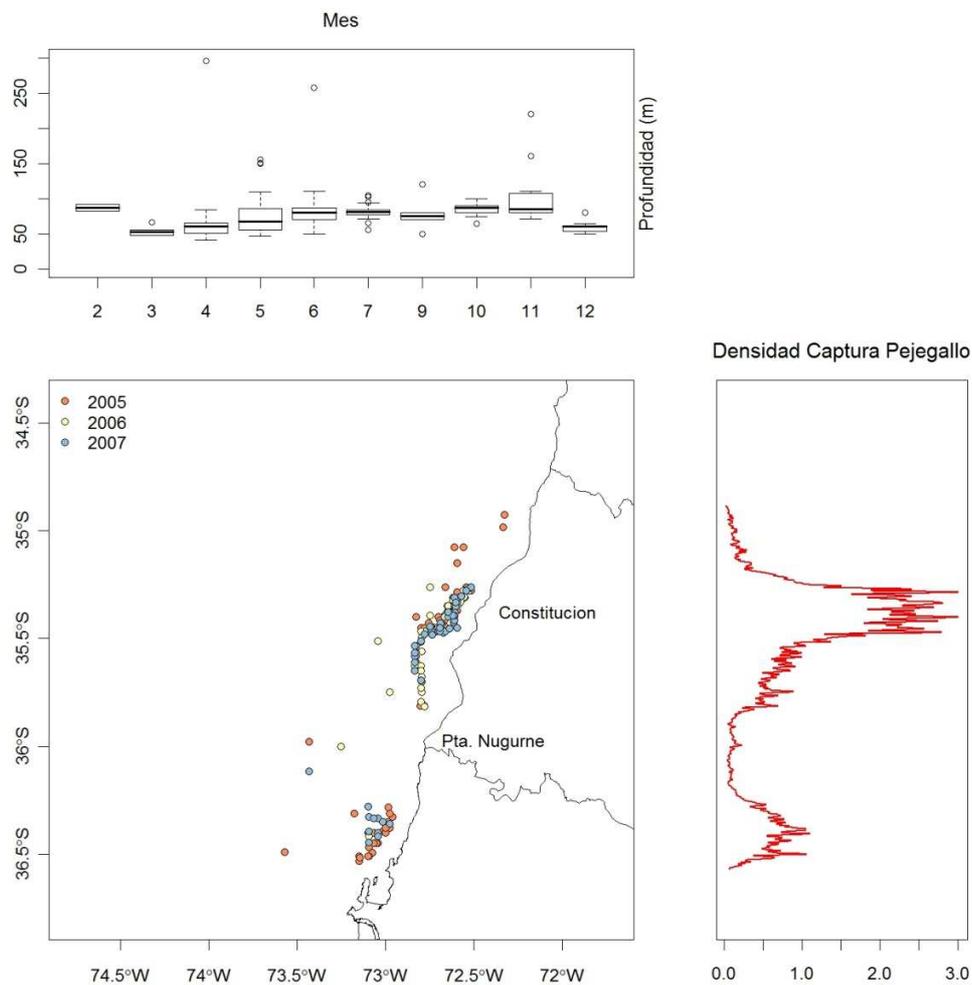
**Figura 5.3.25.-** Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadrículas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 4



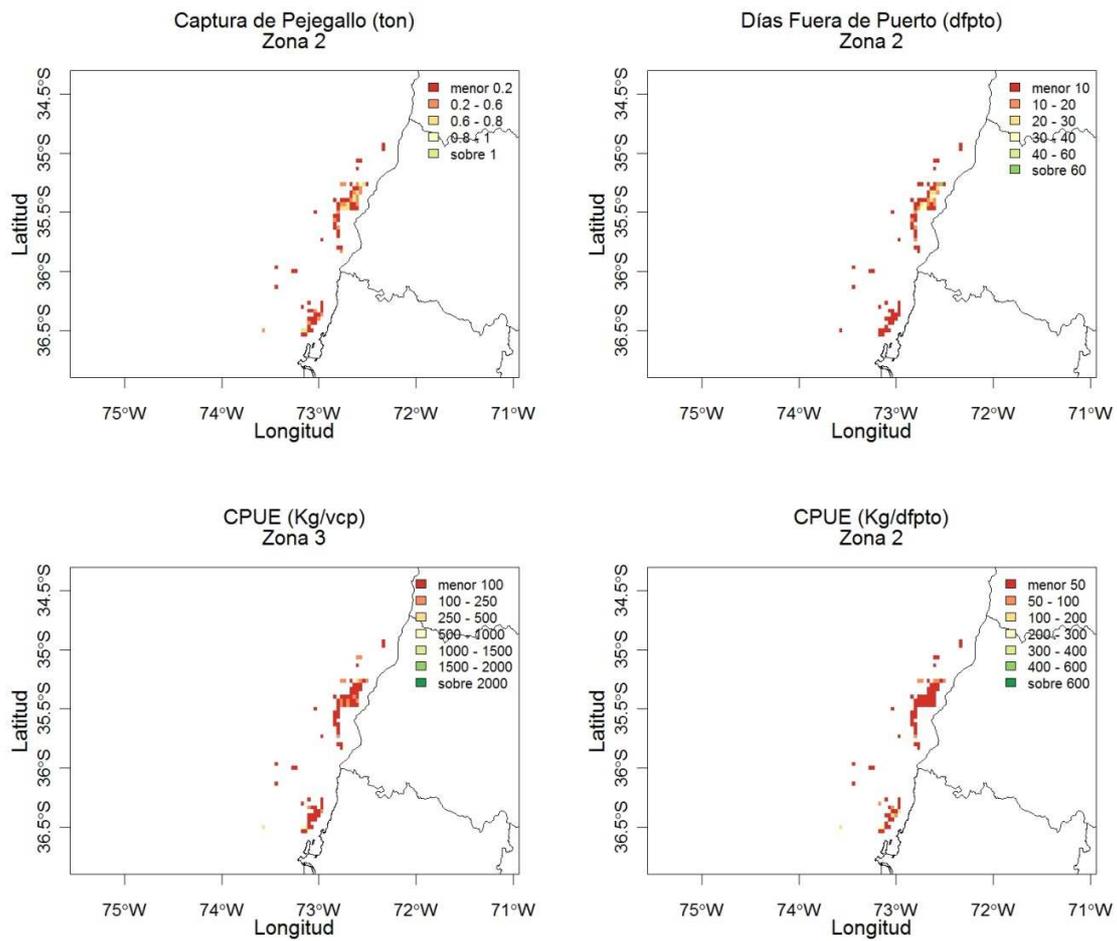
**Figura 5.3.26.**- Posiciones georeferenciadas de los lances de pesca con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 3, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal



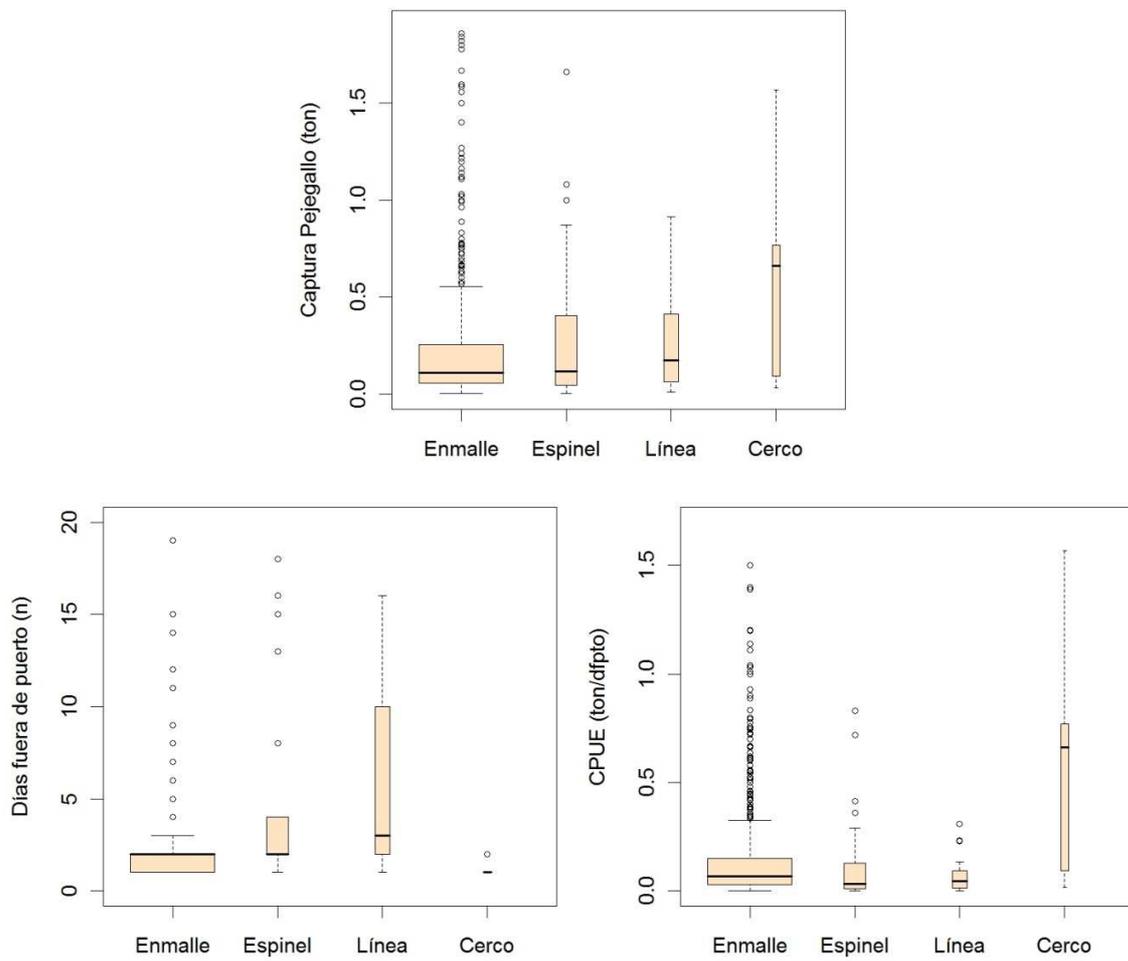
**Figura 5.3.27.-** Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 3



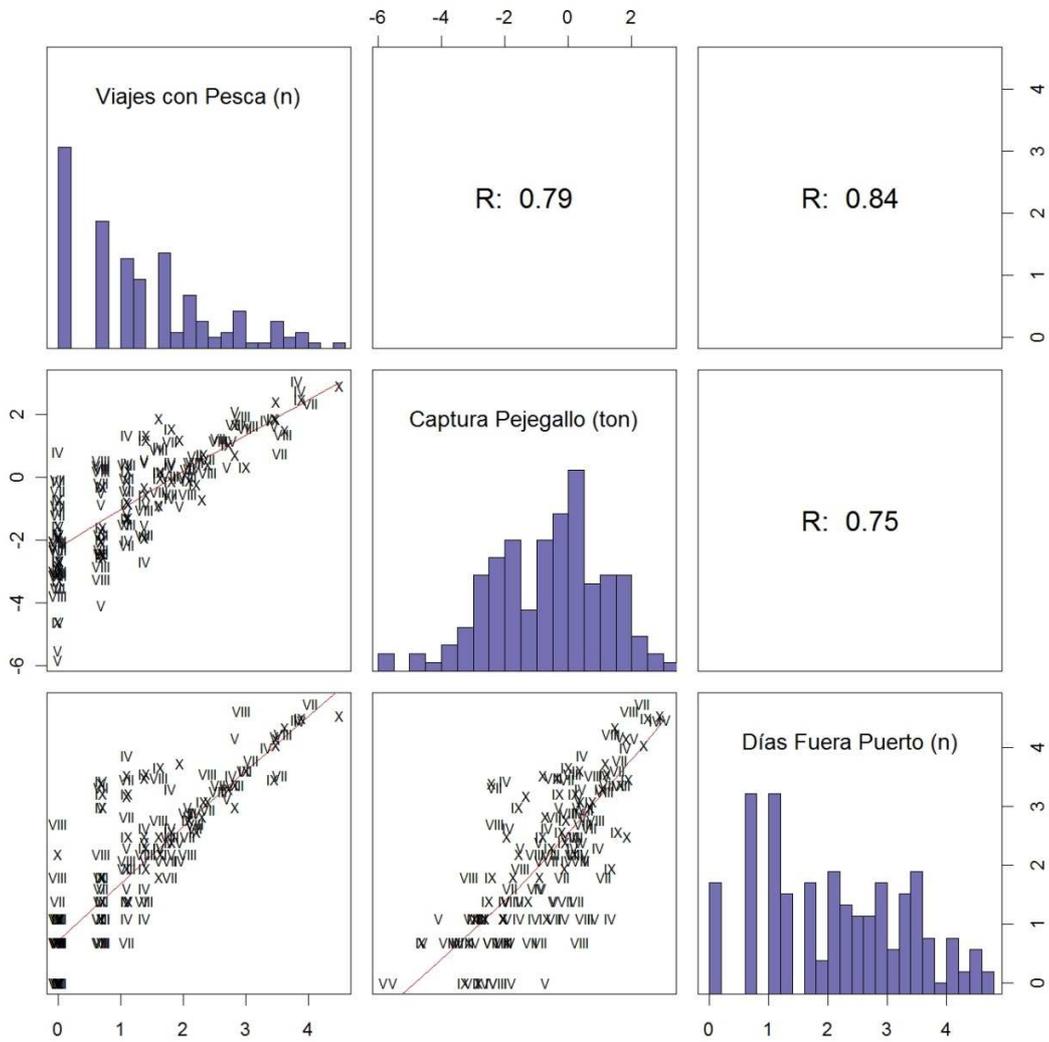
**Figura 5.3.28.**-Posiciones georeferenciadas de los lances de pesca con captura de pejegallo para el período 2005-2007 en la zona 2, boxplot de la profundidad mensual y densidad latitudinal



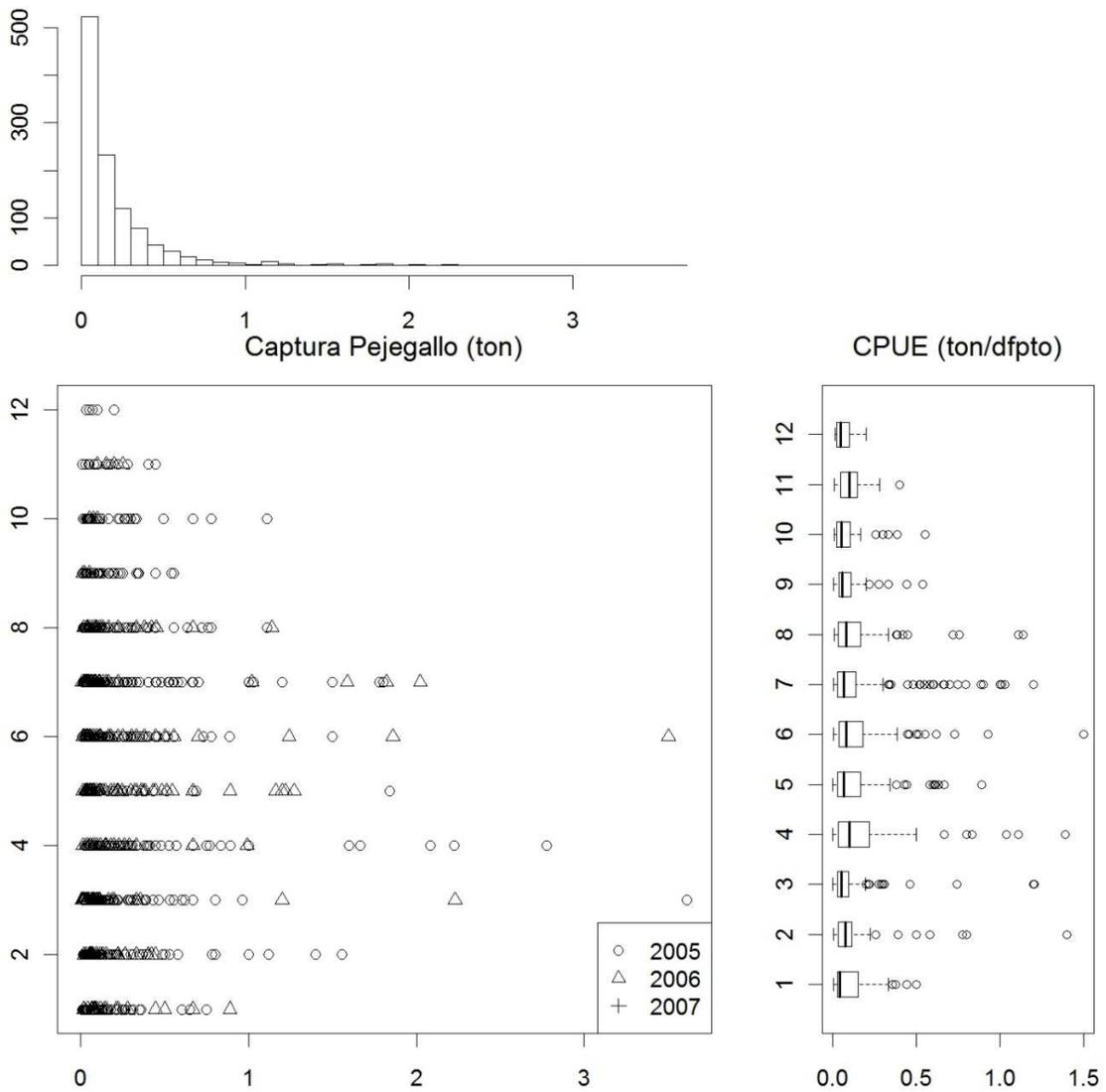
**Figura 5.3.29.-** Distribución de la captura de pejegallo, esfuerzo y cpue en Cuadriculas de 1 mn para el período 2005-2007 en la zona 2



