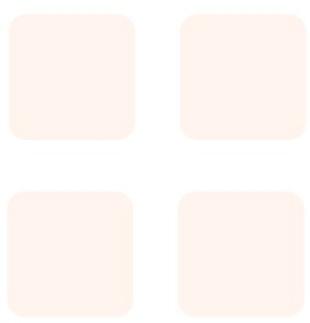




INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2005-32

Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II Regiones



ABRIL
2007



INFORME FINAL

FIP N° 2005-32

**Comportamiento y
parámetros reproductivos
de loco en la I y II
Regiones**

• Abril, 2007 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP

Presidente del Consejo:
Carlos Hernández Salas

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación en Acuicultura:
Leonardo Guzmán Méndez

Director Ejecutivo:
Vivian Montecino Banderet

Abril, 2007 •



JEFE DE PROYECTO

ENRIQUE LARA HAM

AUTORES

ENRIQUE LARA

EDUARDO DIAZ

JORGE GONZALÉZ

GABRIEL JEREZ

VICTOR BAROS

CATALINA BECERRA

CRISTIAN TOLEDO

CARLOS GASPAR

HERNAN PADILLA

• Abril, 2007 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados finales correspondiente a las actividades desarrolladas en el marco del proyecto FIP N° 2005-32: “Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II Regiones”, el que tuvo como objetivo central estudiar el crecimiento y reproducción del recurso loco en la I y II regiones.

Las áreas de estudio seleccionadas para el estudio biológico correspondieron a Pisagua y el Área de Manejo Chanavaya en la I Región, mientras que la segunda Región fue representada por Punta Arenas y el Área de Manejo El Lagarto. Al mismo tiempo, los estudios orientados a la caracterización de la actividad extractiva se realizaron en las Áreas de Manejo de Pisagua, Chanavaya, San Marcos y Chipana de la I Región, mientras que para la II Región las localidades seleccionadas son Punta Arenas, Coloso y Constitución.

Se realizaron estimaciones de crecimiento del recurso loco para la I y II Regiones, para lo cual se utilizaron dos métodos directos 1) Lectura de anillos y 2) marcaje y recaptura, y dos métodos indirectos 3) progresión modal y 4) descomposición de modas. Los resultados muestran una alta correlación entre las tallas medias asociadas al número de anillos de los ejemplares muestreados, indicando de acuerdo al análisis de tipo de borde que la formación de los anillos tendrían una periodicidad anual. Los diversos métodos de estimación, si bien presentan diferencias en la estimación de talla a la edad, entregaron funciones de crecimiento que resultan consistentes con las estimaciones de talla a la edad obtenidas por medio del método de lectura de anillos. Entre los modelos de crecimiento evaluados para las estimaciones a partir de lectura de anillos; Gompertz y von Bertalanffy ambos presentaron buenos ajustes en relación a las observaciones de talla media a la edad. El proceso de crecimiento del recurso loco para la I Región quedó expresado por los siguientes parámetros; I Región) $L_{\infty} = 136,0$; $K = 0,24$ y $t_0 = -0,81$ y II Región) $L_{\infty} = 118,9$; $K = 0,26$ y $t_0 = -1,17$. Donde la talla mínima legal de 10 cm se alcanzaría entre los 4 y 6 años de edad,



estimándose que los ejemplares de la I Regi3n presentarían un mayor crecimiento en comparaci3n a la II Regi3n, el cual se expresa a partir del ańo 4 en adelante.

En relaci3n al comportamiento y parámetros reproductivos, se entregan los resultados encontrados acerca de agregaciones reproductivas y análisis de indicadores reproductivos de dos poblaciones de loco, durante el período de enero a diciembre de 2006.

El estudio de agrupamiento reproductivo mostr3 un patr3n de agregaci3n durante todo el ańo en las localidades de Pisagua (I regi3n) y Punta Arenas (II regi3n). En la I regi3n se registr3 una leve disminuci3n de la agregaci3n a fines de primavera y verano, mientras que en la II regi3n la tendencia, aunque tambi3n leve, mostr3 mayores niveles de agregaci3n hacia fines de ańo. En cualquier caso, el comportamiento de agregaci3n tambi3n puede depender de las condiciones locales de temperatura y de disponibilidad de alimento, lo cual puede determinar comportamientos espacialmente diferentes a las escalas que representan el litoral de la I y II regi3n. La presencia de cápsulas fue posible detectarla durante el otońo e invierno, pero no así en primavera y verano.

Los indicadores reproductivos seńalan que los locos del Sector de Pisagua (I Regi3n) y del sector de Punta Arenas (II Regi3n) presentan una sincronía en la gestaci3n del proceso reproductivo, con un período principal de máxima madurez que abarca desde enero hasta mediados de junio. El mayor aporte de ejemplares en t3rmino de emisi3n de gametos ocurri3 a finales de junio y en julio.

En ambos sectores, los machos y hembras manifestaron una periodicidad reproductiva similar, en un ciclo reproductivo que se caracteriz3 por una actividad gonadal progresiva, de rápida recuperaci3n y sin presentar una notoria fase de reposo.

La talla de primera madurez sexual con poblacional para el loco de la I Regi3n correspondi3 a 4,9 cm en machos y a 5,4 cm en las hembras, mientras que para la II Regi3n, en machos se ubic3 a los 8,4 cm y en las hembras fue a los 9,5 cm.



La tasa de mortalidad natural fue estimada mediante la utilizaci3n de dos m3todos (Taylor y Alagaraja) aplicados a dos localidades estudiadas de ambas regiones. El m3todo de Taylor sistem3ticamente proporcion3 menores valores de M y no diferentes significativamente, debido a que la estimaci3n se hizo sobre la base de par3metros m3s similares estimados con mayor precisi3n que los usados para el m3todo de Alagaraja entre los lugares estudiados, como lo fue el coeficiente de crecimiento “ k ” y el valor de la talla de edad cero “ t_0 ”. Lo anterior sugiere la conveniencia de usar este m3todo como m3s adecuado para estimar M . Estos valores de mortalidad derivados de modelo de Taylor, en t3rminos absolutos, equivalen a tasas anuales de mortalidad de entre 23 % y 25%, lo cual determina una primera aproximaci3n a una estrategia de manejo recomendada basada en cuotas de extracci3n que no superen el 25% del stock de locos, dentro o fuera de las 3reas de manejo. La estimaci3n de error de M , en general mostr3 coeficientes menores al 8%, excepto la estimaci3n de M con el m3todo de Taylor efectuado para la I regi3n, dado que la varianza de los par3metros de crecimiento fue un orden de magnitud mayor a los usados para la estimaci3n de M de la II regi3n.

Respecto a la caracterizaci3n de la actividad extractiva, operacionales y de comercializaci3n se entrega una descripci3n detallada de la pesquer3a del recurso loco, basada en el an3lisis de los desembarques y cosechas desde las 3reas de manejo de la I y II Regiones. Adem3s, se describe a los usuarios y flota asociada a la pesquer3a, indicando los costos de operaci3n, analizando la informaci3n generada en base a encuestas y recopilaci3n de informaci3n de fuentes oficiales. Al respecto se destacan dos hechos importantes a) que las embarcaciones para ambas regiones no presentan mayores diferencias en cuanto a su n3mero y caracter3sticas m3tricas promedio, y b) que el desarrollo de las AMERB con loco como recurso principal de la II Regi3n no han alcanzado el desarrollo conseguido por las organizaciones de la I Regi3n. Por otra parte se describe el comportamiento de las exportaciones seg3n l3nea de elaboraci3n, la que en los 3ltimos 7 a3os ha estado basada principalmente en la producci3n de conserva y



congelado, teniendo como destino final al mercado asiático. Por su parte, el ingreso de divisas por las exportaciones del recurso, en todas sus líneas de elaboraci3n, alcanz3 durante el per3odo 2000-2006 a un total de US\$ 70 millones. Se describe tambi3n las etapas que componen la comercializaci3n, identificando las ofertas que los comerciantes hacen llegar en base a tablas de precios por rendimiento, siendo el m3s frecuente para la zona norte el 10-12 (10 a 12 ejemplares por kilo), cuyo precio en el 3ltimo a3o ha estado en promedio, cercano a los \$5.000 por kil3gramo. Finalmente, se caracteriza la actividad informal, vale decir extracci3n y comercializaci3n ilegal del recurso, identificando las diferentes v3as de traslado hacia su mercado de destino correspondiente a las plantas procesadoras y mercados mayoristas de la ciudad de Tacna en Per3.

Las organizaciones de pescadores artesanales manifiestan la necesidad de revisar las medidas de administraci3n para el loco en la zona norte y generar un Plan de Manejo Regional para la pesquer3a del loco en la zona norte, independiente de las medidas de la zona sur, basado en que el recurso no crece a las mismas tasas que en la zona sur alcanzando en mucho tiempo la talla m3nima legal, la existencia de un importante comercio informal que explota locos de baja talla que pone en riesgo la conservaci3n del recurso y genera bajos ingresos para los extractores.

Las conclusiones obtenidas para este estudio fueron los siguientes:

Crecimiento

- Los resultados del presente estudio muestran una alta correlaci3n entre las tallas medias asociadas al n3mero de anillos de los ejemplares muestreados, lo cual apoyar3a la utilidad del m3todo de lecturas de anillos para estimar la edad del recurso loco.



- Los diversos métodos de estimación utilizados entregaron funciones de crecimiento que resultan consistentes con las estimaciones de talla a la edad obtenidas por medio del método de lectura de anillos. Por tanto, las estimaciones realizadas en el presente estudio son consideradas como una buena aproximación a valores realistas de acuerdo a las fuentes de información y metodologías disponibles.
- Entre los modelos de crecimiento evaluados para las estimaciones a partir de lectura de anillos; Gompertz y von Bertalanffy ambos presentaron buenos ajustes en relación a las observaciones de talla media a la edad, asignada de acuerdo al número de anillos.
- El crecimiento del recurso loco para la I y II Región, de acuerdo al método lectura de anillos ajustado al modelo de von Bertalanffy quedaría expresado por los siguientes parámetros; I Región: $L_{\infty} = 136,0$; $K = 0,24$ y $t_0 = -0,81$ y II Región: $L_{\infty} = 118,9$; $K = 0,26$ y $t_0 = -1,17$.
- De acuerdo a las curvas de crecimiento del recurso loco para ambas regiones en función del método de lectura de anillos ajustando el modelo de von Bertalanffy, el recurso loco alcanzaría su talla mínima legal de 10 cm entre los 4 y 6 años de edad, donde los ejemplares de la I Región presentarían un mayor crecimiento, en comparación a la II Región, el cual se expresa a partir del año 4 en adelante.

Comportamiento y Parámetros reproductivos

- El estudio de agregación poblacional, medida con el Índice de Morisita estandarizado determinó que durante el año, los locos presentan, en diferentes grados, agregaciones



reproductivas. No se observó un patrón similar en las tendencias del agrupamiento reproductivo a través del año entre las regiones.

- La frecuencia de agrupamiento de ejemplares adultos y de posturas de cápsulas se distribuyó predominantemente entre los 6 y 10 m de profundidad.
- El estudio del ciclo reproductivo mostró una similitud de los indicadores gonadales en el loco del sector de Pisagua y de Punta Arenas, indicando una sincronía en la gestación del proceso reproductivo en ambas localidades. Este se caracterizó por una actividad gonadal progresiva, de rápida recuperación, sin presentar una evidente fase de reposo.
- Machos y hembras de los dos sectores presentaron una periodicidad reproductiva similar, con un período de plena o máxima madurez principalmente de enero a mediados de junio. El término de emisión de gametos ocurrió mayoritariamente a finales de junio y en julio.
- La talla de primera madurez poblacional en el sector de Pisagua se alcanzó a los 4,9 cm en los machos, y en los 5,4 cm en las hembras.
- La talla de primera madurez sexual poblacional en el sector de Punta Arenas correspondió a 8,4 cm y a 9,5 cm en los machos y hembras, respectivamente.

Mortalidad natural y talla crítica

- La tasa de mortalidad natural varió entre regiones y métodos aplicados. Los valores más confiables fueron proporcionados por el método de Taylor (más robusto y mejor



precisi3n en la estimaci3n) y fluctu3 entre $M = 0,26 \pm 28\%$ para la I regi3n y $M = 0,29 \pm 6\%$ para la II regi3n (valor \pm CV%).

- Los valores de mortalidad natural estimados por el m3todo de Taylor, est3n en el rango de los valores de M estimados por otros autores, aunque para las regiones III y IV.
- Las estimaciones de edad y talla cr3tica variaron m3s entre m3todos que entre localidades. La edad cr3tica promedio, en base al m3todo de Taylor, alcanz3 a los 4,4 a3os, correspondiente a una talla cr3tica promedio de 93,9 mm proporcionada por el m3todo de Taylor.

Caracterizaci3n de la actividad extractiva, operacionales y de comercializaci3n

- Respecto a la evoluci3n de los desembarques, se evidencia que la zona norte, despu3s de la puesta en marcha de las AMERB, se produjo un incremento conforme al n3mero de 3reas en operaci3n, no obstante, a partir del 2004 comienza a disminuir discretamente.
- Las 3reas de manejo de la I Regi3n en comparaci3n con las de la II Regi3n, han mantenido un trabajo m3s constante en el tiempo en lo que respecta al recurso loco.
- Las cuotas autorizadas en las AMERB de la I y II Regi3n, durante el per3odo de ejecuci3n de la medida de administraci3n, han sido cosechadas casi en su totalidad.
- Respecto a consulta efectuada a las organizaciones, se reconoce que el recurso loco es el que ha mantenido en funcionamiento las AMERB, ya que no les interesar3a un 3rea que no tuviese loco como recurso principal.



- En t3rminos generales, la administraci3n del recurso loco a trav3s de las AMERB, ha tenido resultados positivos, pero podr3an mejorarse.
- La explotaci3n del recurso loco a trav3s de las AMERB, no incrementa significativamente los ingresos de los pescadores, considerando que la cosecha se efectúa una vez al a3o y el resto es del periodo anual constituye solo gasto.
- El recurso loco bajo la medida de administraci3n AMERB, no ha incrementado su abundancia, sino que se ha mantenido.
- Se reconoce que la pesquer3a del loco se ha mantenido, pero un alto porcentaje tambi3n opina que ella est3 en peligro.
- Sobre el 95% de los consultados reconoce que existe extracci3n ilegal del recurso.
- Sobre un 90% del recurso ilegal que se extrae en la zona norte, tiene como destino final el mercado peruano.
- La estadística de desembarque oficial en el Per3 (Tacna) muestra una brecha importante respecto de la producci3n final, pudiendo atribuirse esta diferencia al recurso ilegal que ingresa desde Chile.
- La producci3n peruana est3 compuesta principalmente por loco picado en conserva, lo cual favorece la comercializaci3n de organismos de bajo calibre desde Chile hacia el Per3, ya que para esa forma de producci3n no se tiene en consideraci3n una talla m3nima.



Taller de difusión de resultados

- Las medidas de administración del recurso loco en la zona norte del país requieren ser examinadas en base a la información proveniente del conocimiento local como de las emanadas del estudio. Entre ellas figuran las disminución de la talla mínima de extracción y la apertura de la veda, por al menos una vez al año, para las zonas de libre acceso.

- Dada las diferencias biológicas del recurso con respecto al sur, la existencia de un mercado informal que atenta contra la conservación del recurso, al bajo impacto que tiene el desembarque comparado con el resto del país, al reordenamiento administrativo de los Consejos Zonales a las regiones, se manifiesta la necesidad desarrollar un Plan de Manejo a Nivel Regional para el recurso loco.



INDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ÍNDICE GENERAL	x
INDICE FIGURAS	xiv
INDICE TABLAS	xx
INDICE ANEXO 1 FOTOS.....	xxiv
INDICE ANEXO 2 RESOLUCI3N DE PESCA DE INVESTIGACI3N.....	xxv
INDICE ANEXO 3 TALLER: N3MINA DE ASISTENTES Y EXPOSICIONES	xxv
INDICE ANEXO 4 CERTIFICADOS AUTORIDAD MARITIMA.....	xxvi
INDICE ANEXO 5 ENCUESTAS Y PAUTA DE ENTREVISTA.....	xxvi
INDICE ANEXO 6 PLAN ASIGNACION HH	xxvi
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	3
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
4. ANTECEDENTES.....	4
5. GESTION.....	12
6. METODOLOGÍA	14
6.1 Plan general de muestreo	14
6.1.1 Área y período de estudio	14
6.1.2 Equipos y materiales.....	15
6.1.3 Diseño de muestreo	15
6.2 Objetivo 1. Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II regiones.....	18
6.2.1 Diseño de muestreo	18
6.2.2 Estimaci3n de parámetros de crecimiento	20
6.2.2.1 Método marcaje recaptura para determinar el crecimiento estacional y anual por rangos de tamaño del loco.....	21



6.2.2.2 Lectura de anillos	24
6.2.2.3 Desplazamiento de modas.....	28
6.2.2.4. Descomposici3n modal – M3todo Mix.....	29
6.3 Objetivo 2. Estimar los par3metros reproductivos del recurso loco en la I y II Regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio	32
6.3.1 Caracterizar el proceso de agrupamiento reproductivo del recurso loco	33
6.3.2 Ciclo reproductivo y primera madurez.....	35
6.3.2.1 Ciclo reproductivo	35
6.3.2.2 Determinaci3n de la talla de primera madurez.....	39
6.4 Objetivo 3. Estimar la mortalidad y talla cr3tica del recurso loco en la I y II Regiones	42
6.4.1 Informaci3n y par3metros de entrada para la estimaci3n de mortalidad natural y talla cr3tica	42
6.4.2 Mortalidad Natural.....	45
6.4.3 Edad cr3tica	55
6.4.4 Longitud cr3tica	63
6.5. Objetivo 4. Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con 3nfasis en la descripci3n de actividades operacionales.....	68
7. RESULTADOS	72
7.1 Objetivo 1. Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II regiones.....	72
7.1.1 Marcaje y recaptura.....	72
7.1.2 Lectura de anillos	72
7.1.3 Desplazamiento modal.....	74
7.1.4 Descomposici3n modal - M3todo Mix.....	75
7.1.5 Comparaci3n general de curvas.....	75



7.2.	Objetivo 2 Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II Regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio	76
7.2.1	Caracterización del proceso de agrupamiento reproductivo del recurso loco.....	76
7.2.2	Ciclo de madurez gonadal.....	80
7.2.2.1	Índice gónado somático	80
7.2.2.2	Análisis cualitativo macroscópico de madurez gonadal	82
7.2.2.3	Análisis cualitativo histomorfológico gonadal	83
7.2.3	Estimación de la talla de primera madurez	87
7.3.	Objetivo 3. Estimar la mortalidad y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones	91
7.3.1	Parámetros de entrada.....	91
7.3.2	Tasa de mortalidad.....	93
7.3.2	Talla crítica	95
7.4.	Objetivo 4. Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales.....	96
7.4.1	Diagnóstico preliminar de la pesquería	96
7.4.2	Recopilación de información de los usuarios	102
7.4.3	Definición y formulación de encuestas	103
7.4.4	Comercialización	107
7.5	Taller de difusión de resultados preliminares	112
8.	DISCUSI3N DE LOS RESULTADOS	116
9.	CONCLUSIONES	128
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134



FIGURAS

TABLAS

ANEXO 1. FOTOS

ANEXO 2. TALLER: N3MINA DE ASISTENTES Y EXPOSICIONES

ANEXO 3. RESOLUCI3N PESCA DE INVESTIGACION

ANEXO 4. CERTIFICADOS DE AUTORIDAD MARÍTIMA

ANEXO 5. ENCUESTAS Y PAUTA DE ENTREVISTAS

ANEXO 6. PLAN DETALLADO DE ASIGNACI3N DE PERSONAL PROFESIONAL Y
TÉCNICO (HH)

ANEXO 7. CD CON BASE DE DATOS Y FOTOGRAFÍAS

ANEXO 8. CD CON INFORME FINAL (PDF), FIP 2005-32



INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Evoluci3n de desembarques de loco en Chile, 1988-2005
- Figura 2.** Evoluci3n de precios y vol3menes de las exportaciones de Loco.1990-2005
- Figura 3.** Evoluci3n de Desembarques de Loco en I y II Regiones, 1988-2005
- Figura 4.** Estado de las 1reas de Manejo Regionales (Enero 2007)
- Figura 5.** Loo para diferentes Regiones
- Figura 6.** Localizaci3n de sitios de estudio en la I Regi3n
- Figura 7.** Localizaci3n de sitios de estudio en la II Regi3n
- Figura 8.** Estimaci3n de crecimiento del recurso loco, de acuerdo a al m3todo de marcaje y recaptura ajustada por el modelo de von Bertalanffy
- Figura 9.** Curva de crecimiento para el recurso loco, de acuerdo a al m3todo de incrementales a la talla, ajustada por el modelo de von Bertalanffy.
- Figura 10.** Concordancia en las lecturas del numero anillos en ejemplares del recurso loco entre los lectores C y K..
- Figura 11.** Curvas de crecimiento individual del recurso loco en funci3n del n3mero de anillos para la I y II Regiones para las lectores C y K.
- Figura 12.** Curva de crecimiento medio del recursos loco en funci3n del numero de anillos, y tama1o de la muestra para los lectores C y K.
- Figura 13.** Curva de crecimiento para el recurso loco en la I Regi3n, de acuerdo a al m3todo de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz.
- Figura 14.** Curva de crecimiento para el recurso loco en la II Regi3n, de acuerdo a al m3todo de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz



- Figura 15.** Curva de crecimiento del recurso loco para la I y II Regiones, de acuerdo al m3todo de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz.
- Figura 16.** Incremento marginal de crecimiento para el recursos loco entre enero y diciembre de acuerdo a los lectores K y C
- Figura 17.** Distribuci3n del tipo de borde para el recursos loco entre enero y diciembre de acuerdo a los lectores K y C.
- Figura 18.** Estimaci3n de crecimiento para el recurso loco en la I Regi3n, de acuerdo al m3todo de progresi3n modal ELEFAN
- Figura 19.** Estimaci3n de crecimiento para el recurso loco en la II Regi3n, de acuerdo al m3todo de progresi3n modal ELEFAN
- Figura 20.** Curva de crecimiento para el recurso loco para la I (PI) y II (PA) Regiones, de acuerdo a al m3todo ELEFAN ajustada por el modelo de von Bertalanffy
- Figura 21.** Descomposici3n de grupos modales del recurso loco mediante el m3todo MIX para la localidad de Punta Arenas (II Regi3n).
- Figura 22.** Curva de crecimiento para el recurso loco en la II Regi3n, de acuerdo a al m3todo MIX ajustada por el modelo de von Bertalanffy
- Figura 23.** Curvas de crecimiento comparativas para el recurso loco en la I y II Regiones, de acuerdo a los m3todo de incrementales a la talla, lectura de anillos, ELEFAN y MIX, ajustadas por el modelo de von Bertalanffy
- Figura 24.** Valores del 3ndice estandarizado de Morisita de agregaci3n, aplicado a los datos de n3mero de locos por cuadrante en el AM de Chanavaya, I regi3n durante el a3o 2006.
- Figura 25.** Valores del 3ndice estandarizado de Morisita de agregaci3n, aplicado a los datos de n3mero de locos por cuadrante en el AM de El Lagarto, II regi3n durante el a3o 2006.



- Figura 26.** Frecuencia relativa de presencia de agregaciones y patrones aleatorios de distribución de locos en dos localidades de la I y II región en 2006. (A) Área de manejo de Chanavaya, I región (B) Área de manejo El Lagarto, II región.
- Figura 27.** Frecuencia relativa de presencia y ausencia de posturas de cápsulas de locos en dos localidades de la I y II región en 2006. (A) Área de manejo de Chanavaya, I región (B) Área de manejo El Lagarto, II región
- Figura 28.** Agregaciones reproductivas de loco versus la profundidad AM Chanavaya.
- Figura 29.** Agregaciones reproductivas de loco versus la profundidad AM El Lagarto.
- Figura 30.** Posturas de cápsulas de loco versus la profundidad. AM Chanavaya
- Figura 31.** Posturas de cápsulas de loco versus la profundidad. AM EL Lagarto
- Figura 32.** Fauna herbívora (A) y carnívora (B) acompañante de las poblaciones de loco en función de la batimetría, en el sector de Chanavaya, I región.
- Figura 33.** Fauna herbívora (A) y carnívora (B) acompañante de las poblaciones de loco en función de la batimetría, en el sector de Chanavaya, I región
- Figura 34.** Valor promedio mensual y desviación estándar por sexo de ejemplares colectados en sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 35.** Valor promedio mensual y desviación estándar por sexo de ejemplares colectados en sector Punta Arenas, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 36.** Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en machos recolectados en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 37.** Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en hembras recolectadas en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 38.** Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en machos recolectados en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006
- Figura 39.** Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en hembras recolectadas en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.



- Figura 40.** Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en machos recolectados en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 41.** Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en hembras recolectadas en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.
- Figura 42.** Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en machos recolectados en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006
- Figura 43.** Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en hembras recolectadas en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.
- Figura 44.** Proporción porcentual de machos inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Pisagua.
- Figura 45.** Proporción porcentual de hembras inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Pisagua.
- Figura 46.** Ojiva de madurez sexual para machos de sector Pisagua (I Región).
- Figura 47.** Ojiva de madurez sexual para hembras de sector Pisagua (I Región).
- Figura 48.** Proporción porcentual de machos inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Punta Arenas.
- Figura 49.** Proporción porcentual de hembras inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Punta Arenas
- Figura 50.** Ojiva de madurez sexual para machos de sector Punta Arenas (II Región).
- Figura 51.** Ojiva de madurez sexual para hembras de sector Punta Arenas (II Región).
- Figura 52.** Estructura de talla poblacional de loco de Pisagua, I región.
- Figura 53.** Estructura de talla poblacional de loco de El Lagarto, II región.
- Figura 54.** Estimación de la relación longitud - peso para el recurso loco en la I y II Regiones.
- Figura 55.** Tasas instantáneas de mortalidad natural estimadas con los métodos de Taylor (MET1) y de Alagaraja (MET2) en las localidades de la I región (punto rojo) y II región (punto azul). La barra equivale al coeficiente de variación del parámetro M.



Figura 56. Valores de la Edad Crítica (A) y Talla crítica (B) estimadas con valores de M provenientes del uso de los métodos de Taylor (MET1) y de Alagaraja (MET2) en las localidades de la I región (punto rojo) y II región (punto azul). La barra equivale al coeficiente de variación del parámetro M.

Figura 57. Evolución de los desembarques nacionales del recurso loco, período 1997 – 2005.

Figura 58. Participación regional en los desembarques nacionales del recurso loco, período 1997 – 2005

Figura 59. Variación intranual de los desembarques de loco, utilizando el valor promedio del período 1997 – 2005.

Figura 60. Evolución de los desembarques de loco en la I y II Regiones, período 1997 – 2005.

Figura 60. Evolución de los desembarques de loco en la I y II Regiones, período 1997 – 2005

Figura 62. Estimaciones de biomasa del recurso loco en la I Región y su relación con el número de AMERB en operación, 1998 – 2006.

Figura 63. Estimaciones de densidad (Ind/m²) promedio al interior de las AMERB de la I Región, período 1998 - 2006.

Figura 64. Cuota de recurso loco en el total de las AMERB de la I Región y su relación con la cuota efectivamente extraída, período 2000 - 2006.

Figura 65. Estimaciones de biomasa del recurso loco en la II Región y su relación con el número de AMERB en operación, 2000 – 2006.

Figura 66. Estimaciones de densidad (Ind/m²) promedio al interior de las AMERB de la II Región, período 2000 - 2006.

Figura 67. Cuota de recurso loco en el total de las AMERB de la II Región y su relación con la cuota efectivamente extraída, período 2000 - 2006.

Figura 68. Estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio en las AMERB de la I Región, período 2000 – 2006.



- Figura 69.** Estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio en las AMERB de la II Región, período 2000 – 2006.
- Figura 70.** Destino de las exportaciones de loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.
- Figura 71.** Precio de la tonelada de producto, según línea de elaboración, período 2000-2006.
- Figura 72.** Exportaciones en toneladas de recurso loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.
- Figura 73.** Valor FOB (US\$) de las exportaciones de recurso loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.
- Figura 74.** Diagrama explicativo de las etapas comprendidas en la comercialización del recurso loco en la zona norte.
- Figura 75.** Diagrama explicativo de la estimación del rendimiento del recurso loco, etapa previa a la cancelación de la producción en la transacción.
- Figura 76.** Diagrama explicativo de la actividad informal del recurso loco en la zona norte, en el que se indica desde la extracción, los canales de distribución y destino final de la producción.



INDICE DE TABLAS

- Tabla 1:** Localidades de muestreos por objetivo específico y parámetro o método de estimación
- Tabla 2.** Localización de sectores en áreas de Libre Acceso en la I y II Región seleccionadas para el muestreo destructivo de acuerdo a Pesca de Investigación.
- Tabla 3.** Localidades y fechas de muestreos para crecimiento, comportamiento y ciclo reproductivo
- Tabla 4** Tamaño de muestra de longitud
- Tabla 5.** Coordenadas de muestreos destructivos realizados en Pisagua (I Región y Punta Arenas (II Región)
- Tabla 6.** Eventos de marcajes y número de ejemplares marcados.
- Tabla 7.** N muestral de locos utilizadas en la lectura de anillos para las localidades muestreadas
- Tabla 8.** N muestral de locos utilizadas para desplazamiento modal para las localidades muestreadas
- Tabla 9 a.** Estados de madurez sexual de la gónada en machos, según Ramorino, 1979
- Tabla 9 b.** Estados de madurez sexual de la gónada en hembras según Ramorino, 1979
- Tabla 10.** Escala de madurez sexual para ejemplares de Concholepas concholepas (Aviles y Lozada, 1975)
- Tabla 10.** Escala de madurez sexual para ejemplares de Concholepas concholepas (Aviles y Lozada, 1975) (cont.)
- Tabla 11.** Escala de madurez sexual de Avilés y Lozada (1975) para hembras de C. concholepas, modificada en este estudio con criterios descritos en Huaquín (1979).



- Tabla 12.** Parámetros de crecimiento del recurso loco, estimados a partir del método marcaje y recaptura mediante el modelo de von Bertalanffy
- Tabla 13.** Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I Región , estimados a partir de lecturas de anillos mediante los modelos de von Bertalanffy (VB) y Gompert (GP).
- Tabla 14.** Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I Región , estimados a partir de lecturas de anillos mediante los modelos de von Bertalanffy (VB) y Gompert (GP).
- Tabla 15.** Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I (Pisagua) y II Región (Punta Arenas), estimados a partir del método ELEFAN mediante el modelo de von Bertalanffy.
- Tabla 16.** Parámetros de crecimiento del recurso loco para el sector Punta Arenas (II Región, estimados a partir del método MIX mediante el modelo de von Bertalanffy.
- Tabla 17.** Parámetros de crecimiento de recursos loco para la I y II Regiones de acuerdo a métodos alternativos.
- Tabla 18.** Valores del Índice Estandarizado de Agregación de Morisita (Krebs, 1999) para la I región. AM de Chanavaya.
- Tabla 19.** Valores del Índice Estandarizado de Agregación de Morisita (Krebs, 1999) para la II región. AM de El Lagarto.
- Tabla 20.** Número de ejemplares de loco muestreados para aspectos reproductivos por región, sector, mes y sexo, en el período de enero-diciembre de 2006.
- Tabla 21.** Valor promedio del índice gonadosomático y desviación estándar por sexo y fecha de colecta de ejemplares muestreados en la I Región, sector de Pisagua.
- Tabla 22.** Valor promedio del índice gonadosomático y desviación estándar por sexo y fecha de colecta de ejemplares muestreados en la II Región, sector de Punta Arenas.
- Tabla 23.** Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez macroscópicos para ejemplares de la I Región, sector Pisagua (I: Recuperación; Previtelogénesis; II: Maduración; Vitelogénesis; III: Máxima madurez y IV: Emisión gametos; Término postura).
- Tabla 24.** Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez macroscópicos para ejemplares de la II Región, sector Punta Arenas (I: Recuperación;



Previtelog3nesis; II: Maduraci3n; Vitelog3nesis; III: M3xima madurez y IV: Emisi3n gametos; T3rmino postura).

- Tabla 25.** Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez microsc3picos para ejemplares de la I Regi3n, sector Pisagua.
- Tabla 26.** Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez microsc3picos para ejemplares de la II Regi3n, sector Punta Arenas.
- Tabla 27.** Frecuencia en n3mero y porcentual de machos (M) y hembras (H) en diferente estado de la l3nea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tama1o, para el sector de Pisagua.
- Tabla 28.** Frecuencia en n3mero y porcentual de machos (M) en diferente estado de la l3nea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tama1o, para el sector de Punta Arenas.
- Tabla 29.** Frecuencia en n3mero y porcentual de hembras (H) en diferente estado de la l3nea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tama1o, para el sector de Punta Arenas.
- Tabla 30.** Par3metros de crecimiento del recurso Loco estimados para la I y II regiones. VB = modelo de crecimiento tipo "von Bertalanffy". GP = modelo de crecimiento tipo "Gompertz".. SD = desviaci3n est3ndar del par3metro. En negrita, los par3metros usados en la estimaci3n de mortalidad y tala cr3tica.
- Tabla 31.** Par3metros de crecimiento del recurso Loco estimados para la I y II regiones. VB = modelo de crecimiento tipo "von Bertalanffy". SD = desviaci3n est3ndar del par3metro, usados en la estimaci3n de Mortalidad natural y tala cr3tica del recurso loco.
- Tabla 32.** Par3metros de la relaci3n talla-peso del recurso Loco para dos localidades costeras de la I y II regi3n.
- Tabla 33.** Par3metros de entrada para aplicar el m3todo de Taylor de estimaci3n de la tasa de mortalidad natural del recurso Loco para dos localidades costeras de la I y II regi3n. k = coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, $V(k)$ varianza de k , t_0 = edad de talla cero, $V(t_0)$ = varianza de t_0
- Tabla 34.** Valores de las tasas de mortalidad natural (M) obtenidos con los par3metros de crecimiento de la funci3n de von Bertalanffy estimados para el loco en este



estudio. M = tasa instant3nea de mortalidad natural, $\%M$ = tasa absoluta anual de mortalidad natural, $V(M)$ = varianza de M .

- Tabla 35.** Par3metros de entrada del M3todo de Alagaraja de mortalidad natural. VB = modelo de von Bertalanffy, n = n3mero de ejemplares con lectura de anillos, L_{oo} = longitud asint3tica, $V(L_{oo})$ = varianza de L_{oo} , k = coeficiente de crecimiento, $V(k)$ = varianza de k , t_0 = edad de talla cero, $V(t_0)$ = varianza de t_0 .
- Tabla 36.** Par3metros de entrada del M3todo de Alagaraja de mortalidad natural. L_m = longitud de m3xima longevidad, $V(L_m)$ = varianza de L_m , T_m = edad de m3xima longevidad, $V(T_m)$ = varianza de T_m , M = tasa instant3nea de mortalidad natural, $\%M$ = tasa absoluta de mortalidad natural anual, $V(M)$ = varianza de M .
- Tabla 37.** Par3metros de entrada usados para estimar la talla y edad cr3tica del recurso loco en dos localidades de la I y II regi3n. b = coeficiente exponencial de la relaci3n longitud-peso, n = tama3o de la muestra, L_{oo} = longitud asint3tica, k = coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, t_0 = edad de talla cero.
- Tabla 38.** Valores de talla cr3tica y edad cr3tica, estimados a partir del par3metros gravim3trico “ b ” de la relaci3n longitud peso, de los par3metros de crecimiento (L_{oo}, k, t_0) obtenidos del m3todo de lectura de anillos para el recurso loco en dos localidades de la I y II regi3n. M = tasa instant3nea de mortalidad natural, $V(M)$ = varianza de M , T_c = edad cr3tica, $V(T_c)$ = varianza de T_c , L_c = talla cr3tica.
- Tabla 39.** 3reas de manejo con asignaci3n de cuota para el per3odo 2005-2006, en la I y II Regiones
- Tabla 40.** Resumen del n3mero de encuestas efectuadas a las organizaciones, buzos y armadores de la I y II Regi3n.
- Tabla 41.** Tablas de precios seg3n el rendimiento para el recurso loco (Formato de ofertas que reciben las organizaciones de pescadores artesanales), destacando en rojo el calibre m3s frecuente en la zona norte.
- Tabla 42.** Exportaci3n y precios FOB de “chanque” procesado por las empresas pesqueras de Tacna, durante el a3o 2005.
- Tabla 43.** Estadística de desembarque de loco en la regi3n Tacna en Per3 y las diferencias observadas respecto a lo que realmente procesaron las plantas autorizadas de la ciudad.



Tabla 44. Parámetros de mortalidad natural M recopilados de la literatura científica disponible para las regiones III y IV.

ÍNDICE DE ANEXO 1: FOTOS

- Foto 1.** Reunión informativa con autoridades pesqueras y organizaciones de pescadores artesanales I Región
- Foto 2.** Reunión informativa con miembros del Sindicato de Chanaya I Región
- Foto 3.** Desarrollo del taller de difusión de resultados preliminares del proyecto
- Foto 4.** Desembarque de ejemplares recolectados en terreno para posterior traslado
- Foto 5.** Método de traslado de ejemplares recolectados en terreno hasta el laboratorio de la Base IFOP Iquique
- Foto 6.** Ejemplares marcados retenidos en bandejas con agua de mar.
- Foto 7.** Actividad de medición y marcaje realizado en Caleta Chanavaya
- Foto 8.** Transporte de organismos marcados en AMERB “El Lagarto”.
- Foto 9.** Conchas de loco previo a su limpieza colonizadas por cirripedios
- Foto 10.** Limpieza mecánica primaria de conchas de Loco con escobilla de acero.
- Foto 11.** Limpieza mecánica de conchas mediante chascón y estado final de concha preparada para lectura de anillos
- Foto 12.** Lectura de largo total de concha
- Foto 13.** Lectura de longitud umbo-borde.
- Foto 14.** Lectura de longitud umbo-anillo.
- Foto 15.** Recepción y toma de datos biológicos de ejemplares en el laboratorio de la Base IFOP Iquique
- Foto 16.** Toma de muestras y laboratorio para procesamiento de muestras histológicas.
- Foto 17.** Características de gónadas según escala de madurez: (A) Hembra con gónada en madurez máxima (amarillo) y glándula de la cápsula muy desarrollada. (B) Hembra



idem anterior con gl3ndula digestiva desarrollada. (C) Macho en madurez m3xima. Se observa pene.

- Foto 18a.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de Premadurez (EMS II). Las c3lulas del tejido conectivo se organizan en la formaci3n de fol3culos. En su interior se diferencia epitelio germinativo representado por espermatogonias y espermatoцитos I, cuyas caracter3sticas estructurales permiten distinguir el sexo. Objetivo 10X.
- Foto 18b.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de Premadurez (EMS II). Se observa mayor avance en la proliferaci3n de espermatoцитos I. Objetivo 10X.
- Foto 18c.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de En Madurez (EMS III). Los fol3culos tienen un l3men reducido y una gruesa capa germinal formado por espermatogonias, espermatoцитos I, espermatoцитos II y esperm3tidas. Objetivo 10X.
- Foto 18d.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de Madurez M3xima (EMS IV). Los fol3culos se caracterizan por abundancia de espermios. Objetivo 10X.
- Foto 18e.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de Madurez M3xima (EMS IV). Los fol3culos se caracterizan por c3mulos de espermatozoides hacia el l3men. Objetivo 40X.
- Foto 18f.** Fotomicrograf3a de test3culo en estado de Regresi3n (EMS V). Los fol3culos est3n vac3os o semivac3os, con restos de espermatozoides cercanos a la pared del fol3culo. Objetivo 40X.
- Foto 19a.** Fotomicrograf3a de ovario en estado de Premadurez (EMS II). Las c3lulas del tejido conectivo se organizan en la formaci3n de fol3culos. En su interior se diferencia epitelio germinativo representado por ovogonias y ovocitos I, cuyas caracter3sticas estructurales permiten distinguir el sexo. Objetivo 10X.
- Foto 19b.** Fotomicrograf3a de ovario en estado de En Madurez Inicial (EMS III). Fol3culos con ovocitos en previtelog3nesis, en estados de citos I y II. Objetivo 10X.
- Foto 19c.** Fotomicrograf3a de ovario en estado de En Madurez Inicial (EMS III). En algunos ovocitos se observan las primeras plaquetas vitelinas. Objetivo 10X.
- Foto 19d.** Fotomicrograf3a de ovario en estado de En Madurez Avanzada (EMS IV). Los ovocitos en vitelog3nesis avanzada, en su mayor3a pedunculados adheridos a las trab3culas, de forma m3s bien ovoides. Objetivo 10X.



- Foto 19e.** Fotomicrografía de ovario en estado de Madurez Máxima (EMS V). Los ovocitos maduros se encuentran en su mayoría libres al interior del folículo. Objetivo 10X.
- Foto 19f.** Fotomicrografía de ovario en estado de Madurez Máxima (EMS V). Ovocitos maduros completamente vitelados, con núcleo esférico excéntrico, libres en el folículo. Objetivo 40X.
- Foto 19g.** Fotomicrografía de ovario en estado de Regresi3n (EMS VI). Folículos vacíos o semivacíos, con ovocitos maduros residuales y restos de material de desintegraci3n, como vitelo. Objetivo 10X.
- Foto 19h.** Fotomicrografía de ovario en estado de Regresi3n (EMS VI). Folículos vacíos o semivacíos, con resto de vitelo como material de desintegraci3n. Adherido a la pared folicular se visualiza una nueva onda de ovocitos en formaci3n. Objetivo 40X.
- Foto 20.** Recortes de prensa de diarios peruanos, relacionados con el ingreso ilegal del recurso loco a ese país
- Foto 21.** Decomiso del recurso loco por parte de efectivos de la Armada, donde se muestra el tpico empaque y las diferencias de tamaño en su interior.
- Foto 22** Vista general de la principal planta procesadora de recurso loco en Tacna-Perú, Alimentos Jurado S.A.
- Foto 23.** Formato de presentaci3n del recurso loco en conserva proveniente de las plantas procesadoras de Tacna-Perú.
- Foto 24.** Vista general del Mercado Mayorista Grau (Tacna-Perú) (a) y el formato de comercializaci3n del recurso loco (b) Picado y (c) Picado y mezclado con otros recursos.

ÍNDICE DE ANEXO 2: RESOLUCI3N DE PESCA DE INVESTIGACI3N

Pesca de Investigaci3n emitida por la Subsecretaría de Pesca

ÍNDICE DE ANEXO 3: TALLER: N3MINA DE ASISTENTES Y EXPOSICIONES



Nómina de asistentes

Exposiciones

ÍNDICE DE ANEXO 4: CERTIFICADOS AUTORIDAD MARITIMA

Certificado Capitanía de Puerto IQUIQUE – I Región

Certificado Capitanía de Puerto ANTOFAGASTA – II Región

ÍNDICE DE ANEXO 5: ENCUESTAS Y PAUTA DE ENTREVISTA

Encuesta a Socios de la Organización

Encuesta a Armadores del Sector

Entrevista a Directivas o Comisiones de AMERBs

Pauta de entrevista para agentes del canal de distribución

ÍNDICE DE ANEXO 6: Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH)

Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH) Total

Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH) Objetivo 1

Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH) Objetivo 2

Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH) Objetivo 3

Asignación de Personal Profesional y Técnico (HH) Objetivo 4



1. INTRODUCCI3N

Uno de los recursos de mayor importancia en la pesquería de recursos bent3nicos en el país es el recurso loco, *Concholepas concholepas*. Su importancia no sólo radica en el impacto socio económico que genera la actividad pesquera, sino que además desde el punto de vista ecol3gico juega un rol relevante como predador tope en la comunidad bent3nica. Esta especie ha sido objeto de numerosos estudios orientados a comprender los procesos naturales biol3gicos y ecol3gicos involucrados en su comportamiento. Sin embargo, estos han estado centrados principalmente en la zona centro-sur del país y resultan insuficientes para describir las realidades de cada Regi3n.

Desde el punto de vista administrativo, la pesquería del loco ha estado sometida a drásticas medidas regulatorias tendientes a recuperar la crítica situaci3n del recurso que ha permitido mantener al recurso en bajos niveles de explotaci3n. Entre las medidas administrativas de mayor relevancia adoptadas por la autoridad pesquera figura la creaci3n de la figura legal denominada “Áreas de Manejo y Explotaci3n de Recursos Bent3nicos (AMERB)” con la promulgaci3n del respectivo Reglamento en 1995, la que se ha implementado en forma sostenida y creciente desde 1997. Se estima que cerca del 84% de los Planes de Manejo y Explotaci3n del Área a nivel nacional contempla al loco como especie objetivo, reflejando la gran importancia que tiene este recurso para la sustentabilidad económica del sector pesquero artesanal.

Tanto en la I como en la II Regiones, las estadísticas oficiales indican que este molusco proviene exclusivamente de las cosechas efectuadas en las AMERB vigentes. En base a la informaci3n disponible, el ańo 2004 el loco fue el recurso estrella a nivel regional, alcanzando a un 55% y 96% del total de moluscos provenientes de las Áreas de Manejo de la I y II Regi3n, respectivamente. Sin embargo, durante el ańo 2005, la cosecha del caracol locate adquirió mayor importancia alcanzando el 63% del volumen total de moluscos cosechados en ambas regiones, mientras que el loco solo alcanzó al 35%. Cabe seńalar que en el ańo 2005,



el total de moluscos cosechados en ambas regiones alcanza a 407 toneladas, representando el 9,7% del total nacional cosechado en áreas de manejo, mientras que el loco cosechado representa solo el 3,7% del total nacional que alcanzó a 3.205 t.

Actualmente, la veda extractiva se encuentra prorrogada entre la I y XI Regiones hasta el 31 de diciembre de 2008 (D.Ex. de MINECOM N° 1593 de 2005), mientras que para la XII región, la veda está estipulada entre el 1 de julio y 28 de febrero del año siguiente (D. Ex. De MINECOM N° 409 DE 2003). La veda reproductiva está calendarizada por zonas establecidas en el Decreto Exento del MINECOM N° 409 de 2003 y N° 185 de 2005. Por otro lado, la talla mínima de extracción de 10 cm de longitud peristomal rige para todo el territorio nacional (D.S. MINECON N° 264 de 1988).

Sin embargo, las medidas administrativas promulgadas para todo el país no necesariamente son reflejo de las realidades biológico pesqueras de los recursos en todas las regiones. El crecimiento y la actividad reproductiva del loco muestran diferencias entre la zona norte y sur del país, por lo cual se hizo necesario realizar una revisión de la talla mínima de extracción para la zona norte del país.

En este contexto el Consejo de Investigación Pesquera, estimó conveniente contar con antecedentes pertinentes como los parámetros poblacionales de crecimiento, ciclo reproductivo y mortalidad natural, así como una caracterización de la actividad extractiva del recurso loco a fin de evaluar la toma de decisiones relevantes para la administración pesquera de este recurso de la I y II Regiones.

Conforme a la oferta técnica, corresponde en el presente informe final entregar los resultados finales de cada uno de los objetivos específicos contemplados en el proyecto.



2. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el crecimiento y reproducción del recurso loco en la I y II Regiones.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1** Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II regiones.
- 3.2** Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio.
- 3.3** Estimar la mortalidad y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones.
- 3.4** Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización.



4. ANTECEDENTES

4.1 Actividad pesquera

El sector pesquero artesanal de la I Regi3n, se encuentra compuesto por 2.297 personas, de las cuales un 64% corresponde a la categori3 de pescador artesanal, 22% a buzo mariscador y asistente de buzo y un 14% a recolector de orilla, con una flota compuesta por 613 embarcaciones de diferentes categori3s (lanchas, botes con motor interno y fuera de borda, as3 como tambi3n botes a remo. Por su parte, la II Regi3n est3 compuesta por 2.746 personas, distribuidas en las siguientes categori3s: pescadores artesanales propiamente tal 48%, buzos mariscadores y asistentes de buzo 27%; y, 25% de recolectores de orilla. La flota artesanal de la II Regi3n est3 compuesta por un total de 635 embarcaciones (Anuario Estad3stico de Pesca, 2004).

Durante el 2005, el desembarque nacional de recursos provenientes del sector pesquero artesanal, alcanz3 un total de 1.729.145 t, de los cuales s3lo el 19,4% corresponde a moluscos principalmente jibia, almeja, taquilla, huego y navajuela. El loco ocup3 el sexto lugar con 3.270 ton.

Al total nacional de moluscos desembarcados (335.949 ton), la Primera Regi3n aport3 con 0,5%, mientras que la II Regi3n lo hizo con 0,9%. Las capturas regionales estuvieron principalmente compuestas por pulpo, lapa y locate que en conjunto aportaron con un 86,7% al desembarque total de moluscos de ambas regiones.

4.2 Pesqueri3 del loco

El comportamiento de la actividad extractiva nacional de loco entre los a3os 1988 y 1994 muestra fuertes fluctuaciones, pero a partir de 1995 y hasta 2005 el desembarque tiende a estabilizarse con un valor promedio de 2.435 toneladas. Durante este 3ltimo periodo, se observa una disminuci3n de la captura hasta el a3o 2001, a3o a partir del cual muestra un



aumento sostenido, con una leve baja en el a1o 2005. (Fig. 1). Desde una perspectiva hist3rica, esta situaci3n se explica por la aplicaci3n de diversas medidas administrativas restrictivas, impuestas para salvaguardar al recurso dado su escasa disponibilidad generada por la sobreexplotaci3n ejercida sobre los bancos naturales.

El principal destino del volumen nacional desembarcado son las plantas de procesos que generan productos fresco refrigerado, congelados o en conserva, cuyo destino final son los mercados de Taiw3n y Jap3n. Durante los 3ltimos 10 a1os el precio FOB del loco ha fluctuado aproximadamente entre US\$ 14.000 y US\$ 25.000 por tonelada, mostrando una tendencia al alza hasta el a1o 2000 para luego experimentar un descenso hasta el 2005 cuando la tonelada de loco alcanz3 un precio de US\$ 15.600 y que gener3 un ingreso de MMUS\$ 14,3. (Fig. 2).

La actividad pesquera extractiva del recurso loco en la I y II Regi3n se caracteriza por estar vinculada exclusivamente al sector artesanal, cuyo desembarque durante los 3ltimos 15 a1os se caracteriz3 por un elevado nivel registrado en el a1o 1993 tras un prolongado periodo de veda y seguido por fluctuaciones que culminaron con el cierre de la actividad durante el a1o 1999 y 2000. A partir del a1o 2001, se abre una nueva etapa para esta pesqueri3, cuya extracci3n comienza a centrarse en las 3reas de Manejo, permiti3ndole a la I Regi3n situarse por sobre los niveles de extracci3n alcanzados por la II Regi3n. Un aspecto relevante que presenta este periodo ha ocurrido en el a1o 2003, en el cual se obtuvieron vol3menes de desembarque hist3ricamente altos para cada regi3n, permitiendo que ambas en conjunto aportaran con un 8,2% al total nacional, cuyo promedio hasta el 2002 habi3a solo del 1,3% (Fig. 3)

En los 3ltimos a1os, en el pa3s se ha impulsado un amplio programa de ordenaci3n de las pesqueri3s artesanales bent3nicas, a trav3s de la promoci3n de la asignaci3n de Derechos de Uso Territorial (DUT), los que en cierta medida, suprimen la condici3n de libre acceso y ausencia de propiedad sobre los recursos bent3nicos.



Estos derechos se han logrado plasmar a trav3s de la implementaci3n de las 3reas de Manejo, medida administrativa pesquera consagrada en la Ley de Pesca (art.48 letra d) vigente desde septiembre de 1991 y puesta en acci3n por efecto de la promulgaci3n del Reglamento de 3reas de Manejo (D.S.MINECON N°355/95) y sus posteriores modificaciones (D. S. MINECON N°572/2000). Estas medidas persiguen nuevas y mejores formas de explotaci3n de los recursos, haciendo posible una explotaci3n planificada a partir del conocimiento de los vol3menes de recursos disponibles. De esta manera se pueden estimar cuotas de captura 3ptimas en periodos anuales de extracci3n, favoreciendo el mejoramiento de las condiciones de gesti3n y de comercializaci3n por parte de los pescadores artesanales.

En 1997 se dio inicio al trabajo en 4 3reas, tres en la IV Regi3n y una en la I Regi3n. A enero de 2007, en la I Regi3n existen 29 3reas, las que est3n localizadas mayoritariamente al sur de la Regi3n. De ellas, 15 ya cuentan con Resoluci3n de Plan de Manejo y las m3s antiguas se encuentran ya en el sexto seguimiento (Fig 4). En cambio, en la II Regi3n, 13 de las 59 3reas cuentan con esta resoluci3n y la mayor3a de ellas se localizan en la zona centro–norte de la Regi3n. (www.subpesca.cl).

4.3 Distribuci3n espacial y ciclo de vida

La distribuci3n geogr3fica del loco est3 restringida s3lo al Pac3fico Sur oriental, desde Lobos de Afuera (Per3) hasta el Cabo de Hornos(Chile), incluyendo las Islas de Juan Fern3ndez (Stuardo, 1979), mientras que su distribuci3n batim3trica abarca desde el intermareal, donde normalmente se encuentra la porci3n juvenil de poblaci3n, hasta los 40 m de profundidad, donde habita la fracci3n adulta de la poblaci3n.

El loco es una especie dioica, cuyo ciclo reproductivo comienza con la fertilizaci3n de 3vulos mediante una c3pula entre machos y hembras, la cual se lleva a cabo durante las 3pocas de



agrupamientos denominados “maicillos” (Castilla, 1974). Las hembras adhieren cápsulas sobre sustratos rocosos, cuyo número y tamaño est en relaci3n directa con el tamaño de la hembra. En el interior de estas cápsulas se evidencia el desarrollo de un número variable de embriones, el cual está dependiendo del tamaño de las cápsulas (Castilla y Cancino, 1976). Este proceso se lleva a cabo durante aproximadamente 60 días, el cual culmina con la liberaci3n de larvas libre nadadoras denominadas veliger (Gallardo, 1973) Ellas crecen y se mantienen en el plancton marino, alimentándose de fitoplancton por un periodo estimado entre 6 a 12 meses. (Molinet et al., 2005). Cuando esta larva alcanza su estado competente, se fija a un sustrato apropiado, permitiendo desencadenar el proceso de metamorfosis dando inicio a una vida bent3nica (Gallardo, 1979). Desde este momento, los individuos cambian su hábito alimentario de herbívoro a carnívoro, depredando preferentemente sobre cirripedios, piures y moluscos bivalvos. (Disalvo, 1988; Mendez y Cancino, 1990).

4.4 Madurez gonádica y talla de primera madurez

El proceso de maduraci3n gonádica es una informaci3n biol3gica fundamental en la compresi3n de los aspectos de la dinámica poblacional. Así mismo, la talla de primera madurez es un antecedente de gran interés para la toma de decisiones en administraci3n pesquera.

Ramorino (1975), utilizando ejemplares de *C. concholepas* mantenidos en laboratorio, describe el ciclo reproductivo para la zona de Valparaíso empleando un método simple basado en la apariencia externa, en color y grosor de la g3nada, la presencia de espermios en la glándula digestiva de las hembras y el grado de adherencia al tacto presente en la glándula de la cápsula. El ciclo mostr3 coincidencias con las variaciones de temperatura del agua de mar, concluyendo que la madurez máxima de las hembras ocurriría ente los meses de diciembre y junio; la c3pula entre enero y junio y la máxima postura entre febrero y mayo.



Para la zona de Valdivia, se ha determinado que el periodo de máxima postura ocurre entre noviembre y diciembre (Lépez, 1987).

Cañas y Schuffeneger (1988) compara resultados obtenidos mediante tres modalidades para estimar índices gonadosomáticos (IGS) y el índice gamético (IG) en ejemplares provenientes de Ancud, concluyendo que estos IGS no dan valores confiables debido a la presencia de gran cantidad de vítelo en el tejido reproductivo, siendo indispensable el uso del análisis histológico para describir el ciclo reproductivo. Las alzas del IG se constataron en dos periodos: uno en noviembre y otro comprendido en los meses de abril, mayo y junio.

Paralelamente Herrera y Alvial (1983) determinan la talla de primera madurez gonádica en poblaciones de Iquique encontrando la primera madurez individual de 4,9 cm en un individuo macho y de 5,3 cm en un individuo hembra. Sin embargo, la primera madurez poblacional se encontró en el rango 5,7 y 6,2 cm, tanto para machos como para hembras. Esto sería coincidente con lo encontrado por Lozada *et al.*, (1976) para la zona de Coquimbo.

Para el extremo sur, en la provincia de Última Esperanza, Guzmán *et al.* 1987 reportaron que los tamaños a los cuales los individuos están maduros o inmaduros son 1 cm más pequeños que los señalados para poblaciones del norte del país (Avilés y Lozada, 1975; Lozada *et al.*, 1976; Ramorino, 1979). En efecto, para poblaciones de Coquimbo, Lozada *et al.* (*op. cit*) observaron que la menor talla de machos y hembras con sus gónadas maduras fue de 6 y 6.2, respectivamente, mientras que Guzmán *et al.* (*op.cit*) reportaron 4.6 y 5.3 cm. Asimismo, Avilés y Lozada (*op. cit*) indican que hasta los 5 cm de longitud los ejemplares de la zona recién mencionada se encuentran inmaduros, mientras estas tallas son de 4.1 y 4.5 cm en Magallanes. Ramorino, 1979, concluye que de acuerdo a los antecedentes de Avilés y Lozada (*op. cit.*), Lozada *et al.* (*op-cit.*) y Castilla y Cancino (1976), *C. Concholepas* estaría en condiciones de reproducirse entre una talla de 6-7 cm. Para las poblaciones estudiadas en Última Esperanza se puede concluir que el loco alcanzaría su primera madurez gonádica a partir de una talla de 5-5.5 cm.



4.5 Reclutamiento y crecimiento

Diversos autores proponen que el asentamiento del loco ocurre en la zona intermareal en donde se encuentran frecuentemente individuos de tallas cercanas a los 10 mm (Gallardo C., 1979; Guisado y Castilla, 1983; Jara & Moreno, 1983; López, 1987; Moreno & Reyes, 1988; Reyes & Moreno, 1990; Rivas y Castilla, 1987; Stotz *et al.*, 1991). Los reclutas se encuentran en frentes expuestos o semiexpuestos asentados sobre sustratos rocosos normalmente con abundantes grietas los cuales son considerados sustratos aptos para la fijación de invertebrados.

Para la zona de Valdivia, Reyes y Moreno (1990) reportan que el asentamiento podría estar ocurriendo desde enero y mayo en base a regresiones realizadas con datos obtenidos mediante el seguimiento de una cohorte.

En tanto, Stotz *et al.* (1991) reporta la presencia de juveniles menores a 10 mm entre los meses de noviembre a marzo para la IV Región, el cual fluctuaría tanto en intensidad como en la duración del evento.

El proceso de reclutamiento sería un proceso estocástico explicado por el largo periodo larvario, el que podría fluctuar entre 6 a 12 meses (Molinet *et al.*, 2005), lo cual generaría en algunos años fallas en el reclutamiento, estas han sido detectadas en la costa chilena por Moreno y Reyes (1988) para Valdivia y Stotz *et al.* (1991) para la IV Región.

El crecimiento durante estas primeras fases de vida bentónica ha sido poco estudiado debido principalmente a la dificultad que hay para encontrarlos y poder realizar un buen seguimiento de los reclutas. El problema se aumenta si se considera que al llegar a una talla mayor los juveniles comienzan a migrar hacia el submareal. Sin embargo, Reyes y Moreno (1990) logran medir el crecimiento siguiendo una cohorte desde una talla media inicial de 3,5 mm para la zona de Valdivia y cuyas tasas fluctuaron entre 0,022 mm/día y 0,058 mm/día,



medida en el mes de junio y noviembre, momento al cual la talla media era de 9,5 mm, respectivamente.

Stotz (2000) realizando un estudio para formular una metodología de parámetros de crecimiento del recurso loco para diferentes localidades entre la I y IV regiones y para la X y la XII Regiones, logra distinguir 3 zonas: la zona norte desde Iquique hasta los 30° LS; la zona centro-sur desde los 30° LS hasta Chiloé y la zona extremo sur en Magallanes.

En este estudio se integraron los resultados obtenidos en experiencias de marcaje y recaptura con aquellos obtenidos en estudios anteriores demostrando que existe un gradiente latitudinal a lo largo de la costa chilena para los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy. De este estudio emana la conclusión de que la talla mínima legal de 10 cm se lograría recién a los 9 años de edad.

Se realizó una recopilación de los parámetros de crecimiento disponibles en la literatura técnica, lo que permite confirmar lo encontrado por Stotz (2000). En la Fig. 5 se muestra la tendencia latitudinal de los Loo obtenidos en diferentes estudios realizados para diferentes localidades de la costa chilena. (Jerez *et al.*, 1993; González *et al.*, 1997; Garrido *et al.*, 1999; Garrido *et al.*, 2000; Castilla & Jerez, 1986; Zuleta & Moreno, 1993; Alderstein 1987; Wolf, 1989; Stotz & Perez 1992).

4.6 Modelos de crecimiento

El modelo de crecimiento de van Bertalanffy ha sido aplicado para describir el crecimiento de loco, utilizando datos obtenidos a partir de la lectura de anillos en la concha (Bustos *et al.* 1986), corrimiento modal (Castilla & Jerez, 1986; Jerez *et al.*, 1993; González *et al.*, 1997) y experiencias de marcaje y recaptura (Stotz, 2000).



Los resultados de Stotz (2000) indican que el modelo de von Bertalanffy representaría adecuadamente el crecimiento de loco y que este sería un modelo más apropiado que el de Gompertz debido a su menor varianza. Además, que al utilizar el ajuste Gompertz para sus datos obtenidos en el medio natural, generaría una sobreestimación de la edad, en que un individuo de 40 mm tendría una edad de 3 años.

En contraste, Rodríguez *et al.* (2001) utilizando la función Gompertz modificada encuentra notables diferencias con el modelo von Bertalanffy y propone que la primera función es más apropiada basado en el menor valor de AIC encontrado para este modelo. Así mismo, este modelo no muestra una talla asintótica como la que predice Bertalanffy, lo cual explicaría fácilmente la presencia de individuos sobre 170 mm encontrados en el pasado. La proyección del crecimiento tiene notable similitudes con el patrón de crecimiento infinito descrito para otros invertebrados marinos.



5. Gestión

La gestión asociada al proyecto contempló el desarrollo de las siguientes actividades:

Reunión FIP

El 11 de octubre de 2005 se realizó la I Reunión Taller del proyecto en las dependencias de la Subsecretaría de Pesca, convocando a diversos representantes de instituciones asociadas al sector pesquero como Consejo de Investigación Pesquera, FIP, Sernapesca, Subsecretaría de Pesca, Consejo Zonal de Pesca, SONAPESCA, SHOA, universidades y empresas relacionadas con el rubro.

Esta reunión se llevó a cabo en la ciudad de Valparaíso, y tuvo por objetivo presentar la metodología y las principales actividades del proyecto. En esta reunión se discutió acerca de la necesidad de incorporar algún indicador de la formación de agrupamientos reproductivos de loco, el cual inicialmente no estaba contemplado en el proyecto. Esto fue aceptado, junto con la modificación en el desarrollo de la actividad de marcaje y recaptura, la cual se acordó realizar en un solo sector de cada región.

Reunión con Instituciones en la I y II Región

El 17 de octubre de 2005 se llevó a cabo en dependencias del Servicio Nacional de Pesca de Iquique una reunión en la cual se expuso los objetivos y metodologías a emplear en el proyecto. A esta reunión asistieron representantes de Sernapesca Regional, Consejo Zonal de Pesca, Agrupaciones y Sindicatos de Pescadores Artesanales (FEBUPESCA, Cavancha, Chanavaya, Chanavayita), empresa consultora Promar y profesionales y técnicos de IFOP. En esta reunión se solicitó la cooperación de las diversas instituciones para llevar a cabo con éxito el proyecto (Foto 1)



Con este mismo carácter, el 15 de noviembre de 2005 se llevó a una reunión con la directiva del sindicato de “El Lagarto” y miembros del Servicio Nacional de Pesca de Antofagasta.

El 19 de octubre de 2005, se realizó una reunión con los miembros del sindicato de Chanavaya, en la cual se explicó en detalle los objetivos del proyecto así como las actividades de terreno necesarias de realizar en su área de manejo. (Foto 2)

Pesca de Investigación

El 5 de octubre de 2005 se inició la tramitación de la Pesca de Investigación a fin de estudiar el crecimiento y reproducción del recurso loco en la I y II Región, elevando la correspondiente solicitud a la Subsecretaría de Pesca.

El 20 de diciembre de 2005 fue publicada la Resolución Exenta N° 4365 mediante la cual se autoriza al Instituto de Fomento Pesquero para realizar la pesca de investigación solicitada. (Ver Anexo 4)

Taller de difusión de resultados del proyecto

El 12 de enero de 2007 se llevó a cabo el Taller de Difusión de resultados del proyecto. Éste se llevó a cabo en la ciudad de Iquique y al cual fueron invitados representantes de diversas instituciones como Consejo Zonal de Pesca, FIP, Sernapesca I y II regiones, subsecretaría de pesca, gobernación marítima Iquique, Universidades, Sindicatos de Buzos Mariscadores de la I y II regiones y Federaciones de Pescadores Artesanales de la I y II regiones y al cual concurren 28 personas.



En este taller los profesionales involucrados en el proyecto expusieron los resultados preliminares obtenidos para cada uno de los objetivos específicos del proyecto (Foto 3).

Las siguientes exposiciones fueron realizadas en el taller (Anexo 5):

“Introducción general” Expositor: Enrique Lara

“Estimaciones de crecimiento del recurso loco” Expositor: Jorge González

“Parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II regiones” Expositor: Eduardo Díaz

“Estimaciones de Talla y Mortalidad crítica” Expositor: Gabriel Jerez

“Caracterización de la actividad pesquera y mercado” Expositor Víctor Baros

Posteriormente, se procedió a realizar rondas de preguntas y la discusión de los resultados encontrados, de la cual se extrajeron las conclusiones del trabajo realizado.



6. METODOLOGÍA

6.1 Plan general de Muestreo

6.1.1 Área y período de estudio

De acuerdo a lo establecido en la Oferta Técnica, las áreas y período de estudio fueron los siguientes:

El estudio se desarrolló en Áreas de Manejo y zonas de libre acceso situadas en la I y II Regiones, las que fueron seleccionadas utilizando criterios como la abundancia del recurso, grado de organización de los sindicatos a cargo de las áreas de manejo, localización, accesibilidad y objetivos específicos contemplados en el proyecto.

Estas localidades corresponden a Pisagua, Chanavaya, San Marco y Chipana para la I región y Punta Arenas, El Lagarto, Coloso y Constitución para la II Región. La Tabla 1 muestra las localidades de muestreos para cada objetivo específico y sus respectivos parámetros o métodos de estimación.

Las Figuras 6 y 7 muestran la ubicación de las localidades seleccionadas. Los sitios de muestreo destructivo de las localidades seleccionadas para la I y II Región, corresponden los sectores de libre acceso al norte de Pisagua (sector 1) y al sur de Pisagua (sector 2) situados en la I Región y al sector de libre acceso denominado Urcu (sector 1) en la II Región. La Tabla 2 muestra las coordenadas de los sectores de libre acceso seleccionados para los muestreos y que fueron solicitadas en la Pesca de Investigación a la Subsecretaría de Pesca.

El estudio está basado en la extracción de muestras por un periodo de 12 meses, que se extendió entre enero y diciembre de 2006.



6.1.2 Equipos y materiales

Las muestras fueron obtenidas a través de buceo semi-autónomo, en embarcaciones de pescadores artesanales equipados con compresor de buceo y motor fuera de borda. Se trabajó con un buzo mariscador con conocimiento del sector y experiencia en el procedimiento de toma de muestras y con la colaboración de los pescadores de cada sitio de estudio (Foto 4).

6.1.3. Diseño de muestreo

Toma de muestras

La estimación de parámetros para describir los procesos de crecimiento, ciclo reproductivo y mortalidad natural requieren de datos provenientes de muestreos de campo. Estos muestreos provienen de dos tipos: i) muestreos con reposición (donde los ejemplares de loco son extraídos del mar y, luego de ser medidos, son devueltos, sometidos al menor stress posible. Este tipo de muestreo ha sido utilizado en estudios de estructura de talla poblacional y los procedimientos de marcaje y recaptura los cuales permiten estimar crecimiento y en el estudio de agregaciones reproductivas. ii) Muestreos destructivos, los cuales requieren de ejemplares que han sido sacrificados para obtener datos asociados al ciclo reproductivo y al proceso de crecimiento (lectura de anillos).

La toma de muestras destructivas se realizó en las áreas de libre acceso fuera de las Áreas de Manejo, para evitar los sesgos que pudieran producirse por el efecto del posible traslado o cosechas de locos que pudieran hacer los pescadores en sus propias áreas. Para ello se desarrollaron campañas mensuales de muestreo tomando como base la extracción de ejemplares de loco orientados a conocer la estructura de talla poblacional. El buzo extrajo 300 ejemplares al azar revisando minuciosamente cada superficie y/o grieta, de modo de incluir en el muestreo a los individuos más pequeños. Los organismos pertenecientes a los



rangos de tallas con mayor representatividad son devueltos al mar, previo registro en planillas de sus longitudes peristomales orientados al estudio de crecimiento por desplazamiento de modas. Luego, el buzo realiza búsquedas dirigidas de ejemplares faltantes a fin de completar los rangos de tallas que permitan completar el muestreo orientado a los análisis de lectura de anillos y biológico reproductivo del loco.

Los ejemplares recolectados son inmediatamente trasladados vía terrestre, en recipientes de 60 litros con agua de mar, al laboratorio de reproducción de IFOP Iquique para la obtención de datos biológico (tallas y pesos) y datos asociados a parámetros reproductivos (Foto 5).

De acuerdo a lo comprometido en la propuesta técnica, los muestreos para estimar los parámetros de crecimiento del recurso loco, tendrían una periodicidad mensual en cada localidad en estudio. Los muestreos realizados presentan discontinuidades en el tiempo, cuyas causas están relacionadas con el hábitat de *Concholepas concholepas* (principalmente superficies rocosas, con pendientes muy pronunciadas o verticales), el cual al estar asociado a la exposición de oleajes no permitieron acceder durante algunos meses en que se registraron malas condiciones del mar. Estas condiciones se manifestaron generalmente como una fuerte inestabilidad post frontal con marejada y rompiente en sectores costeros, asociado además a una alta turbiedad del agua, impidiendo la realización de actividades de buceo en las zonas de muestreo. Esta situación general estuvo presente durante varios días inmediatamente anteriores y posteriores a los cierres de Puerto decretadas por la autoridad marítima de la I y II Región. (Ver Anexo 6)

Algunos casos puntuales se registraron en el área de manejo el Lagarto durante el mes de marzo, donde casi la totalidad de los pescadores se trasladó a la localidad de Tal-Tal, a trabajar en la extracción del recurso pulpo, lo que llevó a que se presentaran dificultades adicionales para la realización de las actividades comprometidas en esta AMERB.

En la tabla 3 se muestra en detalle las fechas en que se realizaron los muestreos del recurso loco en las diferentes localidades contemplados en el proyecto.

