

**UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL MAR**



**INFORME FINAL CORREGIDO**

**Evaluación del estado de explotación del recurso  
Iapa en la zona norte I y II Regiones**

PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA  
Nº 2005-39

**PROPONENTE: DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL MAR  
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT**

**IQUIQUE, Noviembre 2007**

FIP 2005-39

---

"EVALUACIÓN DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL RECURSO  
LAPA EN LA ZONA NORTE I Y II REGIONES"

---

REQUIRENTE: CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA  
FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

EJECUTOR: DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL MAR  
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT

SUBCONTRATO: CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
DE PROFESIONALES MARINOS PACIFICO LTDA.

JEFE PROYECTO: MIGUEL ARAYA CHRISTIE  
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL MAR  
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT  
IQUIQUE

**PERSONAL PARTICIPANTE**

Nombre	Actividad
Miguel Araya Christie	Jefe de proyecto, coordinación, marcaje, lectura conchas, crecimiento, mortalidad, integración informes
Gabriel Claramunt Quiñonez	Evaluación, mortalidad, situación recurso, integración informes
Jessica Peñailillo Pastenes	Marcaje, lectura conchas, crecimiento, muestreo biológico
Francisca Alvarez Triviño	Marcaje, muestreo biológico
Julio Arze Heresmann	Marcaje, muestreo biológico, lectura conchas, crecimiento
Laura Caballero Collao	Marcaje, muestreo biológico
Monica Diaz Lara	Marcaje, muestreo biológico
Luis Cubillos Santander	Evaluación, mortalidad, situación recurso, integración informes
Adolfo Vargas Rojas	Reclutamiento, situación recurso
Victor Baros Pinto	Coordinación Monitoreo I Región, situación recurso
Cristian Hudson Martignani	S.I.G.
Cristian Berrios Saavedra	Coordinación Monitoreo II Región
Manuel Ortiz Mancilla	Muestreo reclutamiento, Realización encuestas
Cristian Galvez Aguilar	Muestreo reclutamiento, Realización encuestas
Jose Tapia Rojas	Muestreo reclutamiento (Buceo)
David Logan Lopez	Muestreo reclutamiento (Buceo)
Oswaldo Villanueva Castro	Muestreo reclutamiento (Buceo)

## RESUMEN EJECUTIVO

En la selección preliminar de sitios para llevar a cabo el monitoreo de la actividad extractiva de la temporada 2006, se analizó el desembarque de los años 2003 y 2004, generando un ranking sobre la base del nivel de aporte al desembarque regional de cada año en particular, lo que permitió discriminar los principales centros de desembarque para este recurso, quedando conformada esta red de monitoreo por las siguientes localidades, Arica, Pisagua, Iquique y San Marcos en la I Región y Tocopilla, Caleta Constitución, Caleta Coloso y Taltal en la II Región. No obstante, debido a la inconsistencia registrada en la información y a la poca colaboración por parte de la organización para entregar los registros requeridos, Caleta Coloso fue descartada optándose por trabajar sólo con siete centros de muestreos.

Durante los primeros meses de actividad (enero y febrero), el desembarque de lapa fue escaso, producto de la falta de un poder comprador formal. En términos cuantitativos, los mayores desembarques de lapa para el período analizado, se registraron en caleta Tocopilla (~20 t) provenientes de un total de 14 procedencias, siendo las principales las zonas identificadas como Chileno, Lifonso y Remanzo. La segunda localidad en importancia correspondió al muestreo desarrollado en el puerto de Arica, proveniente 18 procedencias distintas, ubicadas en ambos casos las principales procedencias a menos de 15 km hacia el sur de cada localidad. Los demás centros de muestreo registraron desembarques de lapas inferiores a las 5 t.

El destino de la producción esta orientada principalmente hacia las plantas de proceso, aunque para el caso de los desembarques registrados en la ciudad de Arica, se destina aproximadamente un 80% de la captura a pequeños puestos de venta existentes en la caleta, donde el producto se distribuye al resto de los consumidores (hoteles, restaurante y público en general).

En cuanto a la intencionalidad de pesca (extracción del recurso lapa) por parte del grupo de pescadores, la información disponible deja en evidencia que ésta es baja en los diferentes centros de muestreo (~37%), principalmente asociada a la extracción de otros recursos como erizo y pulpo, existiendo diferencias en esta intencionalidad entre la I y II Región.

La composición de especies indica que las tres especies principales extraídas en la zona norte corresponden a *Fissurella latimarginata*, *Fissurella maxima* y *Fissurella cumingi*, estas últimas cambiando en orden de importancia en las diferentes localidades. En términos de estructuras de tallas existen diferencias en ambas regiones registrándose un incremento en la talla media a partir de la localidad de San Marcos, con excepción de lo registrado en la localidad de Taltal. El porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima legal supera el 50% para las localidades de Arica, Pisagua, Iquique y Taltal.

En cuanto al marcaje, la distribución de frecuencia de talla de *F. latimarginata* marcadas en la I y II Regiones abarca el rango entre los 25 y 95 mm de longitud total. La distribución de talla para *F. cumingi* y *F. maxima* abarca el rango de talla entre 35 y 90 mm en la I Región y entre los 55 y 110 mm en la II Región.

El número de ejemplares recapturados de *F. latimarginata* fue de 24,7% y 7,9% en la I y II Regiones, respectivamente. En la I Región se recapturó 13,9% de *F. cumingi* y *F. maxima*.

La estimación de los parámetros de crecimiento por el método de marcaje entregaron los siguientes resultados: para *F. latimarginata* de la I Región el método con que se obtiene el mejor ajuste y parámetros con sentido biológico corresponde al de Fabens Modelo B, los valores de los parámetros son  $L_{\infty}=119,26$  mm y  $K=0,213$  año<sup>-1</sup>. Los parámetros de crecimiento de *F. latimarginata* de la II Región son  $L_{\infty}=125,15$  mm y  $K=0,245$  año<sup>-1</sup> y se consiguieron con el método de Fabens Modelo A. El ajuste realizado a la información en conjunto obtenida de *F. cumingi* y *F. maxima* de la I Región entregó los siguientes resultados con el método de Fabens Modelo B  $L_{\infty}=95,73$  mm y  $K=0,508$  año<sup>-1</sup>.

Los resultados del análisis de frecuencia de tallas de *F. latimarginata* con MULTIFAN indican que en la I Región, las tallas están representadas por individuos de menor tamaño que en la II Región, razón por la cual se registró un modelo con 5 clases de edad. En cambio, en el caso de la II Región, se seleccionó un modelo con 10 clases de edad presentes en los datos de frecuencia de tallas.

Los parámetros de crecimiento estimados con MULTIFAN indican una longitud asintótica de 100,8 mm y  $K = 0,271$  año<sup>-1</sup> para *F. latimarginata* en la I Región, y  $L_{\infty} = 113,9$  mm y  $K = 0,173$  año<sup>-1</sup> para *F. latimarginata* en la II Región (Tabla 3.2.10). Los parámetros de crecimiento indican tasas de crecimiento con diferencias regionales

El análisis con MULTIFAN de los datos de frecuencia de tallas combinados para *F. maxima* y *F. cumingi* para los datos de la I Región como para la II Región, indica que este recurso presentó 7 clases de edad.

Los parámetros de crecimiento fueron muy similares, indicando que este recurso crece en longitud más rápidamente que *F. latimarginata*. En efecto, la tasa de crecimiento en función de la longitud indica que no existen diferencias regionales en el crecimiento de *F. maxima* y *F. cumingi*.

No se encontró un patrón satisfactorio de formación de marcas en las conchas de *F. latimarginata*, *F. maxima* y *F. cumingi*, la metodología utilizada proporciona buenos resultados en moluscos bivalvos y algunos gastrópodos, en el caso de *Fissurella* no obtuvo buenos resultados considerando que es debido a la naturaleza propia del

crecimiento de estos animales, no pudiendo observar líneas de crecimiento internas. A pesar de observar algunas marcas, estas no presentan una formación regular y en muchos casos no se observan marcas a pesar de tener gran tamaño algunos ejemplares. Otro de los factores es la presencia de poliquetos que horadan la concha impidiendo por ejemplo que se grabe el papel de acetato y en la observación directa de los cortes, a pesar que se observan formación de marcas estas no presentan una periodicidad determinada. Se sugiere en futuros estudios, realizar lecturas de conchas a nivel microestructural y relacionarlos con las marcas externas de la concha.

Para determinar el proceso de reclutamiento, se trabajó sobre la base de un monitoreo mensual en sitios costeros seleccionados en las localidades de Pisagua (1) e Iquique (2), incrementado en este último el monitoreo a una frecuencia semanal a través del empleo de sistemas artificiales de captación de reclutas (tuffie).

Se logró determinar que existen diferencias en la composición de especies entre la zona intermareal y submareal analizada, detectando la mayor proporción de reclutas en la franja intermareal, aunque no corresponden a las principales especies de interés comercial (*F. latimarginata* y *F. cumingi*).

Es posible identificar para las especies presentes en la zona intermareal un incremento de la intensidad de reclutamiento para el período primavera-verano, concordante con los antecedentes bibliográficos disponibles.

El empleo de elementos artificiales para la caracterización del reclutamiento, constituyeron una herramienta útil y adecuadamente representativa de los procesos que ocurren naturalmente.

A través de la utilización del índice de reclutamiento propuesto por Morgan *et al.* (2000), y el empleo de la información disponible de los seguimientos de las áreas de manejo, fue posible determinar que la intensidad de reclutamiento presenta una gran variabilidad espacial, pero que las variables temporales tendrían una mayor influencia sobre la magnitud de este evento, estando probablemente asociados a fenómenos oceanográficos de gran escala.

Se determina la tasa de mortalidad natural de la lapa negra en la I y II Región, y de la lapa rosada-reina para ambas regiones. En la lapa negra, la mortalidad natural se estimó en  $0,3 \text{ año}^{-1}$  en la I Región y en  $0,4 \text{ año}^{-1}$  para la II Región. Estos estimados corresponden a un promedio ponderado por el inverso de la varianza considerando el error en los parámetros de entrada de los modelos empíricos. En el caso de la lapa rosada-reina, la tasa de mortalidad natural se estimó en  $0,7 \text{ año}^{-1}$ , utilizando igual criterio.

Se evalúa el recurso lapa sobre la base de un modelo estático estadístico estructurado por tallas, ya que no se contó con información estandarizada que permitiera una evaluación dinámica de la abundancia. La magnitud de la biomasa promedio indica que la lapa negra es mayor en la II Región que en la I, pero en ambas regiones la mortalidad por pesca es similar. La biomasa media de la lapa negra en la I Región es del orden de 144 toneladas, de las cuales sólo 66 constituye la fracción explotable. En cambio, en la II Región, la biomasa media es de 1718 ton, de las cuales 569 ton son explotables. La mortalidad por pesca en la fracción 100% vulnerable es del orden de 1,3-1,4 año<sup>-1</sup>, y está indicando que la lapa negra está siendo sometida a altos niveles de extracción. En efecto, los niveles de mortalidad por pesca biológicamente aceptables son del orden de 0,24 – 0,49 año<sup>-1</sup>. A su vez, en la lapa negra de la I Región se identifica una sobrepesca por crecimiento y una probable sobrepesca por reclutamiento en los efectivos de la II Región.

En el caso de la lapa rosada-reina, la biomasa media es del orden de 54 ton en la I Región y de 452 ton en la II Región. La mortalidad por pesca actual es muy similar a los niveles de mortalidad por pesca biológicamente aceptables ( $F_{0,1}$ , y  $F_{40\%}$ ). A su vez, las curvas de rendimiento no evidencian problemas de sobrepesca asociados al crecimiento ni al reclutamiento. En consecuencia, se puede plantear que el recurso lapa rosada-reina se encuentra en un estado de explotación plena. No obstante, es deseable también limitar la intensidad de pesca actual ya que una falla en el reclutamiento por cualquier causa podría determinar problemas de sobrepesca.

**INDICE GENERAL**

<b>PERSONAL PARTICIPANTE</b> .....	i
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	ii
<b>INDICE GENERAL</b> .....	vi
<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	1
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	4
<b>2. METODOLOGIA DE TRABAJO</b> .....	5
2.1. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.1. ....	5
2.1.1. Consideraciones iniciales .....	5
2.1.2. Visión general pesquerías recurso lapa .....	6
2.1.2.1. Evolución general de las capturas .....	6
2.1.2.2. Producción, Mercados y Exportaciones .....	7
2.1.2.3. Flota Pesquera .....	7
2.1.3. Monitoreo Período 2006 .....	7
2.1.3.1. Selección de centros de muestreo.....	7
2.1.3.2. Puesta en Marcha Monitoreo .....	8
2.1.4. Ficha identificación de especies .....	8
2.1.5. Definición de encuestas.....	9
2.1.6. Desembarques.....	10
2.2. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.2. ....	11
2.2.1. Métodos Indirectos .....	11
2.2.1.1. Marcaje y Recaptura .....	11
Tratamiento de la Información de Marcaje-Recaptura .....	12
a) Método Gráfico de Gulland y Holt (1959, fide Sparre y Venema, 1995) .....	12
b) Método de Appeldoorn para Ajustar Modelo Estacional.....	13
c) Método de Fabens (1965).....	13
d) Método GROTAG (Francis, 1988) .....	15
e) Estimación del error de los parámetros.....	17
f) Selección del modelo .....	17
2.2.1.2. Método de Análisis de Frecuencia de Tallas .....	18
2.2.2 Método Directo. Lectura en Estructura Dura .....	20
2.3. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.3. ....	22
2.4. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.4. ....	30
2.5. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.5. ....	35
2.5.1. Modelo estático estructurado por longitud.....	36
2.5.2. Dinámica de la abundancia .....	36
2.5.2.1. Modelo de las observaciones.....	39
2.5.2.2. Estimación de parámetros .....	39
2.6. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.6. ....	41
<b>3. RESULTADOS</b> .....	43
3.1. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.1. ....	43
3.1.1. Evolución general de las capturas .....	43
3.1.1.1. Desembarque Nacional .....	43

a) I Región.....	44
b) II Región .....	44
3.1.1.2. Áreas de Manejo .....	45
3.1.2. Producción, Mercado y Exportación .....	46
3.1.3. Requerimientos sanitarios .....	48
3.1.4. Flota Asociada a la Pesquería .....	50
3.1.5. Usuarios .....	52
3.1.6. Monitoreo actividad productiva período 2006.....	53
3.1.6.1. Estructura de talla.....	55
a) Arica .....	56
b) Pisagua .....	56
c) Iquique.....	56
d) San Marcos .....	56
e) Tocopilla .....	57
f) Caleta Constitución .....	57
g) Taltal .....	58
3.1.6.2. Variaciones espaciales y temporales de la captura y estructura de talla.....	58
3.1.7. Modelo Proceso Productivo del Recurso Lapa .....	61
a) Recurso: .....	61
b) Etapa Primaria:.....	61
c) Etapa Secundaria:.....	62
d) Etapa Terciaria: .....	63
3.2. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.2. ....	64
a) <i>F. latimarginata</i> .....	65
b) <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> .....	66
3.3. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.3. ....	68
a) Caleta Pisagua.....	69
b) Sector Hotel Gavina.....	69
c) Sector Huayquique .....	70
3.3.1.1. Placas, colectores y boyas .....	76
3.3.1.2. Tuffies.....	77
3.4. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.4. ....	81
a) <i>F. latimarginata</i> .....	81
b) <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> .....	82
3.5. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.5. ....	83
a) <i>F. latimarginata</i> .....	83
b) <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> .....	85
3.6. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.6. ....	86
Estado de situación .....	86
a) <i>F. latimarginata</i> .....	86
b) <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> .....	86
3.7. TALLER DE DIFUSION .....	88
<b>4. DISCUSION .....</b>	<b>89</b>
4.1. Pesquería.....	89
4.2. Anillos en la concha.....	91
4.3. Parámetros de crecimiento .....	93
4.4. Reclutamiento .....	94
4.5. Sobre el modelo de evaluación.....	98
4.6. Sobre la evaluación del recurso lapa y el estado de situación.....	100

<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>105</b>
<b>7. FIGURAS .....</b>	<b>112</b>
Figura 2.2.1. Concha de lapa para mostrar el corte transversal (línea negra). .....	113
Figura 2.2.2. Maquina utilizada para cortar las conchas de lapa.....	113
Figura 2.3.1. Ubicación sitio de muestreo reclutamiento en Caleta Pisagua (A) e Iquique (B) .....	114
Figura 2.3.2. Esquema que indica corte transversal de placa instalada en el intermareal y la ubicación de los moluscos (aparentemente lapas) fijados a este material. ....	115
Figura 2.3.3. Cara anterior y posterior de una placa de acrílico retirada de la zona intermareal, donde se indica fijación de cirripedios y moluscos. ....	116
Figura 3.1.1. Área de estudio, comprendida entre el límite norte de la I Región y límite Sur de la II Región, indicando los centros de muestreo donde se efectuó el monitoreo. ....	117
Figura 3.1.2. Variación de los desembarques del recurso lapa a nivel nacional, I y II Región, serie 1985 – 2005, indicando además la variación en el precio del principal producto de exportación (conserva) entre los años 2000 al 2005. ....	118
Figura 3.1.3. Variación de los desembarques, respecto al promedio histórico. (A) Nacional; (B) I Región y (C) II Región. ....	119
Figura 3.1.4. Variación intranual de los desembarques de lapa en la I y II Regiones. Promedios mensuales período 1990 – 2005. ....	120
Figura 3.1.5. Biomasa de lapa estimada en las áreas de manejo de la I Región (A) y contraste entre la cuota autorizada y la extraída (B), período 1998 – 2006.....	121
Figura 3.1.6. Biomasa de lapa estimada en las áreas de manejo de la II Región (A) y contraste entre la cuota autorizada y la extraída (B), período 2000 – 2006.....	122
Figura 3.1.7. Variación interanual de los desembarques de lapa (valores nacionales) y su relación con la variación experimentada por el valor del dólar. Período 1985 - 2005.....	123
Figura 3.1.8. Exportaciones nacionales de recurso lapa, según línea de elaboración (A) e ingreso de divisas por concepto de esas exportaciones (B), período 2000 – 2006. ....	124
Figura 3.1.9. Principales países de destino de las exportaciones de lapa en su línea de elaboración conserva e ingreso de divisas (millones de US\$, valor FOB) por ese concepto. Período 2000 – 2006. ....	125
Figura 3.1.10. Concentración de la flota a lo largo del borde costero de la I Región.....	126
Figura 3.1.11. Concentración de la flota a lo largo del borde costero de la II Región.....	127
Figura 3.1.12. Concentración de los pescadores artesanales flota a lo largo del borde costero de la I Región. ....	128
Figura 3.1.13. Concentración de los pescadores artesanales flota a lo largo del borde costero de la II Región.....	129

Figura 3.1.14. Desembarques de lapa durante el período de estudio en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	130
Figura 3.1.15. Distribución de las procedencias donde se extrajo el recurso lapa, asociado al centro de muestreo Tocopilla (enero – septiembre, 2006). .....	131
Figura 3.1.16. Distribución de las procedencias donde se extrajo el recurso lapa, asociado al centro de muestreo Arica (enero – septiembre, 2006). .....	132
Figura 3.1.17. Destino de los desembarques por centro de muestreo, planta o comerciantes, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	133
Figura 3.1.18. Intencionalidad de pesca de la flota asociada a los diferentes centros de muestreo del monitoreo, indicando número total de viajes y viajes con recurso lapa. ....	134
Figura 3.1.19. Intencionalidad de pesca de la flota asociada a los centros de muestreo de Arica (A) Iquique (B) y Tocopilla (C), indicando porcentaje viajes sólo con recurso lapa y recurso lapa asociado a otras especies. ....	135
Figura 3.1.20. Porcentaje de ejemplares bajo talla en cada uno de los centros de muestreo, destacando en rojo el correspondiente a la macro zona norte, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	136
Figura 3.1.21. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Arica, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	137
Figura 3.1.22. Distribución de frecuencia de talla de las tres especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Pisagua, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	138
Figura 3.1.23. Distribución de frecuencia de talla de <i>latimarginata</i> desembarcada en el centro de desembarque de Iquique, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	139
Figura 3.1.24. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de San Marcos, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	140
Figura 3.1.25. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Tocopilla, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	141
Figura 3.1.26. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Isla Santa María, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	142
Figura 3.1.27. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Taltal, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006). .....	143
Figura 3.1.28. Fluctuación mensual de las capturas y talla media de <i>Fissurella latimarginata</i> entre centros de muestreos Arica e Iquique de la I Región .....	144
Figura 3.1.29. Fluctuación mensual de las capturas y talla media de <i>Fissurella latimarginata</i> entre centros de muestreos de Tocopilla y Cta Constitución en la II Región. ....	145

Figura 3.1.30. Relación entre las capturas anuales totales (sin lapa) versus las capturas del recurso lapa por procedencia para los centros de muestreo analizados.....	146
Figura 3.1.31. CPUE por mes para las localidades de (A) Arica, (B) Iquique y (C) Tocopilla. 147	
Figura 3.1.32. Captura media total por embarcación para las localidades de Arica, Iquique y Tocopilla. ....	148
Figura 3.1.33. Esquema general del Modelo Productivo generado en torno a la pesquería del recurso lapa. ....	149
Figura 3.2.1. Tipo de Marca 1 utilizado en el marcaje de lapas. Plástico numerado y adherido con masilla epóxica. ....	150
Figura 3.2.2. Tipo de Marca 2. (A) amarra plástica utilizada; (B) orificio en la concha con dremel; (C) puesta de la amarra con el número; (D) lapas marcadas. ....	151
Figura 3.2.3. Tipo de Marca 3. En el círculo amarillo marca utilizadas en abejas. ....	152
Figura 3.2.4. <i>F. latimarginata</i> marcadas en la I (A) y II (B) Región.....	153
Figura 3.2.5. <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> marcadas en la I (A) y II (B) Región. ....	154
Figura 3.2.6. Curvas de crecimiento para las distintas especies de <i>Fissurella</i> estimadas en el presente estudio y estimaciones de la IV Región. ....	155
Figura 3.2.7. Comparación de la tasa de crecimiento en longitud de <i>F. latimarginata</i> en la I y II Región, deducida del análisis de frecuencia de tallas con MULTIFAN. ....	156
Figura 3.2.8. Comparación de la tasa de crecimiento en longitud de <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> en la I y II Región, deducida del análisis de frecuencia de tallas con MULTIFAN. ....	157
Figura 3.2.9. Lámina de papel acetato con la grabación de una concha de lapa. ....	158
Figura 3.2.10. Cortes realizadas en conchas de lapas y distintos tipos de formación de marcas. Se muestra también concha horadada por poliquetos. ....	159
Figura 3.2.11. Relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> de la I Región. Enero marzo abril mayo. ....	160
Figura 3.2.12. Relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> de la I Región. Junio, julio, agosto septiembre.....	161
Figura 3.2.13. Relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> de la I Región. octubre.....	162
Figura 3.2.14. Relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> de la II Región. Enero marzo junio. ....	163
Figura 3.2.15. Relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> (información combinada) de la I Región. Enero marzo abril mayo. ....	164
Figura 3.2.16. Relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> (información combinada) de la I Región. Junio julio agosto septiembre.....	165
Figura 3.2.17. Relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> (información combinada) de la I Región. Octubre.....	166