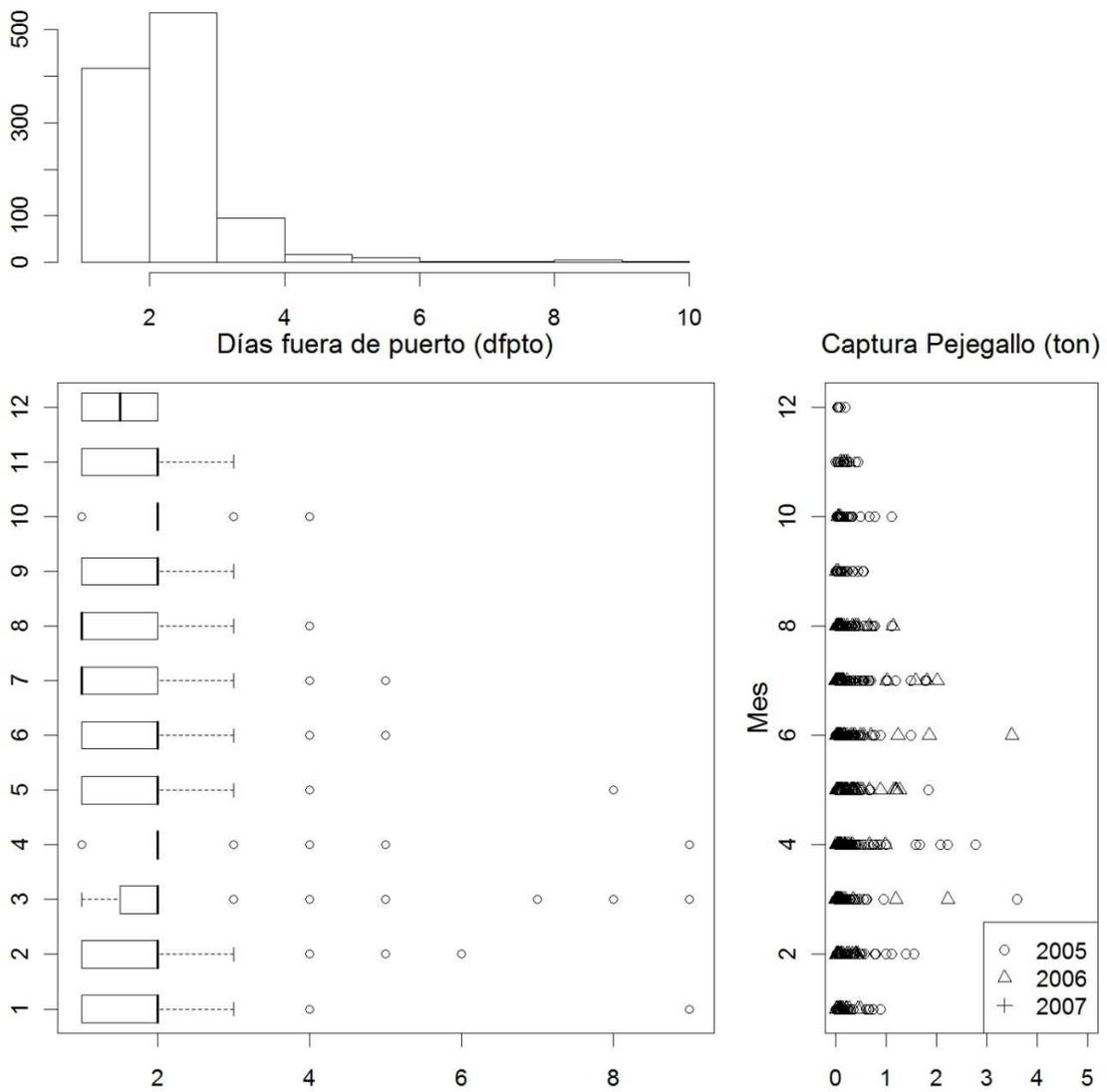
**Figura 5.3.30.-** Boxplot de la captura, esfuerzo de pesca en dfpto y cpue de peje gallo por arte de pesca para el período 2005-2007. El ancho de las cajas es proporcional al número de viajes de pesca disponibles para el análisis



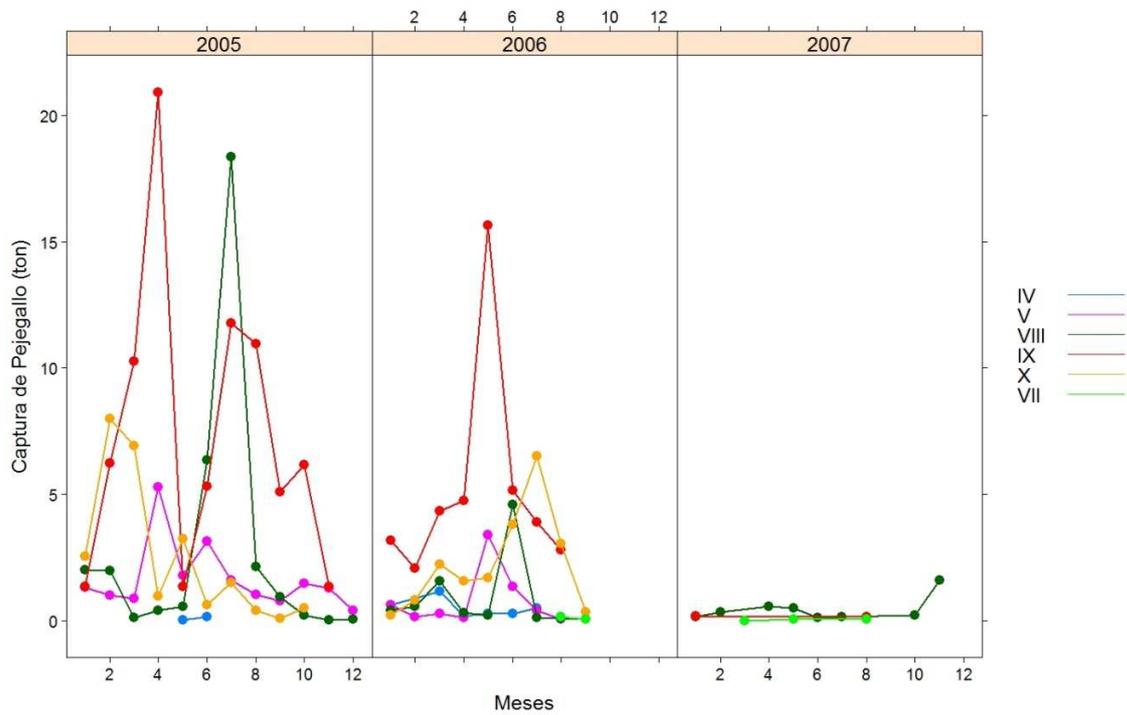
**Figura 5.3.31.-** Gráfico pareado entre las capturas de pejegallo y las dos unidades de esfuerzo. En la diagonal se muestra los histogramas, en las celdas superiores las correlaciones y en las celdas inferiores las figuras de dispersión de las variables analizadas



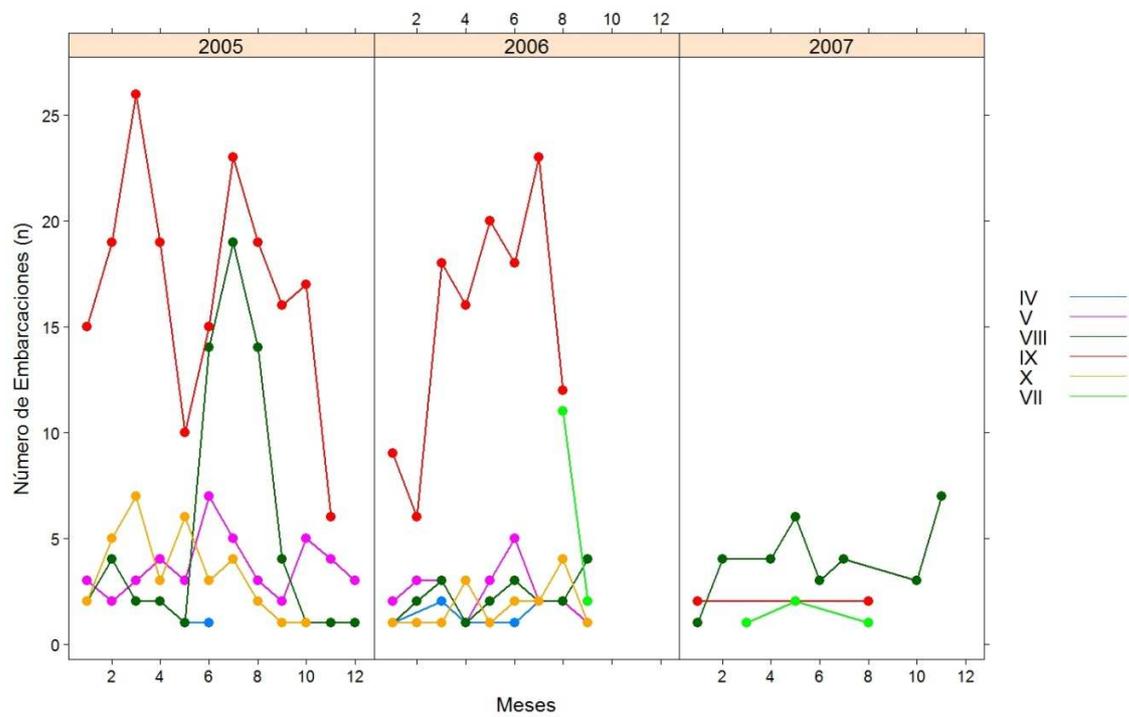
**Figura 5.3.32.-** Distribución de la captura de pejejallo (ton) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura por unidad de esfuerzo (columna derecha) por viaje de pesca



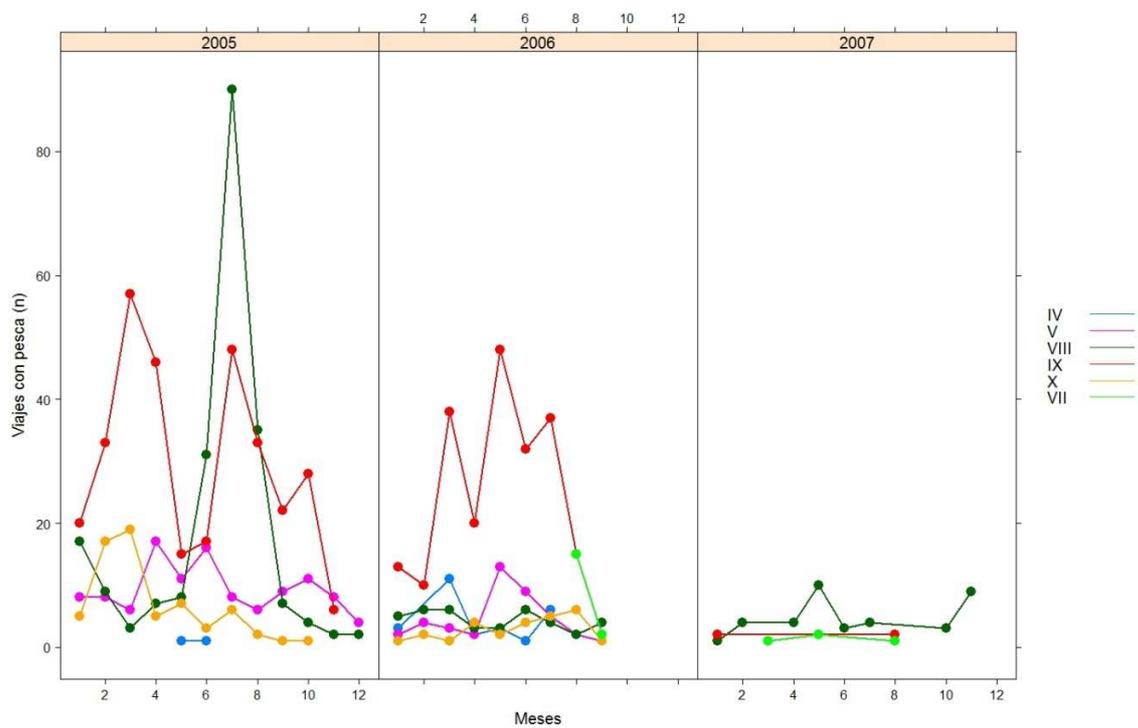
**Figura 5.3.33.-** Distribución del esfuerzo de pesca en peje gallo (ton) a través de los meses para el período 2005-2007 (columna izquierda) y los niveles de captura (columna derecha) por viaje de pesca



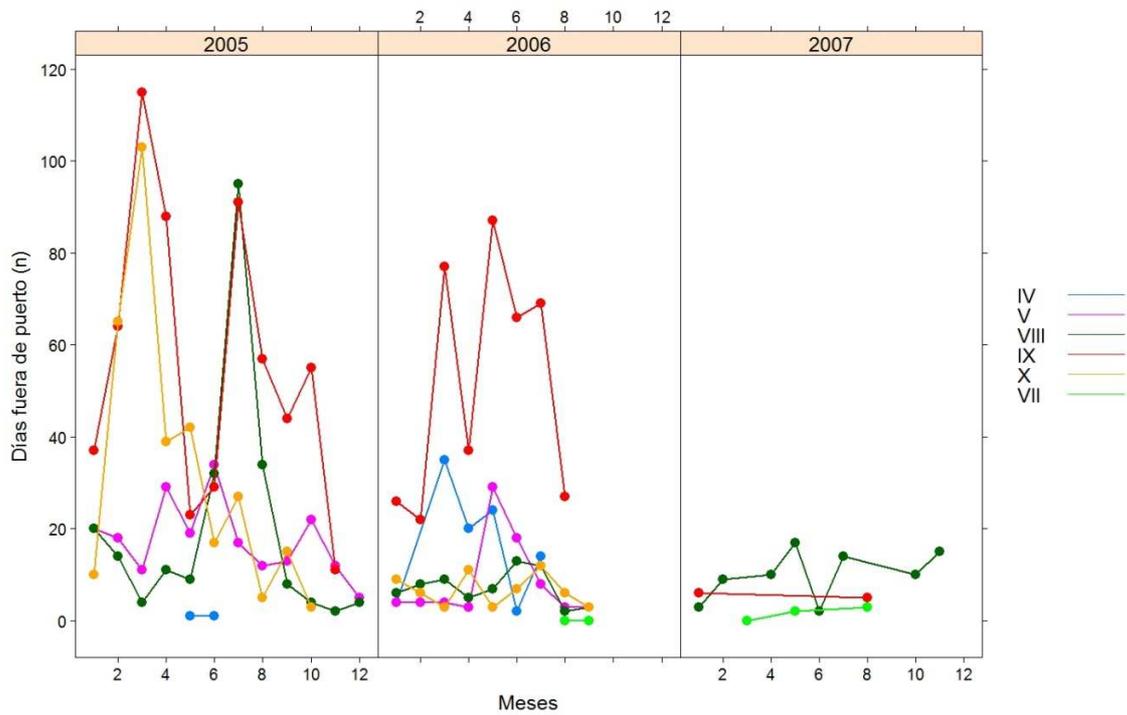
**Figura 5.3.34.-** Captura mensual de peje gallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. El período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitores de capturas entre la VII y X Regiones