Los muestreos realizados permitieron efectuar el registro de información para satisfacer los siguientes objetivos específicos:



6.2 Objetivo 1. Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II regiones

6.2.1 Dise1o de muestreo

Muestreo de Tallas Poblacionales y Seguimiento Modal

- Determinaci3n tama1o de muestra para la estimaci3n de las estructuras de tallas.

Se puede recurrir a dos v1as importantes para determinar el tama1o de muestra de una estructura de tallas poblacional. Uno basado en procedimientos anal1ticos como el propuesto por Bromaghin (1993) y un segundo basado en procedimientos de simulaci3n como el usado por Young *et al.* (2002).

El primer procedimiento basado en lo mencionado permite la determinaci3n de un tama1o de muestra n , tal que un conjunto de $K(K>2)$ intervalos de confianza simult1neos, contenga los k par1metros de la distribuci3n multinomial con probabilidad $1-\alpha$, que se obtiene mediante la expresi3n

$$n = \min(n) \ni \left[P_r \left(\bigcap_{i=1}^k (p_k^- \leq P_k \leq p_k^+) \right) = 1 - \alpha \right]$$
$$n \in \mathfrak{R}^+$$

Donde $p_k^-; p_k^+$ son los l1mites superior e inferior del intervalo de confianza para el k -1simo par1metro P_k y \mathfrak{R}^+ denota el conjunto de n1meros reales positivos



La solución dada por Bromaghin (1993), para tamaños de muestra ante diferentes combinaciones de error $d \leq |\hat{P}_k - P_k| = .050; 0.075; 0.100$, un nivel de significación $\alpha = 0.05$ y número de clases de talla $k = 2, 3, \dots, 15, \dots, 24$ se muestra en el Tabla 4.

La distribución de tamaños de muestra crece en relación al incremento de clases de talla que se defina, no obstante, este crecimiento del tamaño de muestra tiende a una asíntota para un número de clases $K \geq 24$.

Para los efectos de este estudio, considerando una estructura de tallas con 9 clases, medidas al centímetro, un nivel de significación $\alpha = 0.05$ y un error $d \leq |\hat{P}_k - P_k| = 0.1$, el tamaño de muestra está en torno a los 200 ejemplares.

Los muestreos han sido efectuado por personal técnico con experiencia y la colaboración de los pescadores y buzos mariscadores en un sector de la I Región, y uno de la II Región; Punta Arenas.

Los muestreos han considerado un n muestral cercano a 300 ejemplares por evento y localidad, y estos fueron realizados en las coordenadas indicadas en la en tabla 5.

Esta información, junto con dar cuenta de la estructura de tallas del área de estudio, fue utilizada para parametrizar el crecimiento observando el desplazamiento de la moda de la estructura de talla poblacional y, una fracción de este muestreo ha sido destructivo, destinado al muestreo de lectura de anillos y reproductivo, tomando una muestra de ejemplares dentro de cada clase de tallas observada en todos los muestreos de talla realizados.



6.2.2. Estimaci3n de par3metros de crecimiento

El proceso de crecimiento constituye un aspecto central en el estudio de la din3mica de poblaciones naturales y parte relevante en la evaluaci3n de stock de recursos pesqueros y su administraci3n. Este proceso puede ser visto desde la perspectiva del conjunto de individuos de la poblaci3n (crecimiento poblacional) o de un individuo en particular (crecimiento individual). Este 3ltimo tipo ha sido ampliamente estudiado en moluscos bivalvos, mediante algunos m3todos. Defeo *et al.*, 1988 resume, exhaustivamente, diferentes tipos de m3todos para estimar el crecimiento individual y proporciona un conjunto de consideraciones metodol3gicas que, en definitiva, se3alan la necesidad de aplicar m3s de un m3todo, simult3neamente, para obtener par3metros veros3miles de este proceso. Particularmente, en el recurso loco se han efectuado estudios de crecimiento mediante an3lisis de movimiento modal en la estructura de talla poblacional (Castilla & Jerez, 1986; Jerez *et al.*, 1993; Gonz3lez *et al.*, 1997).

IFOP, por su parte, ha realizado investigaciones en crecimiento de almejas en la X Regi3n durante la d3cada del 80 y 90, utilizando el m3todo de lectura de anillos, marcaje en terreno (Bustos *et al.*, 1981; Reyes *et al.*, 1993; 1994 y 1995; Jerez *et al.*, 1999) y ajuste de curvas polimodales (Jerez, 1991). Este 3ltimo m3todo tambi3n ha sido utilizado en estimaciones de edad del recurso macha para los bancos de Pe3uelas, IV Regi3n (Ariz *et al.*, 1994).

Para estimar el crecimiento *C. concholepas* se emplean cuatro m3todos: dos de tipo directo: i) marcaje-recaptura, ii) lectura de anillos y dos de tipo indirecto: iii) separaci3n de modas y iv) progresi3n modal.



6.2.2.1 Método marcaje recaptura para determinar el crecimiento estacional y anual por rangos de tamaño del loco.

La determinación del proceso de crecimiento estacional y anual del loco, se realizó un banco en cada región, localizado dentro de un área de manejo, con el acuerdo de las respectivas organizaciones de pescadores.

En cada uno de estos sectores se contó con el apoyo de las organizaciones de pescadores locales para evitar la extracción de los ejemplares marcados. El programa de marcaje se efectuó con reposición en terreno durante tres eventos en cada región, procurando capturar información asociadas a la estaciones del año. (Tabla 3)

a) Programa de Marcaje y Recaptura

El programa de marcaje se inició en Chanavaya el 1 febrero de 2006, y en El Lagarto 14 de marzo de 2006 y se dio término en diciembre de 2006, en cada uno de los lugares seleccionados, los cuales constituyen zonas de bancos naturales.

Todas las actividades se realizan en terreno, cuidando de alterar lo menos posible las condiciones de los organismos utilizados para el estudio. Lo anterior se debe a que es sabido que los organismos sometidos a experiencias en ambiente controlado sufren inicialmente un estrés, que se refleja en su crecimiento. Además, el crecimiento en organismos sometidos a este tipo de ambiente, es mayor que en aquellos obtenidos de ambiente natural (Trautmann, 1979), lo cual puede conducir a no obtener resultados representativos para determinar las tasas de crecimiento real. Es así que durante la etapa de marcaje, los ejemplares fueron mantenidos en bandejas plásticas con agua de mar y se realizaron recambios continuos de agua evitando desecación y/o aumentos de la temperatura a niveles estresantes para los organismos. (Foto 6)



El proceso de crecimiento se verificó mediante el registro de la longitud peristomal para cada ejemplar de un grupo de talla modal definido. Cada ejemplar fue medido con pie de metro de precisión 0,1 mm y marcado mediante una clave de números inscritos sobre la masilla epóxica, la que ha sido previamente adherida a la concha. (Foto 7). En total se marcaron 4.080 ejemplares en el sector de Chanavaya y 3.788 en El Lagarto. En la tabla 6 se muestra el número de ejemplares marcados en los distintos eventos en cada región.

Una vez marcados los diferentes ejemplares se procedió a trasladarlos e instalarlos dentro de la zona de extracción, delimitada del banco en el hábitat propio de la especie.(Foto 8) Cada zona fue posicionada mediante un GPS. La búsqueda de organismos marcados (recaptura) se llevó a cabo al tercer mes después de efectuado cada marcaje. En cada oportunidad la búsqueda se efectuó por buceo y por un esfuerzo de muestreo de 4 horas-buzo para lo cual tuvo considerado la operación de un buzo.

Los ejemplares fueron medidos individualmente, fueron controlados de manera estacional cada 3 meses, con el fin de obtener al menos cuatro periodos de incremento por rango de talla. Las mediciones de talla se efectuaron fuera del agua, en el tiempo más corto posible, retornando a los ejemplares a los lugares originales del banco en estudio. Durante este lapso, se verificó la marca y el estado del ejemplar (conchas deterioradas o ejemplar muerto).

b) Supuestos del programa de marcaje y recaptura

El programa de marcaje y recaptura se basa en los siguientes supuestos:

- La unidad experimental de marcaje representa un hábitat natural para los ejemplares en estudio.
- Durante el período de estudio, las pérdidas por causas de la pesca son irrelevantes, dado que se cuenta con la protección y apoyo de las organizaciones de pescadores de las zonas de experimentación.



- La marca aplicada a cada ejemplar no aumenta la mortalidad natural de las especies en estudio.
- La manipulaci3n de los ejemplares, al momento de medirlos, no influye en el proceso de crecimiento de los mismos.

c) Estimaci3n de par3metros de crecimiento

A partir de los registros de talla de los muestreos estacionales se estim3 una tasa absoluta de crecimiento (r_{eij}) en mm/dia por talla (l), cuya expresi3n individual esta dada por:

$$r_{eij} = \frac{L_{ij} - L_{j-1}}{t_j - t_{j-1}}$$

donde:

- i = ejemplar medido, $i=1,2,\dots,n$.
- j = talla final L_j , $j = 1,2,\dots,8$
- $j-1$ = talla referencial inicial
- L_{ij} = talla final del ejemplar "i" en el instante t_j
- t_{j-1} = fecha correspondiente al primer registro de longitud del grupo de talla $j-1$
- t_j = fecha correspondiente al segundo registro de longitud del grupo de talla j

Los datos obtenidos del estudio de marcaje permitieron, estimar los par3metros de crecimiento (L_∞ y k) de la funci3n de von Bertalanffy mediante procedimientos de ajuste no lineales de acuerdo a (Gulland y Holt, 1959). El procedimiento consiste en graficar los valores



de tasa de crecimiento, expresada en mm/día versus la talla media del individuo ((talla inicial + talla final)/2). Luego se estima la regresión, correspondiendo la pendiente $-b = K$ y el intercepto (a) dividido por la pendiente ($-a/b = L_{\infty}$; equivale al punto en que la curva cruza el eje x , siendo $y = 0$) a L_{∞} de la funci3n de crecimiento de von Bertalanffy (VB) (Gulland and Holt, 1959; Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997).

6.2.2.2 Lectura de Anillos

La determinaci3n de la edad tambi3n fue abordada a trav3s de lectura de anillos, basándose en el hecho de que en su medio natural el loco acumula en su concha una gran cantidad de epibiontes y material orgánico, que luego de limpiarlas, deja expuesto un patr3n de anillos de crecimiento susceptibles de ser analizados. Esta metodología ha sido utilizada con éxito en loco (Bustos *et al.*, 1986), especies de almejas (Bustos *et al.*, 1981; Zegers y Peña, 1983; Reyes *et al.*, 1994) y otros moluscos (Reyes *et al.*, 1995), por lo que su utilizaci3n es completamente válida.

Las conchas de loco fueron sometidas a una limpieza mecánica mediante una herramienta apropiada para remover los epibiontes, principalmente picorocos y luego fueron expuestas a baños de hipoclorito de sodio por 24 horas (50% de agua y 50% de cloro líquido comercial con una concentraci3n de 50 g por litro de cloro activo). Este baño permiti3 reblandecer las incrustaciones de picorocos sin que las conchas de loco se vieran afectadas, debiéndose luego practicar una nueva limpieza mecánica mediante un chasc3n de acero. Este proceso permite dejar las conchas suficientemente limpias para visualizar los anillos de crecimiento. (Fotos 9, 10 y 11)

a) Validaci3n de la periodicidad de la formaci3n de anillos de crecimiento.



El estudio de la concha mostró anillos de crecimiento en la cara externa de la concha. El anillo de crecimiento, es una marca producida por cambios en la tasa de crecimiento que se observa como cambios de patrones de depositación de carbonato de calcio en todo el contorno de la concha (Pacheco, com. pers.). Las mediciones realizadas a cada ejemplar fueron longitud total (Foto 12), longitud umbo-borde (Foto 13) y longitud umbo- anillo (Foto 14) mediante pie de metro. En el caso de este estudio cada anillo es considerado como un año de vida y para confirmar o validar el supuesto de que estos son anuales se realizaron los siguientes análisis:

Análisis del tipo de borde.

Este método se basa en la distinción de zonas de crecimiento rápido y lento, presentes en la periferia de la concha. El análisis se realizó mes a mes, lo que permitió, al cabo de un año, tener la posibilidad de saber si existen períodos del año en que se refleja una marcada tendencia a un tipo especial de anillo, permitiendo así la corroboración de la frecuencia con que se presentan en un ciclo anual. Esta metodología ha sido utilizada con éxito en especies de almejas por Reyes et. al (1994).

Análisis de incremento marginal.

Este método es una medida relativa del incremento marginal del anillo con respecto a la zona de crecimiento anterior del mismo. Se calculó en base a medidas referidas al largo umbo-borde menos la longitud del último anillo en razón a la diferencia entre la longitud del último anillo menos la longitud del penúltimo anillo, lo que queda expresado como:

$$IMg= (R - R_n) / (R_n - R_{n-1})$$

donde:



- R = Longitud total
R_n = Longitud del último anillo
R_{n-1} = Longitud del penúltimo anillo

Con el objeto de validar la época y periodicidad de formación de las marcas o anillos empleados para la asignación de la edad en la zona norte, se realizará un análisis del borde a muestras recopiladas mensualmente durante un período de un año.

El muestreo poblacional descrito anteriormente, permitió contar con los ejemplares, para efectuar la lectura de anillos sobre la concha de locos previamente tratados. El número de ejemplares sobre los cuales se realizó la lectura de anillos, se muestra en Tabla 7.

Los ejemplares muestreados para lectura de anillos, tienen la misma periodicidad y ubicación espacial del muestreo de tallas poblacionales. Muestreo que es de tipo destructivo.

El muestreo para validación del anillo, mediante la técnica de incremento marginal, se efectuó en los dos sectores de estudios, al igual que la lectura de anillos para estimar crecimiento.

La lectura de anillos requiere efectuar una prueba de concordancia entre las lecturas de dos o más lectores independientes, con el fin de tener una mayor certeza en la lectura del anillo. Para ello se contó con dos lectores (denominados K y C), los cuales permiten dar cuenta de la confiabilidad de la lectura de un número similar de anillos para un mismo ejemplar.



b) Evaluación de concordancia

Con el objeto de evaluar la precisión en la estimación de la edad en moluscos bivalvos se han desarrollado diferentes métodos, los cuales se han basado en el grado de concordancia en las lecturas de anillos sobre las valvas, ya sea mediante:

- lecturas realizadas por un mismo lector en diferentes tiempos,
- entre lectores o
- entre lecturas de edad sobre muestras preparadas por diferentes técnicas.

De estas tres alternativas metodológicas, normalmente, se ha utilizado la técnica consistente en el registro de lecturas efectuadas por un mismo lector en diferentes tiempos. En este proyecto se ha visto la conveniencia de utilizar, además, la técnica de registro de lectura efectuada por dos personas (lectores K y C).

Para efectos de evaluar cuantitativamente la concordancia en la identificación de anillos, utilizando las técnicas de lectura mencionadas arriba, se aplicó el índice de comparar el porcentaje de determinaciones de edad que concuerdan ya sea total o parcialmente, aceptando una variabilidad dada en la submuestra que está en estudio. Dado los altos porcentajes de concordancia entre ambas lectoras se pudo evaluar;

- Si un lector entrega sistemáticamente edades más viejas que otras,
- Comprobar hacia que edades se acentúan las diferencias y por último,
- Probar si el número de ejemplares asignado a la edad i por el método 1 y a la edad j por el método 2 difiere, significativamente, del número de ejemplares asignados a la edad j por el método 1 y la edad i por el método 2.



Debido que la coincidencia entre lectoras fue alta (superior al 80%) no fue necesario utilizar 3ndices alternativos de concordancia.

6.2.2.3 Desplazamiento de Modas – An3lisis de progresi3n modal

El estudio de seguimiento de las modas de la estructura de talla poblacional se efectu3 con la metodolog3a propuesta por Gayanilo *et al*, 1996 con aplicaci3n del programa FISAT - ELEFAN I, el cual supone que a partir del an3lisis de frecuencias de talla poblacional que conforman distribuciones multimodales, compuestas por subdistribuciones normales, que son linealizadas por transformaci3n logar3tmica y restadas entre valores sucesivos. As3, si N es el n3mero de individuos de una muestra de frecuencias de tallas al grupo de talla:

$$[x-dL/2, x+dL/2]$$

donde dL es la amplitud del intervalo, x es el punto medio de 3ste (o marca de clase) y x+d/2 es el l3mite superior del intervalo.

Si un cierto rango de tallas de la muestra contiene s3lo una cohorte, esa parte de la muestra de frecuencias deber3a formar una distribuci3n normal. En este caso, la relaci3n lineal

$$\Delta \ln N = a + b * (x + dL / 2)$$

se mantendr3a entre la diferencia de los logaritmos del n3mero en una categor3a de tallas espec3fico y el logaritmo del n3mero de la categor3a anterior o

$$\Delta \ln N = \ln N(x + dL / 2, x + 3dL / 2) - \ln N(x - dL / 2, x + dL / 2)$$

como variable dependiente, y el l3mite superior del grupo de tallas m3s peque3o:

$$x+dL/2$$



como la variable independiente.

La desviaci3n estandar de la distribuci3n normal (*std*) y la media (\bar{x}) se obtienen mediante:

$$std = \sqrt{-dL/b} \text{ y } \bar{x} = -a/b$$

El nmero de ejemplares sobre los cuales se realiz3 el an3lisis, se muestra en Tabla 8.

6.2.2.4. Descomposici3n modal – M3todo MIX.

Se aplic3 el criterio de an3lisis de distribuci3n de frecuencia de tallas desarrollado por Mac Donald & Pitcher (1979). De esta manera se determina el nmero de clases de edad, participaci3n de cada una de ellas, las tallas medias y sus varianzas. El ajuste del modelo de von Bertalanffy se obtienen a partir de un an3lisis de mezclas distribucionales restringido para que las tallas medias pasen por una curva de crecimiento asint3tica (Mac Donald & Pitcher, 1979). Este m3todo consiste en utilizar datos estructurados por talla y reconocer componentes normales dentro de la distribuci3n de tallas muestreada. El total de clases anuales que componen la estructura de tallas es entonces una mezcla de curvas normales, y el problema es encontrar los par3metros que mejor satisfacen la evidencia muestral acerca de la mezcla distribucional. Los par3metros que intervienen en esta mezcla son las medias y varianzas de las curvas normales y las proporciones de participaci3n de cada curva normal, de acuerdo con la ecuaci3n general:

$$g(x) = \pi_1 f_1(x_1, \mu_1, \sigma_1) \div \dots \div \pi_k f_k(x_k, \mu_k, \sigma_k)$$



donde existen k curvas normales en la mezcla distribucional, x es la proporción de participación en la mezcla, y μ y σ son la media y la desviación estándar de cada curva normal respectivamente.

Uno de los procedimientos más ampliamente utilizados en descomponer la estructura de tallas en clases anuales es el método basado en el principio de máxima verosimilitud de Mac Donald & Pitcher (1979), conocido como MIX (Mac Donald & Green, 1988). En este procedimiento la función de máxima verosimilitud a maximizar es:

$$\log L(\theta | \hat{P}) = n \sum_{j=1}^m \hat{p}_j \log p_j(\theta)$$

donde L es la función de máxima verosimilitud, θ es el vector de parámetros proporción, media y desviación estándar de las clases anuales, n el número de individuos en la muestra, \hat{p} es el vector de frecuencias relativas observadas de cada clase de talla j y p es la frecuencia relativa esperada (Mac Donald & Pitcher, 1979). El método requiere una estimación a priori del número de clases anuales que intervienen en la mezcla distribucional, lo que puede hacerse mediante inspección del histograma. El tamaño medio y la desviación estándar de las clases modales, fueron utilizados para estimar los parámetros del modelo de von Bertalanffy.

Estimación de parámetros de crecimiento

El análisis de los procedimientos anteriores entregó información de la edad del ejemplar y la longitud del individuo a esa edad, lo que permitió la estimación de los parámetros de crecimiento, a través de la edad actual de los individuos analizados.

La estimación de los parámetros de crecimiento en longitud, se basó en el modelo general de crecimiento de von Bertalanffy (Beverton & Holt, 1957), el cual ha demostrado representar en



forma adecuada el crecimiento de esta especie (Bustos *et al*, 1986; Stotz, 2000). La expresi3n correspondiente a este modelo est1 dada por:

$$L_{it} = L_{\infty} \left[1 - e^{-k \cdot (t-t_0)} \right] + \varepsilon_i$$

donde:

L_i = Longitud del ejemplar

L_{∞} = Longitud asint3tica, que corresponde a la longitud total promedio que alcanzarían los ejemplares si creciera indefinidamente.

K = Coeficiente de crecimiento (edad^{-1}).

t_0 = Edad hipot3tica del ejemplar (años), cuando su longitud es cero.

ε_i = Error aleatorio

De modo alternativo, se ajust3 otro modelo que corresponde al modelo de Gompertz

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

Ambos modelos se ajustaron a los datos, usando la funci3n de ajuste no lineales por medio del algoritmo del algoritmo de Gauss-Newton para estimar los par1metros.

El proceso de ajuste es iterativo, por lo tanto, se consider3 como punto de referencia los par1metros de crecimiento estimados para esta especie por Stotz (2000). El algoritmo entrega en cada iteraci3n los par1metros de crecimiento y la suma de cuadrados residuales.

El procedimiento de minimizaci3n de cuadrados est1 dado por:

$$SSD = \left[L_t - L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \right]^2$$



y el proceso iterativo se detiene cuando el cambio relativo en SSD entre iteraciones es menor o igual a un criterio de convergencia dado.

La estimaci3n de las varianzas de los parámetros se basará en la inversa de la matriz de covarianza de la suma de los productos de la derivadas parciales de los parámetros ($V(\hat{B}) = \sigma^2 \text{Diag} \left[\sum^{-1} \right]$).

Para seleccionar cual de los dos modelos representa mejor el crecimiento de esta especie, se calculó el criterio de informaci3n de Akaike (AIC) (Hilborn & Mangel, 1997; Burnham & Anderson, 1998) , que permite comparar el ajuste de una serie de modelos relacionados tomando en consideraci3n el número de parámetros empleados. El AIC se obtiene como:

$$AIC = n \log(\hat{\sigma}^2) + 2K$$

donde $\hat{\sigma}^2 = RSS/n$; K es el número de parámetros estimados más 1 (por σ^2) y n , es el número de observaciones.

El modelo con el menor valor de AIC es el que mejor se ajusta a los datos de crecimiento del loco.

6.3 Objetivo 2. Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio.

El desarrollo de este objetivo contempla la caracterizaci3n del proceso de agrupamiento reproductivo mediante la estimaci3n de la dispersi3n, la determinaci3n del ciclo reproductivo, identificando la madurez gonádica, época y duraci3n del desove; y la determinaci3n de la talla de primera madurez sexual a nivel poblacional e individual. Para este efecto se considera un análisis cuantitativo, a través de la variaci3n del índice gonadosomático, y un análisis cualitativo, mediante el examen histológico de las gónadas.



6.3.1. Caracterizar el proceso de agrupamiento reproductivo del recurso loco

El grado de agregaci3n del loco puede ser caracterizado adecuadamente por medio del Índice de Morisita estandarizado (I_p) (Smith-Gill 1975, adaptado por Krebs 1999).

A trav3s del c3lculo del Índice de Dispersi3n de Morisita (I_d), el Índice de Uniformidad (M_u) y el Índice de Agregaci3n (M_c), con la estimaci3n de sus valores, se obtiene una f3rmula espec3fica de c3lculo del Índice de Morisita estandarizado, que varia de -1,0 a +1,0, con un limite de confianza de 95% a +0,5 a -0,5. As3 tenemos que:

Si $I_p = 0$, caracteriza al modelo aleatorio

Si $I_p > 0$, caracteriza al modelo agregado

Si $I_p < 0$, caracteriza al modelo uniforme

En primer lugar calcularemos el Índice de Dispersi3n de Morisita (I_d)

$$I_d = \frac{n(\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n})}{(\sum X_i)^2 - \sum X_i}$$

Donde:

n = N3mero de cuadrantes

$\sum X_i$ = Suma de locos por cuadrante

$\sum X_i^2$ = Suma de cuadrados de locos por cuadrante

Posteriormente, estimando el Índice de Uniformidad (M_u)



$$M_u = \frac{X^2_{0,975} - n + \sum X_i}{\sum X_i - 1}$$

Donde:

$X^2_{0,975}$ = valor del Chi-cuadrado tabulo con (n-1) grados de libertad que re3nen al 97,5% del 3rea por la derecha.

Finalmente, obtenemos el 3ndice de Agregaci3n (M_c)

$$M_c = \frac{X^2_{0,025} - n + \sum X_i}{\sum X_i - 1}$$

Donde:

$X^2_{0,025}$ = valor de Chi-cuadrado tabulado con (n-1) grados de libertad que re3nen al 2,5% del 3rea por la derecha.

Por ejemplo, cuando ocurre que $I_d > M_c > 1,0$ la formula indicada para el c3lculo del 3ndice de Morisita estandarizado es:

$$I_p = 0,5 + 0,5 \left[\frac{(I_d - M_c)}{(n - M_c)} \right]$$

Junto con la informaci3n de agregaci3n de locos por cuadrantes se registr3 datos sobre presencia de agregaciones de individuos y posturas de c3psulas versus la profundidad. Asimismo se registr3 la presencia de macrofauna acompa3ante de herb3voros y carn3voros en los mismos cuadrantes de muestreo.



6.3.2. Ciclo reproductivo y talla de primera madurez

6.3.2.1. Ciclo reproductivo

Tratamiento de la muestra

Los ejemplares recolectados mensualmente por punto de colecta (I y II Regiones), fueron trasladados hasta el laboratorio, y a cada uno de ellos se les registró su longitud peristomal (0,05 mm) y los pesos: total, partes blandas, pie y del complejo gónada-glándula digestiva (CGGD) (considerado como peso gonadal), con una precisión 0,01 g. Una vez desconchados se les reconoció su sexo, ubicando en los machos un pene situado en la base del tentáculo derecho y en las hembras, un poro genital en el mismo lugar e identificando la glándula de la cápsula y digestiva (Foto 15). Posteriormente, los sexos fueron corroborados en base a las características citomorfológicas del tejido gonádico

Una vez separado y pesado el complejo (CGGD), éstos fueron inmediatamente fijados en formalina al 10% para un posterior análisis histomorfológico cualitativo del ciclo reproductivo. Luego se lavaron y se deshidrataron mediante una batería de alcoholes de graduación creciente, se aclararon en xilol para ser impregnados e incluidos en Paraplast de 56-58° C de punto de fusión. Posteriormente se obtuvieron secciones de 5-8 μm con un micrótopo rotatorio, los que fueron montados en portaobjetos albuminizados, desparafinados en xilol, hidratados en etanol a concentraciones decrecientes hasta el agua destilada y teñidos con hematoxilina-eosina. Finalmente, las preparaciones fueron deshidratadas en etanol y aclaradas en xilol para su montaje definitivo con la resina sintética Entellan (Foto 16).



Determinación cuantitativa del índice gonadosomático (IGS)

En la determinación del ciclo reproductivo de adultos rutinariamente se ha utilizado el IGS determinado por las relaciones de peso o gravimétricas en especies en que la gónada es un órgano conspicuo o forma un complejo con la glándula digestiva, aún discernible en individuos inmaduros (*Chlamys (Argopecten) purpurata*, Guerra & Brown, 1980; Brown & Guerra, 1982; *Haliotis rufescens*, Brown, 1981; *Concholepas concholepas*, Brown *et al.*, 1997b; *Fissurella latimarginata*, *F. cumingi*, Brown *et al.*, 1997a). Cañas y Schuffeneger (1988) prueban tres modalidades de índices gonadosomáticos en *Concholepas concholepas*, indicando que, si bien no son por si solos índices corporales confiables, el IGS que no considera el peso del pie, es el que mejor tendencia da del estado de madurez del recurso loco, a lo largo de un año.

No obstante, con la experiencia adquirida durante el presente del estudio se estimó conveniente considerar aquel índice que incorpora el peso del pie, debido a la dificultad que se presentó en los ejemplares pequeños (menores a 5 cm) el separar los diferentes componentes estructurales. De esta manera se evitó la probable pérdida en el peso de las partes blandas y el obtener en estos ejemplares valores muy altos de IGS que no necesariamente se relacionaban con un desarrollo gonadal.

El cálculo del índice permitió obtener una aproximación de los sucesos fisiológicos que ocurren en la gónada, asociado al grado de madurez, como un indicador preliminar de la condición reproductiva, con sus fluctuaciones mensuales, en los ejemplares de ambas localidades. El índice gonadosomático se calculó de acuerdo a la siguiente expresión (Cañas y Schuffeneger, 1988):

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Peso húmedo CGGD}}{(\text{Partes blandas totales} - \text{Peso Pie})} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} IGS_i$$

donde,

CGGD = complejo gónada-glándula digestiva.



Calculado el IGS promedio, se estableció su varianza y desviación estándar a través del siguiente estimador:

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Los resultados se expresan en tablas y gráficos respectivos, como el promedio mensual de los IGS totales (machos y hembras).

Determinación cualitativa macroscópico de la gónada

Cada gónada en ambos sexos fue examinada macroscópicamente de tal manera de evaluar el grado de madurez, considerando los cambios de color y grosor, estando el grosor referido al conjunto que forma la gónada con la glándula digestiva (CGGD). Las gónadas fueron clasificadas de acuerdo los criterios descritos por Ramorino (1979) (ver tablas 9 a y b y foto 17)

Análisis cualitativo histomorfológico gonadal

Para obtener una información precisa y detallada de las distintas transformaciones morfológicas que acontecen durante el ciclo de maduración, la gónada de cada animal de cada muestreo mensual fue analizada histomorfológicamente para caracterizar su actividad gametogénica, de acuerdo al grado de evolución morfológica de la línea germinal, siendo clasificada cualitativamente en estadios histológicos



Para este efecto se consider3 como apoyo la escala de madurez gonadal de Avil3s y Lozada (1975) indicada originalmente en la propuesta, y que distingue cinco estado de madurez, tanto para machos como para hembras (Tabla 10). Sin embargo, en este estudio, en base a las observaciones y para una adecuada interpretaci3n del estado de avance de la madurez folicular en hembras, fue estimado conveniente modificar esta escala en el estadio III "En Madurez". De esta manera, el estadio III queda como "En Madurez Inicial (III) y se agrega a esta etapa una fase tardía, que se denomin3 como "En Madurez Avanzada" (IV), y donde el estadio "En Madurez M3xima" qued3 referido principalmente a la existencia mayoritaria de ovocitos maduros libres en los folículos, utiliz3ndose para ello los criterios descritos por Huaquín (1979) (Tabla 11). As3, la escala utilizada en hembras para la asignaci3n de estadios de madurez microsc3picos queda compuesta de seis estadios.

En la diferenciaci3n de estados se analiz3 la predominancia de los elementos celulares durante la gametog3nesis, tales como ovogonias, ovocitos previtelog3nicos y vitelog3nicos, considerando que en las g3nadas de *Concholepas concholepas* de un mismo ejemplar se ven folículos en diferentes estados de madurez, indicando que la maduraci3n no es un proceso uniforme, sino por zonas (Aviles y Lozada, 1975).

La frecuencia mensual de machos y hembras en los diferentes estados de madurez fueron graficados con el fin de conocer el ciclo de reproducci3n y la 3poca de madurez m3xima.

Periodos de evacuaci3n gam3tica

Para la determinaci3n de los per3odos de evacuaci3n gam3tica se utilizaron los resultados del an3lisis cualitativo y cuantitativo de ciclo reproductivo, considerando tal per3odo como: a) el lapso de tiempo entre la expresi3n de m3ximos porcentajes de individuos en madurez m3xima, sucedidos por porcentajes m3ximos de individuos en regresi3n y b) el momento en que ocurren las fluctuaciones entre el n3mero m3ximo de ovocitos vitelog3nicos libres,



seguidos de marcados decrementos, como signo claro de su evacuaci3n. Adem3s, indirectamente, a trav3s del an3lisis de los valores promedios mensuales del IGS.

La informaci3n a nivel histol3gico se consider3 como m3todo directo para la estimaci3n del per3odo de evacuaci3n gam3tica, ya que entreg3 mayor precisi3n al estudio de la biolog3a reproductiva, permitiendo conocer las variaciones del ciclo ov3rico y testicular, indicando los cambios estructurales de dichos 3rganos asociado a los diferentes tipos de ovocitos y fases de formaci3n del espermatozoide.

Mediante muestreos durante un a3o y a trav3s del an3lisis histol3gico, se determin3 la 3poca y el ciclo estacional de evacuaci3n del loco.

La tendencia de los valores promedios del IGS durante los 12 meses se consider3 como m3todo indirecto en la determinaci3n de la 3poca de evacuaci3n. El m3todo de IGS es r3pido, sencillo y pr3ctico.

6.3.2.2 Determinaci3n de la talla de primera madurez sexual

Se estim3 con la informaci3n reproductiva del ciclo anual en cada sector de estudio en el per3odo en que se observ3 que la gametog3nesis es activa y tendiendo a la madurez total de los ejemplares adultos. Se proces3 desde el rango de talla m3nimo encontrado, tratando de completar 30 ejemplares por cada rango de talla de 7 mm (Herrera y Alvial, 1983), hasta la talla m3xima muestreada para la poblaci3n en estudio.

De acuerdo con el grado de evoluci3n histomorfol3gica de la l3nea germinal, los machos y hembras en cada rango de talla ser3n clasificados cualitativamente en dos categor3as generales (Brown, 1995):



A. Lnea germinal incompleta (LGI)

B. Lnea germinal completa (LGC)

Los ejemplares con lnea germinal incompleta se clasificaron de la forma siguiente:

LGI 1. S3lo presencia de c3lulas germinales troncales o gonias.

LGI 2. Machos: presencia de espermatoцитos

Hembras: presencia de ovocitos previtelog3nicos

LGI 3. Machos: presencia de esperm3tidas tempranas.

Hembras: presencia de ovocitos vitelog3nicos adheridos y pedunculados.

Los resultados para cada rango de talla se expresaron en tablas y gr3ficos como:

a) frecuencia porcentual de ejemplares con LGI y LGC

b) frecuencia porcentual de ejemplares en cada condici3n de madurez sexual.

Este an3lisis gr3fico permiti3 visualizar la forma de la relaci3n entre talla y madurez de machos y hembras en cada estado, as3 como para la muestra total poblacional.

Determinaci3n de la funci3n de madurez

Se aplic3 un an3lisis de regresi3n No Lineal, para ajustar la funci3n log3stica:

$$P(l) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 l}}$$

donde, $P(l)$ es la proporci3n sexualmente madura a la talla l y β_0 y β_1 son par3metros de posici3n y pendiente respectivamente. Este modelo se considera apropiado para una



variable (madurez sexual) que se comporta dicot3micamente (individuos maduros e inmaduros) como funci3n de una variable continua (talla). Los errores de este modelo presentan una distribuci3n binomial (Hosmer & Lemeshow, 1989) (para detalles de la teor3a que respalda este enfoque y cr3tica de enfoques alternativos, ver Welch & Foucher, 1988; Roa, 1993), por lo que los par3metros se estimar3n a trav3s de un ajuste de m3xima verosimilitud binomial de acuerdo a la funci3n:

$$\ell(\beta_0, \beta_1) = -\sum_l [(h_l) \ln(P(l)) + (n_l - h_l) \ln(1 - P(l))]$$

donde, h es el n3mero de individuos maduros, n es el tama3o de muestra en l , $P(l)$ es la funci3n log3stica, y donde un t3rmino constante que no afecta la estimaci3n es omitido (Roa *et al.* 1999).



6.4 Objetivo 3. Estimar la mortalidad y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones.

La estimación de la mortalidad y la talla crítica requieren, básicamente de la estructura de talla, los parámetros de crecimiento y de los de la relación longitud-peso.

6.4.1 Información y parámetros de entrada para la estimación de mortalidad natural y talla crítica

a) Estructura de talla

La metodología correspondiente a los muestreos para la estructura de talla poblacional se encuentra descrita en el punto 6.2.1 del presente informe.

b) Parámetros de crecimiento

La descripción completa de la metodología empleada para la estimación de los parámetros de crecimiento se encuentra en el punto 6.2 del presente informe

c) Parámetros de longitud - peso

- Estimación de la relación talla - peso

Para la estimación de la relación talla - peso se procedió a la realización de un muestreo aleatorio estratificado por clases de talla, donde cada clase corresponde a un estrato.

La elección de tal diseño corresponde a la necesidad de contar con información del peso de los ejemplares examinados por cada clase de tallas para poder realizar la estimación de los parámetros de la relación:



$$w = al^b$$

donde

w : es el peso total

l : es el largo peristomal

Para tal efecto, previamente se cont3 con informaci3n suficiente que represente de manera adecuada la distribuci3n de longitud de la especie.

- Estimaci3n de los Par3metros “a” y “b” de la relaci3n talla - peso

Los par3metros “a” y “b” fueron estimados a trav3s del m3todo de m3nimos cuadrados previa linealizaci3n de la relaci3n talla - peso.

La estructura de estos estimadores es respectivamente

$$\hat{a} = \ln^{-1}[\hat{a}^*]$$

$$\hat{b} = \hat{b}^*$$

donde,

$$\hat{a}^* = \bar{y} - \hat{b}^* \bar{x}$$

$$\hat{b}^* = \frac{\sum_{i=1}^m [y_i - \bar{y}][x_i - \bar{x}]}{\sum_{i=1}^m [x_i - \bar{x}]^2}$$

i = Identifica al ejemplar examinado

i = 1,2,...,m

m =Tama3o de muestra



$y_i = \ln w_i$; $i = 1, 2, \dots, m$

$x_i = \ln l_i$; $i = 1, 2, \dots, m$

$w_i =$ peso del ejemplar 'i' de la muestra

$l_i =$ longitud del ejemplar 'i' de la muestra

$$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$$

- Estimaci3n de la relaci3n talla – peso y su varianza

La relaci3n talla - peso fue estimada por medio del estimador dado por:

$$\bar{w}_k = \hat{a}l_k$$

donde,

k : Indica la clase de talla

\bar{w}_k : Peso medio estimado de los ejemplares que pertenecen a la clase de talla k

La varianza del estimador \bar{w}_k fue estimada mediante la relaci3n:

$$\hat{V}[\bar{w}_k] = \frac{1}{m_k - 2} \sum_{j=1}^{m_k} [w_{jk} - \bar{w}_k]^2$$

donde

j : indica el ejemplar j -ésimo que ha sido pesado

k : indica la clase de talla

m_k : muestra de ejemplares de la clase de talla 'k'



- Determinaci3n del tama1o de muestra por clase de talla y total

El tama1o de muestra para estimar apropiadamente la relaci3n talla - peso se determin3 mediante el criterio de asignaci3n 3ptima en el muestreo estratificado.

$$n = \left(\sum_{k=1}^k W_k S_k \right)^2$$

donde

W_k : peso de la clase de talla k

dado por la relaci3n:

$$W_k = \frac{n_{k0}}{n_0}$$

n_0 : muestra piloto (o hist3rica)

n_{k0} : ejemplares de talla k en la muestra piloto

s_k^2 : varianza de los pesos de la talla k

$$S_k^2 = \hat{V}(\bar{w}_k)$$

V : varianza total

$$V = \sum_{k=1}^K \frac{W_k^2 S_k^2}{n_{k0}}$$

De acuerdo a lo anterior, y en base a los ejemplares muestreados en los primeros muestreos por sector se estableci3 un N muestreal de 120 ejemplares para estimar la relaci3n longitud - peso.

6.4.2. Mortalidad natural

La selecci3n de un m3todo de estimaci3n de la mortalidad depende de variados factores, entre los cuales aparecen como relevantes: el tipo de recurso, el estado de explotaci3n en que se encuentre y el tipo de informaci3n sobre su din3mica poblacional. De all3 que es



necesario revisar los métodos disponibles para efectuar una correcta selección, lo cual justifica analizar los diferentes tipos de métodos

En general, existen al menos cinco tipos genéricos de métodos para estimar la tasa instantánea de mortalidad natural "M", los cuales se resumen en los siguientes:

- 1) Métodos bioanalógicos
- 2) Métodos basados en la curva de captura y composición de tallas.
- 3) Métodos basados en la composición de edades de la captura
- 4) Experimentos de marcaje y recaptura
- 5) Métodos que requieren datos de captura y esfuerzo.

Los métodos 4 y 5 requieren de diferentes tipos de información. Aunque se reconoce la mayor robustez que presentan, a veces son poco recomendables atendiendo a la información base que se requiere para el cálculo de la tasa de mortalidad natural la cual resulta particularmente de alto costo en su obtención. Así, los métodos basados en marcaje y recaptura requieren abundante trabajo de campo y períodos de más de un año, para efectuar varios eventos de marcaje, con las dificultades inherentes asociadas a su recaptura. Los métodos del tipo 5 funcionan con una base de datos de captura y de esfuerzo (estandarizado) de varios años, las cuales la mayor de las veces es inexistente. Es deseable, sin duda, el estudio de la mortalidad natural con la aplicación de métodos alternativos de validación, entre los que el marcaje y recaptura constituye uno de los más utilizados (Phillips & Campbell, 1974; Vetter, 1988; Beinssen & Powell, 1979).

Además, varias técnicas específicas pertenecientes a los otros métodos (del tipo 2 y 3), que estiman la mortalidad total (Z) podrían ser aplicables para estimar mortalidad natural (M) siempre que la estimación se hiciera sobre stocks no explotados. En este grupo de métodos encontramos los modelos de Beverton & Holt (1956), Ssentongo & Larkin (1973), Van Sickle



(1977), Powell (1979), Pauly (1983), Jones & Van Zalinge (1982), Jones (1984), Heincke (1913), Chapman & Robson (1960), Robson & Chapman (1961), Fournier & Breen (1983), entre otros.

Lo anterior redujo la estimación de M a algunos métodos del tipo bioanalógicos. Estos métodos bioanalógicos se basan en suponer la existencia de una relación entre la mortalidad natural y procesos biológicos básicos como el crecimiento, reproducción, longevidad u otros. Algunos de estos métodos han relacionado estimaciones independientes de M y otros parámetros a través de relaciones funcionales. Tal es el caso de los modelos de Pauly (1980) y Rikhter & Efanov (1976), los cuales requieren parámetros ambientales o de edad de primera madurez. También son métodos bioanalógicos los que requieren sólo de parámetros de crecimiento como el de Taylor (1958) o de longevidad como el de Alagaraja (1984). Métodos como el de Hoenig (1983) o el de Ebert (1981), si bien son bioanalógicos, requieren el supuesto de stock no-explotado para la estimación de M .

El método de Alagaraja (*op.cit.*) requiere del cálculo de la longevidad poblacional o edad máxima (T_m). Este parámetro se calculó a partir del promedio de longitudes máximas (en caso de rangos continuos de tallas máximas) o del valor máximo de talla muestreada de la población, transformadas a edad mediante la ecuación inversa de von Bertalanffy.

a) Supervivencia de una cohorte:

Asumamos los siguientes supuestos, se dispone de una cohorte compuesta de " N_0 " la que por su puesto decrece en el tiempo debido a múltiples razones, como son entre otras la mortalidad natural. Si se dispone de una medida de la sobre vivencia " P_t " en un instante " t " transcurrido desde el inicio de la cohorte entonces se esperaría que la sobre vivencia esperada está dada por:



$$N_t = N_0 P_t \quad (1)$$

Se deduce entonces que la probabilidad de morir está dada por:

$$P_t^c = 1 - P_t \quad (2)$$

Asumamos que la sobre vivencia de una cohorte puede ser expresada por el producto entre el tamaño inicial de la población “ N_0 ” en “ $t = t_0$ ” y una función que depende de una tasa de mortalidad “ M ”. Asumamos además que tal función responde a un proceso de decaimiento exponencial de tipo Poisson, entonces la probabilidad de que un animal muera en un intervalo de tiempo “ $t, t + dt$ ” es $mdt + O(dt)$ está dada por:

$$P_{t, t+dt}^c = e^{-Mt} \quad (3)$$

La relación de sobre vivencia entonces puede ser escrita

$$N_t = N_0 * e^{-Mt} \quad (4)$$

Donde el parámetro “ M ” corresponde a la Tasa instantánea de mortalidad. Si “ M ” es obtenida desde una población virginal o sin explotación entonces se denomina Tasa instantánea de mortalidad natural (M).

Por otra parte, el peso medio de un ejemplar a una longitud “ L_t ” de un pez de edad “ t ”, puede ser expresada a través de la relación:

$$W_t = \alpha L_t^\beta \rightarrow W_\infty = \alpha L_\infty^\beta = cte. \quad (5)$$

La longitud de un animal (pez) “ L_t ”, puede ser expresada como una fracción de la longitud “ L_∞ ” mediante la relación dada por:

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right) \quad (6)$$

Si reemplazamos esta identidad (6) en la identidad (5) se tiene:

$$W_t = \alpha \left[L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \right]^\beta \quad (7)$$



Ordenando t3rminos se tiene:

$$W_t = \alpha L_\infty^\beta (1 - e^{-k*(t-t_0)})^\beta \quad (8)$$

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-k*(t-t_0)})^\beta \quad (9)$$

Expresi3n esta 3ltima que corresponde a la ecuaci3n de von Bertalanffy, la cual depende de los par3metros “ α, β, k, t ”.

Por otra parte se ha convenido expresar la biomasa en un instante “ t ” en t3rminos del producto de la sobre vivencia en ese instante dado y el crecimiento (peso medio) dado por la ecuaci3n de Von Bertalanffy. De manera que tomando las relaciones (4) y (9) se tiene:

$$B_t = N_0 * e^{-Mt} * W_\infty * (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \quad (10)$$

$$B_t = C(N_0, W_\infty) * e^{-Mt} * (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \quad (11)$$

En la relaci3n (11) el t3rmino $C(N_0, W_\infty) = Cte.$, de manera que con el prop3sito de obtener la tasa de mortalidad edad cr3tica o la tasa de mortalidad instant3nea s3lo nos interesa la componente dada por:

$$B_t^* = e^{-Mt} * (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \quad (12)$$

Obtengamos entonces la derivada de esta 3ltima relaci3n para lo cual definamos

$$\begin{aligned} A(t) &= e^{-Mt} \\ B(t) &= (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \end{aligned} \quad (13)$$

Entonces se tiene que la derivada de la relaci3n (12) y aplicando la regla de la cadena para el operador derivada sobre esta relaci3n tenemos:

$$\frac{\partial B_t^*}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} [e^{-Mt} (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta] \quad (14)$$



$$a) \frac{\partial}{\partial t} [A(t) * B(t)] = A(t) * \frac{\partial}{\partial t} [B(t)] + B(t) * \frac{\partial}{\partial t} [A(t)] \quad (15)$$

Pero:

$$\frac{\partial B(t)}{\partial t} = \frac{\partial (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta}{\partial t} = \beta (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} \frac{\partial (1 - e^{-k(t-t_0)})}{\partial t}$$

$$\frac{\partial B(t)}{\partial t} = \frac{\partial (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta}{\partial t} = \beta (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} (-e^{-k(t-t_0)} (-k))$$

$$\frac{\partial B(t)}{\partial t} = \beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} \quad (16)$$

$$\frac{\partial A(t)}{\partial t} = \frac{\partial e^{-Mt}}{\partial t} = -M e^{-Mt} \quad (18)$$

Luego la relación (14) queda como sigue:

$$\frac{\partial [A(t) B(t)]}{\partial t} = e^{-Mt} \beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M e^{-Mt} (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \quad (19)$$

Reemplazando la identidad (19) en la relación (11) tenemos:

$$\frac{\partial B_t}{\partial t} = C(N_0, W_\infty) \frac{\partial B_t^*}{\partial t} \quad (20)$$

$$\frac{\partial B_t}{\partial t} = C(N_0, W_\infty) \left[e^{-Mt} \beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M e^{-Mt} (1 - e^{-k(t-t_0)})^\beta \right] = 0$$

Puesto que $C(N_0, W_\infty) \neq 0$ se tiene que:



$$\left[e^{-Mt} \beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M e^{-Mt} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta} \right] = 0$$

$$e^{-Mt} \left[\beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta} \right] = 0$$

$$\rightarrow \beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta} = 0$$

$$\beta k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} - M (1 - e^{-k(t-t_0)}) (1 - e^{-k(t-t_0)})^{\beta-1} = 0$$

$$\beta k e^{-k(t-t_0)} - M (1 - e^{-k(t-t_0)}) = 0$$

$$e^{-k(t-t_0)} (\beta k + M) - M = 0$$

$$\rightarrow e^{-k(t-t_0)} = \frac{(\beta k + M)}{M} \quad (21)$$

$$\rightarrow \frac{M}{\beta k + M} = e^{k(t-t_0)}$$

A partir de esta relaci3n podemos obtener una expresi3n para la tasa de mortalidad instant3nea “ M ”, la edad y la talla cr3ticas “ t_c, L_c ”

b) Tasa de mortalidad instant3nea “ M ” y procedimientos de estimaci3n

A partir de la relaci3n (21) se tiene que:

$$e^{-k(t-t_0)} = \frac{(\beta k + M)}{M} = \frac{(\beta k)}{M} + 1$$

$$\frac{(\beta k)}{M} = e^{-k(t-t_0)} - 1$$



$$M = \frac{\beta k}{e^{-k(t_c - t_0)} - 1} \quad (22)$$

Luego disponiendo de estimadores para los parámetros β, k, t_c, t_0 disponemos de un estimador para la tasa de mortalidad instantánea dado por

$$\hat{M} = \frac{\hat{\beta} \hat{k}}{e^{-\hat{k}(\hat{t}_c - \hat{t}_0)} - 1} \quad (23)$$

Sin embargo la dependencia de otros estimadores no siempre disponibles hace necesaria la estimaci3n de la tasa de mortalidad instantánea por otra vía como las propuestas por Taylor (1958); Alagaraja (1984).

Método de Taylor

El estimador para la mortalidad natural propuesto por Taylor está dado por la siguiente relaci3n:

$$\hat{M} = \frac{2,996 * \hat{k}}{2,996 + \hat{k} * \hat{t}_0} \quad (24)$$

Obtengamos la varianza de esta relaci3n generalizando la relaci3n, a una percentil fracci3n de la longitud máxima asint3tica “ L_∞ ” :



$$\hat{M} = \frac{2,996 * \hat{k}}{2,996 + \hat{k} * \hat{t}_o} \rightarrow \hat{M}(a, \hat{k}, \hat{t}_o) = \frac{a * \hat{k}}{a + \hat{k} * \hat{t}_o}$$

$$\hat{M}(a, \hat{k}, \hat{t}_o) \equiv \frac{1}{\frac{1}{\hat{k}} + \frac{\hat{t}_o}{a}}$$

$$\hat{V}(\hat{M}(a, \hat{k}, \hat{t}_o)) \equiv \hat{V}\left[\frac{1}{\frac{1}{\hat{k}} + \frac{\hat{t}_o}{a}}\right] = \frac{1}{\left[\frac{1}{\hat{k}} + \frac{\hat{t}_o}{a}\right]^4} \hat{V}\left(\frac{1}{\hat{k}} + \frac{\hat{t}_o}{a}\right)$$

$$\hat{V}\left(\frac{1}{\hat{k}} + \frac{\hat{t}_o}{a}\right) = \hat{V}\left(\frac{1}{\hat{k}}\right) + \hat{V}\left(\frac{\hat{t}_o}{a}\right) = \frac{1}{\hat{k}^4} \hat{V}(\hat{k}) + \frac{1}{a^2} \hat{V}(\hat{t}_o)$$

Luego un estimador de la varianza de la tasa mortalidad instantánea a partir de la relación de Taylor está dado por la siguiente relación.

$$\hat{V}(\hat{M}(a, \hat{k}, \hat{t}_o)) = \frac{1}{\left(1 + \frac{\hat{k}\hat{t}_o}{a}\right)^4} \left[\hat{V}(\hat{k}) + \frac{\hat{k}^4}{a^2} \hat{V}(\hat{t}_o) \right] \quad (25)$$

donde K y t₀ corresponden a parámetros estimados a partir del ajuste de la función de crecimiento de Von Bertalanffy.

Método de Alagaraja

Por su parte Alagaraja (1984) propone para la tasa de mortalidad natural el siguiente indicador referencial, igualmente subjetivo en cuanto supone que la tasa de mortalidad es o



corresponde a la observada, al momento en que la sobrevivencia de una cohorte corresponde a un 1% de esta. La relaci3n, determinista propuesta est1 dada por la relaci3n:

$$M_{1\%} = \frac{-\ln(0.01)}{T_m} \quad (26)$$

Donde la edad “ T_m ” corresponde a la longevidad donde se encuentra una sobrevivencia del 1%. Esta puede ser observada se deriva observando la relaci3n entre la edad y la funci3n de mortalidad (t, e^{-Mt}) y corresponde a la edad “ t ” cuando “ $e^{-Mt} = 0,01$ ”. Por cierto, siendo esta un criterio en el cual no interviene ning3n estimador de por medio, corresponde a una funci3n constante, luego su varianza es cero. Sin embargo, “ T_m ” posee varianza con lo cual hace posible determinar una varianza anal1tica para “ $M_{1\%}$ ”, que toma la forma de:

$$V[M] = V\left[\frac{-\ln(0.01)}{T_m}\right]$$

que se reduce a:

$$V[M] = (-\ln(0.01))^2 * V\left[\frac{1}{T_m}\right]$$

$$\hat{V}[M_{1\%}] = (-\ln(0.01))^2 * \frac{1}{T_m^4} * \hat{V}[T_m]$$

Un procedimiento alternativo, carente de los juicios que muestran los indicadores anteriores corresponder1a al ajuste de la funci3n de mortalidad seg3n un modelo de Poisson, dado por $f(t) = e^{-Mt}$ y derivar, a trav3s del ajuste, un estimador para el par1metro tasa de mortalidad “ M ” y su varianza. Sin embargo, no siempre se dispone de informaci3n suficiente o apropiada para recurrir a esta v1a para obtener una estimaci3n de este par1metro.



6.4.3 Edad cr3tica

A partir de la relaci3n (21) podemos derivar una estructura para la edad cr3tica como sigue:

$$\begin{aligned}M &= \frac{\beta k}{e^{-k(t_c - t_0)} - 1} \rightarrow \\M(e^{-k(t_c - t_0)} - 1) &= \beta k \rightarrow \\e^{-k(t_c - t_0)} &= \frac{\beta k}{M} + 1 \\t_c &= t_0 + \frac{1}{k} \ln \left(\frac{\beta k}{M} + 1 \right) \quad (27)\end{aligned}$$

Entonces, un estimador para la edad cr3tica est3 dado por

$$\hat{t}_c = \hat{t}_0 + \frac{1}{\hat{k}} \ln \left(\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right) \quad (28)$$

La edad cr3tica, ha sido derivada y expresada por la relaci3n (23), sin embargo esta depende de otros par3metros que tambi3n son estimados (M, t_0, k, β). Lo propio ocurre con otros par3metros como es la tasa de mortalidad.

Un estimador de varianza anal3tica para la edad cr3tica puede ser derivado de:

$$\hat{V}(t_c) = \hat{V}[t_0] * \hat{V} \left[\frac{1}{k} * \ln \left[\frac{\beta k}{M} + 1 \right] \right]$$



desarrollando este algoritmo, tenemos

$$\hat{V}(t_c) = \hat{V}[t_0] * \hat{V}\left[\frac{1}{k}\right] * \left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right]^2 + \left[\frac{1}{k}\right]^2 * \hat{V}\left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right] - \hat{V}\left[\frac{1}{k}\right] * \hat{V}\left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right]$$

considerando el t3rmino de covarianza cercano a cero

$$\hat{V}(t_c) = \hat{V}[t_0] * \left[\frac{1}{k^4} * \hat{V}[k]\right] * \left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right]^2 + \left[\frac{1}{k}\right]^2 * \hat{V}\left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right]$$

el t3rmino de la varianza de $\hat{V}\left[\ln\left[\frac{bk}{M} + 1\right]\right]$ puede ser mediante el procedimiento de Marquardt, iterando combinaciones de valores de “b”, “k” y “M” se puede obtener un valor para introducir en el algoritmo de estimaci3n de varianza de “tc”.

Estimador para la varianza del estimador derivado para la edad cr3tica mediante el m3todo delta.

Asumiendo que se dispone de estimadores para los par3metros de los cuales depende la edad cr3tica, se puede obtener la varianza del estimador para la edad cr3tica derivado a partir de la funci3n de crecimiento mediante el m3todo delta como sigue:

Asumamos la funci3n $\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ dada por la relaci3n:

$$\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = \hat{t}_0 + \frac{1}{\hat{k}} \ln\left[\left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1\right]\right]; \hat{M} > 0, \hat{\beta} > 0, \hat{k} > 0$$



La funci3n $\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ es una funci3n continua real valorada definida en “ \square ” con derivadas parciales continuas de orden-2 y es posible demostrar (Wolter, 1985) que la varianza asint3tica de $\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ de orden “ r_n^3 ” est3 dada por la siguiente relaci3n.

$$E\left[\left(g(\bar{y}) - g(\bar{a})\right)^2\right] = \bar{d}'_p M_{pxp} \bar{d}_p + 0_p \left(r_n^3\right)$$

Donde:

$$\bar{d}'_p = \left[\frac{\partial g}{\partial \hat{t}_0}, \frac{\partial g}{\partial \hat{\beta}}, \frac{\partial g}{\partial \hat{k}}, \frac{\partial g}{\partial \hat{M}} \right]$$

Corresponde al vector de derivadas parciales.

$$M_{pxp} = [\text{cov}_{ij}], \quad i = 1, 2, 3, 4; \quad j = 1, 2, 3, 4$$

$$i = 1 = \hat{t}_0; \quad i = 2 = \hat{\beta}; \quad i = 3 = \hat{k}; \quad i = 4 = \hat{M}$$

Obtengamos entonces la matriz de derivadas parciales de la funci3n “ $\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ ” (en adelante la funci3n “ g ”) respecto de todas y cada una de las variables de las cuales depende esta funci3n, es decir del vector de estimadores $\hat{\theta} = (\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$. Para los efectos, redefinamos la funci3n “ g ” como sigue:

$$\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = \hat{t}_0 + \frac{1}{\hat{k}} \ln \left(\left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \right)$$

$$\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = \hat{t}_0 + \ln \left(\left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \right)$$



Para los efectos, aplicando correctamente las siguientes reglas de derivaci3n se obtendr3n los resultados asociados a la derivaci3n parcial de la funci3n “ g ” respecto de cada una de las variables $(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$:

$$1.- \frac{\partial}{\partial x}(cu) = c \frac{\partial}{\partial x}(u)$$

$$2.- \frac{\partial}{\partial x}(uv) = u \frac{\partial}{\partial x}(v) + v \frac{\partial}{\partial x}(u)$$

$$3.- \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u}{v} \right) = \frac{v \frac{\partial}{\partial x}(u) - u \frac{\partial}{\partial x}(v)}{v^2} +$$

$$4.- \frac{\partial}{\partial x}(\ln(u)) = \frac{1}{u} \frac{\partial}{\partial x}(u)$$

$$5.- \frac{\partial}{\partial x}(u^v) = vu^{v-1} \frac{\partial}{\partial x}(u) + u^v \ln(u) \frac{\partial}{\partial x}(v)$$

Derivada parcial de la funci3n $g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ respecto de “ \hat{t}_0 ”:

$$\frac{\partial}{\partial \hat{t}_0}(g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = 1$$

Derivada parcial de la funci3n $g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ respecto de “ $\hat{\beta}$ ”:

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = 0 + \frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} \ln \left(\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} (g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = \frac{1}{\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}} \frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}$$



Pero

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \frac{\hat{k}}{\hat{M}} + \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \ln \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] (-0)$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \frac{\hat{k}}{\hat{M}}$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{M}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1}$$

De manera que:

$$\frac{\partial g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})}{\partial \hat{\beta}} = \frac{1}{\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}} \frac{1}{\hat{M}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1}$$

$$\frac{\partial g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})}{\partial \hat{\beta}} = \frac{1}{\hat{M} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]}$$

Derivada parcial de la función $g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ respecto de " \hat{k} ":

$$\frac{\partial}{\partial \hat{k}} g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = 0 + \frac{\partial}{\partial \hat{k}} \ln \left(\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \right)$$



$$\frac{\partial}{\partial \hat{k}} (g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = \frac{1}{\left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}} \frac{\partial}{\partial \hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}$$

Pero:

$$\frac{\partial}{\partial \hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \frac{\hat{\beta}}{\hat{M}} + \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \ln \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \left(-\frac{1}{\hat{k}^2} \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \frac{\hat{\beta}}{\hat{M}} - \frac{1}{\hat{k}^2} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \ln \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \left[\frac{\hat{\beta}}{\hat{M}} - \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \ln \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \right]$$

Luego se tiene que la derivada parcial de la función $g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ respecto de la variable “ \hat{k} ” está dada por la relación:

$$\frac{\partial g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})}{\partial \hat{k}} = \frac{1}{\hat{k} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]} \left[\frac{\hat{\beta}}{\hat{M}} - \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \ln \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \right]$$

La derivada parcial de la función $g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ respecto de la variable “ \hat{M} ” esta dada por:



$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M}) = 0 + \frac{\partial}{\partial \hat{M}} \ln \left[\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} (g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = \frac{1}{\left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}} \frac{\partial}{\partial \hat{M}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}}$$

Pero

$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = -\frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1} \frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}^2} + \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} \ln \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] (-0)$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}} = -\frac{\hat{\beta}}{\hat{M}^2} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]^{\frac{1}{\hat{k}}-1}$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} (g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = -\frac{\hat{\beta}}{\hat{M} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]}$$

Luego, el vector de derivadas parciales de la función $\hat{t}_c = g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})$ definida por

$\left[\frac{\partial g}{\partial \hat{t}_0}, \frac{\partial g}{\partial \hat{\beta}}, \frac{\partial g}{\partial \hat{k}}, \frac{\partial g}{\partial \hat{M}} \right]$ tiene respectivamente las siguientes componentes:

$$\frac{\partial g}{\partial \hat{t}_0} = 1$$

$$\frac{\partial g}{\partial \hat{\beta}} = \frac{1}{\hat{M} \left[\frac{\hat{\beta} \hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]}$$



$$\frac{\partial g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})}{\partial \hat{k}} = \frac{1}{\hat{k} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]} \left[\frac{\hat{\beta}}{\hat{M}} - \frac{1}{\hat{k}} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \ln \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right] \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial \hat{M}} (g(\hat{t}_0, \hat{\beta}, \hat{k}, \hat{M})) = - \frac{\hat{\beta}}{\hat{M} \left[\frac{\hat{\beta}\hat{k}}{\hat{M}} + 1 \right]}$$

La matriz de varianzas y co-varianzas, en este caso est1 dada por:

$$M_{pxp} = [\text{cov}_{ij}], \quad i = 1, 2, 3, 4; \quad j = 1, 2, 3, 4$$

$$i = 1 = \hat{t}_0; \quad i = 2 = \hat{\beta}; \quad i = 3 = \hat{k}; \quad i = 4 = \hat{M}$$

Sus elementos est1n dados por:

$$\begin{aligned} \text{cov}_{11} &= V(\hat{t}_0); \quad \text{cov}_{22} = V(\hat{\beta}); \quad \text{cov}_{33} = V(\hat{k}); \quad \text{cov}_{44} = V(\hat{M}) \\ \text{cov}_{12}(\hat{t}_0, \hat{\beta}) &= \text{cov}_{14}(\hat{t}_0, \hat{M}) = 0 \\ \text{cov}_{23}(\hat{\beta}, \hat{k}) &= \text{cov}_{24}(\hat{\beta}, \hat{M}) = 0 \\ \text{cov}_{34}(\hat{k}, \hat{M}) &= 0 \\ \text{cov}_{13}(\hat{t}_0, \hat{k}) & \end{aligned}$$

De manera que disponiendo del vector de derivadas parciales y de la matriz de varianzas co-varianzas, podemos obtener la varianza asint3tica del estimador “ \hat{t}_c ”, derivada a trav3s del m3todo Delta, dada por:

$$E \left[(g(\bar{y}) - g(\bar{a}))^2 \right] = \bar{d}'_p M_{pxp} \bar{d}_p + \mathcal{O}_p^0(r_n^3)$$



6.4.4. Longitud cr3tica

Ricker (1975) define la Talla Cr3tica (L_c) como: “the average size of the fish in a year-class at the time when the instantaneous rate of natural mortality equals the instantaneous rate of growth in weight for the year-class as a whole”. Cuando se trata de poblaciones explotadas la L_c se alcanza cuando la tasa instant3nea de crecimiento (G) iguala a la tasa instant3nea de mortalidad natural (M) y la clase anual alcanza su biomasa m3xima. Este concepto se encuentra relacionado estrechamente con el de “edad cr3tica (t_c)”.

La talla cr3tica (L_c) puede ser estimada a partir de la funci3n de crecimiento de von Bertalanffy dada por la relaci3n:

$$L_c = \hat{L}_\infty \left(1 - e^{-k(\hat{t}_c - \hat{t}_0)} \right) \quad (29)$$

Como se puede observar, la obtenci3n de la longitud cr3tica depende de los par3metros edad en el tiempo asumido como tiempo “ t_0 ”, la edad cr3tica “ t_c ”, el par3metro “ k ” y la longitud asint3tica m3xima de la especie “ L_∞ ”, es decir del vector (t_0, t_c, k, L_∞) .

Estimador para la varianza del estimador derivado para la longitud cr3tica mediante el m3todo delta.

Atendiendo a que esta funci3n, al igual que en el caso de la talla cr3tica, corresponde a una funci3n continua y con derivadas parciales continuas en “ R ”, se puede obtener una estimaci3n de la varianza de la longitud cr3tica mediante la aplicaci3n del M3todo Delta.



Estimación del parámetro “ β ” de la relación longitud – peso.

Un modelo que se acepta como una buena relación entre el peso y la longitud o talla de un animal es la relación longitud –peso descrita por:

$$W_i = \alpha L_i^\beta \quad (30)$$

El parámetro “ β ” de esta relación puede ser obtenida a partir de diversos procedimientos o métodos de ajuste y de acuerdo a la manera en que interviene el término de perturbación en el modelo. Así se definen un modelo aditivo o multiplicativo.

En el caso de un modelo aditivo el modelo está dado por la siguiente relación:

$$\Omega : w_{ij} = \alpha L_i^\beta + \varepsilon_{ij} \quad (31)$$

Los parámetros de este modelo, pueden ser estimados a partir de un ajuste de mínimos cuadrados o de máxima verosimilitud. Los programas o software disponible proporcionan además un estimador de la varianza de estos estimadores.

Para un modelo multiplicativo el modelo está dado por la siguiente relación:

$$\Omega : w_{ij} = \alpha L_i^\beta \varepsilon_{ij} \quad (32)$$

Los parámetros de este último modelo, pueden ser estimados a partir de un ajuste de mínimos cuadrados o de máximo verosimilitud aplicado al modelo linealizado mediante una transformación logaritmo (“log”). En este caso el ajuste del modelo es posible realizar a través de mínimos cuadrados o de máxima verosimilitud. En el caso de distribución normal la estructura los estimadores derivados del ajuste son equivalentes.

En el caso de este modelo la estructura del estimador del parámetro “ β ” y de un estimador de su varianza están dados respectivamente por las siguientes relaciones:



$$\begin{aligned}\Omega : w_{ij} &= \alpha L_i^\beta \varepsilon_{ij}^{\log} \rightarrow \\ \Omega^{\log} : \log(w_{ij}) &= \log(\alpha) + \beta \log(L_{ij}) + \log(\varepsilon_{ij}) \quad (33) \\ \Omega^{\log} : y_{ij} &= \alpha^* + \beta x_{ij} + \varepsilon_{ij}^*\end{aligned}$$

El ajuste por el m3todo de m3nimos cuadrados del modelo lineal derivado de la transformaci3n “log” conduce a los estimadores dados por las siguientes relaciones:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2} \quad (34)$$

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x} \quad (35)$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2} \quad (36)$$

$$\hat{\sigma}_{e^*}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta} x_i)^2}{n-2} \quad (37)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} y_i \quad (38)$$

Tama1o de muestra:

Para estimar los par3metros del modelo propuesto que relaciona la longitud con el peso de un animal, no se requiere de una gran cantidad de animales ya que a partir de muestras tan peque1as como tres individuos por intervalo de talla ya se obtiene buenos ajustes del modelo, como se ha demostrado para recursos bent3nicos como el huepo, erizo, almeja, culengue y



navajuela (Young *et al* 2002; Barahona *et al*, 2004). En este contexto lo relevante es poder cubrir de la manera m3s completa posible todo el rango de talla representado en la poblaci3n de inter3s. En este esquema se han recomendado esfuerzos de muestreo del orden de 100 ejemplares para ajustar el modelo, en un esquema de muestreo estratificado por talla.

Estimaci3n de los par3metros “ L_{∞} , k , t_0 ” asumiendo un modelo aditivo

La estimaci3n de los par3metros “ L_{∞} , k , t_0 ” se puede obtener a partir del ajuste de la funci3n de crecimiento de Von Bertalanffy dada por la relaci3n:

$$L_i = L_{\infty} \left(1 - e^{-k(t_i - t_0)}\right) \quad (39)$$

Un procedimiento para lograr este prop3sito es propuesto en diversos trabajos en los cuales se sugiere un modelo aditivo como el propuesto por Aubone y Wohler (2000).

$$\Omega: L_{ij} = f(L_{\infty}, k, t_0) + \varepsilon_{ij} = L_{\infty} \left(1 - e^{-k(t_i - t_0)}\right) + \varepsilon_{ij} \quad (40)$$

Procedimiento en el cual la estimaci3n de los par3metros “ L_{∞} , k , t_0 ” se obtiene a partir del ajuste de la funci3n de crecimiento a partir de los valores individuales mediante el m3todo de m3nimos cuadrados ordinarios sobre los t3rminos L_{∞} , k , t_0 , minimizando la suma de cuadrados

$$\begin{aligned} SC(L_{\infty}, k, t_0) &= \sum_{i=1}^{i=n} [L_i - \mu(t)]^2 \\ SC(L_{\infty}, k, t_0) &= \sum_{i=1}^{i=n} \left[L_i - L_{\infty} \left(1 - e^{-k(t_i - t_0)}\right) \right]^2 = \sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i^2 \end{aligned} \quad (41)$$

Para los efectos, actualmente se dispone de programas computacionales que permiten de manera eficiente la estimaci3n de estos par3metros y de estimaciones de sus varianzas. Estos estimadores gen3ricamente los denominaremos \hat{L}_{∞} , $\hat{V}(\hat{L}_{\infty})$, \hat{k} , $\hat{V}(\hat{k})$, \hat{t}_0 , $\hat{V}(\hat{t}_0)$.



Luego disponiendo de las estimaciones de los parámetros “ L_{∞}, k, t_0 ” y de la estimaci3n de la mortalidad “ M ”, podemos proceder a obtener estimaciones de otros parámetros que demandan de su conocimiento como son la edad crtica “ t_c ” (28) y la talla crtica “ L_c ” (29).



6.5 Objetivo 4. Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización.

Para el cumplimiento del objetivo, se trabajó en base al análisis de información proveniente de fuentes secundarias, como la disponible en los Anuarios Estadísticos de Pesca, publicados por el Servicio Nacional de Pesca, tanto en medios físicos como virtuales (www.sernapesca.cl). Así también, se recopilaron los informes de seguimiento de las AMERB seleccionadas en la I y II Regiones, documentos en que se registra la actividad desarrollada al interior de estas áreas en el período previo a la cosecha. Esta información permitió levantar un diagnóstico preliminar de la pesquería del loco, en lo que ha sido su desempeño bajo este instrumento de administración pesquera.