Figura 3.2.18. Relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> (información combinada) de la II Región. Enero junio .....	167
Figura 3.3.1. Zona de muestreo seleccionado en Caleta Pisagua. ....	168
Figura 3.3.2. Sector de plataforma donde se evaluó mensualmente el reclutamiento del recurso lapa en el sitio correspondiente a Caleta Pisagua. ....	169
Figura 3.3.3. Zona de muestreo seleccionada en el sector Hotel Gavina y ubicación de transectos. (A) Vista general, (B) Zona 1, (C) Zona 2 y (D) Zona 3. ....	170
Figura 3.3.4. Zona de muestreo seleccionado en el sector Huayquique.....	171
Figura 3.3.5. Composición de especies identificadas en la zona intermareal para caleta Pisagua y sitio Hotel Gavina. Período Enero a Octubre 2006. ....	172
Figura 3.3.6. Composición de especies identificadas en la zona intermareal para el sitio Huayquique. Período Enero a Octubre 2006. ....	173
Figura 3.3.7. Composición de especies identificadas en la zona submareal para caleta Pisagua. Período Enero a Octubre 2006. ....	173
Figura 3.3.8. Porcentaje de reclutas identificados para los sitios de muestreo de caleta Pisagua, Sitio Hotel Gavina y sitio Huayquique. Zona Intermareal .....	174
Figura 3.3.9. Porcentaje de reclutas identificados entre enero y septiembre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en caleta Pisagua. Zona Intermareal.....	174
Figura 3.3.10. Porcentaje de reclutas identificados entre junio y octubre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en Hotel Gavina. Zona Intermareal .....	175
Figura 3.3.11. Porcentaje de reclutas identificados entre junio y octubre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en Huayquique. Zona Intermareal.....	175
Figura 3.3.12. Porcentaje de reclutas identificados entre enero y octubre del 2006 para el sitio de muestreo de caleta Pisagua. Zona submareal. ....	176
Figura 3.3.13. Densidad promedio de ejemplares de <i>Fissurella</i> determinados en el intermareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero a Septiembre 2006.....	176
Figura 3.3.14. Vista de la disposición del recurso lapa en las grietas del intermareal en las zonas de estudio. ....	177
Figura 3.3.15. (A) Condiciones irregulares de trabajo en la zona correspondiente al Hotel Gavina y (B) Ejemplar recluta identificado en la zona de muestreo. ....	178
Figura 3.3.16. Densidad promedio de reclutas de <i>Fissurella</i> determinados en el intermareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero a Septiembre 2006.....	179
Figura 3.3.17. Densidad promedio de ejemplares de <i>Fissurella</i> determinados en el intermareal rocoso del sector Hotel Gavina. Junio a Octubre 2006. ....	179
Figura 3.3.18. Densidad promedio de reclutas de <i>Fissurella</i> determinados en el intermareal rocoso del sector Hotel Gavina. Junio a Octubre 2006.....	180
Figura 3.3.19. Densidad promedio de ejemplares de <i>Fissurella</i> determinados en el submareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero y Septiembre 2006.....	180

Figura 3.3.20. Densidad promedio de reclutas de <i>Fissurella</i> determinados en el submareal rocoso de Caleta Pisagua.....	181
Figura 3.3.21. Prueba de resistencia de materiales en laboratorio e intermareal. ....	182
Figura 3.3.22. Prueba de resistencia de material en el intermareal. ....	183
Figura 3.3.23. Material seleccionado para el trabajo en terreno, consistente en; taladro; brocas punta de diamante; placas de acrílico con cinta antideslizante y tornillos de acero inoxidable. ....	184
Figura 3.3.24: Perforación e instalación de placa de acrílico en el intermareal de la zona de estudio. ....	185
Figura 3.3.25. Vista general de una placa de acrílico fijada al sustrato en el intermareal de la zona de estudio. ....	185
Figura 3.3.26. Preparación de material a instalar en el submareal de la zona de estudio. .	186
Figura 3.3.27. Colectores submareales utilizados en el proyecto.....	186
Figura 3.3.28. Vista frontal (A) y trasera (B) de placas de acrílico recuperadas del sector submareal de Caleta Pisagua, después de 87 días de ser instaladas. Abril 2006.....	187
Figura 3.3.29. Ejemplares de <i>Jehlius cirratus</i> y <i>Colisella</i> sp. asentados en placas de acrílico zona submareal, Caleta Pisagua. Abril 2006. ....	188
Figura 3.3.30. Ejemplares de (A) <i>Argopecten purpuratus</i> , <i>Mesodesma donacium</i> , (B) <i>Choromytilus chorus</i> y (C) <i>Aulacomya atra</i> y <i>Piura chilensis</i> , identificados de los sistemas de colectores bolsas malla cien. Abril 2006 (Aumento 063X).....	189
Figura 3.3.31. Boyas recuperadas a los 97 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, Agosto 2006.....	190
Figura 3.3.32. Boyas recuperadas a los 97 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, con presencia de ejemplares de <i>Fissurella</i> sp (Circulo blanco, línea continúa), <i>Loxechinus albus</i> (Circulo blanco, línea discontinua) y <i>Actinia</i> sp. Agosto 2006.....	191
Figura 3.3.33. Boyas revisadas a los 34 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, Septiembre 2006.....	192
Figura 3.3.34. Ejemplares de <i>F. latimarginata</i> identificados en sistemas de boyas instalados en el sector de Caleta Pisagua. Agosto 2006. ....	193
Figura 3.3.35. Pruebas iniciales de instalación de tuffies en el intermareal del sitio Hotel Gavina, Mayo 2006. ....	194
Figura 3.3.36. Procesos de selección (A), limpieza (B) e instalación de tuffies (C y D) en el intermareal rocoso. Sector Huayquique, Octubre 2006.....	195
Figura 3.3.37. Días de instalación y tasas de recuperación de tuffies instalados partir de abril a octubre del 2006 en los sitios de muestreo de (A) Hotel Gavina y Huayquique(B). ....	196
Figura 3.3.38. Tasas de recuperación y número de reclutas/tuffies registrados de los sistemas instalados a partir de abril a octubre del 2006 en los sitios de muestreo de (A) Hotel Gavina y Huayquique (B). ....	197

Figura 3.3.39. Ejemplares de <i>F. crassa</i> (A) y <i>F. maxima</i> (B) asociadas a la zona de protección generada bajo la superficie de los tuffies, observados en el sector Hotel Gavina, Septiembre 2006.	198
Figura 3.3.40. Variación espacial del índice de reclutamiento de <i>Fissurella latimarginata</i> en área de manejo de la I región.	199
Figura 3.3.41. Variación espacial del índice de reclutamiento de <i>Fissurella latimarginata</i> en área de manejo de la II región.	200
Figura 3.3.42. Variación espacio-temporal del índice de reclutamiento en <i>Fissurella latimarginata</i> en áreas de manejo, entre la I y II región.	201
Figura 3.3.43. Variación espacial de la densidad promedio de <i>Fissurella latimarginata</i> en área de manejo de la I región.	202
Figura 3.3.44. Variación espacial de la densidad promedio de <i>Fissurella latimarginata</i> en áreas de manejo de la II región.	203
Figura 3.3.45. Variación entre el índice de reclutamiento y la densidad promedio en cada área de manejo, entre la I y II región. Período 2000-2006.	204
Figura 3.3.46. Variación anual entre el índice de reclutamiento y la densidad promedio. Período 2000-2006.	204
Figura 3.3.47. Variación entre el índice de reclutamiento anual y el índice de oscilación del sur. Período 1995-2006.	205
Figura 3.4.1. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90% para <i>F. latimarginata</i> en la I Región. (A) Sin error de predicción; (B) con error de predicción.	206
Figura 3.4.2. Distribución de frecuencia de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural de <i>F. latimarginata</i> en la II Región.	207
Figura 3.4.3. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90%, <i>F. latimarginata</i> en la II Región	208
Figura 3.4.4. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90%, <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> en la I y II Región	209
Figura 3.5.1. Desembarques de lapas ( <i>Fissurella</i> spp.) en la I y II Región, 1990-2005 (Fuente: Servicio Nacional de Pesca)	210
Figura 3.5.2. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de <i>F. latimarginata</i> en la I Región, año 2006.	210
Figura 3.5.3. <i>F. latimarginata</i> en la I Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.	211
Figura 3.5.4. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de <i>F. latimarginata</i> en la II Región, año 2006.	212
Figura 3.5.5. <i>F. latimarginata</i> en la II Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.	213
Figura 3.5.6. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> en la I Región, año 2006.	214

Figura 3.5.7. <i>F. maxima</i> , <i>F. cumingi</i> en la I Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla. ....	215
Figura 3.5.8. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> en la II Región, año 2006. ....	216
Figura 3.5.9. <i>F. maxima</i> , <i>F. cumingi</i> en la II Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla. ....	217
Figura 3.6.1. <i>F. latimarginata</i> , curvas de rendimiento por recluta (arriba) y biomasa media por recluta (abajo) en función de la mortalidad por pesca. ....	218
Figura 3.6.2. <i>F. maxima</i> , <i>F. cumingi</i> , curvas de rendimiento por recluta (arriba) y biomasa media por recluta (abajo) en función de la mortalidad por pesca. ....	219
<b>8. TABLAS</b> .....	220
Tabla 2.2.1. Configuración de la estructura de los modelos considerados para analizar los datos de frecuencia de tallas, un signo + indica que el parámetro es considerado en el modelo (ver texto). ....	221
Tabla 2.4.1. Modelos empíricos para la estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural (M).....	221
Tabla 2.4.2. Parámetros de crecimiento en longitud de <i>F. latimarginata</i> en la I y II Región, y <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> . El coeficiente de variación se indica entre paréntesis. ....	222
Tabla 3.1.1. Desembarque anual recurso lapa para la I Región, nacional y variación respecto al promedio histórico. Período 1985-2005. (Fuente: Sernapesca). ....	223
Tabla 3.1.2. Desembarque anual recurso lapa para la II Región, nacional y variación respecto al promedio histórico. Período 1985-2005. (Fuente: Sernapesca). ....	224
Tabla 3.1.3. Clasificación según categoría y caleta de los pescadores artesanales de la I Región. (Fuente: Sernapesca). ....	225
Tabla 3.1.4. Clasificación según categoría y caleta de los pescadores artesanales de la II Región. (Fuente: Sernapesca). ....	226
Tabla 3.1.5. Desembarques de lapa por procedencia y meses en los cuales hubo mayor aporte, en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio.....	227
Tabla 3.1.6. Estadígrafos de los muestreos biológicos efectuados en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio. ....	228
Tabla 3.1.7. Número de ejemplares muestreados por centro de muestreo, mes y especie. ....	229
Tabla 3.1.8. Resultados Test de Tukey de variaciones intranuales de talla media por centro de muestreo. ....	230
Tabla 3.2.1. Número de lapas marcadas ( <i>F. latimarginata</i> ) por fecha y localidad. ....	231
Tabla 3.2.2. Número de lapas marcadas ( <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> ) por fecha y localidad... ..	231
Tabla 3.2.3. Número y porcentaje final por fecha de <i>F. latimarginata</i> recapturada en la I región. ....	232

Tabla 3.2.4. Número y porcentaje final por fecha de <i>F. latimarginata</i> recapturada en la II región. ....	232
Tabla 3.2.5. Número y porcentaje final por fecha de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> recapturada en la I región. ....	232
Tabla 3.2.6. Parámetros de crecimiento estimados para <i>F. latimarginata</i> de la I Región con distintos métodos de ajuste. ....	233
Tabla 3.2.7. Parámetros de crecimiento estimados para <i>F. latimarginata</i> de la II Región con distintos métodos de ajuste. ....	234
Tabla 3.2.8. Parámetros de crecimiento estimados en conjunto para <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> de la I Región con distintos métodos de ajuste. $L_{\infty}$ : longitud asintótica modelo von Bertalanffy; K: coeficiente de crecimiento modelo von Bertalanffy; $g_{\alpha}$ : tasa de crecimiento a la longitud $\alpha$ ; $g_{\beta}$ : tasa de crecimiento a la longitud $\beta$ (ambas seleccionadas arbitrariamente); s: desviación estándar de los errores de medición; v: coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento, p: probabilidad de contaminación por outlier; m: media de los errores de medición; C: oscilación del crecimiento; W: punto de invierno; LL: verosimilitud; AIC: criterio de información de Akaike; n: número de parámetros. Con amarillo método de estimación considerado más apropiado. ....	235
Tabla 3.2.9 Resumen de las pruebas de hipótesis para el ajuste de cuatro modelos para <i>F. latimarginata</i> en la I y II Regiones. Se muestra dos veces el valor de la log-verosimilitud para cada modelo y el número de parámetros estimados entre paréntesis. La función de log-verosimilitud subrayados indica el mejor ajuste de cada modelo y los valores en negrita indican el mejor modelo entre los cuatro en competencia. ....	236
Tabla 3.2.10. Parámetros estimados por MULTIFAN, con errores estándar entre paréntesis, en <i>F. latimarginata</i> . ....	237
Tabla 3.2.11. Resumen de las pruebas de hipótesis para el ajuste de cuatro modelos para <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> en la I y II Regiones. Se muestra dos veces el valor de la log-verosimilitud para cada modelo y el número de parámetros estimados entre paréntesis. La función de log-verosimilitud subrayados indica el mejor ajuste de cada modelo y los valores en negrita indican el mejor modelo entre los cuatro en competencia. ....	238
Tabla 3.2.12. Parámetros estimados por MULTIFAN, con errores estándar entre paréntesis, para <i>F. maxima</i> y <i>F. cumingi</i> . ....	239
Tabla 3.2.13. Parámetros de la relación longitud peso de <i>F. latimarginata</i> de la I Región. .	240
Tabla 3.2.14. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> para la I Región. En negrilla diferencias significativas. ....	241
Tabla 3.2.15. Parámetros de la relación longitud peso de <i>F. latimarginata</i> de la II Región. .	242
Tabla 3.2.16. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de <i>F. latimarginata</i> para la II Región. ....	242
Tabla 3.2.17. Parámetros de la relación longitud peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> de la I Región. ....	243
Tabla 3.2.18. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> para la I Región. En negrilla diferencias significativas. ....	244

Tabla 3.2.19. Parámetros de la relación longitud peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> de la II Región.....	245
Tabla 3.2.20. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> para la II Región. En negrilla diferencias significativas.....	245
Tabla 3.3.1. Frecuencia de muestreo actividades de reclutamiento proyecto FIP 2005-39.	246
Tabla 3.3.2. Resumen de estadígrafos obtenidos de longitud total de ejemplares muestreados en la zona intermareal y submareal de caleta Pisagua.....	249
Tabla 3.3.3. Resumen de estadígrafos obtenidos de longitud total de ejemplares muestreados en la zona intermareal sitio Hotel Gavina y Huayquique. ....	250
Tabla 3.3.4. Resumen de información obtenida de las pruebas de resistencia a los pegamentos seleccionados. ....	251
Tabla 3.3.5. Resumen actividades instalación de placas, sectores Pisagua (Intermareal y submareal), Hotel Gavina (Intermareal) y Huayquique (Intermareal).....	252
Tabla 3.3.6. Listado de especies presentes en los diferentes sistemas de colectores intermareales y submareales instalados en Caleta Pisagua. ....	254
Tabla 3.3.7. Estadígrafos generales ejemplares reclutas de <i>F. maxima</i> , <i>F. crassa</i> , <i>F. cumingi</i> , <i>F. bridgesii</i> , <i>F. latimarginata</i> y <i>F. sp.</i> , recuperados de los Tuffies instalados en el intermareal de los Sitio Hotel Gavina y Huayquique y Boya instalada con colectores submareales en el sector de Pisagua. ....	256
Tabla 3.4.1. <i>F. latimarginata</i> I Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente .....	257
Tabla 3.4.2. <i>F. latimarginata</i> , II Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente .....	258
Tabla 3.4.3. <i>F. maxima</i> , <i>F. cumingi</i> I y II Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente .....	259
Tabla 3.5.1. <i>F. latimarginata</i> , I Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura: $v_j$ = selectividad a la talla, $F_j$ = tasa de mortalidad por pesca, $Z_j$ = tasa de mortalidad total, $N_j$ =abundancia promedio en número (millones), $B_j$ = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable. ....	260
Tabla 3.5.2. <i>F. latimarginata</i> , II Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura: $v_j$ = selectividad a la talla, $F_j$ = tasa de mortalidad por pesca, $Z_j$ = tasa de mortalidad total, $N_j$ =abundancia promedio en número (millones), $B_j$ = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable. ....	261
Tabla 3.5.3. <i>F. maxima</i> , <i>F. cumingi</i> , I Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura: $v_j$ = selectividad a la talla, $F_j$ = tasa de mortalidad por pesca, $Z_j$ = tasa de mortalidad total, $N_j$ =abundancia promedio en número (millones), $B_j$ = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable. ....	262

Tabla 3.5.4. *F. maxima*, *F. cumingi*, II Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura:  $v_j$  = selectividad a la talla,  $F_j$  = tasa de mortalidad por pesca,  $Z_j$  = tasa de mortalidad total,  $N_j$  =abundancia promedio en número (millones),  $B_j$  = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable. .... 263

Tabla 3.6.1. *F. latimarginata*, resumen de la evaluación y de los puntos biológicos de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ . .... 264

Tabla 3.6.2. *F. maxima*, *F. cumingi*, resumen de la evaluación y de los puntos biológicos de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ . .... 264

**9. ANEXOS ..... 265**

9.1. Anexo: Formularios

9.2. Anexo Guía de Campo

9.3. Encuestas

## 1. ANTECEDENTES

La utilización en Chile del género *Fissurella* como fuente de alimentación tiene una antigua data, hecho observado en restos arqueológicos denominados "conchales", ubicados en diversos puntos del litoral chileno donde hubo asentamientos humanos, en particular en la costa del Norte de Chile (Bretos, 1988), donde además de restos de locos, almejas y machas, se pudo identificar restos de lapas de las especies *F. picta*, *F. limbata* y *F. crassa* (Osorio, 2002).

En las costas de Chile el género *Fissurella*, cuyas especies son conocidas como lapas, esta representado por 13 especies, de las cuales al menos diez son capturadas en nuestras costas con fines comerciales. Nueve de éstas se encuentran distribuidas en la Provincia Biogeográfica Peruana (10° LS – 37° LS), temperada cálida, que se extiende desde Perú hasta Chile Central: *F. bridgesii* (lapa jerguilla o de arena), *F. costata* (L. señorita), *F. crassa* (L. ocho o sol), *F. cumingi* (L. rosada o frutilla), *F. latimarginata* (L. negra o viuda), *F. limbata* (L. gaviota), *F. máxima* (L. de huiro o reina), *F. peruviana* y *F. pulchra* (L. aguachenta) y cuatro especies pertenecen a la Provincia Magallánica (43° LS – 50° LS), temperada fría, que comprende el sur de Chile y de Argentina: *F. nigra* (L. negra), *F. oriens*, *F. picta* (L. mañehue) y *F. radiosa* (Bretos, 1988; Brown *et al.*, 1997; Osorio, 2002).

Estas especies se distribuyen entre el hábitat intermareal y submareal. Es así que *F. crassa*, *F. limbata*, *F. picta*, *F. nigra* y *F. bridgesii* se distribuyen preferentemente en el intermareal, mientras que las especies *F. costata*, *F. cumingi*, *F. latimarginata*, *F. maxima* y *F. pulchra* se ubican en el submareal (Olguín *et al.*, 1997).

Todas las especies de lapas son dioicas, no presentándose fenómenos de hermafroditismo. Su fecundación es externa, con una primera etapa larval pelágica. Una característica común de la lapa, es poseer individuos sexualmente maduros durante gran parte del año, con ocurrencia de dos períodos reproductivos anuales. El asentamiento de las diferentes especies ocurre principalmente durante la época de invierno y verano (Bretos, 1988). El tamaño mínimo de madurez sexual de las principales especies de lapas, corresponde a 42-70 mm para *F. cumingi*; 46-50 mm para *F. maxima*; 32 -48 mm *F. limbata*, 42 mm para *F. nigra*, mientras que para *F.*

*latimarginata* el rango fluctúa entre los 35-45 mm. De acuerdo a los tamaños máximos descritos para este recurso, es posible distinguir dos grupos de especies: lapas que alcanzan sobre los 10 cm de talla y que corresponde a las especies, *F. maxima*, *F. cumingi*, *F. nigra* y *F. latimarginata*, y lapas de tamaños menores de 10 cm que reúne a las especies *F. crassa*, *F. bridgesii*, *F. picta*, *F. costata*, *F. limbata* y *F. pulchra* (Bretos, 1988). Estimaciones de crecimiento para *F. cumingi* y *F. latimarginata*, indican que estas especies alcanzan la talla mínima legal de extracción (65 mm) alrededor de los 2,8 años (Olguín *et al.*, 1997).

Este molusco herbívoro, distribuido en el hábitat intermareal y submareal de fondo duro, vive asociado generalmente a cinturones de algas (*Gelidium sp.*, *Lessonia nigrescens*, *Ulva sp.*), moluscos (*Perumytilus purpuratus*, *Tegula atra*, *Chiton latus*, *Chiton granosus*, *Prisogaster niger*), crustáceos (*Balanus laevis*, *Jehlius cirratus*, *Notochthamalus scabrosus*). Presentan como epibiontes (organismos adheridos a su concha) más comunes a cirripedios (picorocos), poliquetos (gusanos marinos) y algas. Entre los depredadores de este recurso se encuentran aves, peces, mamíferos marinos, roedores y estrellas de mar.

La pesquería de lapa se extiende a través de todo el litoral de Chile, ejerciéndose con mayor intensidad entre las regiones I a V, zonas de las cuales se obtiene más del 60% de las capturas nacionales. Destacan los sectores de Arica, Taltal, Pan de Azúcar y Punta Choros ubicados en las Regiones I, II, III y IV respectivamente (Barahona *et al.*, 2003). Estos recursos son extraídos por 3 grupos humanos, los mariscadores de orilla que acceden desde la costa con las mareas bajas y extraen las lapas que se distribuyen en la zona intermareal, los buzos a resuello que extraen las lapas submareales a poca profundidad de la zona de rompiente y, los buzos hooka que utilizan embarcaciones menores para realizar sus faenas y extraen lapas del submareal entre los veriles de 1 a 21 m de profundidad (Bretos, 1988; Brown *et al.*, 1997). Los tres grupos de extractores utilizan un arte de pesca simple denominado "chope", que corresponde a un cuchillo corto y curvo de diferentes formas que se utiliza para despegar las lapas que viven adheridas a las rocas (Osorio, 2002), además, cuentan con el apoyo de bolsas confeccionadas con red de pesca en desuso, comúnmente denominadas "chinguillos", en los cuales van reuniendo la extracción del día. En el caso de los buzos hooka, estos utilizan

embarcaciones artesanales de madera y en menor grado botes de fibra, cuyo medio de propulsión principal es el motor fuera de borda. Las embarcaciones están equipadas con compresor y equipos de buceo semi-autónomo con una o dos salidas.