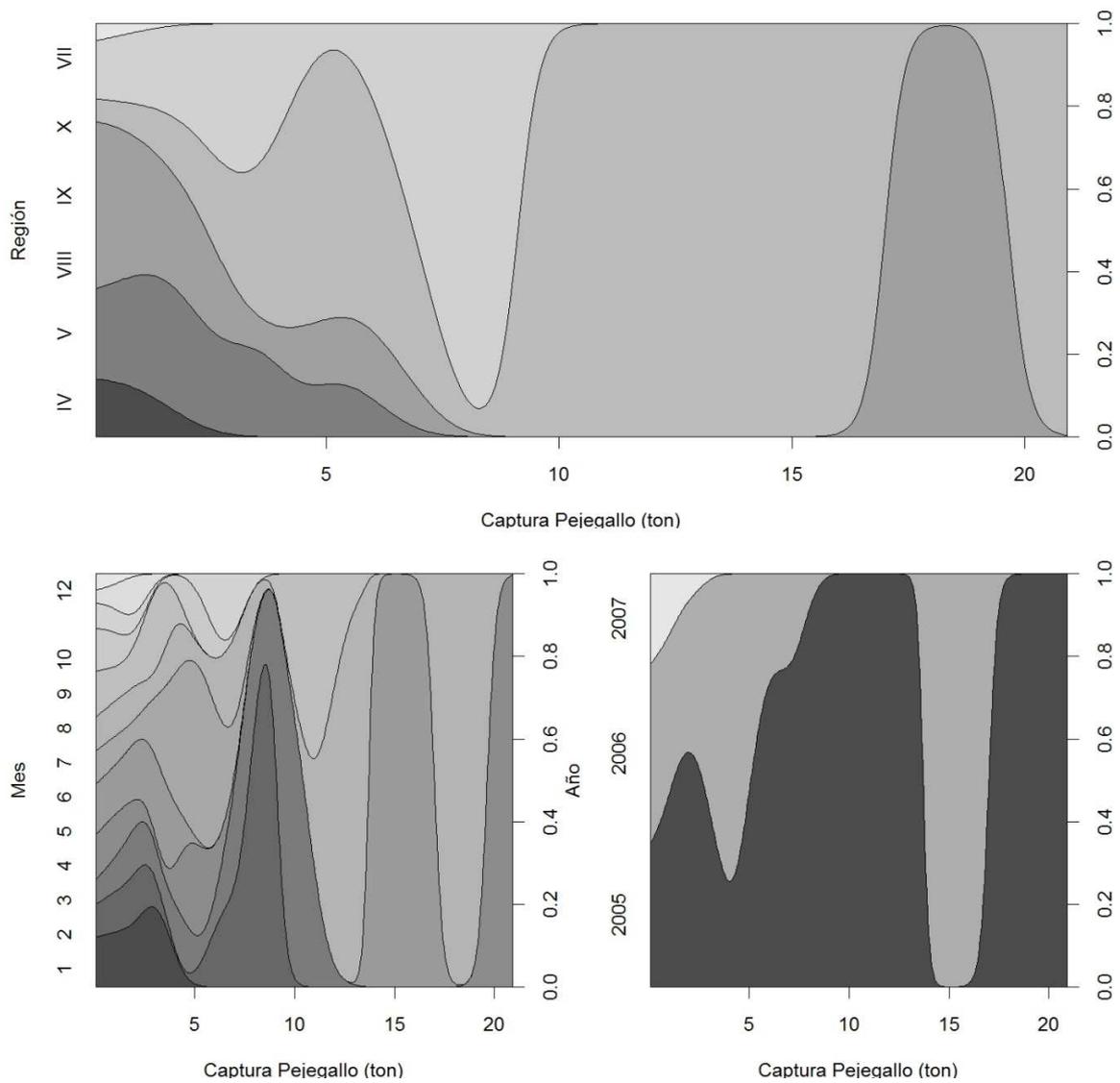
**Figura 5.3.35.-** Número de embarcaciones que capturaron peje gallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. El período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitores de capturas entre la VII y X Regiones



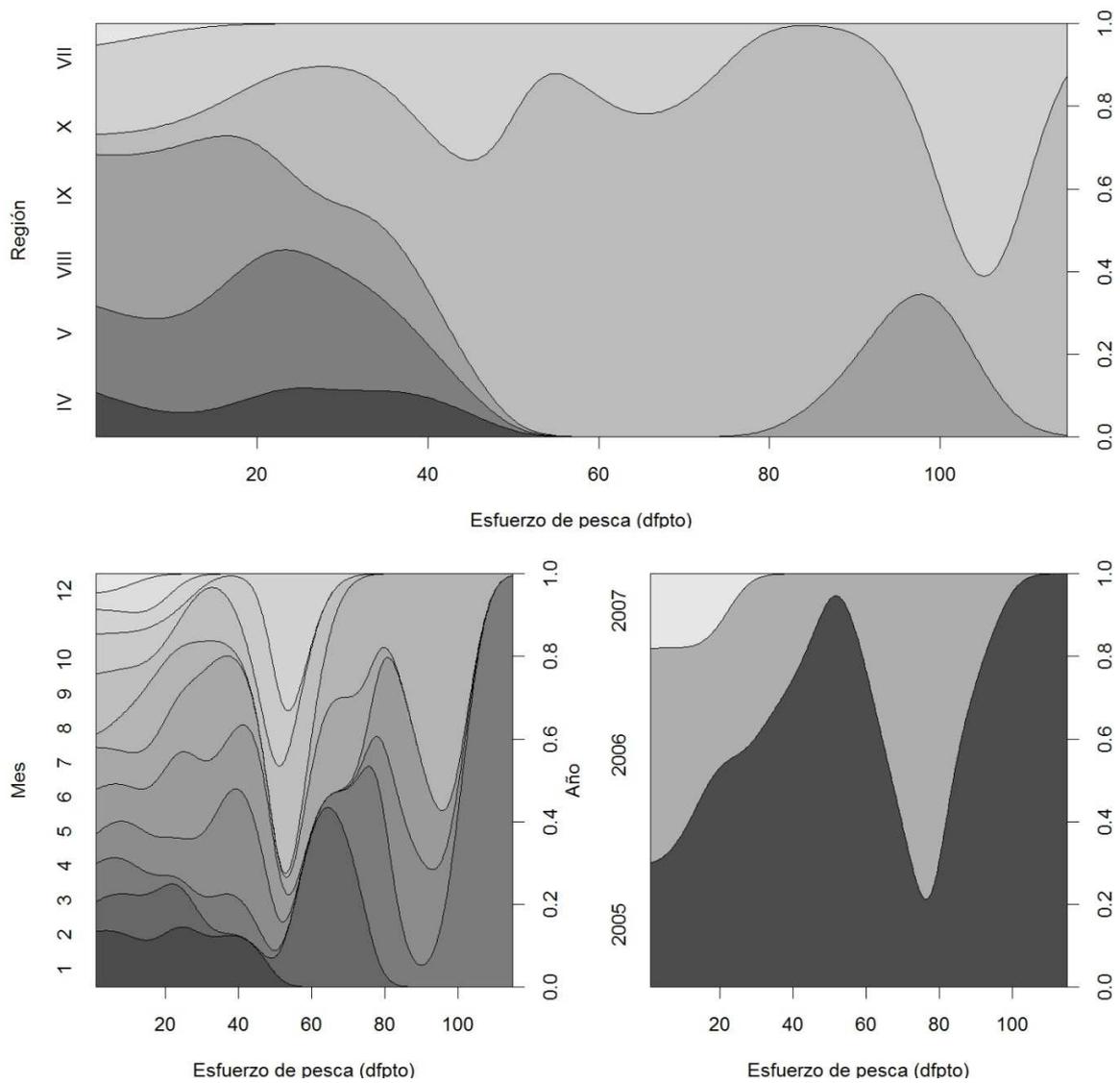
**Figura 5.3.36.-** Número de viajes con captura de pejejallo durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. El período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitores de capturas entre la VII y X Regiones



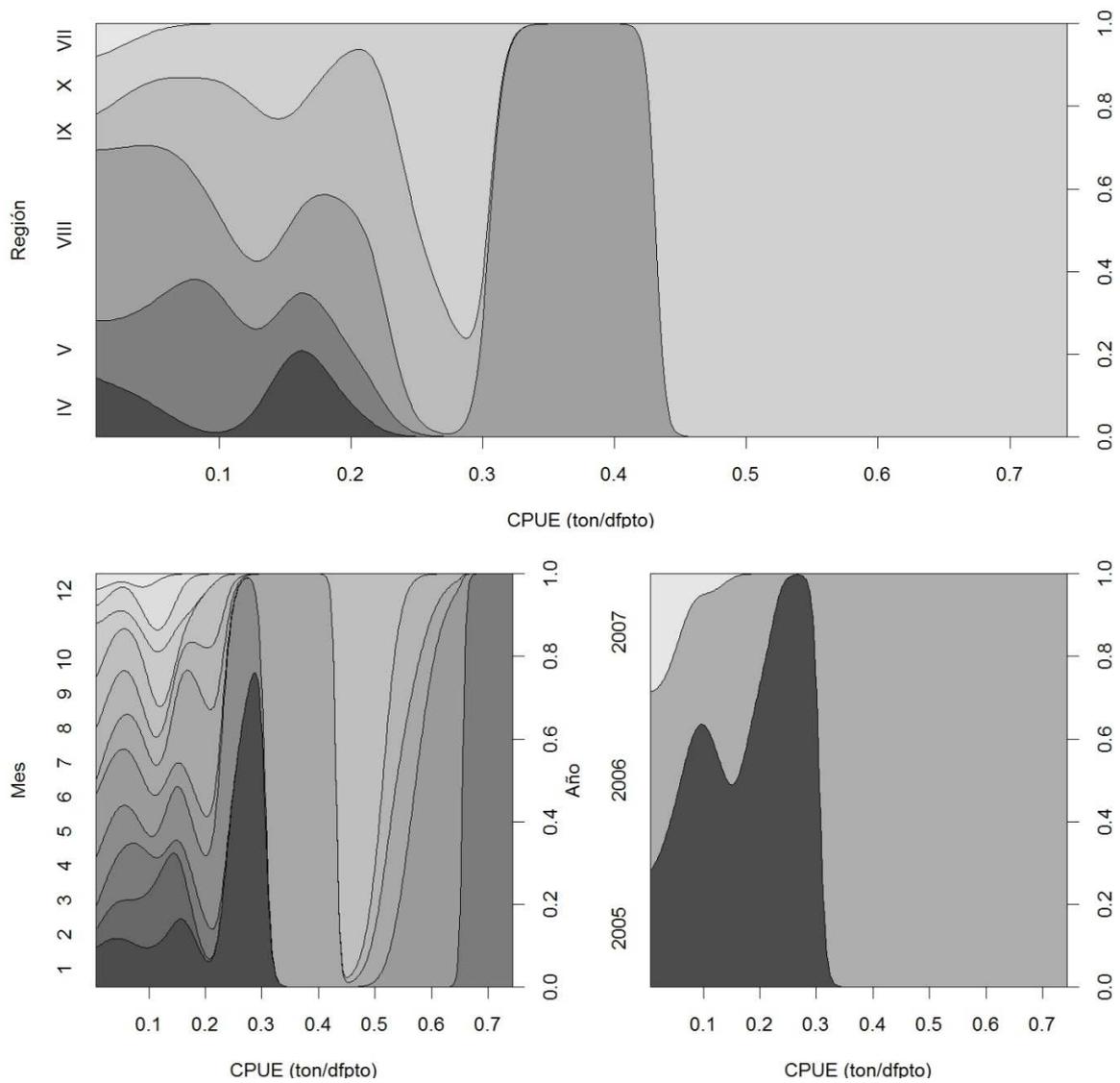
**Figura 5.3.37.-** Esfuerzo medido en días fuera de puerto durante el período 2005-2007 entre la IV y X Regiones. El período 2005-2006 corresponden a bitácoras de pesca proporcionadas por el Servicio Nacional de Pesca, mientras que el año 2007 son monitores de capturas entre la VII y X Regiones



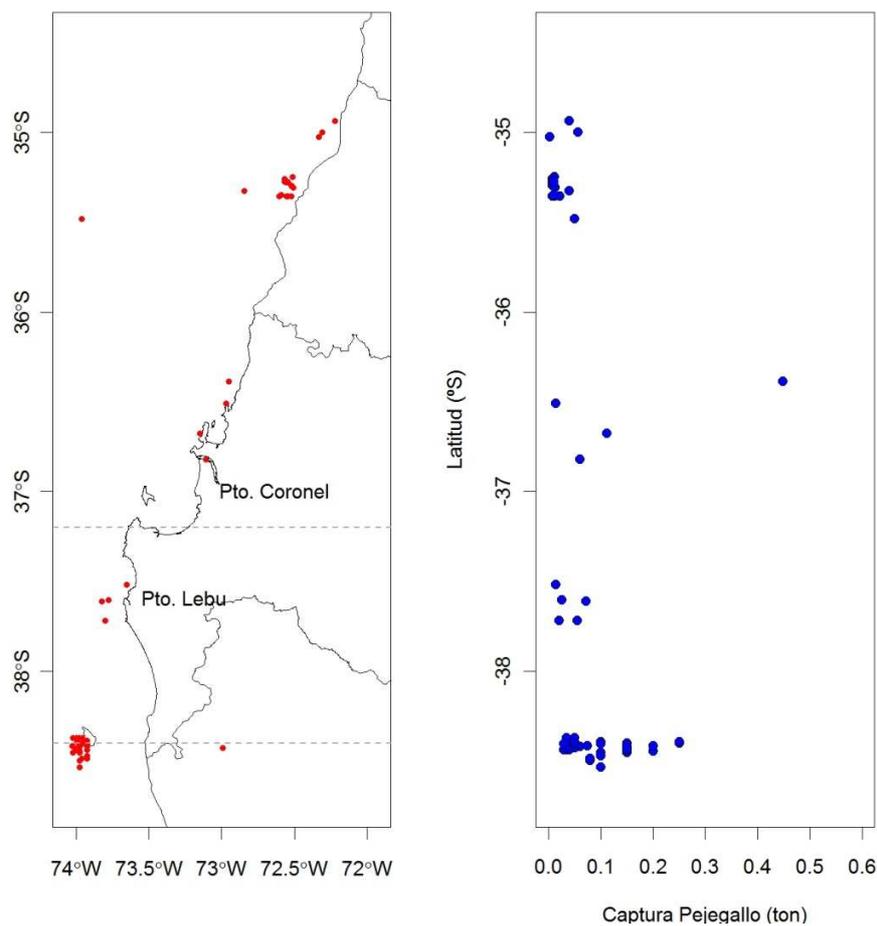
**Figura 5.3. 38.-** Gráficas de densidad condicional de la captura de pejejallo en base promedio año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable



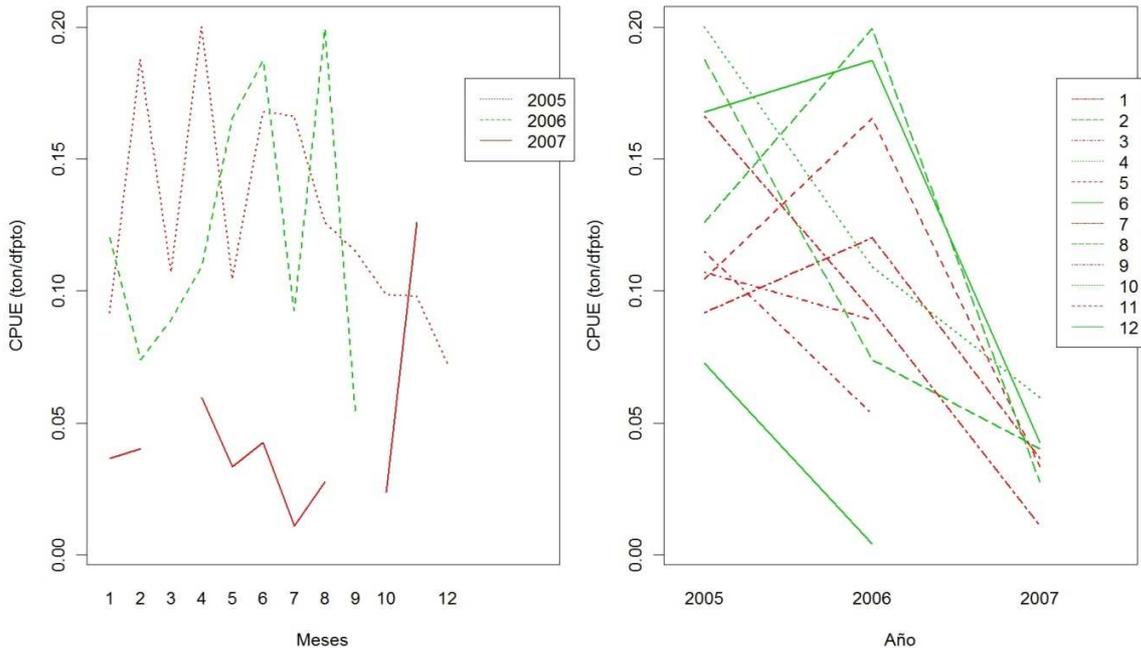
**Figura 5.3.39.-** Gráficas de densidad condicional del esfuerzo en base promedio año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable



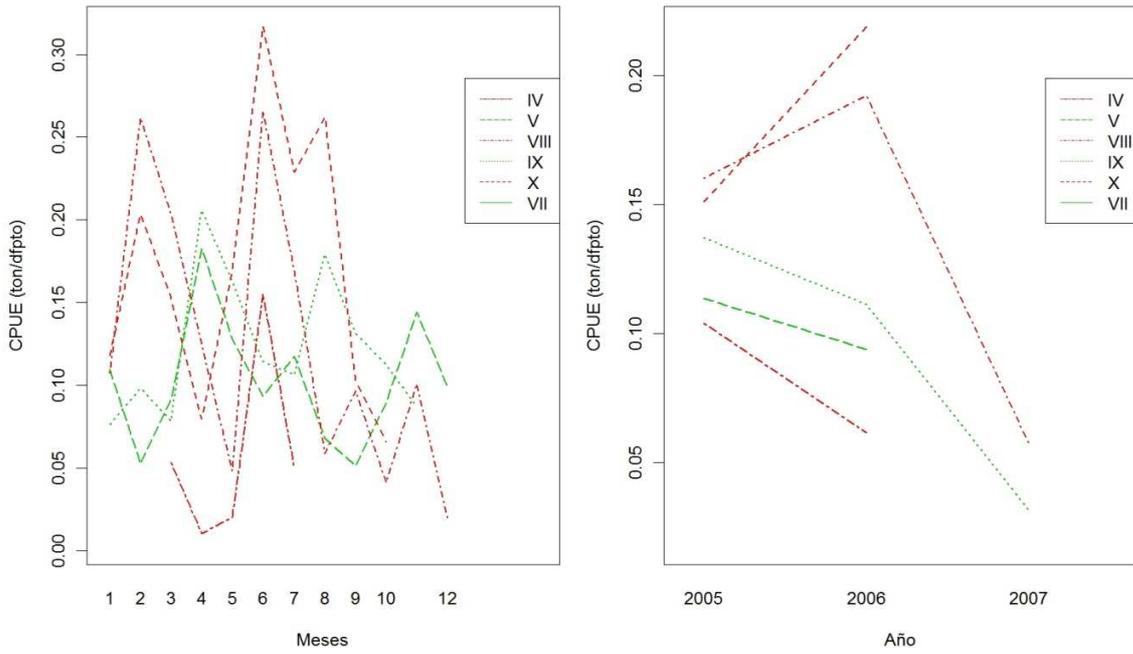
**Figura 5.3. 40.-**Gráficas de densidad condicional de la cpue en base promedio año-mes respecto a las variables Zona, Mes y Año. El eje-y derecho describe la variable mientras que el eje-y izquierdo la densidad condicionada a esta variable