Evolución general de las capturas

Se analizó información de desembarque nacional y regional de los últimos 10 años (1997–2005), proporcionada por el Servicio Nacional de Pesca. Paralelamente fue recopilado de esta misma institución la información oficial y actualizada de los registros y nóminas de pescadores artesanales por categoría y naves con las que operan en los distintos puertos base. Esta información fue complementada con la obtenida a través de encuestas que abordaron características funcionales y operativas de los mismos, las que fueron tomadas en cada uno de las caletas que poseen AMERB con recurso loco como especie principal.

Producción, Mercados y Exportaciones

De manera de conocer los aspectos del mercado del recurso “loco”, se solicitó información de variables como precios, demanda, exportaciones, etc para el periodo 2000 - 2006. Para esto se emplearon bases de datos de Aduana de Chile filtradas por el Instituto de Fomento Pesquero y complementariamente se utilizó la información proporcionada por ProChile.



Flota Pesquera

Para la descripción de la actividad operacional que se desarrolla sobre el recurso lapa, se realizó una caracterización de la flota, basada en los registros de operación y características técnicas de las embarcaciones que actualmente operan sobre el recurso en las caletas con AMERB de la I y II regiones, con información oficial que posee el Servicio Nacional de Pesca y registros obtenidos de las encuestas.

Por otra parte se estableció una serie de visitas a las caletas que poseen AMERB y que han incorporado al recurso loco como especie principal. En éstas se difundió las actividades del proyecto y sus objetivos, procediendo paralelamente a captar información relevante de primera fuente y atingente con el desarrollo del mismo.

Para llevar a cabo estas actividades se definieron tres instrumentos de consulta: i) Encuesta a los socios de las organizaciones; ii) Encuesta a los armadores del sector y iii) Entrevista a las Directivas o Comisiones de AMERB. (Anexo 7) Adicionalmente, se abordó entrevistas con otros agentes involucrados en los canales de distribución tales como compradores en playa y/o plantas de proceso.

El objetivo de cada uno de los instrumentos mencionados, obedeció a la necesidad de obtener información en diferentes ámbitos de este sistema productivo.

- **Encuesta a los socios de las organizaciones**

Objetivo: Recopilar información socio-económica de los principales usuarios de la pesquería y su visión personal respecto a la necesidad, pertinencia y eficacia de las AMERB como medida de administración para la pesquería del recurso loco.



- **Encuesta a los armadores del sector**

Objetivo: Recopilar informaci3n operativa y econ3mica de la flota, con la que se est1 ejerciendo el poder de pesca sobre la pesquer1a del loco y complementar los registros existentes de fuentes secundarias.

- **Entrevista a las directivas o Comisiones de AMERB**

Objetivo: Recopilar informaci3n del funcionamiento operacional y de comercializaci3n de las AMERB para el recurso loco desde un punto de vista organizacional.

Por su parte, las pautas de conversaci3n y entrevistas con rematadores, empresarios, exportadores, etc, no tiene otro objetivo m1s que describir y caracterizar los canales de distribuci3n formal e informal del recurso. Respecto a este 1ltimo punto, se estableci3 contacto con instituciones t1cnicas y administrativas del Per1 (Tacna), para dar mayor sustento al trabajo descriptivo de la actividad informal generada en torno al recurso.

Los instrumentos de recopilaci3n de informaci3n se dise1aron bajo un formato estructurado de preguntas y alternativas como respuestas que permitiera guiar la obtenci3n de antecedentes cualitativos y cuantitativos referidos a los 1mbitos socioecon3mico, organizacional, productivo y comercial en que se desarrollan las Organizaciones con 1reas de Manejo en la I y II regiones. Tal estructura permite asegurar la obtenci3n de la misma informaci3n, a partir de los distintos entrevistados, en forma sistem1tica e integral.

Cada 1mbito a analizar se abord3 a trav1s de preguntas en las cuales se plantean diversas alternativas como respuestas. Si bien son respuestas cerradas se da la flexibilidad de respuestas abiertas seg1n corresponda.



Los instrumentos se aplicaron solo una vez en el transcurso del proyecto en al menos las AM seleccionadas de la I y II regi3n, comprometidas en la propuesta.

Una vez recopilada la informaci3n de los 3mbitos correspondientes se ordenaron y tabularon los datos obtenidos en planillas de formato Excel. El tratamiento de la informaci3n cualitativa tabulada para cada tem3tica consisti3 en asignar una importancia relativa (ponderaci3n porcentual) a cada alternativa planteada como respuesta, respecto al total de organizaciones, pescadores u armadores entrevistados. De esta forma se pudo dar cuenta de la tendencia conductual de las principales variables del sistema. El tratamiento de la informaci3n cuantitativa se tabul3 y se analiz3 agregadamente mediante medidas de tendencia central tales como promedio, m3ximos y m3nimos, moda u otros.



7. RESULTADOS

7.1. Objetivo 1. Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II regiones

7.1.1 Marcaje y Recaptura

De las experiencias de marcaje – recaptura se recaptur3 un bajo n3mero de ejemplares ($n=54$), por tanto, a partir de las observaciones en ambas localidades, se realizaron ajustes para obtener los par3metros de crecimiento a partir de datos de incrementos a la talla (Figura 8), estim3ndose de acuerdo al modelo de VB un $L_{\infty} = 127.95$; $K = 0.53$ y $t_0 = 0$ (Tabla 12). Estos par3metros entregan una curva de crecimiento que se caracteriza por presentar longitudes cercanas a la talla asint3tica a partir a3o 5 (Figura 9), producto del alto valor del par3metro K .

7.1.2. Lectura de anillos.

El proceso de lectura para efectos comparativos se realiz3 por el m3todo de lectores independientes, denominados lectores K y C. Los resultados de este proceso presentaron para el primer mes una baja concordancia entre lectores, donde el principal factor estuvo dado por una importante variaci3n en el n3mero de anillos le3dos por el lector K, observada posteriormente en el proceso de relectura para este lector. Sin embargo, a partir del segundo mes (febrero) se observ3 una alta concordancia entre lectores con valores sobre el 80% (Figura 10), donde las variaciones estuvieron dadas principalmente por los individuos con 5 o m3s anillos.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el proceso de lectura de anillos, se establecieron curvas de crecimiento individual para el recurso loco de la regiones I y II (Figura 11), observando una alta relaci3n entre el n3mero de anillos y la longitud total de los ejemplares muestreados ($R > 0.8$), relaci3n que fue m3s alta para el lector C. A partir de las curvas



anteriores, se estimaron las curvas medias de crecimiento individual, las cuales muestran un crecimiento de tipo asint3tico para ambas regiones (Figura 12). Se debe se1alar que el lector K present3 una tendencia a una menor talla media para los ejemplares de anillos 6+, por tanto las estimaciones de las funciones de crecimiento se realizaron con las observaciones del lector C.

En la figura 13, se muestra las curvas de crecimiento del recurso loco para la I regi3n, donde se observan buenos ajustes de los modelos de Von Bertalanffy (VB) y Gompertz (GP) con respecto a las observaciones de las talla media asociados al numero de anillos, los cuales fueron asignados de un anillos por a1o de edad. Los par3metros respectivos de ambas funciones de crecimiento son entregados en la tabla 13, donde si bien ambas funciones presentan buenos ajustes, el modelo de Gompertz entrega el menor valor para el criterio de Akaike (AIC), indicando su mejor ajuste a las observaciones de crecimiento medio establecidas por medio de la lectura anillos, con valores de $L_{\infty} = 135,27$; $K = 0,36$ y $t_0 = -0,39$.

Por su parte, las estimaciones de crecimiento del crecimiento loco realizadas para la II Regi3n, al igual que para la I regi3n, presentaron buenos ajustes para ambos modelos de crecimiento evaluados (Figura 14), estim3ndose en valores inferiores de L_{∞} en comparaci3n a la I Regi3n (Tabla 14). Entre ambos modelos el de Gompertz present3 los mejores ajustes en funci3n de la comparaci3n de criterio de Akaike ($AIC = 13.4$), con valores de $L_{\infty} = 110,69$; $K = 0,41$ y $t_0 = -0,15$.

La comparaci3n de las curvas de crecimiento del recurso loco para ambas regiones en funci3n los modelos de VB y GP (Figura 15), muestra mayores crecimiento para los ejemplares de la I Regi3n de acuerdo a ambos modelos, donde el modelo GP tiende a marcar mayores distancias entre talla a la edad, a partir de los datos predichos desde el a1o 4 en adelante, en comparaci3n al modelo de VB. Esta situaci3n sumado al hecho que ambos



modelos se ajustan de igual forma a los datos observados, hace recomendable el uso de las funciones de crecimiento obtenidas a trav3s del modelo de VB, dado que este modelo permite estimar de forma bioanal3gica par3metros poblacionales como mortalidad y talla critica.

Como se indic3 anteriormente, las estimaciones de crecimiento se realizaron a partir de la asignaci3n de un anillo de crecimiento anual, en este sentido, la estimaci3n del 3ndice de crecimiento marginal (ICM), no presentan una tendencia estacional clara de crecimiento (Figura 16, con valores mensuales que fluct3an entre 0.2 y 1.2. Sin embargo, a partir de las observaciones del lector C, se puede establecer una tendencia general a un mayor ICM desde el mes de octubre que se extiende hasta febrero conformando un ciclo anual. Por otra parte, la distribuci3n del tipo de borde, indicaría la existencia de un patr3n anual de crecimiento, asociado a un crecimiento lento asociado a los meses de otoño - invierno (marzo a julio), en contraste a un tipo de crecimiento r3pido desde los meses de agosto a diciembre de cada año, observaciones que son consistentes para ambos lectores (Figura 17).

7.1.3 Desplazamiento de Modas

Las distribuciones de frecuencia de tallas poblacional (DFT) del recurso loco, para los muestreos realizados en las localidades de Pisagua (I regi3n) y Punta Arenas (II regi3n) se entregan en las figuras 18 y 19, respectivamente. En el sector de Pisagua se observ3, una distribuci3n de tallas con ejemplares de menor tamaño, en comparaci3n al sector de Punta Arenas. De acuerdo al ajuste de la progresi3n de tallas modales mediante la rutina ELEFAN I de FISAT (Gayanilo *et al*, 1996), los par3metros K y Loo de la ecuaci3n de Von Betalanffy entregan valores de $L_{\infty} = 126,0$ y $K = 0,38$ para la I Regi3n y de $L_{\infty} = 142,87$ y $K = 0,44$ para la II Regi3n (Tabla 15. De acuerdo a estas estimaciones el recurso loco de la II Regi3n



presentar3a un mayor crecimiento en comparaci3n a la I Regi3n, tanto en los valores asint3ticos alcanzados, como en su tasa de crecimiento anual (Figura 20).

7.1.4. Descomposici3n Modal – M3todo Mix

Las estimaciones de los par3metros de crecimiento del recurso loco a partir del an3lisis de la distribuci3n de frecuencias de tallas (DFT), est3n fuertemente condicionadas a la presencia de grupos modales en la estructura analizada. En este sentido, s3lo se consiguieron ajustes consistentes para la DFT observada en la localidad de Punta Arenas, donde se presentan 4 grupos modales identificables (Figura 21). Como resultado de este an3lisis se estimaron los par3metros de crecimiento de acuerdo a la funci3n de von Bertalanffy, con buenos ajustes en la predicci3n de longitudes a la edad (Fig. 22), el cual entrega valores de $L_{\infty} = 128,25$; $K = 0,32$ y $t_0 = -0,29$ (Tabla 16).

7.1.5 Comparaci3n general de curvas de crecimiento.

Los par3metros de crecimiento del recurso loco obtenidos mediante los diversos m3todos para las regiones I y II se entregan en la Tabla 17. Las estimaciones realizadas a partir de la lectura anillos, permiten contar con una curva de crecimiento ajustada a observaciones directas de crecimiento. Esta funci3n, de acuerdo al modelo de von Bertalanffy, muestra para la I Regi3n, una curva similar a la obtenida mediante las salidas ELEFAN (Figura 23), alcanzando la talla m3nima legal de 10 cm entre los 5 y 6 a3os. Sin embargo, ambas estimaciones entregan menores valores que la estimada mediante el an3lisis de marcaje – recaptura (m3todo de incrementales a la talla), donde se alcanzar3a la talla m3nima legal alrededor de los 3 a3os. De igual forma, para la II Regi3n el ajuste de la funci3n de VB para el m3todo de lecturas de anillos, indica que alrededor de los 6 a3os se alcanzar3a la talla de 10 cm, entregando las



menores estimaciones de talla a la edad en comparaci3n a las salidas de los m3todos MIX; incrementales y ELEFAN, donde los 10 cm se alcanzarían entre los 3 y 5 ańos de edad.

En general se observ3, que el m3todo de marcaje y recaptura tiende a sobrestimar el crecimiento en comparaci3n al resto de los m3todos. Por su parte, el ajuste de MIX para la II Regi3n, result3 m3s cercano a las estimaciones realizadas a partir de la lectura de anillos. Por 3ltimo, para la II Regi3n, la funci3n VB estimada a partir de ELEFAN, presenta una mayor estimaci3n de crecimiento, el cual se expresa a partir del ańo 4 en adelante.

7.2. Objetivo 2. Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio.

7.2.1 Caracterizaci3n del comportamiento reproductivo del loco

El comportamiento de agregaci3n reproductiva poblacional del loco se analiz3 a partir de los datos generados en 5 muestreos realizados durante 2006 en el sector del AM de Chanavaya en la I regi3n y 6 muestreos en el AM de El Lagarto, en la II regi3n. En cada oportunidad se muestrearon 60 cuadrantes, distribuidos en 5 transectas de 12 cuadrantes cada una, tal como se indic3 en la metodología. En la Tabla.18 se resumen los valores del Índice Estandarizado de Agregaci3n de Morisita (Ip) para la I regi3n y en la Tabla.19 para la II regi3n.

Los valores de los índices estandarizados de Morisita, tanto para Chanavaya (I regi3n) como El Lagarto (II regi3n) fluctúan alrededor 0,5, lo cual indica una condici3n de agrupamiento durante todo el períođo de muestreo. El índice estandarizado fluctúa te3ricamente entre -1 y



1, siendo el valor cero una condici3n de distribuci3n aleatoria de los ejemplares, la cual nunca se observ3. El test para aleatoriedad “ X^2 ” present3 valores siempre significativos ($p < 0,05$, $gl=59$), lo que denota un comportamiento de distribuci3n agrupada del loco en cada evento de muestreo, pero con grados diferentes de agrupaci3n en el tiempo.

Al observar las tendencias en el 3ndice de agregaci3n estandarizado se observaron diferencias entre ambas regiones. La tendencia temporal del agrupamiento en Chanavaya sigui3 un patr3n compatible con lo que se conoce para las poblaciones de loco de la IV regi3n (Schmiede & Castilla, 1979) y que consiste en presentar un mayor nivel de agrupamiento en la temporada de verano, disminuyendo hacia la temporada de invierno y primavera (Figura 24). En tanto, los datos observados para el AM de El Lagarto mostraron una tendencia de mayor agrupamiento hacia la estaci3n de invierno y primavera (Figura 25).

Frecuencia de agregaciones durante el a3o

El estudio sobre agregaciones reproductivas registr3 la frecuencia observada de patrones cualitativos de agregaciones (“maicillos”) y distribuciones aleatorias de loco durante el a3o 2006. La figura 26 muestra para ambas localidades, la frecuencia relativa de presencia de agregaciones y patrones aleatorios a trav3s de las estaciones anuales. En ambas localidades, la mayor parte del a3o (verano a invierno) se observ3 agregaciones hasta niveles de un 22% del total observado en una temporada, principalmente en invierno. En los meses de primavera no se registr3 presencia de agrupamiento reproductivo.

Frecuencia de posturas de c3psulas durante el a3o

Siguiendo este comportamiento, la presencia de posturas de c3psulas muestra un patr3n de distribuci3n temporal similar. La Figura 27 presenta la frecuencia relativa de presencia o ausencia de posturas de c3psulas de loco (“flor de loco”) en dos localidades de la I y II



regi3n. Se observ3 que la presencia de c3psulas se concentr3 en las temporadas de oto1o e invierno, alcanzando una presencia m3xima de 16% en invierno en el sector de Chanavaya, concordando con los per3odos de agregaciones reproductivas de loco a partir del verano tard3o y todo el oto1o. Es notable que durante la primavera no se apreciaran posturas de c3psulas.

Agregaciones y Profundidad

Los muestreos de agregaciones de locos y presencia de posturas de c3psulas se efectuaron registrando la profundidad. Las figuras 28 y 29 presenta el histograma de frecuencia de agregaciones de loco y de posturas de c3psulas, respectivamente para la localidad de Chanavaya, I regi3n y El Lagarto, II regi3n. En Chanavaya, la mayor concentraci3n de agregaciones ocurri3 entre 7 m y 10 m, mientras que en El. Lagarto, se presentaron entre los 6 m y 7 m. Se encontraron agregaciones reproductivas a profundidades de entre 10 m (El Lagarto) y 15 m (Chanavaya).

Del mismo modo, las posturas de c3psulas de loco se registraron por niveles de profundidad, tanto en Chanavaya (I regi3n) como en El Lagarto (II Regi3n). Las figuras 30 y 31 presentan la distribuci3n de frecuencias por nivel de profundidad para ambos lugares.

Las mayores concentraciones de posturas de c3psulas de loco se registraron entre los 7 y 10 metros en ambas localidades estudiadas y se observaron posturas hasta profundidades de 15 m (AM Chanavaya).



Fauna acompañante

Junto con la información de las agregaciones reproductivas, se registro la presencia de macrofauna acompañante del loco en las muestras recogidas en los sectores de Chanavaya (I región) y EL Lagarto (II región).

Las figuras 32a y 32b representa los histogramas de frecuencia numérica de los ítems faunísticos específicos más recurrentes en los muestreos del sector de Chanavaya (I región), separados en fauna herbívora y carnívora acompañante. Las especies de herbívoros predominantes fueron las lapas (*Fissurella spp*), erizos (*Loxechinus albus* y *Tetrapyqus níger*) y piure (*Pyura chilensis*), distribuyéndose entre los 5 y los 15 metros. La mayor concentración se registró a profundidades de 6 a 9 m. Los primeros metros no fueron adecuadamente muestreados por efectos de las condiciones de exposición al oleaje que presenta el lugar de muestreo, pero se observó fuera de los cuadrantes presencia de esta misma fauna hacia profundidades menores.

Por su parte, el ítem de fauna carnívora acompañante se presenta en la figura 32b. Se observa una mayor dispersión en sentido batimétrico, predominando los caracoles, locate (*Thais chocolate*) y estrellas de mar (*Stichaster striatus*)

Asimismo, la figura 33 representa los histogramas de frecuencia numérica de los ítems faunísticos específicos herbívoros y carnívoros más recurrentes en los muestreos de El Lagarto (II región). Las especies de herbívoros predominantes fueron las lapas (*Fissurella spp*) y erizos (*Loxechinus albus* y *Tetrapyqus níger*), sin presencia notable de piure (*Pyura chilensis*), distribuyéndose también entre los 5 y los 15 metros. La mayor concentración se registró a profundidades de 7 a 10 m. Se observó fuera de los cuadrantes presencia de esta misma fauna hacia profundidades menores.



Por su parte, el ítem de fauna carnívora acompañante se presenta en la figura 33b. Se observa una amplia distribución en sentido batimétrico, predominando el locate (*Thais chocolate*) y estrellas de mar (*Stichaster striatus*).

7.2.2 Ciclo de madurez gonadal

En la caracterización de la actividad reproductiva se consideraron indicadores de naturaleza macroscópica y análisis microscópico, mediante la técnica histológica, asumiendo relación entre estos y la manifestación temporal de un determinado estadio gonadal.

Aspectos generales del estudio reproductivo.

Para el estudio reproductivo del loco, en el período de enero a diciembre de 2006, se colectaron 1.700 ejemplares, con un régimen de muestreo mensual o bimensualmente, en el caso en que las condiciones de marejadas imposibilitaron realizar el muestreo, correspondiendo a 900 y 800 ejemplares provenientes de las zonas de libre acceso en la I (sector Pisagua) y II (sector Punta Arenas) Regiones, respectivamente (Tabla 3).

7.2.2.1 Índice gonadosomático

Sector de Pisagua (I Región)

En este sector, las colectas comprendieron los meses de enero, febrero, abril, junio-julio, septiembre-octubre y diciembre (Tabla 20). La estructura de tamaños para el estudio reproductivo correspondió a ejemplares de 1 a 11,8 cm de longitud máxima del peristoma. En machos, la amplitud fue de 2 a 11,5 cm, mientras que las hembras oscilaron de 1 a 11,8 cm de longitud.



Para los ejemplares del sector de Pisagua, la tabla 21 y figura 34 entrega los valores promedios del índice gonadosomático. El comportamiento mensual del índice gonadosomático presentó una tendencia similar para machos y hembras. Un incremento, con los valores más altos, en febrero (machos: 18,07; hembras: 15,67), a partir del cual comienza a descender visualizándose el punto más bajo en julio (machos: 8,54; hembras: 8,99). En septiembre se observó un menor repunte para disminuir hacia diciembre.

Sector de Punta Arenas (II Región)

En este sector, las colectas comprendieron los meses de enero, abril, junio y de agosto a diciembre (Tabla 3). La amplitud de tamaños para el estudio reproductivo correspondió a ejemplares de 4,2 a 13,4 cm de longitud máxima del peristoma. En machos, las tallas fluctuaron de 4,2 a 11,9 cm, mientras que las hembras oscilaron de 5,1 a 13,4 cm de longitud.

Los valores promedios del índice gonadosomático, por sexo, se presentan en la tabla 22 y su evolución mensual en la figura 35. La tendencia mensual es similar para machos y hembras. Los valores indican una caída hacia invierno, obteniéndose, en ambos sexos, el punto más bajo en la colecta de junio (machos: 6,43; hembras: 6,66). De agosto a diciembre, después de experimentar un incremento, el indicador se mantiene relativamente estable, visualizándose una leve caída en noviembre.



7. 2.2.2 Análisis cualitativo macroscópico de madurez gonadal

Sector de Pisagua (I Región)

Los resultados de la incidencia porcentual de los diferentes estadios gonadales macroscópicos, por sexo, se entregan en la tabla 23 La evolución mensual se visualiza para machos en la figura 36 y para las hembras en la figura 37.

La tendencia observada en machos y hembras presentó un patrón reproductivo similar. De enero a febrero los especímenes se caracterizaron por un proceso de desarrollo gonadal, con presencia importante de ejemplares en inicio de madurez (I) y en maduración (II), observándose en menor proporción, en el caso de las hembras de enero-febrero y en los machos de febrero, la madurez máxima (III), mientras que en los machos extraídos en enero esta condición de madurez fue predominante.

De abril a junio, se visualiza una sucesión de madurez gonadal, donde la mayoría de los ejemplares, en ambos sexos, alcanzaron la madurez máxima (sobre el 50%), a la vez que disminuyeron los estadios de desarrollo (I y II). También se manifestaron, en menor proporción, individuos con signos de término de emisión de gametos (IV) (menos de 12%).

En julio, la mayor fracción de los ejemplares presentó la condición de regresión o término de emisión de gametos (IV) (machos: 66%; hembras: 63%), observándose, en menor grado, especímenes en estadios de maduración y madurez máxima.

De septiembre a diciembre, si bien se observó, en menor proporción, la condición de madurez máxima y emisión de gametos, este período se caracterizó por un nuevo proceso de maduración gonadal, donde el mayor número de los especímenes se presentaron en madurez inicial y en maduración (estadios I y II) (machos: sobre 58%; hembras: sobre 85%).



Sector Punta Arenas (II Región)

Para este sector, la tabla 24 resume la incidencia porcentual de los diferentes estadios gonadales macroscópicos para machos y hembras. La evolución mensual se visualiza para machos en la figura 38 y para las hembras en la figura 39.

El comportamiento reproductivo fue similar para machos y hembras, observándose en el periodo de enero a abril una alta incidencia de ejemplares en madurez máxima (III), con un mayor aporte en abril (sobre el 50%), concordante con la alta presencia de los estadios de maduración (I y II) en enero. En abril se encontró los primeros signos de regresión (IV), con una baja incidencia en ambos sexos (menos 16%).

La mayor contribución de ejemplares en término de emisión de gametos se presentó en la colecta de finales de junio, los que predominaron sobre la condición de madurez inicial (I) y madurez máxima (III) (machos: 50%; hembras: 57%).

En el período de agosto a diciembre, los estadios más frecuentes correspondieron a los de maduración (I y II) (machos: sobre 46%; hembras: sobre: 72%), indicando un nuevo proceso de desarrollo gonadal, aunque también se encontraron en menor incidencia la condición de madurez máxima (III) y en término de emisión (IV), siendo la contribución mas importante de estos estadios en los machos.

7.2.2.3 Análisis cualitativo histomorfológico gonadal

La gónada se caracteriza por una organización morfofuncional básica de tipo folicular originado por trabéculas que se segmentan al interior del tejido y que contienen el epitelio germinativo.



La evoluci3n mensual de la incidencia de cada estadio gonadal se estableci3 de acuerdo a los cambios morfol3gicos de los fol3culos y al grado de evoluci3n de la l3nea germinal, seg3n los criterios establecidos en la escala de clasificaci3n de estados gonadales propuesta en la metodolog3a. (Ver Fotos 18 a-f; Fotos 19 a-h)

Sector de Pisagua (I Regi3n)

Los resultados de la distribuci3n mensual de los estadios de madurez se resumen en la tabla 25. Las frecuencias porcentuales para los ejemplares machos se expresan en el gr3fico de la figura 40 y para las hembras en el gr3fico de la figura 41. De este an3lisis se desprende que en machos y hembras hay una periodicidad que sigue una tendencia general similar. El periodo de enero a junio, se caracteriz3 por la gran cantidad de ejemplares en madurez m3xima, con un notorio incremento hacia abril-junio (sobre el 55%), en ambos sexos, lo que es consecuente con el aporte de estadios de maduraci3n inicial y avanzada en los meses precedentes.

Si bien, el t3rmino de emisi3n de gametos se manifest3 en una baja proporci3n en los meses anteriores (febrero-junio) (menos del 3%), la mayor contribuci3n de este estadio se produce en julio (machos: 80%; hembras: 27%), siendo el aporte m3s evidente en los machos, mientras que en las hembras se mantiene un porcentaje relativamente importante de g3nadas en madurez m3xima. Tamb3n en este mes se observa, en menor participaci3n, machos y hembras en estados de maduraci3n.

En las colectas de septiembre a diciembre, persisten, en menor fracci3n con porcentajes relativamente similares en ambos sexos, ejemplares con signos de t3rmino de emisi3n de gametos, los que presentan una tendencia hacia el descenso, caracteriz3ndose este periodo por estar mayormente representados, en los machos, el estado de maduraci3n y madurez m3xima, mientras que en las hembras se destaca la condici3n de madurez inicial y



avanzada, indicando el desarrollo de un nuevo proceso de maduraci3n gonadal, el que se manifiesta m1s adelantado en los machos.

Sector Punta Arenas (II Regi3n)

Para los ejemplares de este sector, la tabla 26 muestra los resultados del aporte de los estadios de madurez en el periodo de estudio. En las figuras 42 y 43 se aprecian las secuencias en que se presentan los estadios para machos y hembras, respectivamente, los que siguen un patr3n reproductivo relativamente similar.

En estos ejemplares la madurez m1xima incrementa de enero para alcanzar una notoria participaci3n en abril (machos: 58%; hembras: 56%), a la vez que disminuyen los estadios de maduraci3n (II y III). En abril, el estado de t3rmino de emisi3n de gametos se manifiesta en un bajo n1mero (menos de 15%), siendo m1s evidente en machos.

A finales de junio, la madurez m1xima pr1cticamente esta ausente, con un bajo porcentaje en las hembras, estando los ejemplares representados por estadios de maduraci3n y principalmente por la condici3n de premadurez, indicando, en ambos sexos, un estado de postemisi3n de gametos.

Durante el periodo de agosto a diciembre, en los machos, se aprecia una tendencia a la maduraci3n activa, observ1ndose la presencia en todos los meses de test1culos en madurez m1xima, con porcentajes m1s altos en agosto y noviembre. Esta condici3n es concordante con la coexistencia del estadio de t3rmino de emisi3n de gametos, visualiz1ndose una mayor contribuci3n en el bimestre septiembre-octubre, a partir del cual disminuye hacia diciembre. En las hembras, el periodo se caracteriza, al igual que los machos, por un proceso de desarrollo gonadal, con una mayor representatividad del estadio en maduraci3n y la



presencia, en menor grado, de la condici3n de madurez m3xima. El estadio de t3rmino de postura est3 en un bajo n3mero de ovarios, con un mayor aporte en septiembre.

Del an3lisis de los indicadores reproductivos macrosc3picos y microsc3picos, en los sectores de Pisagua y Punta Arenas, se desprende que los machos y hembras presentan una periodicidad reproductiva con una tendencia similar. En ambos sectores (I y II Regiones), el recurso loco present3 un ciclo de actividad gonadal caracterizado por un activo proceso de desarrollo gonadal, representados por los estadios de maduraci3n, que estuvieron presente pr3cticamente durante todo el per3odo de estudio, con una mayor contribuci3n a inicios de a3o (enero-febrero) y en el segundo semestre (agosto-diciembre), comportamiento que fue m3s evidente en las hembras, reflejando una actividad reproductiva progresiva y de r3pida recuperaci3n. La plena madurez, reflejado por estados avanzados y m3ximos, si bien est3n presentes durante todo el a3o, se manifest3 principalmente de enero a mediados de junio (primer semestre), proceso que se viene gestando del segundo semestre de cada a3o, con un incremento de ejemplares maduros a partir de febrero y una disminuci3n desde finales de junio, con una menor incidencia en julio. Desde agosto a diciembre, la plena madurez estuvo presente en una menor intensidad, conducta que fue m3s evidente en los machos de ambos sectores. La regresi3n gonadal y el per3odo de t3rmino de emisi3n de gametos ocurri3 principalmente desde finales de junio y en julio, visualiz3ndose en una baja incidencia desde enero a abril, condici3n que fue consecuente con el descenso de la plena madurez y con los valores m3s bajos entregados por el 3ndice gonadosom3tico. Esta categor3a gonadal tambi3n se manifest3 durante agosto – septiembre, en menor proporci3n y con una tendencia descendente, lo que fue m3s evidente en los machos. Este an3lisis permite indicar un per3odo de evacuaci3n gam3tica que se centra principalmente en el primer semestre (enero-junio), encontr3ndose en el segundo semestre evacuaci3n en menor intensidad, con un ciclo reproductivo progresivo de r3pida recuperaci3n y desarrollo de un nuevo pulso de la l3nea germinal, durante y despu3s de la finalizaci3n de la emisi3n de los gametos maduros, sin presentar una evidente fase de reposo.



7.2.3 Estimaci3n de la talla de primera madurez

Madurez sexual Sector de Pisagua (I Regi3n)

Para el an3lisis de la madurez sexual se consideraron los muestreos de enero a junio, por presentar este periodo una alta incidencia de individuos con actividad gonadal y en madurez m3xima. Los rangos de tallas considerados segun la disponibilidad de muestras, correspondieron desde el rango de 17 – 24 mm hasta 115 – 122 mm de longitud m3xima peristomal, con un intervalo de talla de 7 mm.

La tabla 27 resume los resultados del grado de evoluci3n histomorfol3gica de la l3nea germinal por rango de tallas. Las figuras 44 y 45 indican la distribuci3n de frecuencia de ejemplares inmaduros y maduros para los diferentes rangos de tallas en machos y hembras, respectivamente.

Desde el rango de 17-24 mm los ejemplares se caracterizaron porque la g3nada ya se encuentra organizada en fol3culos, identific3ndose con tipos celulares troncales o gonias, que representan la inmadurez gonadal y en que no es posible determinar el sexo.

Talla m3nima de madurez sexual individual

El ejemplar macho de menor tama1o que evidenci3 la l3nea germinal completa correspondi3 al rango 38 – 45 mm y midi3 42 mm de longitud m3xima del peristoma, con 29 mm de ancho de la concha y un peso total de 19,5 gramos. El test3culo se caracteriz3 por presentar fol3culos gonadales bien definidos en la condici3n de madurez m3xima, representado por el predominio de espermios.



El ejemplar hembra de menor tamaño que presentó la línea germinal completa correspondió al rango de tamaño 45 – 52 mm y midió 45 mm de longitud máxima del peristoma, con 34 mm de ancho de la concha y un peso total de 27,69 gramos. El ovario se caracterizó por presentar, similar al macho, la condición de madurez máxima, representado por el predominio de ovocitos vitelogénicos maduros libres al interior del folículo.

Madurez sexual de la muestra poblacional

Se considera la talla mínima de madurez sexual de la muestra poblacional, aquella en que el rango de tamaños presentó una incidencia porcentual de ejemplares con línea germinal completa igual o mayor al 50%.

Para los machos y las hembras el tamaño mínimo de madurez sexual de la muestra poblacional correspondió al rango 45-52 mm (Tabla 27; Figuras 44 y 45). Desde el rango de 52 – 59 mm, en ambos sexos, sobre el 75% de los individuos presentaron gónadas con la línea germinal completa.

El ajuste de la función de madurez se grafica para machos y hembras en las figuras 46 y 47, respectivamente. A partir de estos parámetros, con un coeficiente de correlación de 0,987, la estimación de la talla de primera madurez sexual en machos correspondió a 49 mm, mientras que en las hembras, con un coeficiente de correlación de 0,981, la talla media de madurez fue de 54 mm.

Madurez sexual Sector Punta Arenas (II Región)

En este sector, el análisis de la madurez sexual consideró el período de enero a junio, por presentar estos muestreos una alta incidencia de individuos con actividad gonadal y en madurez máxima. Los rangos de tallas considerados según la disponibilidad de muestras,



correspondió, en los machos, desde el rango de 42 – 49 mm hasta 105 – 112 mm de longitud máxima peristomal, mientras que en las hembras, el rango de tamaño abarcó de 51 – 58 mm hasta 121 – 128 mm, agrupándose los especímenes cada 7 mm.

Las tablas 28 y 29 resumen los resultados del grado de evolución histomorfológica de la línea germinal por rango de tallas para machos y hembras, respectivamente. La figura 48 en machos y la figura 49 en hembras, muestran la distribución de frecuencia de ejemplares inmaduros y maduros para los diferentes rangos de tallas.

En este sector, el ejemplar de menor tamaño recolectado (macho) correspondió al rango de 42-49 mm de longitud máxima del peristoma y se caracterizó por presentar la gónada organizada en folículos, identificándose tipos celulares troncales o gonias, espermatoцитos y espermátides tempranas (L.G. I. 3), lo que permitió identificar claramente el sexo.

Talla mínima de madurez sexual individual

El ejemplar macho de menor tamaño que evidenció la línea germinal completa correspondió al rango 63 – 70 mm y midió 67 mm de longitud máxima del peristoma, con 50 mm de ancho de la concha y un peso total de 72,6 gramos. El testículo se caracterizó por presentar folículos gonadales bien definidos en la condición de madurez máxima, representado por el predominio de espermios libres.

El ejemplar hembra de menor tamaño que presentó la línea germinal completa correspondió al rango de tamaño 72 – 79 mm y midió 74 mm de longitud máxima del peristoma, con 61 mm de ancho de la concha y un peso total de 111,09 gramos. El ovario se caracterizó por presentar, similar al macho, la condición de madurez máxima, representado por el predominio de ovocitos vitelogénicos maduros libres al interior del folículo.



Madurez sexual de la muestra poblacional

Se considera la talla m3nima de madurez sexual de la muestra poblacional, aquella en que el rango de tama1os present3 una incidencia porcentual de ejemplares con l3nea germinal completa igual o mayor al 50%.

Para los machos, el tama1o m3nimo de madurez sexual de la muestra poblacional correspondi3 al rango 84-91 mm, con un 93% de ejemplares maduros (Tabla 28; Figura 48). Desde el rango de 91 – 98 mm, el 100% de los individuos se encontr3 maduro sexualmente.

Con respecto a las hembras, el tama1o m3nimo de madurez sexual de la muestra poblacional correspondi3 al rango 93-100 mm, con un 75% de ejemplares maduros (Tabla 29; Figura 49). Desde el rango de 100 – 107 mm, sobre el 94% de los ovarios se encontr3 con l3nea germinal completa.

El ajuste de la funci3n de madurez se grafica para machos y hembras en las figuras 50 y 51, respectivamente. A partir de estos par3metros, con un coeficiente de correlaci3n de 0,997, la estimaci3n de la talla de primera madurez sexual en machos correspondi3 a 84 mm, mientras que en las hembras, con un coeficiente de correlaci3n de 0,998, la talla media de madurez fue de 95 mm.

Estos estimados de talla de primera madurez sexual en el sector de Punta Arenas, en ambos sexos, estuvieron muy por encima de los valores indicados para machos y hembras del sector de Pisagua, lo que es concordante con las diferencias encontradas en el tama1o m3nimo individual de macho y hembra con l3nea germinal completa y con la estructura de longitud poblacional observada en ambas localidades.



7.3 Objetivo 3. Estimar la mortalidad y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones.

Las estimaciones de los parámetros de mortalidad natural y talla crítica utilizaron como entrada los parámetros de crecimiento de la función de von Bertalanffy obtenidos a partir del ajuste de los datos de lectura de anillos. La estimación de la varianza de dichos parámetros se efectuó a partir de la estimación del error de los parámetros de crecimiento, mediante evaluación analítica, tal como se mencionó en el capítulo de metodología.

7.3.1 Parámetros de entrada

a) Estructuras de talla poblacional

Las estructuras de talla poblacional del loco se obtuvieron en muestreos mensuales entre enero y diciembre de 2006, en las localidades de Pisagua, I región y Punta Arenas, II región. Los histogramas correspondientes se presentan en la figura 52 para Pisagua y la figura 53 para Punta Arenas.

En el caso de Pisagua se pudo apreciar la carencia prácticamente total de ejemplares sobre la talla comercial (10 cm), especialmente en abril. Mientras que la estructura en Punta Arenas estuvo mejor representada por este grupo. La información que se derivada de las estructura de talla poblacional y que es usada en la estimación de la mortalidad natural y talla crítica dice relación con la identificación de los individuos más longevos en cada zona de muestreo. Para Pisagua, la talla promedio de los ejemplares más grandes de todas las muestras mensuales fue de $11,0 \pm 0,50$ cm (media \pm EE95%), mientras que para Punta Arenas (II región) la talla media fue de $11,7 \pm 0,66$ cm (media \pm EE95%). Sin embargo, dado que estas poblaciones son explotadas no es factible contar siempre con los ejemplares más grandes y por ende, más longevos. Para salvar este problema, el método de Alagaraja propone estimar



una longevidad aproximada, calculando una talla que se aproxime en un 95% a la longitud asint3tica (L_{oo}). As3, la talla de 95% del L_{oo} para Pisagua se estim3 en 12,9 cm y para Punta Arenas en 11,3 cm.

b) Par3metros de crecimiento

Los resultados del an3lisis de crecimiento, obtenidos a partir de los datos de lectura de anillos, desplazamientos modales de la talla poblacional y los datos de marcaje y recaptura, ajustados para dos modelos de crecimiento cl3sicos (von Bertalanffy y Gompertz) mediante diferentes m3todos corresponden a los datos de entradas para la estimaci3n de la tasa de mortalidad natural y la correspondiente talla cr3tica. Dichos par3metros se presentan en la tabla 30.

De acuerdo al an3lisis de los par3metros de crecimiento, se estim3 recomendable usar los par3metros del m3todo de lectura de anillos, por ser un m3todo directo de estimaci3n de edad y que permiti3 obtener estimaciones de error de los par3metros, los cuales fueron usados para calcular la varianza anal3tica de la tasa de mortalidad natural y de la talla cr3tica. Junto con esto, el modelo de von Bertalanffy proporcion3 par3metros menos variables entre las dos regiones. En consecuencia, los par3metros usados en las estimaciones de la tasa de mortalidad natural y la talla cr3tica para cada regi3n fueron los que presentan en la tabla.31.

c) Relaci3n Talla – peso

La determinaci3n de la mortalidad natural y talla cr3tica, tambi3n requiere de la estimaci3n de los par3metros de la relaci3n talla – peso. Las estimaciones de los par3metros “a” y “b” de dicha relaci3n se presentan en la tabla 32 y sus gr3ficos se presentan en figura 54.



7.3.2 Tasa de mortalidad

Las tasa de mortalidad instantáneas y absolutas fueron calculadas sobre la base de los parámetros de crecimiento, coeficientes de la relación longitud-peso y talla de los ejemplares más grandes de las muestras poblacionales que se registraron en este estudio. Con estos parámetros se procedió a estimar, las tasas de mortalidad mediante dos métodos posibles: i) Método de Taylor y ii) Método de Alagaraja.

Método de Taylor

El método de Taylor es un procedimiento bioanalógico que permite estimar la tasa instantánea de mortalidad natural, que usa los parámetros de crecimiento “k” y “to”, como se explicó en la metodología. Los valores de entrada para este método se resumen en la tabla.33.

Luego, para un mismo set de parámetros de crecimiento se obtuvo un mismo set de parámetros de mortalidad natural estimados con la ecuación (24) y su correspondiente estimación de varianza, obtenida con la ecuación (25). Los valores estimados por el método de Taylor se presentan en la tabla 34 y figura 55.

La tasa de mortalidad natural (M) se estimó en $M = 0,26$ para el sector de Pisagua y en $M = 0,29$ para Punta Arenas (II región), lo cual equivale a una tasa absoluta anual de mortalidad natural de 23% y 25%, respectivamente. Esta tasa indica la proporción o fracción de la población de locos removida anualmente por causas naturales.

Por su parte, la varianza de la estimación de M fue mayor para la tasa de mortalidad estimada para la I región con un coeficiente de variación de 31%, mientras que la estimada



para la II región proporcionó un coeficiente de variación de 6%. Lo cual refleja la mejor precisión de los datos de crecimiento obtenidos de la lectura de anillo para los locos de la II región.

Método de Alagaraja

Este método de estimación de la tasa de mortalidad natural se basa en conocer la longevidad media de la población analizada. Esto significa tener una estimación de la edad promedio de los ejemplares más viejos (o más grandes, aunque no existe una relación lineal entre ambas variables).

En la tabla 35 y figura 55 se presentan los parámetros de entrada para la aplicación del método de Alagaraja. Con estos parámetros se estimó la edad de longevidad media a partir de los valores de talla máxima encontrados en las poblaciones analizadas.

En la tabla 36 se presentan los parámetros estimados de longevidad y tasa de mortalidad natural para el recurso loco estimados por el método de Alagaraja.

En este caso los parámetros de longevidad, estimados a partir de las tallas máximas encontradas en los muestreos de talla poblacional de las localidades de Pisagua y Punta Arenas, generaron valores de tasas de mortalidad natural altas, en comparación a los valores obtenidos con el método anterior. Esto debido a que las estructuras de talla provienen de poblaciones donde las tallas comerciales son escasas, particularmente en el caso de Pisagua, lo cual tiene directa influencia en la falta de ejemplares con longevidades poblacionales máximas. Podría interpretarse a estos valores, también, como la expresión de una población natural cuya tasa de crecimiento es mayor a las poblaciones del sur del país. El método de Alagaraja es determinístico y no proporciona estimaciones de varianza.



7.3.3 Talla crítica

La talla crítica representa la talla a la cual una cohorte de ejemplares alcanza un peso máximo. En este punto, la tasa de explotación debe proporcionar a la captura el mayor peso vivo (biomasa) y se recomendable aplicarla cuando dicha biomasa genera el mayor valor a la pesquería. Por debajo o por sobre dicha talla no se optimiza la producción.

De acuerdo a la metodología, los valores estimados de talla y edad crítica provienen de las estimaciones de parámetros de la mortalidad natural estimados con los métodos de Taylor y Alagaraja, usando los parámetros de crecimiento estimados por el método de lectura de anillos, considerado el más adecuado y ajustado al modelo de crecimiento de von Bertalanffy y los parámetros gravimétricos correspondientes a cada localidad en ambas regiones.

La tabla 37 sintetiza los parámetros de entrada para la estimación de la talla crítica (L_c) y edad crítica (t_c) correspondientes a las localidades de Pisagua en la I región y Punta Arenas en la II región.

Las estimaciones de la talla crítica (L_c) y edad crítica (t_c) se presentan en la tabla 38 y figura 56. Las estimaciones de edad y talla crítica fueron sistemáticamente mayores con el uso de los parámetros de mortalidad natural estimados con el modelo de Taylor que con el modelo de Alagaraja, dado que los valores de crecimiento y mortalidad natural fueron menores, lo cual implica que a la cohorte le toma un mayor tiempo para alcanzar la talla y edad de máxima biomasa.

La talla crítica fluctuó entre los 70,8 mm y 98,8 mm y la edad crítica entre los 2,3 años y los 4,9 años.



7.4 Objetivo 4. Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización.

El presente capítulo da cuenta de las actividades que se desarrollaron durante el período en que se ejecutó el proyecto, permitiendo elaborar un diagnóstico del desempeño de las áreas de manejo que poseen al recurso loco como especie principal. Por otra parte se entrega una caracterización cuantitativa de los agentes que componen la fuerza laboral de estas áreas en la I y II Regiones y una descripción general de la comercialización, tanto en el mercado formal como en el informal.

7.4.1 Diagnóstico Preliminar de la Pesquería:

Evolución de la Pesquería

Nacional

El desembarque del recurso durante el período 1997 – 2005, se inicia con un ajuste en el cambio de modalidad de administración, pasando de la asignación de cuotas individuales a la actualmente vigente, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Esta situación es probablemente la causante del descenso en los desembarques hasta el 2001, año en que se comienzan a consolidar las AMERB en el país, aumentando los registros de extracción del recurso, hecho que se ve reflejado en un incremento en los desembarques hasta el 2004 (Figura 57). El aporte a estos desembarques proviene principalmente de las regiones X y IV, teniendo la I y II Regiones una participación que no alcanza al 5% (Figura 58). En lo que respecta a la variación intranual de los desembarques, el análisis del promedio mensual del período indica que éstos se efectúan principalmente en el segundo semestre de cada año, entre los meses de agosto a enero, respetando la veda biológica establecida (Figura 59).



I y II Regi3n

En la I y II Regiones la pesquería del recurso loco ha seguido la misma tendencia que ha mostrado la pesquería a nivel nacional. De esta manera, su participaci3n en los desembarques, alcanz3 su m3xima expresi3n en 1980, con un 39% del total nacional (24.856 t). Sin embargo, en los a3os posteriores, aproximadamente desde 1984 al 2002, el aporte fue marginal, alcanzando en promedio el 3,5% del total desembarcado.

Entre 1993 y 1997 la extracci3n del recurso a nivel zonal (I y II Regiones) se autoriz3 mediante la asignaci3n de cuotas individuales transferibles, medida que se extendi3 un a3o m3s para la II Regi3n. A partir de 1997 y hasta el 2001, la I Regi3n no registr3 desembarques, producto de un periódo de ajuste a la nueva medida de administraci3n en que se comienzan a tramitar las primeras AMERB, las que a partir del 2002 inician un despegue que se materializa con un incremento en los desembarques, los que alcanzan su valor m3ximo en el 2003 con alrededor de 150 t. Posteriormente, en el 2005 experimentan una disminuci3n. En tanto la II Regi3n entre 1997 y 1998 registra desembarque encasillados bajo la medida de administraci3n anterior, posteriormente, al igual que la I Regi3n, no registra desembarques entre 1999 y 2000 por el ajuste a las AMERB, sin embargo, en el 2003 los desembarques se incrementan por sobre las 100 t (Figura 60).

AMERB

Con el establecimiento de la nueva medida de administraci3n, se da inicio a una nueva etapa en la historia de la explotaci3n del recurso loco, activ3ndose un proceso de solicitudes de 3reas a nivel nacional, que hasta el día de hoy no para. La raz3n de este r3pido incremento en el desarrollo de esta nueva medida de administraci3n, obedece a que el recurso loco es pieza fundamental en el desarrollo de éstas, ya que es la única ventana para que las organizaciones de pescadores artesanales del país tengan acceso a él. De esta manera la medida adquiere un impulso y significativa relevancia a nivel del sector artesanal, la que hasta hoy día se viene perfeccionando.



AMERB I Región

A nivel regional, las áreas de manejo comienzan a implementarse a mediados de 1997 en Arica y Chanavayita (primera AMERB en Chile). Durante el período 2000-2005 los desembarques del recurso loco han provenído, según estadísticas oficiales, de alrededor de 12 caletas, destacando en orden de importancia, las AMERB de caleta Chanavaya, Río Seco, San Marcos, Chipana y Chanavayita, las que aportan en mayor porcentaje al desembarque del recurso en la región (Figura 61). La implementación de esta medida de administración ha permitido recabar mayor información del recurso como la estimación de su biomasa. Esta por una cuestión lógica se va incrementando con el número de áreas en operación, pero si se cuenta con una data, que pese a no tener toda la costa de la región bajo este régimen, en el 2005 se estimó una biomasa por sobre los 1,4 millones de toneladas (Figura 62). Dentro de las AMERB en operación durante el período, las estimaciones de densidad registraron valores más o menos parejo, destacando nuevamente caleta Chanavaya con el valor más alto (Figura 63). Respecto a las cosechas, se puede plantear que la región a cumplido casi en forma íntegra la cuota autorizada, lo que habla bien de las cuotas estimadas y propuestas a las organizaciones en los ESBAS y Seguimientos (Figura 64).

AMERB II Región

En la II Región, la información disponible indica que durante el período 2000-2005 el mayor aporte al desembarque de recurso proviene principalmente de las caletas Punta Arenas, Punta Atala y Mejillones, las que destacan por sobre las demás caletas que poseen AMERB en operación y que han incorporado al recurso loco como especie principal (Figura 61). Respecto a las estimaciones de biomasa, estas varían en forma proporcional al número de áreas en operación y han registrado valores muy similares a los obtenidos en la I Región, con su máxima expresión en el 2004 y cerca de 1,4 millones de toneladas en 10 áreas (Figura 65). Los valores de densidad promedio en las AMERB de la Región presentaron valores muy parejos, a



excepci3n de Punta Sur de Taltal, la que se escapa significativamente del resto con un registro de 6 ejemplares por metro cuadrado (Figura 66). Por su parte, las cifras de cosecha versus cuota autorizada muestran bajas cuotas durante los primeros a1os y cero extracci3n. No obstante, en el 2004 pese a la autorizaci3n de una cuota considerable de aproximadamente 1 mill3n quinientos mil ejemplares s3lo se extrajo el 15%. Situaci3n similar al 2005 donde se cosecha s3lo el 12% de la cuota total autorizada (Figura 67). Esta situaci3n deja en evidencia la diferencia que existe en el desarrollo y crecimiento de las AMERB en una y otra regi3n, destacando la I Regi3n con un trabajo m3s constante y organizaciones con un grado de madurez superior al abordar la explotaci3n del recurso loco mediante este instrumento de administraci3n.

Operaci3n de las AMERB I Y II Regiones

Respecto a los rendimientos de las AMERB de la I y II Regi3n, basado en las Capturas por Unidad de Esfuerzo (CPUE), la informaci3n disponible para la I Regi3n, en t3rminos de promedios anuales para todas las 3reas, muestra una tendencia muy pareja, con valores cercanos a los 100 ejemplares por hora de trabajo, a excepci3n del 3ltimo a1o (2006) en que este valor disminuy3. No obstante, esta baja se puede atribuir a que a1n no se cuenta con la informaci3n de todas las 3reas, por lo tanto se estima que la tendencia deber3a mantenerse (Figura 68). Para la II Regi3n la situaci3n es diferente, ya que la informaci3n muestra una tendencia ascendente desde los 100 a los casi 430 ejemplares por hora de trabajo. No obstante, esta informaci3n proviene exclusivamente de dos 3reas (Punta Arenas y Punta Atala), lo que probablemente se estabilizar3a al incorporar al an3lisis a las restantes (Figura 69)

Actualmente en la primera regi3n existen 11 AMERB, en diferentes etapas de desarrollo, las que en el per3odo 2005-2006 han tenido asignaci3n de cuotas del recurso loco (313.584 u) y en su gran mayor3a ya han sido cosechadas (276.068 u). Cabe destacar que del total asignado, se consigna que 3ste se encuentra concentrado principalmente en las caletas de Chipana (18%), Pisagua (6%), San Marcos (25%) y Chanavaya (15.5%) (Fuente: Sernapesca, I



Región) vale decir que sobre el 60% del loco cosechado en la región durante este último período, estará siendo aportado por este grupo de AMERB (Tabla 39), antecedente que le proporciona importancia relativa respecto a las demás áreas y dan mayor sustento para su selección e incorporación en el presente proyecto, como fuente representativa para la descripción de la pesquería.

En la II Región, el estado de situación no es menor, alcanzando a un total de 8 AMERB con asignación de cuota para el período (Fuente: Sernapesca, II Regiones) la mayoría concentrada en el sector de Tocopilla (Tabla 1). El total asignado para este grupo alcanza a las 125.954 unidades, las que serían cosechadas principalmente por las AMERB de Punta Blanca y Punta Campamento, con 26 y 22%, respectivamente. Cabe destacar que en los periodos anteriores, las cosechas correspondieron a las cuotas asignadas a las AMERB de Punta Atala, Punta Arenas y Caleta Constitución, ninguna de las cuales figura aún con asignación de cuota para el período 2005-2006, lo que no quiere decir que después de los respectivos Informes de Seguimiento se proceda a su asignación.

Flota y usuarios

La flota asociada a las AMERB que cuentan con el recurso loco como especie principal, está compuesta básicamente por embarcaciones de madera de hasta 8 metros de eslora, con motor fuera de borda de distinta potencia. En la I Región se cuantifica un total de 233 embarcaciones, las que estarían asociadas a la explotación del recurso y en promedio presentan las siguientes características métricas: 6.61 m de eslora, 1.77 m de manga y 0.72 m de puntal. La fuerza laboral estaría representada por 380 mariscadores, según las categorías establecidas en los registros del Servicio Nacional de Pesca.

En la II Región se registró un total de 248 embarcaciones asociadas a las AMERB que han incorporado al recurso loco como especie principal, la mayoría de madera, también de hasta



8 metros de eslora con motor fuera de borda. Las características métricas en promedio corresponden a las siguientes: 6.56 m de eslora, 1.78 m manga y 0.75 m de puntal. La fuerza laboral la componen 447 mariscadores, asociados a las AMERB.

Producción y mercado

Según la información disponible en Aduana y filtrada por el Instituto de Fomento Pesquero, durante el período 2000-2006, el recurso loco fue procesado bajo cuatro líneas de elaboración: conserva, congelado, deshidratado y fresco refrigerado y las exportaciones estuvieron orientadas principalmente al mercado asiático. La principal línea de elaboración en que se procesó el recurso durante el período consistió básicamente en conserva, cuya producción fue exportada en un 68% al mercado de Taiwán. En segundo término el producto congelado fue otro producto demandado por el mercado taiwanés, exportándose hacia ese país el 44% de la producción seguido de Japón con el 31%. El tercer lugar de las exportaciones, aunque con un aporte marginal respecto a las dos primeras líneas de elaboración, el producto en fresco se exportó principalmente a China y Japón, con un 62 y 34%, respectivamente. Finalmente la línea de elaboración deshidratado, cuya producción se exportó básicamente al mercado chino (88%) (Figura 70). Estas diferencias en las preferencias entre una y otra línea de elaboración, podrían tener su justificación primeramente en el precio que alcanzan cada una por tonelada de producto terminado, donde el orden se invierte y el producto deshidratado alcanza los valores más altos, no así las demás líneas de elaboración donde los precios se estabilizan cerca de los US\$ 20 mil en el caso de la conserva y congelado, y los US\$ 10 mil para fresco refrigerado (Figura 71).

Valor de las Exportaciones

Como ya se ha mencionado en los párrafos precedentes, la línea de elaboración que lidera la producción nacional del recurso loco corresponde a la conserva, no obstante, no es la que



alcanza los mejores precios en el mercado internacional. Durante el período 2000-2006 el 51,6% correspondió producto en conserva y en segundo lugar el congelado con el 48%, por su parte el producto deshidratado y fresco refrigerado representaron menos del 1% (Figura 72). Cuantitativamente, el ingreso de divisas por concepto de exportaciones del recurso en todas sus líneas de elaboración, alcanzó, en el mismo período, los US\$ 70 millones, destacando el 2004 con casi US\$ 16 millones (Figura 73).

7.4.2 Recopilación de información de los usuarios

El desarrollo de la actividad está basado en la recopilación, sistematización y análisis de información de aquellas áreas y organizaciones que se encuentran desarrollando y/o hayan desarrollado actividades extractivas del recurso loco en la I y II región.

Preliminarmente, en la propuesta presentada, se seleccionó a un grupo de AMERB en la I y II Región, como muestra representativa para caracterizar la actividad extractiva del recurso loco al interior de las AMERB y describir el desempeño de esta medida de administración en ambas regiones. Con esta preselección se dio cobertura geográfica al área de estudio definida y a la vez se trabajó con las organizaciones que presentaron mejores indicadores y constancia en el trabajo de áreas con recurso loco entre las especies principales de explotación. Considerando las condicionantes anteriores, el trabajo se desarrolló en la zona de estudio, en las áreas identificadas a continuación:

I Región: Pisagua; Chanavaya; San Marcos y Chipana

II Región: Punta Arenas; Caleta Constitución e información proveniente de Caleta Coloso en reemplazo de caleta Punta Atala, ya que esta última, como organización se encuentra desarticulada.



La información que se recopiló, corresponde a la generada en el período de explotación 2001 - 2006.

7.4.3 Definición y Formulación de encuestas

Para realizar el diseño de la encuesta se especificó previamente la población objetivo, para lo cual se aplicó el siguiente criterio:

El grupo objetivo principal corresponde a los pescadores artesanales (en todas sus categorías) que se encuentren asociados a organizaciones legalmente constituidas, que cuenten a la fecha, con áreas de manejo en etapa de plan de manejo aprobado y con el recurso loco incorporado dentro de sus especies principales. Universo de aplicación, a lo menos el 10% de la población, considerando el tiempo de aplicación, los recursos involucrados y la disponibilidad de los pescadores para aceptar o rechazar el cuestionario. En este sentido, es necesario destacar que el tamaño muestral se definió en base a criterios de carácter presupuestario, factibilidad de tiempo/disponibilidad del grupo objetivo y nivel de agregación con que se desea la información (Ortúzar, 1994)

Un grupo secundario de análisis, correspondió al compuesto por a las organizaciones de pescadores usuarias de la medida área de manejo en ambas regiones, centralizadas en cada una de las localidades geográficas que la componen (Caleta). Universo de aplicación, todas las organizaciones seleccionadas

Un tercer grupo de estudio, donde se involucró a todos los agentes compradores del recurso loco, que a la fecha operan y/o han operado con dicho recurso en las Regiones I y II. El universo de aplicación, estuvo compuesto por todos los agentes que tuviesen vínculo comercial con las AMERB seleccionadas y predisposición a ser entrevistados.



La informaci3n especificada en el p3rrafo anterior, se captur3 con la aplicaci3n de los siguientes instrumentos detallados en anexo 7, cuyos objetivos ya fueron planteados en la secci3n metodol3gica:

- Encuesta a los socios de las organizaciones
- Encuesta a los armadores del sector
- Entrevista a las directivas o Comisiones de AMERB
- Pauta de Entrevista para agentes del canal de distribuci3n

En la tabla 40 se muestra un resumen del n3mero de encuestas realizadas y de cuya aplicaci3n se pudo establecer la siguiente informaci3n:

Las organizaciones tanto en la I como II Regiones, han adquirido cierto grado de madurez al enfrentar la explotaci3n del recurso loco con la medida de administraci3n AMERB. Frente al tema de la comercializaci3n general han debido generar estrategias y capacidad de gesti3n para negociar y condiciones de pago, que por lo general es al contado, sea recurso proveniente del 3rea de manejo o de 3reas hist3ricas. En este crecimiento organizacional les ha servido los diferentes programas de capacitaci3n, transferencia t3cnica y fortalecimiento que han recibido por parte de las diferentes instituciones y el mejoramiento de su entorno laboral en lo que respecta a inversi3n en infraestructura portuaria, la que ha llegado a la mayor3a de las caletas de las regiones estudiadas. La extracci3n de los recursos, independiente de su procedencia (AMERB o A. Hist3ricas) se desarrolla en base a lo que demanda el mercado, no existiendo mayor promoci3n de productos, sino que los compradores son los que se acercan y ofrecen precio por los diferentes recursos que les interesa comprar. En este punto, queda en manos de cada uno de los socios de la organizaci3n la decisi3n de trabajar o no en torno a la oferta planteada, la que por lo general es la 3nica opci3n y los precios extremadamente bajos. En el caso del recurso loco en



particular, la cosa es diferente, teniendo la organizaci3n m1s de una oferta (cartera de clientes) y la posibilidad de seleccionar la mejor.

Dentro de este crecimiento organizacional, tambi3n han tenido que afrontar deberes asociados a las AMERB, como por ejemplo todos los gastos que demanda la mantenci3n de 3stas, vigilancia, gesti3n, pago de estudios de seguimiento, etc., los que en promedio suman alrededor de 2 millones de pesos anuales. Para ello han debido trabajar como verdaderas empresas, manteniendo a socios encargados de la comercializaci3n y gesti3n, vigilancia, control y administraci3n financiera. No obstante, muchas veces estas responsabilidades recaen en los mismos dirigentes de la organizaci3n, quedando la vigilancia del 1rea como el elemento com3n donde por obligaci3n deben participar todos.

En t3rminos de consultas individuales, respecto a su actividad y operaci3n en el 1rea de manejo y lo que significa la explotaci3n del recurso loco se pudo rescatar que en la I Regi3n reconocen en mayor medida (72%) que el esfuerzo aplicado al recurso en cuanto a embarcaciones y n3mero de buzos se ha ido incrementado, frente a un 36% de los entrevistados de la II Regi3n que respondieron afirmativamente la consulta. Respecto a un aumento en el n3mero de horas necesarias para obtener un rendimiento determinado, en relaci3n a a1os anteriores, la respuesta fue afirmativa en la I y II Regiones, con un 89 y 68%, respectivamente. Adem1s, sobre el 90% de los encuestados afirma que el recurso loco no es exclusivo de las AMERB y que tambi3n est1 presente en las 1reas hist3ricas con calibres que van desde peque1o a mediano. Se reconoce la importancia del recurso en las AMERB, ya que sobre 60% de los encuestados en ambas regiones afirma no tener inter3s en un 1rea que no tenga al recurso loco como especie principal. Tambi3n en ambas regiones se reconoce las AMERB como una buena medida de administraci3n, sin embargo al ser consultados respecto a si esta medida es la soluci3n para la pesquer1a, se presentaron diferencias entre una y otra regi3n. La II Regi3n reconoce con un 88% la efectividad de la medida, sin embargo, en la primera un 83% plantea lo contrario. Lo mismo ocurre cuando



son consultados respecto al mejoramiento de ingresos con las AMERB, en la I Región las respuestas están divididas casi en un 50 y 50% para las dos posibles respuestas, mientras que en la II Región la respuesta es categórica, afirmando con un 80% que sus ingresos han mejorado con la administración del área. Finalmente, el 100% de los encuestados afirma que en su área existen semilleros del recurso y que pese al alto porcentaje de pescadores que piensa que la pesquería está en peligro, I Región (44%) y II Región (24%), la gran mayoría señala la pesquería del recurso se mantenido con un 56 y 48%, en la I y II Regiones , respectivamente.

Actividad Extractiva

La actividad se desarrolla principalmente vía buceo semi-autónomo. Para ello, la mayoría de las embarcaciones cuentan con compresor con dos salidas. Las embarcaciones presentan en promedio una antigüedad de 7 años y los motores fuera de borda poseen una potencia promedio de 20 HP. El equipamiento de un buzo promedio consta de 1 a 2 trajes de neoprén de 3/8 a 1/2 pulgada, 2 mascarillas, un regulador, 2 cinturones de plomo, 1 par de aletas y accesorios como arpón, cuchillo, etc. Dentro del equipamiento del buzo, el material que renueva con mayor frecuencia es el traje (cada 6 meses o una vez al año). La inversión total por armador corresponde a un valor promedio de aproximadamente \$ 2.040.000, desagregados en \$ 1.800.000 (bote y equipos) y \$ 240.000 el traje completo. En términos operativos, las embarcaciones trabajan preferentemente en jornadas diarias, zarpando en promedio entre las 08 y 09 AM horas hacia procedencias ubicadas en zonas cercanas a la caleta, 30 a 60 minutos de navegación aproximadamente, donde desarrollan jornadas de trabajo (buceo) de entre 3 y 5 horas, para retornar y recalar en su caleta base por lo general entre las 14 y 19 horas. La variabilidad en los tiempos de operación obedece principalmente a las condiciones de tiempo y/o los compromisos establecidos previo al zarpe (encargos previamente tratados con comercialmente). Los costos en combustible y aceite por salida variarán en función de la zona y los tiempos de operación, no obstante se puede establecer



que la media de las embarcaciones invierte por salida alrededor de \$ 9.000, más lo que se requiere para el compresor (\$ 3.000). Por lo general, no hay gastos adicionales en víveres u otros accesorios. Cabe destacar que descontados los gastos de operación, la ganancia de la jornada de trabajo se divide entres partes iguales, las que van al dueño del material, asistente y buzo. Excepcionalmente en algunos casos el reparto es 50/50, buzo y asistente.

Al ser consultados los usuarios de la I y II Regiones, sobre la actividad que ellos desarrollan, se pudo obtener en términos generales lo siguiente: En promedio, poseen una experiencia en el área que va de los 19 a 26 años. El trabajo se desarrolla en forma individual, vale decir cada bote con su tripulación busca sus zonas de pesca, donde opera sin estar asociado a otras embarcaciones. Del mismo modo en la caleta, se transa individualmente los diferentes productos con los intermediarios.

En el tiempo que llevan asociado a la actividad pesquera, la mayoría reconoce que el número de embarcaciones y buzos en la actividad, se ha incrementado significativamente, además cada vez es más difícil poder mantener el rendimiento en la extracción, producto de lo cual han debido moverse a zonas más alejadas de su caleta base, aumentando el tiempo de operación (buceo) y los costos para lograr volúmenes interesantes desde el punto de vista comercial.

7.4.4 Comercialización

Este proceso se inicia con las ofertas que los compradores, generalmente de otras regiones como la IV y X, hacen llegar a las organizaciones que están con sus estudios de seguimiento aprobados y cuota asignada. Este proceso al menos en la I Región, es canalizado a través de la Federación de Pescadores Artesanales (la que cuenta con un profesional a cargo del tema), recibiendo ésta la mayoría de las oportunidades de negocio por concepto de venta del recurso loco proveniente de las AMERB. Las ofertas consisten en tablas de precios por



rendimiento (ejemplares por kilo) (Tabla 41), las que poseen un factor inversamente proporcional, vale decir, el mayor rendimiento es el que se obtiene con un menor n3mero de ejemplares por kilo y obviamente el mejor precio. Al respecto, cabe destacar que en la zona norte el rendimiento m3s frecuente es el 10-12 (10 a 12 ejemplares por kilo). Una vez que la Federaci3n ha recibido todas las ofertas, entrega los antecedentes a las organizaciones base para que negocien directamente y seleccionen la m3s conveniente. Esta informaci3n tambi3n se hace llegar a algunas organizaciones de la II Regi3n, por lo menos las que lo solicitan y el resto hace su negociaci3n en forma particular.

Una vez que la organizaci3n selecciona una de las ofertas se pone en contacto con el comprador, establecen las condiciones y cierran el negocio. En el 3ltimo a3o, como una manera de cautelar la seriedad del negocio y las condiciones de pago, algunas organizaciones han optado por negociar inicialmente el 50% de la cuota y seg3n los resultados es transada la fracci3n restante. De alguna manera esta simple acci3n le permite a la organizaci3n tener el manejo del negocio, toda vez que existe la posibilidad que en el transcurso de la venta de la primera fracci3n surjan nuevos compradores y con mejores ofertas. En el caso de algunas organizaciones de la II Regi3n, en que se ha tratado exclusivamente con un comprador y no han hecho resguardo de sus intereses, les han cambiado las condiciones de pago en la misma planta lo que ha tra3do como consecuencia, malos negocios y desconfianza, pero sin duda han adquirido experiencia en esta etapa de la actividad productiva.

Con el cierre del negocio, se procede a cosechar el recurso del AMERB y trasladarlo a la planta de proceso que le va a prestar el servicio al comprador. Aqu3, el recurso es desconchado y eviscerado para sacar el rendimiento, el que se estima pesando 200 ejemplares por bandeja, sacando la proporci3n de ejemplares por kilo y procediendo a efectuar el pago. En el caso de las organizaciones de la I Regi3n, se exige, si el recurso es



procesado en otra región, que sea sometido a un tiempo de hidratación, para recuperar el peso que se pierde en el traslado (Figuras 74 y 75).

Una segunda modalidad que existe en la comercialización del recurso, es la venta directa en playa, donde se ofrece un precio por unidad, obviándose todo el proceso señalado anteriormente. Esta modalidad permite al comprador asegurar el negocio cuando la oferta es tentativa para el pescador, y éste último asegura un precio fijo independiente del rendimiento.

Comercio Informal

La descripción de este sistema productivo informal, se basó en la recopilación de información y establecimiento de contactos, como una manera orientar las actividades en un sentido lógico, para que la investigación permitiera entregar una descripción más acotada de esta atípica componente de la pesquería. En este sentido y de acuerdo al trabajo que se desarrolló en las caletas, se pudo establecer, que sobre el 95% de los pescadores, reconoce que debido a la importancia económica de algunos recursos bentónicos, son comercializados incluso en períodos de veda y específicamente en el caso del loco, éste se extrae clandestinamente y sin restricción de tallas, durante todo el año.

Pese a que existen mecanismos de fiscalización y control por parte de la Armada, Carabineros y Servicio Nacional de Pesca, el contrabando no se detiene y al contrario de lo que se puede pensar, éste sigue en aumento. Al igual que el comercio formal, éste requiere de una componente compradora (quien hace la oferta), una componente vendedora y otra encargada de transportar el recurso hacia el destino final.

La información obtenida tanto en la I como II regiones, deja de manifiesto que el comercio ilegal involucra incluso a gran parte de la masa laboral que opera legalmente en las distintas caletas de la zona norte. La argumentación principal, radica en los bajos precios que



alcanzan los dem1s recursos, situaci3n que es aprovechada por comerciantes inescrupulosos que en forma indiscriminada ofrecen precios atractivos por el recurso, independiente del tama1o, sobre todo en per1odos complicados para los pescadores como vedas y fechas importantes desde el punto de vista social. De esta extracci3n ilegal, una peque1a fracci3n es derivada al consumo interno y es comercializada en las cercan1as de las caletas urbanas, alrededor de los mercados y distribuido en forma directa a la poblaci3n por comerciantes espont1neos que trasladan el producto en carretillas. No obstante, la mayor fracci3n de este comercio ilegal es destinado al mercado peruano (Fotos 20 y 21) (ciudad de Tacna) a trav1s de dos v1as principales: por mar y por tierra. Por mar el traslado se efect1a en embarcaciones equipadas 1nicamente con radio y un motor fuera de borda de alta potencia. Estas embarcaciones en algunos casos salen cargadas desde un punto de origen definido, que es donde se ha estado acopiando y preparando el recurso para su traslado (desconchado y eviscerado) y en otras ocasiones procede a hacer escala en los distintos puntos en que debe hacer retiro, siendo monitoreada y dirigida por tierra por medio de comunicaci3n radial. Estas embarcaciones ingresan al Per1 en la madrugada o el atardecer, navegando a una distancia de la costa que les permita quedar fuera del alcance de la vigilancia que existe en los puestos fronterizos instalados en tierra. Cruzando la frontera, son esperados por los compradores.