En relación al instrumento de administración AMERB, en la actualidad, existen más de 350 áreas de manejo operativas a lo largo de la costa chilena y, si bien los pescadores a nivel nacional han solicitado, como recursos principales, 32 especies pertenecientes a 7 grupos taxonómicos diferentes, sólo 3 aparecen como los más recurrentes en los decretos de autorización de explotación y corresponden a: Loco (*Concholepas concholepas*), Lapas (*Fissurella spp.*) y Erizo (*Loxechinus albus*), sobre los cuales se establecen luego, planes de manejo y explotación.

En la actualidad, pese a las diferentes especies que sustentan la pesquería, la única medida de administración vigente corresponde al tamaño mínimo de extracción, sin considerar las diferencias biológicas que pudieran existir a nivel interespecífico, obviándose los efectos nocivos que pudiera generar este tipo de administración. En este sentido, todos los esfuerzos que se enfoquen a desarrollar investigación biológica-pesquera revisten importancia, entregando herramientas de juicio para mejorar y/o implementar medidas de administración y desarrollar Planes de Manejo efectivos para este tipo de pesquerías.

Sobre la base de los antecedentes proporcionados y el manejo de información sobre el recurso, por parte de la autoridad pesquera, el Consejo de Investigación Pesquera, ha incluido en el programa de investigación pesquera 2005, el presente proyecto, el que está orientado a obtener antecedentes biológicos del recurso Lapa, en la I y II Regiones y de las actividades extractivas que éste sustenta, lo que permitirá, una vez incorporado en los modelos de evaluación, conocer el estado de explotación de dicho recurso.

## **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Actualizar información biológico-pesquera básica y evaluar el estado de explotación de lapas del género *Fissurella spp.*, en la I y II Regiones.

## **1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1.2.1 Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella spp.*, en la zona de estudio.

1.2.2. Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

1.2.3. Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

1.2.4. Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

1.2.5. Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella spp.*

1.2.6. Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella spp.* en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la I y II Regiones.

## 2. METODOLOGIA DE TRABAJO

### 2.1. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.1.

**“Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella spp.*, en la zona de estudio”**

#### 2.1.1. Consideraciones iniciales

Para efectos del presente proyecto y considerando la definición propuesta por Robotham *et al.* (1997), bajo el marco del proyecto FIP “Diseño de monitoreo de pesquerías bentónicas”, se entendió por el término “monitoreo” como aquel “conjunto coordinado de acciones de recopilación, procesamiento y análisis de datos de una pesquería cualesquiera, con el fin de hacer un seguimiento, en el tiempo y espacio, de un conjunto de indicadores del sistema pesquero, que desde la perspectiva de ciertos usuarios, se consideran fundamentales para medir y evaluar el desempeño del sistema, planear y diseñar cursos de acción”. Adicionalmente se entendió como “Caleta” aquellas unidades productivas compuestas por pescadores artesanales debidamente inscritas en el Registro Pesquero Artesanal y reconocidas en el Decreto N° 240 de Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional y sus modificaciones.

En lo referente al comportamiento de la pesquería de las lapas en los últimos años, ésta muestra una gran variabilidad tanto temporal como espacial de sus capturas, provocadas principalmente por los requerimientos de la industria transformadora quienes han influenciado las capturas y la importancia relativa de cada centro de desembarque. Por otra parte, existen diferencias en la composición de las capturas, producto de las características de los usuarios que operan sobre ella (orilleros y buzos embarcados) (com. pers. con pescadores de diferentes categorías). En consecuencia se hace imprescindible contar con el conocimiento empírico de los usuarios primarios y directos de la actividad extractiva (buzos mariscadores), donde las organizaciones de pescadores de la I y II regiones juegan un rol importante. Estos, a través de sus respectivas federaciones y sindicatos disponen de la plataforma necesaria para el reporte del conocimiento ecológico tradicional (Berkes, 1999), que permitió discutir y generar directrices apropiadas, para desarrollar eficazmente las actividades propuestas.

En este contexto, a través del monitoreo se registró variables tales como desembarque, procedencias, nº de viajes, precios de playa, composición de especies, etc., lo que fue validado a través de consultas en base a encuesta, orientada a optimizar la calidad de la información recopilada, asegurando la adecuada administración de recursos disponibles y contar con elementos que permitan realizar la adecuada evaluación de stock de las especies bajo estudio.

Para la obtención de la estructura de tallas del desembarque, se empleó muestreo aleatorio estratificado bi-etápico, donde los estratos corresponden a la flota, las unidades de la primera etapa corresponden a los viajes en el mes y las unidades de segunda etapa a una submuestra de ejemplares. No obstante este planteamiento preliminar, fue necesario, en virtud a la inestabilidad de los desembarques, hacer algunos ajustes, los que consideraron desde un registro censal de la captura para algunos casos y un muestreo de aproximadamente 4 a 5 Kg (unidad de muestreo balde) en los centros de muestreo donde el desembarque fue más regular.

## **2.1.2. Visión general pesquerías recurso lapa**

### **2.1.2.1. Evolución general de las capturas**

Se analizó información de desembarque nacional y regional de los últimos 20 años (1985 – 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 los centros donde se desarrolló el monitoreo de la actividad.

Una segunda fuente de información, la constituyeron los datos recopilados a través de la red de monitoreo implementada entre la I y II Regiones, considerando 7 puntos de muestreo.

Finalmente, se incorporó en este análisis la información proveniente de las áreas de manejo presentes entre la I y II Regiones.

### **2.1.2.2. Producción, Mercados y Exportaciones**

De manera de conocer los aspectos del mercado del género *Fissurella*, se solicitó información de variables como precios, demanda, exportaciones, etc para el período 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.

Se analizó sobre la base de los mercados destinos, los requerimientos sanitarios actualmente vigentes para este recurso.

### **2.1.2.3. 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 los principales centros de desembarque de la I y II regiones, con información oficial que posee el Servicio Nacional de Pesca y registros obtenidos de las encuestas.

## **2.1.3. Monitoreo Período 2006**

### **2.1.3.1. Selección de centros de muestreo**

Inicialmente para la selección de los centros de muestreo, se utilizó como criterio principal, el nivel de desembarques que presentaron las diferentes caletas durante el año 2004. Esta selección preliminar fue apoyada por visitas a las diferentes caletas, identificando factores complementarios que permitieron la adecuada implementación del sistema de monitoreo. Entre éstos, se consideró la factibilidad para capacitar a un lugareño en cada sector, nivel actual de desembarque, especies predominantes y el grado de colaboración de las organizaciones.

Para la selección preliminar de los sitios, se analizó el desembarque de los años 2003 y 2004, generando un ranking sobre la base del nivel de aporte al desembarque regional de cada año particular (Nivel de selección  $\geq 20\%$ ), lo que permitió discriminar los principales centros de desembarque.

Conforme lo anterior, la selección final de los centros de muestreo quedó conformada de la siguiente manera: I Región: Arica, Pisagua, Iquique y San Marcos; II Región: Tocopilla, Caleta Constitución, Caleta Coloso y Taltal (Fig. 3.1.1). No obstante, debido a la inconsistencia registrada en la información y a la poca colaboración por parte de la organización para entregar los registros requeridos, Caleta Coloso fue descartada optándose por trabajar con siete centros de muestreos.

#### **2.1.3.2. Puesta en Marcha Monitoreo**

El Programa de monitoreo, contempló la implementación de un Registro Diario de Captura tendiente a obtener información actualizada, del desembarque, esfuerzo, procedencias, composición de especies y estructuras de tallas de las capturas del recurso lapa entre la I y II Regiones, actividad que se materializó por un período de 9 meses, iniciándose un período de marcha blanca en el mes de diciembre, donde no se registraron capturas del recurso lapa (enero – septiembre, 2006).

En cada centro de muestreo se seleccionó y capacitó un observador encargado de recopilar dichos antecedentes, mediante la utilización de bitácoras de registro diario de captura y la realización de muestreos biológicos de los recursos. Para ello, se elaboró una guía de campo (manual de muestreo), que incluyó información básica para la identificación de especies, llenado de registros y realización de los muestreos propiamente tal (Anexo 9.1).

En cada centro de muestreo se entregó, junto con la capacitación, el equipamiento requerido para llevar a cabo las actividades propuestas (balanzas y vernier con 1 gr y 0,1 mm de precisión, respectivamente, y planillas de registro de información).

#### **2.1.4. Ficha identificación de especies**

A razón de la escasa preparación técnica de los observadores, al comienzo de la etapa de monitoreo se entregó una capacitación acorde a las funciones que les correspondió ejecutar. En este sentido, junto con entregar las pautas del trabajo, se elaboró una guía de campo para la identificación de especies del genero *Fissurella*. Esta guía, consideró elementos que permitieron identificar características físicas, de

las estructuras duras y blandas, así como también los nombres científicos y comunes dependiendo de la zona en que se está operando (Anexo 9.2). Para esto se consideraron como documentos base, los trabajos de Marincovich (1973), McLean (1984), Guzmán *et al.* (1998), Oliva y Castilla (1992) y Osorio (2002). Entre las variables a considerar para su adecuada identificación, se cuentan en relación a la concha (1) la forma y ornamentación; y en relación a las partes blandas (2) la morfología del pie, manto y patrones de coloración asociados (Oliva y Castilla, 1992)

Los ejemplares obtenidos en los muestreos biológicos y que no fue posible identificar en terreno, fueron fotografiados y conservados en formalina para su posterior identificación en laboratorio.

#### **2.1.5. Definición de encuestas**

Para contribuir al cumplimiento del objetivo, se definieron dos tipos de encuestas. La primera orientada por una parte a captar información personal de los usuarios (buzos), información sobre el esfuerzo, de los recursos que explotan (particularmente la lapa), de la organización y de la actividad de pesca en general. Complementariamente se recopiló información de las zonas en que habitualmente opera la flota, empleando un mapa (específico) para cada caleta en el que se dispuso la ubicación de las principales zonas de operación en las cercanías de la caleta (Anexo 9.3).

La segunda encuesta tuvo por finalidad la captación de información de la actividad extractiva tradicional, incluyendo temas como: forma de extracción, característica de la unidad productiva, inversión y distribución de los ingresos (Anexo 9.3). Por tratarse de información productiva, esta encuesta fue dirigida exclusivamente a armadores.

Con el objeto de describir de mejor forma el sistema productivo generado por el recurso lapa, se concertaron entrevistas con representantes de empresas procesadoras de las regiones I, II y IV, tendientes a captar información que no es posible obtener de los registros de ninguna institución oficial.

### **2.1.6. Desembarques**

Para la obtención de información de desembarque, se trabajó con planillas de registro diario, las que son parte del sistema de información que fue implementado en los centros de desembarque seleccionados.

La información recopilada bajo esta modalidad incluyó aspectos operacionales (hora de zarpe y recalada, n° de viajes, procedencia, días de operación), productivos (capturas), de rendimiento y composición específica de las capturas.

Con el fin de determinar la proporción de cada una de las especies de lapas presentes en los desembarques, se realizaron en conjunto con la toma de registros de longitud/peso, muestreos en número y/o peso de las distintas especies por procedencia.

## **2.2. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.2.**

### **Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella***

Los métodos para estudiar la edad y el crecimiento en organismos marinos los podemos dividir en tres categorías: (i) análisis de incrementos en longitud a partir de marcaje y recaptura; (ii) análisis de distribuciones de frecuencia de talla, y (iii) lectura en estructuras duras. Los dos primeros nos entregan información de crecimiento y el tercer método sobre la edad y crecimiento. De acuerdo a lo solicitado en las Bases Especiales del proyecto, es decir, estimar la edad y el crecimiento se utilizaron las tres metodologías en las especies más importantes en el desembarque de la I y II regiones, *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima*.

#### **2.2.1. Métodos Indirectos**

##### **2.2.1.1. Marcaje y Recaptura**

En la Propuesta Técnica se planteó realizar el experimento de marcaje-recaptura en cuatro Áreas de Manejo, siendo estas: Pisagua y Chanavaya en la I región, Punta Arenas y Caleta Constitución en la II Región. Posteriormente, debido a gestiones con los mismos pescadores se comenzó a marcar en las localidades de Pisagua, Chipana, Punta Arenas y Punta Campamento.

Se probaron tres tipos de marcas, siendo estas:

**Marca 1** plástico numerado y adherido con masilla epóxica

**Marca 2** plástico numerado y sujeto con banda plástica

**Marca 3** plástico numerado en conjunto con marcas utilizadas en abejas y adherido con pegamento cianocrilato

La marca y lugares se escogieron teniendo en cuenta (i) que los lugares de mantención son hábitat natural para los ejemplares en estudio; (ii) durante el período de estudio, las pérdidas por causas de la pesca son irrelevantes; (iii) la marca aplicada a cada ejemplar no aumenta la mortalidad; y (iv) la manipulación de los ejemplares, al momento de medirlos, no influye en el proceso de crecimiento.

Considerando que en estudios de marcaje realizados en *Choncholepas choncholepas* (Stotz, 2000) se lograron recuperar alrededor de un 10% de los individuos marcados, en la propuesta se comprometió marcar en cada localidad 1000 ejemplares de cada especie con el fin de aumentar las probabilidades de recaptura. En cada localidad las muestras fueron obtenidas por dos buzos, un pescador artesanal y el jefe de proyecto, desde el sector más cercano de la costa y hasta una profundidad en donde ya no se encuentren más organismos. Cuando fue posible, las recapturas se realizaron mensualmente para tener tasas de crecimiento en las distintas estaciones del año.

### Tratamiento de la Información de Marcaje-Recaptura

Con el fin de obtener una curva de crecimiento a partir de datos de marcaje, se utilizaron las siguientes metodologías de ajuste, la utilización de los distintos tratamientos es con el fin de posteriormente discutir y determinar cual es el método más apropiado para las especies en estudio, en general los métodos difieren por los supuestos considerados en cuanto al tratamiento del error.

#### a) Método Gráfico de Gulland y Holt (1959, *fide* Sparre y Venema, 1995)

Gulland y Holt (1959, *fide* Sparre y Venema, 1995) utilizan un método de interpretación gráfica de los datos de recaptura para estimar  $L_{\infty}$  y  $K$ . Específicamente el método consiste en: Si un individuo de longitud  $L_1$  es marcado y liberado al tiempo  $T_1$  y luego recuperado al tiempo  $T_2$  con una longitud  $L_2$ , la tasa de crecimiento por unidad de tiempo es:

$$\frac{L_2 - L_1}{T_2 - T_1} \quad \mathbf{1}$$

esta tasa de crecimiento puede ser graficada versus el tamaño medio del animal entre el marcaje y la recaptura, es decir:

$$\frac{L_1 + L_2}{2} \quad \mathbf{2}$$

La estimación se realiza reordenando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB) y mediante un análisis de regresión:

$$\frac{\Delta L}{\Delta T} = K(L_{\infty} - L_t) \quad \mathbf{3}$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta T} = KL_{\infty} - KL_t \quad \mathbf{4}$$

se estima  $K = -b$  y  $L_{\infty} = -(a/b)$

### b) Método de Appeldoorn para Ajustar Modelo Estacional

Appeldoorn (1987) modifica el modelo estacional de von Bertalanffy propuesto por Pauly y Gaschütz (1979) para ser utilizado con datos de marcaje-recaptura. Este modelo se utilizará para determinar el posible crecimiento estacional que pudieran tener los organismos, la expresión es:

$$L_{\Delta t} = L_{\infty} \left( 1 - \frac{L_t}{L_{\infty}} \right) \left( 1 - e^{-\left( K\Delta t - \frac{CK}{\pi} \text{sen}(-\pi\Delta t) \cos \pi(2t' + \Delta t - 2t'_s) \right)} \right) \quad \mathbf{5}$$

donde  $C$  es la magnitud de la oscilación del crecimiento,  $t'_s$  es la fracción del año cuando ocurre la mayor tasa de crecimiento y  $t'$  es el día de la medición inicial como una fracción del año. Los parámetros se estiman mediante ajuste del tipo no lineal.

### c) Método de Fabens (1965)

La versión de Fabens del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (MCVB) se utiliza cuando se desea estimar los parámetros del modelo a partir de datos de marcaje, es decir, con las fechas y longitudes al marcaje y recaptura. Si el MCVB se representa por la expresión:

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

lo que es lo mismo a:

$$L_t = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} \quad \mathbf{7}$$

La longitud esperada de un organismo de edad  $t$  después de transcurrido un tiempo,  $\Delta t$ , esta dada por:

$$L_{t+\Delta t} = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t+\Delta t-t_0)} \quad \mathbf{8}$$

Al extraer el término  $\Delta t$  del término exponencial:

$$L_{t+\Delta t} = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} e^{-K\Delta t} \quad \mathbf{9}$$

El cambio en longitud sobre el tiempo  $\Delta t$  es la diferencia entre ecuaciones 8, 5 y 7.

$$\Delta L = L_{t+\Delta t} - L_t = L_{\infty} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} e^{-K\Delta t} - L_{\infty} + L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} \quad \mathbf{10}$$

ordenando

$$\Delta L = (L_{\infty} - L_{\infty}) + L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} - L_{\infty} e^{-K(t-t_0)} e^{-K\Delta t} \quad \mathbf{11}$$

$$\Delta L = (L_{\infty} - L_{\infty} + L_{\infty} e^{-K(t-t_0)})(1 - e^{-K\Delta t}) \quad \mathbf{12}$$

En el primer paréntesis, el segundo y tercer término combinados son equivalentes al modelo 6  $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$  por lo que se sustituye por  $L_t$  para dejar la versión estándar de Fabens

$$\Delta L = (L_{\infty} - L_t)(1 - e^{-K\Delta t}) \quad \mathbf{13}$$

Si asumimos normalidad en los errores aleatorios (Modelo A), la función de verosimilitud ( $L$ ) se representa por

$$L = \prod \left( \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\Delta L - \hat{\Delta L})^2}{2\sigma^2}} \right) \quad \mathbf{14}$$

donde  $\sigma^2$  es la varianza constante de los residuos entre los valores observados y esperados de  $\Delta L$ . La estimación de máxima verosimilitud de los parámetros  $L_{\infty}$ ,  $K$  y  $\sigma$  se obtuvieron minimizando el logaritmo negativo de  $L$ , siendo la expresión

$$LL = -\sum \ln \left( \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\Delta L - \Delta \hat{L})^2}{2\sigma^2}} \right) \quad 15$$

Aunque esta expresión no intenta modelar la variabilidad en la tasa de crecimiento individual, por ejemplo, podemos esperar que la variabilidad en el crecimiento es una función del tamaño al marcaje y el tiempo de libertad. Para dar cuenta de este supuesto, Francis (1988) propone diferentes formas funcionales entre la varianza residual y el crecimiento estimado, las que fueron utilizadas en los análisis, estas expresiones son:

$$\sigma = \nu(\Delta \hat{L}), \quad \text{Modelo B} \quad 16$$

$$\sigma = \nu(\Delta \hat{L})^\tau, \quad \text{Modelo C} \quad 17$$

$$\sigma = \tau(1 - e^{-\nu(\Delta \hat{L})}), \quad \text{Modelo D} \quad 18$$

#### d) Método GROTAG (Francis, 1988)

El método propuesto por Francis (1988) utiliza la técnica de máxima verosimilitud para estimar los parámetros de crecimiento del MCVB y la variabilidad a partir de datos de marcaje. Con este método se estima un coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento ( $\nu$ ), la media y desviación estándar de los errores de medición ( $m$  y  $s$ ), la probabilidad de contaminación por outlier ( $p$ ) y además, la tasa de crecimiento a dos longitudes arbitraria seleccionadas por el usuario ( $\alpha$  y  $\beta$ ). Las longitudes de referencia  $\alpha$  y  $\beta$  se escogen en el rango de los individuos marcados. Francis (1988) reformula la ecuación 12 por lo que la forma del MCVB queda con la siguiente expresión:

$$\Delta L = \left[ \frac{\beta g_\alpha - \alpha g_\beta}{g_\alpha g_\beta} - L_1 \right] \left[ 1 - \left( 1 + \frac{g_\alpha g_\beta}{\alpha - \beta} \right)^{\Delta T} \right] \quad 19$$

donde  $L_1$  es la longitud al marcaje;  $\Delta L$  y  $\Delta T$  corresponde a los incrementos en longitud y tiempo respectivamente y  $g_\alpha$  y  $g_\beta$  son las tasas de crecimiento anual media a las longitudes arbitrarias  $\alpha$  y  $\beta$ .

Los parámetros  $g_\alpha$  y  $g_\beta$  presentan propiedades que lo hacen directamente descriptivos de la información de crecimiento contenida en los datos de marcaje, resultando, además, en una baja correlación entre los parámetros del MCVB. La media anual de la tasa de crecimiento a cualquier otra longitud,  $\gamma$ , puede ser calculada a partir de:

$$g_\gamma = ((\lambda - \alpha)g_\beta + (\beta - \gamma)g_\alpha) / (\beta - \alpha) \quad 20$$

Además, de existir un crecimiento del tipo estacional se ajustó la ecuación

$$\Delta L = \left[ \frac{\beta g_\alpha - \alpha g_\beta}{g_\alpha g_\beta} - L_1 \right] \left[ 1 - \left( 1 + \frac{g_\alpha g_\beta}{\alpha - \beta} \right)^{\Delta T} \right] \quad 21$$

reemplazando  $\Delta T$  por:

$$\Delta T + (\phi_1 - \phi_2) \quad 22$$

donde

$$\phi_i = u \left( \frac{\text{sen}(2\pi [T_i - w])}{2\pi} \right), \quad \text{para } i = 1, 2 \quad 23$$

El parámetro  $w$  describe el tiempo del año en el cual las tasas de crecimiento son máximas y  $u$  ( $\geq 0$ ) describe la extensión de la estacionalidad.

La estimación de los parámetros se realiza por máxima verosimilitud en donde la función log de verosimilitud se escribe como

$$\lambda = \sum \log \left[ (1-p)\lambda_i + \frac{p}{R} \right] \quad 24$$

$$\text{donde } \lambda_i = \frac{\exp(-0,5(\Delta L_i - \mu_i - m)^2)}{2\pi(\sigma_i^2 + s^2)} \quad 25$$

R es el rango de los incrementos observados y el subíndice  $i$  corresponde al  $i$ -ésimo organismo.

#### e) Estimación del error de los parámetros

El error estándar de los parámetros se estimó por medio de remuestreo bootstrap paramétrico de Efron (1985), que se evalúa numéricamente por medio del enfoque Monte Carlo, el procedimiento se implementó en una planilla de cálculo. Para estos efectos se remuestrearon los valores de la tasa de crecimiento y la longitud promedio.