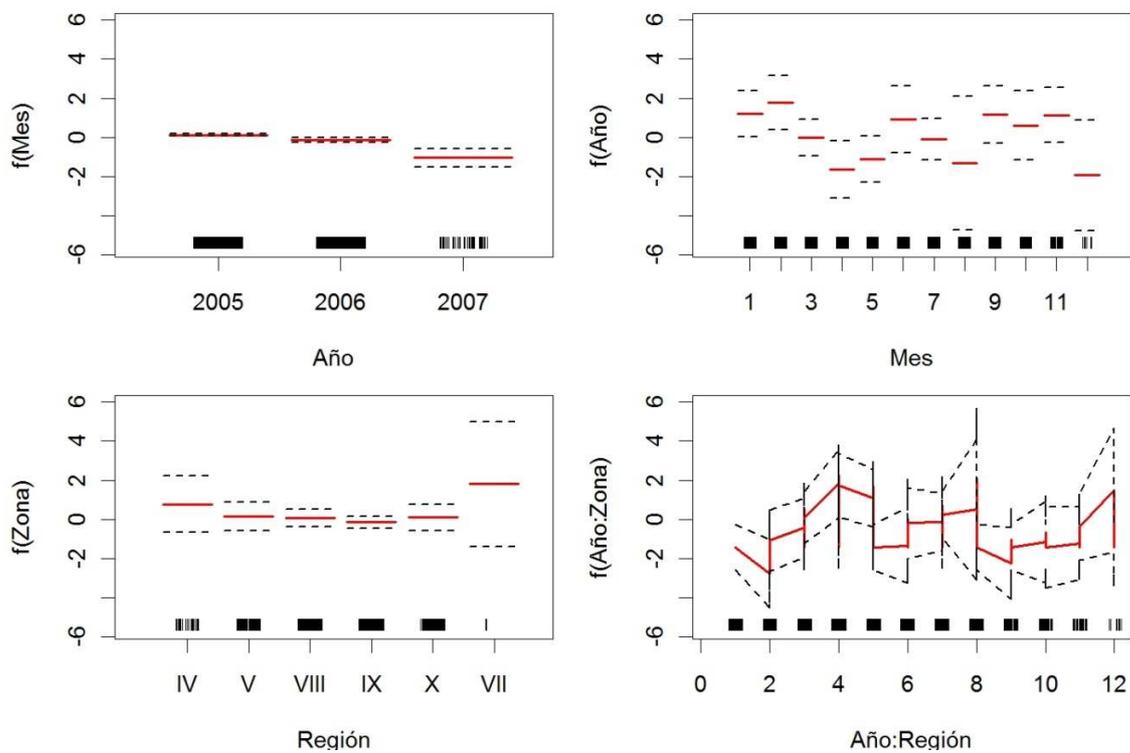
**Figura 5.3.41.-** Distribución espacial de los lances de pesca con captura de pejejallo de la pesquería de enmalle. Se muestran los lances para el período 2005-2007.



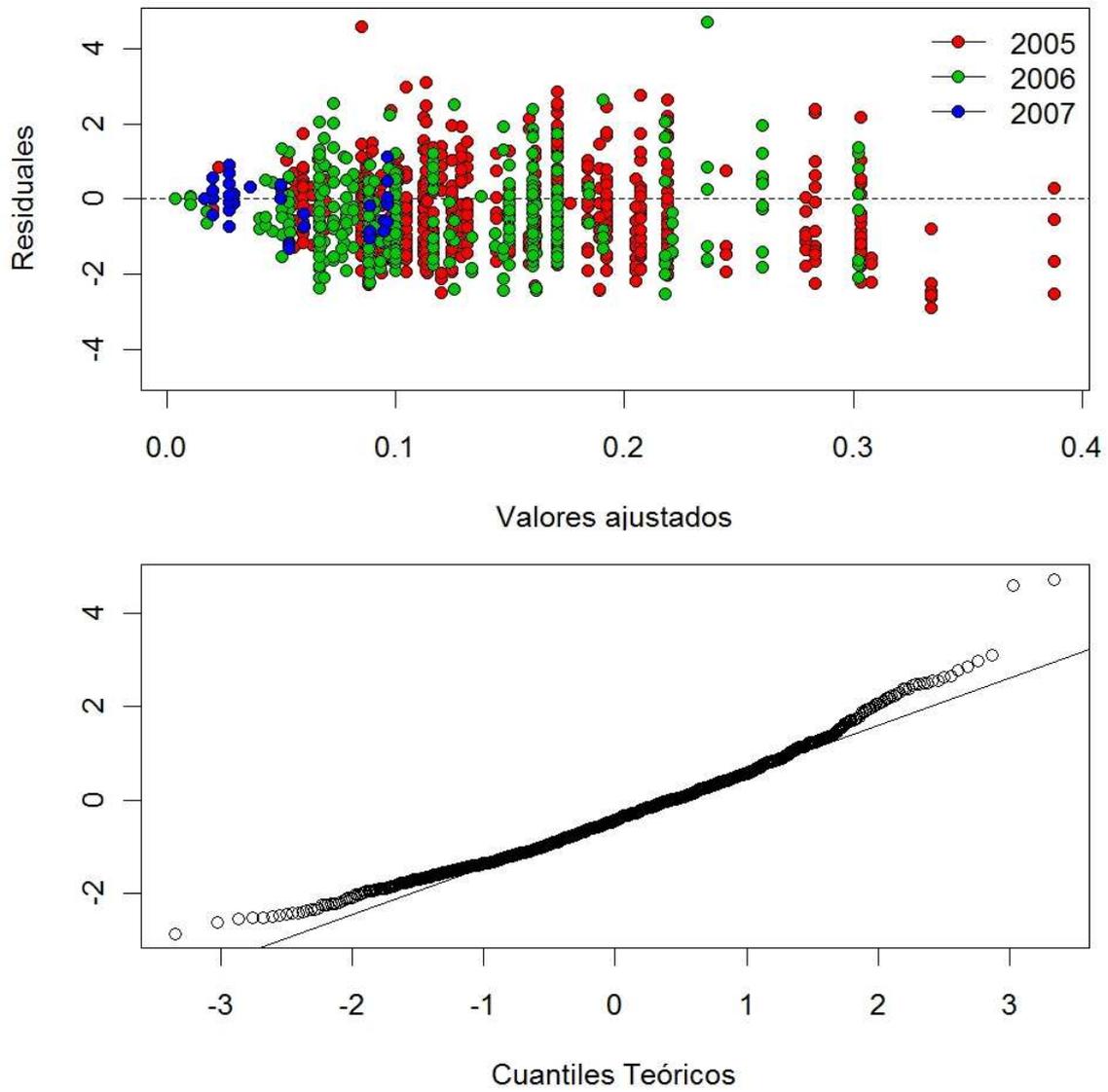
**Figura 5.3.42.-** Interacción entre meses y años en términos de la cpue de peje gallo por parte de la flota de enmalle.



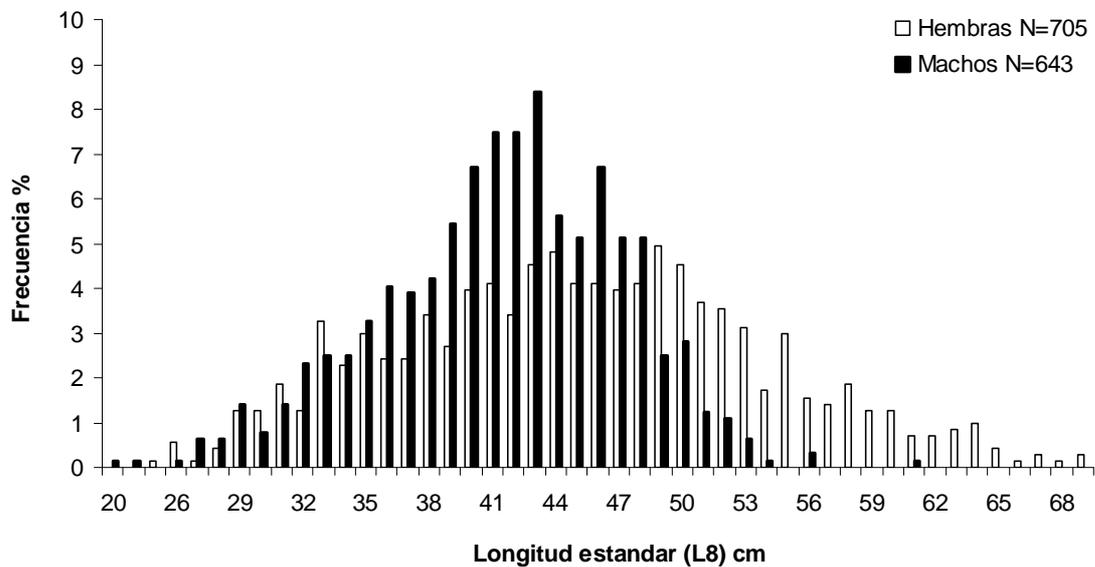
**Figura 5.3.43.-** Interacción entre meses, años y región en términos de la cpue por parte de la flota de enmalle.



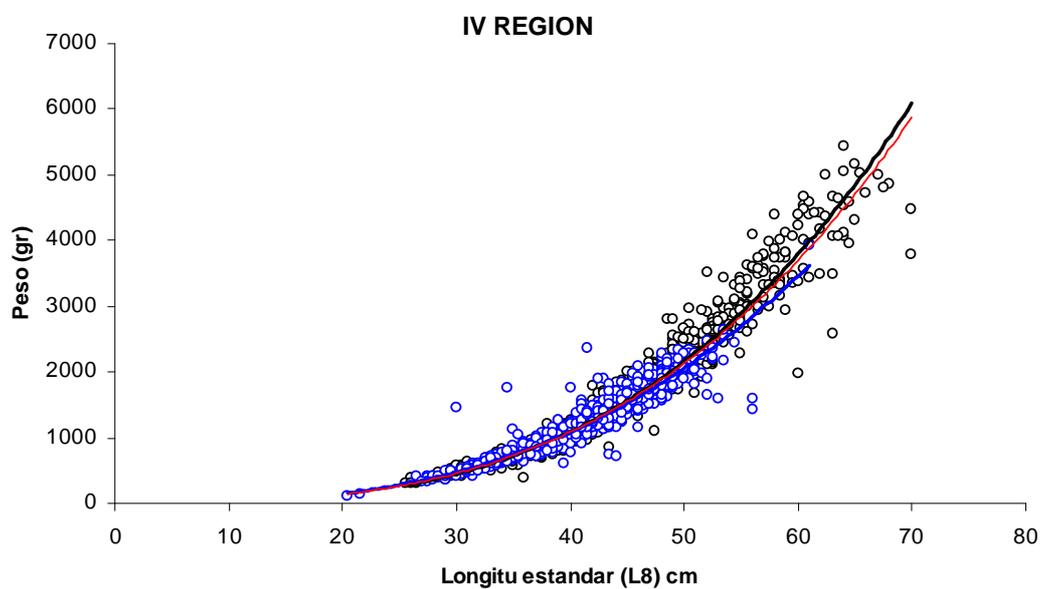
**Figura 5.3.44.-** Predicciones de la cpue por medio de un glm utilizando los predictores año, mes, región y la interacción mes:región. Las líneas verticales inferiores representan la proporcionalidad de datos para cada predictor.



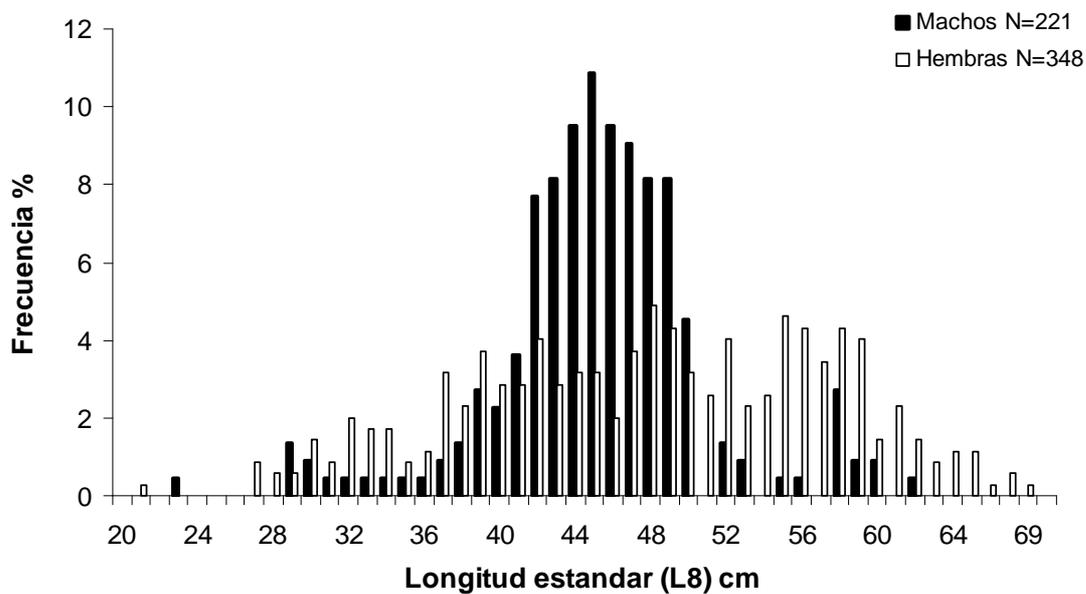
**Figura 5.3.45.-** Diagnostico de residuales del glm aplicado sobre la cpue y utilizando los predictores año, mes, región y la interacción mes:región.



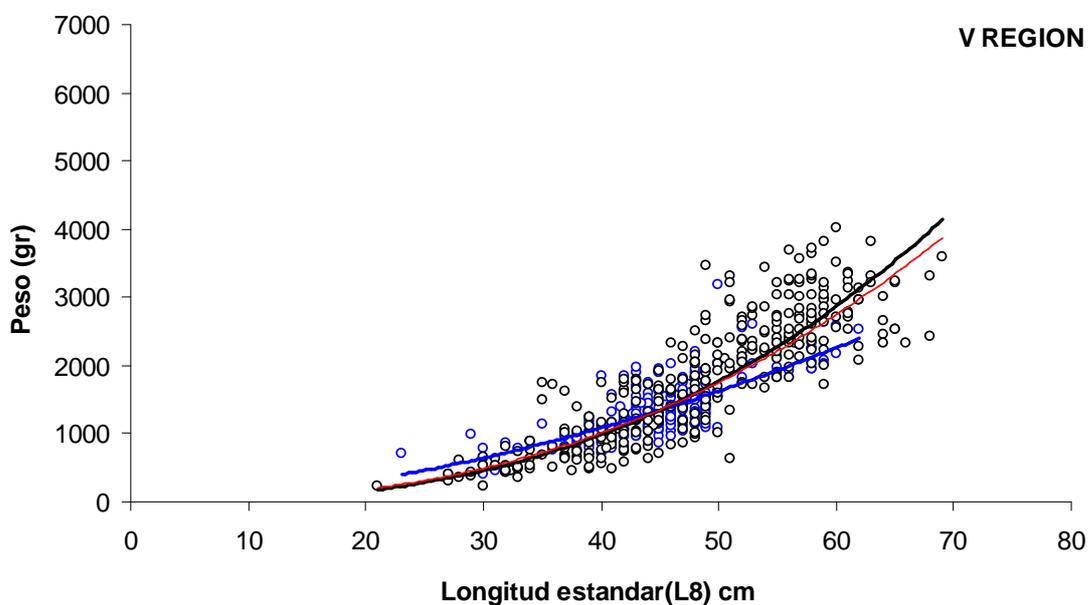
**Figura 5.4.1.-** Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo Noviembre 2006 a enero 2008, IV Región. L8 (longitud estándar)



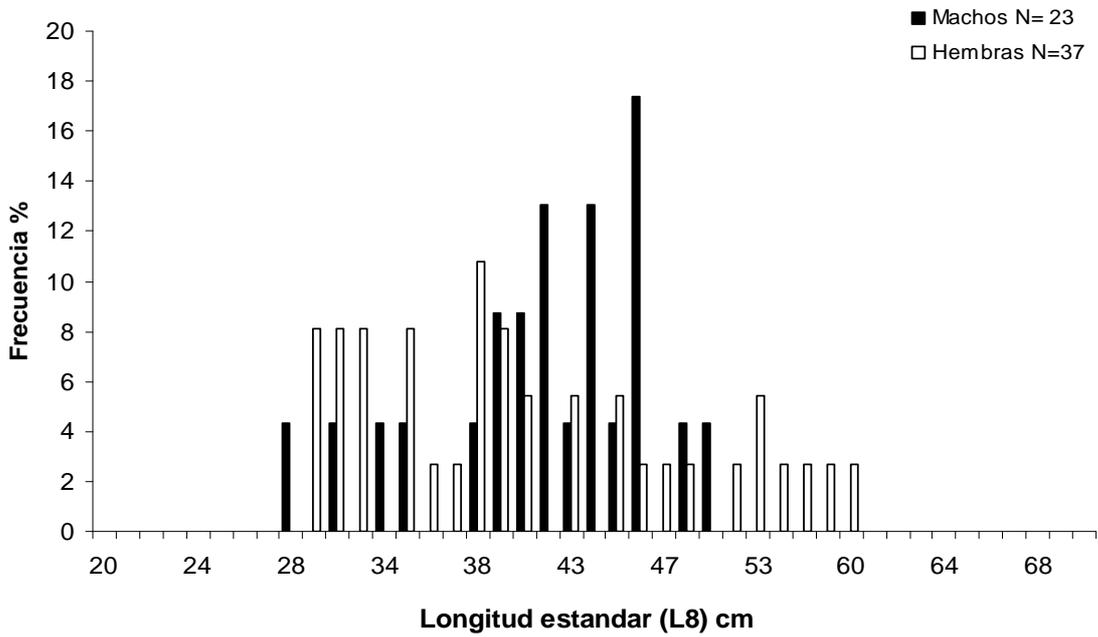
**Figura 5.4.2.-** Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo Noviembre 2006 a Enero 2008, IV Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos; curva de ajuste roja: Total)