Por tierra, seg1n informaci3n proporcionada, el traslado se hace en veh1culos de transporte climatizados, que ocultan el recurso entre la mercader1a, doble fondo, o incluso en contenedores que trasladan gran cantidad de bandejas con alg1n otro recurso pesquero que va con toda su documentaci3n legal. La otra modalidad, aunque en menor escala, pero si muy significativo cuando la actividad se masifica, es a trav1s de veh1culos menores, los que est1n acondicionados con compartimientos en distintas partes de la carrocer1a, lo que les permite llevar y traer mercader1as en forma ilegal. Todo este movimiento se hace a trav1s del paso fronterizo Chacalluta en Chile y Santa Rosa por el Per1. No obstante esta v1a, en los 1ltimos meses se pudo intervenir un cargamento de loco que pretend1a ingresar al Per1



desde Bolivia, a trav3s del Hito N3 71, lo que estar3a dando se3ales de nuevas v3as de acceso a este mercado informal (Figura 76).

Ya en territorio peruano el recurso es trasladado a las plantas procesadoras de la ciudad de Tacna o si hay problemas, tambi3n est3 la alternativa de entregar el producto al conocido como "Mercado Mayorista Grau". En orden de importancia, las principales plantas procesadoras de recursos hidrobiol3gicos corresponden a Alimentos Jurado S.A (Foto 22), Productos Perla del Pac3fico S.A. y Atl3ntico Fish S.R.L. (Tabla 42). Pese a que el Gobierno Peruano, a trav3s del Ministerio de la Producci3n PRODUCE, espec3ficamente la Direcci3n Regional de la Producci3n, hace esfuerzos por mantener registros estad3sticos de los desembarques de recursos pesqueros y reconociendo que en particular el "loco" ("chanque" en el Per3) se distribuye s3lo en la zona sur, resultan evidentes las diferencias que existen a nivel regional de las cantidades desembarcadas con las procesadas (Tabla 43). Estas diferencias han tratado de ser justificadas, argumentando, por parte de las plantas, que el excedente proviene de zonas ubicadas al norte y que probablemente no hayan sido registradas en las estad3sticas oficiales, lo que ha sido descartado en base al argumento de la distribuci3n natural del recurso. No obstante, y pese a la clara evidencia, aparentemente existe flexibilidad en lo que respecta a certificaci3n de origen, as3 como tambi3n la fiscalizaci3n y control de las plantas procesadoras. En t3rminos pr3cticos y considerando que las actividades del presente objetivo est3n orientadas a describir la actividad operacional, se plantea que las diferencias asociadas a la producci3n de "loco" en las plantas de Tacna, pueden ser atribuibles al ingreso ilegal desde Chile.

Otro factor importante de destacar, es el relacionado con las l3neas de elaboraci3n de Chile y Per3. En ambos pa3ses predomina la conserva como principal producto terminado. No obstante, la diferencia radica en el formato ya que la conserva chilena contiene unidades enteras y en el caso peruano el recurso envasado es picado (Foto 23). Aparentemente este es el factor y elemento principal en esta cadena de comercializaci3n informal, ya que los



productores peruanos no consideran el tama1o del recurso como elemento discriminador. Por otra parte, el Mercado Mayorista Grau tampoco pone atenci3n al tama1o del recurso que recibe, porque tambi3n lo comercializa picado y mezclado con otros recursos (Foto 24).

En consecuencia, mientras exista este mercado, el contrabando dif3cilmente va a poder controlarse, lo que amerita un an3lisis cr3tico de las actuales medidas administrativas, tomando en consideraci3n la aplicaci3n de nuevas estrategias de manejo para el recurso, de lo contrario se expone a la pesquer3a a una sobreexplotaci3n por reclutamiento, debilitando a la vez la mantenci3n de las 3reas de manejo, las que en gran medida podr3an estar siendo repobladas por larvas provenientes de zonas hist3ricas.

7.5. Taller de difusi3n de resultados preliminares

Durante el taller realizado en enero del presente a1o en la ciudad de Iquique, se discutieron los resultados preliminares del proyecto y se establecieron nexos con los pescadores que permitieron incorporar el conocimiento local de usuarios, y consensuar visiones en cuanto a la situaci3n del recurso loco en la I y II Regi3n. De acuerdo a las conversaciones sostenidas con los pescadores en el Taller, 3stos indican que el recurso loco, presentaría crecimiento diferenciales de acuerdo a cada localidad, caracterizándose por presentar un menor crecimiento en comparaci3n a la zona sur del pa3s. Esto se vería apoyado por la baja proporci3n de ejemplares sobre la talla m3nima legal de 10 cm. que encuentran en sus 3reas de pesca. De acuerdo a los resultados del proyecto, el recurso loco presentaría un r3pido crecimiento en una primera etapa, alcanzando los 8 cm. entre los 2 y 3 a1os, sin embargo, para alcanzar la talla comercial debieran transcurrir entre 4 y 6 a1os. Estos avalaría lo indicado por los pescadores en el sentido que los locos demoran mucho o sencillamente no alcanzan a alcanzar la talla de 10 cm, y en sus 3reas de manejo el loco se vuelve "viejo" sin poder cosecharlo. Por otra parte, los pescadores indican que los rendimientos en carne del loco de talla 8,5 a 9 cm ser3a igual al loco de una talla de 10 cm,



ya que la detención del crecimiento es solo en la concha y no en el pié, el cual sigue engordando.

Por otra parte, las poblaciones de loco presentarían crecimientos mayores en sectores donde existe una mayor oferta alimenticia, lo cual explicaría las diferencias en los rendimientos en carne del recurso, en especial para la localidad de la II Región.

Los pescadores manifestaron que el recurso loco en los sectores de acceso libres se encuentra sobreexplotados, ya que a pesar de la veda extractiva se continúa con una actividad ilegal de extracción, en la cual no se respetaría la talla legal, y donde las modas en las capturas estarían entre los 7 a 8 cm.

Con la finalidad de incorporar la percepción de los pescadores, en un eventual plan de manejo para el recurso loco en la I y II Regiones asociado a disminuir la talla mínima, éstos señalan que las estructuras de talla poblacionales del loco en general, presentan una baja proporción de individuos sobre la talla mínima, situación que sería características de la zona norte.

Otro punto que motivó a la audiencia estuvo referido a la actividad informal que existe en torno al recurso. Se puso en abierta discusión la efectividad del control y fiscalización desarrollados por las autoridades pesqueras, así como también el cuestionamiento de mantener inamovible la medida de administración considerada como veda extractiva para las zonas de libre acceso o zonas históricas, la que a juicio de los pescadores favorece la existencia del mercado informal. Al respecto y considerando que el esfuerzo aplicado al recurso en forma ilegal, muchas veces es también ejercido por los propios usuarios de Áreas de Manejo que lo explotan legalmente (reconocido por los propios asistentes), se plantea como alternativa, la revisión de esta veda para la zona, considerando que pese a que ésta existe, el recurso igual se extrae y en forma indiscriminada (sin considerar tamaños



m3nimos), siendo el 3nico favorecido, el mercado peruano. La revisi3n considera la posibilidad de abrir, por lo menos una vez en el a3o dicha veda y permitir que quienes est3n con su documentaci3n al d3a puedan explotarlo legalmente, pero respetando el tama3o m3nimo. Seg3n los requirentes, esta alternativa no afectar3a el desarrollo de las AMERB, sino que abrir3a una alternativa en los per3odos de baja actividad producto de la concentraci3n de vedas y ayudaría a mejorar el grado de consciencia de los propios pescadores en el cuidado del recurso, en el sentido de mejorar los precios al comercializar un recurso de mejor calibre. Por otra parte, se explic3 que la extracci3n del recurso loco en forma ilegal e indiscriminada, obedece principalmente a los bajos precios que alcanzan los dem3s recursos, situaci3n que deja muy vulnerables a los pescadores artesanales en el sentido de estar abiertos a ofertas tentativas (precios por ejemplo \$1000-1500 por kilo, independiente del tama3o), sobre todo en per3odos de baja actividad. Al respecto se plantea como una alternativa de soluci3n, el hecho de posicionar mejor los dem3s recursos que explotan en los mercados internacionales, de tal manera de incrementar los precios y hacer menos atractivo el comercio ilegal.

Uno de los aspectos que concit3 mayor discusi3n fueron las diferencias observadas en cuanto a talla de primera madurez entre la I Regi3n, b3sicamente muestras provenientes de caleta Pisagua y la II Regi3n, estimada con ejemplares de caleta Punta Arenas. Representantes de esta 3ltima caleta, manifiestan que si fuera por esa informaci3n, cada a3o les ser3a m3s dif3cil conseguir ejemplares con calibres apropiados para su comercializaci3n, lo que no es as3, y en consecuencia critican la metodolog3a aplicada, la que concentra los muestreos seg3n ellos, en un sitio puntual, solicitando que se revise este punto para que los muestreos para estos estudios puedan efectuarse abarcando un rango m3s amplio de cobertura geogr3fica.

En t3rminos generales, las presentaciones, pese a contener informaci3n bastante t3cnica de las variables y/o estimaciones de par3metros biol3gico-pesqueros, generaron expectativas



positivas respecto de lo que pueda hacer la autoridad administrativa con la pesquería dentro de lo que podría plantearse como Plan de Manejo a Nivel Regional, considerando el reordenamiento administrativo de los Consejos Zonales a Regionales. Por otra parte, se considera que ajustes a la administración de la pesquería del loco en la zona norte, no debería por qué extenderse hacia el resto del país, toda vez que ésta representa un aporte marginal al total nacional (menos del 5%), sino que contribuiría a mejorar el ingreso de divisas por un aumento en los volúmenes de exportación y disminuiría la fuga hacia el mercado peruano.



8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Crecimiento

El proceso de crecimiento constituye un aspecto central en el estudio de la dinámica de poblaciones naturales y parte relevante en la evaluación de stock de recursos pesqueros y su administración. Este proceso puede ser visto desde la perspectiva del conjunto de individuos de la población (crecimiento poblacional) o de un individuo en particular (crecimiento individual). Este último tipo ha sido ampliamente estudiado en moluscos bivalvos, mediante algunos métodos. Defeo *et al.*, 1988 resume, exhaustivamente, diferentes tipos de métodos para estimar el crecimiento individual y proporciona un conjunto de consideraciones metodológicas que, en definitiva, señalan la necesidad de aplicar más de un método, simultáneamente, para obtener parámetros verosímiles de este proceso.

En la determinación de la edad del recurso loco se ha supuesto la formación de un anillo de crecimiento por año de acuerdo a lo informado por Bustos *et al* (1996), quienes establecieron que el anillo hialino se forma en los meses de invierno en la zona sur. De acuerdo a los resultados de este estudio, en la zona norte la formación de anillos tendría una periodicidad anual, cuyas estimaciones son consistentes con los métodos indirectos utilizados

Por otra parte, Stotz (2000), ha realizado estimaciones de crecimiento para el recurso loco a lo largo de Chile, encontrando patrones que se circunscriben a zonas geográficas de gran escala, lo que implicaría que la zona norte de Chile no presentaría una alta variabilidad en el crecimiento del recurso loco. Sus resultados entregan valores para los parámetros de crecimiento promedios para la I y II Regiones de $L_{\infty} = 109$ y $K=0.26$, los cuales estarían dentro del rango observados para las estimaciones realizadas por medio del método de lecturas de anillos utilizando el modelo de von Bertalanffy, en especial para la I Región, donde entregó valores de K de 0.24 y L_{∞} de 118,9 mm. Por su parte, los valores obtenidos a partir de ELEFAN; MIX e incrementales presentan, en general valores más altos del



parámetro Loo y K en comparaci3n al análisis derivado de la lectura de anillos. Se debe tener en consideraci3n que los dos primeros métodos son de tipo indirecto, lo cual hace menos confiable sus resultados, y por otra parte, si bien el análisis de incrementales tiene una alta robustez, la baja tasa de recuperaci3n de ejemplares marcados en el presente estudio, condiciona fuertemente los resultados obtenidos por medio de esta aproximaci3n. Cabe señalar, en general, que los parámetros poblacionales obtenidos de estudios de marcaje y recaptura son altamente dependientes del tamaño de la muestra inicial y de la rigurosidad técnica en la busqueda para la recuperaci3n de los ejemplares marcados. Lo anterior, aunque se cumpla, como fue el caso de este estudio, sigue estando condicionado por el estado del mar, independiente de la época y lugar donde se efectúe. En este sentido y a modo de recomendaci3n se puede indicar que para aumentar las probabilidades de éxito, se requiere realizar el marcaje de una gran cantidad de ejemplares, apoyado con varios buzos para las actividades de reincorporaci3n de los organismos marcados a su hábitat natural, así como también para llevar a cabo las actividades de buceo orientadas a su recaptura.

De acuerdo a lo anterior, el uso de los anillos presentes en la concha del recurso loco, resulta ser la fuente más confiable como indicador directo de talla a la edad del recurso loco. En este sentido Stotz (2000), considera que resulta básico establecer que la variabilidad entre número de anillos y la edad, debe ser menor a la que podría existir entre número de anillos y talla del ejemplar, a fin que tenga sentido el uso de estas estructuras para establecer la edad del ejemplar. Se debe tener presente que las estimaciones de crecimiento por los métodos de análisis realizados, están fuertemente condicionadas a la calidad de informaci3n generada, en este sentido, los aspectos operacionales ha limitado la obtenci3n de mejor calidad, en especial los relativos a las experiencias de marcaje – recaptura.

Los resultados del presente estudio muestran una alta correlaci3n entre las tallas medias asociados al número de anillos de los ejemplares muestreados, lo cual apoyaría la utilidad del método de lecturas de anillos para estimar la edad del recursos loco. Por tanto, las



estimaciones realizadas en el presente estudio son consideradas como una buena aproximación a valores realistas de acuerdo a las fuentes de información y metodologías disponibles.

Comportamiento y parámetros reproductivos

El estudio de agrupamiento reproductivo mostró un patrón claro de agregación durante todo el año en ambas localidades de estudio. En la I región se registró una leve disminución de la agregación a fines de primavera verano, mientras que en la II región la tendencia, aunque también leve, mostró mayores niveles de agregación hacia fines de año. Las dificultades detectadas en los muestreos de primavera, causadas principalmente por el viento, tal como se discutió en el taller de difusión de resultados efectuado en Iquique, impidieron registrar con mayor prolijidad los cuadrantes de muestreo en ambas localidades. Esta situación se dio principalmente en la II región, cuya área de manejo no presenta ningún refugio al oleaje, junto con estar ubicada sobre sectores rocosos expuestos a la superficie en marea baja. En cualquier caso, el comportamiento de agregación también puede depender de las condiciones locales de temperatura y de disponibilidad de alimento, lo cual puede determinar comportamientos espacialmente diferentes a las escalas que representan el litoral de la I y II región.

Las agregaciones reproductivas en moluscos gastrópodos está bien documentada (Castilla, 1976) y en loco estas agrupaciones son fácilmente observables en el submareal, dado que la reproducción ocurre a través de cópula, macho y hembras deben encontrarse. Asimismo, la presencia de postura de cápsulas se observa también en la mayor parte del año, excepto en primavera. Independiente de este comportamiento, el loco tiende a mantenerse más o menos agrupado durante su vida de adulto, en lo que se ha descrito un comportamiento de depredador que caza en conjunto (Castilla op cit). El proceso de agregación reproductiva observada en loco es persistente durante gran parte del año en la I y II región, coincidiendo con lo planteado por Gallardo, 1989.



Respecto al ciclo reproductivo, en el presente estudio el patrón de aparición y distribución de estados gonadales en los ejemplares de ambos sectores configuraron una periodicidad de eventos, que se caracterizó por un proceso gonadal progresivo, de rápida recuperación, sin manifestar un periodo de reposo evidente. Este comportamiento deduce una actividad de desarrollo germinal continuo con la posibilidad de varios ciclos de crecimiento gametogénico y emisión de gametos durante el período reproductivo.

Machos y hembras de ambas localidades mostraron una tendencia similar en la distribución de las frecuencias mensuales de estados que definieron el período de maduración y evacuación gonadal, destacando que el estado de máxima madurez fue más frecuente en los machos que en las hembras, lo que concuerda con lo descrito por Avilés y Lozada (1975), quien caracterizó la recuperación gonadal en machos como de fases rápidas y cortas, hecho que también fundamenta la evacuación durante la mayor parte del año y al que una hembra puede conservar los espermios proveniente de una cópula durante un tiempo de 4-5 meses (Ramorino 1975).

Es importante señalar que en cada muestreo para este recurso y en ambos sexos, se observó una asincronía de estados gonadales, encontrándose en los machos más de un estado bien representado, lo que sería consecuente con su rápida recuperación gonadal. También, fue frecuente en el análisis de aquellos especímenes en regresión gonadal, asociado a la evacuación de sus gametos, la existencia de células germinales que iniciaban una nueva onda de maduración, lo que evidenció la gametogénesis continua y el desarrollo gonadal progresivo en este recurso. Sin embargo, a pesar de la variabilidad intrapoblacional de estados gonadales en los muestreos, la alta frecuencia en la distribución temporal de un determinado estado, que representó la condición poblacional, permitió caracterizar el ciclo reproductivo en esta especie en las dos localidades.



En la determinaci3n del 3ndice gonadosom3tico en gastr3podos, normalmente considera el peso de la g3nada m3s el hepatop3ncreas (complejo g3nada gl3ndula digestiva), debido a la dificultad para separar ambas estructuras las que se encuentran 3ntimamente asociadas. Si bien, Cañas y Schuffeneger (1988), indican como el 3ndice m3s conveniente aquel que no considera el peso del pie como parte del peso de partes blandas totales, en este estudio se prefiri3 aquel 3ndice que si lo incorpora, debido a que su comportamiento fue m3s concordante con las fluctuaciones del ciclo de maduraci3n gonadal, visualiz3ndose una tendencia al descenso en el per3odo de evacuaci3n gam3tica y al incremento durante la maduraci3n, con el valor m3s bajo durante la mayor contribuci3n de ejemplares en regresi3n. No obstante que el IGS reflej3 la tendencia de la actividad gonadal, este 3ndice no es autosuficiente para determinar per3odos de plena madurez y de evacuaci3n gam3tica y debe tomarse como un indicador aproximado de los sucesos fisiol3gicos que ocurren en la g3nada, debido a que un aumento en el peso de las partes blandas no s3lo puede indicar mayor madurez de sus gametos, sino tambi3n a un mayor aumento de las reservas nutricias (Cañas y Schuffeneger, *op. cit.*). En el sector de Pisagua y Punta Arenas, los resultados del estimado mensual del 3ndice gonadosom3tico mostraron una alta similitud entre machos y hembras durante el per3odo de estudio.

El patr3n del ciclo reproductivo anual de la poblaci3n del recurso loco qued3 definido para machos y hembras de ambas localidades, presentando una notable similitud de los indicadores reproductivos en las muestras disponibles de los dos sectores, lo que indic3 una sincron3a en la gestaci3n del proceso reproductivo del recurso loco presente en Pisagua y en Punta Arenas. Este se caracteriz3 por un periodo de maduraci3n gonadal gametog3nica continua que abarc3 gran parte del ańo, con una mayor presencia de esta condici3n en los meses de enero-febrero y principalmente durante agosto a diciembre. La plena madurez, habi3ndose completado el desarrollo de la l3nea germinal, se manifest3 en la mayor3a de los ejemplares en los meses de enero a junio, con un incremento a partir de febrero, aunque fue posible observar individuos en esta condici3n durante todo el ańo, encontr3ndose hembras



maduras en un menor n3mero en las colectas de agosto a diciembre. Sucesivamente, el evento de evacuaci3n y postura en la poblaci3n, que sigui3 una tendencia similar en machos y hembras, se centr3 de enero a mediados de junio, visualiz3ndose a fines de junio y en julio, en forma considerable, el t3rmino del per3odo de emisi3n de gametos, estado que fue concordante con el descenso de la plena madurez y con los valores m3s bajos observado en el 3ndice gonadosm3tico. Durante agosto-diciembre, la menor ocurrencia de la condici3n de m3xima madurez y en regresi3n, indican en este per3odo la existencia de eventos de evacuaci3n de gametos y de c3pula de baja intensidad.

La informaci3n disponible sobre el ciclo reproductivo de esta especie provienen de estudios realizados en distintas localidades y en que se han empleado diversas metodolog3as y criterios en la apreciaci3n de la actividad gonadal, coincidiendo parcialmente entre ellos y con los resultados del presente estudio, los que son v3lidos para los sectores considerados, destacando la importancia de continuarlos en otras localidades, en respuesta a las condiciones abi3ticas y bi3ticas del lugar, as3 como a las caracter3sticas propias de la poblaci3n. Estas discordancias en el comportamiento reproductivo tambi3n han sido visualizadas en investigaciones del locote de diferentes localidades, sugiriendo como factor determinante la alimentaci3n (Andrade *et al.*, 1997). Ramorino (1975) para la zona de Valpara3so se3ala la plena madurez entre diciembre y junio (mayor intensidad febrero-marzo), con un per3odo de m3xima postura entre febrero a mayo y uno de menor importancia en octubre-noviembre, con la mayor3a de la poblaci3n en t3rmino de postura entre junio y julio. Para Coquimbo, Avil3s y Lozada (1975) indicaron la m3xima madurez entre agosto y octubre, con mayores desoves a nivel poblacional desde fines de primavera hasta fines de verano. En la zona norte (I Regi3n), Herrera y Alvial (1983), establecieron para este mur3cido 3pocas reproductivas entre marzo-abril y agosto-diciembre. En caleta Leandro (VIII Regi3n) se han recolectado c3psulas de huevos en verano y primavera, mientras que en Punta Saliente (IV Regi3n) se recolectaron en diciembre, abril, agosto y noviembre (Lozada *et al.*, 1976). A este respecto, Duran y Castilla (1988) indican, a partir de experiencias en



laboratorio, pulsos de oviposturas de mayor intensidad que ocurren de marzo a abril y de agosto a septiembre.

En relación al estimado de la talla mínima de madurez sexual individual y primera madurez poblacional se encontraron marcadas diferencias dependiendo del sector en que se recolectaron los ejemplares. Sin embargo, al interior de la población, los estimados para machos y hembras fueron concordantes, correspondiendo a tamaños relativamente similares.

En el sector de Punta Arenas, el ejemplar macho y hembra maduro (con línea germinal completa) más pequeño presentó una diferencia de 25 mm y 29 mm más grande respecto a su similar de Pisagua, mientras que la expresión de la talla de primera madurez sexual poblacional fue alcanzada en machos y hembras con una diferencia de 35 mm y 41 mm, respectivamente. En ambas zonas, el estimado individual y poblacional fue concordante con la evolución de la línea germinal respecto a los rangos de tamaños visualizados para cada población (I y II Región).

Estas diferencias observadas entre sectores pueden ser atribuibles a condiciones bióticas y abióticas propias del hábitat, que finalmente modulan su conducta biológica y la ontogenia de la población. En el largo plazo pueden, en este sentido, estar influenciadas por la presión pesquera, proceso que deriva en la juvenilización de la población. De esta manera los resultados son válidos para el lugar considerado. Un aspecto importante de destacar fue la desigual estructura de tallas poblacionales, estando los ejemplares de Punta Arenas desfasados hacia tallas mayores, no encontrándose una talla menor a los 42 mm, a pesar del esfuerzo en muestrear en sectores cercanos a la costa para obtener loco de menor tamaño. Además, en esta zona no se visualizaron machos y hembras maduros a una talla menor a los 67 mm y 74 mm, respectivamente.



Si bien, las diferencias encontradas en los estimados de madurez sexual tienen relación y concordancia con la estructura poblacional y la evolución de la línea germinal visualizado en los sectores de Pisagua y Punta Arenas, los resultados en esta última zona presentan las restricciones de la falta de ejemplares bajo los 42 mm, que correspondería a una fracción juvenil inmadura, y al estar el período de plena madurez menos representado (enero-junio), por condiciones de marejadas que imposibilitaron los muestreos de febrero y marzo, en el cual se obtuvo el estimado poblacional.

Estudios que determinaron la talla de primera madurez sexual de este recurso entregan resultados variables los que se asocian al área y metodología aplicada. Herrera y Alvial (1983) indican la talla mínima gonádica individual en 4,9 cm en machos y en 5,3 cm en hembras, mientras que a nivel poblacional se expresa en el rango 5,7 – 6,2 cm para ambos sexos. Para Ancud, Reyes *et al.* (1990) reportan la primera madurez individual para machos en 5,3 cm y en hembras a los 5,7 cm y para la población en el rango de tallas 6,3 – 6,7 cm. Lozada *et al.* (1976) registran para la zona de Coquimbo una talla individual de 6,0 cm. en machos y de 6,3 cm en hembras. Avilés y Lozada (1975) señalan que los ejemplares mayores o iguales a 7,0 cm son sexualmente maduros.

Sobre la base de los resultados del presente estudio, se cree recomendable continuar y extender las investigaciones de este recurso de gran importancia comercial a otras localidades de la región, de tal manera de disponer e incrementar el conocimiento del ciclo reproductivo a lo largo del país. También, en consideración a las marcadas diferencias encontradas en la madurez sexual del loco de Punta Arenas, sería importante ampliar este estudio abocado a confirmar los estimados en el período de plena madurez y con esfuerzos dirigidos a contar con una mejor representatividad de las talla pequeñas.



Mortalidad natural

La figura 55 presenta la sntesis de la estimaci3n de la tasa de mortalidad natural de acuerdo a los dos mtodos usados (Taylor y Alagaraja) en las dos localidades estudiadas de ambas regiones. El mtodo de Taylor sistemticamente proporcion3 menores valores de M y no diferentes significativamente, debido a que la estimaci3n se hace sobre la base de parmetros ms similares estimados con mayor precisi3n que los usados para el mtodo de Alagaraja entre los lugares estudiados, como lo son el coeficiente de crecimiento "k" y el valor de la talla de edad cero "to". Lo anterior sugiere la conveniencia de usar este mtodo como ms adecuado para estimar M. Estos valores de mortalidad derivados de modelo de Taylor, en trminos absolutos, equivalen a tasas anuales de mortalidad de entre 23 % y 25%. Lo cual determina una primera aproximaci3n a una estrategia de manejo recomendada basada en cuotas de extracci3n que no superen el 25% del stock de locos, dentro o fuera de las reas de manejo. A estimaci3n de error de M, en general mostr3 coeficientes menores al 8%, excepto la estimaci3n de M con el mtodo de Taylor efectuado para la I regi3n, dado que la varianza de los parmetros de crecimiento fue un orden de magnitud mayor a los usados para la estimaci3n de M de la II regi3n.

Los valores de mortalidad natural estimados para la I y II regi3n por el mtodo de Taylor ($M = 0,26$ I REGION, $M = 0,29$ II REGION) estn en el rango de valores de M estimados para las regiones vecinas del sur, tal como se muestran en la tabla.44.

Talla y edad crtica

La figura 56 sintetiza la estimaci3n de la Edad y Tala Crtica del loco de acuerdo a los valores estimados para los parmetros de entrada al mtodo de clculo. Los valores de M calculados con el mtodo de Taylor generaron valores de edad crtica y, consecuentemente, de talla crtica mayores a los obtenidos con la aplicaci3n del M proveniente del mtodo de Alagaraja. Los trminos de error, expresados por los coeficientes de variaci3n de la edad crtica fueron menores al 2% en todos los casos. El valor de la edad crtica fluctu3 entre los 2,3 y 4,6 aros,



alcanzado en la I región edades más tardías que en la II región para este parámetro. Esto es concordante con las estimaciones de un crecimiento más rápido en la II región con tasas de mortalidad. Por su parte, la Talla crítica (L_c) sigue el mismo comportamiento de la edad crítica. El valor promedio de la talla crítica estimado con M proveniente del método de Taylor fue mayor que con el calculado con el método de Alagaraja, dando un promedio de 94 mm, en comparación con el valor medio de L_c proveniente del uso del método de Alagaraja y que alcanzó a los 76 mm. Ahora si reconsideran ambas regiones, independiente del método de cálculo, la talla crítica estimada para la I región alcanzó a los 84,8 mm, mientras que para la II región tomó el valor medio de 85,1 mm. Lo anterior, sugiere la conveniencia de revisar a talla mínima legal de 100 mm para el loco de estas dos regiones, dado que probablemente se estaría siendo ineficiente en la explotación de los stocks, al menos el de las áreas de manejo.

A modo general se puede señalar que la información obtenida en el transcurso del proyecto, especialmente referida al crecimiento y gravimetría para alimentar los modelos de mortalidad natural y talla crítica, es la primera que se analiza para este recurso la I y II región, no disponiéndose en la literatura científica de parámetros específicos agregaciones reproductivas, mortalidades naturales y tallas y edad crítica con las cuales establecer comparaciones o complementos. Sin embargo, siendo las primeras estimaciones de estos parámetros de la dinámica población y conociendo el comportamiento espacial de este tipo de recurso, no parece adecuado extrapolarlos a toda la región. Las dificultades de las campañas de muestreo y la persistente estructura especial de las poblaciones sugiere que debe determinarse primero la escala a la cual se debe efectuar el registro de datos para que representen atributos de la dinámica poblacional útiles para ulteriores propósitos de manejo. Es reconocido que las condiciones de micro y meso escala (Orensanz & Jamieson, 1998) son relevantes en la determinación de los procesos poblacionales básicos en este tipo de especies sedentarias, dado que por ser bentónicos sedentarios en su etapa de juvenil y adulto, su dinámica poblacional depende altamente de las condiciones locales de



disponibilidad de alimento, presencia de depredadores, niveles de explotación por parte de la flota, entre los más relevantes.

Actividad operacional y comercial

En términos generales, la pesquería del recurso loco en la zona norte, se encuentra en una etapa de relativa estabilidad, por cuanto su extracción legal se hace en forma controlada y bajo un sustento técnico que permite hacer resguardo de las poblaciones existentes al interior de las áreas de manejo. No obstante, existen diferencias en el desarrollo de la medida de administración y su aplicación a nivel de I y II Regiones. La II Región, pese a que cuando se estableció la medida de administración (AMERB) partió con mucha fuerza, con el tiempo esta situación ha ido cambiando, principalmente por una cuestión de madurez organizacional. Razón por la cual también han enfrentado problemas en la comercialización del recurso, lo que ha gatillado una serie de desconfianza desde las bases hacia sus directivos y también hacia la medida como instrumento de administración. No obstante y pese a que algunas organizaciones se han ido desarticulando, en los últimos dos años han surgido nuevas solicitudes (otras organizaciones) en las que se ha incorporado el recurso loco como especie principal. Por su parte la I Región ha mantenido un comportamiento más estable, manteniéndose en operación la mayoría de las organizaciones que iniciaron este proceso, a las que se han ido sumando otras, lo que habla muy bien del desempeño de éstas y del nivel organizacional que se ha alcanzado.

Sin embargo, si se considera el desarrollo de la pesquería del recurso loco a nivel zonal, no se puede dejar de señalar que ésta, representa menos del 3% del total nacional, reconociéndose en el medio, que la comercialización efectuada corresponde a los saldos que los comerciantes nacionales necesitan para completar los embarques que tienen como destino final principalmente el mercado asiático. Este factor junto con los volúmenes extraídos en las cosechas de las AMERB, parecen ser los fundamentales en el precios que alcanza el recurso en la zona, situación que desmotiva a las organizaciones, considerando



que este recurso es básicamente el que mantienen las áreas. En consecuencia, para el desarrollo de la pesquería en la zona, resulta fundamental para las organizaciones, buscar nuevos socios en el tema de la comercialización y que se considere al recurso en igualdad de condiciones con el resto del país, incentivando de esta manera al esfuerzo por mejorar los rendimientos y conseguir ejemplares de mayor calibre. Por otra parte, es necesario estudiar las medidas de administración aplicadas al recurso tanto en las AMERB como en las áreas históricas, como por ejemplo la aplicación de planes de manejo para el recurso disponible en éstas últimas o como medida general considerar los resultados del presente estudio para bajar la talla mínima de extracción. Estas dos simples medidas, pero con un tremendo efecto sobre la pesquería, ayudarían en gran medida a disminuir la extracción ilegal, toda vez que los propios usuarios han manifestado abiertamente que son ellos mismos los que ejercen un esfuerzo no controlado sobre el recurso y que a pesar de tener consciencia del daño que causan, aducen que la necesidad es mayor.

Respecto a la comercialización informal, se puede plantear que ésta obedece principalmente a un tema de administración nacional y a la existencia de un mercado legal existente al otro lado de la frontera. Cabe indicar, que dicho mercado no restringe su accionar al tamaño del recurso, debido a que la principal línea de elaboración corresponde a conserva y en formato tipo picado. Esta situación propicia la participación de comerciantes que ven en esta pesquería, en su componente informal, la generación de nuevos negocios. En consecuencia, mientras exista este mercado, la extracción y comercialización ilegal del recurso se verá favorecida. No obstante, si se mejora el precio en las áreas de manejo de la zona norte, además de aumentar el volumen de oferta con la extracción controlada desde las zonas de libre acceso, es probable que se produzca un cambio que además ayudaría a reencausar recursos económicos que se están perdiendo producto de una fuga de materia prima que se está procesando y exportando desde el Perú.



9. CONCLUSIONES

Las conclusiones surgidas del presente proyecto son las siguientes:

Crecimiento

- Los resultados del presente estudio muestran una alta correlaci3n entre las tallas medias asociadas al n3mero de anillos de los ejemplares muestreados, lo cual apoyaría la utilidad del método de lecturas de anillos para estimar la edad del recurso loco.
- Los diversos métodos de estimaci3n utilizados entregaron funciones de crecimiento que resultan consistentes con las estimaciones de talla a la edad obtenidas por medio del método de lectura de anillos. Por tanto, las estimaciones realizadas en el presente estudio son consideradas como una buena aproximaci3n a valores realistas de acuerdo a las fuentes de informaci3n y metodologías disponibles.
- Entre los modelos de crecimiento evaluados para las estimaciones a partir de lectura de anillos; Gompertz y Von Bertalanffy ambos presentaron buenos ajustes en relaci3n a las observaciones de talla media a la edad, asignada de acuerdo al n3mero de anillos.
- El crecimiento del recurso loco para la I y II Regi3n, de acuerdo al método lectura de anillos ajustado al modelo de Von Bertalanffy quedaría expresado por los siguientes parámetros; I Regi3n: $L_{\infty} = 136,0$; $K = 0,24$ y $t_0 = -0,81$ y II Regi3n: $L_{\infty} = 118,9$; $K = 0,26$ y $t_0 = -1,17$.



- De acuerdo a las curvas de crecimiento del recurso loco para ambas regiones en función del método de lectura de anillos ajustando el modelo de Von Bertalanffy, el recurso loco alcanzaría su talla mínima legal de 10 cm entre los 4 y 6 años de edad, donde los ejemplares de la I Región presentarían un mayor crecimiento, en comparación a la II Región, el cual se expresa a partir del año 4 en adelante.

Comportamiento y Parámetros reproductivos

- El estudio de agregación poblacional, medida con el Índice de Morisita estandarizado determinó que durante el año, los locos presentan, en diferentes grados, agregaciones reproductivas. No se observó un patrón similar en las tendencias del agrupamiento reproductivo a través del año entre las regiones.
- La frecuencia de agrupamiento de ejemplares adultos y de posturas de cápsulas se distribuyó predominantemente entre los 6 y 10 m de profundidad.
- El estudio del ciclo reproductivo mostró una similitud de los indicadores gonadales en el loco del sector de Pisagua y de Punta Arenas, indicando una sincronía en la gestación del proceso reproductivo en ambas localidades. Este se caracterizó por una actividad gonadal progresiva, de rápida recuperación, sin presentar una evidente fase de reposo.
- Machos y hembras de los dos sectores presentaron una periodicidad reproductiva similar, con un período de plena o máxima madurez principalmente de enero a mediados de junio. El término de emisión de gametos ocurrió mayoritariamente a finales de junio y en julio.



- La talla de primera madurez poblacional en el sector de Pisagua se alcanzó a los 4,9 cm en los machos, y en los 5,4 cm en las hembras.
- La talla de primera madurez sexual poblacional en el sector de Punta Arenas correspondió a 8,4 cm y a 9,5 cm en los machos y hembras, respectivamente.

Estimación de la tasa de mortalidad natural

- La tasa de mortalidad natural varió entre regiones y métodos aplicados. Los valores más confiables fueron proporcionados por el método de Taylor (más robusto y mejor precisión en la estimación) y fluctuó entre $M = 0,26 \pm 28\%$ para la I región y $M = 0,29 \pm 6\%$ para la II región (valor \pm CV%).
- Los valores estimados de M por el método de Taylor, están en el rango de los valores de M estimados por otros autores, aunque para las regiones III y IV.

Estimación de la talla y edad crítica

- Las estimaciones de edad y talla crítica variaron más entre métodos que entre localidades. La edad crítica promedio, en base al método de Taylor, alcanzó a los 4,4 años, correspondiente a una talla crítica promedio de 93,9 mm proporcionada por el método de Taylor.

Caracterización de la actividad extractiva

- Respecto a la evolución de los desembarques, se evidencia que la zona norte, después de la puesta en marcha de las AMERB, se produjo un incremento conforme



al número de áreas en operación, no obstante, a partir del 2004 comienza a disminuir discretamente.

- Las áreas de manejo de la I Región en comparación con las de la II Región, han mantenido un trabajo más constante en el tiempo en lo que respecta al recurso loco.
- Las cuotas autorizadas en las AMERB de la I y II Región, durante el período de ejecución de la medida de administración, han sido cosechadas casi en su totalidad.

Encuestas

- Respecto a consulta efectuada a las organizaciones, se reconoce que el recurso loco es el que ha mantenido en funcionamiento las AMERB y que se mantendría el interés sobre las áreas siempre que el loco sea el recurso principal.
- En términos generales, la administración del recurso loco a través de las AMERB, ha tenido resultados positivos, pero podrían mejorarse.
- La explotación del recurso loco, a través de las AMERB, no incrementa significativamente los ingresos de los pescadores, considerando que la cosecha se efectúa una vez al año y el resto del periodo anual constituye solo gasto.
- El recurso loco bajo la medida de administración AMERB, no ha incrementado su abundancia, sino que se ha mantenido.
- Se reconoce que la pesquería del loco se ha mantenido, pero un alto porcentaje también opina que ella está en peligro.



- Sobre el 95% de los consultados reconoce que existe extracci3n ilegal del recurso.

Mercado Informal

- Sobre un 90% del recurso ilegal que se extrae en la zona norte, tiene como destino final el mercado peruano.
- La estadística de desembarque oficial en el Perú (Tacna) muestra una amplia brecha respecto de la producci3n final, pudiendo atribuirse esta diferencia al recurso que ingresa desde Chile.
- La producci3n peruana est1 compuesta principalmente por loco picado en conserva, lo cual favorece la comercializaci3n de organismos de bajo calibre desde Chile hacia el Perú, ya que para esa forma de producci3n no se tiene en consideraci3n una talla m3nima.

Taller de difusi3n de resultados

- Las medidas de administraci3n del recurso loco en la zona norte del pa3s requiere ser examinadas en base a la informaci3n proveniente del conocimiento local como de las emanadas del estudio. Entre ellas figuran las disminuci3n de la talla m3nima de extracci3n y la apertura de la veda, por al menos una vez al a3o, para las zonas de libre acceso.
- Dada las diferencias biol3gicas del recurso con respecto al sur, la existencia de un mercado informal que atenta contra la conservaci3n del recurso, al bajo impacto que tiene el desembarque comparado con el resto del pa3s, al reordenamiento



administrativo de los Consejos Zonales a las regiones, se manifiesta la necesidad desarrollar un Plan de Manejo a Nivel Regional para el recurso loco.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adlerstein, S. 1987.** Age and growth of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) using microgrowth structure and spectral analysis. Tesis para optar al grado de Master of Science. Universidad de Washington. 179 pp.
- Alagaraja, K. 1984.** Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. Indian. J. Fish. 31: 177-208.
- Andrade, C., J. Gonzalez, J. Oliva, V. Baros, A. Olguin, C. Leon, M. Romero, M. Cortes y C. Cortes. 1997.** Estudio del ciclo vital del recurso locote (Thais chocolate), en las regiones I a IV. Informe Final. IFOP. 90 pp + anexo
- Ariz, L., G. Jerez, E. Pérez & Ch. Potocnjak. 1994.** Informe Final Proyecto: "Bases para la Ordenación y el Desarrollo de las Pesquerías Artesanales del Recurso Macha (*Mesodesma donacium*) en Chile Central". Instituto de Fomento Pesquero-AGCCI. Septiembre de 1994. 61 pp.
- Aubone, A. y O. Wohler. 2000.** Aplicación del método de máxima verosimilitud a la estimación de los parámetros y comparación de curvas de crecimiento de von Bertalanffy. INIDEP Informe Técnico 37, junio 2000; ISSN 0327-9642, 21 pps.
- Aviles, S. y E. Lozada. 1975.** Estudios histológicos del ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 44: 107-218.



- Barahona, N.; C. Vicencio, A. Olgúin, Z. Young, J. C. Saavedra, M. I. Ortego y C. Toledo. 2004.** Programa Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas, 2003. Subsecretaría de Pesca-IFOP.
- Beamish, R. & D. Fournier 1981.** A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38:982-983.
- Beinssen, K, & D. Powell. 1979.** Measurement of Natural Mortality in a Population of Blacklip Abalone, *Notohaliotis ruber*. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 175: 23-26.
- Beverton, R. & S. Holt. 1956.** A Review of Methods for Estimating Mortality Rates in Fish Populations, with Special Reference to Source of Bias in Catch Sampling. *Rapp. P-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 140: 67-83.
- Beverton, R. & S. Holt. 1957.** On the dynamic of the exploited fish population. *Min. Agri. Fish. Food Fish Invest. London. Serv 11, 19*: 533 pp.
- Bromaghin, J.F. 1993.** Sample size determination for interval estimation of multinomial probabilities. *The American Statistician*. 47(3): 203-206.
- Brown, D. 1981.** Madurez Sexual del "Abalón Rojo de California" *Haliotis rufescens* (Gastropoda: Prosobranchia) Nacido y Cultivado en Coquimbo, Chile. *Arch. Biol. Med. Exp.* 14(3): R253.
- Brown, D. & R. Guerra. 1982.** Ciclo reproductivo en dos poblaciones de *Chlamys* (*Argopecten*) *purpurata* (Mollusca: Bivalvia). *Arch. Biol. Med. Exp.* 15(2): R111.



- Brown, D. 1995.** Aspectos Reproductivos y Madurez. En: Informe Final, Proyecto: "Monitoreo de la Pesquería del Recurso Macha en la IV y V Regiones, 1994". Fondo de Investigación Pesquera (FIP), Subsecretaría de Pesca. 101 pp. + Figuras + Tablas + Anexos.
- Brown, D.; L. Durán, G. Collado & C. Betancourt. 1997a.** Ciclo Reproductivo de las "Lapas" *Fissurella latimarginata* y *F. cumingi* (Mollusca, Archaeogastropoda) en Punta Coloso (II Región) y Los Vilos (IV Región). Libro de Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. 13-16 mayo, 1997, Santiago, Chile. U. de Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar. pp 84.
- Brown, D.; R. Ramírez & L. Cocas. 1997b.** Madurez Sexual en el "Loco" *Concholepas concholepas* (Mollusca, Neogastropoda) de Los Molles y El Algarrobo. Libro de Resúmenes XVII Congreso de Ciencias del Mar. 13-16 mayo, 1997, Santiago Chile. Universidad de Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar. pp 85.
- Burnham, K. & D. Anderson. 1998.** Model selection and inference. A Practical Information - Theoretic Approach Springer-Verlag N.Y. 353 p.
- Bustos, E.; S. Guarda; C. Osorio; E. Lozada; I. Solís; M. Díaz y E. Valenzuela. 1981.** Estudio biológico-pesquero del recurso almeja en la Bahía de Ancud. II. Investigaciones específicas. Informe SERPLAC X Región. CORFO - IFOP. Chile: 1 - 26.
- Bustos, E.; H. Robhotham, E., Lara y E. Pacheco, 1986,** "Edad y Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) y aplicaciones de la ecuación de Von Bertalanffy (gastropoda-muricidae)". Investigación Pesquera, Chile, 33:33-45.



- Cañas, P. y M. Schuffeneger. 1988.** Determinación del estado de madurez de *C. concholepas* (Bruguiere, 1978), por medio de la aplicación de índices gonádicos. CPPS, REV: Pacífico Sur (número especial). 349-353
- Castilla, J. C. 1974.** Notes on Mating Behavior of *Concholepas concholepas* Mollusca, Gastropoda, Muricidae) from Chile. The Veliger 16: 291-292.
- Castilla, J.C. 1976.** A unique mollusc. Sea Frontiers. 22 (5):302 - 304.
- Castilla, J.C. & G. Jerez 1986** Artisanal fishery and development of a data base for managing the Loco *C. concholepas*, resource in Chile. Pages. 133-139. In G.S. Jamieson and N. Bourne (ed) North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Nanaimo. British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Castilla, J.C. & J. Cancino. 1976.** Spawning behavior and egg capsules of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) in laboratory conditions. Mar. Biol. 37: 255-263.
- Chang, W. 1982.** A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:1208–1210.
- Chapman, D. & D. Robson. 1960.** The Analysis of a Catch Curve. Biometrics, 16: 354-368.
- Defeo, O.; Masello, A. Y C. Layerle. 1988.** Consideraciones metodológicas para el estudio del crecimiento en moluscos bivalvos. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. N°47. (en prensa).



- Disalvo, L. 1988.** Observation on the larval and postmetamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) in laboratory culture. The veliger 30 (4):358-368.
- Ebert, T. 1981.** Estimating mortality from growth parameters and a size distribution when recruitment is periodic. Limnol. Oceanogr. 25 (4) : 764 -769.
- Fournier, D. & P. Breen. 1983.** Estimation of Abalone Mortality rates with growth analysis. Trans. Amer. Fish.Soc. 112: 403 - 411.
- Gallardo, C. 1973.** Desarrollo intracapsular de Concholpeas concholepas (Bruguiere) (Gastropoda Muricidae) Museo Nac. Hist. Nat., Santiago, Chile. Publ. Ocas., 16: 1-16.
- Gallardo, C. 1979.** El ciclo vital del Muricido *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. Biología Pesquera (Chile) 12:79-103.
- Gallardo, C. 1989.** Patrones de reproducci3n y ciclo vital en moluscos marinos Bénticos; una aproximaci3n ecol3gico evolutiva. Medio Ambiente. 10 (2): 25 – 35
- Garrido, J; J. Gonzalez; A. Wilson; H. Miranda; C. Romero & C. Guevara. 1999.** Área de manejo ÑAGUE, IV Regi3n. Informe de Seguimiento Semestral. IFOP - Coop. Pescadores Artesanales. Caleta San Pedro. Los Vilos, IV Regi3n. 34 p.+ Anexos.
- Garrido, J; J. Gonzalez; A. Wilson; G. Jerez; H. Miranda; E. Figueroa; C. Toledo; M. Nilo; C. Cortes & C. Guevara. 2000.** Estudio de la situaci3n base (ESBA) y proposici3n del plan de manejo y explotaci3n del area de manejo. MAITENCILLO, IV Regi3n. Informe Final. Proyecto Area de manejo. IFOP- FNDR IV REGI3N. 92 p.+ Anexos.



- Gayanilo, F.; P. Sparre & D. Pauly.** 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT). User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries) N°8. Rome. FAO. 126 p.
- Gonzalez, J; C. León; A. Olguin; C. Cortes; M. Nilo; C. Toledo; A. Irarrazabal & A. Collado.** 1997. FAT COLECTIVO : Caletas Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno. Informe Final. IFOP - FAT PYME CORFO. 82 p.+ Anexos.
- Guerra, R. & D. Brown.** 1980. Aspectos de la Madurez Sexual en *Chlamys (Argopecten) purpurata* de Bahía Tongoy. Arch. Biol. Med. Exp. 13(3): R365.
- Guisado Ch. & J. C. Castilla,** 1983, Aspects of the ecology and growth of an intertidal juvenile population of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae) at Las Cruces". Chile. Mar. Biol. 78:99-103.
- Gulland, J.A. & S.J. Holt.** 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. J.Cons. CIEM, 44: 200- 209.
- Guzmán, L., C. Rios, M. Ibarra y S. Oyarzún,** 1987. Investigación bancos de ostiones y locos. 1. Recurso "loco" *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) . Informe Final. Inf. Inst. Pat., 37: 94 pp.
- Heincke, F.** 1913. Investigations on the Plaice. General Report. 1. The Plaice Fishery and Protective Measures. Preliminary Brief Summary of the most Important Points of the Report. Rapp. P-V. Reun.Cons. Int. Explor. Mer. 16: 67 pp.



- Herrera G. y A. Alvial. 1983.** Talla mínima de madurez gonádica en poblaciones de *Concholepas concholepas* (Bruquiere, 1789. Mollusca: Gastropoda: Muricidae) en Iquique, Chile. Mems Asoc. Latinoam. Acuicult., 5(2): 289-293.
- Hilborn, R. & R. Mangel. 1997.** The ecological detective. Confronting models with data. Princeton University. 315 p.
- Hoening, J. 1983.** Empirical Use of Longevity Data to Estimate Mortality Rates. Fish. Bull. U.S. 82: 898-903.
- Hoening, J.; M. Morgan, and C. Brown. 1995.** Analyzing differences between two age determination methods by tests of symmetry. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52:364-368.
- Hosmer, D. & S. Lemeshow. 1989.** Applied Logistic Regression. Wiley & Sons, New York. 328 pp.
- Huaquín, L. 1979.** Análisis histológico del ovario de *Concholepas concholepas* (Bruguiera 1789) (Gastrópoda: Muricidae). Biología Pesquera Chile 12: 71-77.
- Jara, F. & C. Moreno. 1983.** Calendario de reclutamiento de organismos epibentónicos móviles de la zona mesomareal de Mehuin, Chile. Medio Ambiente 6 (2): 72-79.
- Jerez, G. 1991.** Evaluación de stock recurso almeja, Bahía Ancud, 1990. Informe Técnico IFOP-Subsecretaría de Pesca.
- Jerez, G.; F. Aybar; H. Miranda; C. Potocnjak; J. Carvajal & G. Jusid. 1993.** "Evaluación y Manejo de Recursos Bentónicos, IV Región". Segundo informe de Avance Proyecto: CORFO-IFOP, 1993. 38 PP + Anexos.



- Jerez, G., N. Barahona, H. Miranda, V. Ojeda, D. Brown, C. Osorio, A. Olguín y J. Orensanz, 1999.** Estudio biológico pesquero de los recursos Tawera (*Tawera gayi*) y Culengue (*Gari solida*) en la X Región. Instituto de Fomento Pesquero. Proyecto FIP 97-29. Informe Final. 149 pp +Tablas y Figuras.
- Jones, R. 1984.** Assessing the Effects of in Exploitation Pattern Using Length Composition Data (with notes on VPA and Cohort analysis). FAO Fish. Tech. Pap., (256): 118 pp.
- Jones, R. & N.P. van Zalinge. 1981.** Estimates of Mortality Rate and Population Size for Shrimp in Kuwait Waters. Kuwait Bull. of Mar. Sci., (2): 273-288.
- Krebs, C.J. 1999** Ecological methodology. Second edition. Addison Wesley, Longman, Inc., Menlo Park, California, USA. 620 pp.
- Lépez, I. 1987.** Ecología intermareal de *Concholpeas concholepas* (Bruguiere, 1789) bajo dos regimenes de intervención antrópica. Tesis de Magíster en ciencia, mención Ecología. Facultad de ciencias, Universidad Austral de Chile, 136 pp.
- Lozada E., M.T. López y R. Desqueyroux, 1976.** Aspectos Ecológicos de Poblaciones chilenas de loco *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789)(Mollusca, Gsteropoda, Muricidae). Biología Pesquera, Chile. 8:5-29.
- Mac Donald, P. & T Pitcher. 1979.** Ages-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board. Can., 36:987-1001



- Mac Donald, P. & P. Green, 1988.** User's guide to program MIX: An interactive program for fitting mixtures of distributions. Release 2.3. ICHTHUS DATA SYSTEM. Canada. 59 p.
- Mendez, M. y J.M. Cancino, 1992,** "Crecimiento de ejemplares postmetamorficos de juveniles de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en condiciones de laboratorio. Efecto de la densidad, dieta y temperatura". Biología Pesquera. Chile. 21:21-30.
- Molinet C.; A. Arévalo, M. González, C. Moreno, J. Arata & E. Niklitschek (2005)** Patterns of larval distribution and settlement of *Concholepas concholepas* (Briguiere, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in fjords and channels of southern Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. Vol 78; N°3; p.409-423
- Moreno, C. y A. Reyes, 1988.** Densidad de *Concholepas concholepas* (Mollusca) en la Reserva Marina de Rehuí: Evidencias de fallas en el reclutamiento. Biología Pesquera (Chile), 17:31-38
- Ortúzar, J. 1994.** Modelos de demanda de transporte. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago
- Pauly, D. 1980.** On the Interrelationships Between Natural Mortality, Growth Parameters, and Mean Environmental Temperature in 175 Fish Stocks. J. CIEM, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. 1983.** Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Doc. Tecn. Pesq. 234. 49p.



- Phillips, B.F. & A. Campbell. 1974.** Mortality and longevity in the Whelk *Dicathais orbita* (Gmelin). J. Mar. Freshwat. Res.,25:25-33.
- Powell, D. 1979.** Estimation of Growth and Mortality Parameters from the Length Frequency of a Catch. Rapp. P-V. Reun. Cons. Int. Perm. Explor. Mer. 175: 167-169.
- Ramorino, L. 1975.** Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Rev. Biol. Marina Valparaíso 15(2): 149-177.
- Ramorino, L. 1979.** Conocimiento científico actual sobre reproducción y desarrollo de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Biología Pesquera. Chile, 12: 59-70.
- Reyes A. y C. Moreno, 1990,** "Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en el intermareal rocoso de Mehuin". Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 63:157-163.
- Reyes, A., N. Barahona, A. Carmona, C. Rojas, E. Arias, & E. Lozada. 1993.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas, 1992. Informe Técnico CORFO-IFOP. SGI/IFOP 93/7.
- Reyes, A., N. Barahona, A. Carmona, C. Rojas, E. Arias, J. Arias Y V. Pezo. 1994.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas, 1993. Informe Técnico CORFO-IFOP. SGI/IFOP 94/7.
- Reyes, A., N. Barahona, A. Carmona, C. Rojas, E. Arias, V. Pezo, V. Asencio & E. Lozada. 1995.** "Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas, III, IV y X



Región". Estado de situación y perspectivas del recurso. 1994. Informe Final. IFOP – CORFO. 96 p. + Anexo Tablas y Figuras.

Ricker, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bulletin N° 191, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 382 pp.

Rickhter, V. & V. Efanov. 1976. On the Approaches to Estimation of Natural Mortality of Fish Population. ICNAF Res. Doc. 76/VI/8: 12 pp.

Rivas, D. & J.C. Castilla. 1987. Dinámica de poblaciones intermareales de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Mollusca: Gastropoda) en Chile central. Investigación Pesquera (Chile) 34:3-19

Roa, R. 1993. Annual Growth and Maturity Function of the Squat Lobster *Pleuroncodes monodon*, in Central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser., 97: 157-166.

Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of Size at Sexual Maturity: An Evaluation of Analytical and Resampling Procedures. Fish. Bull., 97: 570-580.

Robson, D.S. & D.G. Chapman. 1961. Catch Curves and Mortality Rates. Trans. Am. Fish. Soc. 90: 181-189.

Rodriguez, L., G. Daneri, C. Torres, M. Leon y L. Bravo. 2001. Modeling the growth of the Chilean loco, *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) using a modified Gompertz function. Journal of Shellfish Research. 20(1):309-315.



- Schmiede, P. y Castilla, J.C. 1979.** Estudio del recurso *Concholepas concholepas* (loco) en la IV Región de Chile. Convenio SERPLAC (IV Región)-Pontificia Universidad Católica de Chile, Informe Final, 215 pags.
- SERNAPesca. 2004.** Anuario Estadístico de Pesca. 2003. www.Sernapesca.cl.
- Ssentongo, G. & P. Larkin. 1973.** Some Simple Methods of Estimating Mortality Rates of Exploited Fish Populations. J. Fish. Res. Board Can., 30: 695-698.
- Stotz, W. 2000** Formulación de una metodología para el estudio de edad y crecimiento en el recurso loco. Informe Final Proyecto FIP 97-36. 152 pp.
- Stotz, W. y E. Perez. 1992** Crecimiento y productividad del Loco *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) como estimador de la capacidad de carga en áreas de manejo. Inv. <pesq (Chile) 37:13-22
- Stotz, W.; D. Lancelloti, D. Martinez, P. de Amesti y E. Perez. 1991.** Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789), en el intermareal rocoso de IV Región, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 26:351-361.
- Stuardo, J. 1979.** Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepa concholepas* (Briguiere, 1789): Un estudio de taxonomía Beta. Biología Pesquera, Chile (12):5-38.
- Taylor, C. 1958.** Cod Growth and Temperature. J. CIEM 23(3): 366-370.



- Trautmann, S.**, 1979. Estudio preliminar de edad y crecimiento en ostión (*Chlamys patagonica*, King, 1831) en base a lectura de anillos. Informe Práctica Profesional. Univ. de Chile. 23 pp.
- Van Sickle, J.** 1977. Mortality Rates from Size Distributions. *Oecologia (Berl.)* 27: 311-318.
- Venables, W., D. Smith & the R Development Core Team.** 2004. An Introduction to R. Version 2.01. 90 p.
- Vetter, E.F.** 1988. Estimation of Natural Mortality in Fish Stocks: A Review. *Fish. Bull. U.S.* 86 (1): 25-43.
- Welch, D. & R. Foucher.** 1988. A Maximum Likelihood Methodology for Estimating Length-at-Maturity with Application to Pacific Cod (*Gadus macrocephalus*) Population Dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 333-343.
- Wolf, M.** 1989 Estimates of growth, mortality and recruitment of the Loco (*Concholepas concholepas*) (Bruguiere, 1789) derived from a shell mound in Northern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. Vol24 (1989) N° 2, pp. 87-96
- Wolter, K.** 1985. Introduction to Variance Estimation, Springer-Verlag. 427 pps.
- Wright, M.** 1976. Growth in the black abalone, *Haliotis cracherodij*. *The Veliger* 18 (2): 194-199.
- Young Z., J. C. Saavedra, H. H. Miranda, M. González & N. Barahona.** 2002. Estimación de tamaños de muestra en la pesquería de huego y erizo. Informe de Avance Complementario. IFOP. 13 pp+ Anexo



Zegers, J. & R. Peña. 1983. Estructura y crecimiento de una población de *Protothaca thaca* (Molina, 1782). Estudios Oceanol. 3(1): 75-82.

Zuleta, & Moreno, 1993 Investigación modelo de manejo pesquería recurso loco (Fase II). Informe final. Proyecto BIP 20 052 259. Subsecretaría de Pesca - Universidad Austral de Chile.

FIGURAS

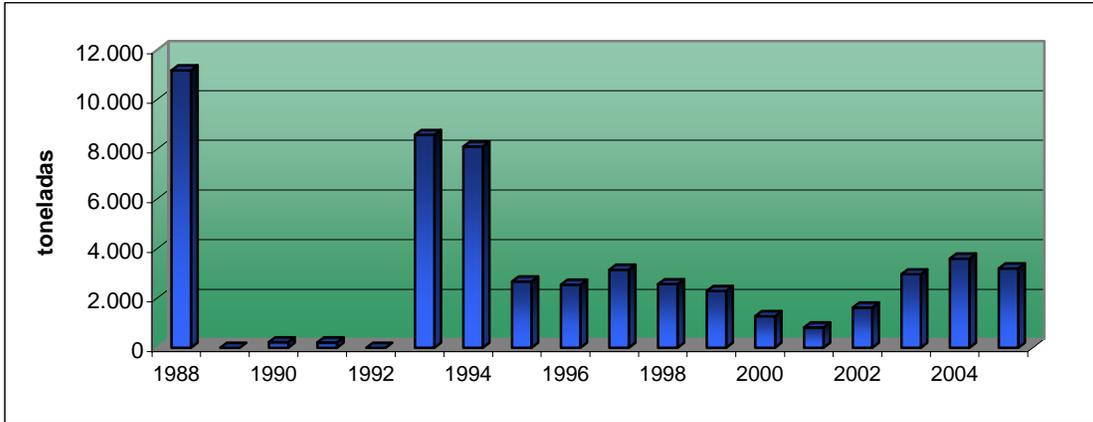


Figura 1. Evolución de desembarques de loco en Chile, 1988-2005

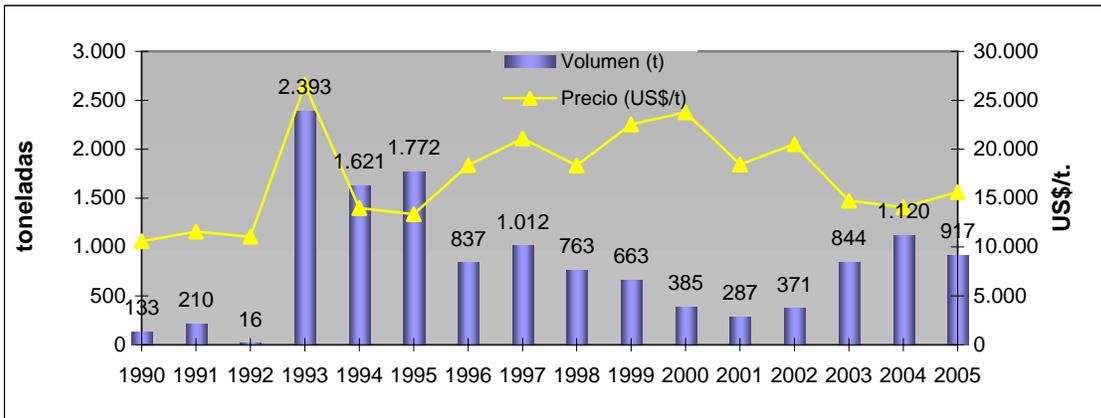


Figura 2. Evolución de precios y volúmenes de las exportaciones de Loco. 1990-2005

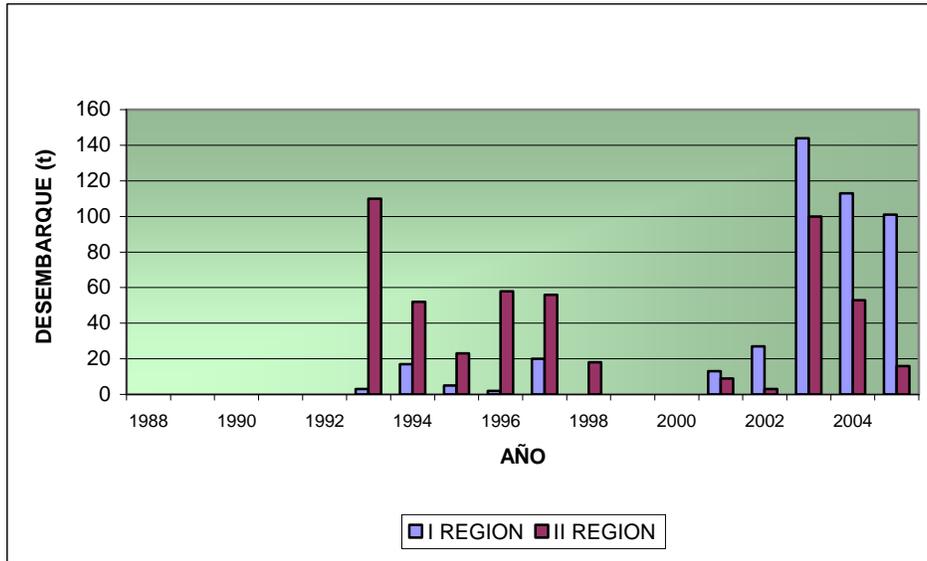


Figura 3. Evolución de Desembarques de Loco en I y II Regiones, 1988-2005

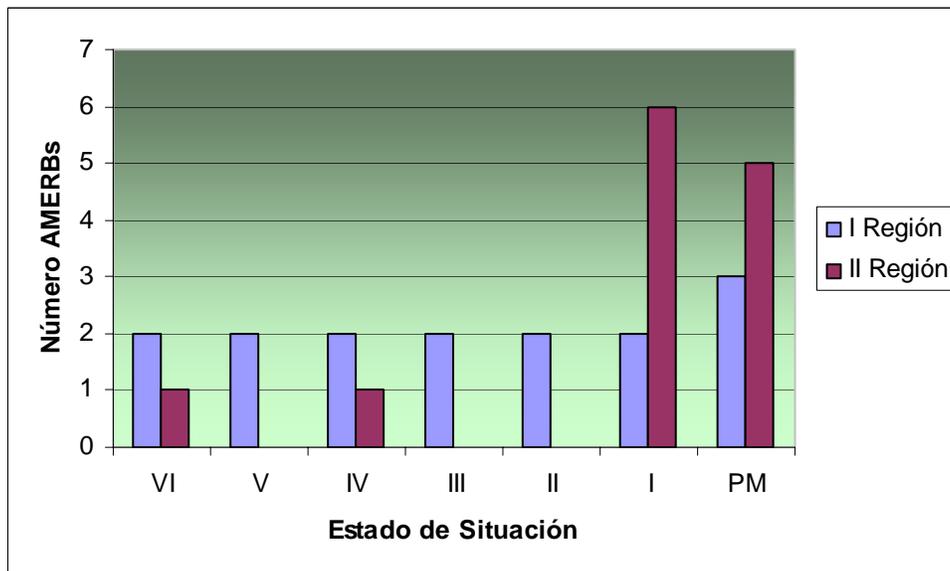


Figura 4. Estado de las Áreas de Manejo Regionales (Enero 2007)

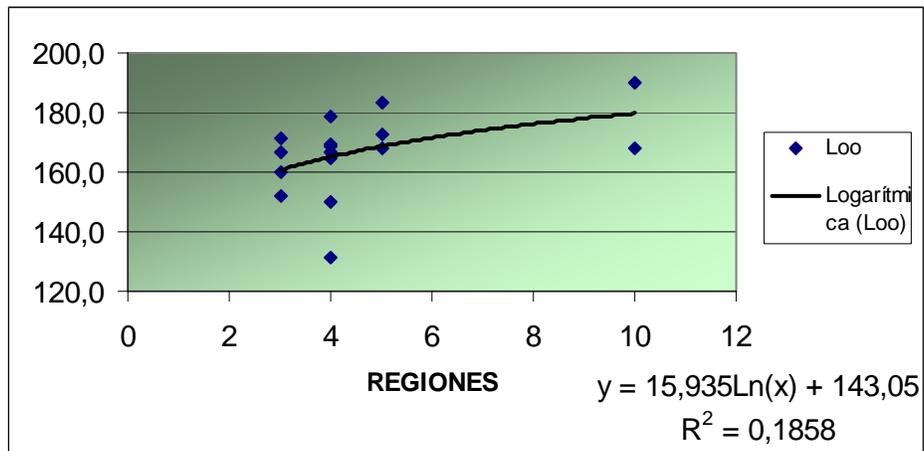


Figura 5. Loo para diferentes Regiones



Figura 6. Localidades de estudio en la I Región



Figura 7. Localidades de estudio en la II Región

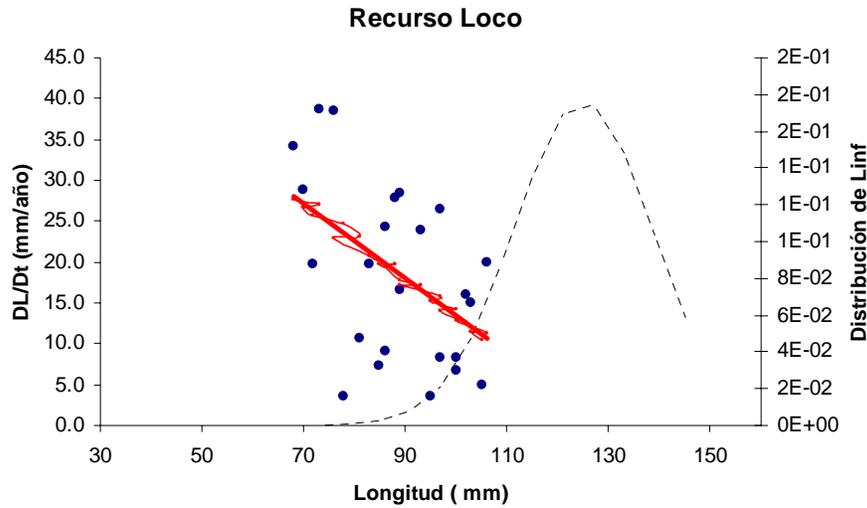


Figura 8. Estimación de crecimiento del recurso loco, de acuerdo a al método de marcaje y recaptura ajustada por el modelo de von Bertalanffy

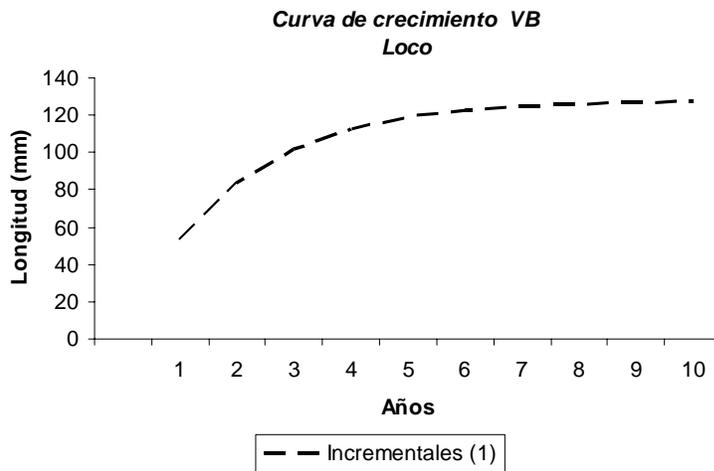


Figura 9. Curva de crecimiento para el recurso loco, de acuerdo a al método de incrementales a la talla, ajustada por el modelo de von Bertalanffy

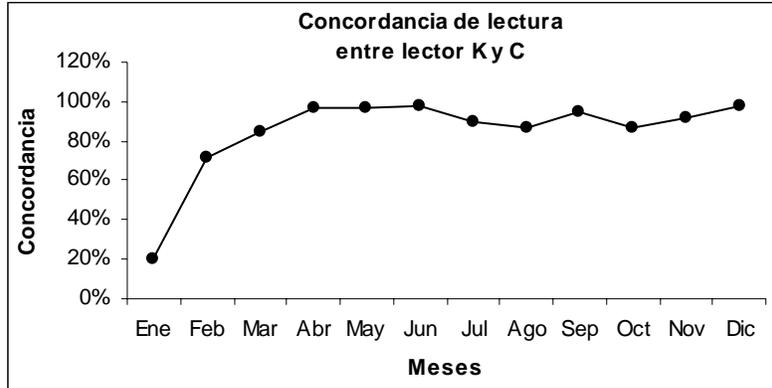


Figura 10. Concordancia en las lecturas del número anillos en ejemplares del recurso loco entre los lectores C y K.