#### f) Selección del modelo

Finalmente, la selección del modelo que mejor explique el crecimiento del recurso, se utilizó el método basado en la verosimilitud (Burnham y Anderson, 2002). El objetivo del método es evaluar la fuerza relativa de las evidencias que soportan a un determinado tipo de modelo. Este soporte relativo de los modelos puede ser evaluado usando la teoría de la verosimilitud combinada con el criterio de información de Akaike (AIC) (Burnham y Anderson, 2002). Un solo valor del AIC no tiene interpretación por si mismo, pero la comparación entre diferentes valores del AIC permite evaluar el soporte relativo de los datos para dos o más modelos. El AIC penaliza la complejidad del modelo, dado por el número de parámetros, para alcanzar un óptimo entre exactitud y parsimonia del modelo, la expresión utilizada es:

$$AIC = -2 \ln(LL) + 2p \quad 26$$

donde  $LL$  corresponde a la verosimilitud y  $p$  es el número de parámetros a estimar.

El modelo con el menor valor de AIC es el modelo más probable que sea correcto.

### 2.2.1.2. Método de Análisis de Frecuencia de Tallas

Se utilizó los datos de frecuencia de tallas de *F. latimarginata* y los datos combinados de *F. maxima* y *F. cumingi* que fueron obtenidos del monitoreo del desembarque en la I y II Regiones, entre enero y septiembre de 2006. El número de clases de edad y la composición de edad presente en los datos de frecuencia de tallas se analizó con el algoritmo MULTIFAN (Fournier *et al.*, 1990; 1991), el cual se basa en un modelo no-lineal altamente parametrizado, y permite una estimación robusta de los parámetros de crecimiento mediante un método de máxima verosimilitud para estimar la proporción de peces a cada edad, en cada una de las muestras, y por supuesto los parámetros de MCVB, con o sin oscilación estacional en la tasa de crecimiento. Además, MULTIFAN calcula el error estándar y correlación de todos los parámetros estimados. Por otra parte, el uso del método de máxima verosimilitud ayuda a discriminar objetivamente entre modelos alternativos que se diferencian estructuralmente.

Los principales supuestos son: (i) la longitud de los organismos en cada clase de edad presenta una distribución normal alrededor de la longitud promedio de cada grupo de edad; (ii) la longitud promedio, a cada edad, es descrita por una curva de crecimiento del tipo von Bertalanffy; (iii) la desviación estándar de las longitudes actuales alrededor de las longitudes promedio a cada edad, son funciones simples de la longitud promedio a cada edad.

A su vez, MULTIFAN puede incorporar hipótesis estructurales específicas en los modelos utilizados para describir los datos de frecuencia de longitudes observados. La hipótesis estructural más simple asume que las longitudes medias a la edad siguen el modelo de crecimiento de von Bertalanffy y que la desviación estándar de la longitud a la edad es idéntica para todas las clases anuales. Las hipótesis más complejas evaluadas asumen que los siguientes procesos pueden ocurrir en los datos de frecuencia de tallas: i) sesgo por muestreo de la primera clase de edad, ii) desviación estándar dependiente de la edad, y iii) crecimiento estacional. Estas hipótesis estructurales son incorporadas sistemáticamente en los modelos que se ajustan a los datos, considerando todas las combinaciones posibles de hipótesis estructurales. El método permite utilizar un test de razón de verosimilitud para identificar el modelo con estructura más parsimoniosa. La composición de los

modelos se resume en la Tabla 2.2.1, donde  $K$  es el parámetro del MCVB, el parámetro  $\lambda_2$  determina la tendencia dependiente de la edad en la desviación estándar,  $b_1$  es un parámetro que determina la magnitud del sesgo del tamaño por selectividad para la primera clase de edad. Por ejemplo, si  $\lambda_2 = 0$  y  $b_1 = 0$ , las desviaciones estándar son edad-independientes y no hay sesgo de muestreo para la primera clase de edad, respectivamente. Los parámetros que definen el crecimiento estacional ( $C$  y  $T_s$ ) no fueron considerados en el análisis de frecuencia de tallas.

Los procedimientos de evaluación se realizan automáticamente por MULTIFAN utilizando un test  $\chi^2$  para determinar que constituye un incremento significativo en el valor máximo de la función de log-verosimilitud. Tal como fue recomendado por Fournier *et al.* (1990), se utilizó el nivel de significancia 0,90 de la variable aleatoria  $\chi^2$  para aceptar una clase de edad extra en el modelo. Para evaluar la significancia de incluir un parámetro adicional, tal como la dependencia de la desviación estándar con la edad, se utilizó el nivel 0,95.

La secuencia analítica del programa MULTIFAN, consiste en los siguientes pasos:

*Proceso inicial:* Esta es la parte más importante del análisis, donde se toman decisiones sobre la base a los aspectos biológicos del recurso. En esta etapa se debe indicar: (i) el "Mes 1", que contiene el grupo de organismos con la talla modal más pequeña en la serie de tiempo; (ii) la desviación estándar de una moda bien definida, y (iii) restringir algunas longitudes promedio para asegurar que el modelo ajuste las modas apropiadamente y exhiba un comportamiento estable. Finalmente, se debe indicar: (iv) el número probable de clases de edad presentes en la distribución de frecuencias de talla, y (v) valores probables del parámetro de crecimiento  $K$ .

*Búsqueda sistemática inicial:* En esta etapa se estiman los parámetros, considerando el modelo con las hipótesis estructurales más simples, para cada número total de clases de edad y manteniendo constante el parámetro  $K$  de crecimiento.

*Estimación del parámetro  $K$  de crecimiento:* Sólo después que todos los otros parámetros han sido estimados, se procede a estimar el valor definitivo de  $K$ .

*Modificación de la búsqueda inicial:* Según las hipótesis estructurales del modelo: (i) dependencia de la desviación estándar con la edad ( $\lambda_2$ ); y (ii) sesgo por selección de la longitud promedio de la primera clase de edad ( $b_1$ ).

*Selección de los modelos con distinto número de clases de edad:* El modelo seleccionado, entre distinto número de clases de edad, será aquel que genere un significativo incremento en la función de máxima probabilidad entre clases de edad consecutivas. Para ello, se utiliza un nivel de confianza del 90%, recomendado por Fournier *et al.* (1990) para reducir la probabilidad de ocurrencia de un error de tipo 2, *i.e.* rechazar un modelo conteniendo una clase de edad extra cuando ésta se encuentra realmente presente en la distribución de frecuencia de tallas.

*Selección de modelos con hipótesis estructurales alternativas:* Esta es la etapa final, donde se debe seleccionar entre modelos con hipótesis estructurales alternativas. En esta etapa se selecciona el modelo que tiene el más alto incremento en el valor de máxima probabilidad, al ser incluido un parámetro más en el modelo. Esto se realiza a través de la función Chi-cuadrado, esta vez al nivel del 95% de confianza. Por ejemplo, entre un modelo que no toma en cuenta el sesgo por selección de la primera clase de edad versus uno que sí lo considera, a un mismo número de clases de edad.

### **2.2.2 Método Directo. Lectura en Estructura Dura**

Se realizaron pruebas para la observación y lecturas de marcas presentes en la concha de las tres especies, la metodología corresponde a una variación de la propuesta por Rhoads y Lutz (1980), siendo estas: impresión en papel de acetato y observación directa.

La aplicación del método en papel de acetato consiste en 7 pasos: (1) Montaje, (2) Seccionamiento, (3) Esmerilado, (4) Pulido, (5) Corrosión con ácido, (6) Lavado y secado, y (7) Aplicación de acetona y acetato.

El montaje consistió en embeber las conchas en resina epóxica, para evitar la fracturación de las conchas al momento de seccionarla, dado el tamaño de conchas de *Fissurella sp.* estas fueron cortadas en el eje del ancho (Fig. 2.2.1) mediante una

cortadora de disco de diamante modelo ND – 125 marca Rubí de 4800 rpm (Fig. 2.2.2), en este caso dio buenos resultados no produciéndose fracturas en las conchas. Posteriormente las conchas fueron lijadas con lijas al agua de grano 100, 320 y 600 mediante una pulidora Buehler Ecomet 2, para luego ser lijadas con lija fina de grano 1500 y terminando con liquido para pulir metales marca Brasso®. Inmediatamente las conchas son corroídas con una solución de HCl al 1% (1 parte concentrada (38%) HCl a 100 partes de agua destilada) por períodos de algunos minutos o segundos, el tiempo optimo de corrosión depende de la especie y relacionada a la estructura mineralogica de la concha, contenido orgánico y estado de preservación. Las conchas son lavadas y secadas al aire libre, la aplicación de acetona permite transferir los micro relieves que se encuentran en la concha pudiendo grabarse las líneas de crecimiento en el papel de acetato (Witbaard, 1997), las conchas son impregnadas con acetona y una pieza de papel de acetato (Agar scientific LTD; Stansted, Essex, UK.) es colocada cubriendo la parte del corte, para eliminar las burbujas esta pieza es colocada lentamente sobre la superficie, después que la acetona se ha evaporado (20-30 min), luego el papel de acetato es removido y montado entre un porta objeto y cubre objeto, para ser visto bajo microscopio.

La observación directa consiste en observar en un estereomicroscopio la concha, luego que estas han pasado por el paso (4) anterior.

### 2.3. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.3.

#### **“Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*”**

Los ciclos de vida de los recursos bentónicos son procesos complejos y de gran duración, que incluyen una etapa de desarrollo planctónico durante sus primeras etapas de vida, para posteriormente, luego de un proceso de metamorfosis activado por inductores químicos y/o biológicos asentarse sobre el fondo marino y reclutar hacia las fracciones adultas de la población.

Para efectos prácticos del presente estudio, entenderemos como reclutas, aquella fracción de la población que se incorpora al fondo bentónico y que presenta una longitud igual o menor a los 20 mm (Oliva y Castilla, 1986; López *et al.*, 1998). No obstante, desde un punto de vista netamente pesquero, deberían ser considerados como reclutas, todos aquellos ejemplares en condición previa a su incorporación a la fracción explotable de la población, vale decir todos aquellos menores o iguales a 65 mm. Sparre y Venema (1995) define la edad de reclutamiento como aquella en que los individuos comienzan a ser vulnerables en una pesquería. Por lo tanto, este último criterio también fue tomado en cuenta al momento de efectuar los análisis respectivos.

Las metodologías para la evaluación del reclutamiento de recursos bentónicos, son escasas y muchas de ellas orientadas a especies que no constituyen recursos de importancia comercial (Jara y Moreno, 1983; Rodríguez *et al.*, 1993; Camus y Lagos 1996; Connolly y Roughgarden, 1998; Connolly *et al.*, 2001; Navarrete *et al.*, 2002; Vargas *et al.*, 2004; Lagos *et al.*, 2005). Por otra parte, la evaluación de este proceso, en recursos bentónicos corresponde a una etapa que presenta incertidumbre al estar influenciado por una serie de variables físicas y biológicas, a diferencia de lo que ocurre en recursos pelágicos, donde estos procesos pueden ser mejor identificados y cuantificados (*e.g.* anchoveta, jurel).

Se ha documentado que el reclutamiento del género *Fissurella* estaría asociado a la presencia de otras especies como cirripedios (*e.g.* *Chthamalus scabrosus*, *Jhelius*

*cirratus*, *Austromegabalanus psittacus*), mitilidos (e.g. *Perumitylus purpuratus*) y dependiendo de la talla, a algunas algas (*Gelidium*). (González *et al.*, 1991; Oliva y Castilla, 1986). Tal es el caso de *F. picta*, cuyo reclutamiento estaría relacionado con la presencia de cirripedios, asentándose primero en zonas submareales para posteriormente reclutar en el intermareal (López *et al.*, 1998). Sin embargo, a la fecha no existen evaluaciones que permitan conocer la dinámica espacio-temporal de variación de la intensidad del reclutamiento de *Fissurella spp.*

Como una manera de cautelar el trabajar en una zona semi protegida, se seleccionaron inicialmente dos puntos, asociados a AMERB que tuvieran especies del género *Fissurella* como recurso objetivo y que hubiesen desarrollado a lo menos un período de manejo. Los sitios inicialmente seleccionados correspondieron a Pisagua y Caleta Constitución, no obstante, considerando las condiciones ambientales imperantes que permitieron disponer de pocos días para operar en estos sectores durante los primeros meses del proyecto, las distancias existentes entre ellos (aproximadamente 450 km) y los resultados preliminares obtenidos, se optó por redefinir el muestreo, situación discutida ante un representante del Fondo de Investigación Pesquera y personal de la Subsecretaría de Pesca (Valparaíso, 13 de abril de 2006).

De tal manera, los cambios efectuados a la metodología planteada inicialmente, correspondieron a los siguientes puntos:

Se disminuyó la cantidad de sitios de muestreo sobre los cuales se desarrollaron actividades tendientes a dar respuesta al objetivo específico en cuestión. Esta situación estuvo orientada a incrementar la frecuencia de observaciones *in situ*, en zonas de mejor accesibilidad, considerando que el asentamiento de la lapa, es un proceso a corto plazo en pulsos que pueden variar en pocos días. En consecuencia, se planteó como nueva estrategia, el trabajar en tres puntos de observación: El primero correspondió a Pisagua, sector en que se utilizó una escala de tiempo más espaciada (mensual), manteniendo gran parte de las actividades ya realizadas; el segundo sector correspondió a una zona protegida ubicada en el sector intermareal rocoso del recinto privado perteneciente al Hotel Gavina de Iquique y finalmente se desarrollaron actividades en el intermareal ubicado en el sector costero del Departamento de Ciencias del Mar de la Universidad Arturo Prat, en el Campus

Huayquique (Fig. 2.3.1.). En estos últimos dos sectores, se trabajó con una frecuencia de tiempo mayor (semanal) a la efectuada en el sitio de muestreo seleccionado en caleta Pisagua, particularmente en lo referido a métodos indirectos de evaluación de reclutamiento (ver más adelante).

Se evaluaron cambios en la densidad de reclutas del género *Fissurella* mediante la implementación de transectos fijos en la zona intermareal, ubicados perpendiculares a la línea de costa, restringidos a la franja inferior y media del cinturón costero. Durante las primeras salidas a muestreo y con posterioridad en la medida que las condiciones ambientales así lo permitieron, se revisaron los niveles inferiores y superiores a los definidos previamente en el presente proyecto constatándose la ausencia del recurso sobre esta franja definida. Las transectas fueron dispuestas en diferentes zonas de modo de evaluar diferencias en función del grado de exposición al oleaje. El diseño de muestreo aplicado corresponde al denominado strip transect (Epperly *et al.*, 1995) y comprendió una unidad de muestreo de 5 metros lineales con un ancho (w) de 1 m replicado en ambos lados de la línea central, abarcando un área total de 10m<sup>2</sup>. Esta unidad fue recorrida por un observador que registró cada 1 m lineal el número de ejemplares juveniles de lapa presentes en el sector, por lo que se dispuso de subunidades de 2 m<sup>2</sup>, lo que permitió establecer diferencias en las densidades por sector recorrido. En cada una de estas unidades de muestreo de 2 m<sup>2</sup>, se registraron todos los ejemplares de lapas presentes, los que fueron medidos y clasificados por especie *in situ*. En el caso de aquellos ejemplares que no fue posible identificar en forma inmediata, se obtuvo un registro fotográfico, el cual fue posteriormente analizado para su correcta identificación. Además, se registró la presencia de las especies sésiles y móviles presentes en cada unidad muestral.

El estimador de densidad media (Epperly *et al.*, 1995) estuvo definido por:

$$\hat{D}_R = \frac{Y_R}{M_R}$$

27

donde:

$$Y_R = \sum_{i=1}^n y_i \quad ; \quad M_R = \sum_{i=1}^n m_i$$

$y_i$  = número de juveniles en el i-ésimo transecto

$m_i$  = área examinada en el i-ésimo transecto

$n$  = número de franjas de transectos muestreadas

La varianza de la densidad media se estimó por:

$$v(\hat{D}_R) = \frac{1 - \frac{n}{N}}{n\bar{M}^2} * \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 (D_i - \hat{D}_R)^2}{n-1} \quad \mathbf{28}$$

donde

$$D_i = \frac{y_i}{m_i} \quad ; \quad \bar{M} = \frac{M_R}{n}$$

$N$  = número total de franjas de transectos posibles en el área.

$D_i$  = densidad de juveniles en el i-ésimo transecto

$\bar{M}$  = área promedio de una franja de transecto

Se determinó la abundancia total multiplicando la densidad media por el área total habitable.

$$N \text{ total} = A \times DR \quad \mathbf{29}$$

Intervalo de confianza

$$Tx \pm A * t(n-1; \alpha/2) \sqrt{v(\hat{D}_R)} \quad \mathbf{30}$$

donde

$N \text{ total}$  = Abundancia total (Nº total de individuos en el área habitable)

A = Área total habitable

y = Densidad media del recurso (Ind/m<sup>2</sup>)

Se analizaron variaciones en la densidad de lapas y reclutas por banda de distribución y nivel de exposición al oleaje, mediante ANOVA de una vía, previa transformación y normalización de los datos, principalmente para los sitios de Pisagua y Hotel Gavina, donde se dispuso de una mayor frecuencia de muestreo.

Se testeó la hipótesis nula, H<sub>0</sub>: La presencia de lapas (reclutas) es independiente a la distribución de cirripedios, mitílidos y algas, mediante la aplicación de tablas de contingencia, determinando su significancia a través de la prueba de Fisher (Zar, 1984).

Para el caso de la zona submareal y con el fin de mantener un área fija de muestreo y dada la dificultad del trabajo con buceo semiautónomo, se seleccionaron 2 puntos de muestreo a tres niveles de profundidad (3, 5 y 10 metros), con cuadrantes de 1m<sup>2</sup>, demarcados con fondeos fijos, donde se contabilizaron, midieron e identificaron ejemplares del género *Fissurella*.

Como actividad complementaria y dado el escaso número de reclutas identificados durante el período correspondiente al primer informe de avance, se continuó la instalación de placas de acrílico (de acuerdo a propuesta técnica) en la banda media del cinturón intermareal (zona asociada a la presencia de *Corallina sp*, *Gelidium sp* y cirripedios), los que fueron mantenidos por un período de un mes (tiempo estimado suficiente para su biologización de acuerdo a los resultados obtenidos a la fecha), para posteriormente ser revisados en laboratorio. Cabe mencionar que este tipo de colectores son empleados principalmente para evaluar el reclutamiento de cirripedios, no obstante, bajo su superficie se genera un área de protección que sería zona apropiada para ejemplares del género *Fissurella*, como pudo ser verificado en las placas retiradas en el mes de abril en caleta Pisagua (Fig. 2.3.2 y 2.3.3). Pese a lo anterior, con esta metodología tampoco fue posible incrementar el registro de reclutas, pues al corresponder a un material poco dúctil, la pérdida de placas producto de las malas condiciones ambientales registradas entre los meses de abril y agosto (frecuentes marejadas), y el período de tiempo prolongado

requerido para su biologización, generó la pérdida casi completa del material instalado. En vista de ello, los resultados obtenidos a través del método propuesto por la Subsecretaría de Pesca ("Tuffy"), se analizó con mayor profundidad.

Como se mencionó con anterioridad y a sugerencia de representantes de la Subsecretaría de Pesca, se instalaron en los sectores identificados en la ciudad de Iquique, colectores conocidos como "Tuffy" (n=10), los que fueron retirados en un plazo que osciló entre los 7 a 15 días, condicionado principalmente por las condiciones ambientales imperantes. Inicialmente se pensó en la instalación en un período no superior a los 3 días, pero se comprobó en terreno que dicho tiempo era inapropiado para los objetivos planteados al no observarse ejemplares en las muestras instaladas. Cabe mencionar que el material empleado correspondió a un símil de los denominados Tuffy (The Clorox Company), los cuales deben ser importados desde Estados Unidos, utilizando como material unas esponjas de fibra sintética marca Scotch-Brite 3M, el cual presenta una configuración similar al material original

Los elementos retirados (Tuffy y placas) fueron conservados en frío y posteriormente las especies presentes fijados en alcohol para su posterior identificación. Los ejemplares de lapas fueron identificados mediante la literatura científica disponible (Bretos y Chihuailaf, 1990; Oliva y Castilla, 1992; Olivares *et al.*, 1998; Guzmán *et al.*, 1998) y conservada en alcohol (90%) y analizadas mediante una Lupa Estereoscópica Motic ST-36. Los ejemplares recolectados posteriormente fueron fotografiados en el laboratorio de Edad y Crecimiento de la Universidad Arturo Prat.

Esta actividad estuvo orientada a identificar intensidad de reclutamiento, no obstante al ser iniciado a mitad del desarrollo del proyecto sus conclusiones pueden ser limitadas.

De acuerdo a la propuesta inicial, se realizó la instalación de colectores en la zona submareal en la localidad de Pisagua. Los sistemas fueron instalados a una profundidad aproximada de 7 metros, siendo revisados con una frecuencia mensual, retirándose el sistema completo trimestralmente. Para dar cumplimiento con este objetivo, se emplearon diferentes materiales que incluyeron sistemas de placas de

acrílico recubiertos con mallas anchoveteras, mallas colectoras similares a las empleadas para la captación de larvas de ostión y sistemas fijos adosados al fondo rocoso (Placas de acrílico de superficie irregular).

Finalmente y en forma complementaria al trabajo propuesto, se incorporó un análisis indirecto, tendiente a evaluar la variación espacial y temporal del reclutamiento, a través de la estimación del índice de reclutamiento relativo (Morgan *et al.*, 2000). Para la realización de este análisis, se tomó como información de base la disponible de las evaluaciones directas realizadas en las áreas de manejo entre la I y II regiones, disponibles en Subsecretaría de Pesca, analizando los datos correspondientes al período 1998-2006. Los datos fueron considerados válidos al presentar una estructura mínima, que asegurara la adecuada representatividad e interpretación de los datos, por ello, bases disponibles con menos de 100 ejemplares, fueron descartadas del análisis final. Se trabajó principalmente con el recurso *F. latimarginata*, el cual representa más del 87% de los ejemplares muestreados al interior de las áreas de manejo. Como definición de reclutas se emplearon dos criterios, el primero consideró a todos aquellos ejemplares menores a 20 mm (los cuales corresponderían a ejemplares de menos de 1 año de vida), mientras que el segundo, consideró todos aquellos ejemplares menores a 65 mm (correspondiente a la longitud mínima legal de extracción determinado para el recurso).

Como una aproximación para evaluar la intensidad de reclutamiento, se determinó el índice de reclutamiento de acuerdo a la metodología propuesta por Morgan *et al.* (2000), el cual establece que este índice corresponde a la división de la abundancia de reclutas recientes por la abundancia de los individuos mayores de la distribución de tallas. La sobreposición de varias clases anuales, se presume sea un indicador razonablemente constante del reclutamiento promedio a largo plazo.