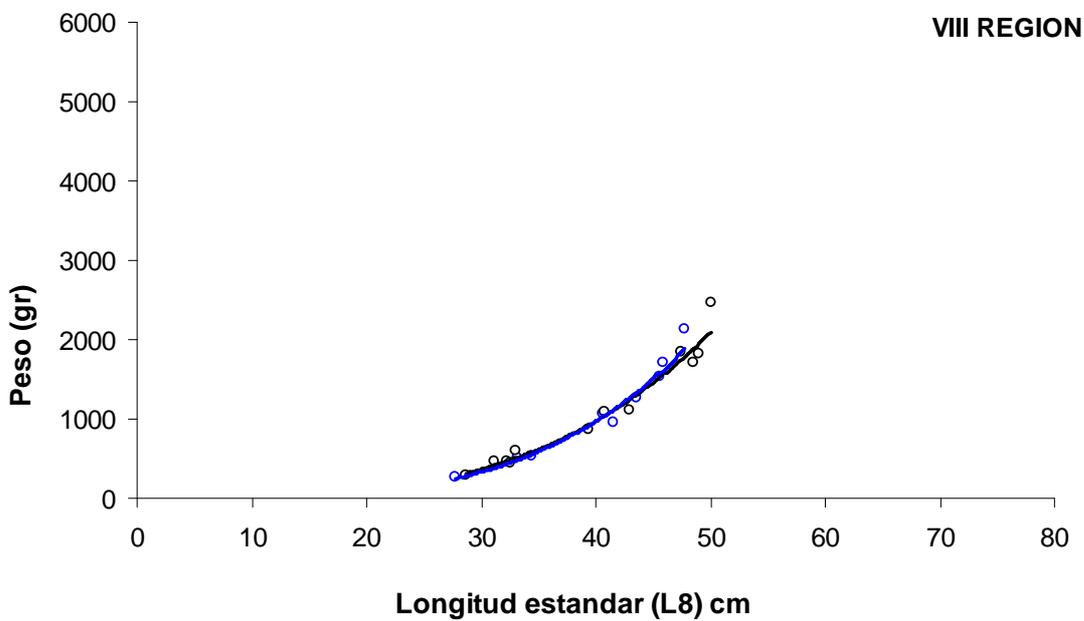
**Figura 5.4.3.-** Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo Octubre 2006 a Abril 2007, V Región. L8 (longitud estándar).



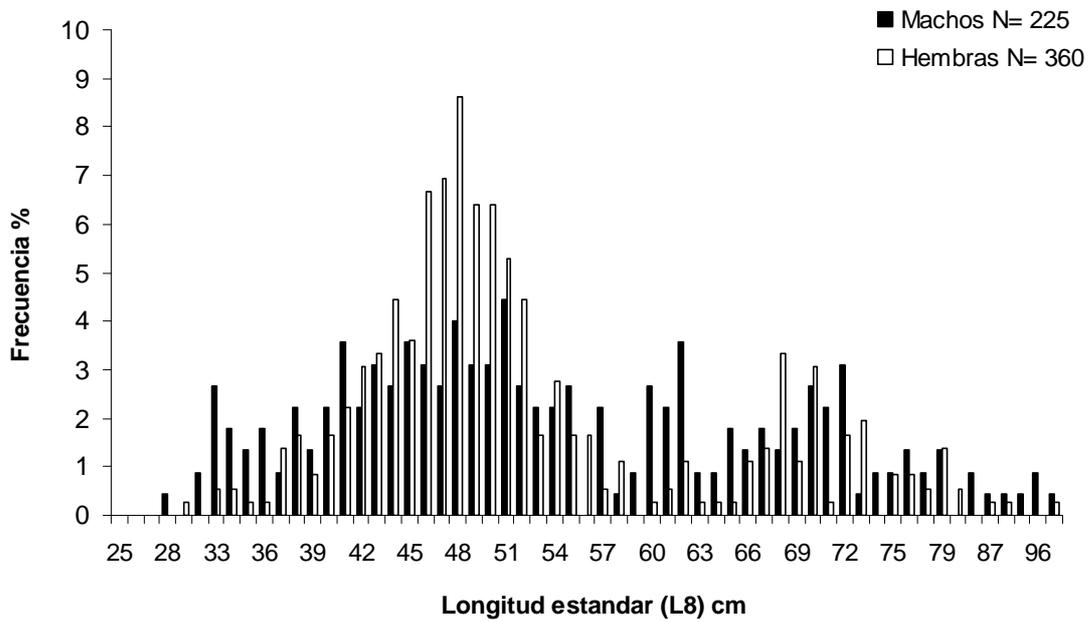
**Figura 5.4.4-** Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo Octubre 2006 a Abril 2007, V Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos; curva de ajuste roja:Total)



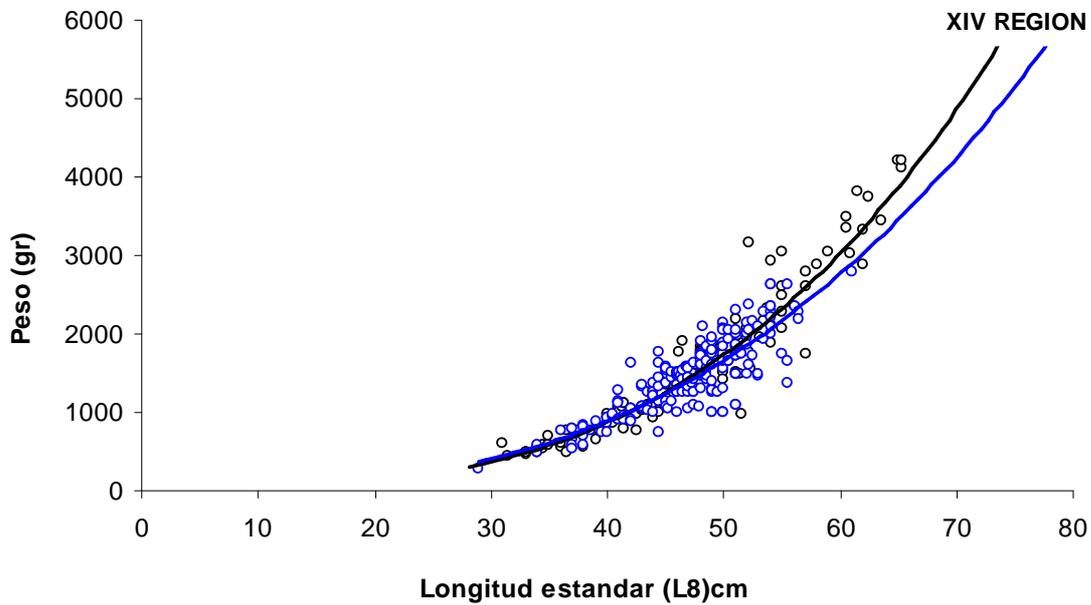
**Figura 5.4.5.-** Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras, para el periodo Septiembre 2006 a Marzo 2007, VIII Región. L8(longitud estandar)



**Figura 5.4.6.-** Relación longitud –peso del pejejallo durante para el periodo Septiembre 2006 a Marzo 2007, VIII Región. (círculos y curva de ajuste negros : hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos).



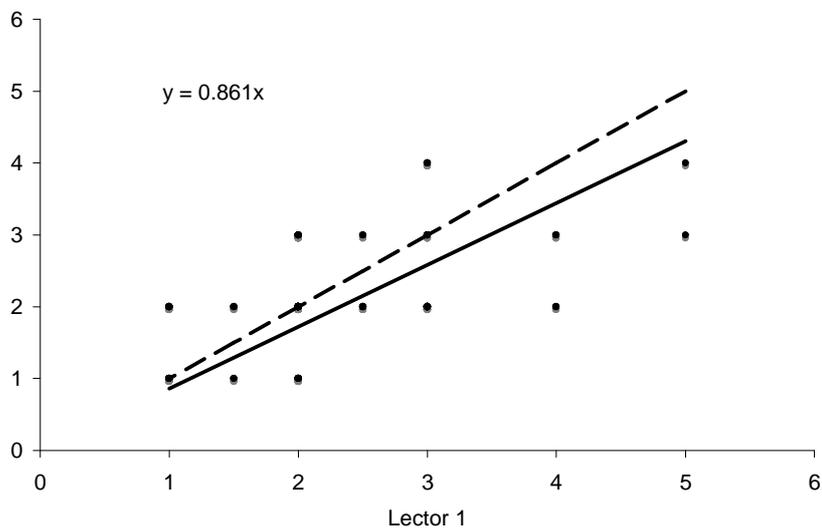
**Figura 5.4.7.-** Frecuencia de longitudes (%) de machos y hembras para el periodo Octubre 2006 a Agosto 2007, XIV Región. L8 (longitud estándar)



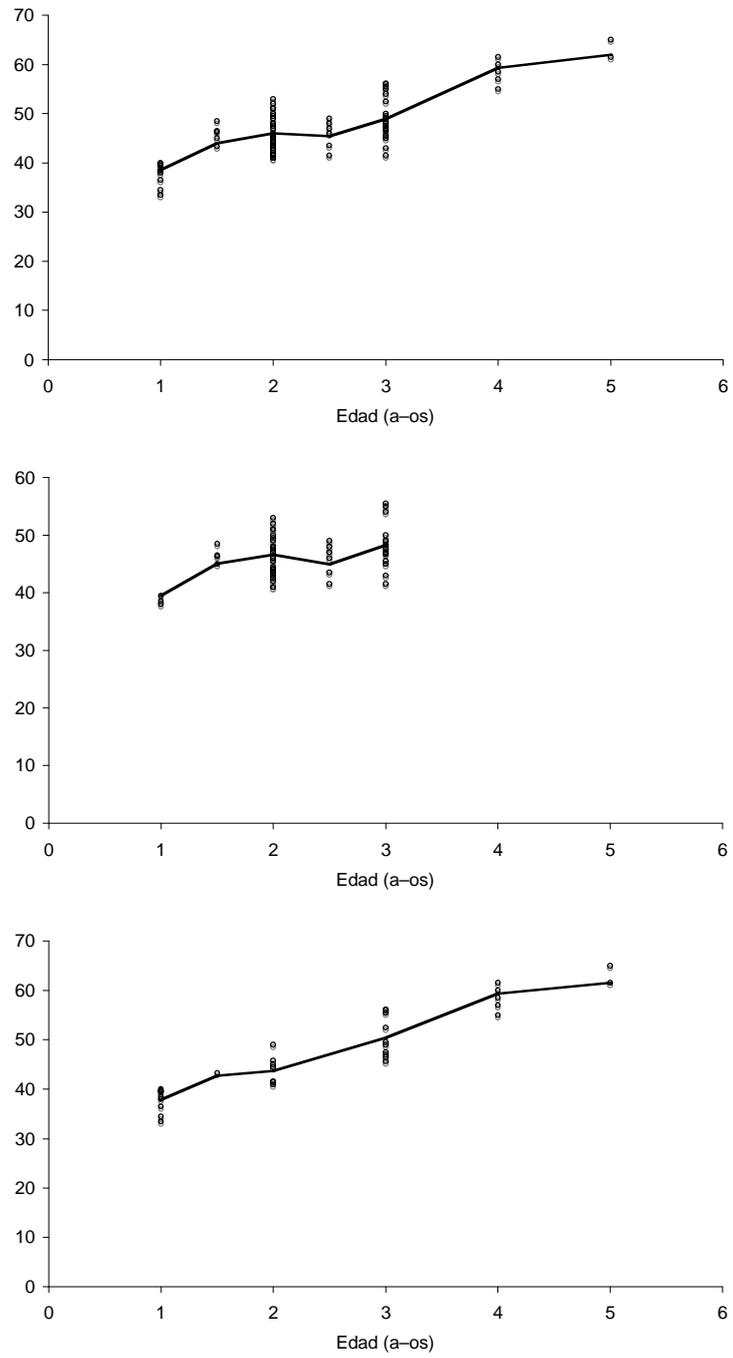
**Figura 5.4.8.-** Relación longitud –peso del pejegallo durante para el periodo Octubre 2006 a Agosto 2007, VIII Región. (Círculos y curva de ajuste negros: hembras; círculos y curva de ajuste azules: machos).



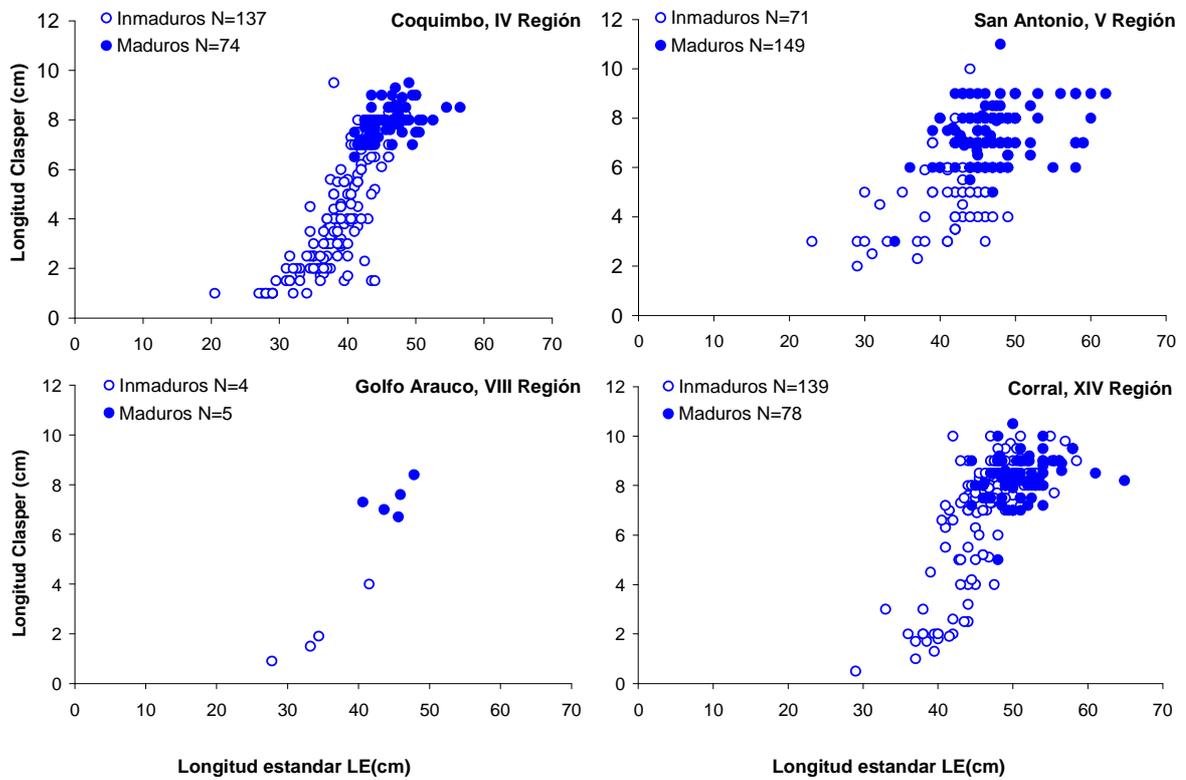
**Figura 5.5.1.** Sección transversal de la primera espina dorsal de un ejemplar de *C. callorhinchus*. Longitud estándar: 47,5 cm; número de anillos: 3.



**Figura 5.5.2.** Comparación de las lecturas realizadas por dos lectores. Línea punteada corresponde a 45°; Línea continua ajuste con intercepto igual cero.

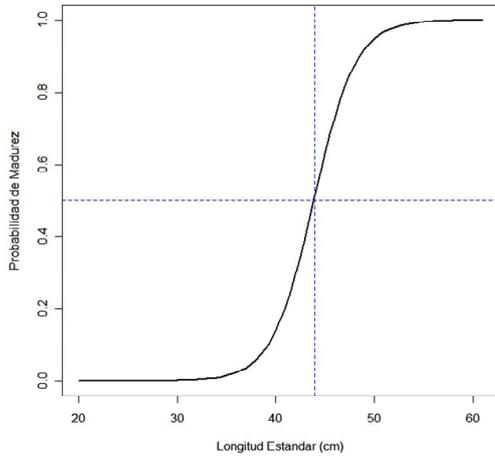


**Figura 5.5.3.** Relación edad-longitud estándar estimada en base a secciones e la espina dorsal en el pejelgalo. A: ambos sexos (n=105); B: machos (n=68); C: hembras (n=37).