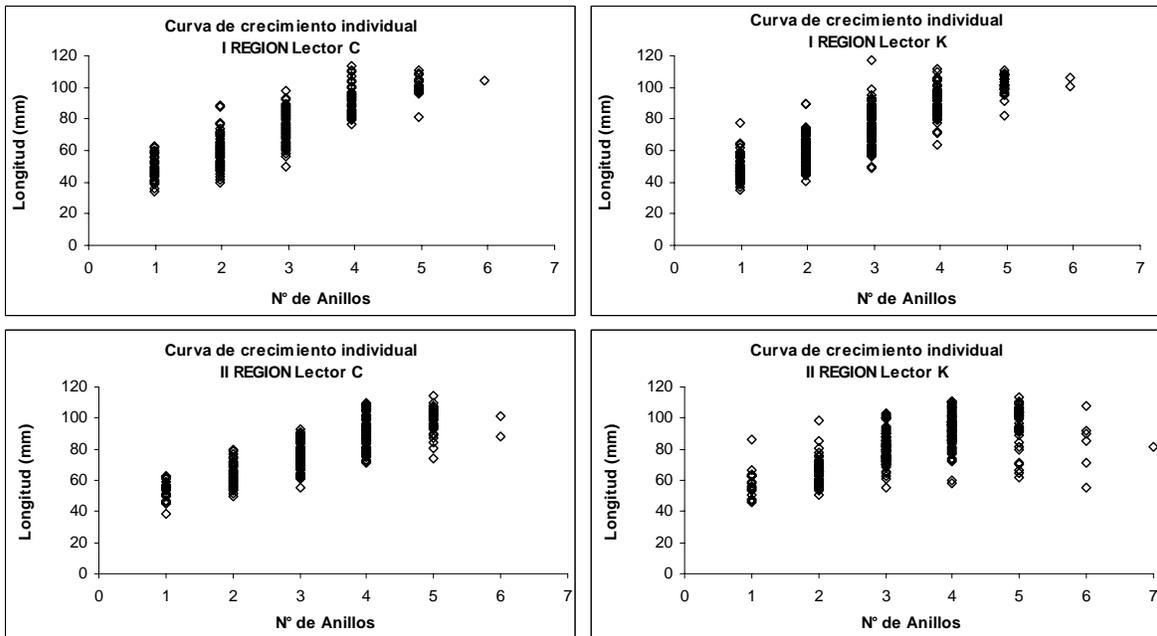


Figura 11. Curvas de crecimiento individual del recurso loco en función del número de anillos para la I y II Regiones para las lectores C y K.

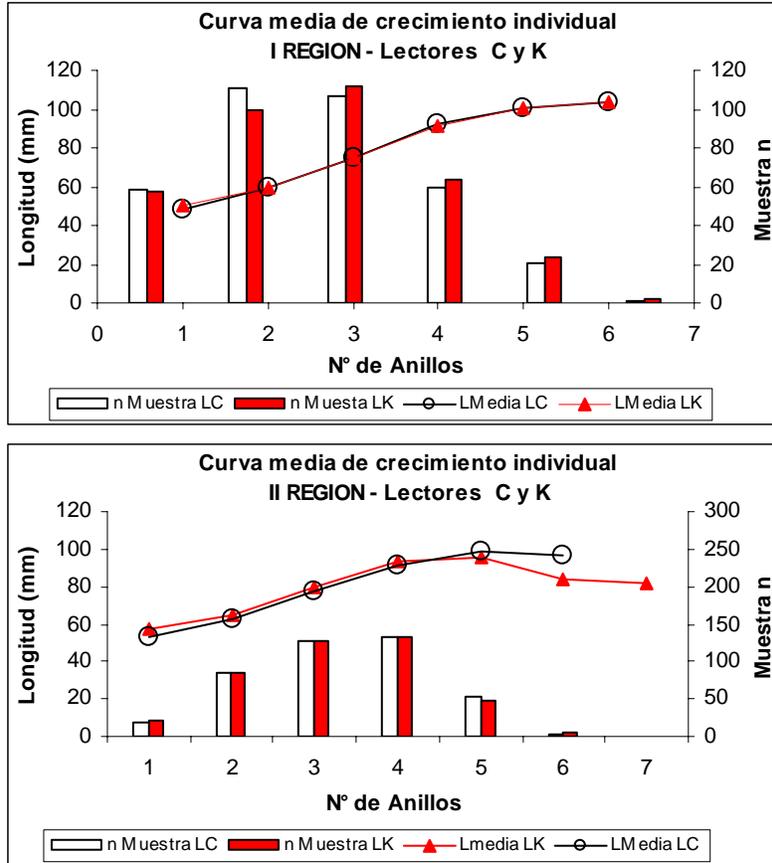


Figura 12. Curva de crecimiento medio del recursos loco en función del numero de anillos, y tamaño de la muestra para los lectores C y K.

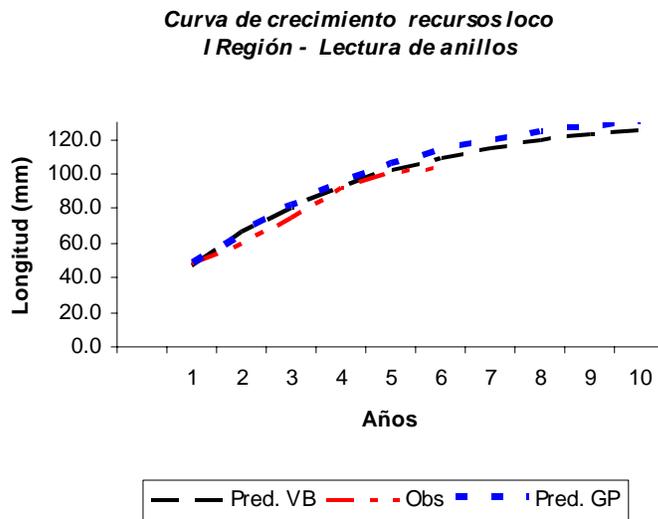


Figura 13. Curva de crecimiento para el recurso loco en la I Región, de acuerdo a al método de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz.

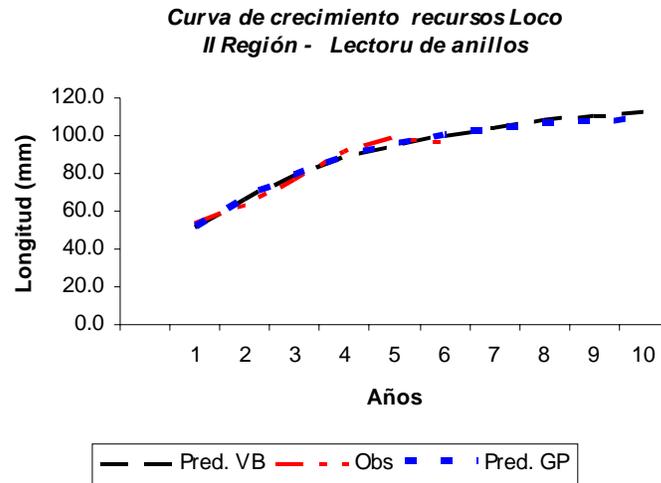


Figura 14. Curva de crecimiento para el recurso loco en la II Región, de acuerdo al método de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz.

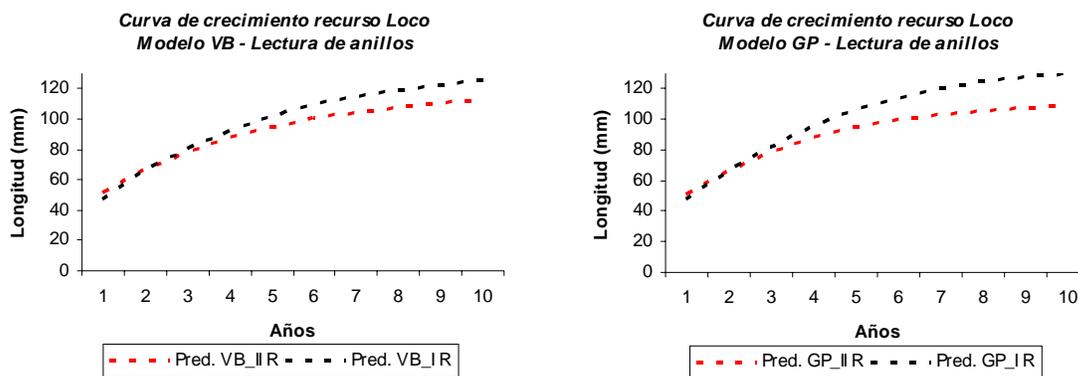


Figura 15. Curva de crecimiento del recurso loco para la I y II Regiones, de acuerdo al método de lectura de anillos ajustada por los modelos von Bertalanffy y Gompertz.

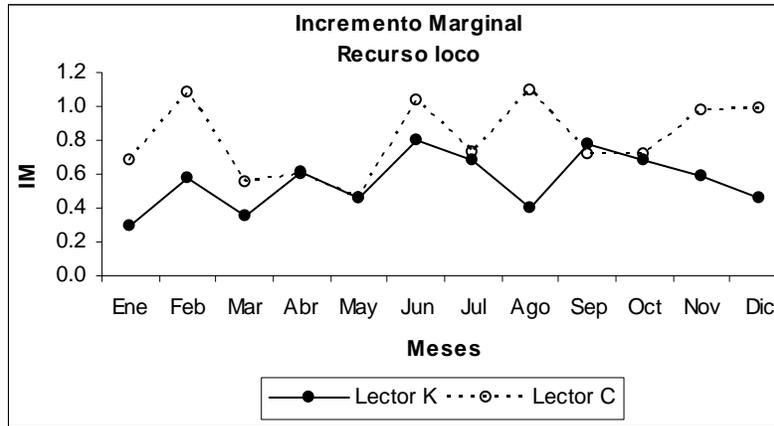


Figura 16. Incremento marginal de crecimiento para el recursos loco entre enero y diciembre de acuerdo a los lectores K y C.

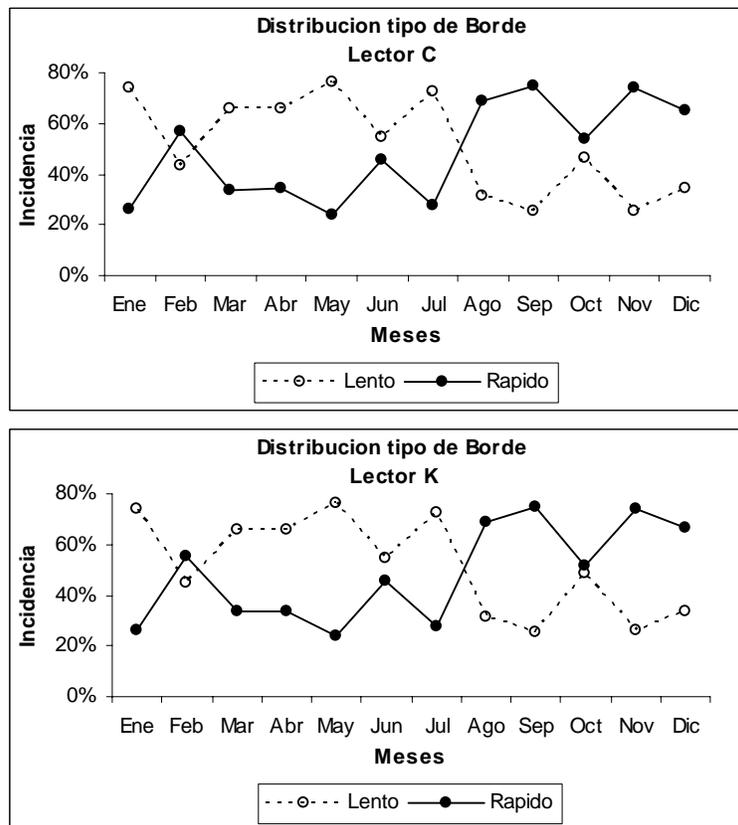


Figura 17. Distribución del tipo de borde para el recursos loco entre enero y diciembre de acuerdo a los lectores K y C.

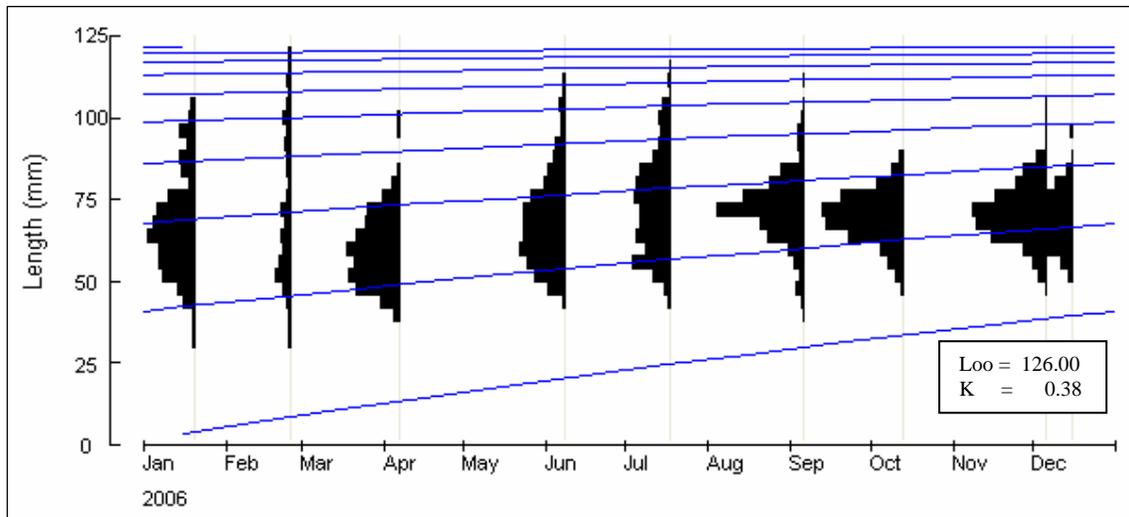


Figura 18. Estimación de crecimiento para el recurso loco en la I Región, de acuerdo al método de progresión modal ELEFAN

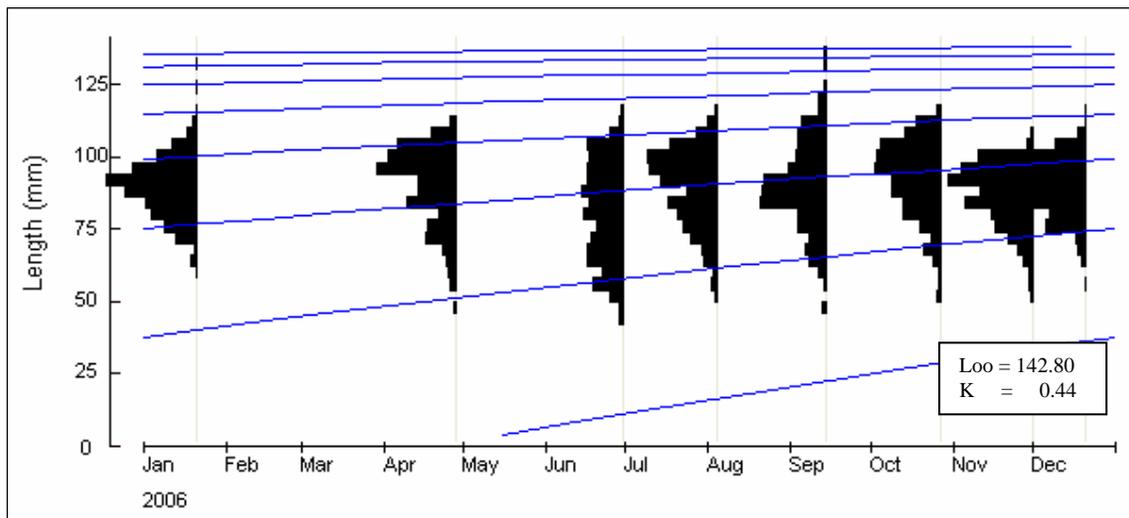


Figura 19. Estimación de crecimiento para el recurso loco en la II Región, de acuerdo al método de progresión modal ELEFAN

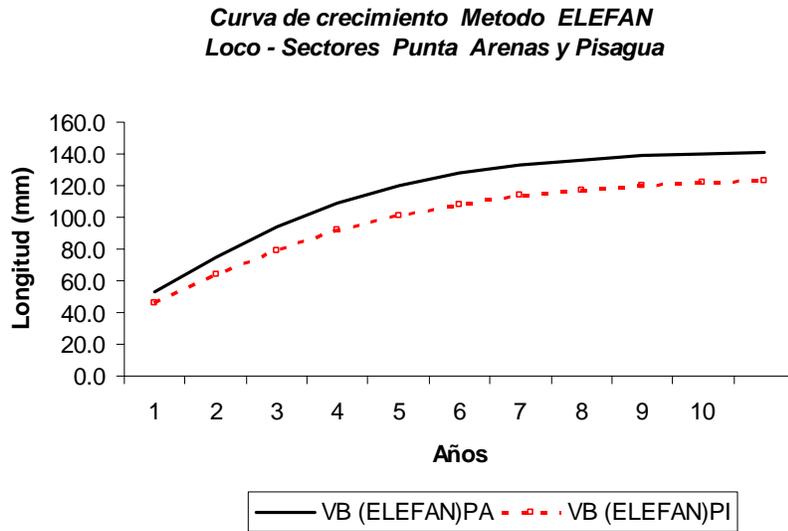


Figura 20. Curva de crecimiento para el recurso loco para la I (PI) y II (PA) Regiones, de acuerdo a al método ELEFAN ajustada por el modelo de von Bertalanffy.

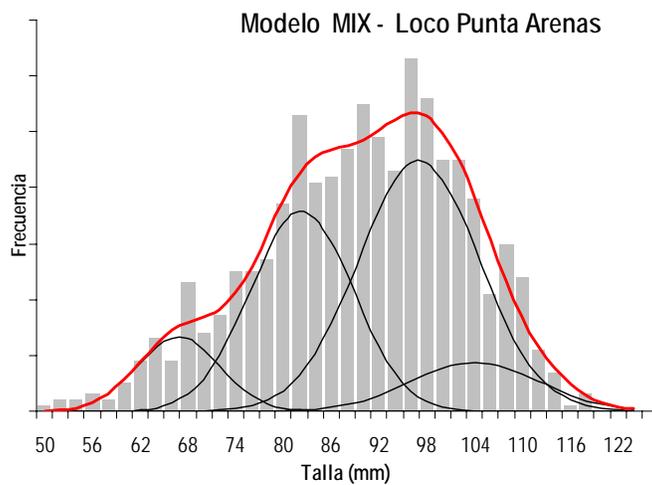


Figura 21. Descomposición de grupos modales del recurso loco mediante el método MIX para la localidad de Punta Arenas (II Región).

*Curva sde crecimiento Recurso Loco
Metodo MIX - Modelo VB - Punta Arenas II Región*

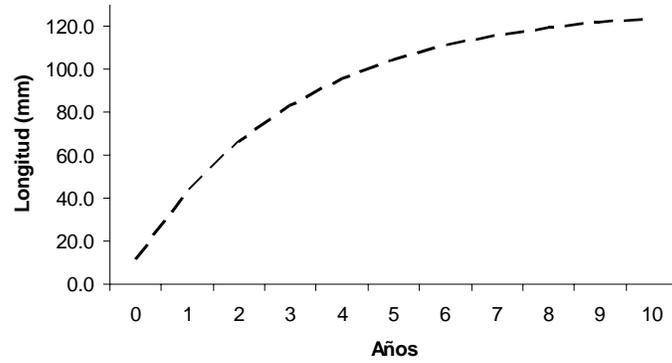


Figura 22. Curva de crecimiento para el recurso loco en la II Región, de acuerdo a al método MIX ajustada por el modelo de von Bertalanffy.

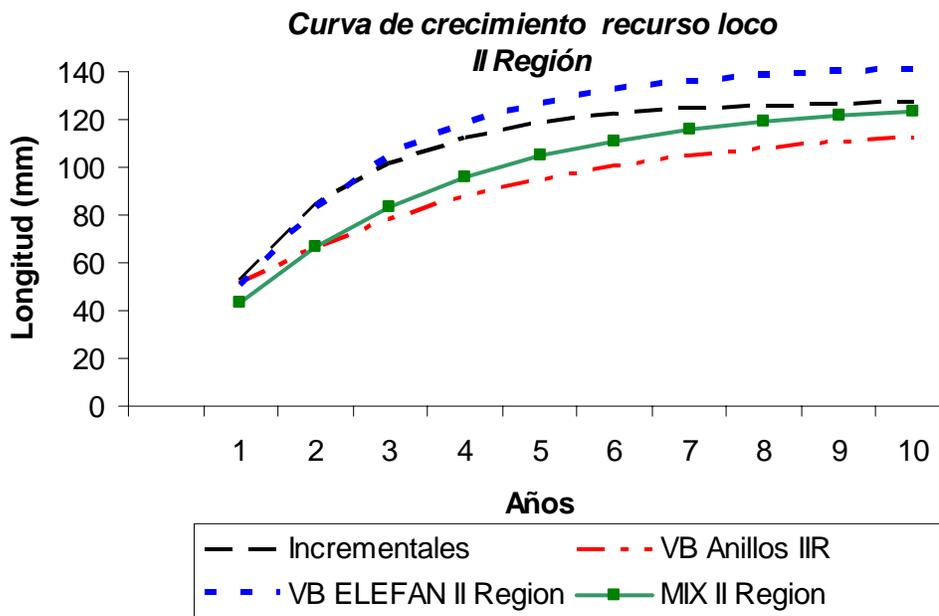
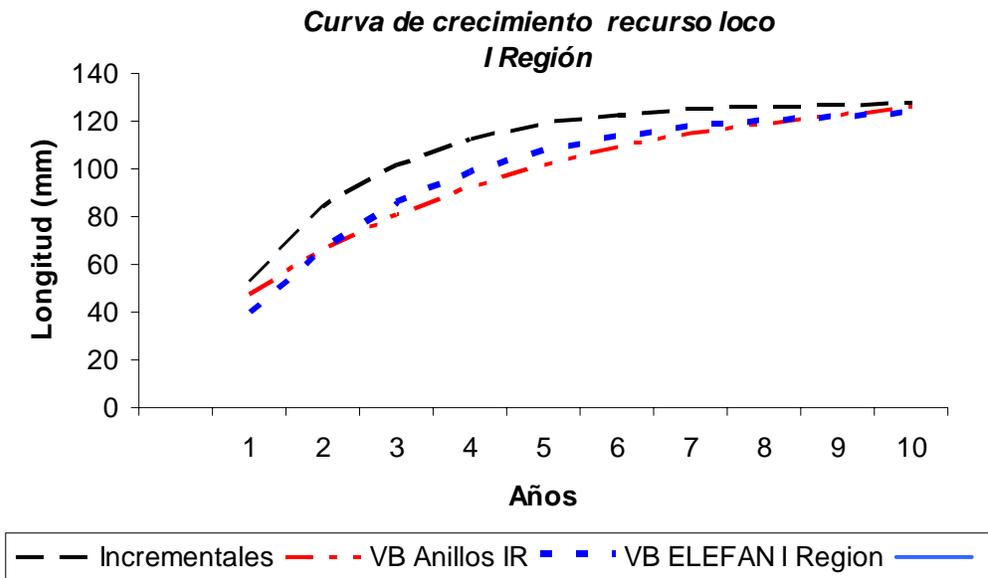


Figura 23. Curvas de crecimiento comparativas para el recurso loco en la I y II Regiones, de acuerdo a los métodos de incrementales a la talla, lectura de anillos, ELEFAN y MIX, ajustadas por el modelo de von Bertalanffy.

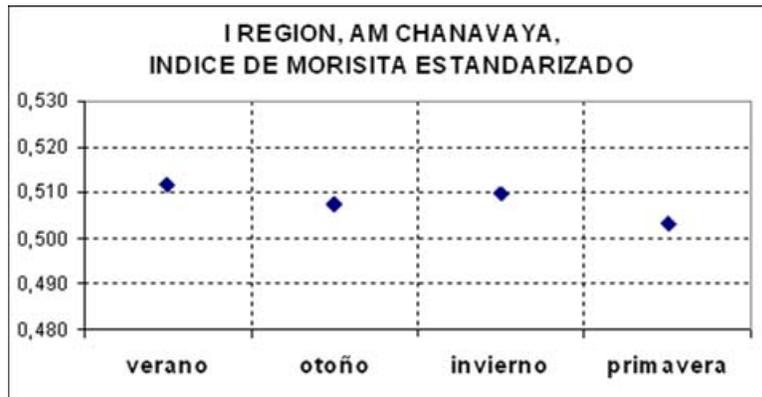


Figura 24. Valores del Índice estandarizado de Morisita de agregación, aplicado a los datos de número de locos por cuadrante en el AM de Chanavaya, I región durante el año 2006.

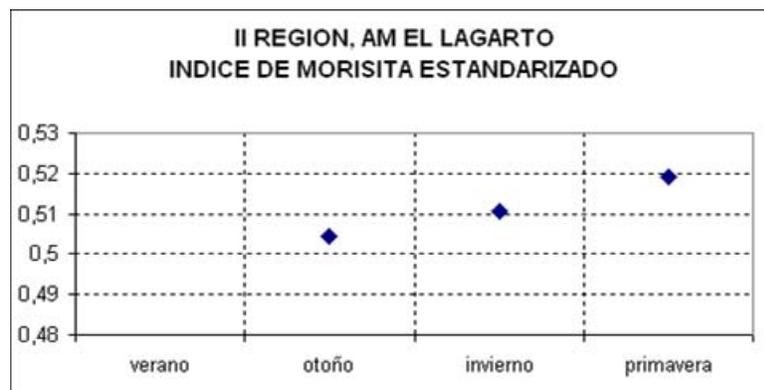


Figura 25. Valores del Índice estandarizado de Morisita de agregación, aplicado a los datos de número de locos por cuadrante en el AM de El Lagarto, II región durante el año 2006.

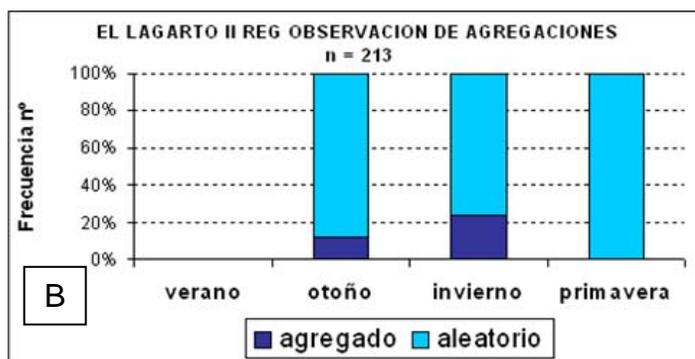
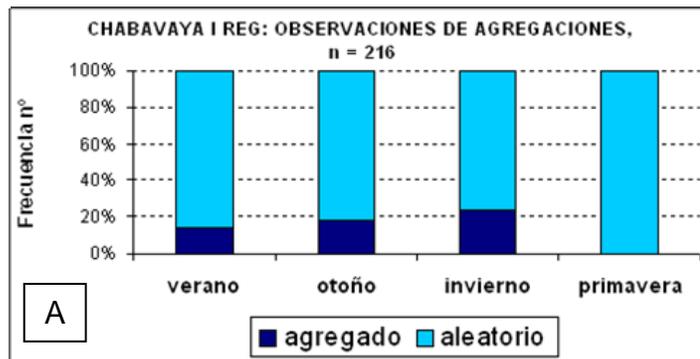


Figura 26. Frecuencia relativa de presencia de agregaciones y patrones aleatorios de distribución de locos en dos localidades de la I y II región en 2006. (A) Área de manejo de Chanavaya, I región (B) Área de manejo El Lagarto, II región.

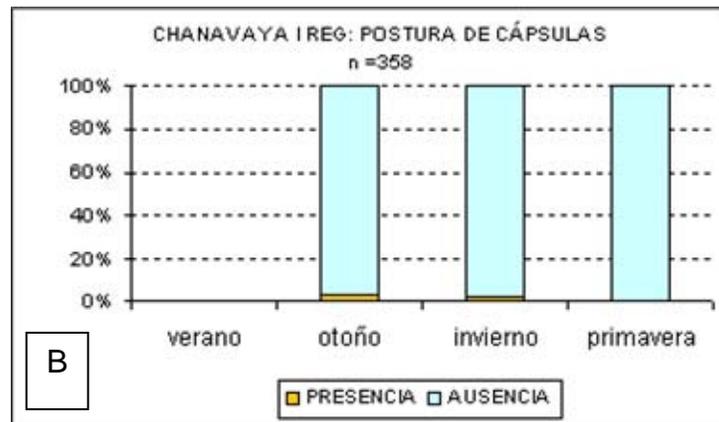
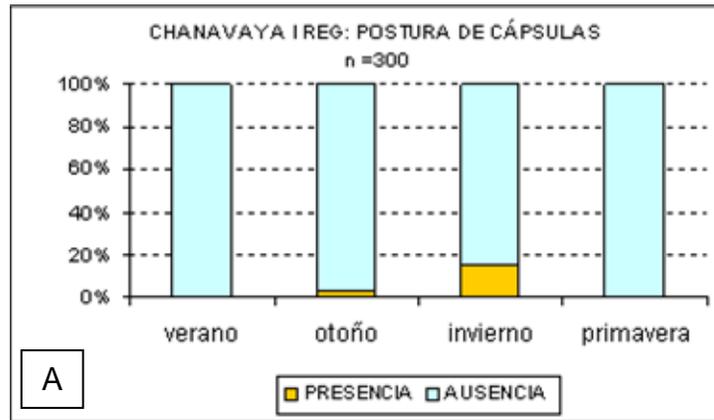


Figura 27. Frecuencia relativa de presencia y ausencia de posturas de cápsulas de locos en dos localidades de la I y II región en 2006. (A) Área de manejo de Chanavaya, I región (B) Área de manejo El Lagarto, II región.

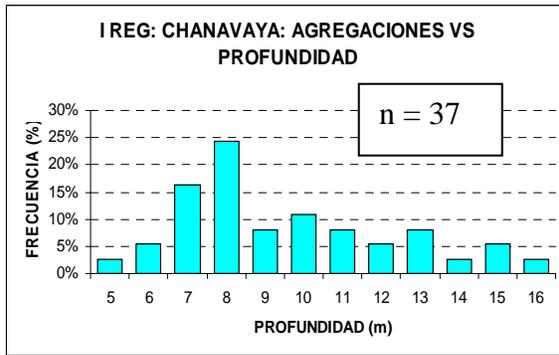


Fig. 28. Agregaciones reproductivas de loco versus la profundidad. AM Chanavaya.

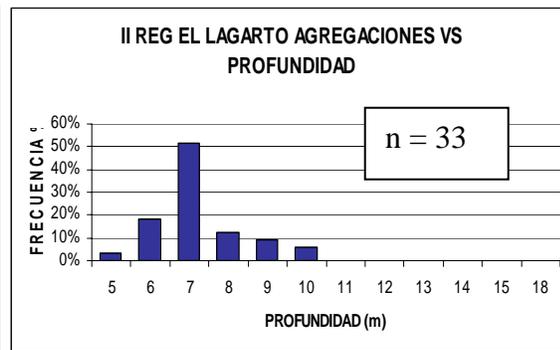


Fig. 29. Agregaciones reproductivas de loco versus la profundidad. AM El Lagarto

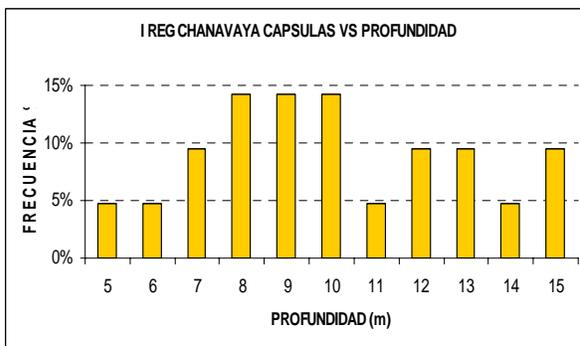


Fig.30. Posturas de cápsulas de loco versus la profundidad. AM Chanavaya.



Fig.31. Posturas de cápsulas de loco versus la profundidad. AM El Lagarto

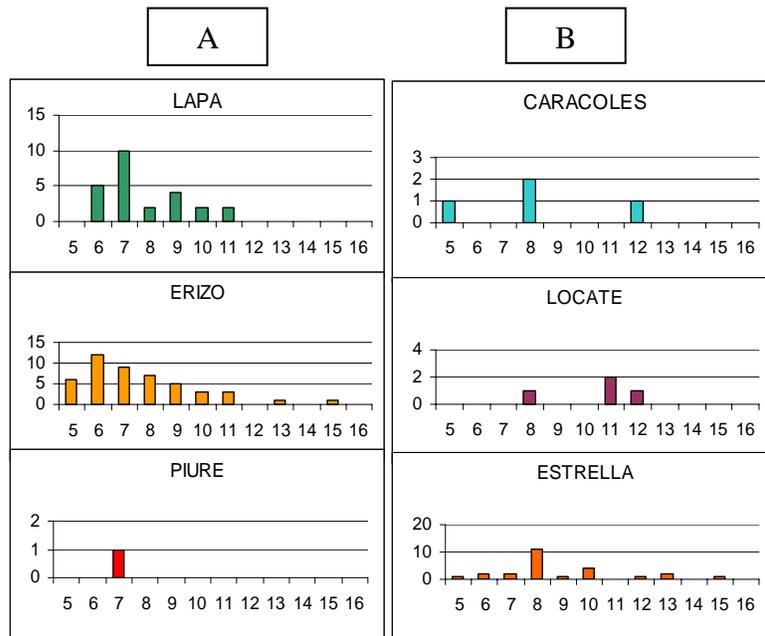


Figura 32 . Fauna herbívora (A) y carnívora (B) acompañante de las poblaciones de loco en función de la batimetría, en el sector de Chanavaya, I región

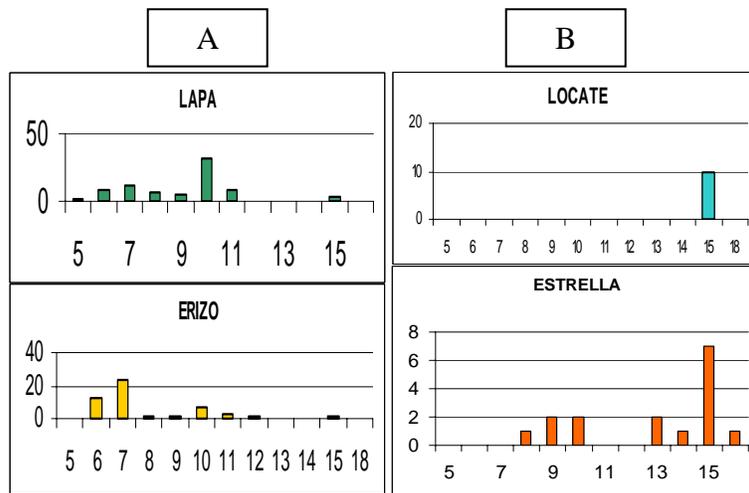


Figura 33. Fauna herbívora (A) y carnívora (B) acompañante de las poblaciones de loco en función de la batimetría, en el sector de Chanavaya, I región

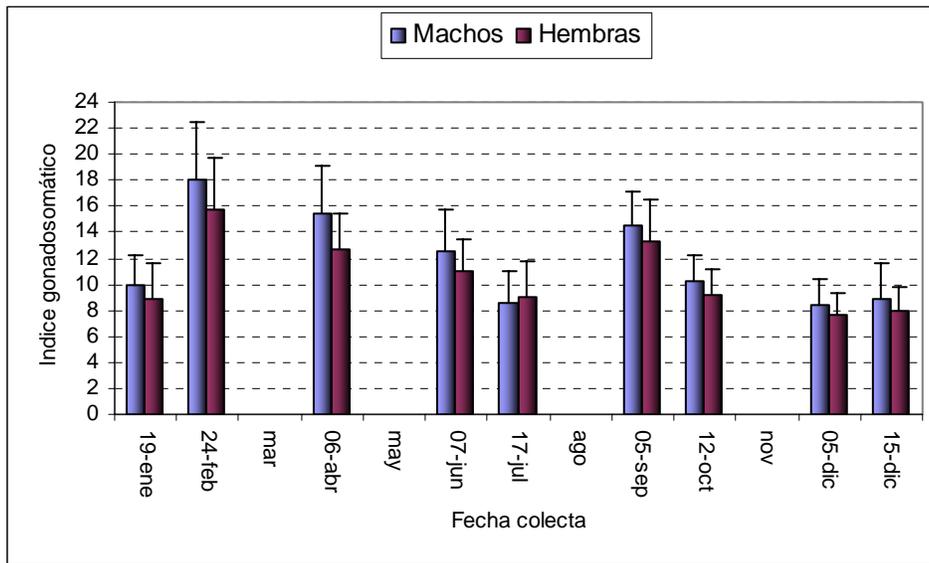


Figura 34. Valor promedio mensual y desviación estándar por sexo de ejemplares colectados en sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.

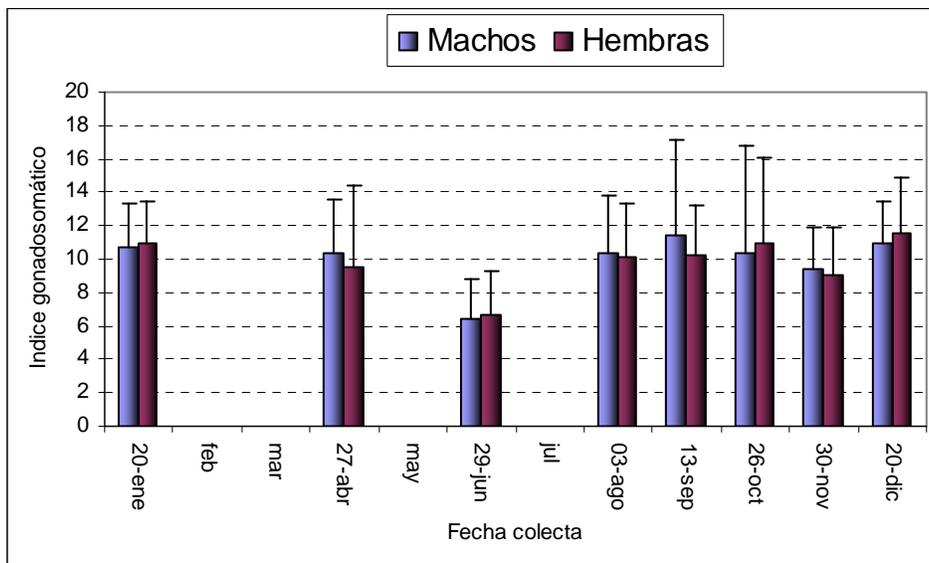


Figura 35. Valor promedio mensual y desviación estándar por sexo de ejemplares colectados en sector Punta Arenas, de enero a diciembre de 2006.

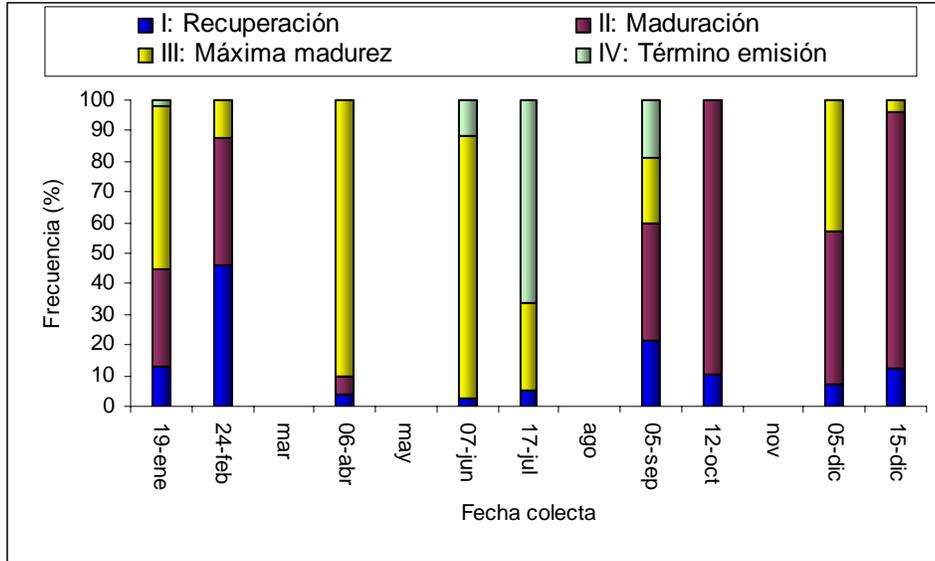


Figura 36. Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicas en machos recolectados en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.

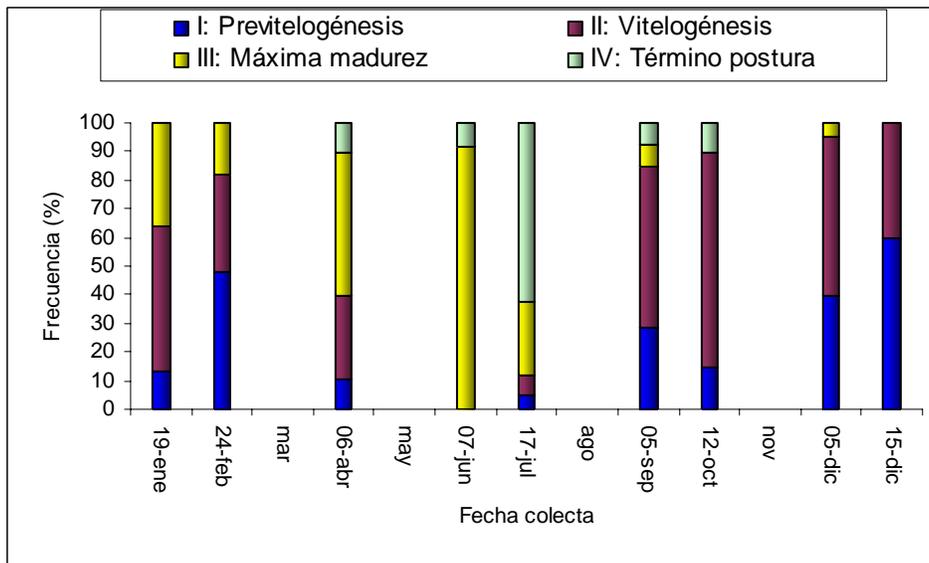


Figura 37. Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicas en hembras recolectadas en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.

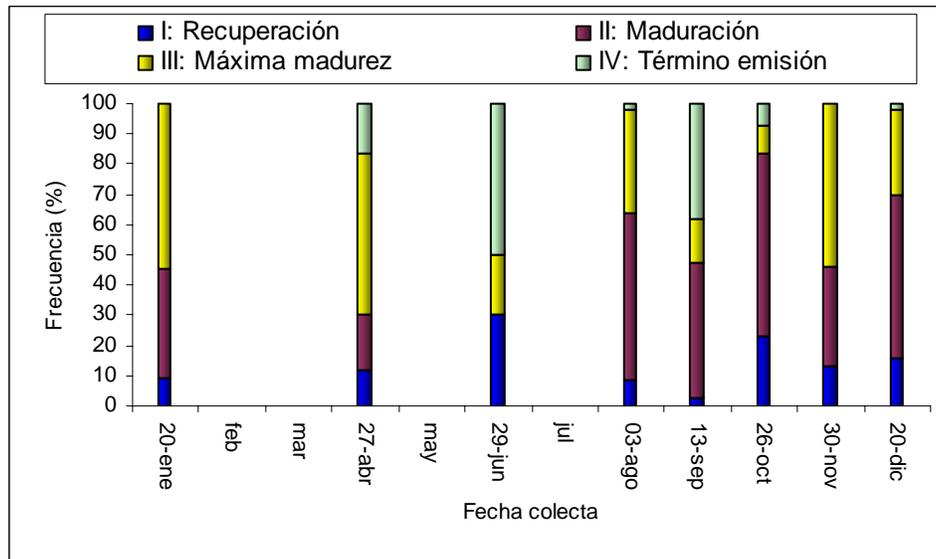


Figura 38. Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en machos recolectados en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.

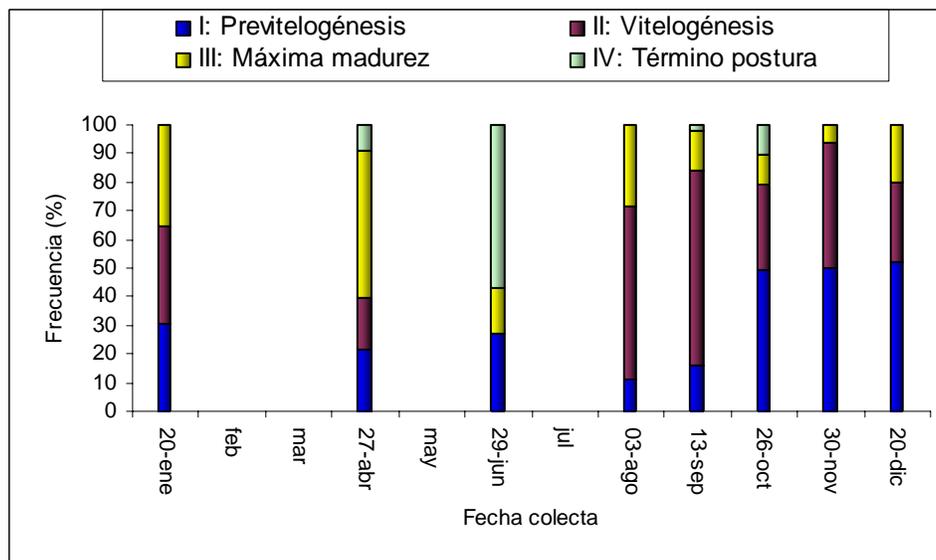


Figura 39. Proporción porcentual de estadios de madurez macroscópicos en hembras recolectadas en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.

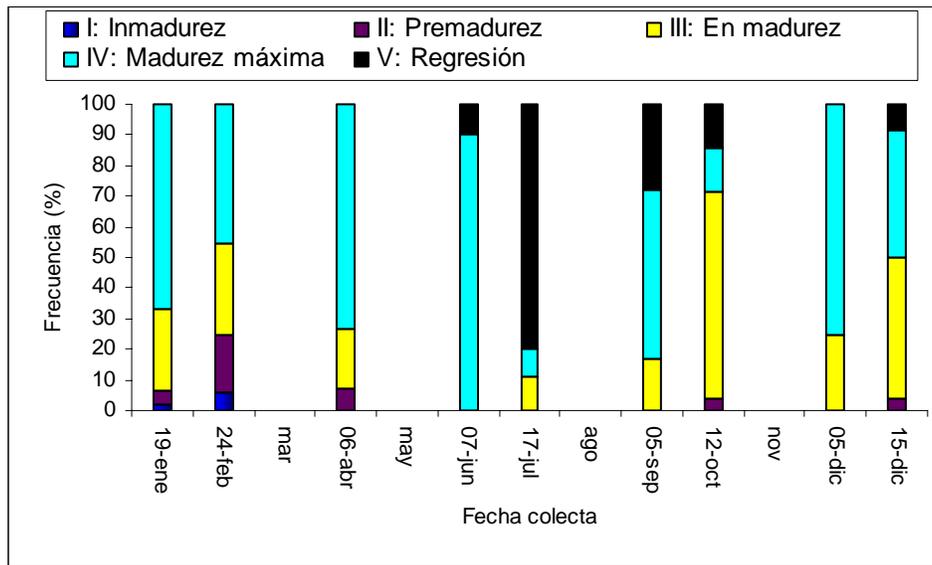


Figura 40. Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en machos recolectados en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.

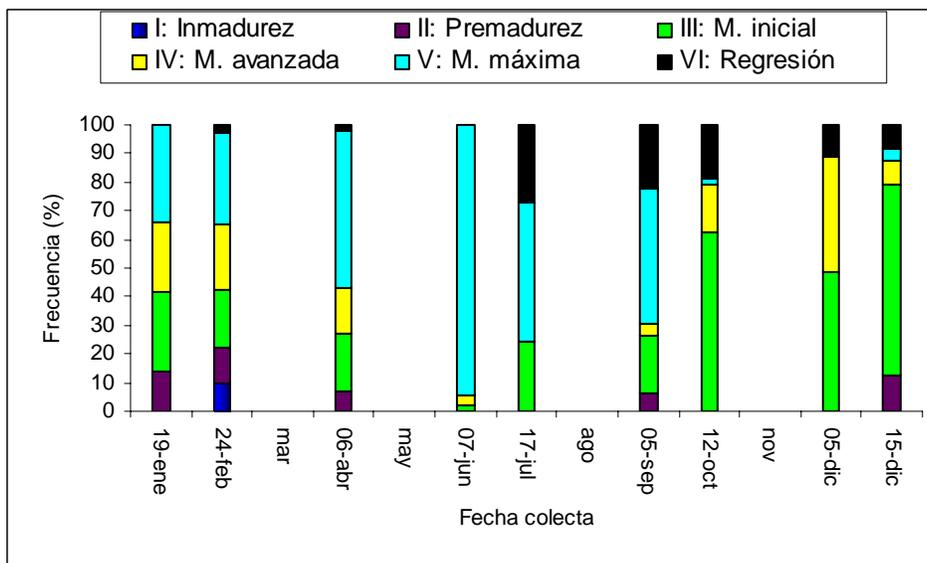


Figura 41. Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en hembras recolectadas en la I Región, sector Pisagua, de enero a diciembre de 2006.

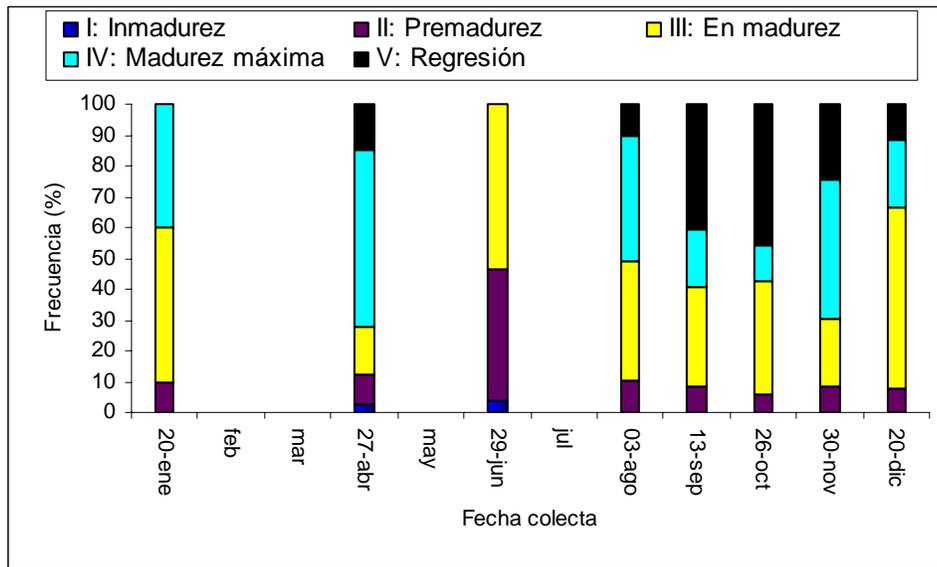


Figura 42. Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en machos recolectados en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.

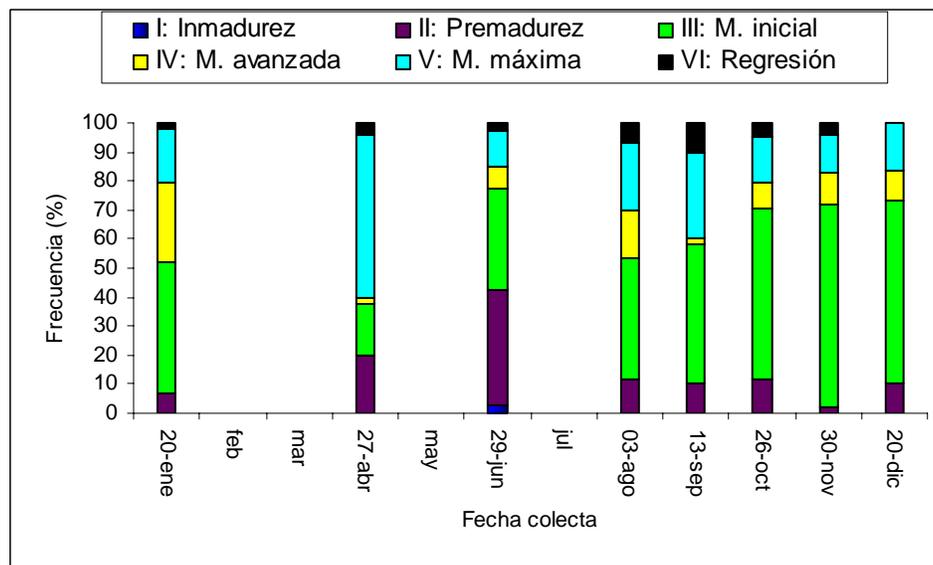


Figura 43. Proporción porcentual de estadios de madurez microscópicos en hembras recolectadas en la II Región, sector Pta. Arenas de enero a diciembre de 2006.

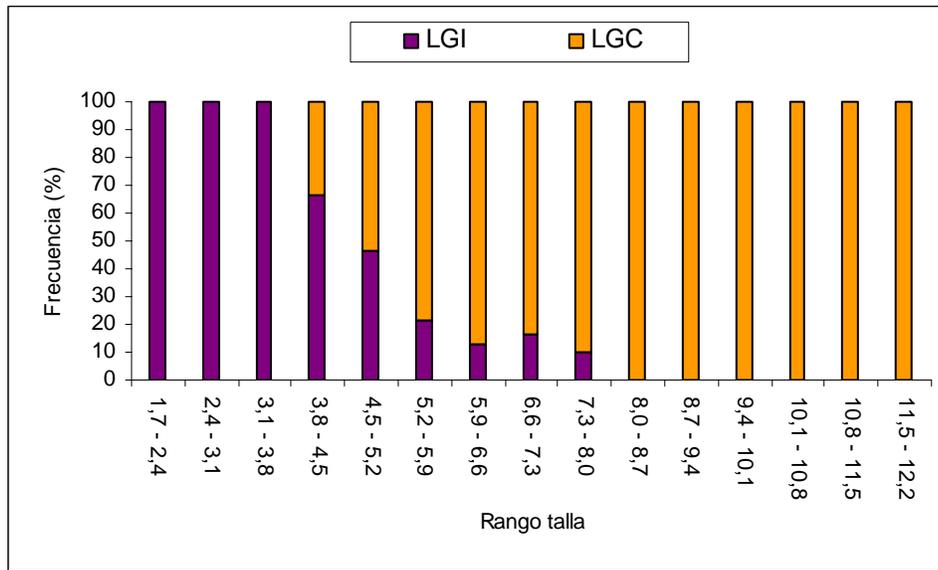


Figura 44. Proporción porcentual de machos inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Pisagua.

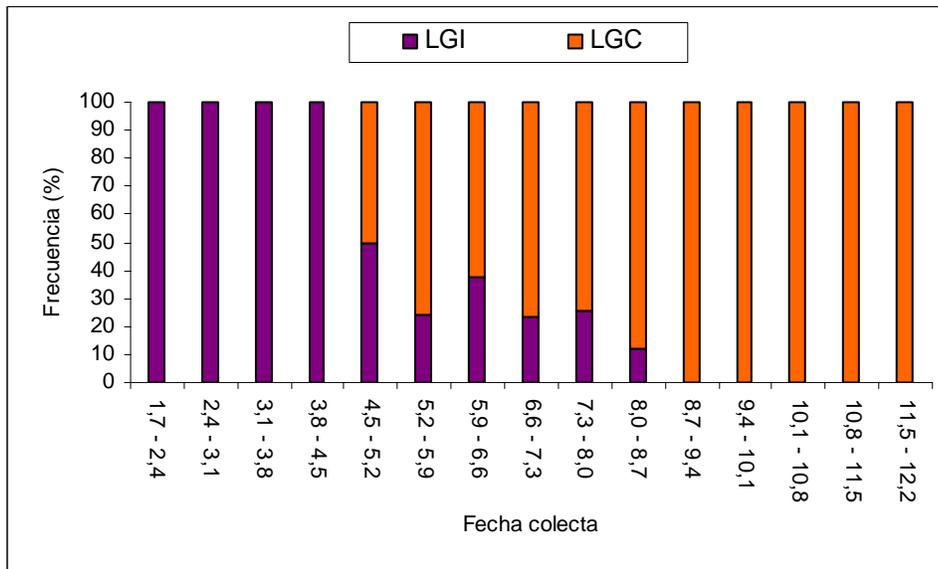


Figura 45. Proporción porcentual de hembras inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Pisagua.

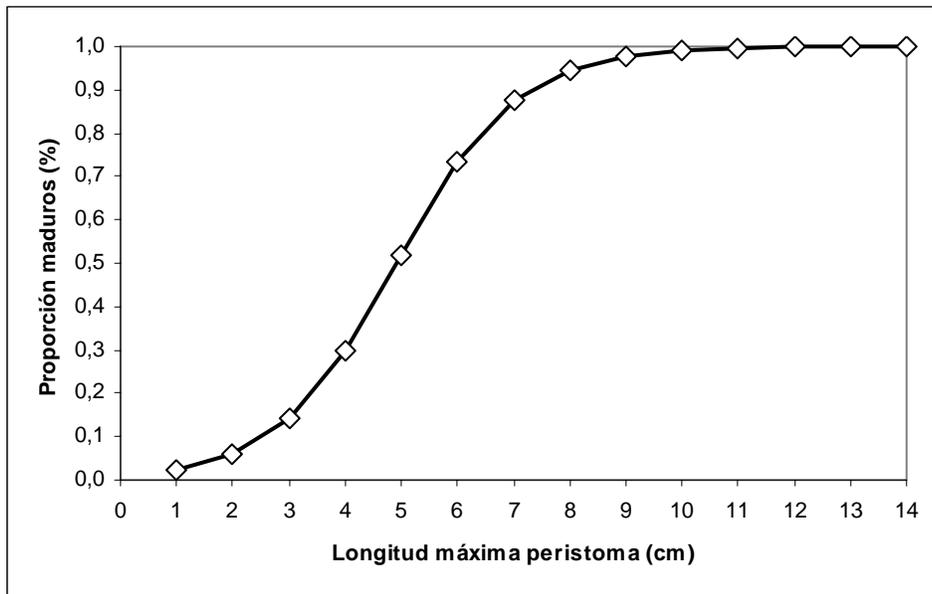


Figura 46. Ojiva de madurez sexual para machos de sector Pisagua (I Región).

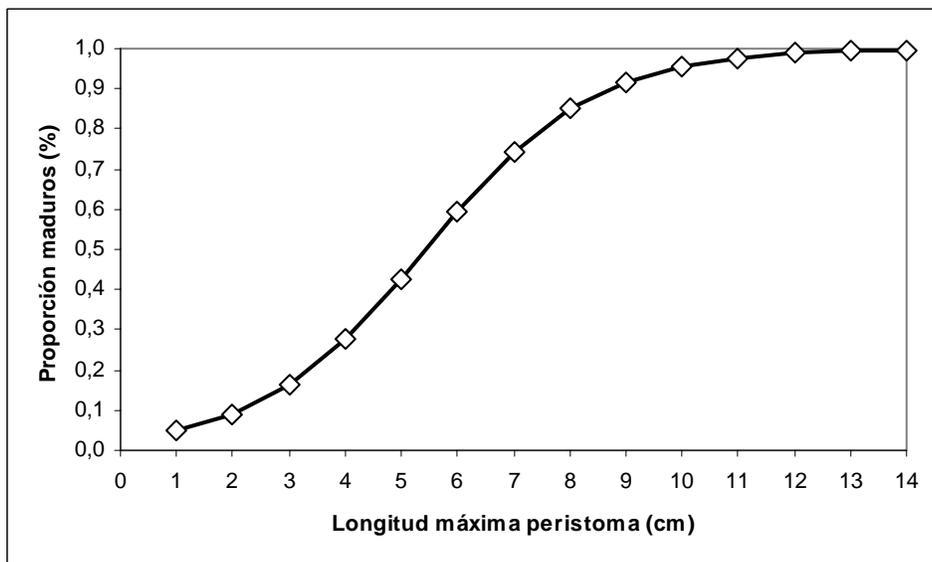


Figura 47. Ojiva de madurez sexual para hembras de sector Pisagua (I Región).

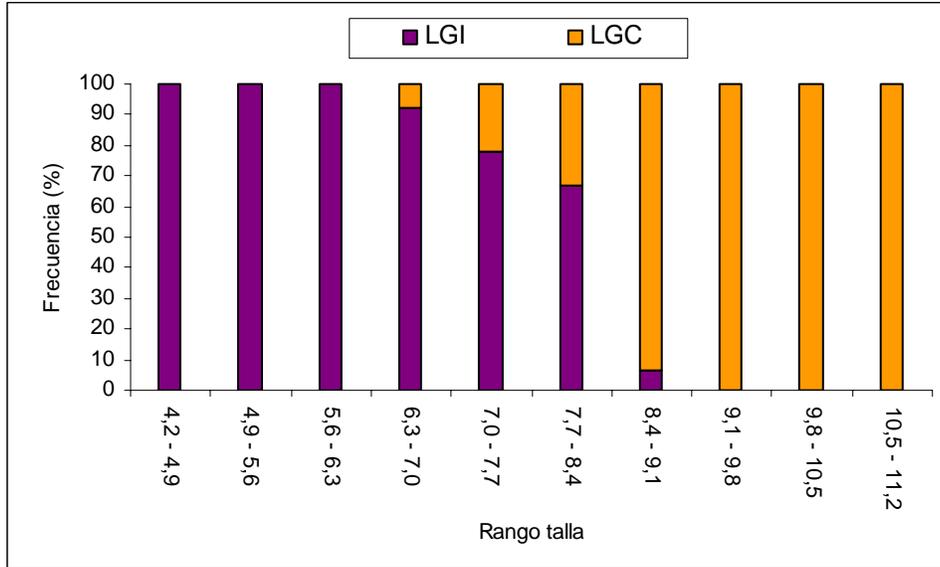


Figura 48. Proporción porcentual de machos inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Punta Arenas.

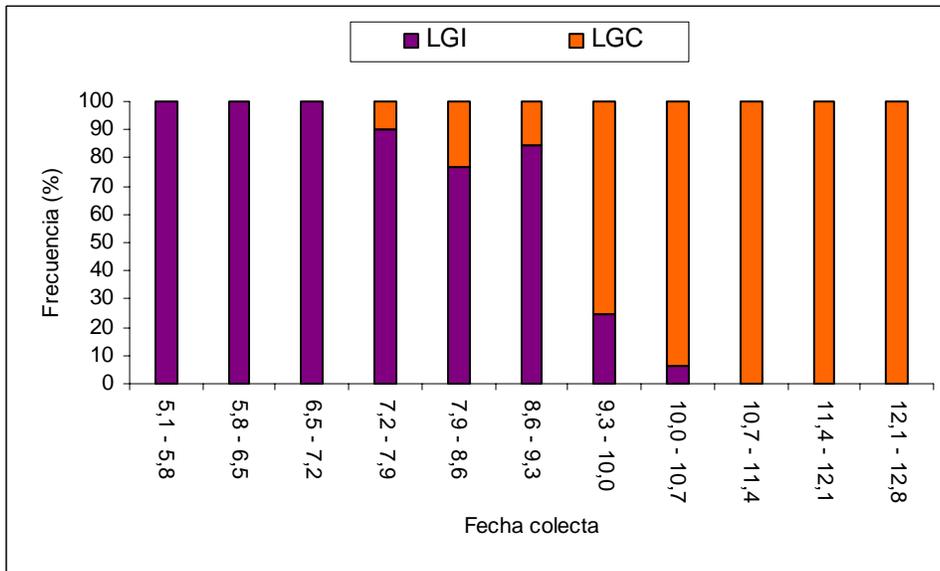


Figura 49. Proporción porcentual de hembras inmaduros y maduros sexualmente, por rango de tamaños. Sector Punta Arenas.

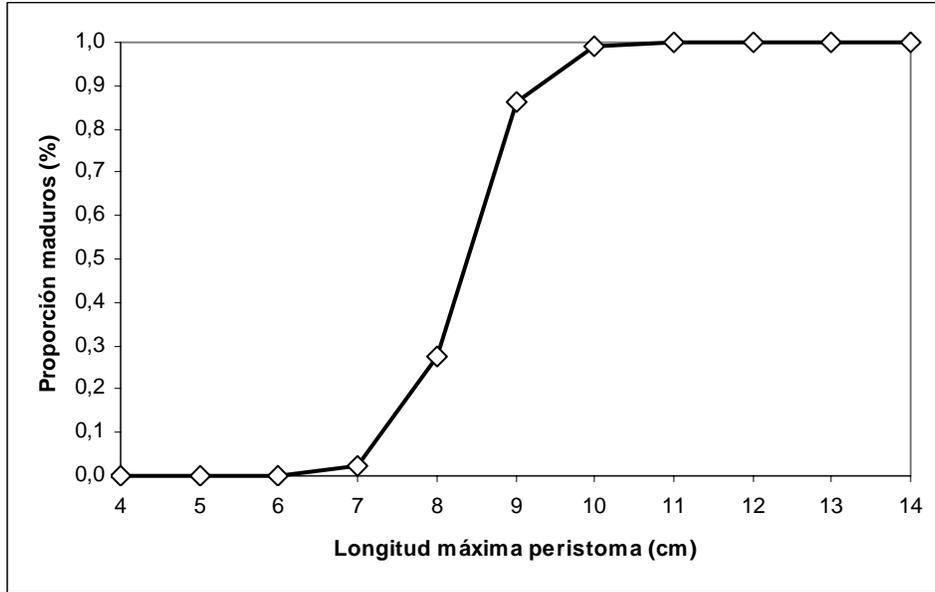


Figura 50. Ojiva de madurez sexual para machos de sector Punta Arenas (II Región).

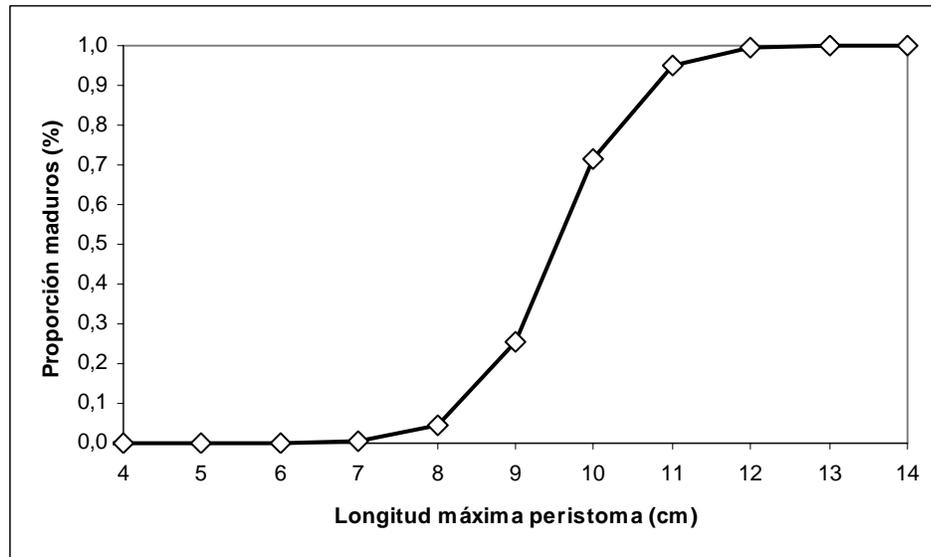


Figura 51. Ojiva de madurez sexual para hembras de sector Punta Arenas (II Región).

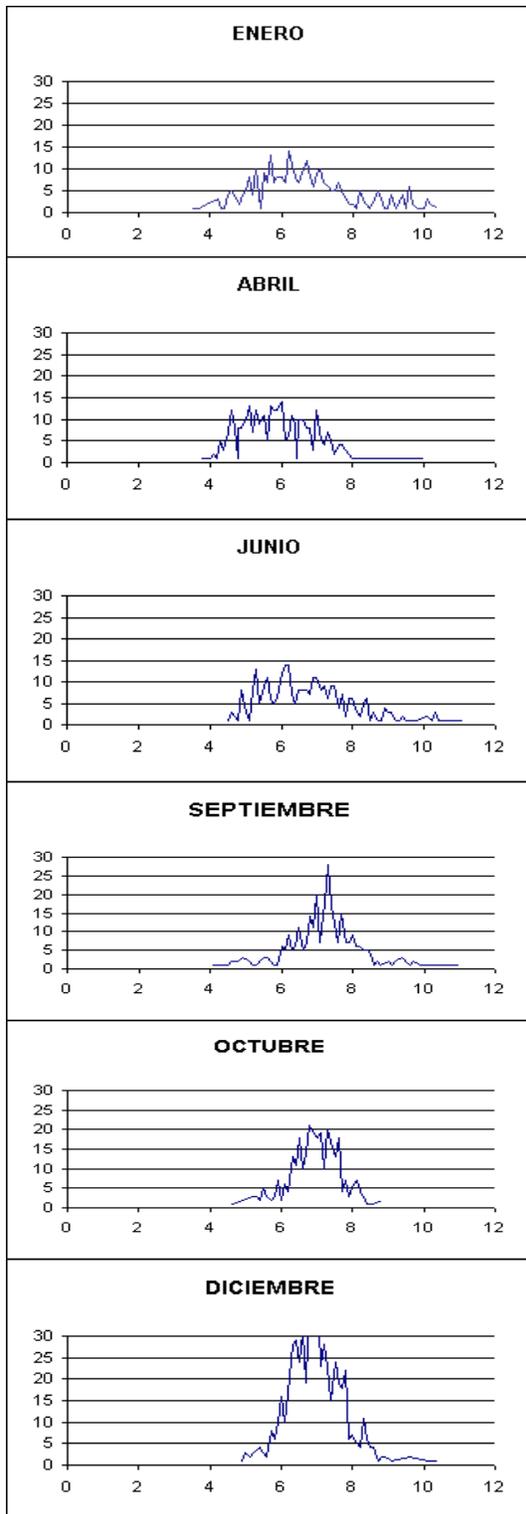


Fig. 52. Estructura de talla poblacional de loco de Pisagua, I región.

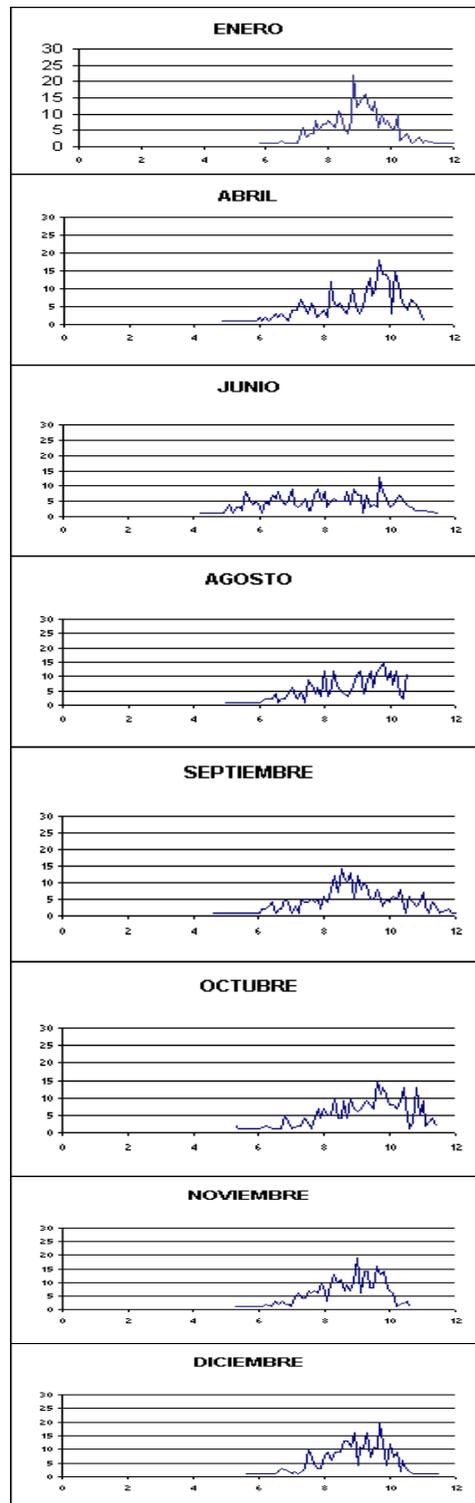


Fig. 53. Estructura de talla poblacional de loco de El Lagarto, II región.