Debido a que se trata de áreas bajo planes de manejo vigentes y cuotas de explotación definidas sobre la base de criterios pesqueros, se considera que el efecto de la explotación sobre la fracción adulta sería poco significativo, considerando que para el período considerado solo se ha extraído menos del 37% de las cuotas propuestas para este recurso. Por otra parte y dada la amplitud de

tallas consideradas en el presente análisis, no se considera el efecto de la variación intranual de los valores de densidad y estructuras de tallas en las áreas de manejo.

Se analizó la información disponible en términos espaciales y temporales, contrastando el índice de reclutamiento con los valores de densidad media en áreas de manejo y el valor del índice de oscilación del sur (SOI), obtenido de la Oficina de Meteorología, Australia (<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>), donde el SOI, es calculado de la diferencia de la presión atmosférica del nivel de mar entre Tahíti (150°W) y Darwin, al este de Australia (150°E).

#### 2.4. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.4.

##### **“Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*”**

La aplicación de los métodos se basó en Cubillos *et al.* (1999), considerando las fuentes de incertidumbre asociada a los datos de entrada a los modelos empíricos, así como el error de predicción que proviene de cada modelo. Se utilizó los métodos de Pauly (1980), Rickter y Efanov (1976), Hoening (1983), Alverson y Carney (1975) modificado por Cubillos (2003), Jensen (1996) y el método de Brey y Gage (1997) (Tabla 2.4.1).

Pauly (1980) encontró una relación entre  $M$ , los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy ( $K$  y  $L_\infty$ ), y la temperatura anual promedio del hábitat ( $T$ , en grados celcius) sobre la base de datos compilados de 175 stocks de peces. Para aplicar este método se consideró los parámetros de ambos sexos (Tabla 2.4.2.) y una temperatura promedio anual de 13 °C. En el proceso de estimación de varianza, se consideró una distribución uniforme para la temperatura entre un valor mínimo de 12 °C y un máximo de 15 °C. Aunque el modelo de Pauly (1980) constituye un modelo basado en peces, la correlación de los parámetros de historia de vida podría aun ser válido para el caso de moluscos.

El método de Rickter y Efanov (1976) expresa una relación entre  $M$  (mortalidad natural) y la edad promedio de madurez sexual ( $T_m$ ). Con propósitos prácticos se asume una talla de primera madurez sexual de 65 mm, y un rango uniforme comprendido entre 60 y 70 mm de longitud. La edad promedio de madurez con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, *i.e.*

$$T_m = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left( 1 - \frac{L_m}{L_\infty} \right) \quad 31$$

donde  $t_0$ ,  $K$ , y  $L_\infty$  son los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy. La ausencia del parámetro  $t_0$  ( $= 0$ ) implica una edad relativa.

Alverson y Carney (1975) plantean la siguiente ecuación para estimar la edad de máxima biomasa ( $t^*$ ) de una cohorte o edad crítica, *i.e.*

$$t^* = t_0 + \frac{1}{K} \ln \left[ \frac{3K}{M} + 1 \right] \quad 32$$

si  $t_0$  es ignorado,

$$t^* = \frac{1}{K} \ln \left[ \frac{3K}{M} + 1 \right] \quad 33$$

a partir de la cual se puede obtener una expresión para estimar la tasa de mortalidad natural, *i.e.*

$$M = \frac{3K}{(\exp(Kt^*) - 1)} \quad 34$$

donde la constante 3 corresponde al exponente isométrico de la relación longitud-peso ( $b = 3$ );  $K$  y  $t_0$  son parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy. Alverson y Carney (1975) sugirieron utilizar la relación empírica  $t^* = 0,38 \times T_{max}$ , donde  $T_{max}$  corresponde a la edad máxima observada de la especie. En este trabajo se utiliza el enfoque de Cubillos (2003), el cual consiste en estimar el promedio de la razón entre la talla crítica y longitud asintótica a partir de un grupo de especies cercanas utilizando los datos ( $L_\infty$ ,  $K$ , y  $M$ ). Para ello se utilizó los datos comunicados por Pauly (1980), y se estimó la razón:

$$\omega = \frac{L^*}{L_\infty} = (1 - \exp(-Kt^*)) \quad 35$$

El valor promedio de esta razón fue  $\bar{\omega} = 0,62$  (CV = 0,22), y puede ser utilizado para determinar  $M$ , a través de la siguiente ecuación:

$$M = \frac{3K(1 - \bar{\omega})}{\bar{\omega}} \quad 36$$

Hoening (1983) encontró una relación empírica entre la tasa de mortalidad total ( $Z$ ) y la edad máxima observada ( $T_{max}$ ) de varias especies de peces, moluscos y cetáceos.

Muchos de los datos pertenecen a stocks inexplorados o levemente explotados de tal manera que  $Z \approx M$ . Una alternativa a  $T_{max}$ , que representa la edad máxima observada, es contar con un estimador de la longevidad máxima esperada utilizando el método de Taylor (1960), quien supone que la edad máxima teórica ( $t_M$ ) ocurre cuando el 95% la cohorte alcanza la longitud asintótica, *i.e.*

$$t_M = t_0 + \frac{3}{K} \quad 37$$

donde  $t_0$  y  $K$  son parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy. En este trabajo, se utilizó  $t_M$  como estimador de  $T_{max}$ .

Jensen (1996) determina la relación entre parámetros de la historia de vida y mortalidad natural, utilizando la relación que existe reproducción y sobrevivencia, demuestra que.

$$M = \frac{1,65}{t_m} \quad 38$$

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

$$M = 1,5K \quad 39$$

Esta relación es mucho más simple que la entregada por Pauly (1980). Además, Jensen reanaliza los datos de Pauly y demuestra que la relación  $M = 1,6K$  entrega un ajuste de los datos equivalente a la ecuación de Pauly.

Brey y Gage (1997) comunicaron la siguiente relación para invertebrados bentónicos no explotados comercialmente (poliquetos, crustáceos, moluscos):

$$\log_{10}(Z) = 0,339 + 1,037 \log_{10}(K) \quad 40$$

donde  $Z$  es la tasa instantánea de mortalidad total de invertebrados bentónicos no explotados comercialmente ( $= M$ ) y  $K$  es la constante de crecimiento del modelo de von Bertalanffy. Esta ecuación log-log presentó un coeficiente de determinación

significativo ( $r^2 = 0,695$ ;  $n = 83$ ), y su importancia radica en que la mortalidad natural puede ser estimada para invertebrados bentónicos de importancia comercial sin tener que recurrir a los conocidos modelos empíricos basados en peces.

### **Estimación de varianza**

De acuerdo con Cubillos *et al.* (1999), el procedimiento sugerido aquí es un tipo de remuestreo bootstrap paramétrico de Efron (1985), que se evalúa numéricamente por medio del enfoque Monte Carlo. Para este procedimiento, un número de valores alternativos e igualmente probables de  $M$  ( $M_R$ ) se generan usando una forma paramétrica de la distribución del error, donde  $R = 1, 2, \dots, R_{\max}$  y  $R_{\max}$  es un número grande ( $\geq 1000$ ). En este estudio se consideró  $R_{\max} = 3000$  para cada modelo empírico. La estimación de la varianza asociada con este bootstrap paramétrico (BP) es entonces:

$$V\hat{A}R_{BP}(M) = \frac{\sum_{R=1}^{R_{\max}} (M_R - \bar{M}_{BP})^2}{R_{\max} - 1} \quad 41$$

donde

$$\bar{M}_{BP} = \frac{\sum_{R=1}^{R_{\max}} M_R}{R_{\max}} \quad 42$$

Luego, los límites de confianza se obtienen con un método percentil, lo cual involucra ordenar el conjunto de valores alternativos de  $M$  ( $M_R$ :  $R=1, 2, \dots, R_{\max}$ ).

Para implementar el método de estimación de varianza, se analizó la correlación entre los parámetros de crecimiento y el error estándar de los mismos. Para ello, se estableció la correlación entre  $K$  y  $L_{\infty}$ . Para incorporar la autocorrelación entre los parámetros se utilizó la siguiente aproximación lineal:

$$Y_i = a + bX_i \quad 43$$

conociendo que:

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad 44$$

y que:

$$b = r_{y,x} \frac{s_y}{s_x} \quad 45$$

Al reemplazar estas ecuaciones en la ecuación lineal se tiene que:

$$Y_i = \bar{Y} + r_{y,x} \frac{s_y}{s_x} [X_i - \bar{X}] \quad 46$$

Por lo tanto, en esta expresión se toma en cuenta la correlación entre los parámetros alternativos e igualmente probables de  $K$  y  $t_0$ , los que se hicieron depender de  $L_\infty$  y del coeficiente de correlación. Los valores alternativos e igualmente probables de este último parámetro se realizó según:

$$X_R^* = \bar{X} + s_x Z_{0,1} \quad 47$$

donde  $X_R^*$  son valores alternativos e igualmente probables de  $X (= L_\infty)$ ,  $\bar{X}$  es el promedio,  $s_x$  es el error estándar del parámetro y  $Z_{0,1}$  es una variable aleatoria distribuida normal con media cero y varianza igual a la unidad. En el caso de la talla de primera madurez sexual se consideró una distribución uniforme y también en el caso de la temperatura promedio del hábitat.

El error de predicción se incorporó según los supuestos de Cubillos *et al.* (1999) para los modelos empíricos utilizados por ellos. En el caso del modelo de Alverson y Carney, el error de predicción consistió en evaluar valores alternativos e igualmente probables para la razón  $\omega$ , considerando un CV=22% (Cubillos, 2003), mientras que para el modelo de Brey y Gage (1997) se consideró el error estándar de los parámetros comunicados por los autores.

## 2.5. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.5.

### **“Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella spp.*”**

De acuerdo con Fernández *et al.* (1996), para recursos bentónicos de fondos duros los métodos de evaluación de stock utilizados frecuentemente para evaluar poblaciones explotadas y estimar su potencial de producción son los indirectos, fundamentalmente debido a que los costos asociados a la toma de información son menores. Particularmente, en las pesquerías artesanales, la toma de información resulta difícil debido a la diversidad de especies explotadas, y a que la falta está dispersa en gran cantidad de localidades.

La diversidad de métodos de evaluación de stock directos e indirectos, y los avances metodológicos realizados en los últimos años, requieren de un minucioso estudio en la elección del modelo de evaluación apropiado para un stock en particular. No existe un criterio universal sobre el uso de modelos particulares para evaluación de stock (Hilborn y Walters, 1992 *fide* Fernández *et al.*, 1996), ya que esto depende de la calidad de los datos disponibles como también de las características de historia de vida de las especies explotadas. Las características de agrupación y comportamiento de los recursos asociados a fondos duros, requieren especial atención en la selección del modelo apropiado.

Sobre la base de la actual limitación de datos que cubran una serie temporal suficiente, y ante la ausencia de indicadores independientes de la pesquería, el modelo de evaluación aquí propuesto cae en la categoría de un modelo de evaluación estructurado y estático, que asume el concepto de pseudo-cohorte (Mesnil, 1989). No obstante, al considerar que los productos más importantes del proyecto subyace en la estimación del crecimiento y mortalidad natural el modelo de evaluación que se propone más adecuado para los recursos es un modelo de evaluación estructurado por tallas y dinámico. Este se discutirá en términos del actual modelo propuesto, y los requerimientos de datos para lograr su implementación en el corto plazo. Por mientras, ante la presencia de datos limitados, y con el objeto de evaluar y analizar el estado de situación de los recursos, se propone el siguiente modelo de evaluación y su aplicación:

### 2.5.1. Modelo estático estructurado por longitud

Con el objeto de evaluar el estado de situación del recurso lapa en la I y II Regiones, se propone un modelo estructurado por longitud estático, el cual asume que la composición por tamaños de las capturas obtenida durante un año particular refleja la dinámica del stock promedio sobre la base del análisis conocido como análisis de una pseudo-cohorte (Mesnil, 1989). El método utilizado aquí no debe confundirse con el Análisis de Cohortes a la Talla de Jones (1984), aunque los supuestos involucrados son los mismos.

Cuando los datos que se tienen para un stock son limitados y restringidos a un período anual, necesariamente se debe asumir una condición de equilibrio. Esto es, asumir que los reclutamientos de las clases anuales presentes en la estructura de tallas de las capturas y que las tasas de mortalidad total no han variado significativamente y que, por ende, la evaluación que se realiza representa una condición promedio del stock durante tanto años en el pasado como clases anuales estén presentes en los datos. El concepto de pseudo-cohorte se utiliza para designar un procedimiento en que se utiliza los datos de captura a la edad de un año determinado para estimar la abundancia y mortalidad por pesca sobre la base de clases anuales diferentes como si se tratara de una misma clase anual. En este contexto, la pseudo-cohorte puede ser analizada con las mismas ecuaciones y metodologías que se utilizan para una cohorte verdadera.

### 2.5.2. Dinámica de la abundancia

Para calcular la abundancia en número, se asume la ecuación de sobrevivencia siguiente:

$$N_{j+1} = N_j \exp(-Z_j \Delta t_j) \quad \mathbf{48}$$

donde  $N_j$  representa la abundancia en el límite inferior de la clase de talla  $j$ ,  $Z$  es la tasa de mortalidad total, y  $\Delta t_j$  representa la duración en años del periodo de tiempo que ocurre entre el límite inferior ( $L_j$ ) y superior ( $L_{j+1}$ ) de la clase de talla  $j$ . La duración temporal de cada intervalo de tallas se estima por:

$$\Delta t_j = \frac{1}{K} \ln \left[ \frac{L_\infty - L_j}{L_\infty - L_{j+1}} \right] \quad 49$$

donde  $K$  y  $L$  son parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, mientras que  $L_j$  y  $L_{j+1}$  representan el límite inferior y superior de cada clase de tallas.

Para reconstruir la abundancia de la pseudo-cohorte se adopta un procedimiento "back-ward", es decir desde la clase de talla terminal hacia las más pequeñas. Para ello, se utiliza la ecuación de sobrevivencia, *i.e.*

$$N_j = N_{j+1} \exp(Z_j \Delta t_j) \quad 50$$

La abundancia en la clase de talla terminal constituye uno de los parámetros desconocidos a ser estimado por el modelo. La tasa de mortalidad total en cada clase de talla ( $Z_j$ ) está representada por la tasa de mortalidad por pesca ( $F_j$ ) y la tasa de mortalidad natural ( $M$ ), siendo esta última asumida constante entre clases de talla, *i.e.*

$$Z_j = F_j + M \quad 51$$

La tasa de mortalidad por pesca se asume separable en un componente asociada a la talla, dada por la selectividad ( $v_j$ ) y un componente que refleja la mortalidad por pesca global ( $F_c$ ) en los grupos de tamaño completamente vulnerados, *i.e.*

$$F_j = v_j F_c \quad 52$$

donde  $v_j$  se asume sigue un modelo logístico de selectividad representado por la siguiente expresión:

$$v_j = 1 / (1 + \exp(-\ln(19)(j - j_{50}) / (j_{95} - j_{50}))) \quad 53$$

En esta expresión,  $j_{50}$  y  $j_{95}$  representan la longitud de los ejemplares en los que ocurre el 50 y 95% de probabilidad de selección. Estos dos parámetros y la mortalidad por pesca global ( $F_c$ ) constituyen parámetros del modelo a ser estimados. En otras palabras, el vector de parámetros a ser estimados para

reconstruir la abundancia de la pseudo-cohorte son solamente 4 y está representado por:

$$\theta = \{N_L, j_{50}, j_{95}, F_c\} \quad 54$$

Una vez estimado los parámetros del modelo, la abundancia promedio en cada clase de talla, se estima por:

$$\bar{N}_j = N_j(1 - \exp(-Z_j \Delta t_j)) / Z_j \quad 55$$

y la biomasa promedio por:

$$\bar{B}_j = w_j \bar{N}_j \quad 56$$

donde  $w_j$  es el peso promedio en cada clase de tallas  $j$ , que se estima por:

$$w_j = a \cdot \bar{L}_j^b \quad 57$$

donde  $a$  y  $b$  son parámetros de la relación longitud-peso, y  $\bar{L}_j$  es la marca de clase de cada intervalo de longitud.

Finalmente, la abundancia y biomasa promedio explotable está dada por las siguientes expresiones:

$$N_j^e = v_j \bar{N}_j \quad 58$$

$$B_j^e = v_j w_j \bar{N}_j \quad 59$$

La suma a través de las clases de talla representa la abundancia y biomasa explotable total en el año.

### 2.5.2.1. Modelo de las observaciones

Los datos básicos utilizados para estimar los parámetros están constituidos por la captura total anual en peso observada en el año  $t$  ( $Y_t$ ) y la composición por tallas en las capturas ( $p_j$ ), la que se calcula por:

$$p_j = \frac{f_j}{\sum_l f_j} \quad 60$$

donde  $f_j$  representa la frecuencia en número de individuos en la clase de longitud  $j$ . La sumatoria de las frecuencias de talla representa el número total de individuos muestreados en el año.

Para representar los datos observados, se utiliza la ecuación de captura como modelo de las observaciones desde donde se obtiene tanto la composición por tallas estimadas ( $\hat{p}_j$ ) como la captura anual en peso ( $\hat{Y}_t$ ), *i.e.*

$$C_j = F_j \bar{N}_j \quad 61$$

$$\hat{p}_j = C_j / \sum_j C_j \quad 62$$

$$\hat{Y}_t = \sum_j w_j C_j \quad 63$$

### 2.5.2.2. Estimación de parámetros

Con estos modelos para las observaciones, la estimación de los parámetros se realiza mediante un estimador máximo verosímil minimizando la función de log-verosimilitud negativa total. Se asume que la composición por tamaños siguen un modelo multinomial, cuyo kernel de la función de log-verosimilitud es la siguiente:

$$\ell_1 = -n \times p_j \ln(\hat{p}_j) \quad 64$$

donde  $n$  representa el tamaño de muestra efectivo para dar cuenta de las proporciones observadas en la composición por tallas. Se utilizó  $n = 200$  como información a priori no informativa para dar cuenta de la influencia de este tipo de datos en los log-verosimilitud total (Fournier y Archibald, 1982; Methot, 1986).

Para el caso de la captura anual en peso, se asume una función de verosimilitud log-normal cuya función de log-verosimilitud negativa viene dada por:

$$l_2 = \frac{(\ln Y_t - \ln \hat{Y}_t)^2}{2\sigma_Y^2} \quad 65$$

Esta función es para solamente una observación de desembarque o captura anual en peso, donde  $\sigma_Y$  representa la desviación estándar de los datos log-transformados o bien el coeficiente de variación de los datos de captura en la escala original. Se asume  $\sigma_Y = 0,1$  como valor a priori no informativo para tomar en cuenta la exactitud de esta pieza de información en la log-verosimilitud negativa total, que viene dada por:

$$l = l_1 + l_2 \quad 66$$

Esta última ecuación constituye la función objetiva que será minimizada para estimar los parámetros desconocidos del modelo. Se recuerda que minimizar la función de log-verosimilitud negativa es equivalente a maximizar la función de log-verosimilitud.

## 2.6. METODOLOGIA OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.6.

**“Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella spp.* en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la I y II Regiones”**

A partir del modelo de evaluación previamente descrito es fácil extender las ecuaciones para realizar un análisis de rendimiento y biomasa por recluta, para ello se utiliza la siguiente expresión para la abundancia por recluta en cada clase de talla ( $n_j$ ):

$$n_j = \begin{cases} = 1; & j = 1 \\ = n_{j-1} \exp(-(v_{j-1}F + M)\Delta t_{j-1}); & j > 1 \end{cases} \quad 67$$

donde  $j = 1$  implica la primera clase de longitud. El rendimiento por recluta (YPR) es función de la mortalidad por pesca ( $F$ ), de la selectividad por talla ( $v_j$ ), el peso promedio ( $w_j$ ), y la abundancia por recluta ( $n_j$ ), *i.e.*

$$YPR = \sum_{j=1} v_j F w_j n_j (1 - \exp(-(v_j F + M)\Delta t_j)) / (v_j F + M) \quad 68$$

La biomasa media por recluta (BPR), viene dada por:

$$BPR = \sum_{j=1} w_j n_j (1 - \exp(-(v_j F + M)\Delta t_j)) / (v_j F + M) \quad 69$$

A partir del rendimiento por recluta se calculó el  $F_{0,1}$ , el cual representa la tasa de mortalidad por pesca al nivel de la décima parte de la pendiente al origen de la curva de YPR en función de la mortalidad por pesca (Gulland y Boerema, 1973), *i.e.*

$$\left. \frac{dYPR}{dF} \right|_{F=F_{0,1}} = 0,1 \left. \frac{dYPR}{dF} \right|_{F \rightarrow 0} \quad 70$$

Una de las ventajas de  $F_{0,1}$ , desde el punto de vista matemático, es que esta es calculada siempre en casos donde  $F_{max}$  no se puede definir. Además, la mortalidad por pesca  $F_{0,1}$  es menos sensitiva a pequeños cambios en el crecimiento o en el patrón de explotación (selectividad del arte) (Rivard y Maguire 1993).

Por otra parte, a partir de la curva de biomasa media por recluta se calculó el  $F_{40\%}$ , que representa la mortalidad por pesca que reduce la biomasa media por recluta en ausencia de explotación a un 40%. En ausencia de datos stock-recluta, el  $F_{40\%}$  constituye un punto biológico de referencia que permite resguardar la sobrepesca por reclutamiento (Mace y Sissenwine, 1993; Mace, 1994). El  $F_{40\%}$  se estimó resolviendo la siguiente ecuación:

$$BPR(F_{40\%}) - 0,4 \cdot BPR(F = 0) = 0 \quad \mathbf{71}$$

El  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$  se comparó con el  $F$  actual ( $F_c$ ) obtenido de la evaluación de stock para el año 2006, y de aquí se establece un diagnóstico de la situación de los recursos  $F. latimarginata$ ,  $F. maxima$  y  $F. cumingi$  en la I y II Regiones.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.1.**

**“Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella spp.*, en la zona de estudio”**

Los resultados obtenidos durante el período de estudio (enero a septiembre de 2006), dan cuenta del desarrollo de las actividades tales como recopilación de antecedentes del sector desde las fuentes oficiales y desde el sistema de registro de información (monitoreo) en los diferentes centros de muestreo de la I y II regiones, además de la aplicación de un total de 217 encuestas efectuadas en los diferentes centros de muestreos. El motivo para disminuir el tiempo de operación del monitoreo de 12 a 9 meses se basa exclusivamente en que el inicio del proyecto se retrasó la toma de razón y por consiguiente el traspaso de fondos se hizo efectivo casi al tercer mes de desarrollado el proyecto. Además, la estructura administrativa del proyecto considera un subcontrato encargado de la implementación del monitoreo, lo que incluía compra de materiales de muestreo y pago de muestreadores. En definitiva esta actividad se concretó al tercer mes. Sin embargo, el término de éste no podía diferirse por el tiempo de análisis que se requería para entregar resultados en el Pre-Informe Final.