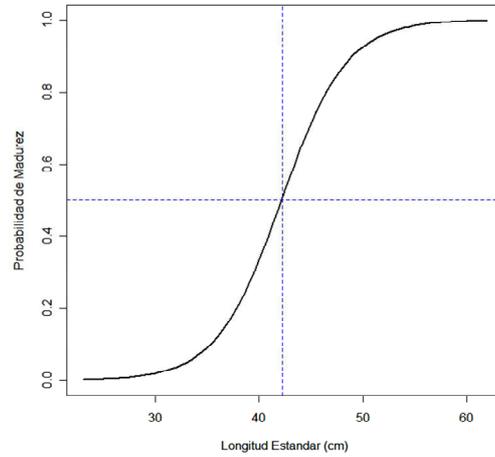


**Figura 5.6.1.-** Grado de madurez mediante el desarrollo del Clasper en machos de peje gallo, relacionando la Longitud del Clasper (cm) y la Longitud estándar LE (cm). Círculos azules, Clasper Calcificados (individuos maduros) y círculos contorno azul, Clasper NO Calcificados (individuos inmaduros).

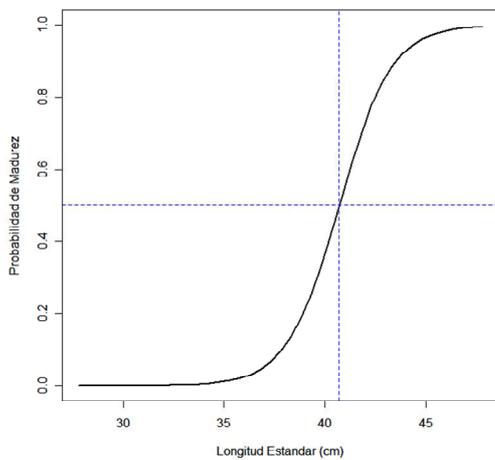
Coquimbo, IV Región  
 $L_{50\%} = 43,7$  cm LE



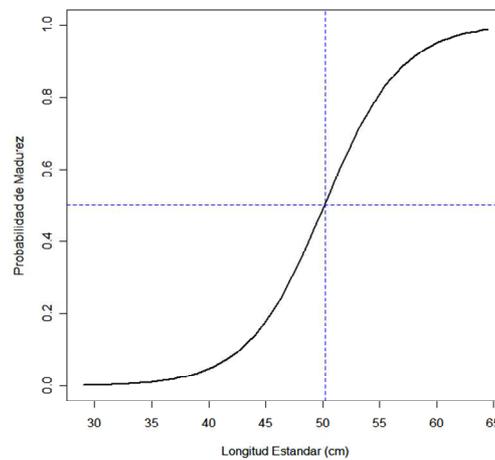
San Antonio, V Región.  
 $L_{50\%} = 42,2$  cm LE



Golfo Arauco, VIII Región.  
 $L_{50\%} = 40,7$  cm LE

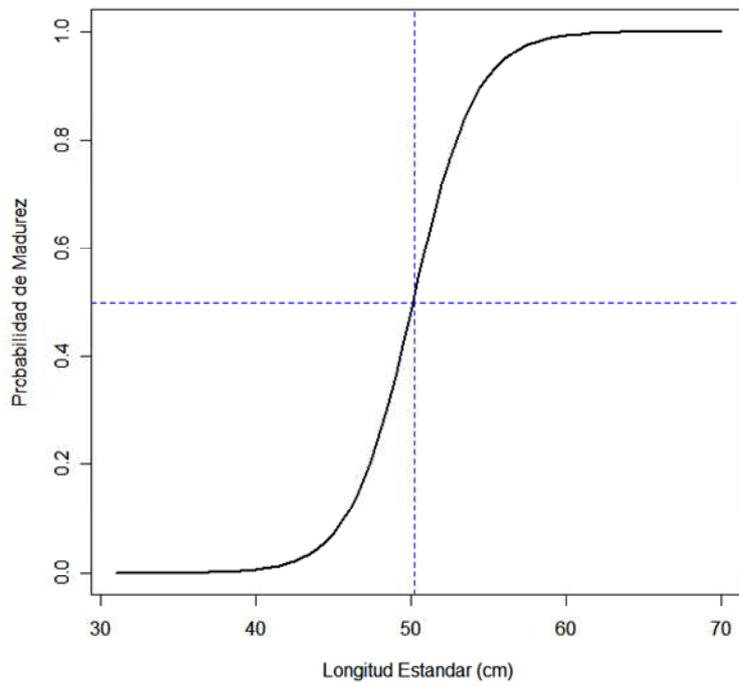


Corral, XIV Región.  
 $L_{50\%} = 50,2$  cm LE

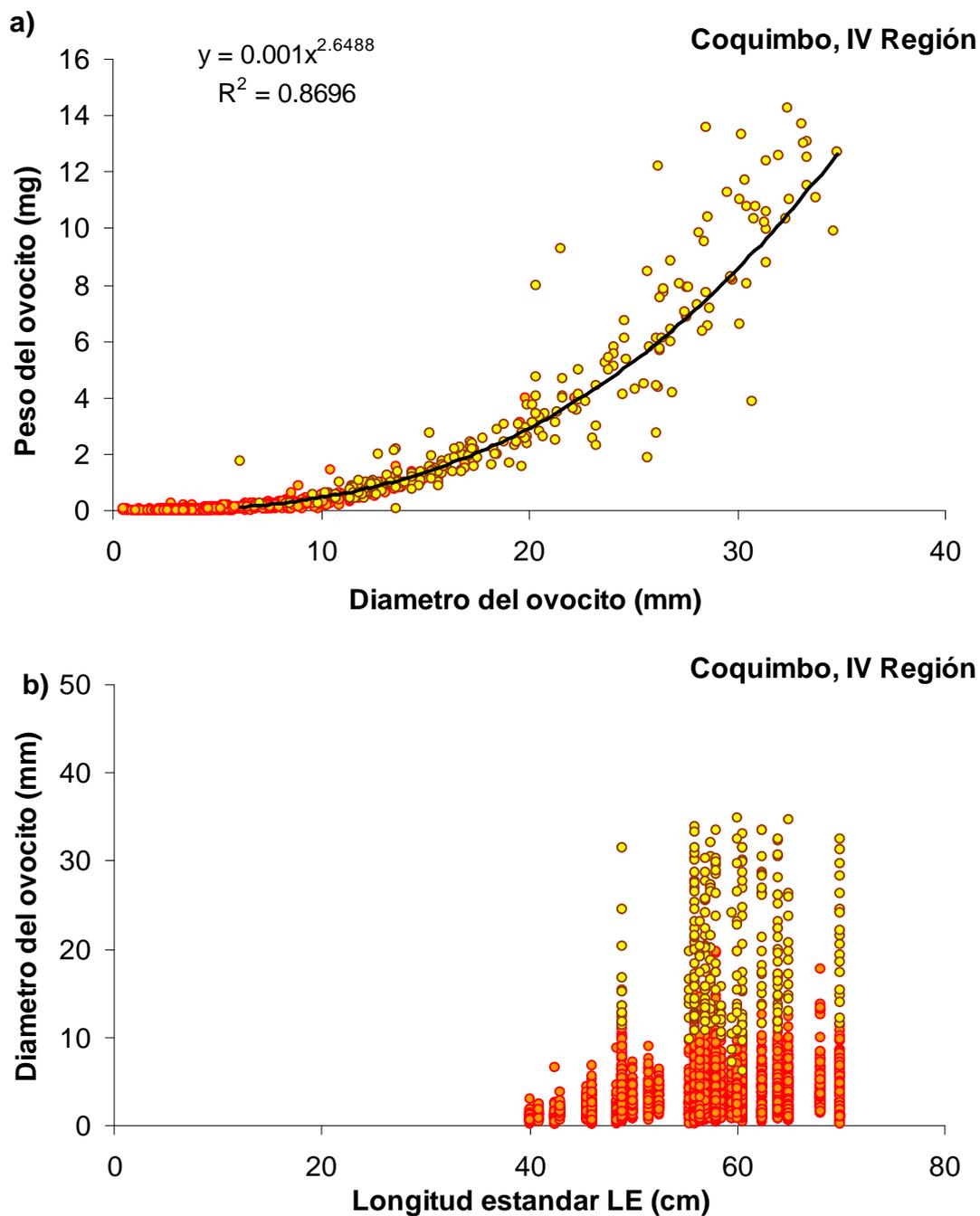


**Figura 5.6.2.-** Ojiva de madurez ajustada a datos de proporción de madurez sexual la talla de machos de la fracción de la población distribuida entre Coquimbo IV Región y Corral XIV Región.

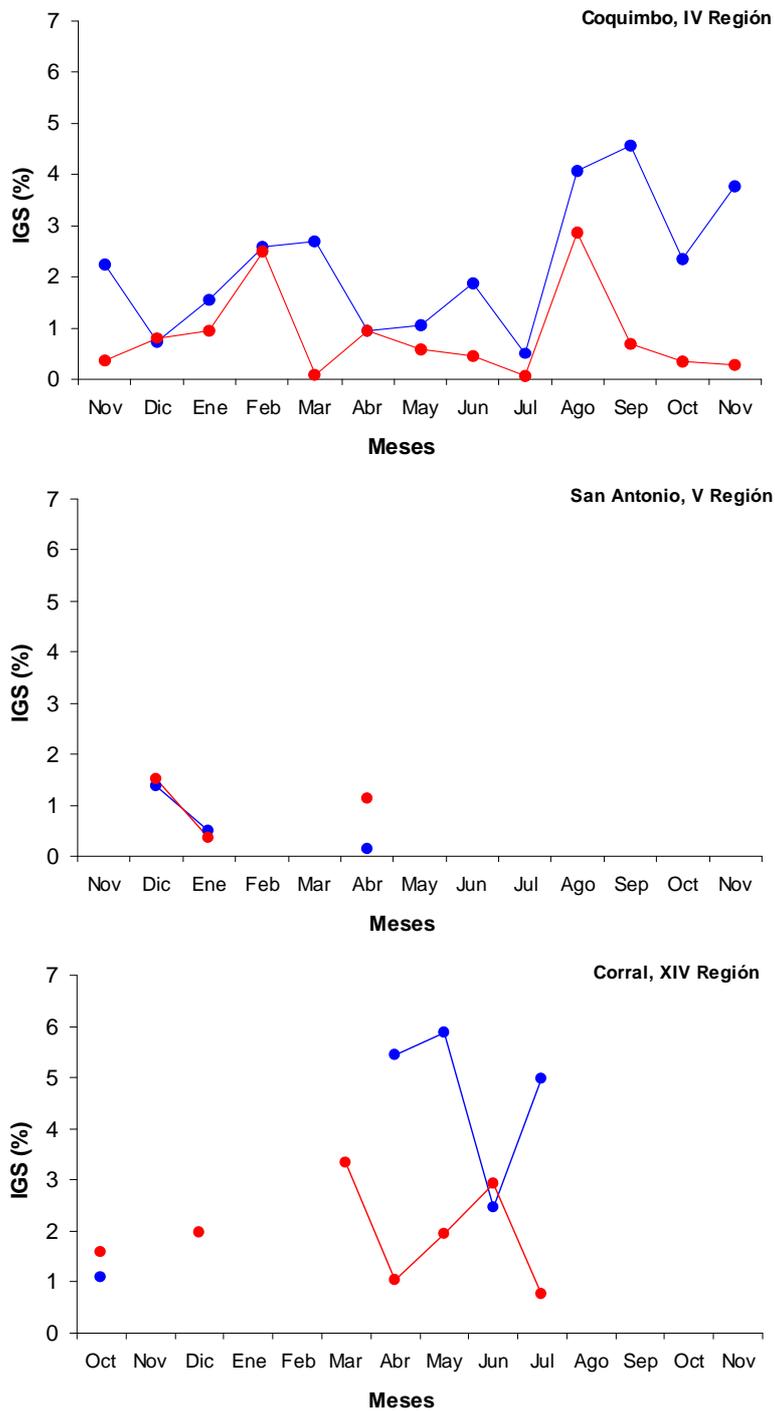
Coquimbo, IV Región  
 $L_{50\%} = 50,2 \text{ cm LE}$



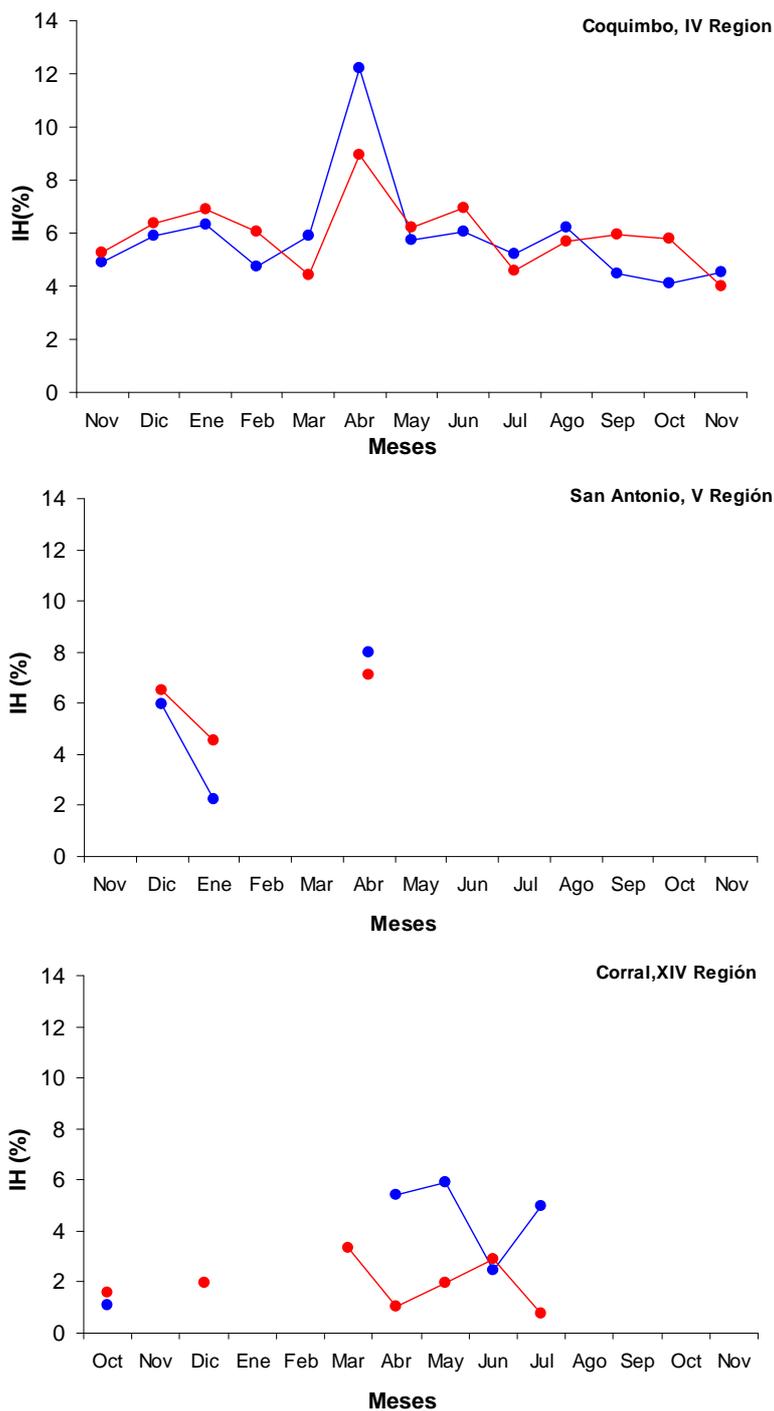
**Figura 5.6.3.-** Ojiva de madurez ajustada a datos de proporción de madurez sexual la talla de hembras, Coquimbo IV Región.