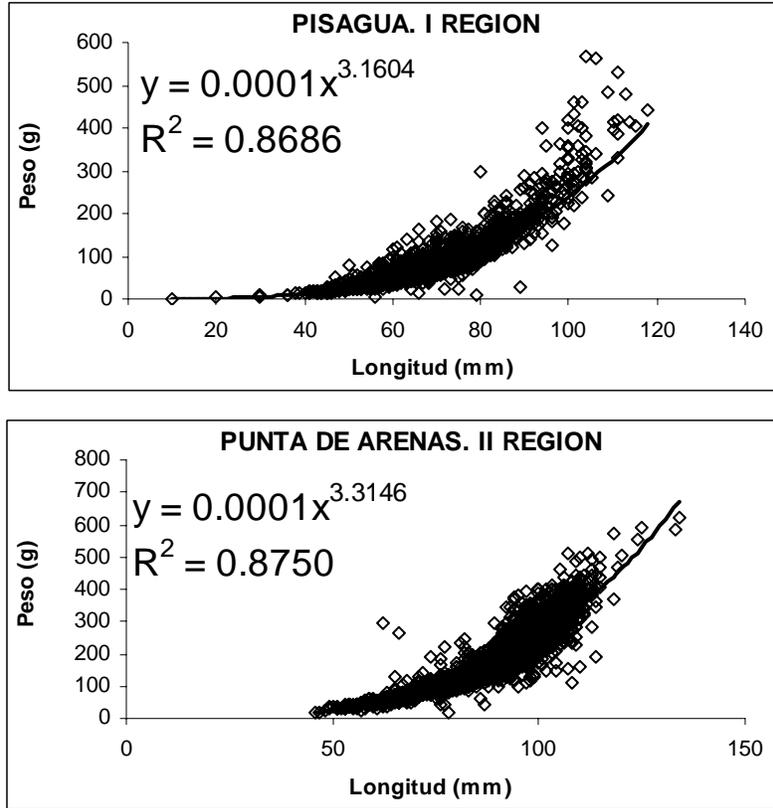


Figura 54. Estimación de la relación longitud - peso para el recurso loco en la I y II Regiones.

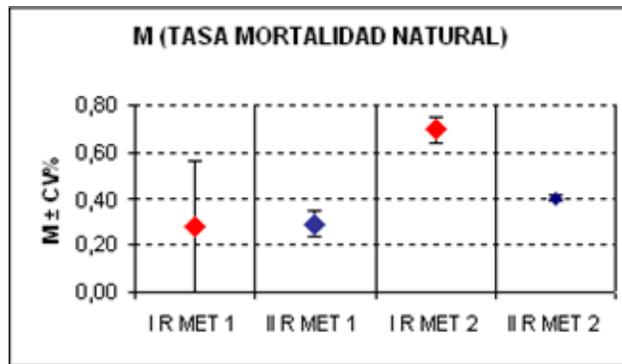


Figura 55. Tasas instantáneas de mortalidad natural estimadas con los métodos de Taylor (MET1) y de Alagaraja (MET2) en las localidades de la I región (punto rojo) y II región (punto azul). La barra equivale al coeficiente de variación del parámetro M.

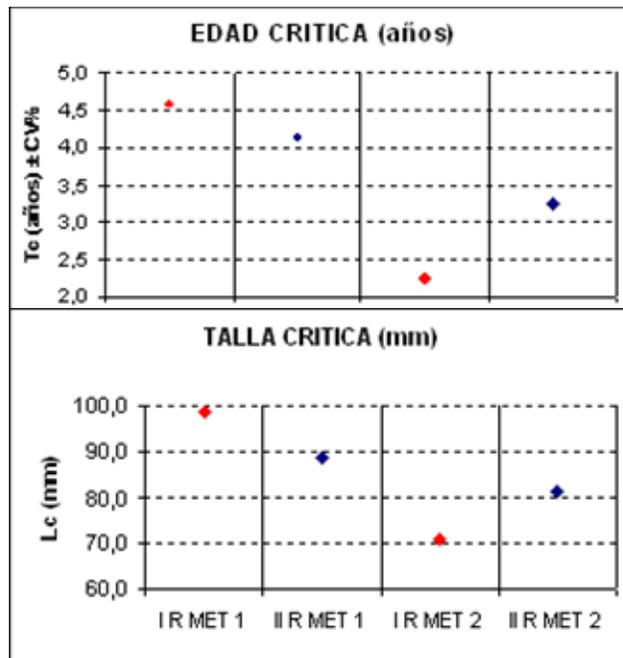


Figura. 56. Valores de la Edad Crítica (A) y Talla crítica (B) estimadas con valores de M provenientes del uso de los métodos de Taylor (MET1) y de Alagaraja (MET2) en las localidades de la I región (punto rojo) y II región (punto azul). La barra equivale al coeficiente de variación del parámetro M.

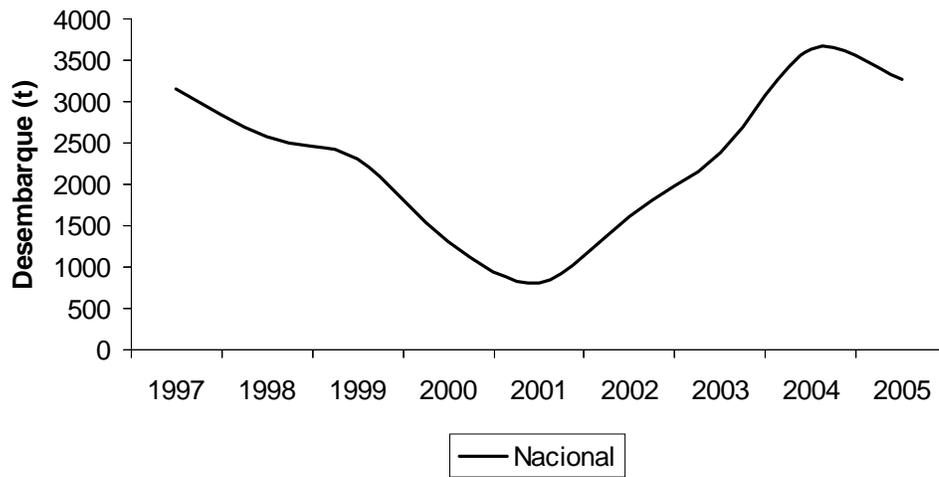


Figura 57. Evolución de los desembarques nacionales del recurso loco, período 1997 – 2005.

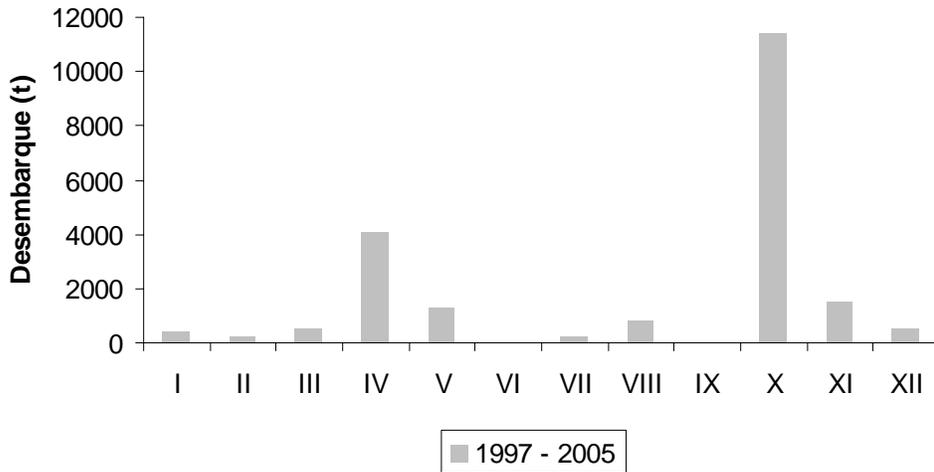


Figura 58. Participación regional en los desembarques nacionales del recurso loco, período 1997 – 2005.

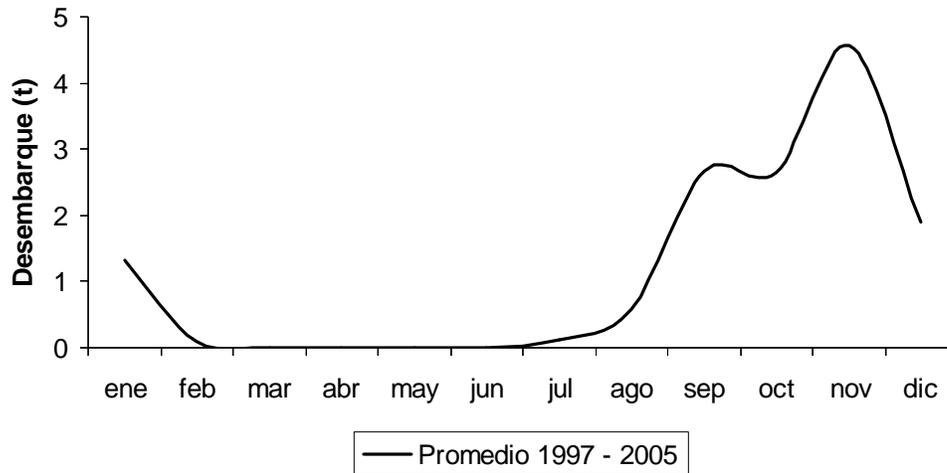


Figura 59. Variación intranual de los desembarques de loco, utilizando el valor promedio del período 1997 – 2005.

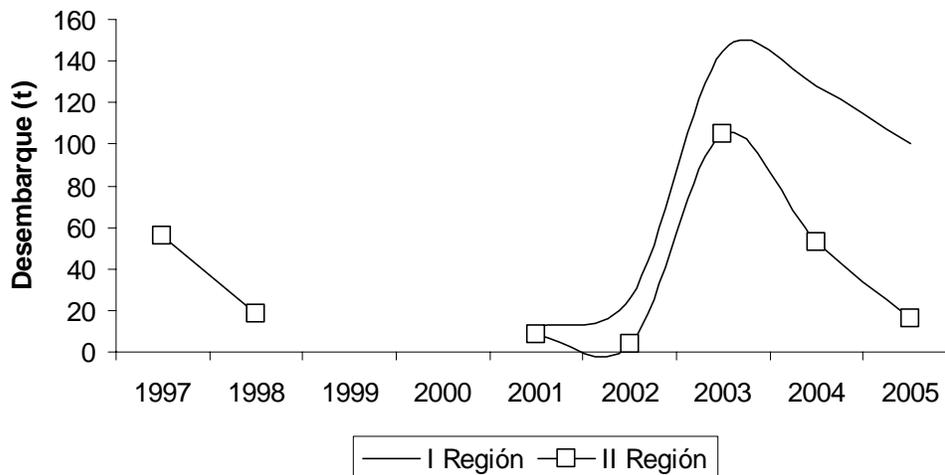


Figura 60. Evolución de los desembarques de loco en la I y II Regiones, período 1997 – 2005.

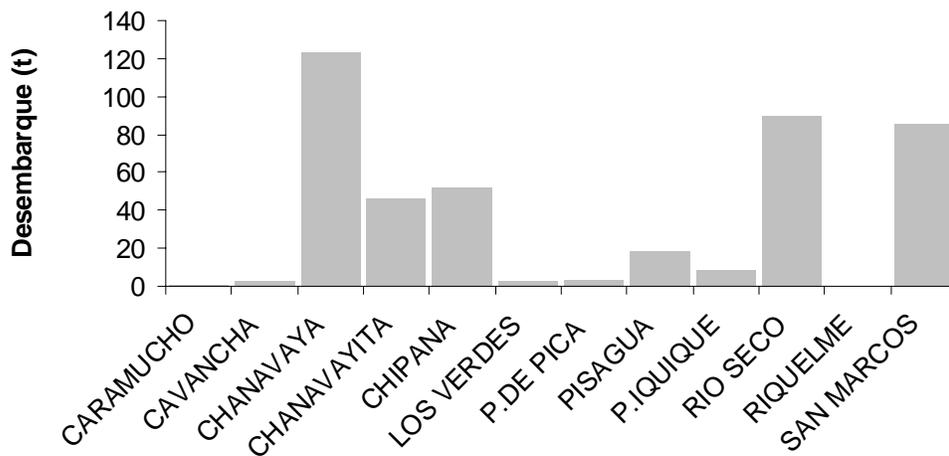


Figura 61. Aporte por caleta al desembarque regional (I Región) del recurso loco, período 1998 – 2005.

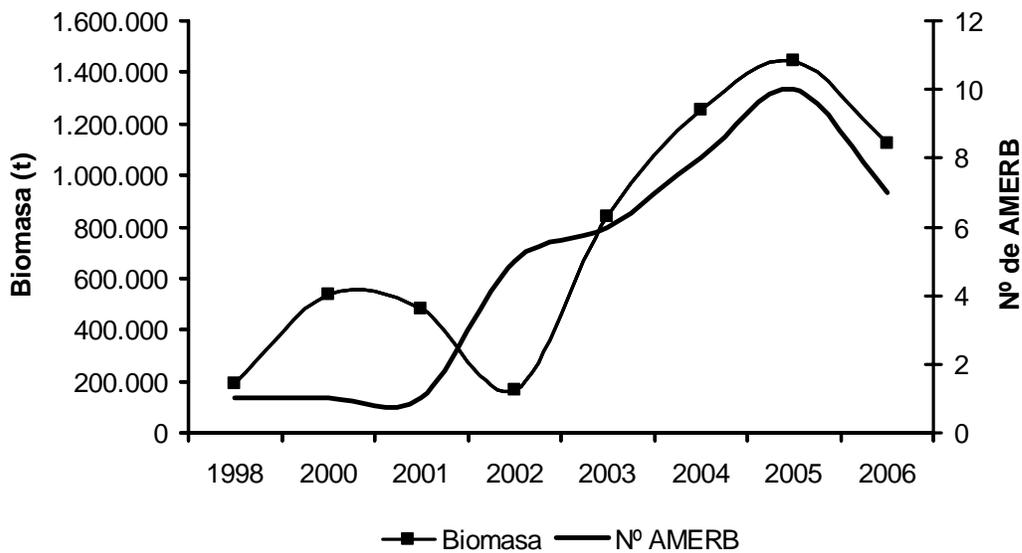


Figura 62. Estimaciones de biomasa del recurso loco en la I Región y su relación con el número de AMERB en operación, 1998 – 2006.

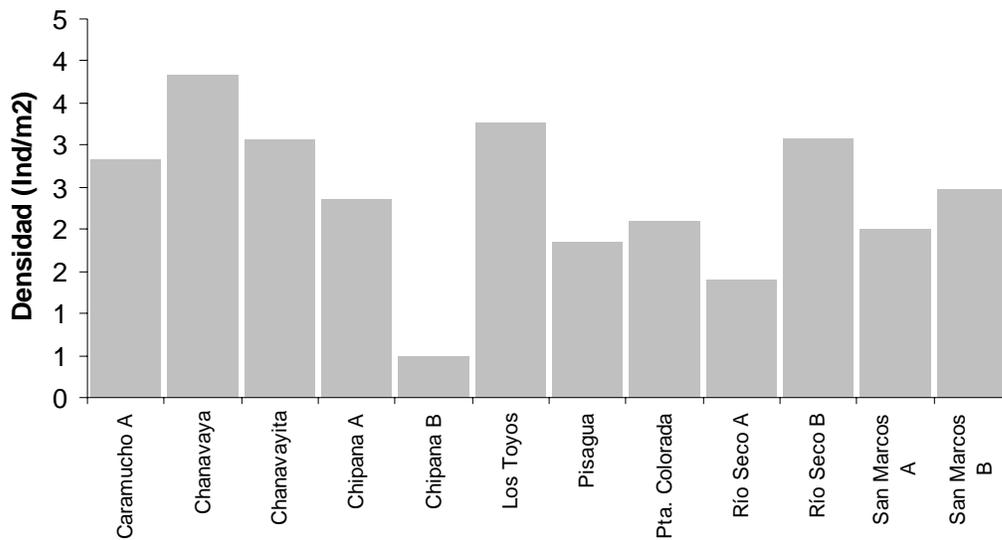


Figura 63. Estimaciones de densidad (Ind/m²) promedio al interior de las AMERB de la I Región, período 1998 - 2006.

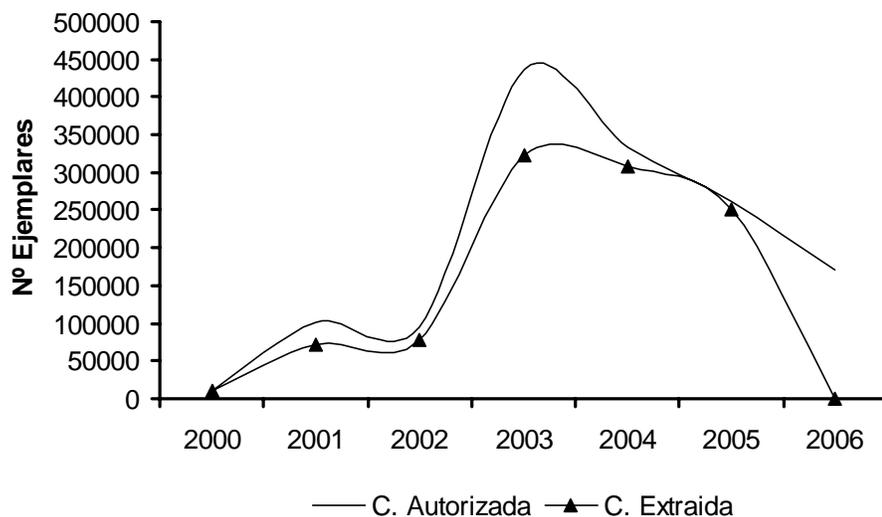


Figura 64. Cuota de recurso loco en el total de las AMERB de la I Región y su relación con la cuota efectivamente extraída, período 2000 - 2006.

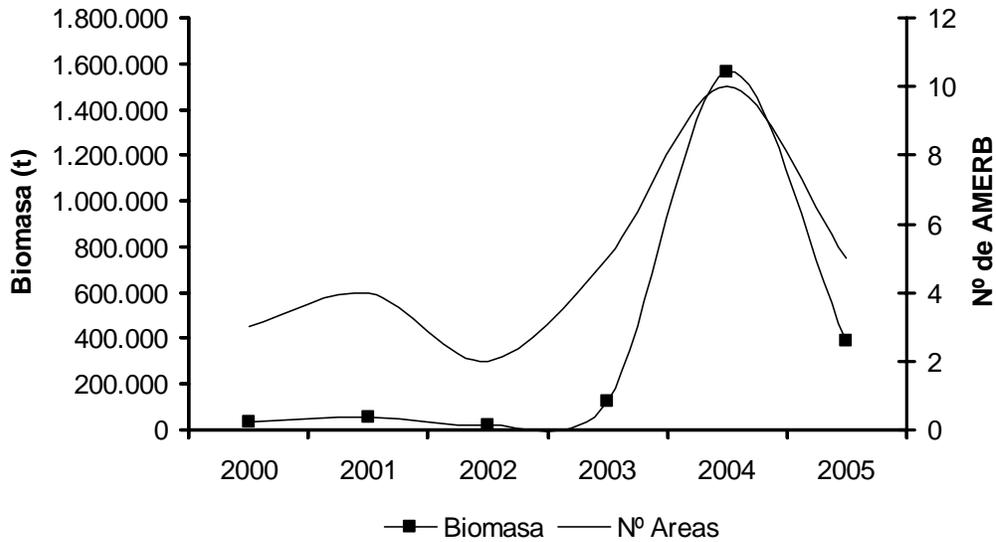


Figura 65. Estimaciones de biomasa del recurso loco en la II Región y su relación con el número de AMERB en operación, 2000 – 2006.

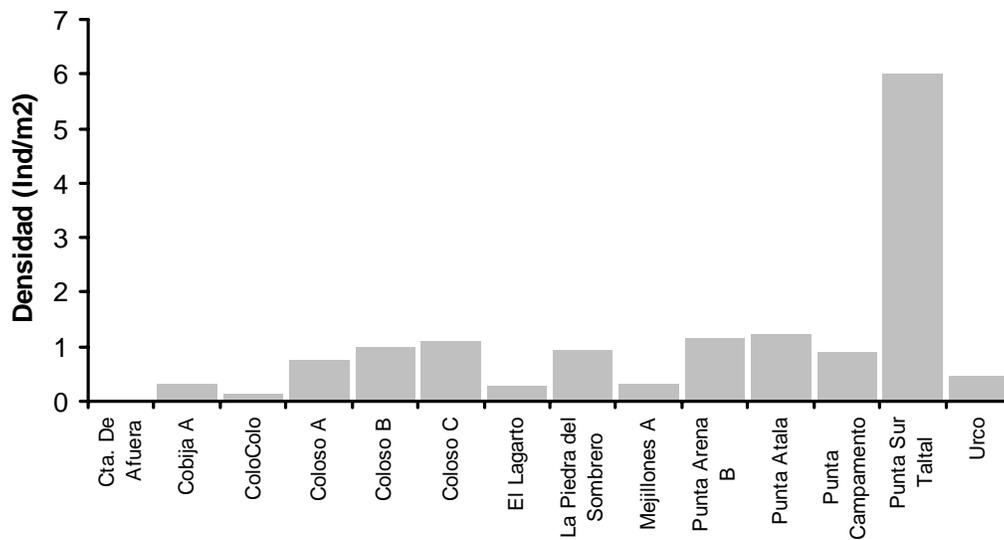


Figura 66. Estimaciones de densidad (Ind/m²) promedio al interior de las AMERB de la II Región, período 2000 - 2006.

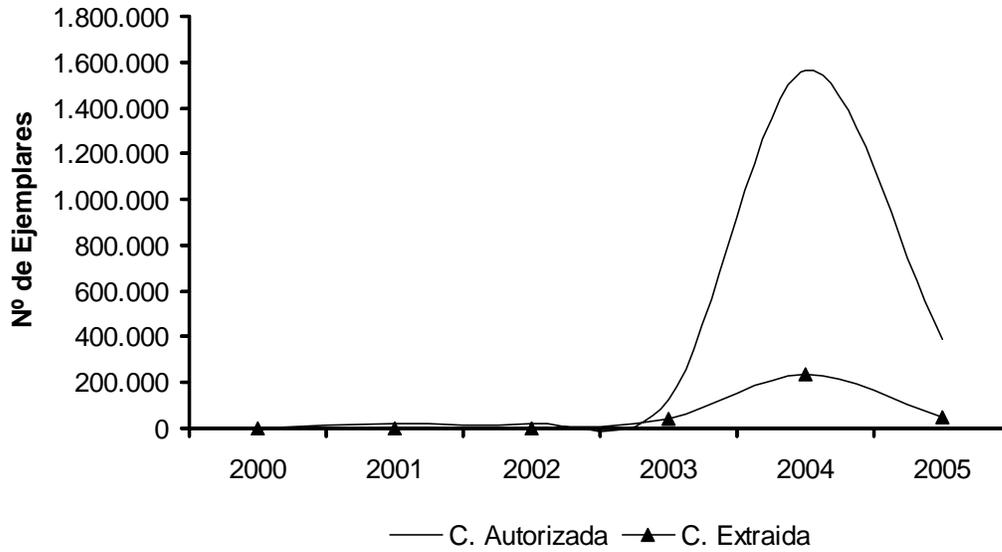


Figura 67. Cuota de recurso loco en el total de las AMERB de la II Región y su relación con la cuota efectivamente extraída, período 2000 - 2006.

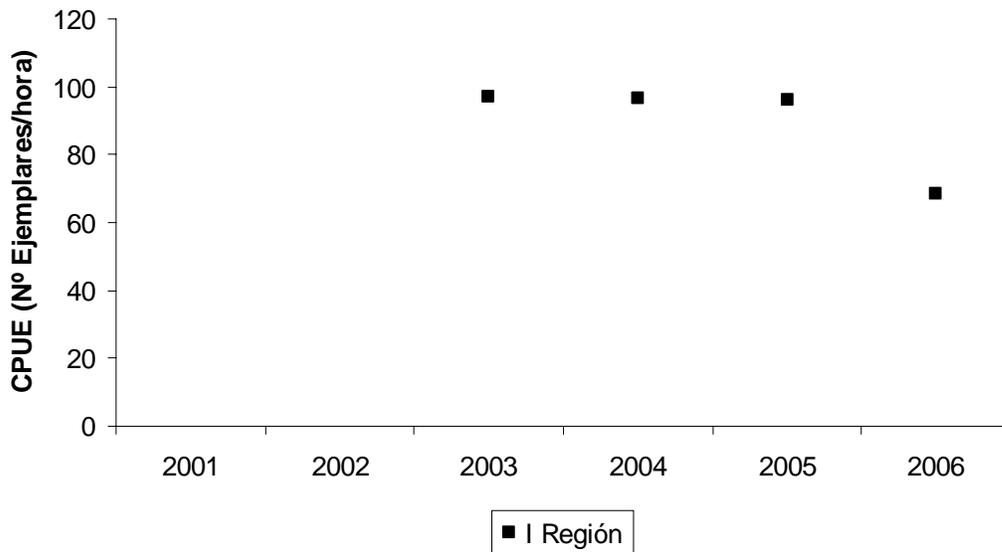


Figura 68. Estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio en las AMERB de la I Región, período 2000 – 2006.

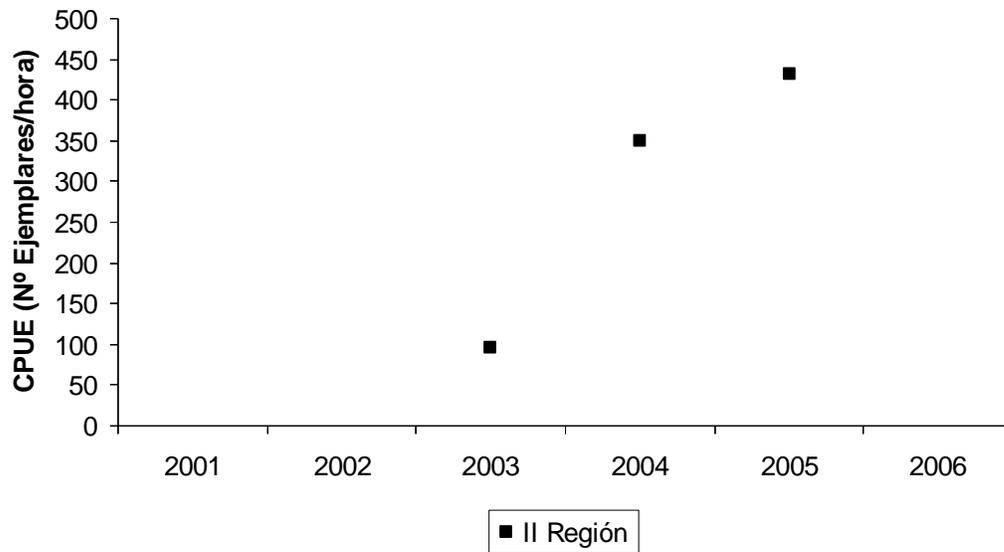


Figura 69. Estimación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio en las AMERB de la II Región, período 2000 – 2006.

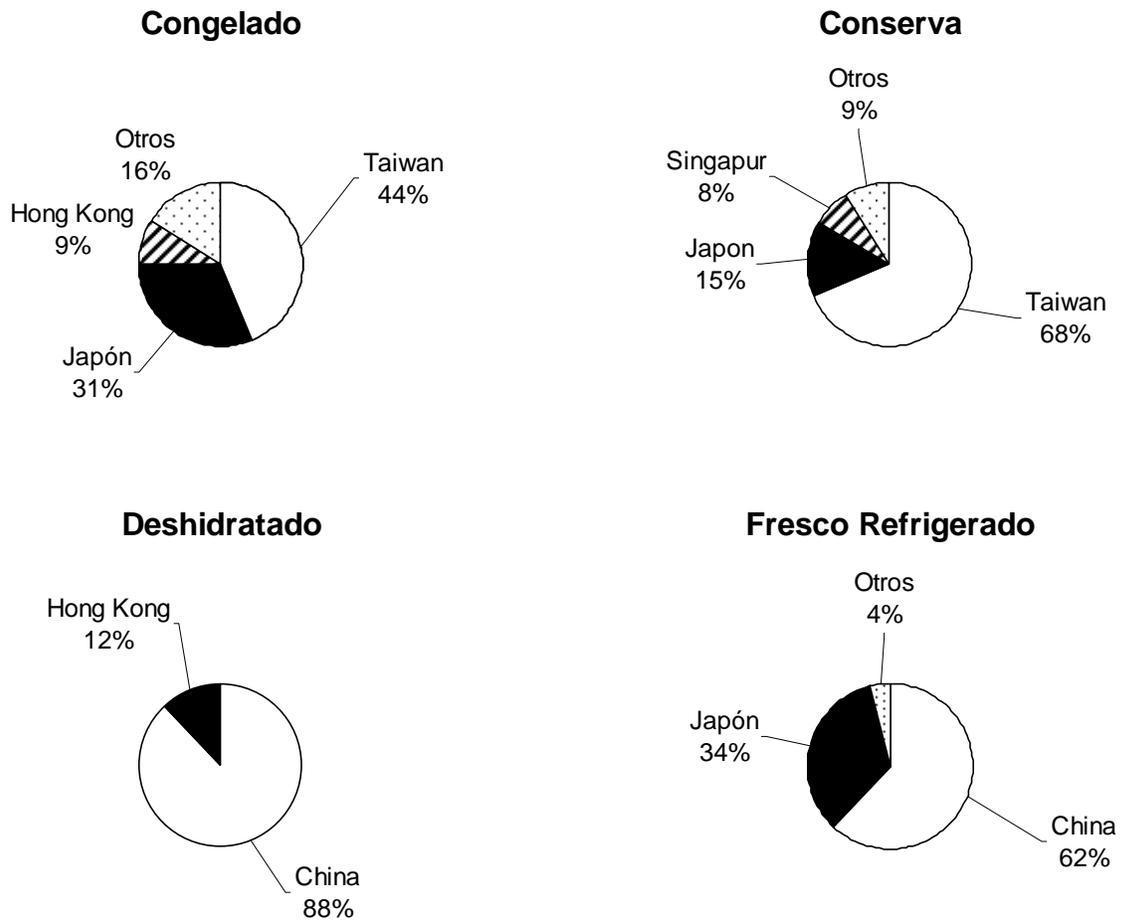


Figura 70. Destino de las exportaciones de loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.

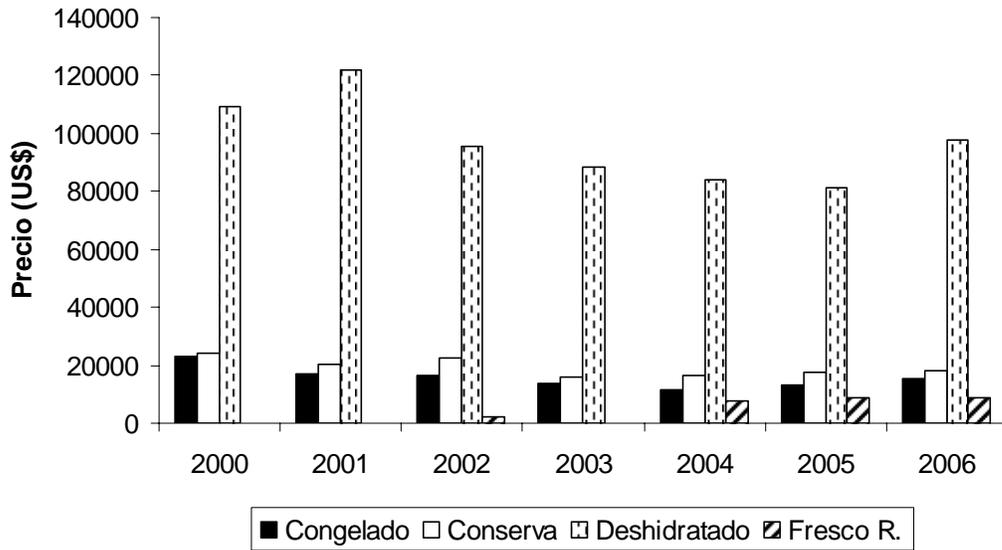


Figura 71. Precio de la tonelada de producto, según línea de elaboración, período 2000-2006.

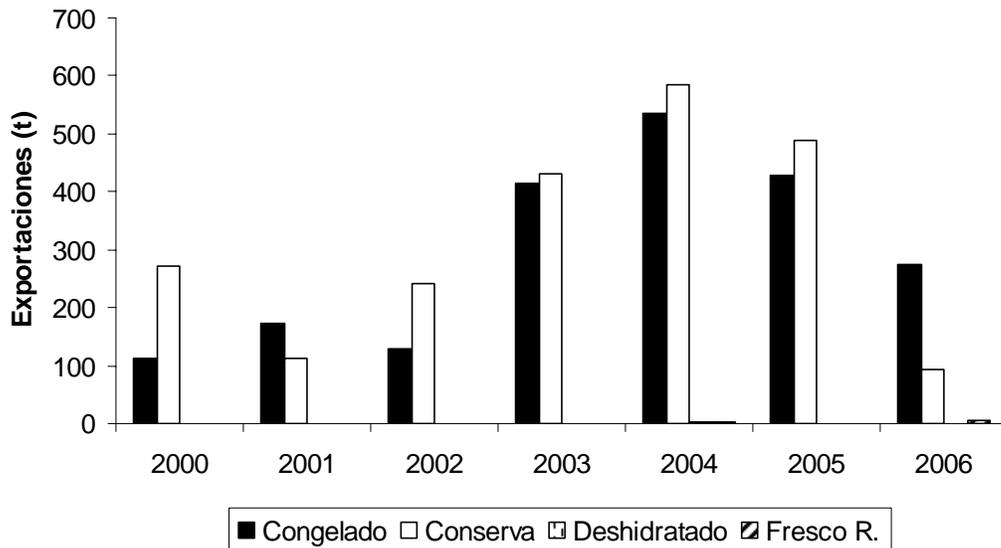


Figura 72. Exportaciones en toneladas de recurso loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.

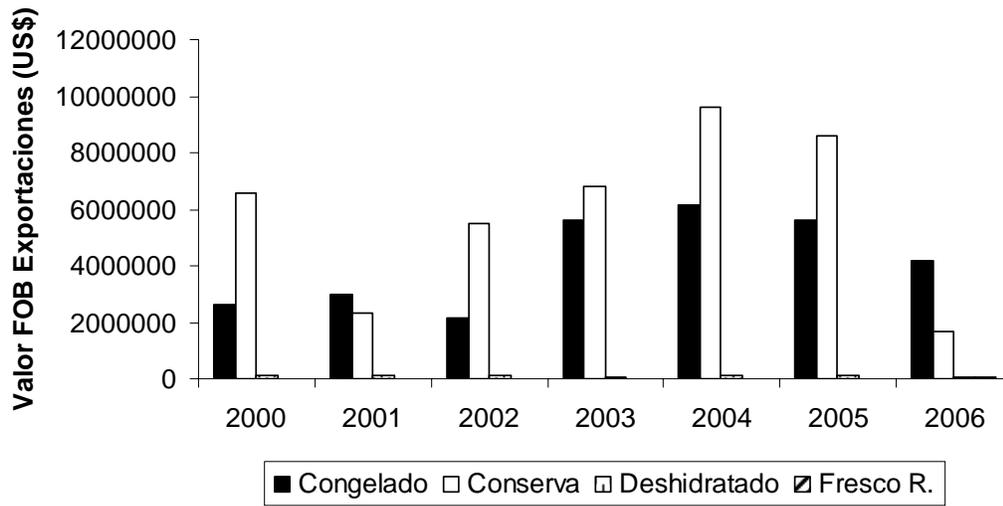


Figura 73. Valor FOB (US\$) de las exportaciones de recurso loco, según línea de elaboración, período 2000-2006.

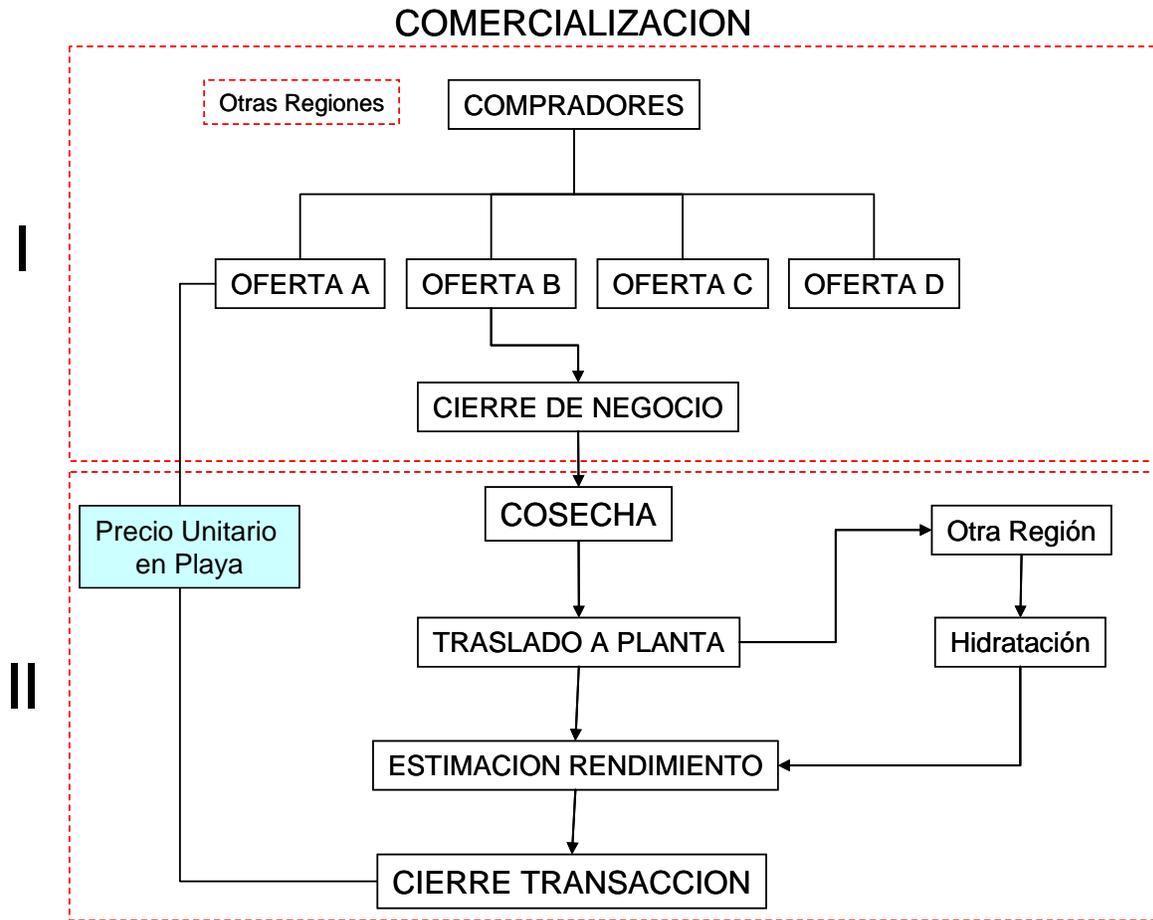


Figura 74. Diagrama explicativo de las etapas comprendidas en la comercialización del recurso loco en la zona norte.

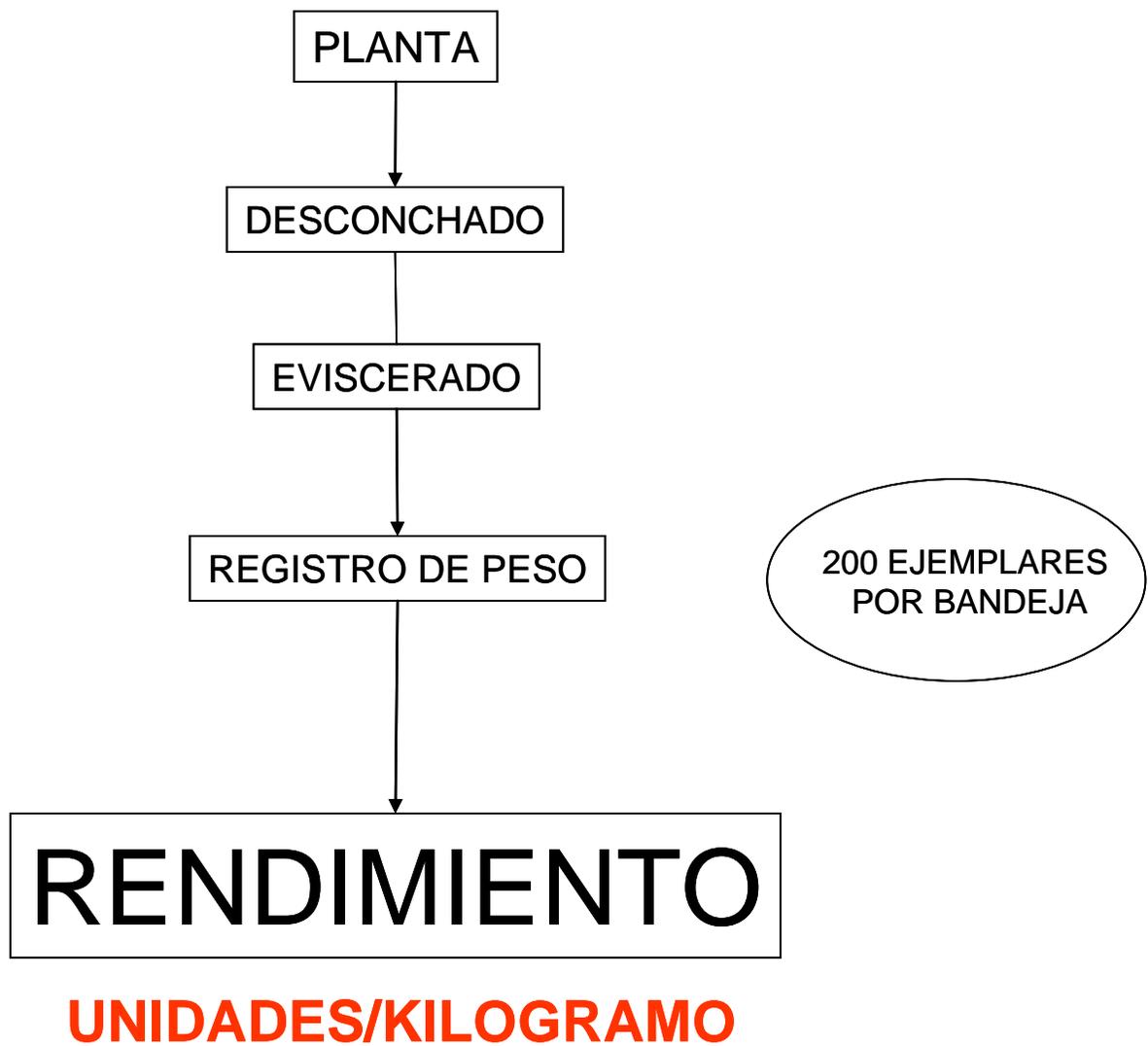


Figura 75. Diagrama explicativo de la estimación del rendimiento del recurso loco, etapa previa a la cancelación de la producción en la transacción.

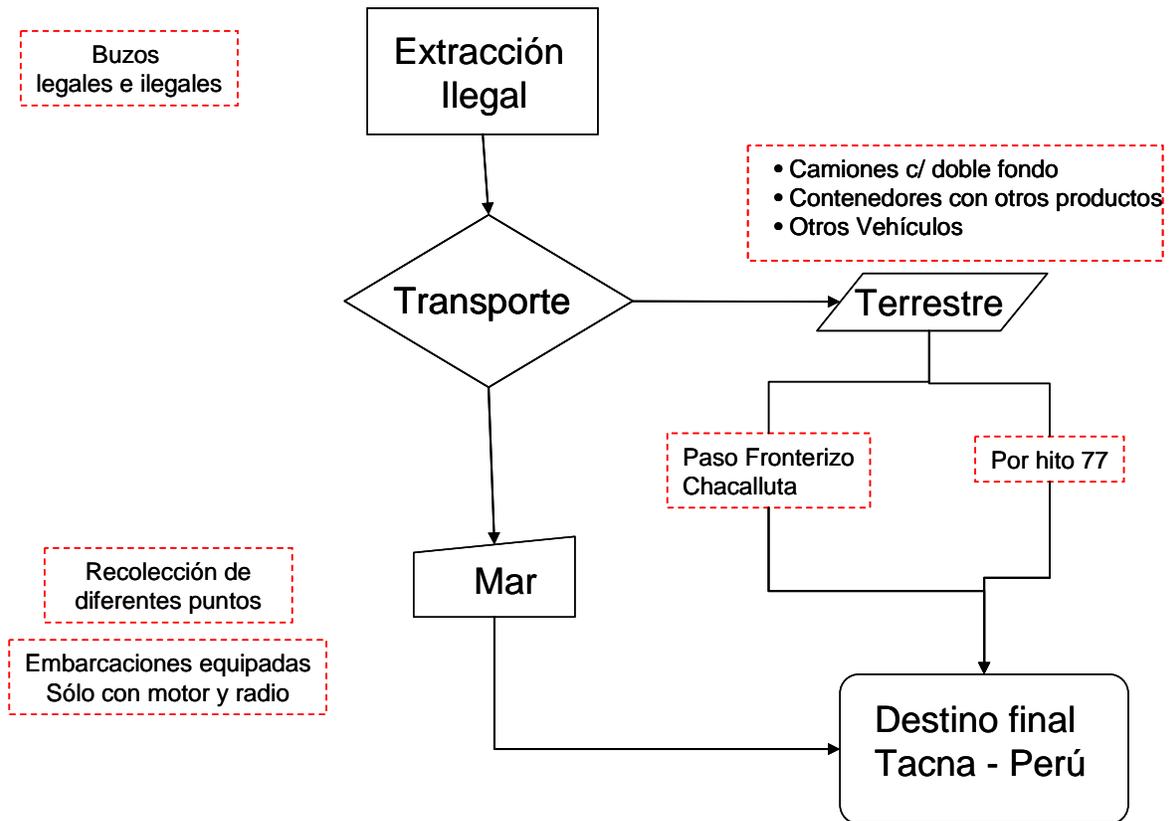


Figura 76. Diagrama explicativo de la actividad informal del recurso loco en la zona norte, en el que se indica desde la extracción, los canales de distribución y destino final de la producción.

TABLAS

Tabla 1: Localidades de muestreos por objetivo específico y parámetro o método de estimación

Objetivo específico	Parámetro o método de estimación	Áreas de Manejo		Área de Libre Acceso	
		I Región	II Región	I Región	II Región
1	Marcaje y recaptura	Chanavaya	El Lagarto		
	Lectura de anillos			Pisagua	Punta Arenas
	Desplazamiento modal			Pisagua	Punta Arenas
	Descomposición de modas			Pisagua	Punta Arenas
2	Agregaciones	Chanavaya	El Lagarto		
	Ciclo reproductivo			Pisagua	Punta Arenas
	Índices de madurez			Pisagua	Punta Arenas
4	Actividad operacional y comercial	Pisagua Chanavaya San Marcos Chipana	Punta Arenas Coloso Constitución		

Tabla 2. Localización de sectores en áreas de Libre Acceso en la I y II Región seleccionadas para el muestreo destructivo de acuerdo a Pesca de Investigación.

Coordenadas de sectores de Libre Acceso			
Sector Pisagua, I Región	Al norte de Pisagua (sector 1), entre	Punta Colorada	19°26'30'' L. S.
		Punta Blanca	19°29'30'' L. S.
	Al sur de Pisagua (sector 2), entre	Punta Pichalo	19°35'48'' L. S.
		Punta Junin	19°40'00'' L. S.
Sector Punta Arenas, II Región	Urcu (sector 1)	entre	21°43'58'' L. S.
			21°45'00'' L. S.

Tabla 3. Localidades y fechas de muestreos para crecimiento, comportamiento y ciclo reproductivo

Objetivo Muestreo	Localidad	MESES DE MUESTREO												
		AÑO 2006												AÑO 2007
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
Marcaje (M) y Recaptura (R)	Chanavaya		01/02 (M)			11/05 (M R)			22/08 (M R)					19/01 (R)
	El Lagarto			14/03 (M)			27/06 (M R)					24/10 (M R)	28/11 (R)	
Lectura de anillos	Pisagua		24/02		06/04		07/06	17/07		05/09	12/10		15/12	
	Pta. Arenas	20/01			27/04		29/06		03/08	13/09		30/11	20/12	
Tallas poblacionales	Pisagua	19/01	24/02		06/04		07/06	17/07		05/09	12/10		05/12 y 15/12	
	Pta. Arenas	20/01			27/04		29/06		03/08	13/09	26/10	30/11	20/12	
Agregaciones reproductivas	Chanavaya		07/02		17/04		25/06		24/08			12/11		
	El Lagarto					10/05	28/06		01/08	12/09		28/11	20/12	
Ciclo Reproductivo	Pisagua	19/01	24/02		06/04		07/06	17/07		05/09	12/10		05/12 15/12	
	Pta. Arenas	20/01			27/04		29/06		03/08	13/09	26/10	30/11	20/12	

Tabla 4 Tamaño de muestra de longitud

K Clase Tallas	Riesgo $\alpha = 0,05$		
	error d		
	0,05	0,075	0,1
2	380	166	92
3	568	249	138
4	618	272	150
5	657	289	160
6	690	303	168
7	717	315	174
8	741	325	180
9	762	335	185
10	781	343	190
11	798	350	194
12	813	357	198
13	828	363	201
14	841	369	204
15	853	375	207
24	891	393	271

Tabla 5. Coordenadas de muestreos destructivos realizados en Pisagua (I Región y Punta Arenas (II Región)

Fecha	Muestra	Localidad	Coordenadas
19-01-06	1	Pisagua	19°37' 37,2" S; 70°12' 31,2" W
24-02-06	2	Pisagua	19°37'48,9"S- 70°12'10,8"W,
06-04-06	3	Pisagua	19°37'37,3"S- 70°12'31,2"W,
07-06-06	4	Pisagua	19°37'28" S, 70°12'27" W
17-07-06	5	Pisagua	19°37'33,07"S- 70°12'35"W
05-09-06	6	Pisagua	19°37'52,07"S- 70°12'16"W
12-10-06	7	Pisagua	19°37'23,44"S- 70°12'23"W
05-12-06	8	Pisagua	19° 37' 28,9" S; 70°12' 24,3" W
15-12-06	9	Pisagua	19°37'18"S- 70°12'27,93"W
20-01-06	1	Punta Arenas	21°38'08"S - 70°08'15,4"W
27-04-06	2	Punta Arenas	21°38'30,"S- 70°08'16,2"W,
29-06-06	3	Punta Arenas	21°37'39,56"S- 70°07'25,59"W,
03-08-06	4	Punta Arenas	21°37'32,65"S- 70°07'25,59"W,
13-09-06	5	Punta Arenas	21°37'36,44"S- 70°07'25,06"W,
26-10-06	6	Punta Arenas	21°38' 03"S - 70°08'04" W
30-11-06	7	Punta Arenas	21°37'18,62"S- 70°07'21"W,
20-12-06	8	Punta Arenas	21°37'18,62"S- 70°07'24"W,

Tabla 6. Eventos de marcajes y número de ejemplares marcados.

Lugar	Región	Evento de marcaje	Fechas	Nº de ejemplares marcados
Chanavaya	I	I	01/02/06	1.015
		II	11/05/06	1.566
		III	23/08/06	1.501
			subtotal	4.072
El Lagarto	II	I	14/03/06	1.321
		II	27/06/06	1.363
		III	24/10/06	1.105
			subtotal	3.789
			Total	7.951

Tabla 7. N muestral de locos utilizadas en la lectura de anillos para las localidades muestreadas

Fecha	Muestra	Pisagua	Punta Arenas
24-02-06	1	33	
06-04-06	2	40	
07-06-06	3	71	
17-07-06	4	62	
05-09-06	5	56	
12-10-06	6	41	
15-12-06	7	42	
20-01-06	1		58
27-04-06	2		57
29-06-06	3		58
03-08-06	4		57
13-09-06	5		54
30-11-06	6		39
20-12-06	7		48
TOTAL		345	358

Tabla 8. N muestral de locos utilizadas para desplazamiento modal para las localidades muestreadas

Fecha	Muestra	Pisagua	Punta Arenas
19-01-06	1	300	
24-02-06	2	101	
06-04-06	3	300	
07-06-06	4	300	
17-07-06	5	300	
05-09-06	6	295	
12-10-06	7	300	
05-12-06	8	299	
15-12-06	9	300	
20-01-06	1		302
27-04-06	2		296
29-06-06	3		297
03-08-06	4		300
13-09-06	5		295
26-10-06	6		300
30-11-06	7		300
20-12-06	8		300
TOTAL		2.495	2.390

Tabla 9 a. Estados de madurez sexual de la gónada en machos, según Ramorino, 1979

Recuperación
Gónada naranja menor 20% CGGD; predominio espermatogonios; restos espermios ciclo precedente; colectores intratesticulares no lechosos.
Maduración
Gónada naranja grosor mayor 20% CGGD; folículos con lumen estrecho; predominio espermatocitos y espermios apreciables. Colectores intratesticulares regular lechosos
Máxima Madurez
Gónada amarillo ocre gran cantidad espermios lumen de folículos. Colectores intratesticulares lechosos.
Término Emisión Gametos
Gónada naranja grosor mayor 20% CGGD; folículos con lumen amplio y espermios nacen cerca paredes. Colectores intratesticulares regular lechosos.

Tabla 9 b. Estados de madurez sexual de la gónada en hembras según Ramorino, 1979

Estado de madurez sexual de la gónada en HEMBRAS
Previtelogénesis
Gónada parda menor 2 mm; folículos con ovocitos adheridos y primeras plaquetas vitelinas; restos vitelo ciclo precedente. Glándula ingestiva café oscura; aspecto seco y sin espermios móviles
Vitelogénesis
Gónada amarilla grosor menor al 20% CGGD; ovocitos en crecimiento desprendiéndose paredes folículos; aumento vitelo. Glándula ingestiva incipiente, crema, sin contenido interior.
Máxima Madurez
Gónada crema-amarilla grosor mayor 20% CGGD, óvulos grandes llenos de vitelo ocupan todo el folículo. Glándula ingestiva crema-café claro y gran cantidad líquido con espermios móviles.
Término Postura
Gónada naranja, delgada; folículos con óvulos citolizados y restos de vitelo; algunos ovocitos en paredes de folículos. Glándula ingestiva café con líquido espeso y pocos espermios móviles.

Tabla 10. Escala de madurez sexual para ejemplares de Concholepas concholepas (Aviles y Lozada, 1975)

Inmadurez: Etapa previa a la gametogénesis
El análisis macro y microscópico de las gónadas no permite distinguir sexos, ya que sólo se observa abundante tejido conectivo indiferenciado, con células de forma variadas. Frecuente en individuos iguales o menores a 5,0 cm de longitud de la concha.
Premadurez: Etapa de activa multiplicación y ordenamiento celular
Macroscópicamente la gónada no se visualiza, o está representada por una membrana delgada blanca, amarilla o naranja suave. Se encuentra de preferencia en individuos cuyas tallas fluctúan entre 5 y 7 cm de longitud de la concha. Microscópicamente, las células del tejido conectivo se ordenan para formar los folículos que, en un principio, son pequeños y de paredes gruesas. En su interior se diferencian gonios y citos I adosados a la pared folicular, observándose aún en el lumen algunas células polimorfas propias del tejido conectivo. Como consecuencia de la gametogénesis, el tejido conectivo disminuye en relación con la etapa precedente y las características estructurales de las células en gametogénesis permiten distinguir sexos. Se observa, además, conductos de vaciamiento en formación, rodeados de tejido conectivo preferentemente adiposo.
En Madurez: Etapa progresiva de la gametogénesis
Macroscópicamente la gónada es visible; en ambos adopta de preferencia el color amarillo. Se da sobre todo en individuos de tallas iguales o superiores a 7 cm de longitud de la concha. Microscópicamente, los folículos tienen paredes nítidas, gruesas, separados por tejido conectivo en cantidad variable, el cual disminuye hasta quedar reducido a escasas fibras colágenas, a medida que la madurez se hace progresiva. En machos, los folículos presentan un lumen reducido y una gruesa capa germinal, formada principalmente por espermatogonias, espermatocitos I, espermatocitos II y espermátidas. En el tejido inter e intrafolicular aparecen los primeros amebocitos, los cuales comienzan a dividirse en numerosas partículas citoplasmáticas dejando el núcleo en libertad. En hembras, el número de ovocitos en previtelogénesis varía aproximadamente de 3 a 7 por folículos, encontrándose, de preferencia, en estados de citos I y II. En algunos se observan las primeras plaquetas vitelinas.
Madurez Máxima: Etapa de espermiogénesis y de vitelogénesis
Macroscópicamente la gónada está muy desarrollada. En ambos sexos se han intensificado los colores, adoptando diversas tonalidades de naranja. Microscópicamente los folículos son más grandes que en la etapa precedente, de paredes nítidas y delgadas con tejido adiposo interfolicular. Gran parte de las células espermatogénicas se encuentran desprendidas de la pared folicular con predominio de espermios, los que son muy abundantes. Los amebocitos han aumentado notablemente. Los ovocitos están en plena vitelogénesis. En algunos casos adheridos a la pared folicular se observan nuevos ovocitos en formación.

Tabla 10. Escala de madurez sexual para ejemplares de *Concholepas concholepas* (Aviles y Lozada, 1975) (cont.)

Regresión: Etapa de vaciamiento folicular
<p>Macroscópicamente las gónadas están disminuidas, los colores son siempre intensos pero tendiendo al terracota.</p> <p>Microscópicamente los folículos se han reducido, de paredes rugosas y otras rotas, se encuentran vacíos o semivacíos. Tejido adiposo interfolicular en cantidad variable y aumento paulatino del tejido conjuntivo propiamente tal. En machos se observan restos de espermios, espermátidas y amebocitos; otros están totalmente vacíos. En el interior de los folículos en hembras hay, preferentemente, material de desintegración, como restos de vitelo, citoplasma, núcleos y abundantes amebocitos.</p>

Tabla 11. Escala de madurez sexual de Avilés y Lozada (1975) para hembras de *C. concholepas*, modificada en este estudio con criterios descritos en Huaquín (1979).

Estadio	Denominación	Criterio microscópico
I	Inmadurez	Igual
II	Premadurez	Igual
III	En Madurez Inicial	Mantiene criterios de clasificación en madurez
IV	En Madurez Avanzada	Se incorpora. Los ovocitos predominantes en esta etapa se caracterizan por el aumento de tamaño producto de la vitelogénesis, que en su mayoría se mantienen pedunculados adheridos a las trabéculas. Ya no son piriformes sino que son más bien ovoides, con núcleo esférico.
V	En Madurez Máxima	Se adopta como criterio el predominio en este estadio de ovocitos maduros que se encuentran libres en el interior del folículo, de núcleo esférico.
VI	Regresión	Igual

Tabla 12. Parámetros de crecimiento del recurso loco, estimados a partir del método marcaje y recaptura mediante el modelo de von Bertalanffy

Parámetro	Loo	Std Loo	K	To
Loo	127.95	13.45	0.53	0

Tabla 13. Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I Región , estimados a partir de lecturas de anillos mediante los modelos de von Bertalanffy (VB) y Gompert (GP).

VB	Valores	STD	N de ejemp.	r	AIC
Loo	136.01	14.34	358	0.861	11.9
K	0.24	0.09			
To	-0.81	0.28			
GP					
Loo	135.27	26.00	358	0.864	10.3
K	0.36	0.14			
To	-0.39	0.17			

Tabla 14. Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I Región , estimados a partir de lecturas de anillos mediante los modelos de von Bertalanffy (VB) y Gompert (GP).

VB	Función media	STD	N de ejemp.	r	AIC
Loo	118.92	6.37	420	0.813	14.3
K	0.26	0.02			
To	-1.17	0.07			
GP					
Loo	110.69	7.33	420	0.823	13.4
K	0.41	0.01			
To	-0.15	0.06			

Tabla 15. Parámetros de crecimiento del recurso loco para la I (Piragua) y II Región (Punta Arenas), estimados a partir del método ELEFAN mediante el modelo de von Bertalanffy.

Parámetro	Punta Arenas	Pisagua
Loo	142.80	126.00
K	0.44	0.38
To	0.00	0.00

Tabla 16. Parámetros de crecimiento del recurso loco para el sector Punta Arenas (II Región, estimados a partir del método MIX mediante el modelo de von Bertalanffy.

Parámetro	VB
Loo	128.25
K	0.32
To	-0.29

Tabla 17. Parámetros de crecimiento de recursos loco para la I y II Regiones de acuerdo a métodos alternativos.

Método	Modelo	Región	Parámetros			
			Loo	K	to	AIC
Lecturas de anillos	VB	I Región	136.01	0.24	-0.81	11.9
		II Región	118.92	0.26	-1.17	14.3
	GP	I Región	135.27	0.36	-0.39	10.3
		II Región	110.69	0.41	-0.15	13.4
Análisis progresión modal (ELEFAN)	VB	I Región	126.00	0.38	-	-
		II Región	142.80	0.44	-	-
Análisis descomposición modal (Metodo MIX)	VB	II Región	128.25	0.32	-0.29	20.7
Marcaje - recaptura (Análisis de incrementales)	VB	I - II Regiones	127.95	0.53	0.00	35.9

Tabla 18. Valores del Índice Estandarizado de Agregación de Morisita (Krebs, 1999) para la I región. AM de Chanavaya.

REGION	LUGAR	FECHA	n	Suma X	Suma X ²	INDICE Ip	X2 (CHI CUADRADO OBS PARA ALEATORIEDAD)
I	AM Chanavaya	Feb-06	60	596	14876	0,51166288	901,6
I	AM Chanavaya	Abr-06	60	422	6146	0,50742582	451,8
I	AM Chanavaya	Jun-06	60	883	34121	0,51299877	1435,5
I	AM Chanavaya	Ago-06	60	295	2913	0,50618226	297,5
I	AM Chanavaya	Nov-06	60	119	493	0,50333478	129,6

Tabla 19. Valores del Índice Estandarizado de Agregación de Morisita (Krebs, 1999) para la II región. AM de El Lagarto.

REGION	LUGAR	FECHA	n	Suma X	Suma X ²	INDICE Ip	X2 (CHI CUADRADO OBS PARA ALEATORIEDAD)
II	AM El Lagarto	May-06	60	256	2032	0,50455871	220,3
II	AM El Lagarto	Jun-06	60	267	2927	0,50981042	390,8
II	AM El Lagarto	Ago-06	60	141	897	0,50955609	240,7
II	AM El Lagarto	Sep-06	60	187	1707	0,51266704	360,7
II	AM El Lagarto	Nov-06	60	61	339	0,52689971	272,4
II	AM El Lagarto	Dic-06	60	95	487	0,51170644	212,6

Tabla 20. Número de ejemplares de loco muestreados para aspectos reproductivos por región, sector, mes y sexo, en el período de enero-diciembre de 2006.

Región	Sector	Ubicación	Fecha colecta	Machos	Hembras	Total
I Región	Pisagua	Sector 2	19-enero	47	53	100
		Sector 2	24-febrero	56	44	100
		Sector 2	06-abril	51	49	100
		Sector 2	07-junio	42	58	100
		Sector 2	17-julio	57	43	100
		Sector 2	5-septiembre	47	53	100
		Sector 2	12-octubre	50	50	100
		Sector 2	5-diciembre	57	43	100
		Sector 2	15-diciembre	48	52	100
II Región	Pta. Arenas	Urcu	20-enero	44	56	100
		Urcu	27-abril	44	56	100
		Urcu	29-junio	56	44	100
		Urcu	3-agosto	47	53	100
		Urcu	13-septiembre	43	57	100
		Urcu	26-octubre	43	57	100
		Urcu	30-noviembre	52	48	100
		Urcu	20-diciembre	56	44	100

Tabla 21. Valor promedio del índice gonadosomático y desviación estándar por sexo y fecha de colecta de ejemplares muestreados en la I Región, sector de Pisagua.

Sector	Fecha colecta	Machos		Hembras	
		Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Pisagua	19-enero	9,86	2,44	8,85	2,83
	24-febrero	18,07	4,43	15,67	4,03
	06-abril	15,51	3,54	12,67	2,77
	07-junio	12,53	3,17	11,02	2,43
	17-julio	8,54	2,40	8,99	2,76
	5-septiembre	14,52	2,60	13,32	3,25
	12-octubre	10,25	1,99	9,12	2,02
	5-diciembre	8,39	2,08	7,63	1,65
	15-diciembre	8,93	2,64	8,02	1,76

Tabla 22. Valor promedio del índice gonadosomático y desviación estándar por sexo y fecha de colecta de ejemplares muestreados en la II Región, sector de Punta Arenas.

Sector	Fecha colecta	Machos		Hembras	
		Promedio	D.E.	Promedio	D.E.
Punta Arenas	20-enero	10,71	2,67	10,94	2,52
	27-abril	10,37	3,24	9,51	4,93
	29-junio	6,43	2,37	6,66	2,67
	3-agosto	10,31	3,55	10,14	3,17
	13-septiembre	11,47	5,67	10,20	3,06
	26-octubre	10,30	6,50	10,99	5,05
	30-noviembre	9,37	2,55	9,10	2,77
		20-diciembre	10,93	2,52	11,56

Tabla 23. Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez macroscópicos para ejemplares de la I Región, sector Pisagua (I: Recuperación; Previtelogénesis; II: Maduración; Vitelogénesis; III: Máxima madurez y IV: Emisión gametos; Término postura).

Sector	Fecha colecta	Sexo	I	II	III	IV
Pisagua	19-enero	Macho	12.8	31.9	53.2	2.1
	24-febrero	Macho	46.4	41.1	12.5	0
	06-abril	Macho	3.9	5.9	90.2	0
	07-junio	Macho	2.4	0	85.7	11.9
	17-julio	Macho	5.4	0	28.6	66.1
	5-septiembre	Macho	21.3	38.3	21.3	19.1
	12-octubre	Macho	10.4	89.6	0	0
	5-diciembre	Macho	7.1	50.0	42.9	0
	15-diciembre	Macho	12.5	83.3	4.2	0
	19-enero	Hembra	13.2	50.9	35.8	0
	24-febrero	Hembra	47.7	34.1	18.2	0
	06-abril	Hembra	10.4	29.2	50.0	10.4
	07-junio	Hembra	0	0	91.4	8.6
	17-julio	Hembra	4.7	7.0	25.6	62.8
	5-septiembre	Hembra	28.3	56.6	7.5	7.5
	12-octubre	Hembra	14.6	75.0	0	10.4
5-diciembre	Hembra	39.5	55.8	4.7	0	
15-diciembre	Hembra	59.6	40.4	0	0	

Tabla 24. Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez macroscópicos para ejemplares de la II Región, sector Punta Arenas (I: Recuperación; Previtelogénesis; II: Maduración; Vitelogénesis; III: Máxima madurez y IV: Emisión gametos; Término postura).

Sector	Fecha colecta	Sexo	I	II	III	IV
Punta Arenas	20-enero	Macho	9.1	36.4	54.5	0
	27-abril	Macho	11.6	18.6	53.5	16.3
	29-junio	Macho	30.4	0	19.6	50.0
	3-agosto	Macho	8.5	55.3	34.0	2.1
	13-septiembre	Macho	2.4	45.2	14.3	38.1
	26-octubre	Macho	23.3	60.5	9.3	7.0
	30-noviembre	Macho	13.5	32.7	53.8	0
	20-diciembre	Macho	16.1	53.6	28.6	1.8
	20-enero	Hembra	30.4	33.9	35.7	0
	27-abril	Hembra	21.4	17.9	51.8	8.9
	29-junio	Hembra	27.3	0	15.9	56.8
	3-agosto	Hembra	11.3	60.4	28.3	0
	13-septiembre	Hembra	15.8	68.4	14.0	1.8
	26-octubre	Hembra	49.1	29.8	10.5	10.5
	30-noviembre	Hembra	50.0	43.8	6.3	0
	20-diciembre	Hembra	52.3	27.3	20.5	0

Tabla 25. Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez microscópicos para ejemplares de la I Región, sector Pisagua.

Sector	Fecha colecta	Sexo	Inmadurez	Premadurez	En Madurez	Madurez Máxima	Regresión	
Pisagua	19-enero	Macho	2,2	4,4	26,7	66,7	0,0	
	24-febrero	Macho	5,7	18,9	30,2	45,3	0,0	
	06-abril	Macho	0,0	7,3	19,5	73,2	0,0	
	07-junio	Macho	0,0	0,0	0,0	90,2	9,8	
	17-julio	Macho	0,0	0,0	11,1	9,3	79,6	
	5-septiembre	Macho	0,0	0,0	16,7	55,6	27,8	
	12-octubre	Macho	0,0	4,1	67,3	14,3	14,3	
	5-diciembre	Macho	0,0	0,0	24,6	75,4	0,0	
	15-diciembre	Macho	0,0	4,2	45,8	41,7	8,3	
	Fecha colecta	Sexo	Inmadurez	Premadurez	Madurez Inicial	Madurez Avanzada	Madurez Máxima	Regresión
	19-enero	Hembra	0,0	14,0	28,0	24,0	34,0	0,0
	24-febrero	Hembra	10,0	12,5	20,0	22,5	32,5	2,5
	06-abril	Hembra	0,0	6,8	20,5	15,9	54,5	2,3
	07-junio	Hembra	0,0	0,0	1,8	3,5	94,7	0,0
	17-julio	Hembra	0,0	0,0	24,3	0,0	48,6	27,0
	5-septiembre	Hembra	0,0	6,1	20,4	4,1	46,9	22,4
	12-octubre	Hembra	0,0	0,0	62,5	16,7	2,1	18,8
5-diciembre	Hembra	0,0	0,0	48,6	40,5	0,0	10,8	
15-diciembre	Hembra	0,0	12,5	66,7	8,3	4,2	8,3	

Tabla 26. Incidencia (porcentual) mensual por sexo de estadios de madurez microscópicos para ejemplares de la II Región, sector Punta Arenas.