##### **3.1.1. Evolución general de las capturas**

###### **3.1.1.1. Desembarque Nacional**

El análisis histórico de los desembarques nacionales durante el período 1985 – 2005, muestran una estabilidad relativa de éstos dentro de un rango de 2.000 a 4.000 t. No obstante, en el año 1993 se observa un pico que sobrepasó las 6.000 t, para luego bajar los niveles entre 1996 y el año 2003 y presentar un nuevo incremento en el 2004, donde se alcanza las 4.500 t.

Al observar una serie de tiempo, respecto al promedio histórico, deja en evidencia dos períodos de importancia desde el punto de vista de la actividad extractiva del recurso. El primero y positivo por los niveles de desembarque alcanzados, corresponde al identificado entre 1988 y 1994. El segundo, con desembarques por

debajo del promedio histórico, se evidencia entre 1995 y 2003 (a excepción sólo de 1999) (Figs. 3.1.2 y 3.1.3A ).

#### **a) I Región**

De acuerdo a la información histórica de los últimos 20 años, los desembarques del recurso lapa en la región presentan dos picos importantes, uno en 1990, donde se alcanza las 500 t y luego del cual se observa un descenso importante hasta 1995 con un desembarque que sobrepasó levemente las 20 t. Posterior a este año, se registraron valores discretos, inferiores a las 100 t, situación que se mantuvo hasta el 2000, año en que se inicia un incremento progresivo en los desembarques, los que alcanzan su máxima expresión en el 2004, con un valor histórico por sobre las 700 t (Fig.s 3.1.2 y 3.1.3B, Tabla 3.1.1).

Se estimó un promedio histórico para el período de 183 t, evidenciándose un período positivo para la actividad generada en torno al recurso, entre los años 1988 y 1993. De manera inversa se observó un período donde los desembarques se mantuvieron por debajo del promedio histórico, entre 1994 y el 2001.

#### **b) II Región**

A diferencia de la I Región, ésta presenta un comportamiento más irregular en el período analizado, con desembarques que oscilaron entre las 400 y 2000 t hasta el año 2003. No obstante, y al igual que la I Región se presenta un valor histórico en el 2004 con un desembarque que sobrepasó las 1000 t, para volver a los niveles de los años anteriores en el 2005. En esta región la actividad generada en torno al recurso es más relevante y aparentemente los precios del mercado inciden significativamente en los desembarques, situación que es observada en el análisis de esta variable, respecto al promedio histórico.

Al comparar los aportes regionales a los desembarques del recurso lapa, es evidente que la II Región es el principal proveedor del recurso. Tanto así que en el período 1995 - 2000 esta región aportó casi con el 100% de los desembarques correspondientes a la macro zona norte, pasando a un plano casi marginal el aporte efectuado por la I Región (Figs. 3.1.2 y 3.1.3C, Tabla 3.1.2).

Para el análisis intranual, se utilizó la información proporcionada por Sernapesca para el período 1999 – 2005, empleando para ello los promedios mensuales de desembarque. De esta manera se pudo evidenciar dos períodos en los cuales se produce un incremento en la actividad extractiva del recurso lapa, el primero en julio – agosto y el segundo y más importante a partir de octubre, coincidiendo con el período en que se produce la concentración de vedas de las principales pesquerías de recursos bentónicos de la macro zona norte (Fig. 3.1.4).

Por otra parte, se evidenció que la actividad es permanente durante todo el año y que los pulsos particulares que se presentan en algunos meses, obedecen exclusivamente a que las empresas muestran interés y que la demanda aumenta.

### **3.1.1.2. Áreas de Manejo**

Las Áreas de Manejo como medidas de administración para las pesquerías bentónicas, se implementaron oficialmente a partir de 1998.

Con una fuerte orientación hacia el recurso loco, en sus inicios las AMERB tenían un aporte poco relevante de otras especies, entre las que se encontraba la lapa.

Transcurrida casi una década desde que se inició el trabajo bajo este nuevo instrumento de administración en la zona norte (I y II Región), el recurso lapa no ha logrado posicionarse como una pesquería de importancia para el sector, manteniendo siempre un segundo plano sobre las principales especies que se cosechan en las AMERB.

Para la I Región el recurso lapa a partir de 1998, presentaba al interior de las áreas de manejo, valores de biomasa por debajo de las 100 t, situación que se mantuvo hasta el 2001. Sin embargo, estos valores eran sostenidos principalmente por un área, posteriormente se incrementó el número de áreas y proporcionalmente la biomasa estimada.

En el 2002, las estimaciones de biomasa se incrementaron a niveles que sobrepasaron las 500 t, situación que es explicada por los altos valores obtenidos en el tercer seguimiento del área de manejo de Caramucho, Iquique, y un mayor número de áreas en operación (Fig. 3.1.5A). En este año se autorizó una cuota total

cercana a las 70 t. No obstante, la cuota extraída no alcanzó las 30 t. Situación que obedece principalmente a la falta de un poder comprador y precio por debajo de las expectativas de la organización, etc. En el 2003, la situación del recurso tiende a estabilizarse, autorizándose una cuota cercana a las 40 t, la que se extrajo casi en un 100%. En los años posteriores, los niveles de abundancia han manifestado una tendencia decreciente, donde las cuotas extraídas han estado muy por debajo de las autorizadas (Fig. 3.1.5B).

Las áreas de manejo de la II Región presentan un comportamiento similar al de la primera, con estimaciones de biomasa por debajo de las 100 t entre el 2000 y 2003, lo que se asocia también a un menor número de áreas con evaluación, ya sea a través de ESBA o seguimiento. En el 2005 la estimación de biomasa para el recurso lapa en las áreas de manejo de esta región, sobrepasó las 800 t, con un gran aporte del área conocida como "El Lagarto", ubicada al NW de Caleta Constitución y un mayor número de áreas en operación (Fig. 3.1.6A). No obstante este año, la cuota autorizada a penas sobrepasó las 20 t para 5 áreas, la que no fue extraída por las organizaciones de pescadores. Aparentemente las bajas cuotas autorizadas, han hecho perder el interés de los pescadores en este recurso, por lo menos para extraerlo a través de esta modalidad, ya que se da una constante en los años analizados, existiendo una clara tendencia a no extraer la cuota autorizada cuando esta presenta valores muy bajos (Fig. 3.1.6B). Esta apreciación es más evidente en el año 2004, donde la cuota autorizada alcanza las 120 t y se extrae sobre las 70 t. Llama la atención que el incremento en la estimación de biomasa, junto con el aumento en la cuota autorizada se produzca en un año donde los desembarques de las áreas históricas fueron significativamente altos, producto de una fuerte demanda.

### **3.1.2. Producción, Mercado y Exportación**

Al respecto, información proveniente de la empresa privada (Entrevista a Jorge Santos, empresa Procomar Ltda.) sugiere que la tendencia de la demanda, está muy ligada a la del recurso loco, el cual básicamente tiende a abastecer al mercado asiático para el año nuevo chino. Vale decir, el aumento de los desembarques debería darse en los meses anteriores a noviembre, mes en que se hacen los últimos embarques del año.

Por otra parte, la oferta por parte de los pescadores artesanales, aumenta en períodos que no obedecen necesariamente a factores de mercado, como por ejemplo septiembre (fiestas patrias), diciembre (navidad) febrero – marzo (inicio de clases). Debido a esto, es que probablemente cueste identificar tendencias intranuales y cuando éstas se manifiestan, no siempre vuelven a repetirse en años posteriores.

Estos antecedentes hacen pensar que el mercado, tanto nacional como internacional, no presenta mayor interés en el recurso, que justifique un desarrollo de la pesquería en términos de aumento del esfuerzo. No obstante esto, durante el 2004, producto del incremento del precio del dólar, y consecuentemente el incremento del precio en playa, se intensificó la actividad extractiva en la zona norte, alcanzándose capturas por sobre el promedio histórico, situación que varió notablemente durante el 2005, producto de la caída del dólar y la sobresaturación del mercado, debiendo las empresas en algunos casos sacrificar el margen con que manejan el precio del recurso a nivel nacional (Fig. 3.1.7), situación que se prolonga durante el 2006.

Las líneas de elaboración del recurso, según la información analizada y consultas a las empresas procesadoras y exportadoras, corresponden a conserva, congelado, deshidratado y fresco refrigerado. En los últimos 5 años, destaca la línea de elaboración conserva, casi como única línea de trabajo.

Durante el período 2000 – 2006 los principales países de destino corresponden a República Popular China (37%), Hong Kong (33%) Singapur (25%) y el 5% restante en otros países, lo que significó en términos de ingreso de divisas US\$ 8,1 millones (Figs. 3.1.8 y 3.1.9).

La información proveniente de aduana indica que durante el mismo período fueron aproximadamente 45 empresas las que realizaron actividades de exportación hacia diferentes países, concentrándose en 7 de ellas más del 89% de la producción nacional, destacando Alimentos Multiexport S.A., Export. e Import. de Alimentos Ltda., Productora y Comerc. del Mar Ltda. y Soc. de Transportes Dos Amigos S.A. Los principales destinos de estas empresas correspondieron al mercado asiático (99%), por parte, al analizar las exportaciones de las 38 empresas restantes, estas

también destinaron más del 85% de la producción, pero destaca un 12% de esta producción destinada al mercado sudamericano, principalmente Perú (99%).

### **3.1.3. Requerimientos sanitarios**

No obstante la potencialidad de la pesca artesanal, hoy en día ésta enfrenta una serie de desafíos en el ámbito de los requerimientos sanitarios exigidos a los productos pesqueros por la autoridad competente, a nivel de país; además de cumplir con una serie de requisitos generales y específicos para la certificación sanitaria de los productos pesqueros de exportación de acuerdo con los mercados de destino, pasando por la clasificación y autorización del área de extracción hasta la planta de elaboración.

Sin embargo, dado su actual nivel tecnológico en los que se desenvuelve la actividad extractiva, de manera completamente artesanal, y el entorno ambiental costero de la Región, caracterizado por la presencia de procesos industriales de la actividad minera, pesquera y portuaria, como así también la existencia de las desembocaduras de ríos (Loa, Tiliviche, Camarones, Lluta y San José), los cuales por eventos naturales aumentan su caudal arrastrando sedimentos de antiguos relaves mineros y desechos de la actividad agrícola; y eventos de marea roja y bacteriana durante el período de verano, se requiere cumplir con la normativa actual que regula la exportación de los recursos hidrobiológicos que sostienen la actividad pesquera extractiva del sector pesquero artesanal según los países de destino.

Los principales mercados a los que se destinan la producción Chilena de lapa, como se mencionó anteriormente es el mercado asiático (República Popular China, Hong Kong y Singapur), principalmente a través de las líneas de elaboración de Conserva (79,6%), Fresco Refrigerado (12,4%) y Congelado (8%) (Base de datos IFOP 2006).

Principalmente para exportar al Asia y Singapur moluscos bivalvos, gasterópodos, tunicados y equinodermos, las áreas de extracción deben estar controladas por el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PSMB), de acuerdo a alguna de las siguientes alternativas: según el MANUAL DE PROCEDIMIENTOS SECCIÓN 3

Procedimiento Operativo del Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos Singapur (SMB/MP3/Mayo 2006)

- Moluscos Bivalvos en cualquier presentación, excepto conservas: los recursos deberán ser extraídos desde áreas de extracción incorporadas al PSMB USA o Unión Europea (UE).
- Moluscos Bivalvos en conserva: los recursos deberán provenir de áreas de extracción incorporadas al PSMB USA, UE o bajo el programa específico para Singapur.
- Moluscos univalvos, tunicados y equinodermos vivos o fresco enfriados: los recursos deberán provenir de áreas de extracción incorporadas al PSMB USA o UE, que cuenten con una delimitación Tipo A o Aprobada.
- Moluscos univalvos, tunicados y equinodermos en cualquier otra presentación: no se requerirá que los recursos provengan de áreas de extracción incorporadas al PSMB, pudiendo ser extraídos de cualquier parte del litoral chileno.

De la misma forma dicho manual indica que: "Cuando corresponda que el área de extracción se incorpore al PSMB Singapur y ésta sea a un banco natural, los recursos deberán ser procesados en plantas que estén incorporadas al Listado de Plantas Autorizadas para el Programa de Sanidad de Moluscos Bivalvos. Para incorporarse al Programa, las plantas deberán monitorear los bancos naturales desde donde provienen los recursos que procesan".

El control y la fiscalización de la medida establecida estarán a cargo de los Servicios de Salud regionales y del Servicio Nacional de Pesca con la colaboración de la Armada y Carabineros de Chile, tanto a nivel terrestre como marítimo, quienes deberán constatar que no se efectúe la extracción del recurso de la zona afectada por dicha medida, para ningún uso.

Para la identificación y seguimiento de los moluscos bivalvos, gasterópodos, tunicados y equinodermos, cada lote proveniente de áreas incorporadas al PSMB deberá estar respaldado por un "Registro de Extracción y Transporte de Moluscos Bivalvos Vivos" del PSMB en original. Esta medida se aplicará también a los

establecimientos de transformación que reciben materia prima desconchada. El documento será entregado por Sernapesca a petición de los interesados.

Cuando el origen de los recursos sea un área no incorporada al PSMB (permitido sólo para gasterópodos, tunicados y equinodermos procesados), al ingreso de la materia prima a la planta, se deberá declarar el origen de estos recursos de la manera mas exacta y delimitada posible (sector, región y coordenadas geográficas, etc), respaldando esta información con toda la documentación que corresponda (guías de despacho, guías de libre tránsito, autorizaciones de zarpe, etc.).

El proceso de exportación considera un control desde la extracción del recurso hasta el embarque del producto, debiendo la Oficina Regional verificar para la certificación, que los productos provienen sólo de aquellas áreas de crecimiento debidamente autorizadas por el programa y que han sido elaborados en plantas autorizadas para tal efecto.

A la fecha y según antecedentes proporcionados por el departamento de sanidad pesquera de Sernapesca para la I y II Regiones solo existe un área autorizada para el mercado de Singapur, correspondiendo a el sector denominado La Guataca, área N°1003, ubicada a 135 Km al sur de Iquique, autorizada desde el 1 de agosto de 2006 para exportación de conservas del recurso Culengue (*Gari solida*).

#### **3.1.4. Flota Asociada a la Pesquería**

En términos generales la flota que opera sobre la mayoría de los recursos bentónicos de la I y II regiones y obviamente de la pesquería de lapa, está compuesta por embarcaciones de madera, principalmente con motor fuera de borda. En el caso de la I Región, existe un total de 493 embarcaciones inscritas, las que en promedio presentan las siguientes características métricas: Eslora 6,85 m, manga 1,87 m y puntal 0,78 m. Por su parte la II Región está compuesta por 601 embarcaciones con las siguientes características métricas promedio: Eslora 7,1 m; manga 1,9 m y puntal 0,8 m (Fuente Sernapesca).

En términos de concentración y distribución de las embarcaciones menores o iguales a 8 m de eslora, en las diferentes caletas a lo largo del borde costero, a nivel de

primera región la mayor concentración se da principalmente en los centros de desembarque urbanos tales como Arica 27%, Riquelme 11% y Puerto Iquique con un 8%, destacando fuera de este grupo, caleta de San Marcos (11%). Las restantes se distribuyen en menor porcentaje en 13 caletas rurales (Fig. 3.1.10).

Por su parte, la II Región concentra las embarcaciones menores o iguales a 8 m de eslora en los siguientes centros de desembarque: Taltal (18%), Tocopilla (14%), Mejillones (14%) y Antofagasta (13%). El 41% restante se distribuye en menor porcentaje en 19 caletas rurales ubicadas principalmente entre Tocopilla y Antofagasta (Fig. 3.1.11).

Sobre la base de la información generada por el proyecto, en términos de encuestas directas a los usuarios, se entrega la siguiente descripción, la que da cuenta de los principales aspectos operativos y cuantifica mediante promedios la inversión de los pescadores artesanales, principalmente buzos con sistema hooka en la I y II Regiones.

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. Las características métricas de las embarcaciones, I y II Regiones en conjunto, básicamente son en promedio 7 m de eslora, 2,7 m de manga y 1 m de puntal. 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 08:00 y 09:00 AM hrs 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 14:00 y 19:00 hrs. La variabilidad en los tiempos de operación obedece principalmente a las

condiciones de tiempo y/o los compromisos establecidos previos al zarpe (encargos previamente tratados 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 en tres partes iguales, las que van al dueño del material, asistente y buzo. Excepcionalmente en algunos casos el reparto es 50/50, buzo y asistente.

### 3.1.5. Usuarios

Respecto a la caracterización del grupo de pescadores artesanales que ejerce el esfuerzo sobre las principales pesquerías bentónicas de la zona norte, se establece oficialmente una clasificación en cuatro categorías: Alguero, armador artesanal, mariscador y pescador artesanal. En base a esta clasificación, la I Región posee un total de 2.464 pescadores artesanales registrados, de los cuales un 52% corresponde a la categoría pescador artesanal propiamente tal, 18% armador artesanal, y finalmente mariscador y alguero con 16 y 15%, respectivamente. Respecto a la categoría mariscador, la que está relacionada directamente con la extracción del recurso lapa, ésta se agrupa preferentemente en las siguientes caletas: Arica (80), San Marcos (54), Riquelme (41) y Cavanca (37) y en segunda instancia Puerto Iquique (36), Pisagua (34) y Chanavayita (32) (Fig. 3.1.12 ; Tabla 3.1.3).

Para la II Región, se cuenta con un total de 2.834 pescadores artesanales, encasillados en las categorías antes mencionadas, en el siguiente orden de importancia: pescador artesanal (39%), alguero (24%), mariscador (21%) y armador (16%). Para efectos de concentración por caleta, de los principales usuarios que ejercen la presión extractiva sobre el recurso lapa, la categoría mariscador presenta principalmente como caleta base a: Taltal (107), Mejillones (86) Antofagasta (75) y Tocopilla (72) y en segunda instancia Isla Santa María y Coloso con 44 y 36 mariscadores, respectivamente (Fig. 3.1.13; Tabla 3.1.4).

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. Por otra parte, manifiestan que la profundidad de buceo se mantiene, producto también de las características propias del recurso, asociado a zonas de baja profundidad distribución batimétrica, la que no ha experimentado cambios evidentes en los últimos años.

Por otra parte, los encuestados dejan claro también, que el recurso lapa no es considerado recurso objetivo y que su extracción se asocia principalmente a la de piure, erizo, pulpo y loco.

### **3.1.6. Monitoreo actividad productiva período 2006**

Durante los primeros meses de actividad (enero y febrero), el desembarque de lapa fue escaso, producto de la falta de un poder comprador formal, lo que provocó que en algunos centros de desembarque no registrara actividad durante esos meses. Así mismo, en el análisis histórico de la pesquería se observan fluctuaciones intranuales que no escapan a lo observado en los primeros meses de ejecución del presente estudio y que es parte característica de la misma.

En términos cuantitativos, los mayores desembarques de lapa (Fig. 3.1.14), se registraron en Tocopilla con un poco más de 20 t. Según la información proporcionada por los propios usuarios, en este centro de desembarque el recurso

se extrajo de un total de 14 procedencias, siendo las principales en orden de importancia: Chileno, Lifonso y Remanzo (Fig. 3.1.15). En segundo término y con 15 t, se ubica el puerto de Arica, donde el recurso proviene de 18 procedencias, siendo las más frecuentes Bernales, Punta Paloma y Punta Blanca (Fig. 3.1.16). Los demás centros de muestreo (Iquique, Pisagua, San Marcos, Cta. Constitución y Taltal) registraron desembarques bajo las 5 t y su detalle se entrega en la Tabla 3.1.5.

Respecto al destino de los desembarques, éste se asocia principalmente a las plantas de proceso y en segundo término a comerciantes, dentro de los cuales se encuentran, intermediarios, dueños de puestos de venta, restaurantes, hoteles y público en general. No obstante esta clasificación, es necesario establecer que la venta que se hace con los comerciantes, en su gran mayoría corresponde a intermediarios, cuyo destino final corresponde también a las plantas procesadoras. Del análisis de esta información y la experiencia adquirida en terreno, se evidencia que en los centros de muestreo donde el desembarque fue más significativo, Arica y Tocopilla, existe una tendencia a dirigir el producto hacia comerciantes. No obstante, el análisis más fino de la situación en cada centro, deja de manifiesto que en Arica esta tendencia, alcanzando valores del orden del 80% del desembarque total a pequeños puestos de venta existentes en la caleta, donde el producto se distribuye al resto de los consumidores (hoteles, restaurante y público en general). Cabe destacar que existe una demanda permanente del producto por parte de estos comerciantes, produciéndose un vínculo comercial importante con los pescadores artesanales.

Por otra parte, el 20% restante de los desembarques es dirigido principalmente a comerciantes chilenos y peruanos, los que trabajan en base a pulsos de demanda, siendo su destino final, algunas plantas procesadoras de Arica y Tacna en Perú.

Por su parte en el centro de desembarque Tocopilla, si bien es cierto, la información indica que más del 50% es destinado a comerciantes, éstos corresponden a intermediarios que entregan la producción a plantas de Tocopilla y Antofagasta. Respecto a los demás centros, la tendencia se mantiene con una fuerte inclinación a la entrega directa a planta y donde se muestra lo contrario, es porque existe la intervención de intermediarios (Fig. 3.1.17).

En cuanto a la intencionalidad de pesca (extracción del recurso lapa) por parte del grupo de pescadores, la información disponible deja en evidencia que ésta es baja en los diferentes centros de muestreo.

Del total de viajes de pesca monitoreados 3.973, en toda el área de estudio, el 37% (1470) desembarcó lapa, y esta principalmente asociada a otros recursos (Fig. 3.1.18). Sin embargo, las embarcaciones que dirigieron su esfuerzo exclusivamente a lapa fueron menos, acumulando un total de 368 viajes (9%), en comparación a los 2.503 viajes (63%) en los que no se desembarcó el recurso. Considerando la información registrada en Arica, Iquique y Tocopilla (Fig. 3.1.19 A, B y C), se plantea que la lapa no está entre los recursos objetivo de los usuarios (pescadores artesanales), pero si se observa una mayor intención de pesca hacia el recurso, en los centros de muestreo monitoreados en la II Región.

#### **3.1.6.1. Estructura de talla**

La información analizada, corresponde a la generada por el monitoreo durante los meses de enero a septiembre de 2006, donde se obtuvo registros de talla y peso de 42.345 ejemplares correspondientes a 7 especies, colectadas en 7 centros de desembarque, en los que se pudo estimar sobre un 30% de ejemplares bajo talla (Fig. 3.1.20, Tabla 3.1.6).

Durante el período que se informa, el mayor número de ejemplares muestreados provienen del puerto de Tocopilla (17.968), correspondiendo principalmente a la especie *F. latimarginata*. El segundo lugar de importancia, de acuerdo al número de ejemplares muestreados, corresponde al puerto de Arica 11.518, predominando al igual que en Tocopilla la especie *F. latimarginata*. Con la misma especie predominante y con 7.665 ejemplares muestreados en total se presenta la información registrada durante el período en caleta Constitución. Los demás centros de desembarque en orden de importancia corresponden a Taltal, Iquique, San Marcos y Pisagua, con 1.486, 1.388, 1.219 y 1.101 ejemplares muestreados respectivamente.