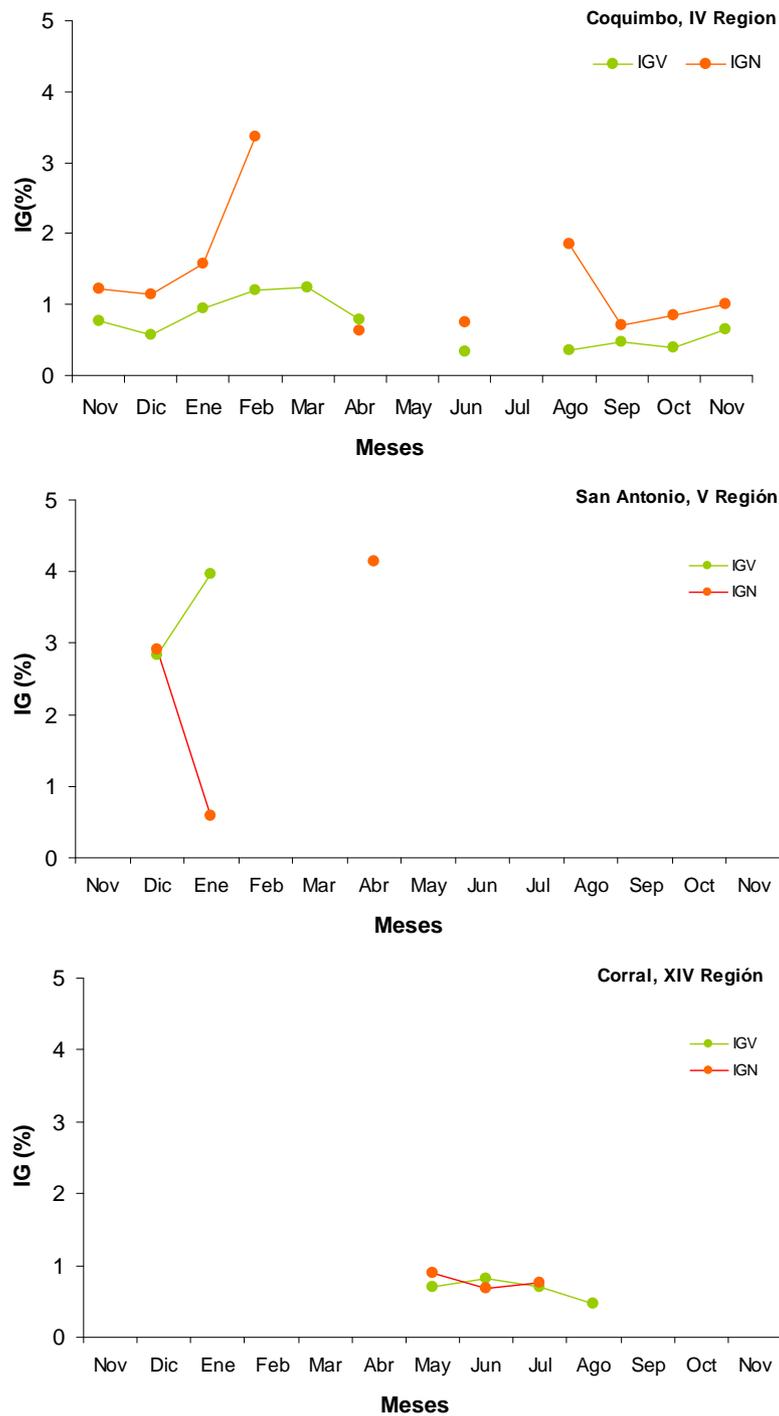
**Figura 5.6.4.-** a) Relación diámetro del ovocito en milímetros y el peso del ovocito en miligramos; b) Relación de la longitud estándar de la hembra y el diámetro del ovocito (mm). Círculos anaranjados son ovocitos inmaduros y círculos amarillos ovocitos maduros.



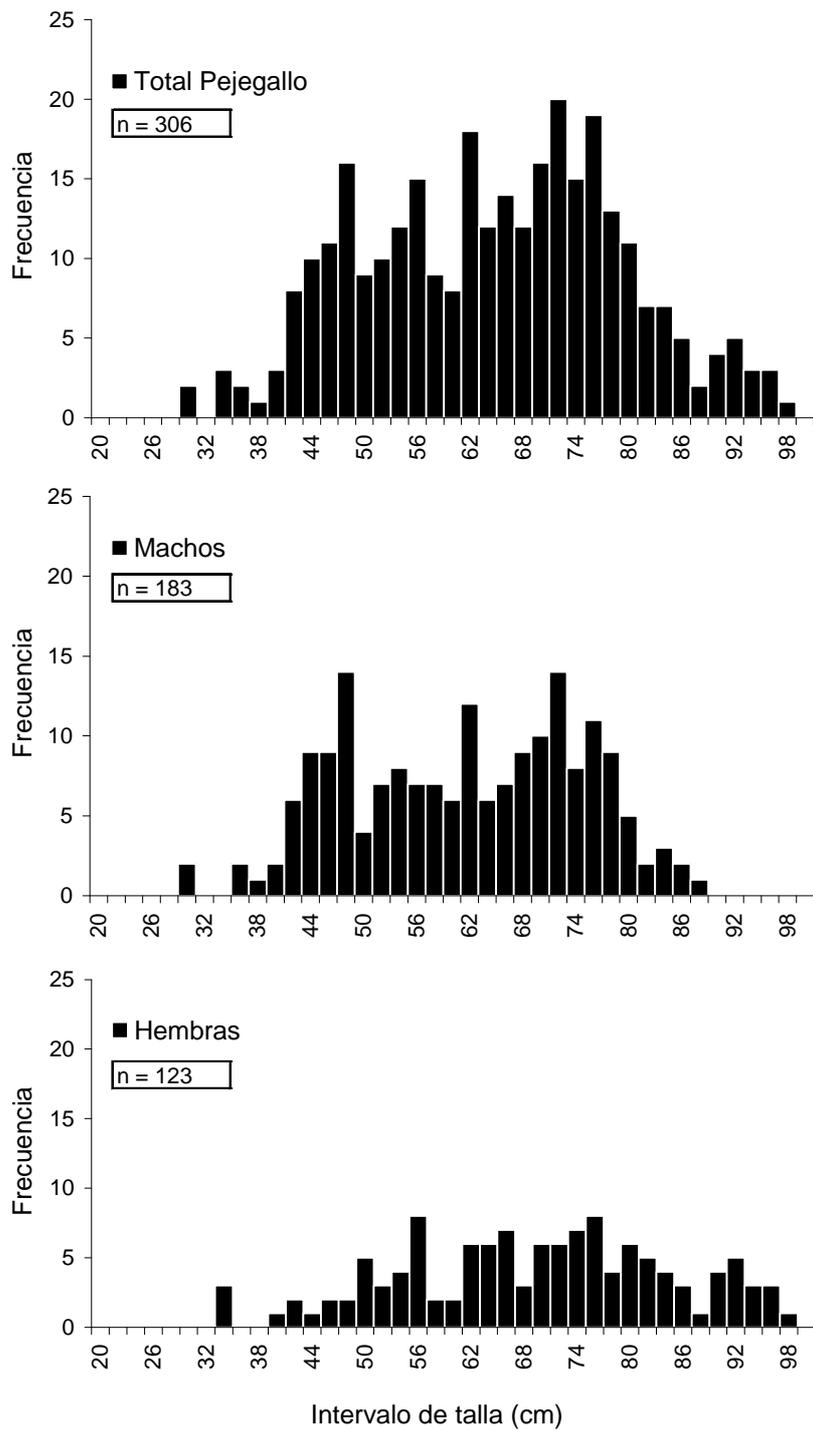
**Figura 5.7.1.-** Evolución mensual del Índice Gonadosomático (IGS) desde Octubre del 2006 a Noviembre del 2007. En azul machos y rojo hembras.



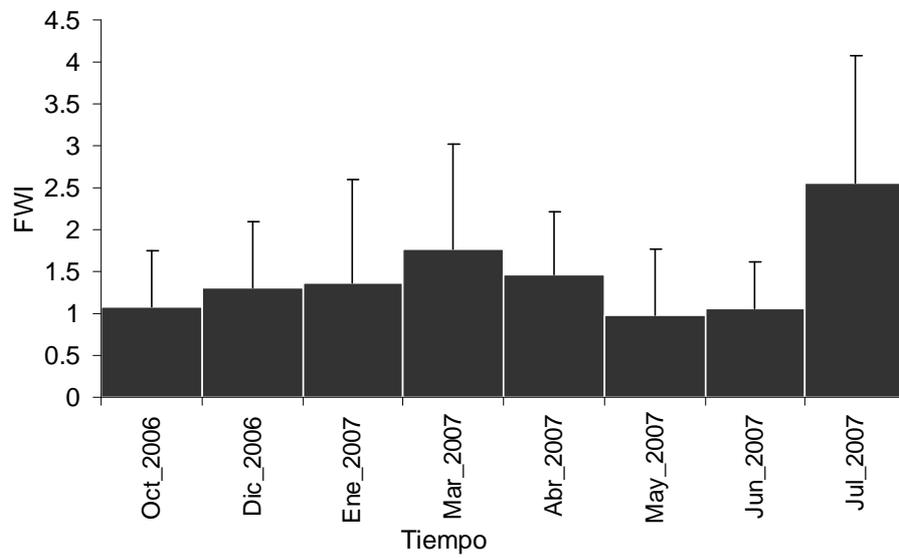
**Figura 5.7.2.-** Evolución mensual del Índice Hepático (IH) desde Octubre del 2006 a Noviembre del 2007. En azul machos y rojo hembras.



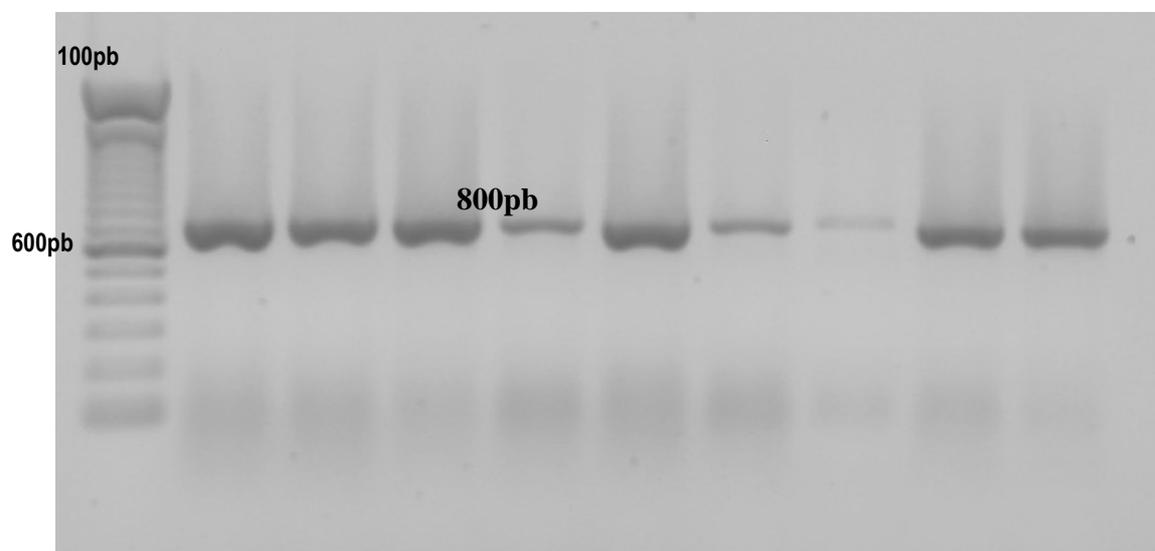
**Figura 5.7.3.-** Evolución mensual del Índice Glándula Verde (IGV), en machos y Índice Glándula Nidamental (IGN), desde Octubre del 2006 a Noviembre del 2007.



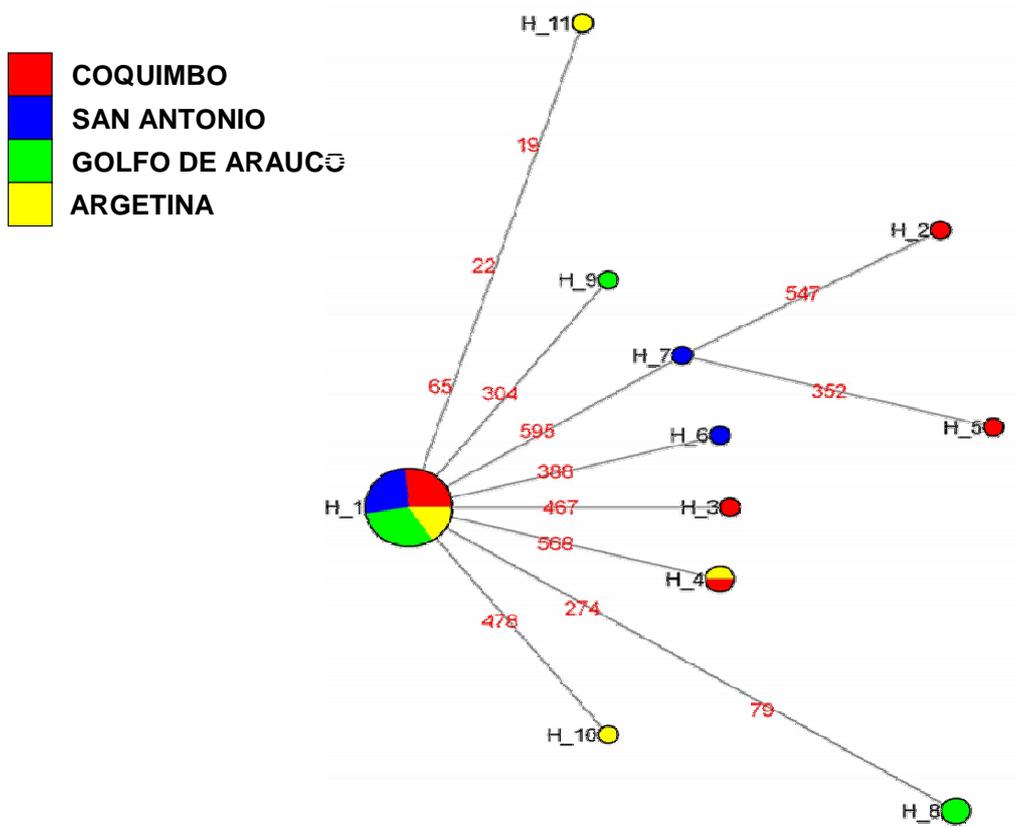
**Figura 5.8.1.-** Frecuencia de tallas de los ejemplares obtenidos para los análisis de contenido estomacal



**Figura 5.8.2.-** Índice de llenado en peso (FWI) promedio mensual para el área total de estudio.



**Figura 5.9.1.** Perfil de amplificación del segmento Citocromo Oxidasa I en *C. callorhynchus* (800pb). En el primer carril se indica el marcador de peso molecular de 100 pb.



**Figura 5.9.2.** Red de haplotipos basada en aproximación Median Joining para COI de *C. callorhynchus*. Los diferentes colores indican diferentes localidades, los diferentes tamaños de círculos indican la frecuencia de haplotipos, y los números en las ramas de la red indican posición de una mutación.



**Figura 5.9.3.** Mapa donde se indican las localidades de muestre para *C. callorhynchus* y la frecuencia de haplotipos para la COI por localidad. Los haplotipos indicados sobre cada figura (e.g en Coquimbo Hap5, Hap3 y Hap2) son haplotipos únicos de cada localidad, los no indicados son compartidos por dos o más localidades (Hap1, Hap4).

**ANEXO 1  
PERSONAL PARTICIPANTE POR  
ACTIVIDAD**



## PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

### 1. Encargados de módulos

NOMBRE	TITULO	FUNCIONES O ACTIVIDADES
LUIS CUBILLOS S.	Biólogo Pesquero Magister en Oceanografía	Jefe de Proyecto. Caracterización de flota. Análisis de la captura, esfuerzo y rendimientos de pesca.
GUSTAVO AEDO U.	Biólogo Marino Magister en Pesquerías	Análisis bibliográfico. Análisis información reproductiva.
RODRIGO VEAS F.	Biólogo Marino Magister en Oceanografía	Coordinador V y VIII regiones. Análisis estructura de tamaños, proporción sexual, relación longitud-peso.
MIGUEL ARAYA C.	Biólogo Pesquero Magister en Pesquerías	Análisis de longitud y peso de otolitos respecto a tamaño corporal.
MILTON PEDRAZA	Biólogo Marino Magister Pesquerías	Análisis alimentación.
RICARDO GALLEGUILLOS G.	Profesor Biología PhD Biology	Análisis genético.
ENZO ACUÑA S.	Médico Veterinario Master in Oceanography	Coordinador IV Región.
JULIO LAMILLA G.	Pedagogía Biología y Química Candidato Dr. Ciencias Biológicas	Coordinador IX y X regiones.
ROBERTO MELÉNDEZ C.	Biólogo Marino PhD Ciencias Pesqueras	Identificación taxonómica de pejegallo

## 2. Colaboradores de módulos

<b>NOMBRE</b>	<b>TITULO</b>	<b>FUNCIONES O ACTIVIDADES</b>
SEBASTIÁN HERNÁNDEZ M.	Candidato Magister Ciencias	Muestreador IV Región
MILKO CARACCILO	Técnico	Muestreador puerto de San Antonio.
FRANCISCO PAREDES	Técnico	Muestreador puerto de Punta Lavapie VIII región
ARIEL PACHECO	Técnico	Muestreador puerto de Talcahuano-San Vicente VIII región
HÉCTOR TOLEDO M.	Pedagogía Biología y Ciencias Magister en Zoología	Muestreador IX Región
CARLOS BUSTAMANTE D.	Biólogo Marino	Muestreador X Región
JESSICA PEÑAILILLO P.	Biólogo Pesquero	Lectura y análisis de crecimiento
CAROLINA ALARCÓN M.	Biólogo Marino	Aspector reproductivos y estructura de tallas

### 3. Horas hombre del equipo de trabajo

#### a) Universidad de Concepción

Nombre	Actividad	Mes				
		1	2	3	4	5
Luis Cubillos	Total	2	2	2	9	17
Gustavo Aedo	Total	0	8	8	22	28
Rodrigo Veas	Total	11	19	33	34	35
Milton Pedraza	Total	0	3	7	7	11
Ricardo Galleguillos	Total	0	0	10	10	11
Francisco Paredes	Total	45	45	45	45	45
Ariel Pacheco	Total	40	40	40	40	40
Roberto Melendez	Total	0	6	7	16	21
Miguel Araya	Total	0	0	3	11	14
Jessica Peñaillo	Total	0	17	17	17	17
Milko Caracciolo	Total	55	54	54	54	54
Carolina Alarcón M.	Total	0	17	17	17	17

#### b) Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo

Nombre	Actividad	Mes				
		1	2	3	4	5
Enzo Acuña	Total	3	5	5	18	23
Sebastián Hernández	Total	61	61	61	61	61

#### c) Universidad Austral de Chile

Nombre	Actividad	Mes				
		1	2	3	4	5
Julio Lamilla	Total	3	6	6	12	11
Héctor Toledo	Total	45	45	45	45	45
Carlos Bustamante	Total	45	45	45	45	45



ANEXO 2  
TALLER DE DIFUSIÓN Y DISCUSIÓN DE  
RESULTADOS

*Taller de Discusión de Resultados*  
*Proyecto FIP 2006-18*  
**Estudio Biológico-Pesquero del Recurso Pejegallo Entre la IV y X Regiones”**

De acuerdo a lo estipulado en los Terminos Basicos de Referencias se realizó un taller de difusión y discusión de resultados, el cual se efectuó el 26 de junio del 2009 en dependencias de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanograficas de la Universidad de Concepción.