Sector	Fecha colecta	Sexo	Inmadurez	Premadurez	En Madurez	Madurez Máxima	Regresión	
Punta Arenas	20-enero	Macho	0,0	10,0	50,0	40,0	0,0	
	27-abril	Macho	2,5	10,0	15,0	57,5	15,0	
	29-junio	Macho	3,8	42,3	53,8	0,0	0,0	
	3-agosto	Macho	0,0	10,3	38,5	41,0	10,3	
	13-septiembre	Macho	0,0	8,1	32,4	18,9	40,5	
	26-octubre	Macho	0,0	5,7	37,1	11,4	45,7	
	30-noviembre	Macho	0,0	8,2	22,4	44,9	24,5	
	20-diciembre	Macho	0,0	7,8	58,8	21,6	11,8	
	Fecha colecta	Sexo	Inmadurez	Premadurez	Madurez Inicial	Madurez Avanzada	Madurez Máxima	Regresión
	20-enero	Hembra	0,0	6,8	45,5	27,3	18,2	2,3
	27-abril	Hembra	0,0	20,0	18,0	2,0	56,0	4,0
	29-junio	Hembra	2,5	40,0	35,0	7,5	12,5	2,5
	3-agosto	Hembra	0,0	11,6	41,9	16,3	23,3	7,0
	13-septiembre	Hembra	0,0	10,0	48,0	2,0	30,0	10,0
	26-octubre	Hembra	0,0	11,4	59,1	9,1	15,9	4,5
	30-noviembre	Hembra	0,0	2,2	69,6	10,9	13,0	4,3
	20-diciembre	Hembra	0,0	10,0	63,3	10,0	16,7	0,0

Tabla 27. Frecuencia en número y porcentual de machos (M) y hembras (H) en diferente estado de la línea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tamaño, para el sector de Pisagua.

Rango Talla	M				n	M		H				n	H	
	LGI 1 N	LGI 2 n	LGI 3 n	LGC n		LGI %	LGC %	LGI 1 n	LGI 2 n	LGI 3 N	LGC N		LGI %	LGC %
17 – 24	1				1	100	0	1				1	100	0
24 – 31	1				1	100	0	2				2	100	0
31 – 38	1				1	100	0	1				1	100	0
38 – 45		2		1	3	66.7	33.3		1			1	100	0
45 – 52	1	5	6	14	26	46.2	53.8		5	1	6	12	50.0	50.0
52 – 59		4	4	29	37	21.6	78.4		3	3	19	25	24.0	76.0
59 – 66		3	1	27	31	12.9	87.1		7	5	20	32	37.5	62.5
66 – 73		1	5	30	36	16.7	83.3		3	3	20	26	23.1	76.9
73 – 80		1		9	10	10.0	90.0		6	2	23	31	25.8	74.2
80 – 87				7	7	0	100		1	1	15	17	11.8	88.2
87 – 94			2	8	10	0	100				16	16	0	100
94 – 101				9	9	0	100				14	14	0	100
101 – 108				6	6	0	100				8	8	0	100
108 – 115				2	2	0	100				4	4	0	100
115 – 122				1	1	0	100				1	1	0	100

Tabla 28. Frecuencia en número y porcentual de machos (M) en diferente estado de la línea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tamaño, para el sector de Punta Arenas.

Rango Talla	M LGI 1 N	M LGI 2 n	M LGI 3 n	M LGC n	N	M LGI %	M LGC %
42 – 49		1	1		2	100	0
49 – 56	1	1			2	100	0
56 – 63	1	11	1		13	100	0
63 – 70		6	6	1	13	92,3	7,7
70 – 77		6	1	2	9	77,8	22,2
77 – 84		2	8	5	15	66,7	33,3
84 – 91		2		28	30	6,7	93,3
91 – 98				21	21	0	100
98 – 105				14	14	0	100
105 – 112				2	2	0	100

Tabla 29. Frecuencia en número y porcentual de hembras (H) en diferente estado de la línea germinal (L.G.I.: 1; 2; 3 y L.G.C.), por rango de tamaño, para el sector de Punta Arenas.

Rango Talla	H LGI 1 N	H LGI 2 n	H LGI 3 n	H LGC n	N	H LGI %	H LGC %
51 – 58	1				1	100	0
58 – 65		7			7	100	0
65 – 72		9			9	100	0
72 – 79		9		1	10	90.0	10.0
79 – 86		11	2	4	17	76.5	23.5
86 – 93		12	4	3	19	84.2	15.8
93 – 100		6	4	30	40	25.0	75.0
100 – 107		1		15	16	6.3	93.8
107 – 114				5	5	0	100
114 – 121				1	1	0	100
121 – 128				1	1	0	100

Tabla 30. Parámetros de crecimiento del recurso Loco estimados para la I y II regiones. VB = modelo de crecimiento tipo “von Bertalanffy”. GP = modelo de crecimiento tipo “Gompertz”. SD = desviación estándar del parámetro. En negrita, los parámetros usados en la estimación de mortalidad y tala crítica.

REGION	LUGAR	DATOS	MODELO CRECIMIENTO	METODO AJUSTE	Loo (mm)	SD Loo	k (t ⁻¹)	SD k	to (año)	SD to
I	PISAGUA	LECT. ANILLO	VB	NO-LINEAL	136,01	14,34	0,24	0,09	-0,81	0,28
I	PISAGUA	LECT. ANILLO	GP	NO-LINEAL	135,27	26,0	0,36	0,14	-0,39	0,17
II	PTA ARENAS	LECT. ANILLO	VB	NO-LINEAL	118,92	6,37	0,26	0,02	-1,17	0,07
II	PTA ARENAS	LECT. ANILLO	GP	NO-LINEAL	110,69	7,33	0,41	0,01	-0,15	0,06
I	PISAGUA	TALLA POB	VB	ELEFAN	126,0		0,38		0,0	
II	PTA. RENAS	TALLA POB	VB	ELEFAN	143,8		0,44		0,0	
II	PTA ARENAS	TALLA POB	VB	MIX	126,25		0,32		-029	
I-II	CHANAVAYA EL LAGARTO	MARCAJE - RECAPTURA	VB	MUNRO	127,95		0,53		0,00	

Tabla 31. Parámetros de crecimiento del recurso Loco estimados para la I y II regiones. VB = modelo de crecimiento tipo “von Bertalanffy”. SD = desviación estándar del parámetro, usados en la estimación de Mortalidad natural y tala crítica del recurso loco.

REGION	LUGAR	DATOS	MODELO CRECIMIENTO	METODO AJUSTE	L ₀₀ (mm)	SD L ₀₀	k (t ⁻¹)	SD k	t ₀ (año)	SD t ₀
I	PISAGUA	LECT. ANILLO	VB	NO-LINEAL	136,01	14,34	0,24	0,09	-0,81	0,28
II	PTA ARENAS	LECT. ANILLO	VB	NO-LINEAL	118,92	6,37	0,26	0,02	-1,17	0,07

Tabla 32. Parámetros de la relación talla-peso del recurso Loco para dos localidades costeras de la I y II región.

REGION	LUGAR	PARAMETROS		
		INTERCEPTO “a”	PENDIENTE “b”	Coef. Reg. (r)
I	PISAGUA	0.0001	3.1604	0.8686
II	PTA. ARENAS	0.0001	3.3146	0.8750

Tabla 33. Parámetros de entrada para aplicar el método de Taylor de estimación de la tasa de mortalidad natural del recurso Loco para dos localidades costeras de la I y II región. k = coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, V(k) varianza de k, t₀ = edad de talla cero, V(t₀) = varianza de t₀

REGION	LUGAR	METODO	PARAMETROS			
			k	V(k)	t ₀	V(t ₀)
I	PISAGUA	LECT ANILLO / VB	0,24	0,0081	-0,810	0,00008
II	PTA. ARENAS	LECT ANILLO / VB	0,26	0,0004	-1,170	0,0004

Tabla 34. Valores de las tasas de mortalidad natural (M) obtenidos con los parámetros de crecimiento de la función de von Bertalanffy estimados para el loco en este estudio. M = tasa instantánea de mortalidad natural, %M = tasa absoluta anual de mortalidad natural, V(M) = varianza de M.

REGION	LUGAR	METODO	PARAMETROS		
			M	%M	V(M)
I	PISAGUA	TAYLOR	0,26	23%	0,00619
II	PTA. ARENAS	TAYLOR	0,29	25%	0,00026

Tabla 35. Parámetros de entrada del Método de Alagaraja de mortalidad natural. VB = modelo de von Bertalanffy, n = número de ejemplares con lectura de anillos, Loo = longitud asintótica, V(Loo) = varianza de Loo, k = coeficiente de crecimiento, V(k) = varianza de k, to = edad de talla cero, V(to) = varianza de to.

REGION	LUGAR	METODO	MOD. CREC.	PARAMETROS						
				n	Loo (mm)	V(Loo)	K	V(k)	to	V(to)
I	PISAGUA	LECT. ANI.	VB	358	136,01	14,3	0,24	0,000081	-0,81	0,0784
II	PTA. ARENAS	LECT. AN.	VB	358	118,92	6,4	0,26	0,0004	-1,17	0,0049

Tabla 36. Parámetros de entrada del Método de Alagaraja de mortalidad natural. Lm = longitud de máxima longevidad, V(Lm) = varianza de Lm, Tm = edad de máxima longevidad, V(Tm) = varianza de Tm, M = tasa instantánea de mortalidad natural, %M = tasa absoluta de mortalidad natural anual, V(M) = varianza de M.

REGION	LUGAR	METODO	PARAMETROS						
			Lm (cm)	V(Lm)	Tm (año)	V(Tm)	M	%M	V(M)
I	PISAGUA	ALAGARAJA	11,3	0,129	6,6	0,13	0,698	50%	0,001
II	PTA. ARENAS	ALAGARAJA	11,4	0,03	11,1	0,03	0,416	34%	0,00004

Tabla 37. Parámetros de entrada usados para estimar la talla y edad crítica del recurso loco en dos localidades de la I y II región. b = coeficiente exponencial de la relación longitud-peso, n = tamaño de la muestra, L_{∞} = longitud asintótica, k = coeficiente de crecimiento de von Bertalanffy, t_0 = edad de talla cero.

REGION	LUGAR	METODO EST. M	MODELO CREC.	PARAMETROS				
				"b"	N	L_{∞} (mm)	k	T_0
I	PISAGUA	TAYLOR	VB	3,100	358	136,01	0,24	-0,81
I	PISAGUA	ALAGARAJA	VB	3,160	358	136,01	0,24	-0,81
II	PTA. ARENAS	TAYLOR	VB	3,315	358	118,92	0,26	-1,17
II	PTA. ARENAS	ALAGARAJA	VB	3,315	358	118,92	0,26	-1,17

Tabla 38. Valores de talla crítica y edad crítica, estimados a partir del parámetros gravimétrico "b" de la relación longitud peso, de los parámetros de crecimiento (L_{∞}, k, t_0) obtenidos del método de lectura de anillos para el recurso loco en dos localidades de la I y II región. M = tasa instantánea de mortalidad natural, $V(M)$ = varianza de M , T_c = edad crítica, $V(T_c)$ = varianza de T_c , L_c = talla crítica.

REGION	LUGAR	METODO EST. M	PARAMETROS				
			M	$V(M)$	T_c (año)	$V(T_c)$	L_c (mm)
I	PISAGUA	TAYLOR	0,280	0,00619	4,6	0,0061	98,8
I	PISAGUA	ALAGARAJA	0,698	0,0010	2,3	0,0018	70,8
II	PTA. ARENAS	TAYLOR	0,289	0,00026	4,1	0,0020	89,0
II	PTA. ARENAS	ALAGARAJA	0,400	0,00004	3,2	0,0021	81,2

Tabla 39. Áreas de manejo con asignación de cuota para el período 2005-2006, en la I y II Regiones

I		II	
Area	2005-2006	Area	2005-2006
Chanavayita	34.239	Cobija A	15800
Chipana A	54.745	Coloso A	4.740
Chipana B	3.843	Coloso B	3.600
Pisagua	18.725	Coloso C	8.462
Chanavaya	48.635	Colo-Colo	13.615
San Marcos A	3.326	Pta. Blanca	32552
San Marcos B	75.516	Pta. Campamento	27.500
Río Seco A	2.900	Urco	19.685
Río Seco B	51.518		
Punta Colorada	8.237		
Pozo Toyo	11.900		
Total	313.584	Total	125.954

Fuente: Sernapesca

Tabla 40. Resumen del número de encuestas efectuadas a las organizaciones, buzos y armadores de la I y II Región.

	ENCUESTAS		
	ORGANIZACIONES	BUZOS	ARMADORES
I REGION	S. de Buzos Caleta Chipana S. Buzos Caleta Pisagua S. Buzos Caleta Chanavaya	19	49
II REGION	S. de Buzos Caleta Constitucion S. de Buzos Caleta Punta Arenas	25	12

Tabla 41. Tablas de precios según el rendimiento para el recurso loco (Formato de ofertas que reciben las organizaciones de pescadores artesanales), destacando en rojo el calibre más frecuente en la zona norte.

Rendimiento	Precio (\$)
8 - 10	6500
10 - 12	6000
12 - 14	5000
14 - up	4000

Rendimiento	Precio (\$)
8 - 10	6000
10 - 12	5700
12 - 15	5000
15 - 20	4500
20 - up	4000

Rendimiento	Precio (\$)
8 - 9	6500
9 - 10	6300
10 - 11	6000
11 - 12	5500
12 - 13	5000
13 - 14	4500

Tabla 42. Exportación y precios FOB de “chanque” procesado por las empresas pesqueras de Tacna, durante el año 2005.

N°	EMPRESA	TMB	US\$ FOB
1	Alimentos Jurado S.A.	563.23	3,531,710
2	Productos Perla del Pacífico S.A.	139.64	996,598
3	Atlantico Fish S.R.L.	138.95	930,698
4	Frio del Sur S.A.	79.65	416,962
5	Consortio Industrial el Pacífico SAC.	51.08	176,356
TOTAL		972.55	6,052,324

Fuente : Dirección Regional de la Producción Tacna-Perú

Tabla 43. Estadística de desembarque de loco en la región Tacna en Perú y las diferencias observadas respecto a lo que realmente procesaron las plantas autorizadas de la ciudad.

	Desembarque	Procesado	Diferencia
1993	416,70	631,18	-214,48
1994	349,70	882,78	-533,08
1995	137,42	352	-214,58
1996	81,88	688,78	-606,90
1997	241,94	1307,94	-1066,00
1998	130,77	526,31	-395,54
1999	554,71	804,21	-249,50
2000	1111,84	705,8	406,04
2001	350,34	188,71	161,63
2002	28,40	472,4	-444,00
2003	42,00	236,8	-194,80
2004	1273,00	1048,6	224,40
2005	263,90	1068,3	-804,40

Fuente : Dirección Regional de la Producción Tacna-Perú

Tabla 44. Parámetros de mortalidad natural M recopilados de la literatura científica disponible para las regiones III y IV.

REGION	LOCALIDAD	M	AUTOR
III	CARRIZAL BAJO	0,322	GONZALEZ et al, 1997
III	CHAÑARAL DE ACEITUNO	0,344	GONZALEZ et al, 1997
IV	PICHIDANGUI	0,350	JEREZ et al, 1993
IV	PICHIDANGUI	0,350	JEREZ et al, 1993
IV	LIMARI	0,220	JEREZ et al, 1993
IV	LIMARI	0,220	JEREZ et al, 1993
IV	ÑAGUE	0,250	GARRIDO et al, 1999
IV	PTO. OSCURO	0,330	GARRIDO et al, 2000

ANEXOS

ANEXO 1

FOTOS



Foto 1: Reunión informativa con autoridades pesqueras y organizaciones de pescadores artesanales I Región



Foto 2: Reunión informativa con miembros del Sindicato de Chanaya I Región

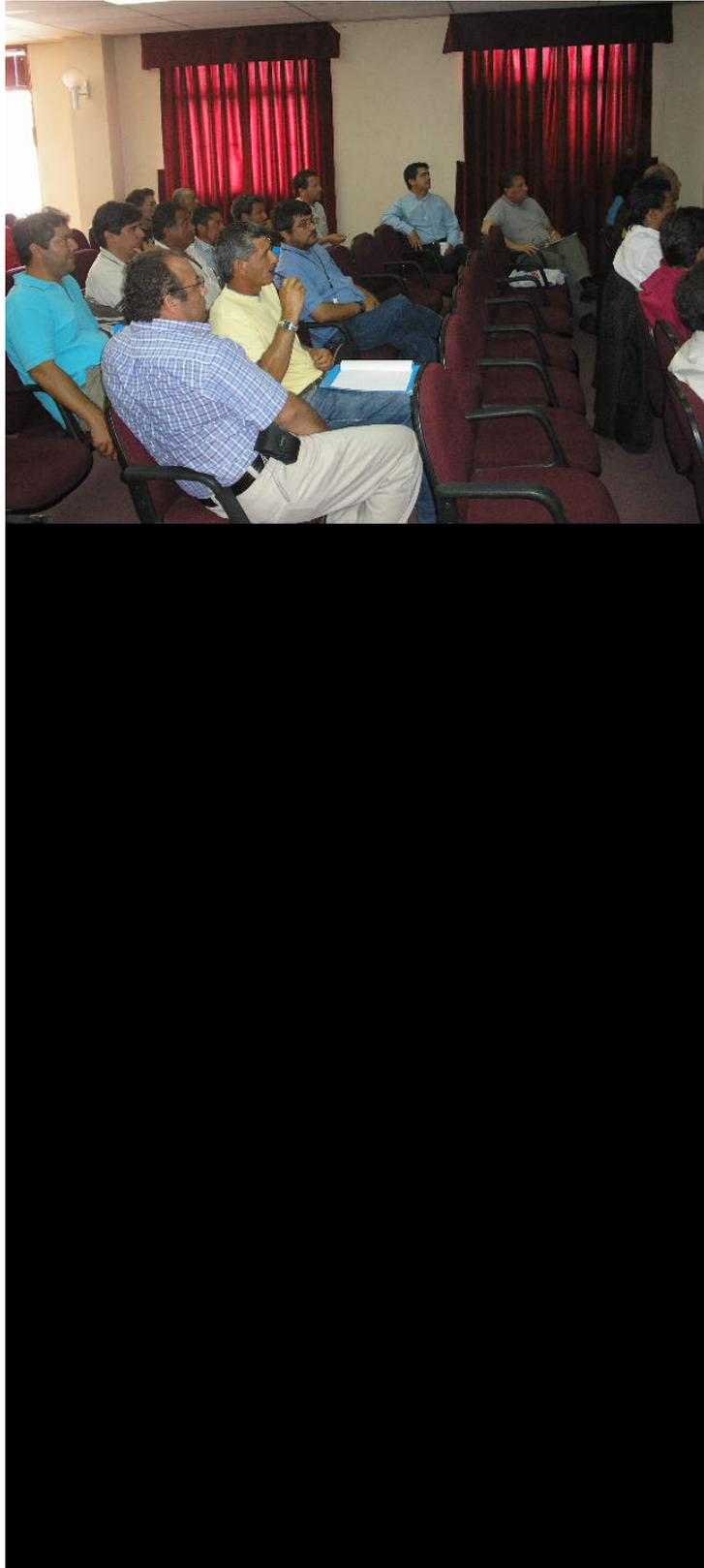


Foto 3: Desarrollo del taller de difusión de resultados preliminares del proyecto



Foto 4: Desembarque de ejemplares recolectados en terreno para posterior traslado a laboratorio.



Foto 5: Método de traslado de ejemplares recolectados en terreno hasta el laboratorio de la Base IFOP Iquique



Foto 6. Ejemplares marcados retenidos en bandejas con agua de mar.



Foto 7. Actividad de medición y marcaje realizado en Caleta Chanavaya



Foto 8. Transporte de organismos marcados en AMERB “El Lagarto”.



Foto 9. Conchas de loco previo a su limpieza colonizadas por cirripedios



Foto 10. Limpieza mecánica primaria de conchas de Loco con escobilla de acero.



Foto 11. Limpieza mecánica de conchas mediante chascón y estado final de concha preparada para lectura de anillos



Foto 12. Lectura de largo total de concha



Foto 13. Lectura de longitud umbo-borde.



Foto 14. Lectura de longitud umbo-anillo.



Foto 15. Recepción y toma de datos biológicos de ejemplares en el laboratorio de la Base IFOP Iquique



Foto 16. Toma de muestras y laboratorio para procesamiento de muestras histológicas.

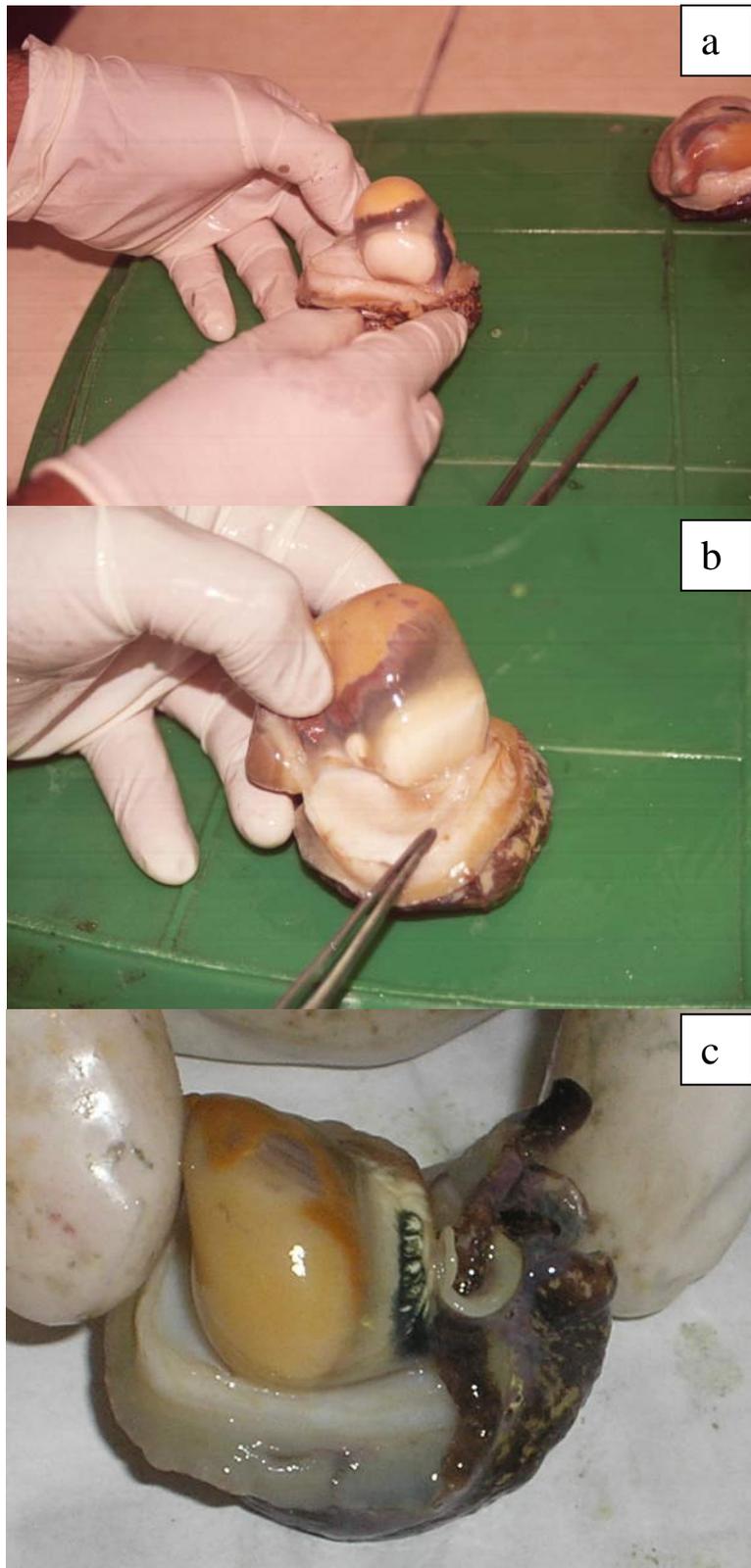


Foto 17. Características de gónadas según escala de madurez: (A) Hembra con gónada en madurez máxima (amarillo) y glándula de la cápsula muy desarrollada. (B) Hembra idem anterior con glándula digestiva desarrollada. (C) Macho en madurez máxima. Se observa pene.

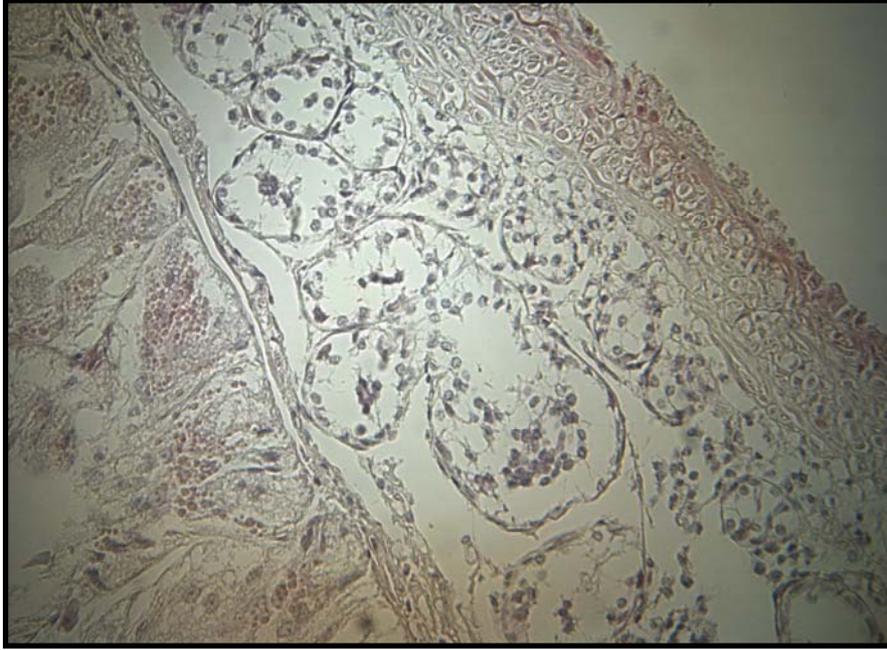


Foto 18 a. Fotomicrografía de testículo en estado de Premadurez (EMS II). Las células del tejido conectivo se organizan en la formación de folículos. En su interior se diferencia epitelio germinativo representado por espermatogonias y espermatocitos I, cuyas características estructurales permiten distinguir el sexo. Objetivo 10X.

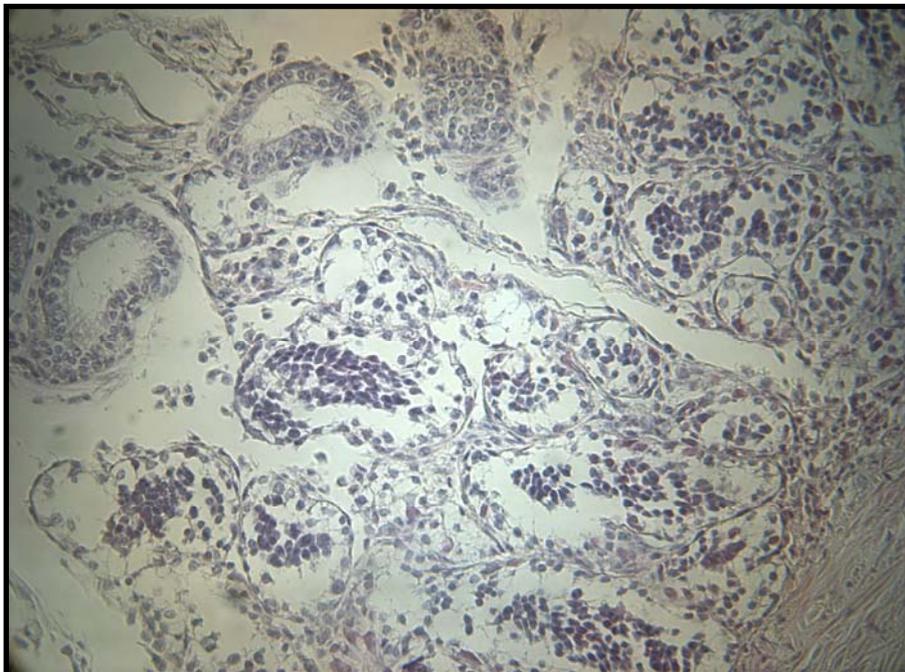


Foto 18 b. Fotomicrografía de testículo en estado de Premadurez (EMS II). Se observa mayor avance en la proliferación de espermatocitos I. Objetivo 10X.

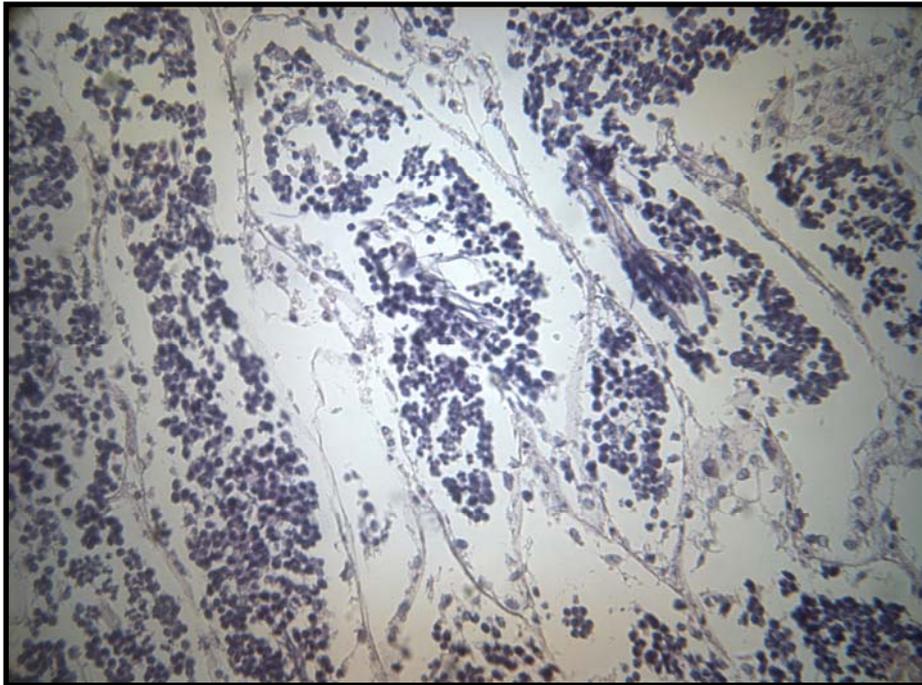


Foto 18 c. Fotomicrografía de testículo en estado de En Madurez (EMS III). Los folículos tienen un lumen reducido y una gruesa capa germinal formado por espermatogonias, espermatoцитos I, espermatoцитos II y espermátidas. Objetivo 10X.

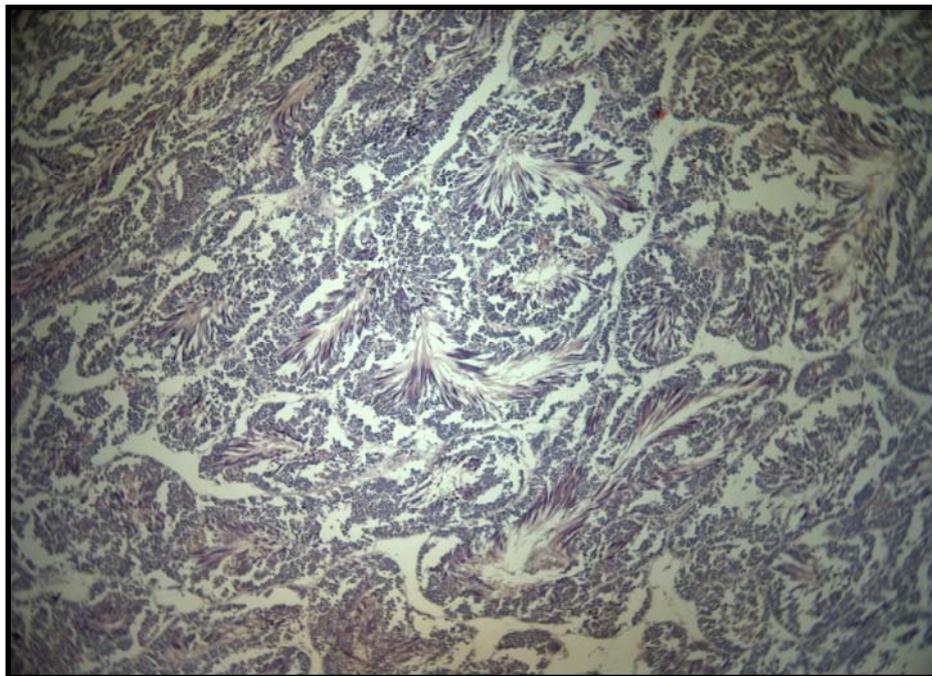


Foto 18 d. Fotomicrografía de testículo en estado de Madurez Máxima (EMS IV). Los folículos se caracterizan por abundancia de espermios. Objetivo 10X.

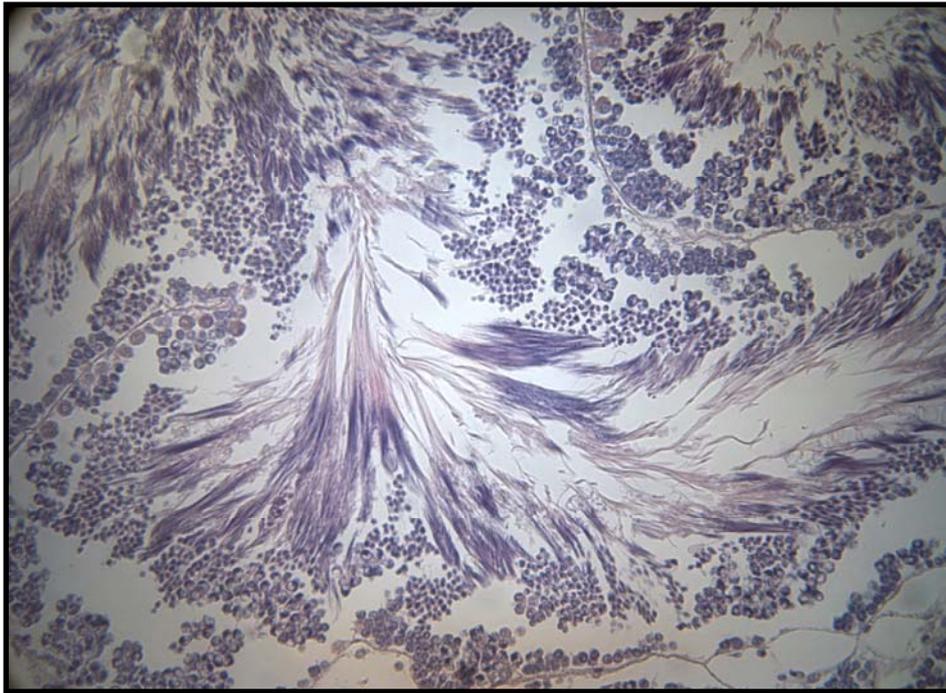


Foto 18 e. Fotomicrografía de testículo en estado de Madurez Máxima (EMS IV). Los folículos se caracterizan por cúmulos de espermatozoides hacia el lumen. Objetivo 40X.

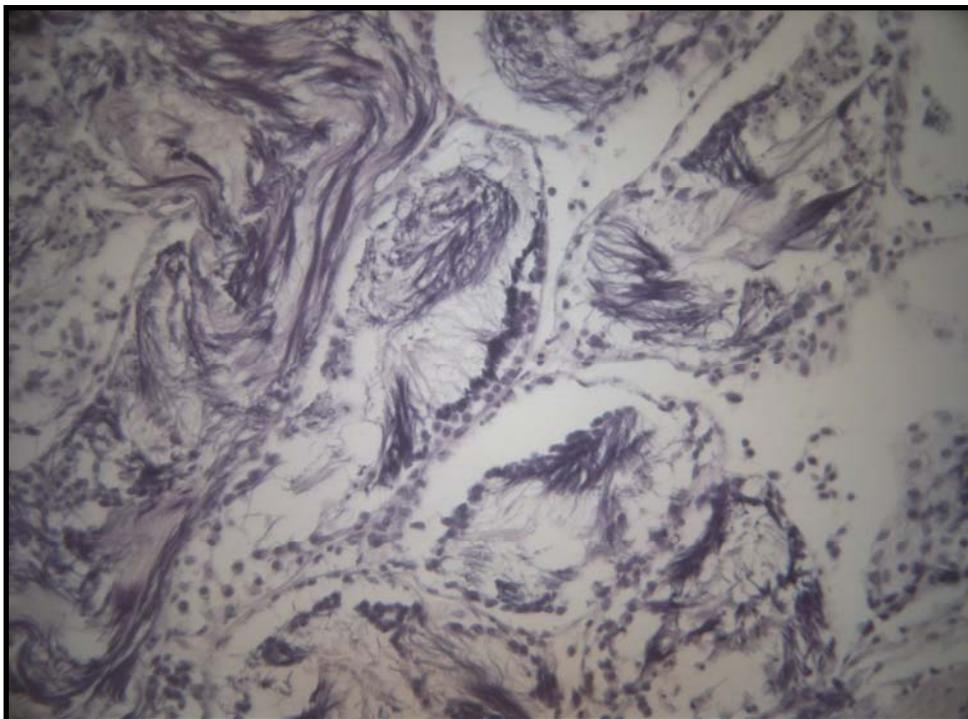


Foto 18 f. Fotomicrografía de testículo en estado de Regresión (EMS V). Los folículos están vacíos o semivacíos, con restos de espermatozoides cercanos a la pared del folículo. Objetivo 40X.

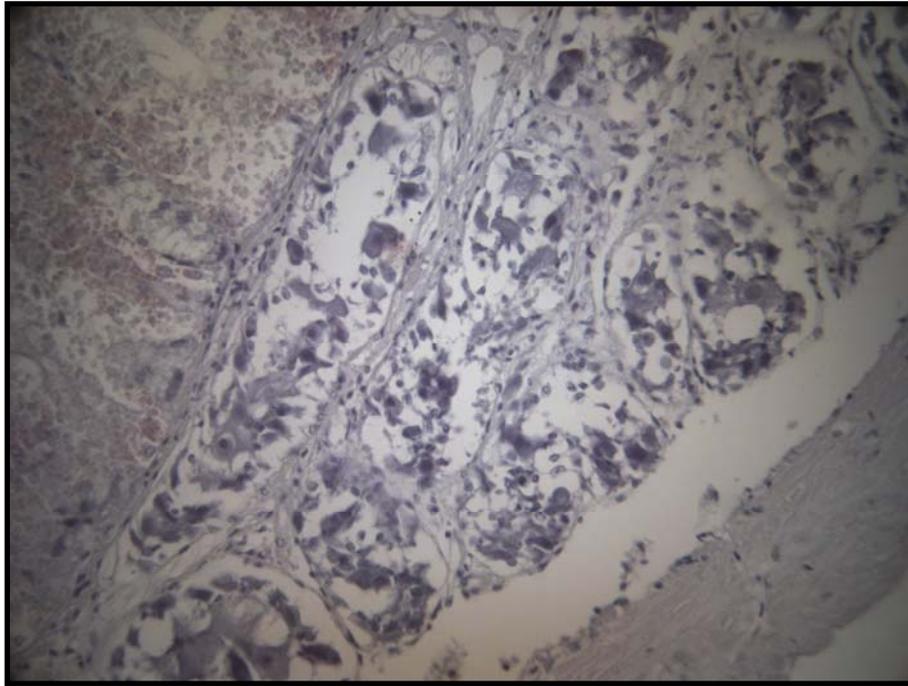


Foto 19 a. Fotomicrografía de ovario en estado de Premadurez (EMS II). Las células del tejido conectivo se organizan en la formación de folículos. En su interior se diferencia epitelio germinativo representado por ovogonias y ovocitos I, cuyas características estructurales permiten distinguir el sexo. Objetivo 10X.

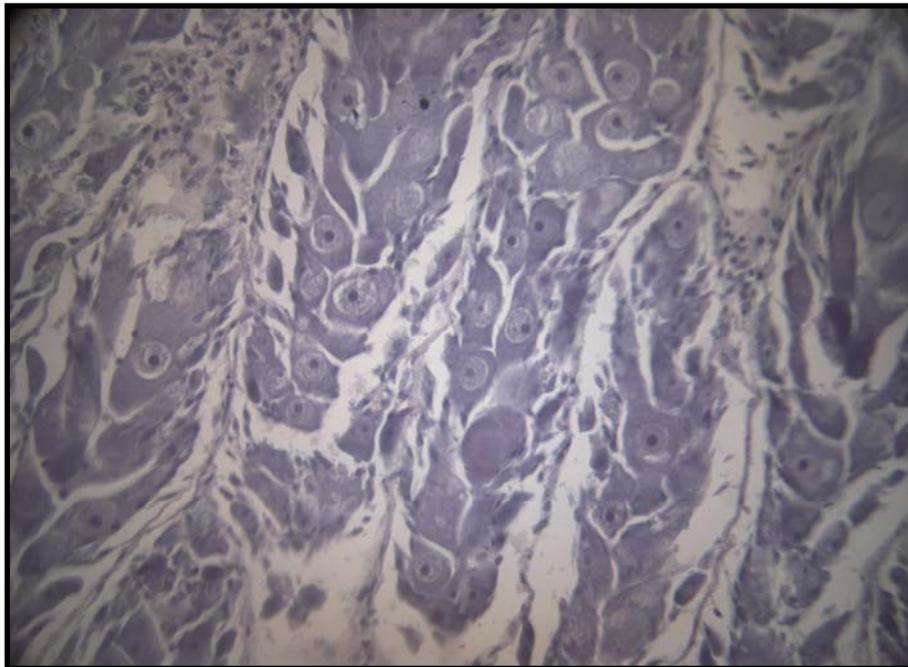


Foto 19 b. Fotomicrografía de ovario en estado de En Madurez Inicial (EMS III). Folículos con ovocitos en previtelogénesis, en estados de citos I y II. Objetivo 10X.

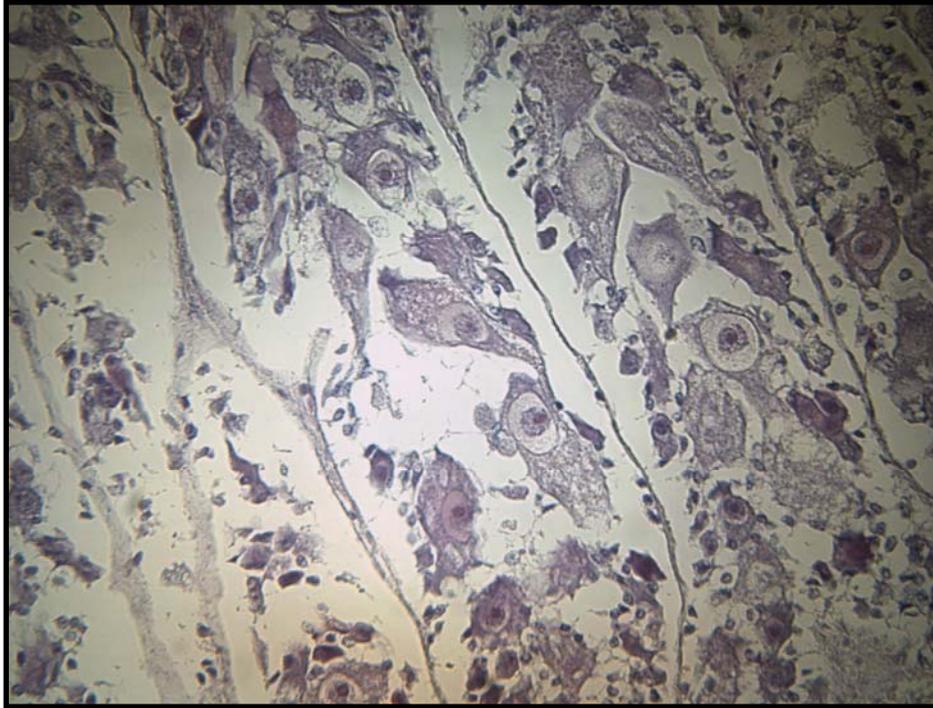


Foto 19 c. Fotomicrografía de ovario en estado de En Madurez Inicial (EMS III). En algunos ovocitos se observan las primeras plaquetas vitelinas. Objetivo 10X.

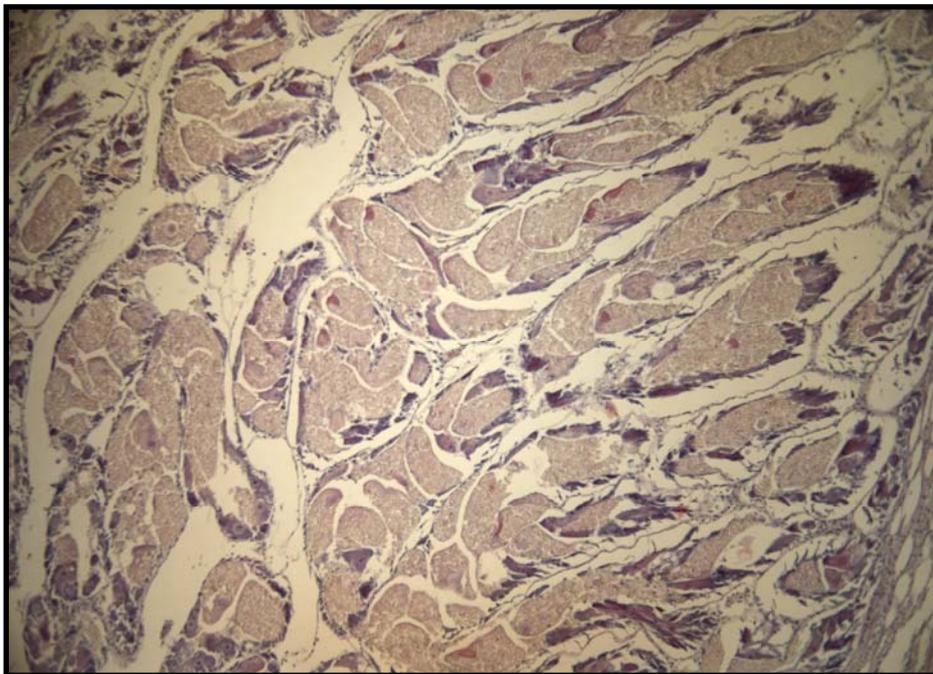


Foto 19 d. Fotomicrografía de ovario en estado de En Madurez Avanzada (EMS IV). Los ovocitos en vitelogénesis avanzada, en su mayoría pedunculados adheridos a las trabéculas, de forma más bien ovoides. Objetivo 10X.

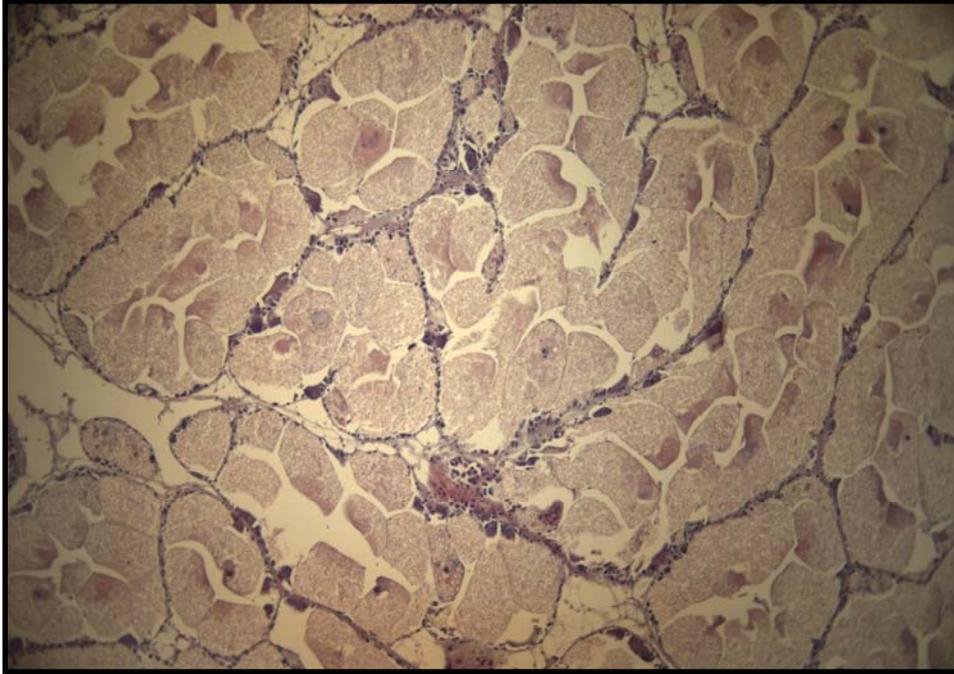


Foto 19 e. Fotomicrografía de ovario en estado de Madurez Máxima (EMS V). Los ovocitos maduros se encuentran en su mayoría libres al interior del folículo. Objetivo 10X.

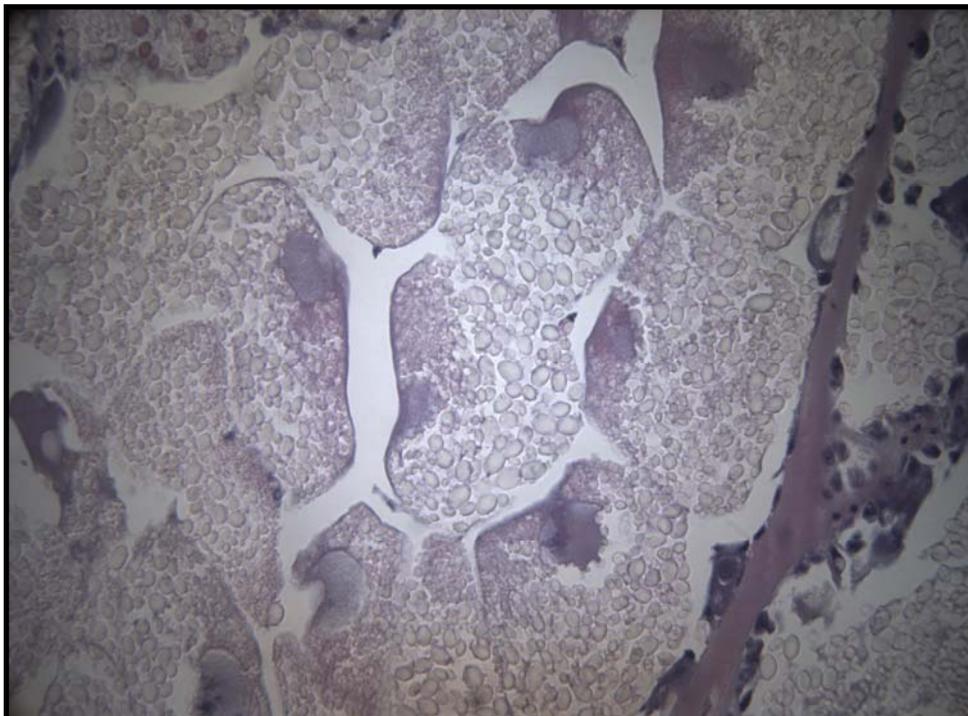


Foto 19 f. Fotomicrografía de ovario en estado de Madurez Máxima (EMS V). Ovocitos maduros completamente vitelados, con núcleo esférico excéntrico, libres en el folículo. Objetivo 40X.

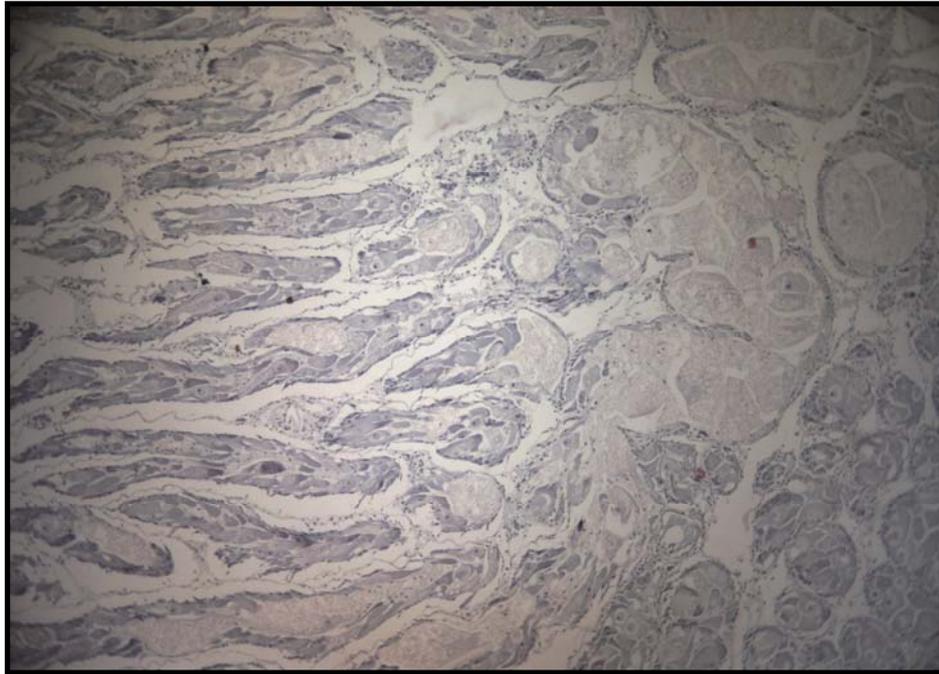


Foto 19 g. Fotomicrografía de ovario en estado de Regresión (EMS VI). Folículos vacíos o semivacíos, con ovocitos maduros residuales y restos de material de desintegración, como vitelo. Objetivo 10X.

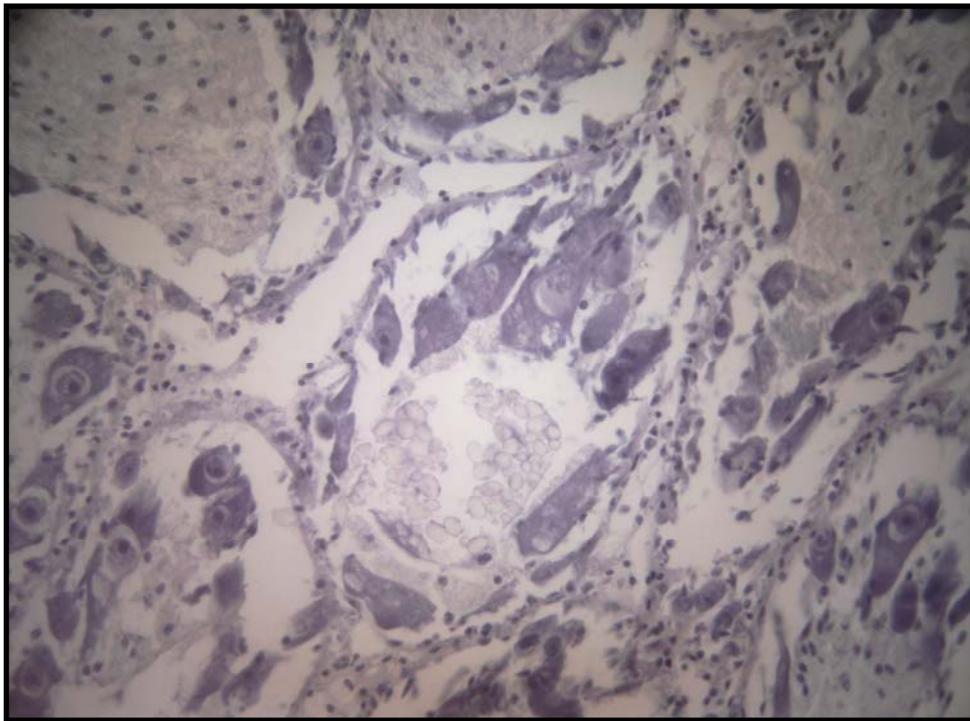


Foto 19 h. Fotomicrografía de ovario en estado de Regresión (EMS VI). Folículos vacíos o semivacíos, con resto de vitelo como material de desintegración. Adherido a la pared folicular se visualiza una nueva onda de ovocitos en formación. Objetivo 40X.

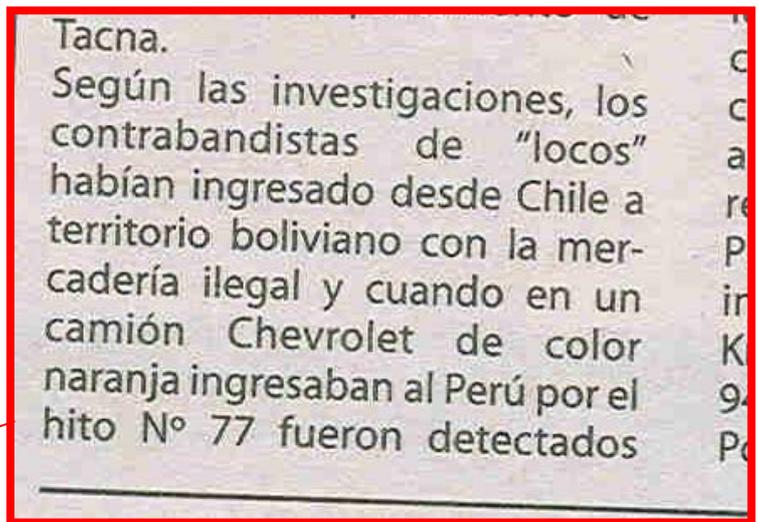


Foto 20. Recortes de prensa de diarios peruanos, relacionados con el ingreso ilegal del recurso loco a ese país.



Foto 21. Decomiso del recurso loco por parte de efectivos de la Armada, donde se muestra el típico empaque y las diferencias de tamaño en su interior.



Foto 22. Vista general de la principal planta procesadora de recurso loco en Tacna-Perú, Alimentos Jurado S.A.



Foto 23. Formato de presentación del recurso loco en conserva proveniente de las plantas procesadoras de Tacna-Perú.



Foto 24. Vista general del Mercado Mayorista Grau (Tacna-Perú) (a) y el formato de comercialización del recurso loco (b) Picado y (c) Picado y mezclado con otros recursos.

ANEXO 2
RESOLUCION
PESCA DE INVESTIGACIÓN

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN
SUBSECRETARÍA DE PESCA
CASILLA 100
VALPARAÍSO

AUTORIZA A INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

(EXTRACTO)

- 4365 20 DIC. 2005
Por Resolución N°
de esta Subsecretaría, autorizase a Instituto Fomento Pesquero, para efectuar pesca de investigación, por un año desde fecha presente Resolución, conforme con Términos Técnicos de Referencia Proyecto "Comportamiento y Parámetros Reproductivos de Loco en la I y II Regiones" e Informe Técnico citado en Resolución extractada, en áreas de manejo *Chanavaya, I Región* y *El Lagarto, II Región* y en áreas de libre acceso *Sector Pisagua, I Región* y *Sector Punta Arenas, II Región*.

El objetivo principal de la pesca de investigación que por la presente Resolución se autoriza consiste en estudiar el crecimiento y reproducción del loco en la I y II Regiones.

El peticionario podrá extraer mensualmente desde las áreas de libre acceso hasta trescientos ejemplares de todo rango de tallas del recurso autorizado. Podrá, demás, efectuar muestreos no destructivos de estructuras de talla y de marcaje recaptura, en las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Será persona responsable de la pesca de investigación Guillermo Moreno Paredes.


FELIPE SANDOVAL PRECITT
Subsecretario de Pesca

VALPARAÍSO, 20 DIC. 2005

MINISTERIO DE ECONOMIA
FOMENTO Y RECONSTRUCCION
SUBSECRETARIA DE PESCA
P.I.N.V. 247 de 2005 LOCO PESQUERO OTROS I REGION



H. en que fero
Rto. unid

AUTORIZA AL INSTITUTO DE FOMENTO
PESQUERO PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACION QUE INDICA.

VALPARAISO, 20 DIC. 2005

R. EX. Nº 4365

VISTO: Lo solicitado por el Instituto de Fomento Pesquero, mediante carta de fecha 5 de octubre de 2005, C.I. SUBPESCA Nº 9749 de 2005, lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría en Memorándum Técnico (P.I.N.V.) Nº 247, de fecha 9 de noviembre de 2005; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Comportamiento y Parámetros Reproductivos de Loco en la I y II Regiones" elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría; lo dispuesto en el D.F.L. Nº 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; la Ley Nº 19.880; los D.S. Nº 163 de 1998 y Nº 210 de 1998, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

RESUELVO:

1.- Autorizase al Instituto de Fomento Pesquero, R.U.T. Nº 61.310.000-8, domiciliado en Blanco 839, Valparaíso, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado "Comportamiento y Parámetros Reproductivos de Loco en la I y II Regiones", elaborados por el solicitante y aprobados por esta Subsecretaría y en conformidad con el Informe Técnico Nº 247 de 2005, citado en Visto, los que se consideraran como parte integrante de la presente Resolución, por el término de doce meses a contar de la fecha de la presente Resolución.

2.- El objetivo principal de la pesca de investigación que por la presente Resolución se autoriza, consiste en estudiar el crecimiento y reproducción del loco en la I y II Regiones.

3.- La pesca de investigación se efectuará en los siguientes sectores:

- Área de manejo *Chanavaya, I Región*, establecida en el artículo 1º Nº 7 del D.S. Nº 210, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Área de manejo *El Lagarto, II Región*, establecida en el artículo 1º Nº 8 del D.S. Nº 163 de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Áreas de libre acceso *Sector Pisagua, I Región* y *Sector Punta Araneas, II Región*, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Coordenadas de sectores de Libre Acceso			
Sector Pisagua, I Región	Al Norte de Pisagua (sector 1), entre	Punta Colorada	19° 26' 30" L.S.
		Punta Blanca	19° 29' 30" L.S.
	Al Sur de Pisagua (sector 2), entre	Punta Pichalo	19° 35' 48" L.S.
		Punta Junín	19° 40' 00" L.S.
Sector Punta Arenas, II Región	Urcu (sector 1)	entre	21° 43' 58" L.S.
			21° 45' 00" L.S.

El límite oeste de todos los sectores de muestreo estará constituido por los veinte metros de profundidad.

4.- En cumplimiento del objetivo de la presente investigación y durante el tiempo de vigencia de la misma, el peticionario podrá extraer mensualmente desde las áreas de libre acceso *Sector Pisagua, I Región* y *Sector Punta Araneas, II Región*, hasta trescientos ejemplares de todo rango de tallas del recurso autorizado.

El peticionario podrá, además, efectuar muestreos no destructivos de estructuras de talla y de marcaje-recaptura, en las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos *Chanavaya, I Región* y *El Lagarto, II Región*.

El peticionario deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca que corresponda, con cuarenta y ocho horas de anticipación los días programados para el muestreo, el personal asignado a la ejecución del muestreo, la localización geográfica específica del sitio de muestreo y extracción y la cantidad de recurso capturado por período de muestreo.

5.- El peticionario podrá disponer de las capturas efectuadas en las áreas de libre acceso, una vez recopilada la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

6.- El solicitante deberá entregar a la Subsecretaría de Pesca un informe de los resultados de la pesca de investigación que por la presente Resolución se autoriza, dentro de los treinta días siguientes a la finalización de la misma.

7.- El peticionario designa como persona responsable de esta pesca de investigación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 102 del D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a don Guillermo Moreno Paredes, del mismo domicilio del peticionario.

8.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado, dentro del plazo de treinta días contados desde su fecha quedando sin efecto de no publicarse en el plazo señalado.

9.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

10.- El solicitante deberá dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en los D.S. N° 430 de 1991 y N° 461 de 1995, ambos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones que se establecen en la presente Resolución. El incumplimiento hará incurrir al titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo.

11.- La presente autorización es sin perjuicio de las que corresponda conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

12.- La infracción a las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesca de investigación, será sancionada con las penas y conforme al procedimiento establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

13.- El Servicio Nacional de Pesca deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sea necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

14.- La presente Resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la ley 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que correspondan de acuerdo a la normativa vigente.

15.- Transcribese copia de esta Resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y al Servicio Nacional de Pesca.

ANOTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA Y PUBLIQUESE EN EXTRACTO POR CUENTA DEL INTERESADO.

(Firmado) FELIPE SANDOVAL PRECHT, SUBSECRETARIO DE PESCA
Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.,



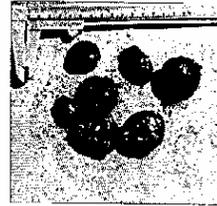
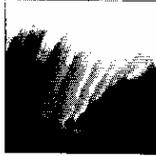
JOSE ROMERO YANJARI
Jefe Departamento Administrativo

ANEXO 3
TALLER:
NÓMINA DE ASISTENTES
Y EXPOSICIONES

**NOMINA DE ASISTENTES TALLER DE DIFUSIÓN
PROYECTO FIP 2005-32**

NOMBRE	INSTITUCIÓN	CARGO	FONO/MAIL	FIRMA
JORGE GUERRA	SUS SEA PESCA	UNIDAD Rec. Benthónicas PTA. U. R. BENTONICO	82 2502777	
DAVID VALENZUELA P.	ARMADA Chile	Jefe Dept. INT. MAR		
JIMENA CASANO	ARMADA	ENCARGO ASISTENTE	401914	
MARCOS SOT.	Dir. Zonal de Pesca	Director		
ADRIANO VARGAS	PROMAR PACIFICO LTD.	INVESTIGADOR	319536	
CARLOS PADILLA	Serr. N. Pesca.	Sus Director	413469	
YOLANDA LOZANO	UNAP.	INVESTIGADORA	09 9834611	
MAXIMILIANO RAMA	DESA. SAN JOSE	INGENIERO	09-2511854	
JULIO MARIN	SIND. CALETA CHIPANA	Secretario	89578651	
OSIEL SARDIN	-	TESORERO.	91958032	
LUIS CORTES	IFOP.	INVESTIGADOR	422216	
ALBERTO PADILLA	IFOP		422216	
NICOLAS YURGUEVIC	Federación Buzo	consejero ZONA PESCA	096894213	
CRISTIAN HUDSON	PROMAR PACIFICO	INVESTIGADOR	319536	
MANUEL ADAOS	Caleta Pta. Arenas	Presidente	86654354	
WILLY ORMAZABAL	Dir. Zonal Pesca	Secret. Tcn.	99201628	
PICARDO SALINAS	Caleta Los Verdés	Presidente	81210448	

COMPORTAMIENTO Y
PARAMETROS
REPRODUCTIVOS
DEL LOCO
EN LA
I Y II REGIONES
FIP 2005-32



I. INTRODUCCION



2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. Actividad Pesquera

I Región: - 2.525 personas

- 19% buzos mariscadores y asistentes
- 11% recolectores de orilla
- flota = 555 embarcaciones

II Región: - 3.030 personas

- 22% buzos mariscadores y asistentes
- 18% recolectores de orilla
- flota = 582 embarcaciones

Desembarques Artesanal Nacional

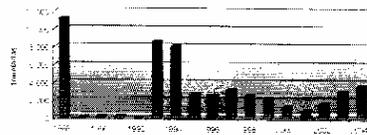
- 1.231.852 t (3,3% corresponde a moluscos)

Aportes al desembarque nacional de Moluscos Regionales

I Región = 3,1 %

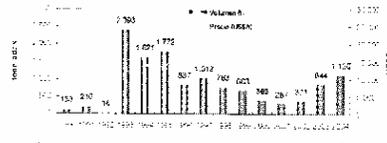
II Región = 3,9 %

2.2. Pesquería del LOCO



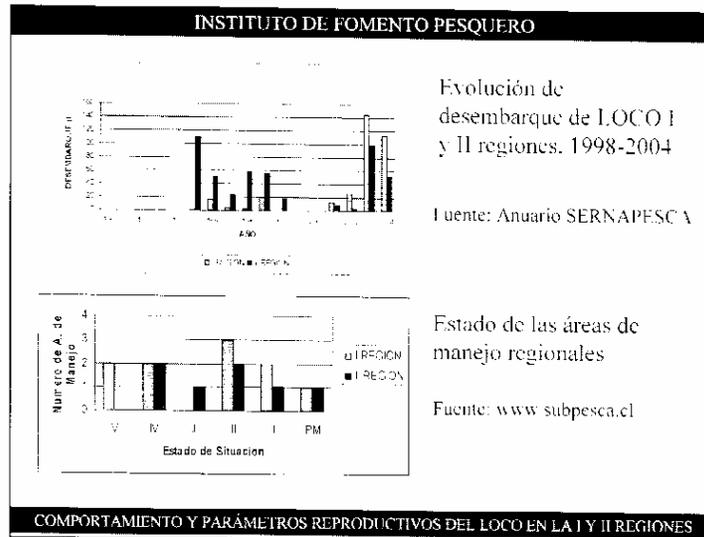
Evolución del desembarque de LOCO en Chile. 1988-2004

Fuente: Anuario SERNAPESCA



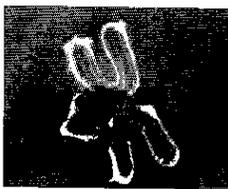
Evolución de precios y volúmenes de las exportaciones de 1990-2004

Fuente: Boletín Exportaciones Pesqueras IFOP



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

2.3 Distribución espacial y ciclo de vida
 Pacífico Sur Oriental, desde Intermareal hasta 40 de profundidad
 Ciclo de vida: - Adultos de sexos separados
 - Cópula con fecundación interna
 - Postura de cápsulas
 - Desarrollo intracapsular (60 días)
 - Larva planctónica (6 a 9 meses)
 - Metamorfosis y asentamiento
 - Juveniles



2.4. Madurez gonádica y talla de primera madurez.
 Madurez Máxima: dic a junio (Valpo); nov y abril a junio (Aneud)
 Cópula: ene a junio (Valpo)
 Máxima Postura: febrero a mayo (Valpo); nov-dic (Valdivia)
 Primera Madurez sexual (Iqqe, Cqbo)
 Individual: 4,9 cm en machos y 5,3 en hembras;
 Poblacional: entre 5,7 a 6,2 para ambos sexos

COMPORTAMIENTO Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DEL LOCO EN LA I Y II REGIONES

2.5. Reclutamiento y crecimiento

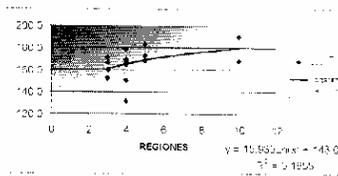
Reclutamiento es internareal

Valdivia: enero a mayo

Z. Norte: noviembre a marzo

Crecimiento:

Variación latitudinal de la Longitud Máxima

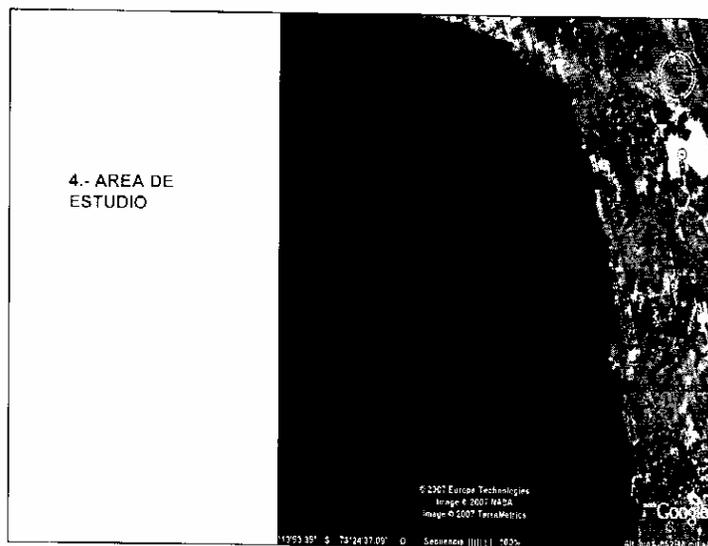


3. OBJETIVO GENERAL

3.1. Estudiar el crecimiento y la reproducción del recurso LOCO en la I y II regiones

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.2.1. Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual de recurso loco en la I y II regiones
- 3.2.2. Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II regiones estimando la talla de primera madurez en la zona de estudio
- 3.2.3. Estimar la mortalidad y la talla crítica del recurso loco en la I y II regiones
- 3.2.4. Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

LOCALIDADES SELECCIONADAS PARA CADA OBJETIVO

Objetivo específico	Parámetro o método de estimación	Áreas de Manejo		Área de Libre Acceso	
		I Región	II Región	I Región	II Región
1	Desazamiento de Mochas			Pisagua	Punta Arenas (Uru)
	Lectura de anillos y ciclo reproductivo			Pisagua	Punta Arenas
	Muestreo y recaptura	Chanabaya	L. Lagarto		
2	Índices de madurez			Pisagua	Punta Arenas
	Agrupamientos	Chanabaya	El Lagarto		
3	Actividad oportunista y comercial	Pisagua Chanabaya San Marcos Cipriani	Punta Arenas Punta Almirante Coloso		

COMPORTAMIENTO Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DEL LOCO EN LA I Y II REGIONES

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

5. RESULTADOS ESPERADOS

- 1.- Información actualizada sobre los parámetros de crecimiento del loco en la I y II Regiones.
- 2.- Caracterización de la actividad reproductiva y talla de primera madurez sexual de la especie en la I y II regiones
- 3.- Caracterización de la mortalidad natural y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones
- 4.- Descripción de la actividad productiva desarrollada sobre recurso loco en la I y II Regiones
- 5.- Conclusiones y recomendaciones emanadas de los talleres de discusión y difusión

COMPORTAMIENTO Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DEL LOCO EN LA I Y II REGIONES

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

LOCALIDADES SELECCIONADAS PARA CADA OBJETIVO

Objetivo específico	Parámetro o método de estimación	Áreas de Manejo		Área de Libre Acceso	
		I Región	II Región	I Región	II Región
1	Desplazamiento de Mocas			Pisagua	Punta Arenas, Lirio
	Lectura de anillos y dato reproductivo			Pisagua	Punta Arenas
2	Muestreo y recaptura	Chanavea	E. Lagarto		
	Índices de madurez			Pisagua	Punta Arenas
4	Atracciones	Chanavaya	E. Lagarto		
	Actividad operacional y comercial	Pisagua Chanavaya San Marcos Guebaró	Punta Arenas Punta Atalá Coisao		

COMPORTAMIENTO Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DEL LOCO EN LA I Y II REGIONES

6. Composición del equipo de trabajo

NOMBRE	PROFESIÓN	ACTIVIDAD
Eduardo Lara	Biólogo Marino	Jefe de Proyecto, Dirección estratégica y coordinador de actividades, análisis de resultados, informes.
Jorge González	Biólogo Marino	Parámetros de crecimiento
Gabriela Pérez	Biólogo Marino	Montajes y taladro de Aquecubanos.
Juan Carlos Díaz	Biólogo Marino	Parámetros del ciclo reproductivo.
Christian Rodríguez	Ingeniería Acuicultura	Caracterización de la actividad pesquera y comercial.
Vidal Pérez	Biólogo Pesquero	Caracterización de la actividad pesquera y comercial.
Humberto Miranda	Estadístico Matemático	Apoyo estadístico.
Alfonso Espino	Biólogo Marino	Trabajo con muestras de laboratorio.
Gabriela Berrío	Biólogo Marino	Control de anillos.
Paula Quiroz	Trabajo de campo	Apoyo estadístico.