**a) Arica**

En este centro de desembarque, *F. latimarginata*, para el período que se informa, presentó una moda centrada en los 60 mm, con una amplitud que osciló entre los 19 y 98 mm. Llama la atención que durante el período, el porcentaje de ejemplares bajo talla, alcanzó el 72%. Por su parte *F. maxima*, segunda especie de importancia para el centro de desembarque, presentó una moda centrada en 75 mm, con una amplitud de 44 a 104 mm. Para *F. cumingi*, la moda estuvo centrada en los 65 mm con una amplitud de 43 a 94 mm. Al igual que *F. latimarginata*, los porcentajes de ejemplares bajo talla también registran valores significativos (73%) (Figs 3.1.20 y 3.1.21; Tabla 3.1.6).

**b) Pisagua**

En orden de importancia, las tres especies desembarcadas corresponden a *F. latimarginata*, con una moda centrada en los 55 mm y una amplitud de 40 a 85 mm, registró porcentajes de ejemplares bajo talla durante el período que se informa, por sobre el 60% (Fig. 3.1.20). Para *F. máxima* se observó una moda en los 75 mm y una amplitud que osciló entre los 41 y 92 mm. El porcentaje de ejemplares bajo talla registrado no bajó del 43%. Respecto a *F. cumingi*, la moda se centró en los 60 mm, registrando una amplitud que varió de los 40 a 92 mm (Tabla 3.1.6 y Figs. 3.1.20 y 3.1.22).

**c) Iquique**

Los desembarque registrados en este puerto, están compuestos principalmente por *F. latimarginata* y en forma casi marginal por *F. cumingi*. Para la especie principal, se registró en el período una moda centrada en los 65 mm, con una amplitud que osciló entre los 38 y 104 mm y el porcentaje de ejemplares bajo talla superó, durante el período de estudio, el 70% (Tabla 3.1.6 y Figs. 3.1.20 y 3.1.23).

**d) San Marcos**

En este centro de desembarque, pese a los bajos registros, producto de una actividad intermitente, se pudo observar que la especie predominante corresponde a *F. maxima*. No obstante, se presenta un porcentaje importante de *Fissurella sp.*,

la que es atribuible al período de sintonización del muestreador en la que primó la inexperiencia. Sin embargo, este desembarque es fácilmente imputable a las 2 especies principales, pero para efectos de análisis se consideró como indeterminada. Por consiguiente, *F. maxima* presentó una moda centrada en los 75 mm con una amplitud que varió desde los 30 a 100 mm, con porcentaje de ejemplares bajo talla que alcanzaron el 16%. En segundo lugar, *F. latimarginata*, con una moda centrada en los 70 mm y una amplitud de 55 a 88 mm. El porcentaje de ejemplares bajo talla para esta especie correspondió al 30% (Tabla 3.1.6 y Figs. 3.1.20 y 3.1.24).

#### **e) Tocopilla**

Corresponde al puerto con mayor número de ejemplares muestreados (17.968), donde *F. latimarginata*, presentó una moda centrada en los 80 mm con una talla mínima de 58 y una máxima de 105 mm. Se destaca el bajo porcentaje de ejemplares bajo talla, los que de enero a septiembre no superaron el 1%. *F. cumingi* fue la otra especie desembarcada durante el período en este centro, presentando una estructura de talla con una moda centrada en los 80 mm y una amplitud que osciló entre los 53 y 99 mm, manteniendo el bajo porcentaje de ejemplares bajo talla, no superando el 6% (Tabla 3.1.6 y Figs. 3.1.20 y 3.1.25).

#### **f) Caleta Constitución**

La especie principal nuevamente corresponde a *F. latimarginata*, con una estructura de talla unimodal centrada en los 75 mm y una amplitud de 46 a 121 mm. El porcentaje de ejemplares bajo talla durante el período es bajo, 5%. En tanto *F. cumingi*, segunda especie de importancia en el centro de muestreo, presentó una estructura de talla con la moda centrada en los 75 mm y una amplitud que varió de 43 a 106 mm. Para esta especie, durante el período que se informa, el porcentaje de ejemplares bajo talla no superó el 3%. Finalmente, la tercera especie presente en los desembarques *F. maxima*, presentó una moda en los 95 mm, con una amplitud que varió entre 52 y 106 mm, con un 1% de ejemplares bajo talla (Tabla 3.1.6 y Figs. 3.1.20 y 3.1.26).

### **g) Taltal**

En este centro de desembarque, recién se tiene registros a partir de marzo, debido principalmente a la inexistencia de un poder comprador. Pese a la diversidad de especies registrada en los desembarques en los meses posteriores, sigue predominando *F. latimarginata* como la más recurrente. Esta especie presentó una estructura de talla dominada por una moda centrada en los 65 mm con una amplitud que osciló entre los 60 y 110 mm. En este puerto, reaparecen los altos porcentajes de ejemplares bajo talla, con 53% para la especie. La segunda especie de importancia para la zona, corresponde a *F. maxima* con una moda centrada en los 80 mm y una amplitud que osciló entre los 52 y 100 mm. Por su parte, los ejemplares bajo talla durante el período alcanzaron al 24% (Tabla 3.1.6 y Fig. 3.1.27).

De la información analizada se desprende que las localidades que presentan recurso lapa con mayor calibre (incluyendo todas las especies), son las ubicadas en la segunda región, con una media para Tocopilla y Caleta Constitución de 79 y 80 mm, respectivamente. Adicionalmente, se observa que estas zonas son las que presentan el menor porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima, 1 y 4%, respectivamente. Inversamente, las zonas con ejemplares más pequeños corresponden a Arica, Pisagua e Iquique, con una media de 62 mm, para los tres centros de muestreo. Por su parte las localidades que presentaron el mayor porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima fueron Iquique y Arica con 71 y 69%, respectivamente (Fig. 3.1.20).

#### **3.1.6.2. Variaciones espaciales y temporales de la captura y estructura de talla**

Para efectos del presente análisis y dada la gran cantidad de especies y sitios analizados, con el fin de sintetizar la información disponible, se seleccionaron aquellas áreas que consideraron el mayor aporte a la captura regional monitoreada y que a su vez, presentaron una continuidad en términos de calidad y cantidad de información disponible. Esta información seleccionada permitió contrastar apropiadamente las variables consideradas en el presente análisis. Por ello, se eligieron los datos provenientes de los centros de muestreo, Arica, Iquique,

Tocopilla y Caleta Constitución, los que en su conjunto representaron más del 90% del desembarque registrado de lapa.

Por otro lado, tres especies representan más del 99% de las capturas muestreadas, y estas correspondieron a *Fissurella latimarginata* (83%), *Fissurella cumingi* (9%) y *Fissurella maxima* (7%), siendo la primera la que presenta la mayor continuidad de registro en el tiempo (Tabla 3.1.7).

Es posible evidenciar que las capturas registradas en los principales centros de muestreo, presentaron una gran fluctuación en los primeros cuatro meses de monitoreo, estabilizándose en la mayor parte de las áreas, a partir de junio del 2006 (Figs. 3.1.28 y 3.1.29).

Estas variaciones, se encuentran explicadas por la ausencia de un mercado formal durante los primeros meses de monitoreo en toda la macrozona, la cual si bien es cierto no formalizó cabalmente como en años anteriores, tendió a una mayor estabilización durante los últimos meses de monitoreo.

Al establecer la relación de las capturas totales (sin incluir lapa) y las capturas de lapas por zona de operación (Fig. 3.1.30), estas muestran una tendencia similar en cada centro de muestreo analizado, concentrándose en algunas zonas las mayores capturas de lapas, concordantes con los niveles de mayor desembarque de otros recursos, lo que implicaría la existencia de áreas multiespecíficas que sustentan en una gran proporción la actividad extractiva de los pescadores asociado a centros de muestreo analizados. Las pendientes particulares de cada ajuste no presenta diferencias significativas (ANCOVA  $p < 0,07$ ) entre si, pero si en los valores de intercepto, lo que implicaría diferencias en los niveles de producción de cada centro de muestreo en forma particular.

Al analizar las variaciones de la longitud promedio en forma global por región (I y II), es posible evidenciar diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) de esta variable, registrándose ejemplares de menor tamaño en la región de Tarapacá (I región,  $62,6 \pm 9,05$  mm; II Región,  $78,8 \pm 10,5$  mm).

De la misma forma, las tallas medias registradas mensualmente presentan fluctuaciones en comparación al promedio anual, las que oscilan entre un 1 a 3% por localidad. Al comparar las variaciones de la talla intranual por cada centro de muestreo, es posible observar fluctuaciones significativas de la talla media, particularmente en Arica, vinculadas principalmente al espectro de tallas capturadas en cada sitio de operación en forma específica (Tabla 3.1.8). Es así, que mientras que para las muestras provenientes de Arica, el número de procedencias oscila entre 15 a 22 sitios mensualmente, en los otros centros de muestreo, estos solo llegan como máximo a 12 zonas de operación, lo que producto al diseño de muestreo empleado, genera el amplio espectro de tallas registrados durante el monitoreo.

En el análisis de la captura por unidad de esfuerzo, expresada en términos de kilogramos por día de operación, se trabajó con la información generada en las localidades de Arica, Iquique (I Región) y Tocopilla (II Región), principalmente por la calidad de la información.

El análisis gráfico de la CPUE v/s los meses, para las localidades de Arica e Iquique muestra cierta estabilidad del parámetro sin una marcada estacionalidad durante el período de estudio, lo que estaría asociada a la baja intencionalidad de pesca por parte de los usuarios por no corresponder a un recurso objetivo. Al respecto, el análisis de variancia efectuado a la CPUE por embarcación, deja en evidencia que no existen diferencias significativas (ANOVA  $p > 0,05$ ) durante el período, dando mayor consistencia a la hipótesis de inexistencia de intencionalidad de pesca por parte de la flota que genere estacionalidad en las capturas. Por su parte la CPUE en la localidad de Tocopilla, muestra mayor variabilidad, mostrando una tendencia a incrementar las capturas a partir del segundo semestre. Para demostrar esta intencionalidad de pesca por parte de la flota, el análisis de variancia de la CPUE promedio por embarcación arrojó diferencias significativas (ANOVA  $p < 0,05$ ) (Fig. 3.1.31). Al estimar la captura media total por embarcación para las tres localidades, la que presentó el valor más significativo fue Tocopilla (Fig. 3.1.32).

### 3.1.7. Modelo Proceso Productivo del Recurso Lapa

Bajo la perspectiva de la información analizada, se plantea un modelo del Proceso Productivo para el recurso lapa, basado en tres etapas, las que en conjunto forman un flujo escalonado en torno al recurso, elemento base y central de todo el sistema (Fig. 3.1.33).

#### a) Recurso:

Corresponde al elemento central de este modelo y que junto a los factores ambientales (bióticos y abióticos) y elementos propios de su dinámica poblacional, provee el componente básico (oferta ambiental) que alimenta los diferentes niveles en esta cadena productiva. Esta unidad está compuesta por todas las especies del género *Fissurella* que están siendo sometidas a explotación, entre las que destacan en la zona de estudio (I y II Regiones) *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima*. Indistintamente de la especie, éstas tienen como única medida de administración la prohibición de extracción de ejemplares bajo los 65 mm, además de encontrarse cerrado el registro pesquero del recurso, por declararse la pesquería en Estado de Plena Explotación, no existiendo a la fecha información consistente, que revele los períodos de máxima intensidad reproductiva, para poder empatar las medidas administrativas con las aplicadas al resto de los principales recursos bentónicos de la zona norte. El acceso al recurso es por vía área de libre acceso y Régimen de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

#### b) Etapa Primaria:

Esta compuesta por los usuarios primarios del sistema, pescadores artesanales, los que ejercen el esfuerzo y la presión extractiva sobre el recurso. Básicamente, corresponde a buzos mariscadores que utilizan la técnica de buceo semi-autónomo (Hooka) y se mueven a lo largo de la costa en áreas circunscritas a su caleta con embarcaciones, principalmente de madera y motor fuera de borda, apoyados por un asistente. Un segundo grupo, menos representativo, lo conforman los buzos a resuello o apnea, los que también se mueven a lo largo de la costa, pero en vehículo. Estos en el caso de la primera región, se distribuyen principalmente en las áreas ubicadas al sur de la ciudad de Iquique, mientras que en la II región estos se

desplazan principalmente entre la desembocadura del río Loa hasta al sur de la ciudad de Tocopilla. El esfuerzo aplicado por ambos grupos no es comparable, debido al mayor tiempo de operación que logran soportar los primeros. Ambos grupos se distribuyen a lo largo de la costa de la I y II Regiones en caletas de orden rural y urbano, las que han sido declaradas como tal, según Decreto N° 240 de la Subsecretaría de Marina. Este sector, al igual que los recursos, también están involucrados con las medidas de administración, ya que son ellos los que deben respetar y cumplir las diferentes vedas (biológica, extractivas y extraordinarias) y restricciones de tamaño, teniendo la claridad de su aplicabilidad en cada uno de los regímenes por los que están explotando al recurso (Libre acceso o AMERB). Por otra parte, su operación está restringida a su inscripción en el Registro de Pescadores Artesanales (RPA) que lleva el Servicio Nacional de Pesca, lo que restringe la actividad a nivel regional. Respecto al esfuerzo que este grupo primario efectúe sobre el recurso lapa, éste estará supeditado principalmente a la demanda del producto por parte, en primera instancia, de los "comerciantes primarios" conocidos como "rematadores", quienes a su vez manejan información de las empresas procesadoras respecto a precios y demanda del producto. Sin embargo, también existe la venta directa a público y en el mejor de los casos, la transacción directa entre el pescador y la planta, donde el precio de venta mejora. Por otra parte, existe distribución directa a hoteles, restaurantes y pequeños puestos de venta a público.

### **c) Etapa Secundaria:**

En este nivel, se ubican las empresas encargadas de procesar el recurso en las diferentes líneas de elaboración, según los requerimientos del mercado, tanto nacional como internacional. Por lo general estas empresas mantienen un grupo de proveedores (rematadores), quienes los abastecen de materia prima, mediante la transacción inicial con los componentes de la etapa primaria. Sin perjuicio de ello, algunas plantas realizan personalmente la comercialización con los pescadores. Las principales líneas de elaboración por orden de importancia, corresponden a conserva, congelado, fresco enfriado y deshidratado. En el área de estudio, esta etapa está supeditada básicamente a las empresas de orden intermedio y que prestan servicio a otras de mayor envergadura. Estos servicios consisten en realizar

procesos básicos como desconchado, precocido y aplicar golpes de frío. El producto derivado de este primer proceso es comercializado en el mercado interno, con las empresas que le darán la línea de elaboración definitiva, 95% destinado a conserva, y que será transada en el mercado internacional.

**d) Etapa Terciaria:**

Está conformada directamente por los agentes que componen el mercado, sea este nacional o internacional. El mercado nacional es casi marginal y su distribución es muy poco significativa, abarcando sólo a las grandes cadenas de supermercados, principalmente en su línea fresco enfriado, congelado y conserva. A nivel internacional es donde verdaderamente se inicia el proceso de comercialización con una fuerte demanda del recurso en conserva, formato que destaca por sobre las otras líneas de elaboración. El principal país de destino de este producto corresponde a la República Popular China, destacando también Hong Kong y Singapur, manteniendo en los últimos 6 años exportaciones en promedio por un total aproximado de 1100 t equivalentes a un ingreso promedio de divisas del orden de los US\$ 10 millones. Las demás líneas de elaboración se restringen a un segundo plano, con valores de exportación que en promedio no superan las 100 t. Alrededor de 25 son las empresas nacionales dedicadas a exportar el recurso en sus diferentes líneas de elaboración, vía marítima, principalmente por los puertos de Valparaíso, Talcahuano, San Antonio y San Vicente.

### 3.2. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.2.

#### **“Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*”**

*Estimación de parámetros crecimiento: Marcaje*

El tipo de Marca 1 la cual fue adherida con masilla epóxica (Fig. 3.2.1) se despegó como quedó en evidencia en el segundo muestreo al encontrar individuos sin la marca. Con el tipo Marca 2 (Fig. 3.2.2.), resultó ser relativamente grande para ejemplares pequeños además de ser estresante al momento de hacerles el orificio, por lo que los mejores resultados se obtuvieron con la Marca 3 (Fig. 3.2.3.).

El número de ejemplares marcados por especie, localidad y fecha se presentan en las Tablas 3.2.1 y 3.2.2, se marcaron 1674 *F. latimarginata* y 949 *F. cumingi* y *F. maxima*. El tratamiento de la información se realizó considerando las dos últimas especies en conjunto debido a la dificultad en la identificación. No se marcaron más individuos de *F. cumingi* y *F. maxima* por una situación de logística, es decir, el trabajo de capturar y luego marcar toma bastante tiempo, además no se completaron los 2000 individuos debido a la dificultad en la identificación.

Por otra parte, de acuerdo al compromiso en la propuesta técnica de marcar en los dos primeros meses y de realizar las recapturas en los meses 4, 6, 8, 10 y 12, no fue posible debido al trabajo que implica marcar la cantidad de individuos propuesto, se suma a esto que al momento de la recuperación esta era baja, por lo mismo que se decidió marcar en cada salida que se realizará y finalmente hay que agregar que este tipo de trabajo depende totalmente de las condiciones del mar y lamentablemente en los primeros meses del año 2006 las condiciones del mar fueron muy adversas en el norte. Ahora bien, el cambio de esquema de muestreo no influye en la estimación de los parámetros de crecimiento mediante marcaje ya que no es un requisito que la recaptura se realice equidistante en el tiempo.

En la Fig. 3.2.4 se observa la distribución de frecuencia de talla de *F. latimarginata* marcadas en la I y II Regiones la cual, en ambos casos, el rango de talla que abarca esta entre los 25 y 95 mm de longitud total. En la Fig. 3.2.5 observamos la

distribución de talla para para *F. cumingi* y *F. maxima*, la cual abarca el rango de talla entre 35 y 90 mm en la I Región y entre los 55 y 110 mm en la II Región.

El número de ejemplares recapturados por especie y Región se presentan en las Tablas 3.2.3, 3.2.4 y 3.2.5, recapturándose un 24,7% y 7,9% de *F. latimarginata* en la I y II Regiones, respectivamente. En la I Región se recapturó 13,9% de *F. cumingi* y *F. maxima*. Los ejemplares analizados corresponden a la Marca 3.

La estimación de los parámetros de crecimiento por el método de marcaje entregaron los siguientes resultados: para *F. latimarginata* de la I Región (Tabla 3.2.6) el método con que se obtiene el mejor ajuste y parámetros con sentido biológico corresponde al de Fabens Modelo B, los valores de los parámetros son  $L_{\infty}=119,26$  mm (e.e. 23,08) y  $K=0,213$  año<sup>-1</sup> (e.e. 0,4117). Los parámetros de crecimiento de *F. latimarginata* de la II Región son  $L_{\infty}=125,15$  mm (e.e. 24,19) y  $K=0,245$  año<sup>-1</sup> (e.e. 0,1224) y se consiguieron con el método de Fabens Modelo A (Tabla 3.2.7). El ajuste realizado a la información en conjunto obtenida de *F. cumingi* y *F. maxima* de la I Región entregó los siguientes resultados con el método de Fabens Modelo B  $L_{\infty}=95,73$  mm (e.e. 16,38) y  $K=0,508$  año<sup>-1</sup> (e.e. 0,1609) (Tabla 3.2.8).

En la Fig. 3.2.6 se presenta las curvas de crecimiento para las distintas especies de lapas de la I y II Región en comparación con estimaciones realizadas en la IV Región.

### **Estimación de parámetros crecimiento: Distribución de frecuencia de talla**

#### **a) *F. latimarginata***

Los resultados del análisis de frecuencia de tallas de *F. latimarginata* con MULTIFAN se resumen en la Tabla 3.2.9, que ilustra la máxima log-verosimilitud para la combinación entre el número de clases de edad y el número de parámetros estructurales que definen cada modelo de crecimiento. En el caso de la I Región, los datos de frecuencia de tallas estuvieron representados por individuos de menor tamaño que en la II Región, razón por la cual se registró un modelo con 5 clases de edad, con sesgo y cambios en la desviación estándar de la longitud con la edad

como el más parsimonioso (Modelo 4). En cambio, en el caso de la II Región, un modelo se seleccionó el Modelo 3, con 10 clases de edad presentes en los datos de frecuencia de tallas y dependencia de la desviación estándar con la edad.

Los parámetros de crecimiento indican una longitud asintótica de 100.8 mm y  $K = 0,271$  para *F. latimarginata* en la I Región, y  $L_{\infty} = 113,9$  mm y  $K = 0,173$  para *F. latimarginata* en la II Región (Tabla 3.2.10). Los parámetros de crecimiento indican tasas de crecimiento con diferencias regionales (Fig. 3.2.7). Sin embargo, se debe tener en cuenta la baja representación de tallas menores a los 65 mm de longitud en los datos de la II Región que podrían determinar una subestimación de la tasa de crecimiento, y por ende una sobreestimación del número de clases de edad presentes en los datos de frecuencia de tallas. De hecho, en el caso de *F. latimarginata* en la II Región, la primera longitud estimada por el modelo para la primera clase de edad fue de 62,5 mm comparada con la de 50,3 mm en la I Región. En consecuencia, los parámetros aquí estimados deben ser considerados como referenciales y dependientes de los datos disponibles en cada región.

#### **b) *F. maxima* y *F. cumingi***

El análisis con MULTIFAN de los datos de frecuencia de tallas combinados para *F. maxima* y *F. cumingi* se resumen en la Tabla 3.2.11. Tanto para el caso de los datos de la I Región como para la II Región, el análisis de máxima verosimilitud indica que este recurso presentó 7 clases de edad en los datos de frecuencia de tallas con cambios estructurales debido al sesgo por selección del tamaño de la longitud en la primera clase de edad como dependencia de la desviación estándar con la edad (Modelo 4).

Los parámetros de crecimiento fueron muy similares (Tabla 3.2.12), indicando que este recurso crece en longitud más rápidamente que *F. latimarginata*. En efecto, la tasa de crecimiento en función de la longitud indica que no existen diferencias regionales en el crecimiento de *F. maxima* y *F. cumingi* (Fig. 3.2.8). Al igual que *F. latimarginata*, los datos de frecuencia de tallas de *F. maxima* y *F. cumingi* en la I Región contienen individuos más pequeños que en la II Región. Esto se evidencia en términos de la primera longitud estimada, siendo de 47,5 mm en la I Región (edad relativa: 2 años) y de 65 mm en la II Región (edad relativa: 3,15 años).

*Lectura en Estructura Duras*

Las metodologías empleadas en el presente proyecto, papel de acetato y lectura en cortes, para la observación de marcas de crecimiento en las conchas de *F. latimarginata*, *F. maxima* y *F. cumingi*, no entregaron resultados satisfactorios (Fig. 3.2.9; 3.2.10). A pesar de observar algunas marcas, estas no presentan una formación regular y en muchos casos no se observan marcas a pesar de tener gran tamaño algunos ejemplares.