**Programa**

- |       |  |
|-------|--|
| 9:30  | <b>Presentación</b><br>Luis Cubillos   |
| 9:45  | <b>Realizar una identificación taxonómica del recurso denominado pejegallo</b><br>Roberto Meléndez   |
| 10:00 | <b>Estructuras de tallas y aspectos reproductivos</b><br>Carolina Alarcón Muñoz  |
| 10:20 | <b>Determinar la función y los parámetros de crecimiento individual, así como la tasa instantánea de mortalidad natural y la talla crítica.</b><br>Miguel Araya                          |
| 10:35 | <b>Café</b>  |
| 10:55 | <b>Caracterizar el esfuerzo pesquero (CPUE estandarizada) y rendimiento de pesca periódico de la flota industrial que opera sobre el recurso en la zona de estudio.</b><br>Luis Cubillos |
| 11:15 | <b>Determinar los hábitos alimenticios y proporción de presas en el contenido estomacal.</b><br>Milton Pedraza   |
| 11:30 | <b>Análisis Genético</b><br>Ricardo Galleguillos   |
| 11:45 | <b>Discusión y conclusión.</b>   |

#### Recomendaciones:

- 1) El análisis morfométrico estuvo orientado a identificar especies diferentes más que unidades de stock. No obstante, se recomienda corregir los datos por posibles alometrías respecto de la longitud de los especímenes.
- 2) Aunque pudo determinarse la edad, con rango de edades similares a las que han sido reportadas para especies similares, los parámetros de crecimiento en longitud y la alta tasa de mortalidad natural estimada parecen ser contradictorios con los aspectos reproductivos, y en particular con la estrategia reproductiva de la especie. En este contexto, los parámetros de crecimiento deben ser referenciales como también la tasa de mortalidad natural que ha sido estimada con modelos empíricos que se basan en el crecimiento.
- 3) En futuros estudios de crecimiento es deseable complementar con análisis de frecuencia de tallas, u otros métodos que permitan validar los anillos en la espina.
- 4) Asimismo, se recomienda realizar experimentos de desarrollo embrionario con el objeto de establecer la duración del proceso, dependencia de la temperatura, éxito de la eclosión y la longitud de las crías al momento de la eclosión.
- 5) En los aspectos reproductivos, futuras líneas de investigación sobre el ciclo reproductivo deben utilizar indicadores basados en la concentración de hormonas ya que los cambios mensuales en índices basados en órganos reproductivos parecen ser poco sensibles, y no permiten detectar la época de parto u oviposición.
- 6) En la alimentación, se debe considerar los efectos ontogénicos y los cambios espaciales asociados al lugar de muestreo. El pejegallo podría estar usando sistema de fondos arenosos, rocoso y litoral, como también bentodemersales para alimentarse.
- 7) Considerar aspectos sociales y económicos con el objeto de evaluar si el mercado incide en las modalidades de explotación de este recurso.

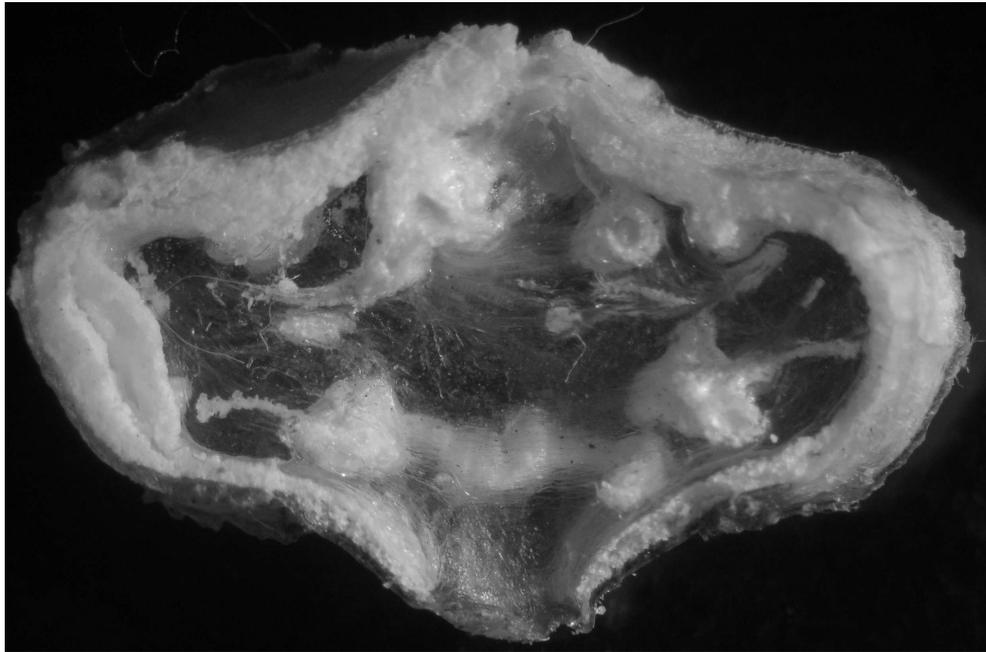
Participantes:

- Andrea Barrera, UdeC
- Milton Pedraza, UdeC
- Enzo Acuña, UCN
- Gustavo Aedo, UdeC
- Ciro Oyarzún, UdeC
- Carolina Alarcón, UdeC
- Ricardo Galleguillos, UdeC
- Sandra, Ferrada, UdeC
- Rubén Alarcón, INPESCA
- Luis Cubillos, UdeC

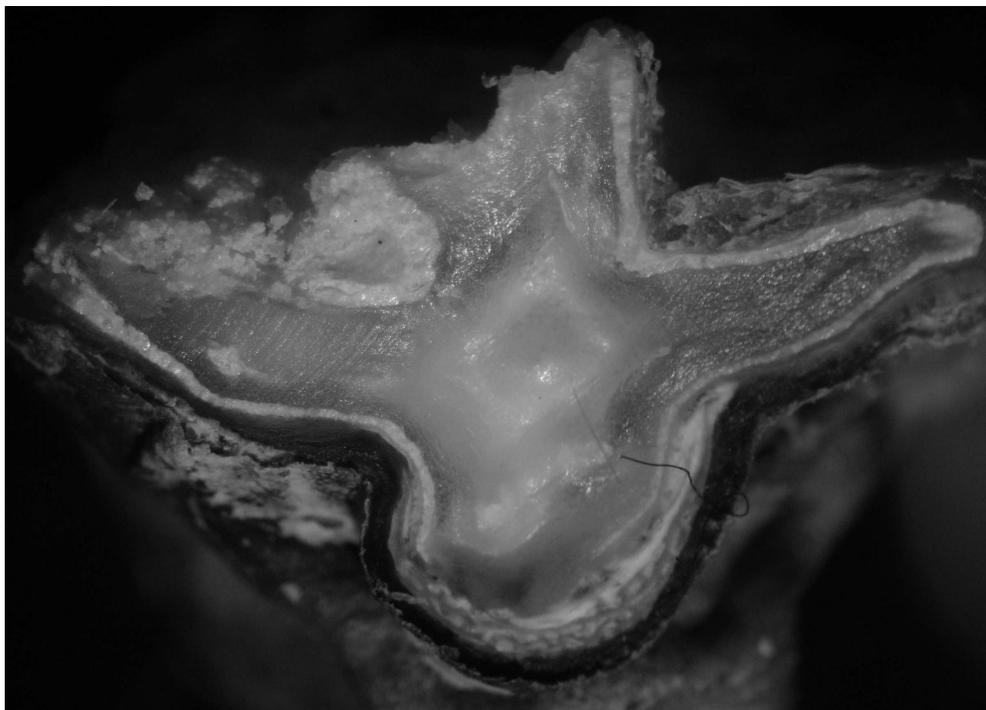
Aunque se cursaron invitaciones a sectorialistas, no se contó con la asistencia de representantes de Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca y Fondo de Investigación Pesquera.

## ANEXO 3 FOTOGRAFIAS

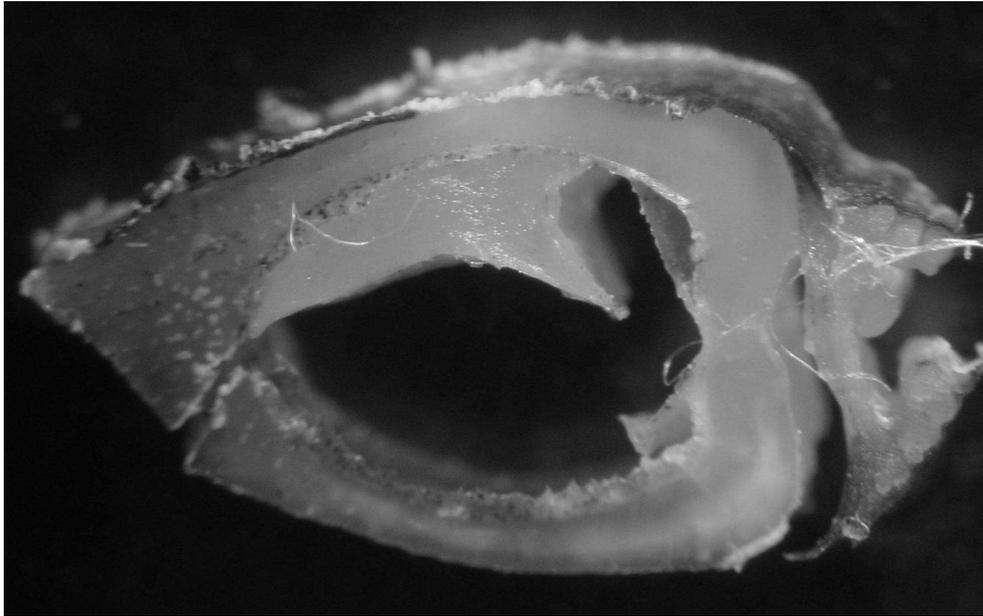




**Figura A.3.1.** Corte de espina *C. callorhynchus* cerca de la base.



**Figura A.3.2.** Corte de espina *C. callorhynchus* entre la base y el extremo de la espina



**Figura A.3.3.** Sección delgada de espina de *C. callorhynchus*. Sección proveniente del sector cerca del extremo de la espina.

## Contenido estomacal de pejegallo

### CRUSTACEOS

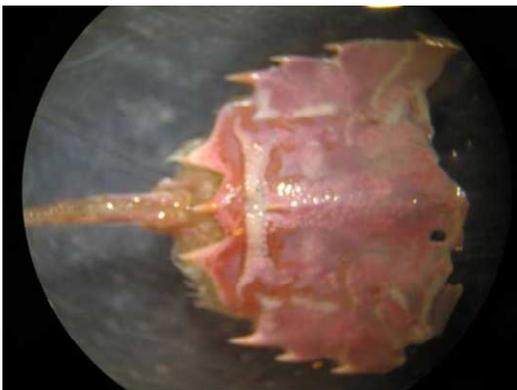


Figura A.3.4. Contenido estomacal del pejegallo, Crustaceos.

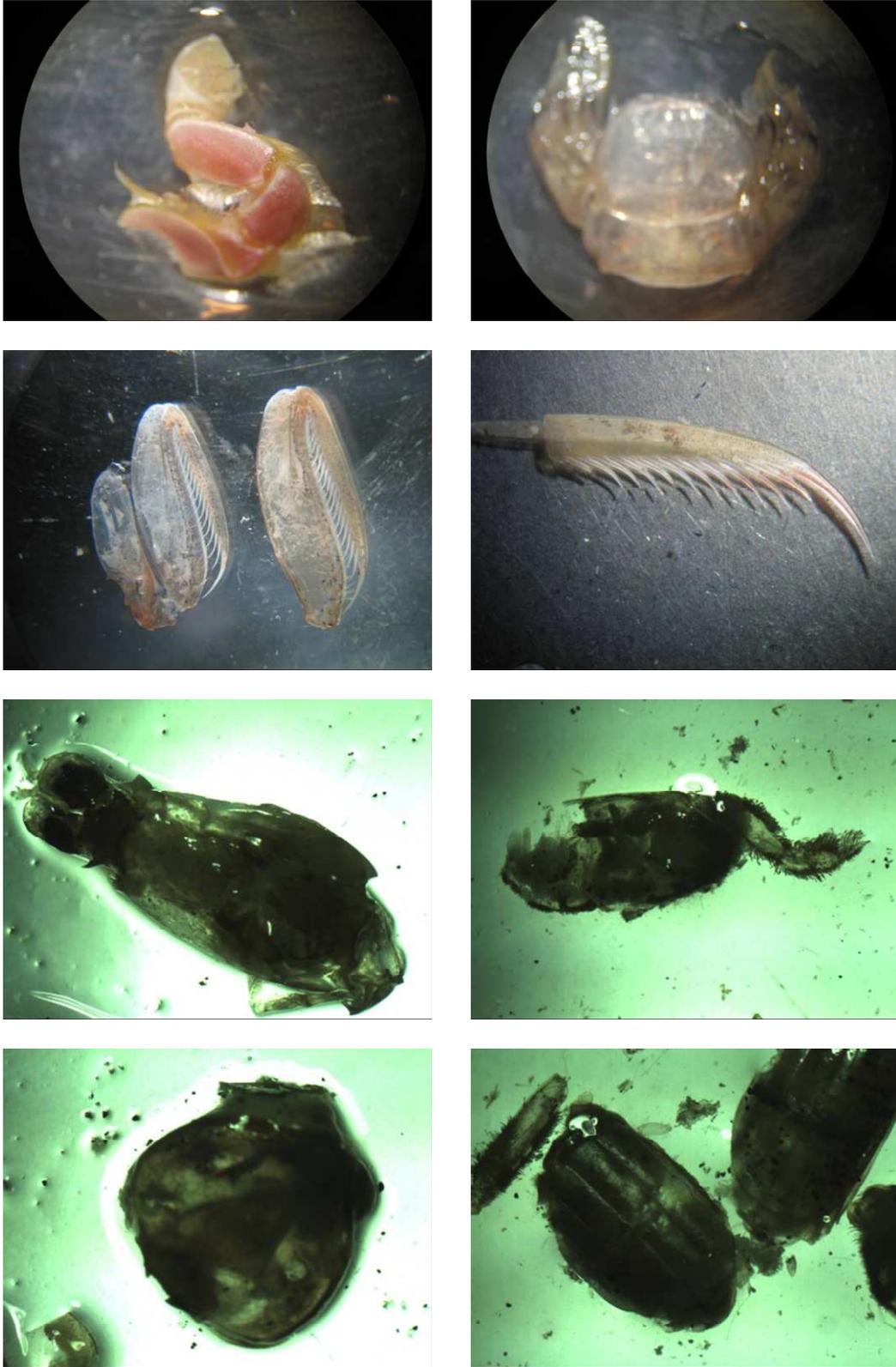


Figura A.3.5. Contenido estomacal del peje gallo, Crustaceos.



Figura A.3.6. Contenido estomacal del pejegallo, Moluscos.

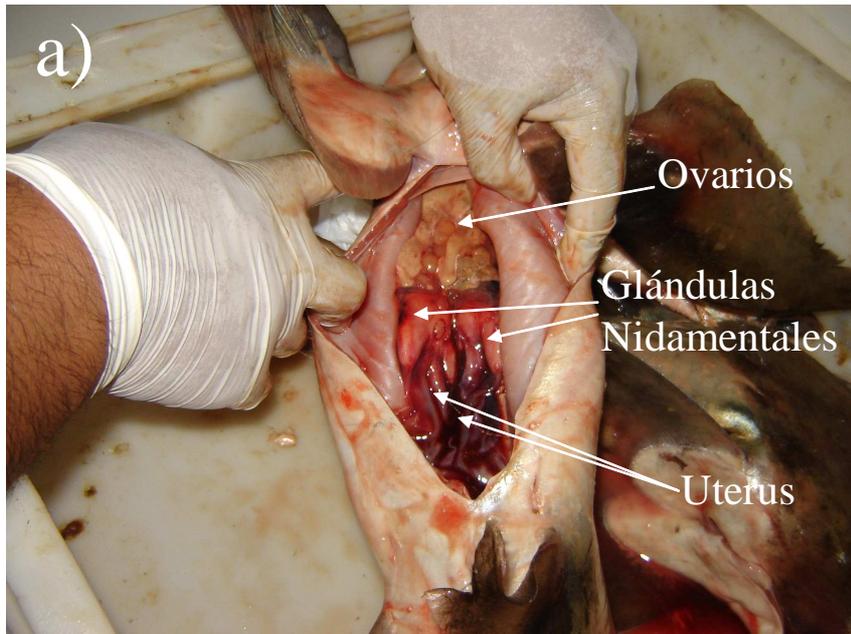


Figura A.3.7. Anatomía interna del aparato reproductor femenino en *C. callorhynchus*. Ejemplar obtenido a bordo de embarcación de arrastre merlucera en la VIII Región.



Figura A.3.8.- Fotografias de Desembarque en Caleta Coquimbo



Figura A.3.9.- Taller de discusión de resultados