**Comportamiento y parámetros
reproductivos del recurso loco en la I y II
Regiones**

Proyecto FIP 2005 – 32

**Estimaciones de crecimiento del recurso
loco**

Jorge E. Gonzalez. IFOP

Enfoque metodológico

Enfoque metodológico			Localidades	
Aproximación	Método	Modelos	I Región	II Región
Directo	Lectura de anillos	VB		
		GP		
Indirecto	Desplazamiento modal ELCFAN	VB		
		GP	X	X
Indirecto	Descomposición de muerdas MIX	VH	X	
		GP	X	
Directo	Muejajo - Recaptura	VB		
		GP		

	Análisis integrados
	Análisis individuales
X	No está mabe

Consideraciones a los métodos Aproximación directa

- Lectura de anillos
 - Grado de concordancia Intralector y/o interlectores
 - Validación de periodicidad de anillos
 - ✓ Incremento marginal (tasa de cambio DL)
 - ✓ Tipo de borde (cualitativa)
- Marcaje - Recaptura
 - Incrementales a la talla. DL/DT (f L)
 - Función asintótica – (función meseta)
 - Rango de tallas en observación
 - Tasa de "recuperación".

Consideraciones a los metodos Aproximación Indirecto

- Progresión modal
 - Presencia de modas dadas en la DFT
 - Corrimiento modal en el tiempo (progresión)
 - ✓ Cola de DFT para ajuste asintótico.
 - ✓ "aparición" de nuevas modas
- Descomposición modal
 - Presencia de 3+ modas en la DFT estatica.
 - Normalidad de las modas
 - "recorrido" de la distribución de baja sobreposición
 - Representatividad de las modas centrales (peso relativo)

Consideraciones a los análisis

Modelos

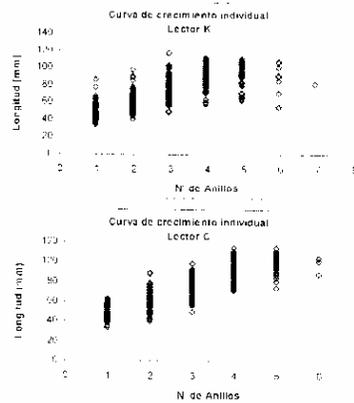
- Ajustes no lineales
- Parsimoniosos
- Modelos asintóticos
- Admisibles en rangos "biológicos"
- Modelos Von Bertalanffy & Gompertz

$$L_{it} = L_{\infty} \left[1 - e^{-K(t-t_0)} \right] + \varepsilon_i$$

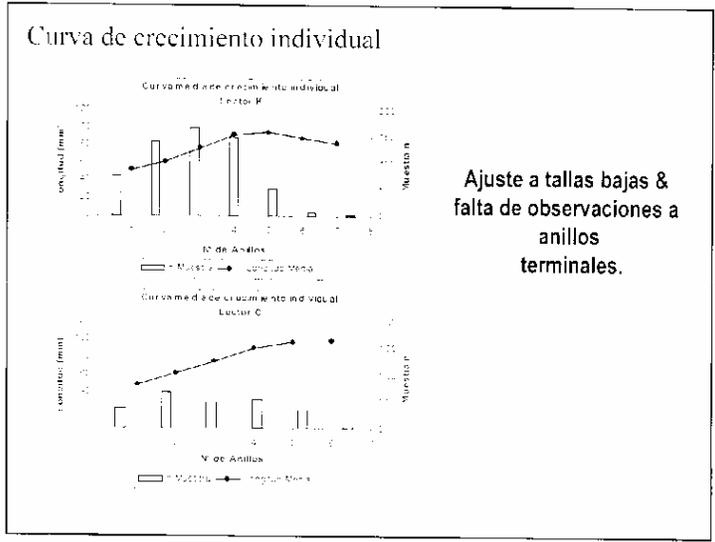
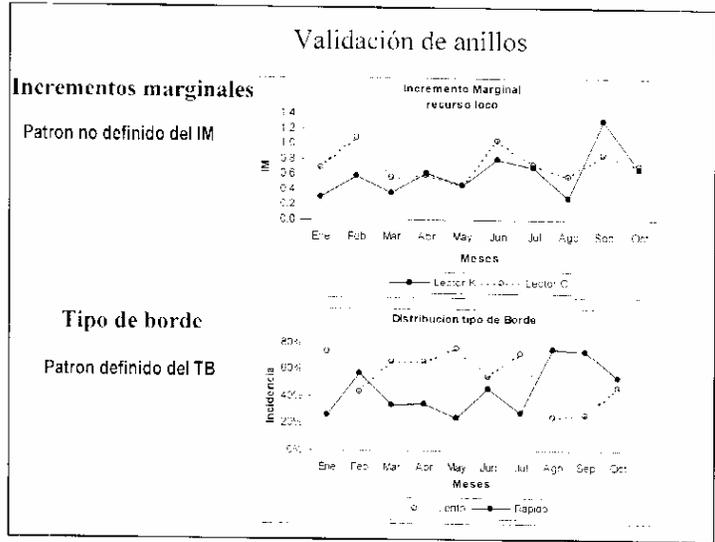
$$l_t = L_{\infty} \exp(\exp[-K(t-t_0)])$$

Resultados

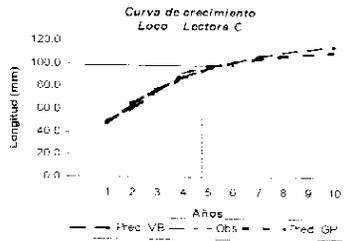
Lecturas de anillos



Buena tendencia de las observaciones desde anillo 1. Ruido para anillos terminales en lector K.



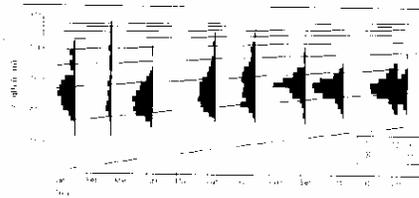
Curvas de crecimiento estimada - Anillos



VB	Función media	Función superior	Función inferior	N de ejemp	r	StD
Loc	122.67	123.23	126.89	592	0.87	7.70
K	0.26	0.32	0.20			0.06
To	-0.93	-0.85	0.98			0.37
GP						
Loc	112.07	118.93	108.34	592	0.84	3.81
K	0.42	0.47	0.35			0.05
To	-0.77	-0.20	-0.38			0.08

Progresión modal

I Región

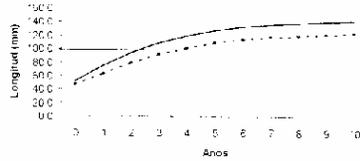


II Región



Curvas de crecimiento estimada - Progresión modal

Curva sde crecimiento Metodo LLEFAN
 Loco - Sectorca Punta Arenas & Pisagua

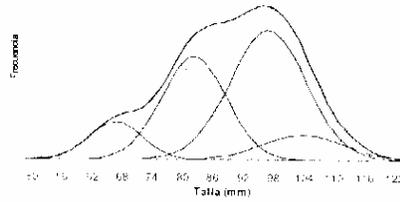


— VS (LLEFAN) PUNTA — VS (LLEFAN) PIS

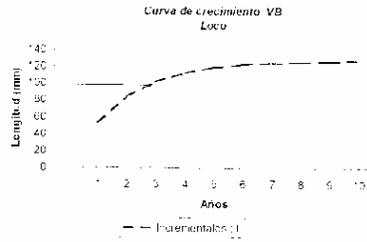
	Punta Arenas	Pisagua
Loo	142.80	126.00
K	0.44	0.38
To	0.00	0.00

Descomposición modal

Modelo MIX - Loco Punta Arenas

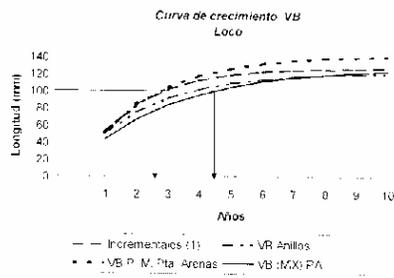


Curva de crecimiento (Incrementales)



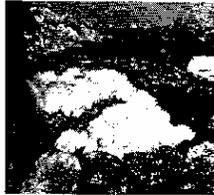
VB	Loo	Stc Loc	K	To
Loco	127.95	13.45	0.53	0

Curva de crecimiento comparativas Curvas de mejor ajuste



VB	Parámetros	Valor
Loo	Longitud asintótica	122.61
K	Coef. de crec.	0.42
To	Edad a talla 0	-0.27

PARAMETROS REPRODUCTIVOS DEL RECURSO LOCO EN LA I Y II REGIONES



de Matrone y Cautin 2001

Eduardo Díaz Ramos
Instituto de Fomento Pesquero

LABORATORIO DE PRODUCCION-IQUIQUE

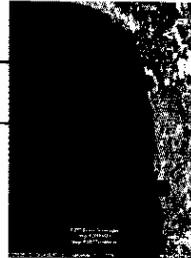
MATERIAL BIOLÓGICO

SECTORES LIBRE ACCESO, I Y REGIONES:

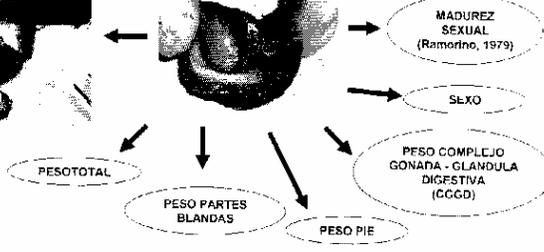
PISAGUA, I REGION

PUNTA ARENAS, II REGION

Sector	N° ejemplares
Pisagua	900 (10-118 mm)
Pta. Arenas	800 (42-134 mm)



PROCESAMIENTO BIOLÓGICO



PESO COMPLEJO GONADA - GLANDULA DIGESTIVA (CGGD)



ANALISIS HISTOMORFOLOGICO LINEA GERMINAL (Aviles y Lozada, 1975)



CICLO DE MADUREZ GONADAL

ANALISIS CUANTITATIVO:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{\text{Peso húmedo OVID}}{\text{(Partes blandas totales)}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} IGS_i$$

(Cañas y Schiffeneger, 1988)

ANALISIS CUALITATIVO

- Determinación Macroscópica madurez
- Determinación Microscópica madurez

Determinación Macroscópica madurez (Ramorno, 1979)

Machos:

- I: Recuperación
- II: Maduración
- III: Madurez Máxima
- IV: Término Emisión Gametos



Hembras:

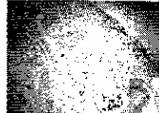
- I: Previtelogénesis
- II: Vitelogénesis
- III: Madurez Máxima
- IV: Término Postura



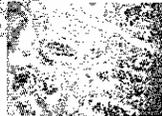
Determinación Microscópica madurez
(Aviles y Lozada, 1975)

Machos

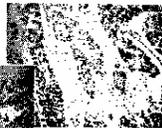
I: Inmadurez
II: Premadurez
III: En Madurez
IV: Madurez Máxima
V: Regresión



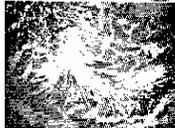
1



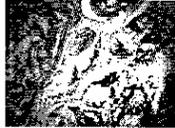
2



3



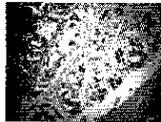
4



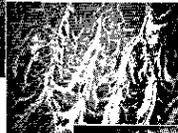
5

Hembras

I: Inmadurez
II: Premadurez
III: En Madurez Inicial
IV: En Madurez Avanzada
V: Madurez Máxima
VI: Regresión



1



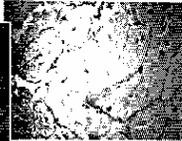
2



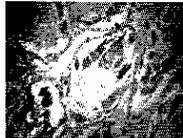
3



4



5



6

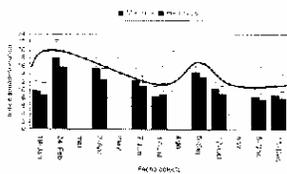
DETERMINACION DE LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

- Línea germinal incompleta
- Línea germinal completa

$$P(I) = \frac{\beta}{1 + \exp(a - \alpha \cdot I)}$$

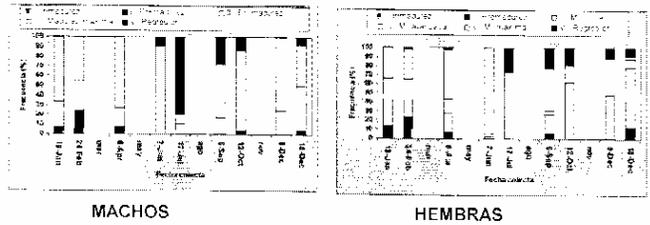
RESULTADOS

INDICE GONADOSOMATICO

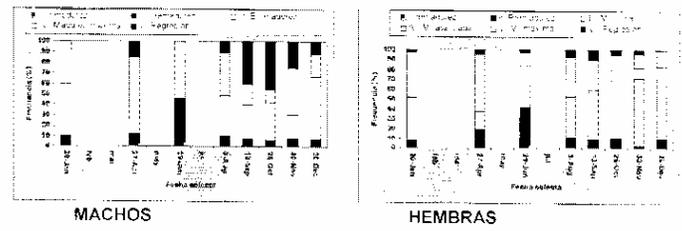


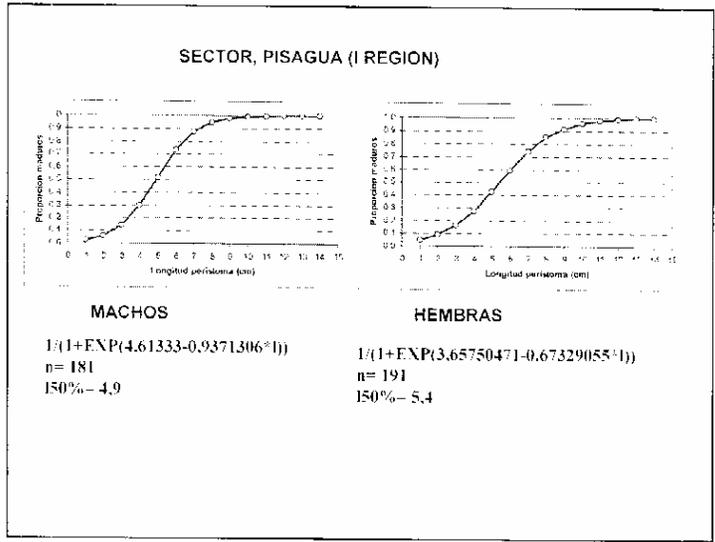
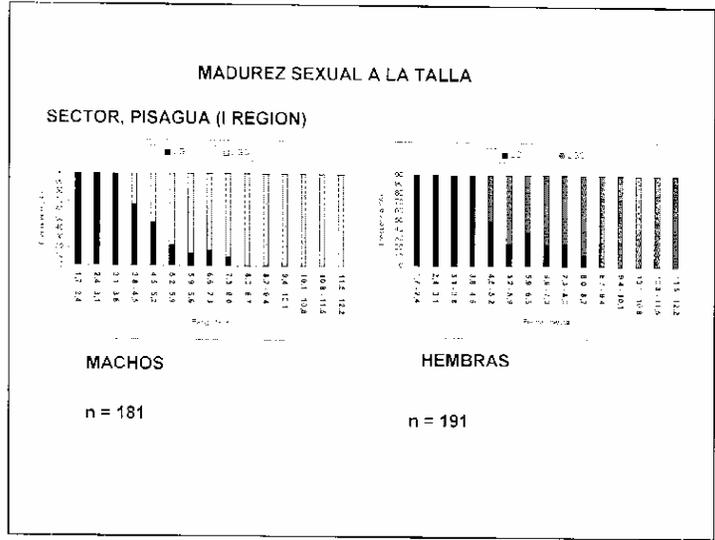
ANALISIS MICROSCOPICO MADUREZ GONADAL

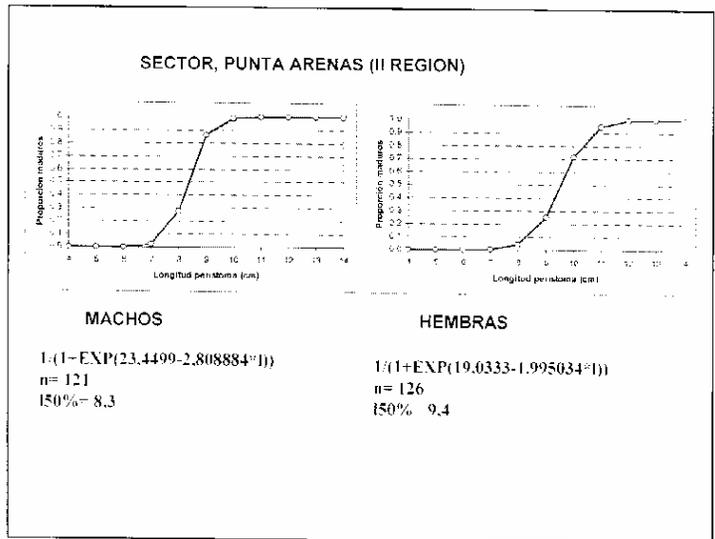
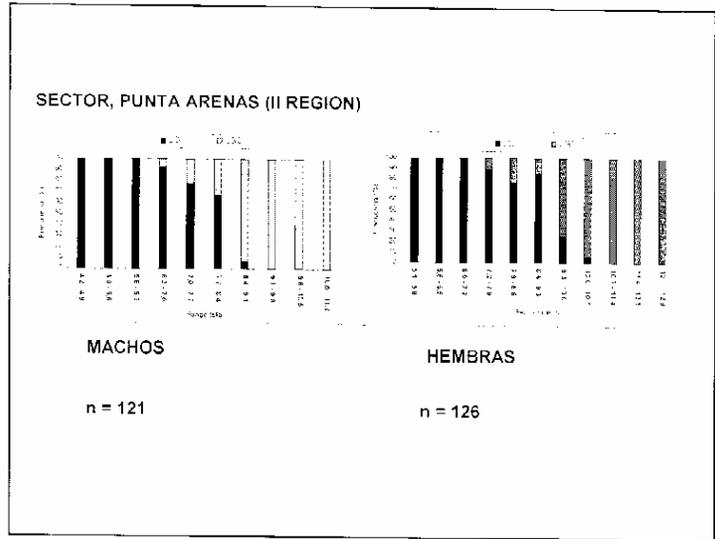
SECTOR, PISAGUA (I REGION)



SECTOR, PUNTA ARENAS (II REGION)







CONCLUSIONES

- Los machos y hembras, de ambos sectores, presentaron una periodicidad reproductiva similar
- El ciclo reproductivo se caracteriza por una actividad gonadal progresiva, de rápida recuperación, sin presentar una evidente fase de reposo.
- La plena o máxima madurez se manifiesta principalmente de enero a mediados de junio.
- El término de emisión de gametos y postura ocurrió mayoritariamente a finales de junio y en julio.
- El principal período de evacuación gamética se centra de enero a junio.
- En el sector de Pisagua, el 50% de ejemplares maduros se ubicó en el rango de tamaño de 45-52 mm, en machos y hembras.
- En el sector de Punta Arenas, el 50% de machos maduros se ubicó en el rango de 84-91 mm, y en las hembras, en el rango de 93-100 mm (preliminar).

PROYECTO FIP 2005 - 32

**COMPORTAMIENTO Y PARAMETROS
REPRODUCTIVOS DEL RECURSO LOCO EN
LA I Y II REGION**

CRECIMIENTO (M-R)
MORTALIDAD NATURAL Y TALLA CRITICA
AGREGACIONES POBLACIONALES

GABRIEL JEREZ A

PROYECTO FIP 2005 - 32

TEMARIO

1. CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA
2. MORTALIDAD NATURAL
3. TALLA CRITICA
4. AGREGACIONES POBLACIONALES

Gabriel Jerez - Consultor VOMC

GABRIEL JEREZ - Consultor VOMC

PROYECTO FIP 2005 - 32

TEMARIO

1. CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA
2. MORTALIDAD NATURAL
3. TALLA CRITICA
4. AGREGACIONES POBLACIONALES

Gabriel Jerez - Consultor VOMC

CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA

OBJETIVO: CONOCER EL CRECIMIENTO MEDIANTE ESTE METODO

REQUISITOS DEL METODO

- MARCAR MUCHOS EJEMPLOS
- AMPLIO RANGO TALLAS POBLACIONALES
- MARCA VISIBLE Y NO DAÑINA
- COLOCAR Y NO LANZAR
- HABITAT DE LA ESPECIE

METODO USADO

Gulland & Holt

$$cL/dt = a + bL \quad L_{oo} = -a/b, \quad k = -ln(b)$$



Gabriel Jerez - Consultor VOMC

PROYECTO FIP 2005 - 32

CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA

ZONA DE MARCAJE Y RECAPTURA
I REGION
AMERB "CHANAVAYA"

MUESTREO MAS A LA COSTA
AREAS PROTEGIDAS DE LA EXPLOT.

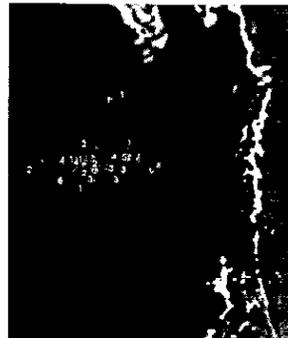


Gabriel Jerez - Consultor VOMC

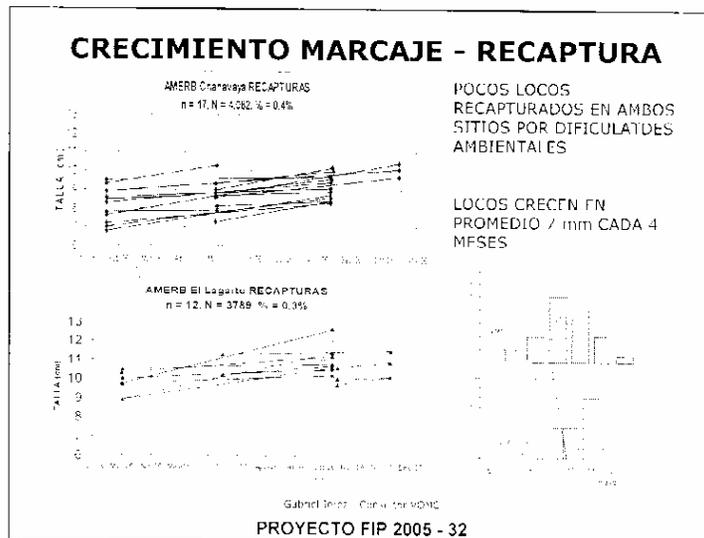
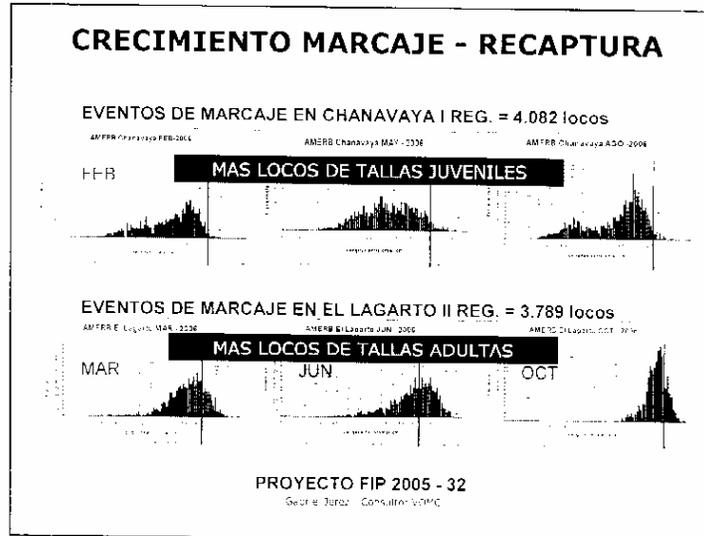
CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA

ZONA DE MARCAJE Y RECAPTURA
II REGION
AMERB "EL LAGARTO"

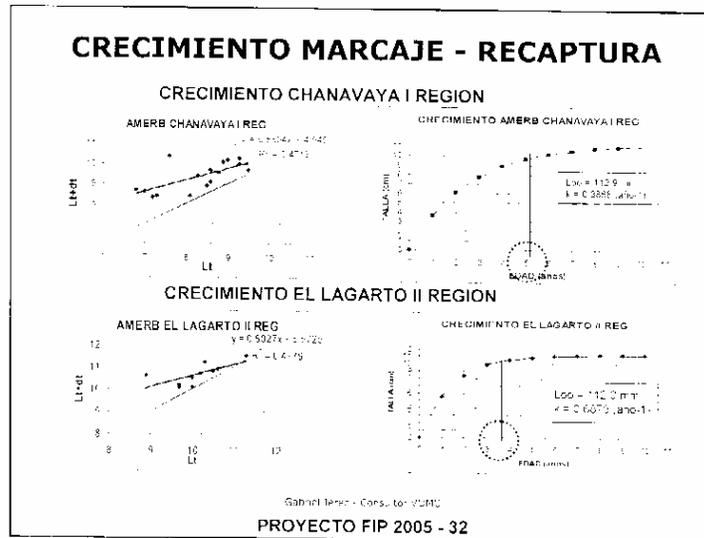
MUESTREO EN BAJARIAS
EXPUESTAS, LEJOS DE LA COSTA,
MAS VIENTO
AREA PROTEGIDA DE LA EXPLOT.



Gabriel Jerez - Consultor VOMC



GABRIEL JEREZ - Consultor VOMC



PROYECTO FIP 2005 - 32

TEMARIO

1. CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA
2. MORTALIDAD NATURAL
3. TALLA CRITICA
4. AGREGACIONES POBLACIONALES

Gabriel Jerez - Consultor VOMC

2. MORTALIDAD NATURAL

- LA MORTALIDAD NATURAL DE LA POBLACION Y DEL STOCK ES CAUSADA POR TODOS LOS FACTORES QUE NO SEA LA CAPTURA
- ES UNA TASA ADITIVA, QUE CONTRIBUYE A LA MORTALIDAD TOTAL
- REGLA GENERAL: A MAYOR MORTALIDAD NATURAL, LA POBLACION DEBE CRECER MAS RAPIDO (PULPOS, OSTION VS BALLENAS, BACALAO)

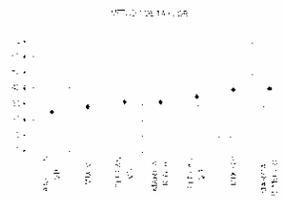
OBJETIVO: CONOCER LAS TASAS DE MORTALIDAD NATURAL

METODOS

- SE APLICARON DOS METODOS BIOANALOGICOS: 1) TAYLOR Y 2) ALAGARAJA
- SUPONEN RELACION ENTRE CRECIMIENTO Y MORTALIDAD NATURAL
- SE ESTIMARON 14 VALORES DE M (2 METODOS x 7 MET. CRECIMIENTO)

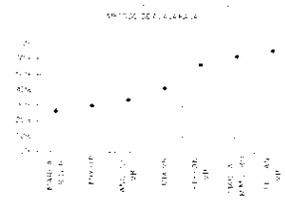
Gabriel Jerez - Consultor VOMC

2. MORTALIDAD NATURAL



ESTIMA M MAS PEQUEÑOS, MENOS VARIABLES

M% = 33% (25% a 41%)



ESTIMA M MAS GRANDES, MAS VARIABLE

M% = 46% (26% a 67%)



Gabriel Jerez - Consultor VOMC

PROYECTO FIP 2005 - 32

TEMARIO

1. CRECIMIENTO MARCAJE - RECAPTURA
2. MORTALIDAD NATURAL
3. TALLA CRITICA
4. **AGREGACIONES POBLACIONALES**

Gabriel Jerez - Consultor VOMC

AGREGACIONES POBLACIONALES

- AGREGACIONES REPRODUCTIVAS
- PRESENCIA DE CAPSULAS
- EFECTO PROFUNDIDAD
- FAUNA ASOCIADA

OBJETIVO: CONOCER EL COMPORTAMIENTO DE AGREGACION POBLACIONAL DEL LOCO

METODO

INDICE DE MORISITA

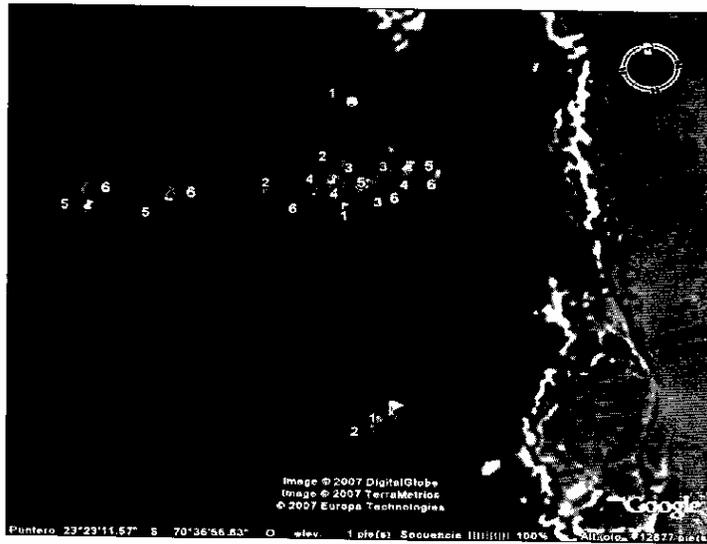
5 TRANSECTOS x 12
CUADRANTES = 60
CUADRANTES

PROYECTO FIP 2005 - 32

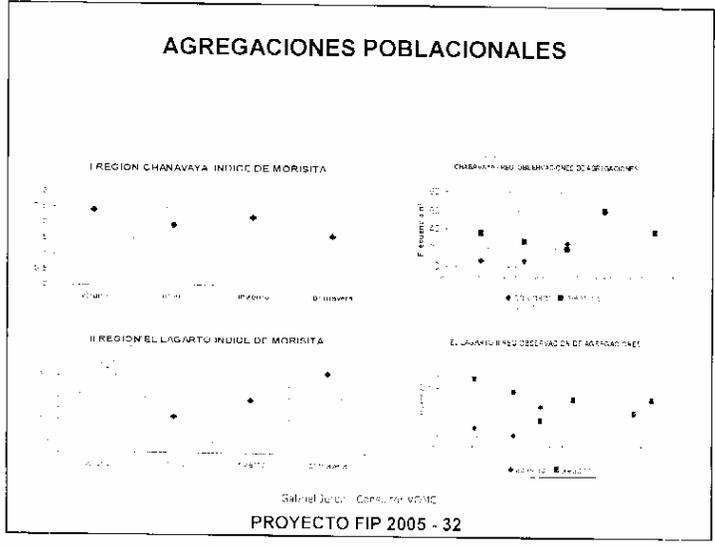
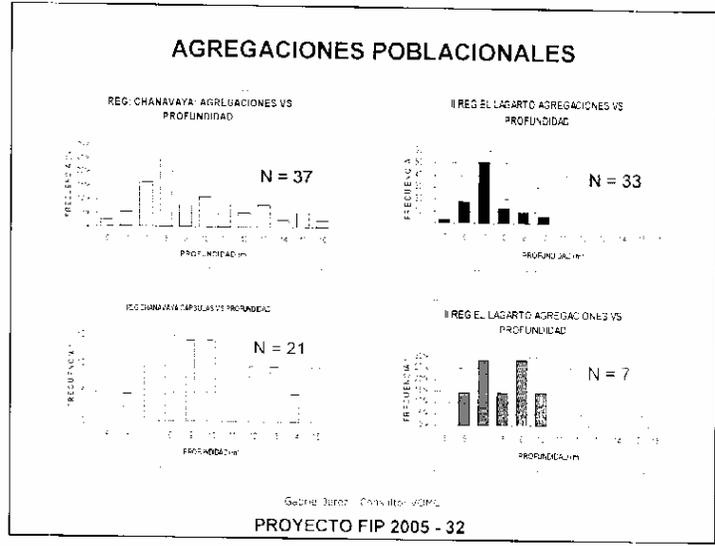
Gabriel Jerez - Consultor VOMC



$$I_d = \frac{n(\sum X_i^2 - \sum X_i)}{(\sum X_i)^2 - \sum X_i}$$



GABRIEL JEREZ - Consultor VOMC



GABRIEL JEREZ - Consultor VOMC



Caracterización de la Actividad Pesquera y Mercado

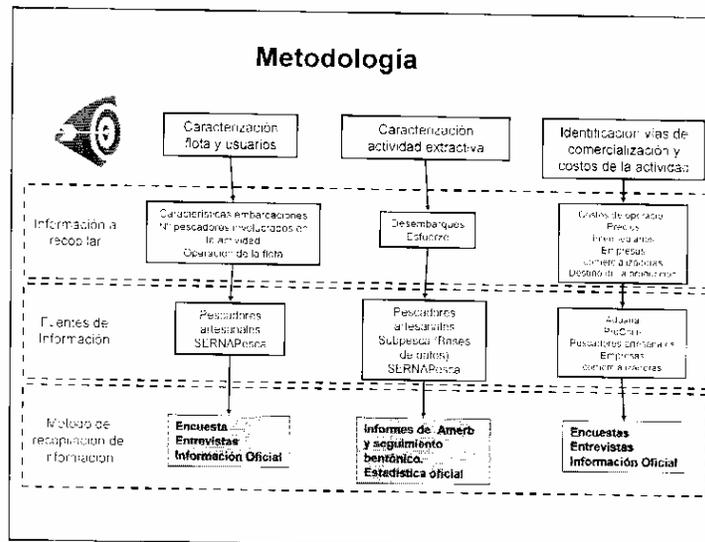
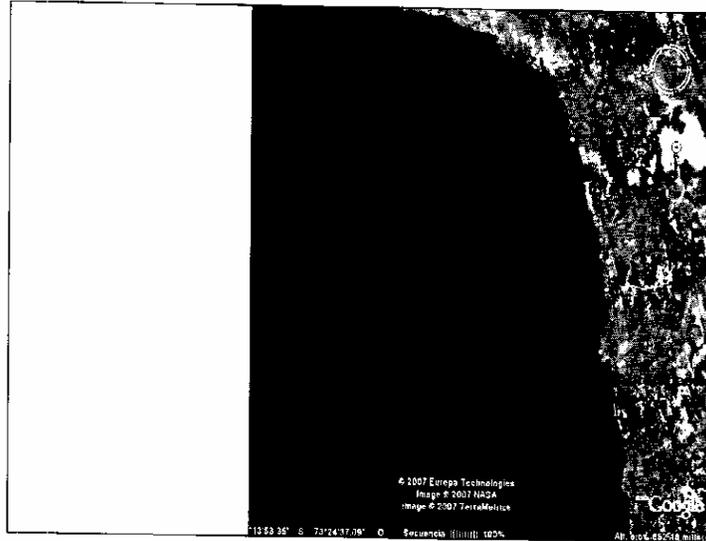
Por :
Victor Baros Pinto
Biologo Pesquero

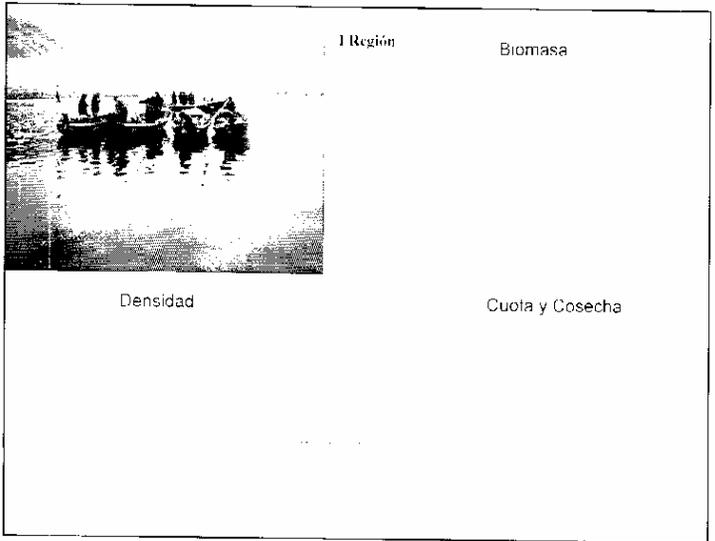
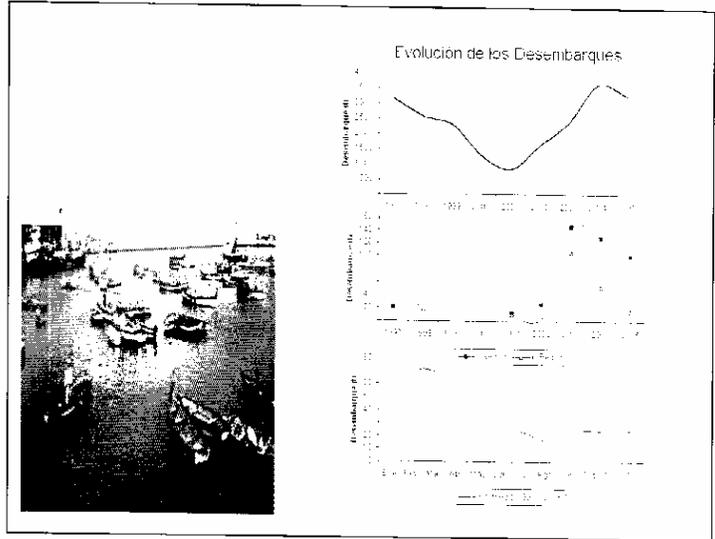
Enero - 2007

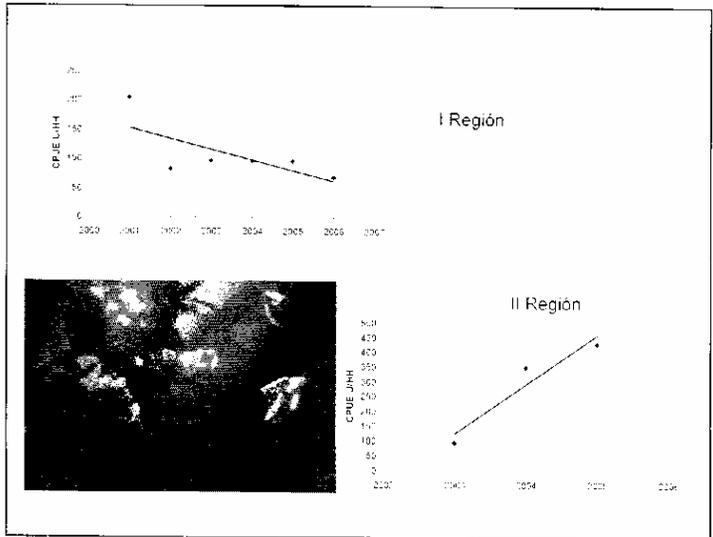
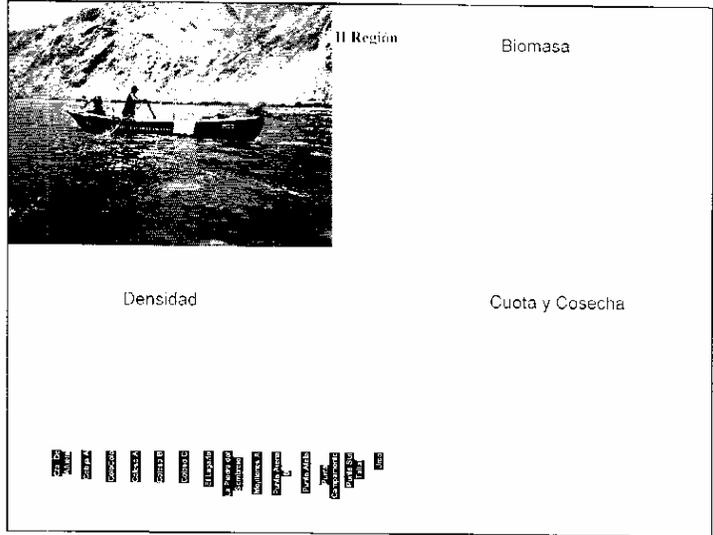
OBJETIVO 4



- Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización





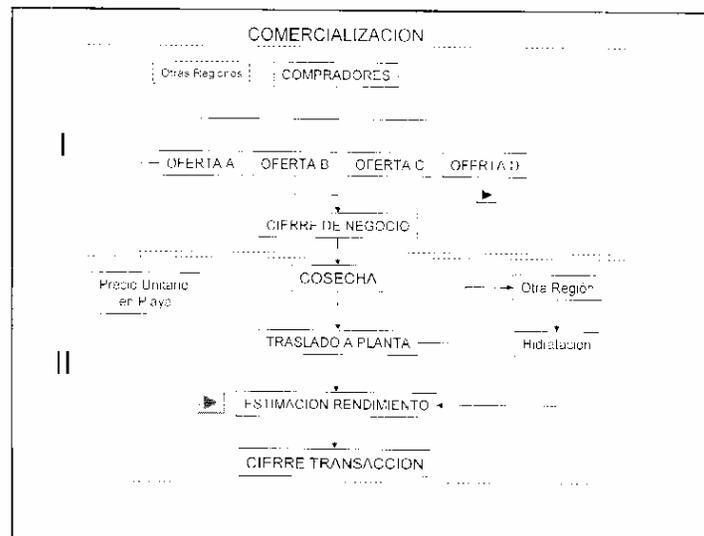


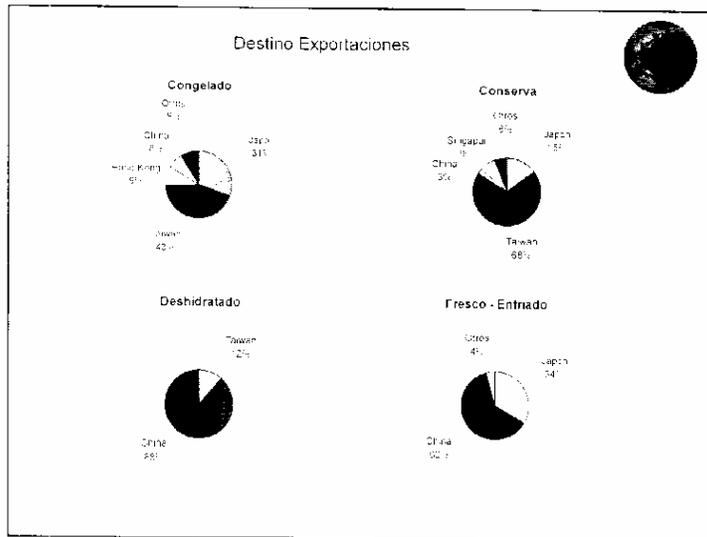
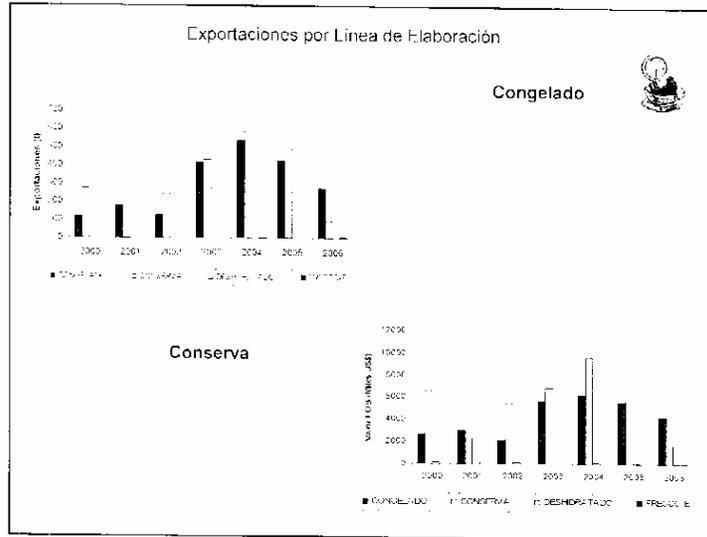
Flota Asociada a las AMERB

	Eslora	Manga	Puntal	N
I Región	6,61	1,77	0,72	233
II Región	6,56	1,78	0,75	248

Fuerza Laboral

I Región	380 Mariscadores
II Región	447 Mariscadores





MERCADO INFORMAL

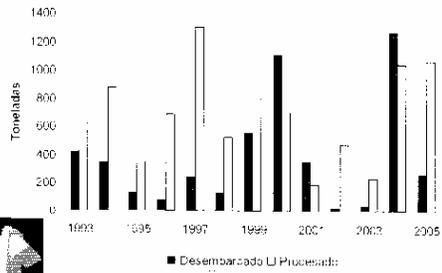


Exportación y precios FOB de "chanque" procesado por las empresas pesqueras de Tacna, durante el año 2005.

N°	EMPRESA	TMB	US\$ FOB
1	Alimentos Jurado S.A.	563.23	3.531.710
2	Productos Perla del Pacifico S.A.	139.64	996.598
3	Atlantico Fish S R L	138.95	930.698
4	Frao del Sur S.A.	79.65	416.962
5	Consortio Industrial el Pacifico SAC	51.08	176.366
TOTAL		972.55	6.062.324

FUENTE : Dirección Regional de la Producción de Tacna.

Estadística de Desembarque y Procesamiento de Loco en Plantas de Tacna



FUENTE : Dirección Regional de la Producción de Tacna.

	Desembarque	Procesado	Diferencia
1993	416.70	631.18	-214.40
1994	349.70	882.78	533.08
1995	137.42	352	-214.58
1996	81.88	688.78	-606.90
1997	241.91	1327.94	-1066.00
1998	130.77	526.31	-395.54
1999	564.71	804.21	-249.50
2000	1111.84	705.8	406.04
2001	350.34	188.71	161.63
2002	28.40	472.4	-444.00
2003	42.00	236.8	-194.80
2004	1273.90	1048.6	224.40
2005	203.90	1368.3	-804.40

FUENTE : Dirección Regional de la Producción de Tacna.

Recortes de Prensa Peruana

Al ingresar de contrabando a nuestra ciudad

Incautan media tonelada de locos

Se incautó una tonelada de locos en la ciudad de Tacna, al ingresar de contrabando a nuestra ciudad. Los locos son un tipo de droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos.



Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos.

Lima, 10 de Mayo del 2006 DEL DIA Correo

Sunat interviene 15 fábricas que procesan hidrobiológicos

Tras una inspección realizada por la Sunat en 15 fábricas que procesan hidrobiológicos, se incautó una tonelada de locos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos. Los locos son una droga que se consume en forma de polvo y se vende en paquetes de 100 gramos.

Artículos de Prensa

Con operación policial en frontera se incautó más de 4 Tn. de "locos"



Diario "El Correo de Tacna" 27/09/06

Tacna. Según las investigaciones, los contrabandistas de "locos" habían ingresado desde Chile a territorio boliviano con la mercadería ilegal y cuando en un camión Chevrolet de color naranja ingresaban al Perú por el hito N° 77 fueron detectados.

"Diario La Estrella
Iquique - Arica"

Viernes 12 de noviembre de 2004
 Decomisan 6 mil unidades de locos

Domingo 14 de marzo de 2004
 Millonaria incautación de locos

Viernes 19 de diciembre de 2003
 Incautaron 82 kilos de locos

14 de marzo de 2004
 Millonaria incautación de locos

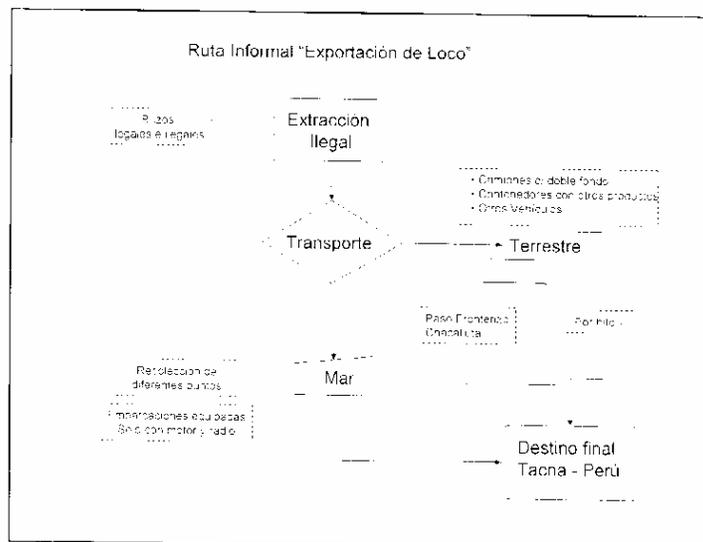
19 de diciembre de 2003
 Incautaron 82 kilos de locos

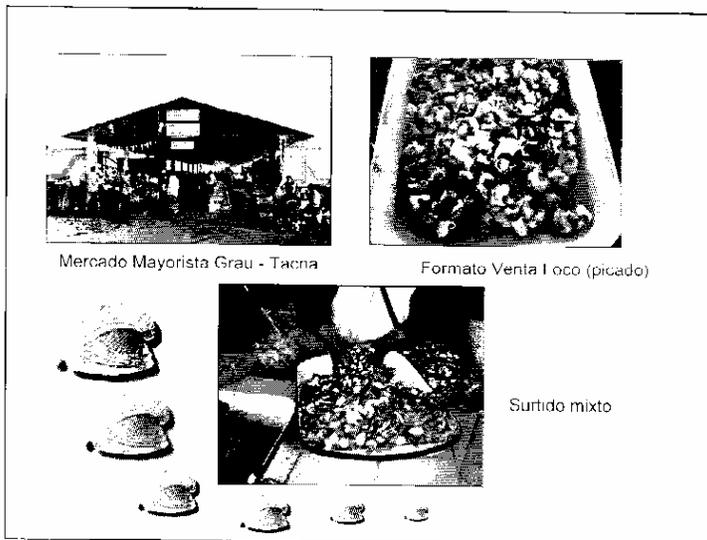
8 de marzo de 2003
 Incautan 2.050 unidades de loco

25 de diciembre de 2005
 Decomisan más de 400 kilos de locos



● ● ●





Procesamiento en Planta



• CONCLUSIONES

- Respecto a la evolución de los desembarques, se evidencia que la zona norte después de la puesta en marcha de las AMERB, se produjo un incremento conforme al número de áreas en operación, no obstante, a partir del 2004 comienza a disminuir discretamente.
- Las áreas de manejo de la I Región en comparación con las de la II, han mantenido un trabajo más constante en el tiempo en lo que respecta al recurso loco.
- Las cuotas autorizadas en las AMERB de la I y II Región, durante el periodo de ejecución de la medida de administración, han sido cosechadas casi en su totalidad.

Encuestas

- Respecto a consulta efectuada a las organizaciones, se reconoce que el recurso loco es el que ha mantenido en funcionamiento las AMERB, ya que no les interesaría un área que no tuviese loco como recurso principal.
- En términos generales la administración del recurso loco a través de las AMERB, ha tenido resultados positivos, pero podrían mejorarse.
- La explotación del recurso loco a través de las AMERB no incrementa significativamente los ingresos de los pescadores, considerando que la cosecha se efectúa una vez al año y el resto es gasto.
- El recurso loco bajo la medida de administración AMERB, no ha incrementado su abundancia, sino que se ha mantenido.
- Se reconoce que la pesquería del loco está en peligro.
- El 100% de los consultados reconoce que existe extracción ilegal del recurso

Mercado Informal

- Sobre un 90% del recurso ilegal que se extrae en la zona norte, tiene como destino final el mercado peruano.
- La estadística de desembarque oficial en el Perú (Tacna) muestra una brecha importante respecto de la producción final, pudiendo atribuirse esta diferencia al recurso ilegal que ingresa desde Chile.
- La producción peruana está compuesta principalmente por loco picado en conserva. A diferencia de Chile, donde el recurso se comercializa entero. Esta situación facilita el comercio ilegal, ya que no toma en consideración la talla mínima.



	Rendimiento	Precio (\$)
	8 - 10	6500
(A)	10 - 12	6000
	12 - 14	5000
	14 - up	4000

	Rendimiento	Precio (\$)
	8 - 9	6500
	9 - 10	6300
	10 - 11	6000
	11 - 12	5500
	12 - 13	5000
	13 - 14	4500

	Rendimiento	Precio (\$)
	8 - 10	6000
	10 - 12	5700
	12 - 15	5000
	15 - 20	4500
	20 - up	4000

ESTIMACION DE RENDIMIENTO

PLANTA

DESCONCHADO

EVISCERADO

REGISTRO DE PESO

200 EJEMPLARES
POR BANDEJA

RENDIMIENTO

UNIDADES/KILOGRAMO



ANEXO 4
CERTIFICADOS
AUTORIDAD MARÍTIMA



CERTIFICADO

EL CAPITÁN DE PUERTO DE IQUIQUE QUE SUSCRIBE;

CERTIFICA

Que, los puertos de la jurisdicción de la Capitanía de Puerto de Iquique permanecieron cerrados al tráfico de naves menores entre las fechas y horarios que señalan a continuación.

Entre las 19:20 horas del día 12 y las 10:20 horas del día 15 de febrero de 2006.

Entre las 08:30 horas y las 16:05 horas del día 17 de marzo de 2006.

Entre las 13:05 horas del día 30 y las 17:00 horas del día 31 de mayo de 2006.

Entre las 04:45 horas del día 03 y las 16:00 horas del día 04 de junio de 2006

Entre las 19:30 horas del día 08 y las 09:15 horas del día 10 de junio de 2006.

Que el motivo del cierre del puerto se debió a las marejadas que afectaron la costa norte del país

Se extiende el presente Certificado, a solicitud de la Dirección Zonal I y II Regiones del Instituto de Fomento Pesquero.

En Iquique, 23 Julio, 2006


LUIS FELIPE GRACIA TAPIA
CAPITÁN DE FRAGATA LT
CAPITÁN DE PUERTO DE IQUIQUE



CERTIFICADO

A - N° 269109

En Antofagasta, a 23 días del mes de Junio del 2006, la Autoridad Marítima que suscribe;

CERTIFICA:

1. Que, en los siguientes días comprendido del 1° de Diciembre del año 2005 hasta el 15 de Junio del presente año, el puerto de Antofagasta se mantuvo cerrado para embarcaciones menores dentro y fuera de la bahía, debido a marejadas anormales en el litoral de Antofagasta:
 - Día 31 de Diciembre del 2005, a las 10:30 Hrs., hasta el día 06 de enero del 2006, a las 07:50 Hrs.
 - Día 11 de Enero, a las 10:00 Hrs., hasta el día 16 de Enero, a las 09:00 Hrs.
 - Día 11 de Febrero, a las 23:14 Hrs., hasta el día 12 de Febrero, a las 08:30 Hrs.
 - Día 13 de Febrero, a las 01:40 Hrs., hasta el día 13 de Febrero, a las 09:40 Hrs.
 - Día 13 de Febrero, a las 14:15 Hrs., hasta el día 15 de Febrero, a las 09:30 Hrs.
 - Día 19 de Febrero, a las 16:45 Hrs., hasta el día 19 de Febrero, a las 20:23 Hrs.
 - Día 21 de Febrero, a las 17:00 Hrs., hasta el día 22 de Febrero, a las 10:45 Hrs.
 - Día 22 de Febrero, a las 12:45 Hrs., hasta el día 23 de Febrero, a las 08:15 Hrs.
 - Día 09 de Marzo, a las 16:40 Hrs., hasta el día 11 de Marzo, a las 12:40 Hrs.
 - Día 16 de Marzo, a las 11:25 Hrs., hasta el día 19 de Marzo, a las 09:35 Hrs.
 - Día 06 de Abril, a las 17:00 Hrs., hasta el día 10 de Abril, a las 07:15 Hrs.
 - Día 21 de Abril, a las 12:00 Hrs., hasta el día 23 de Abril, a las 12:40 Hrs.
 - Día 25 de Abril, a las 08:10 Hrs., hasta el día 26 de Abril, a las 08:22 Hrs.
 - Día 31 de Mayo, a las 12:20 Hrs., hasta el día 05 de Junio, a las 12:15 Hrs.
 - Día 08 de Junio, a las 12:35 Hrs., hasta el día 11 de Junio, a las 09:15 Hrs.
 - Día 15 de Junio, a las 19:00 Hrs., hasta el día 23 de Junio, a las 08:20 Hrs.
2. Que, se extiende el presente certificado a petición del Instituto de Fomento Pesquero, perteneciente a la ciudad de Iquique.
3. Que, el interesado deberá cancelar los derechos estipulados en el D.S. (M.) N° 427 del 25 de Junio de 1979.


EDUARDO HIDALGO ASTUDILLO
CAPITÁN DE FRAGATA LT.
CAPITÁN DE PUERTO DE ANTOFAGASTA

cc.- Archivo//

ANEXO 5
ENCUESTAS Y
PAUTAS DE ENTREVISTAS

ENCUESTA A SOCIOS DE LA ORGANIZACIÓN

Caleta	
Fecha	
Encuestador	

1.- Información sobre los buzos

Nombre	
Edad	
Procedencia	
Escolaridad	
Estado civil	
N° de hijos	
Experiencia (años en la actividad)	
Tiene Inscripción en el RPA?	
Recursos que extrae	
Función en la faena	
Vive en la caleta?	
Cuenta Vivienda Propia? Donde?	
Dedicación exclusiva al buceo?	
Ingreso promedio anual por AMERB	
Permanencia en la caleta (periodo)	
Posee embarcación?	
Equipamiento propio?	
Que parte del equipo repone con más frecuencia?	
Está asociado a alguna organización?	
Participa en el Area de Manejo	

1.1.- Nivel de ingresos totales (\$)

Rango	
100.000 – 200.000	
200.000 – 300.000	
300.000 – 400.000	
Mas de 400.000	

Esto es :

Muy bueno	
Bueno	
Insuficiente	

2.- Información sobre el esfuerzo: tendencias y distribución espacial

Tendencias en el esfuerzo. En el tiempo que Ud. lleva trabajando en calidad de buzo, considera que:

¿Ha aumentado el número de embarcaciones que se dedican a la extracción del loco?

SI	NO

¿Ha aumentado el número de buzos por embarcación?

SI	NO

¿Han aumentado las horas de buceo necesarias para extraer una cantidad determinada de loco?

SI	NO

¿El recurso se encuentra disponible sólo en las AMERB?

SI	NO

¿Existe loco en volúmenes importantes en zonas cercanas a la caleta?

SI	NO

Si existen estas zonas, ¿Cómo son los calibres? Marque X

Grandes	Medianos	Pequeños

¿Aumentado la profundidad de trabajo?

SI	NO

¿Reconoce la existencia de extracción ilegal?

SI	NO	N/R

3.- Información sobre AMERB (Percepción personal)

¿Esta es una buena medida para administrar la pesquería del loco?

SI	NO	N/R

¿Cree que ésta da solución a los problemas asociados a la pesquería?

SI	NO	N/R

La extracción del recurso loco a través de las AMERB
¿Constituye un mejoramiento sustancial de sus ingresos?

SI	NO	N/R

¿Le interesaría trabajar en un AMERB que no tenga al Loco como recurso principal?

SI	NO	N/R

¿El recurso loco, es el que ha mantenido el AMERB funcionando?

SI	NO	N/R

Según su impresión, ¿El recurso loco se ha mantenido gracias a las AMERB?

SI	NO	N/R

Según Ud., la pesquería del loco (Marque x)

Esta tomando fuerza	Se está manteniendo	Está en peligro

4.- Información biológica

Los calibres del recurso loco en el AMERB entregan un rendimiento:

Muy Bueno	
Bueno	
Regular	
Malo	

Las cuotas de las AMERB:

Se cumplen fácilmente	
Cada vez cuesta más extraerla	

Existen semilleros de loco al interior de su AMERB (Reclutas)

SI	NO

En las áreas históricas conoce algún semillero

SI	NO

Cree que las cosechas de las AMERB están respetando los períodos reproductivos del recurso?

SI	NO

ENCUESTA DE LA ACTIVIDAD EXTRACTIVA (PRODUCTIVA-ARMADOR)

CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.- INFORMACIÓN GENERAL

CALETA: _____ FECHA: _____ ENCUESTADOR: _____
Nº DE ENCUESTA: _____
NOMBRE ENCUESTADO: _____
EDAD: _____ ANTIGUEDAD EN LA ACTIVIDAD: _____
LOCALIDAD DE RESIDENCIA: _____

2.- IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

2.1. FORMA DE EXTRACCIÓN:

BUCEO CON EMBARCACIÓN _____ ORILLERO _____

**SI LA RESPUESTA ANTERIOR FUE ORILLERO PASAR AL PUNTO N° 3 (si no es así, continuar en punto 2.2.)*

2.2. CARACTERÍSTICAS UNIDAD PRODUCTIVA ARMADOR:

TIPO DE EMBARCACIÓN: (Lancha-Bote) MATERIAL CASCO: (Fibra-Madera)
NOMBRE: _____ CALETA BASE: _____
PUERTO DESEMBARQUE: _____
TIPO MOTOR (INT/F-B): HP _____ Nº SALIDAS COMPRESOR: 1 – 2 – 3
ESLORA: _____ m MANGA: _____ m PUNTAL: _____ m

2.2. CARACTERÍSTICAS UNIDAD PRODUCTIVA ORILLERO:

COMO LLEGA A LA PLAYA: _____
TIPO DE MOVILIZACIÓN Motorizado propio _____ Motorizado compartido _____
PROPIA _____

3.- DE LA INVERSIÓN

Nº DE EQUIPOS DE BUCEO COMPLETOS:

Equipo	Número	Equipo	Número
Traje buceo		Cinturones	
Mascarilla		Aletas	
Reguladores		Otros	

PRECIOS UNITARIOS

Equipo	Valor compra	Valor actual	Antigüedad	Vida útil
Bote				
Motor				
Compresor				
Manguera				
Trajes				
Máscara				

Regulador				
Aletas				
Cinturón				
Otros				

4. TRIPULACIÓN DE LA EMBARCACIÓN (N°):

ASISTENTES:

BUZOS:

5. REALIZA USTED ALGUNA LABOR ESPECÍFICA DURANTE LA FAENA EXTRACTIVA DEL LOCO?

NO PARTICIPA EN LA FAENA:

ASISTENTE:

BUZO:

6. DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS (%)

ARMADOR (MATERIAL):

AUXILIAR:

BUZO:

OTROS (ESPECIFICAR):

7. EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS (PARTES) ANTERIOR ¿SE HAN DESCONTADO LOS GASTOS DE OPERACIÓN?

SI

NO

8. DE LOS COSTOS PROMEDIO (Extracción LOCO)

8.1. SALIDA (COSTOS EN PESOS)

Petróleo Motor Interno	Mezcla F/B	Víveres	Combustible Compresor	Talco	Zarpe	Aporte organización

8.2. MANTENCIÓN EMBARCACIÓN (EN PESOS)

	Mantencción Motor int./FB	Mantencción compresor	Carena	Aceite de pata	Marinería	Trajes
Frec Anual						
Costo Unitario						

ENTREVISTA A DIRECTIVOS O COMISIONES DE AMERBs

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

1.- EN LAS ULTIMAS COSECHAS DEL RECURSO LOCO, CUANTAS UNIDADES EN PROMEDIO SE HAN SIDO ASIGNADO POR SOCIO?

Cantidad.....

2.- PARA LAS PROXIMAS COSECHAS SE TIENE YA ASIGNADA LA CUOTA INDIVIDUAL?. SI LA RESPUESTA ES POSITIVA INDICAR CUANTAS UNIDADES

Cantidad.....

CARACTERIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO

1.- EN EL TRABAJO DE EXTRACCIÓN SE TRABAJA EN CONJUNTO?

Todos los socios del AMERB En forma independiente.....

2.- LA EXTRACCIÓN O COSECHA SE REALIZA :

En un período determinado por la organización.....

Dependiendo de la demanda.....

Otros.....

3.- EXISTE EN LA ORGANIZACIÓN UN COMITÉ FORMAL DE COMERCIALIZACION? DE SER POSITIVA LA RESPUESTA INDICAR:

El comité lo forman todos los socios.....

Es un comité que representa los intereses de los socios.....

Corresponde a una unidad externa a la organización.....

La venta es en forma individual.....

10.- EL RECURSO SE TRANSA:

En el momento de la cosecha.....

Previo a la cosecha.....

11.- EL DESTINO FINAL DEL RECURSO ES PRINCIPALMENTE:

Plantas procesadoras.....

Restaurantes.....

Hoteles.....

Directo al público.....

12.- QUE BUSCA EL COMERCIANTE EN EL PRODUCTO?

Calibre..... Frescura..... Cantidad..... Otros.....

13.- EL HECHO QUE EL RECURSO LOCO PROVENGA DE AMERB, LE HA SIGNIFICADO:

Mejorar los precios..... Mantenerlos..... Bajarlos.....

14.- QUE OPINION LE MERECEN LAS AMERB COMO MEDIDA DE ADMINISTRACION:

Buena..... Regular..... Puede mejorar.....

Mala.....

PAUTA DE ENTREVISTA PARA AGENTES DEL CANAL DE COMERCIALIZACIÓN

Temas relevantes para conversar con empresas.

- Principales compradores del recurso procesado a nivel nacional e internacional (mercado de la empresa)
- Zonas de procedencia con mejor calidad del producto
- Períodos en que se transan los recursos
- Problemas asociados a la demanda del recurso loco
- Vías de despacho (fletes y sus costos asociados)
- Tipo de procesamiento y sus costos asociados
- Costos en mano de obra (t)
- Elementos de juicio para el establecimiento de precios
- Capacidad de producción de la planta
- Abastecimiento en toneladas y frecuencia
- Estándares de calidad del mercado
- A juicio de la empresa, qué falta para insertar el recurso en el mercado
- A juicio de la empresa, existe un buen manejo comercial del recurso como país
- Cómo se podría mejorar la demanda del recurso a nivel nacional e internacional

ANEXO 6
PLAN DETALLADO DE
ASIGNACIÓN DEL PERSONAL
PROFESIONAL Y TÉCNICO (HH)

Plan de asignación de horas hombres totales

Objetivo general: Estudiar el crecimiento y reproducción del recurso loco en la I y II Regiones

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREO	PROCES	ANALISIS	TALLER	INFORMES	
E. Lara	120	0	126	36	82	364
C. Becerra	30	24	18	0	18	90
E. Díaz	108	216	108	0	120	552
G. Jerez	0	50	70	36	104	260
V. Baros	60	216	100	20	55	451
C. Toledo	45	40	25	45	25	180
C. Gaspar	255	176	10	0	10	451
A. Padilla	1530	720	0	0	0	2250
H. Águila	108	0	0	0	0	108
H. Miranda	12	37	32	0	10	91
J. González	0	36	12	12	30	90
TOTAL	2268	1515	501	149	454	4887

Plan de asignación del personal (HH) por objetivos específicos

Objetivo específico 4.1.: Determinar y caracterizar el crecimiento estacional y anual del recurso loco en la I y II Regiones.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREO	PROCES	ANALISIS	TALLER	INFORMES	
E. Lara	30	0	60	36	57	183
C. Becerra	30	24	18	0	18	90
G. Jerez	0	50	70	0	54	174
C. Gaspar	215	0	0	0	0	351
A. Padilla	360	0	0	0	0	360
H. Águila	108	0	0	0	0	108
H. Miranda	0	13	17	0	2	32
J. González	0	36	12	12	30	90
TOTAL	743	123	177	48	161	1388

Objetivo específico 4.2.: Estimar los parámetros reproductivos del recurso loco en la I y II Regiones estimando la talla de primera madurez sexual en la zona de estudio.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREO	PROCES	ANALISIS	TALLER	INFORMES	
E. Lara	30	0	26	0	0	56
E. Díaz	108	216	108	0	120	552
A. Padilla	1170	360	0	0	0	1530
H. Miranda	0	24	15	0	0	39
TOTAL	1308	600	149	0	120	2177

Objetivo específico 4.3.: Estimar la mortalidad y talla crítica del recurso loco en la I y II Regiones.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREO	PROCES	ANALISIS	TALLER	INFORMES	
E. Lara	60	0	26	0	0	86
G. Jerez	0	0	0	36	50	86
TOTAL	60	0	26	36	50	172

Objetivo específico 4.4.: Caracterizar la actividad extractiva del recurso loco en la I y II Regiones, con énfasis en la descripción de actividades operacionales y de comercialización.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREO	PROCES	ANALISIS	TALLER	INFORMES	
E. Lara	0	0	14	0	25	39
V. Baros	60	216	100	20	55	451
C. Toledo	45	40	25	45	25	180
C. Gaspar	40	40	10	0	10	100
H. Miranda	12	0	0	0	8	20
TOTAL	157	296	149	65	123	790

ANEXO 7
CD CON BASE DE DATOS
Y FOTOGRAFÍAS

ANEXO 8
CD CON INFORME FINAL



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Blanco 839, Fono 56-32-2322000
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