**Relación Longitud - Peso**

Las relaciones longitud peso de *F. latimarginata* de la I Región y para los distintos meses se presentan en la Figuras 3.2.11, 3.2.12 y 3.2.13 y los parámetros estimados con el error estándar y coeficiente de determinación en la Tabla 3.2.13, según los resultados obtenidos se encuentran diferencias significativas en la pendiente de la curva entre los meses de enero-marzo, enero-mayo, enero-junio, enero-agosto, marzo-abril, marzo-junio, marzo-julio, abril-julio, mayo y julio-agosto (Tabla 3.2.14)

En la II Región se presenta la relación longitud-peso de *F. latimarginata* de los meses de enero, marzo y junio (Fig. 3.2.14; Tabla 3.2.15), en donde no existe diferencias significativas en las pendientes entre estos meses (Tabla 3.2.16).

La relación longitud-peso mensual de los datos agrupados de *F. cumingi* y *F. maxima* de la I Región, se presentan en las Figuras 3.2.15, 3.2.16 y 3.2.17 y los parámetros estimados en la Tabla 3.2.17. Las pendientes en algunos meses son estadísticamente diferentes, siendo la diferencia del mes de enero con marzo, mayo, junio, julio y agosto, luego marzo con abril y mayo; y abril con agosto (Tabla 3.2.18).

Los parámetros de la relación longitud-peso en la II Región para *F. cumingi* y *F. maxima* se entregan en la Tabla 3.2.19 y las curvas ajustadas en la Figura 3.2.18. Se encontraron diferencias significativas entre los meses de enero y junio (Tabla 3.2.20).

### 3.3. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.3.

#### **“Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*”**

##### *Puesta en marcha de los muestreos*

Las actividades realizadas, se basaron en una primera instancia, en la identificación y selección de áreas apropiadas para el desarrollo del objetivo, la preparación y puesta en marcha de instalación de sistemas de colectores y la realización de evaluaciones directas en la zona intermareal y submareal de las áreas seleccionadas.

Como se mencionó en el desarrollo metodológico, se realizaron ajustes a la metodología con el objeto de tratar de optimizar los recursos disponibles y generar un plan de trabajo apropiado que permitiera disponer de información precisa sobre los procesos de reclutamientos en términos de intensidad, zonas y épocas por especies del género *Fissurella* en la zona norte del país.

La selección inicial de sitios fue modificada durante el desarrollo del proyecto, quedando en definitiva el sitio ubicado en el sector de caleta Pisagua y dos en la ciudad de Iquique (sector costero). En estos dos últimos sectores, sólo se trabajó en la instalación de Tuffy y evaluación directa en el sector intermareal.

La definición de los períodos de muestreo, particularmente los realizados en caleta Pisagua, fueron planificados sobre la base de las condiciones ambientales y la ubicación de los niveles de baja marea en horarios de mayor disponibilidad de luz natural. Muestreos realizados durante el período de invierno cercano a las 19:00 hrs habitualmente debieron ser suspendidos por carencia de condiciones apropiadas de visibilidad. Por otro lado, el período comprendido desde la más baja marea del día y el cambio de marea no superó los 60 minutos, período en el cual, se trató de realizar todas las actividades planificadas y cuando las condiciones ambientales fueron irregulares (8 a 9 pies de altura de ola: Fuente <http://www.buoyweather.com/wxnav6.jsp?region=CH&program=Maps>) este tiempo se vio aún más reducido. Tomando en cuenta los criterios definidos, los días efectivos de trabajo considerando solamente los horarios de bajas mareas,

quedaban reducidos entre 10 a 15 días durante el mes, los que debían coincidir con buenas condiciones de mar, situación que restringió aún más el período de tiempo disponible para realizar las actividades propuestas. En las ocasiones en que se operó bajo condiciones irregulares, no fue posible realizar todas las actividades planificadas, suspendiéndolas en la mayor parte de los casos (Tabla 3.3.1)

#### *Sitios de muestreos*

A continuación, se caracterizan los sitios de muestreo seleccionados para el presente estudio.

#### **a) Caleta Pisagua**

Sector ubicado 191 km al norte de la ciudad de Iquique. La zona seleccionada correspondió a un área de plataforma rocosa continua (Fig. 3.3.1), con una pendiente de tipo escarpada y valores que oscilan entre los 10° y 16° (Fig. 3.3.2). La zona corresponde a un sitio protegido, donde la primera transecta presenta un mayor grado de exposición al oleaje. La extensión de la banda inferior y media de la zona intermareal oscila de 3 a 5 m, con presencia de grietas y pequeñas pozas intermareales cubiertas por algas crustosas (*Corallina*), algas del género *Gelidium sp*, *Ulva sp* y cirripedios (*Jehlius cirratus* y *Balanus sp*): En la banda inferior es posible observar ejemplares de *Lessonia nigrescens*. El área de estudio presenta una superficie aproximada de 200 m<sup>2</sup>.

El sitio seleccionado en la zona submareal, corresponde a un bajarío ubicado a unos 100 m hacia el oeste del sitio muestreado en la zona intermareal. La zona se seleccionó sobre la base de la información entregada por los pescadores artesanales del sector. La zona corresponde a un bajo de forma irregular de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> sobre los cuales se dispuso las unidades de muestreo (Fig. 3.3.1).

#### **b) Sector Hotel Gavina**

Este sector se encuentra al interior de las dependencias del Hotel Gavina, presentando por todo su borde costero un acceso restringido al público. Para evaluar diferencias de acuerdo al grado de exposición al oleaje el sector fue dividido en tres zonas de muestreo (Fig. 3.3.3.A).

El sitio uno corresponde a una plataforma rocosa continua irregular, atravesado por canales intermareales que se extienden desde la banda inferior a la banda media del sitio de estudio. Este sector presenta la mayor exposición al oleaje y registra una pendiente de tipo escarpada con rangos de inclinación que oscilan entre los 10° a 13°, el ancho de las bandas inferior y medias se extienden en una franja no superior a los 3 a 4 m (Fig. 3.3.3.B)

Los sitios dos y tres (Figs. 3.3.3.C y 3.3.3.D), presentan características similares a la registrada en la primera zona, a excepción de su grado de exposición al oleaje, al encontrarse en forma perpendicular al tren de olas principal. Presenta una pendiente de tipo moderadamente escarpada con un rango de inclinación que varia entre 7° a 9°, para el sector dos y entre 10° a 13° en el sector 3.

### c) Sector Huayquique

El sector de evaluación posee una superficie aproximada de 200 m<sup>2</sup>, compuesta por una plataforma rocosa irregular, con un mayor grado de inclinación en comparación a los otros sectores seleccionado. La pendiente es de tipo escarpada con aproximadamente 16° de inclinación (Fig. 3.3.4). Esta zona, fue la que presentó mayor exposición al oleaje, registrándose las mayores dificultades para realizar los muestreos planificados.

En los tres sectores seleccionados, se realizó una inspección visual constatando la presencia del recurso objetivo.

#### *Composición de especies y estructuras de tamaños*

Para la zona intermareal de caleta Pisagua fue posible identificar durante todo el período de estudio 5 especies de lapa, siendo los recursos predominantes, las especies lapa huiro o lapa marisco (*F. maxima*) y la especie conocida como lapa sol u ocho (*F. crassa*) con un 46 y 39% de frecuencia, respectivamente (Fig. 3.3.5). Similar distribución de especies se registra en el sector ubicado en el Hotel Gavina (Fig. 3.3.5), aunque el número se reduce a 3 especies, mientras que en las muestras obtenidas en el sector de Huayquique, la especie predominante correspondió a *F. crassa*, registrándose la presencia de sólo 2 especies de lapas (Fig. 3.3.6).

El mayor número de ejemplares registrados en las evaluaciones realizadas en mayo y septiembre en el sector de Pisagua y la evaluación de septiembre en el sector del Hotel Gavina y Huayquique.

La estructura de tallas de especies presentes en el intermareal rocoso de caleta Pisagua osciló entre los 4 a 86,5 mm, correspondiendo el ejemplar de mayor longitud a la especie *F. maxima*. El mayor número de reclutas identificados durante el período de muestreo correspondió a esta especie (Tabla 3.3.2). El rango de tallas de los reclutas osciló entre los 4 a 19,6 mm, con un valor promedio de  $12,69 \pm 4,64$  mm.

Para el caso de los sectores Hotel Gavina y Huayquique, se observan diferencias significativas en el rango de tallas de las especies de lapas registradas (ANOVA,  $p < 0,0005$ ), observándose ejemplares de mayor tamaño en la zona de Huayquique (Tabla 3.3.3). El rango de tallas de los reclutas también presentó diferencia entre ambos sectores, oscilando entre 6 a 20 mm en el sector del Hotel Gavina y entre 14,1 y 18,8 mm en el sector de Huayquique.

Para la zona submareal de caleta Pisagua, se identificaron un total de 4 especies, siendo la especie predominante *F. latimarginata* y *F. maxima*, con un 62 y 19% de frecuencia respectivamente (Fig. 3.3.7).

La estructura de tallas de individuos juveniles del género *Fissurella* para el submareal de caleta Pisagua osciló entre los 20,3 y 92,3 mm. Los ejemplares de *F. maxima* presentaron una longitud promedio de  $51,12 \pm 12,23$  mm, mientras que para *F. cumingi* se registró una longitud de  $53,1 \pm 15,25$  mm y para *F. latimarginata* la longitud promedio correspondió a los  $58,6 \pm 12,01$  mm (Tabla 3.3.2).

#### *Reclutas*

El porcentaje de reclutas (ejemplares de menos de 20 mm) observado en el sector intermareal de caleta Pisagua, fluctuó entre un 2,8% a un 20% (Fig. 3.3.8). Entre los sitios de muestreo ubicados en el intermareal, se observó una mayor cantidad de reclutas en el sector de Pisagua, seguidos posteriormente por el Hotel Gavina y el sector de Huayquique. Las especies reconocidas corresponden principalmente a ejemplares de *F. maxima* y *F. crassa*. Mensualmente se observó una gran variabilidad en el porcentaje de reclutas, fluctuando entre un 0% a un 36,3%, registrándose el mayor porcentaje en el mes de abril (Fig. 3.3.9). No se observa una tendencia clara que indique estacionalidad en la cantidad de reclutas presentes en el área.

En el caso del porcentaje de reclutas observados en los sectores de Hotel Gavina (Fig. 3.3.10) y Huayquique (Fig. 3.3.11), sus valores fluctuaron entre un 0% a 56% y 0% a 16%, respectivamente. Para efectos prácticos, solo debería ser considerado para análisis, la información proveniente del sector de Gavina, pues en el sitio seleccionado en el sector de Huayquique la cantidad de lapas observadas fue más reducida y los reclutas contabilizados correspondieron a sólo 2 ejemplares.

En la zona submareal, durante todo el período de estudio, el porcentaje de reclutas sólo alcanzó al 1,3%, lo que equivale a sólo 4 ejemplares de los 294 contabilizados en la zona. Durante el mes de mayo no fue posible detectar la presencia de ningún ejemplar en las unidades de muestreos dispuestas en el sector (Fig. 3.3.12).

#### *Evaluación directa*

En la Fig. 3.3.13, se observan las densidades promedios mensuales obtenidas para la zona intermareal seleccionada en Caleta Pisagua. *F. maxima* y *F. crassa* presentaron las mayores densidades durante todo el período de estudio. Los valores de densidad de *F. maxima*, fluctuaron entre 0,03 a 0,53 ind/m<sup>2</sup>, registrándose los mayores valores entre abril y mayo para decaer a partir de agosto. Por su parte, *F. crassa* presentó un rango de fluctuación menor el cual registra valores de 0,03 a 0,3 ind/m<sup>2</sup>, observándose el mayor valor a partir del mes de septiembre.

Al analizar los patrones de densidad por rango de distribución, considerando las bandas inferior y media como principal zona de distribución espacial del recurso

para la zona de Pisagua, no fue posible determinar diferencias significativas en esta variable (ANOVA,  $p > 0,5$ ), de la misma forma, tampoco fue posible determinar diferencias significativas sobre el grado de exposición al oleaje (ANOVA,  $p > 0,5$ ). Bajo este mismo análisis y considerando las densidades de reclutas, tampoco evidenció diferencias significativas por banda de distribución (ANOVA  $p > 0,1$ ) y exposición al oleaje (ANOVA  $p > 0,05$ ).

Si bien es cierto, fue posible determinar la presencia de especies del recurso lapa en niveles superiores a los establecidos como criterio en el presente proyecto, habitualmente se trató de ejemplares juveniles ( $> 20$  mm) asociados principalmente a grietas húmedas de difícil acceso (Fig. 3.3.14). Dada la necesidad de optimizar los tiempos disponibles para la realización de las evaluaciones, las condiciones irregulares que acompañaron ciertas evaluaciones y la búsqueda acuciosa requerida para poder identificar los ejemplares reclutas, se decidió acotar la búsqueda a las bandas medias e inferior del cinturón intermareal. (Fig. 3.3.15).

La densidad de reclutas del sector correspondiente a caleta Pisagua, fluctuó entre 0,03 a 0,26 ind/m<sup>2</sup>, registrando los mayores valores entre los meses de abril y mayo (Fig. 3.3.16).

Para el caso del muestreo realizado en el sector del Hotel Gavina, las densidades registradas para las especies *F. maxima* y *F. crassa* fluctuaron entre 0,31-0,61 ind/m<sup>2</sup> y 0,27-0,51 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente. El mayor valor de densidad del recurso *F. maxima* se registró en el mes de junio, mientras que para *F. crassa* los mayores valores se observaron entre septiembre y octubre (Fig. 3.3.17). El mayor porcentaje de reclutas se registra en el mes de junio (Fig. 3.3.18), aunque este valor podría estar sobrestimado pues corresponde al mes donde se registró el menor número de ejemplares en el área de estudio ( $n = 16$ ).

El análisis en los valores de densidad media por banda de distribución y exposición al oleaje (ANOVA,  $p > 0,5$ ), tampoco evidenciaron diferencias significativas para los datos obtenidos en el sector de Hotel Gavina. Las densidades de reclutas no indican diferencias significativas por banda de distribución (ANOVA  $p > 0,5$ ) y exposición al oleaje (ANOVA  $p > 0,1$ ).

Para el caso de las densidades registradas en la zona submareal de los sectores ubicados en caleta Pisagua, las especies que presentaron las mayores densidades correspondieron a *F. latimarginata* y *F. maxima*, con valores que oscilaron entre los 0,11 y 0,66 ind/m<sup>2</sup> y 0,05 a 0,3 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente (Fig. 3.3.19). Los mayores valores de densidad se registraron entre los meses de enero a marzo del 2006. En la zona submareal sólo fue posible registrar la presencia de reclutas en los meses de enero y septiembre correspondiendo a dos ejemplares de *F. latimarginata* (Fig. 3.3.20).

Los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis nula H0: La presencia de lapas es independiente a la distribución espacial de: *Jehlius cirratus*, *Corallina officinalis* var *chilensis*, *Gelidium* sp., *Semimytilus algosus* y *Perumytilus purpuratus* a través de tablas de contingencia, entregó una asociación positiva ( $p < 0,001$ ) exclusivamente para *Jehlius cirratus* tanto para ejemplares juveniles como para reclutas.

La información referida a densidad para el sector de Huayquique, presenta una mayor deficiencia a la registrada en los otros sectores en términos de calidad y cantidad, por lo cual, no es presentada en el presente informe, existiendo un fuerte nivel de incertidumbre producto de la constante intervención de terceros en los sitios seleccionados.

#### *Definición y selección de materiales*

Como una manera de cautelar que los materiales utilizados, en las experiencias orientadas a obtener información del reclutamiento fueran los más apropiados, previo a la definición de las actividades en terreno, se efectuaron una serie de pruebas, tanto en el intermareal rocoso en la ciudad de Iquique, como en laboratorio.

Entre las primeras actividades desarrolladas, estuvo la selección y compra, de los posibles materiales que contribuirían al desarrollo del objetivo específico. De esta manera, después de la revisión y descarte de una serie de pegamentos, que de acuerdo a sus características, cumplían con los estándares para garantizar la fijación de elementos al sustrato rocoso, se seleccionó Poxilina y Sikadur 31 Hi-Mod-Gel

adhesivo epóxico para anclajes y unión de materiales. El material de fijación correspondió a placas de acrílico lijadas y otras con cinta antideslizante transparente 3M. Estas últimas fueron fijadas al sustrato utilizando los tipos de pegamento, replicando la experiencia *in situ* (intermareal rocoso de Hotel Gavina en Iquique) y en laboratorio, utilizando en este último agua de mar aireada (Figs. 3.3.21 y 3.3.22).

Los resultados dejaron en evidencia que ninguno de los pegamentos seleccionados cumplía con el objetivo de mantener las placas fijas al sustrato en condiciones naturales, ya que estas se desprendieron a los pocos días de su instalación.

Por su parte, las placas instaladas en acuario, por no estar sujetas a ningún tipo de presión, se mantuvieron por un tiempo mas prolongado. Sin embargo, al cabo de un par de semanas comenzaron a desprenderse frente a la mínima presión manual que se ejerció sobre ellas (Tabla 3.3.4).

En vista de lo anterior, se optó por utilizar un taladro percutor inalámbrico marca BOSCH modelo Heavy Duty HD GSB 14.4 VE-2 PROFESSIONAL, con baterías recargables. En este caso se hicieron pruebas, tales como, número de perforaciones por batería y jornada de trabajo, así como también se probó distintos tipos de brocas para concreto, seleccionando finalmente la de marca HILTI de 6 mm y punta de diamante para hormigón, la que se utilizó con tornillos de acero inoxidable y tarugos plásticos corrientes de la misma medida (Fig. 3.3.23).

Con este último material se instalaron de 7 a 8 placas en las bandas media e inferior del intermareal (Figs. 3.3.24 y 3.3.25). El número de placas instaladas, obedeció a los tiempos disponibles entre cambios de mareas y el período útil de las baterías del taladro percutor inalámbrico.

Por otra parte, en el submareal se instalaron placas, siguiendo la misma técnica, en rocas de un tamaño que permitiera la manipulación por parte del buzo. Estas fueron preparadas en tierra y para asegurar su ubicación posterior en el fondo, se les instaló un boyerín con pintura reflectante a cada roca, de fácil reconocimiento a media agua. Además, se fabricaron sistemas de captación de reclutas en la columna de agua, para la cual se emplearon diferentes materiales (Fig. 3.3.26 y 3.3.27).

### 3.3.1.1. Placas, colectores y boyas

Los resultados obtenidos durante los primeros meses mediante esta metodología, no fueron los esperados, existiendo una pérdida casi total del material instalado durante los primeros meses del proyecto, recuperándose en forma parcial los sistemas instalados en la zona inter y submareal (Tabla 3.3.5). Los sistemas instalados en el submareal, fueron revisados con una frecuencia mensual, siendo retirados cada 3 meses. El análisis exhaustivo de los sistemas recuperados, permitió la identificación de diversos recursos (Tabla 3.3.6), aunque en ninguno de ellos, fue posible registrar la presencia del recurso lapa (Fig. 3.3.28). Observándose la fijación de especies tales como *Jehlius cirratus*, *Colisella sp.* y *Acmaea viridula* (Fig. 3.3.29).

En los sistemas instalados en la zona submareal del sector de Pisagua, principalmente cabos y bolsas de mallas cien, empleadas habitualmente para coleccionar semillas de ostión del norte, fue posible registrar la presencia de algunas especies de importancia comercial como *Argopecten purpuratus*, *Mesodesma donacium*, *Piura chilensis* y *Loxechinus albus* y otras taxas del grupo de los ofiuroideos, poliquetos y moluscos (Fig. 3.3.30). Estos fueron observados en la revisión que se realizó de los materiales instalados en el mes de abril y agosto del 2006 (Tabla 3.3.6). El material que iba a ser retirado en el mes de noviembre, debió permanecer instalado debido a un accidente de uno de los buzos participantes de la actividad, quedando pendiente dicha labor.

En el mes de agosto, durante la revisión mensual de los materiales, se pudo observar la presencia de ejemplares de *Fissurella* adheridos a la superficie de la boya demarcatoria empleada para sostener los sistemas colectores instalados (Fig. 3.3.31). Los ejemplares obtenidos, fueron fotografiados y conservados para su revisión bajo lupa en laboratorio. Se obtuvieron un total de 31 ejemplares identificando 4 especies en total, correspondiendo las especies *F. cumingi* y *F. maxima* el principal grupo (90%) (Fig. 3.3.32).

El rango de tallas de los ejemplares reclutas recuperados osciló entre 2,2 a 17,5 mm. Los ejemplares mas pequeños corresponden a los obtenidos de la especie *F. cumingi* cuya longitud promedio correspondió a los 4,4 mm y presentó una amplitud de tallas de 2,2 a 7,3 mm (Tabla 3.3.7). El material fue nuevamente renovado,

siendo revisado durante el mes de septiembre, no registrando la presencia de ejemplares de *Fissurella* adherido a su borde (Fig. 3.3.33).

Uno de los principales problemas para la identificación de las especies recolectadas tuvo que ver con diferencias fenotípicas observadas durante los primeros períodos de vida de estos recursos, siendo necesario la revisión detallada de la escasa literatura disponible, recolectando en algunos casos un amplio espectro de tamaños para ciertos recursos como fue el caso de los ejemplares de *F. latimarginata* (Fig. 3.3.34).

### 3.3.1.2. Tuffies

Dados los magros resultados con las placas de acrílicos, y a recomendación de Subsecretaría de Pesca, se emplean métodos alternativos mediante el uso de esponjas de limpieza para cocinas (Fig. 3.3.35). Se emplearon diferentes materiales, los cuales fueron probados sobre la base de su capacidad de retención y durabilidad, empleándose materiales como esponjas tejidas mixtas Virutex Acoplast (compuestos por filamento plástico y acero laminado) y esponjas de fibra sintética Scotch-Brite 3M (Dimensiones 125 x 87 x 20 mm). Las primeras, si bien cumplían con los requisitos planteados, a los pocos días de ser instaladas dado su amplio entrelazado, tendía a desarmarse, no permitiendo la adecuada retención de las especies objetivos. Por lo tanto, se decidió el empleo de las esponjas sintéticas 3M, como material definitivo.

Los sistemas fueron fijados al sustrato rocoso por medio de un tornillo de acero inoxidable y un tarugo plástico. Antes de instalar cada esponja (Tuffy), se limpió la zona de trabajo mediante una espátula, de modo de asegurar la ausencia de cualquier especie en el área circundante y bajo la superficie del sistema (Fig. 3.3.36).

El sistema se comenzó a emplear a mediados de abril del 2006 en el sector intermareal del sitio Hotel Gavina y comienzos de junio en el sector Huayquique, revisándolos inicialmente cada 3 días. No obstante y debido a la ausencia visible de ejemplares en los sistemas tanto de lapa, como otros recursos, se prolongó el tiempo de espera a 7 días. El tiempo de residencia promedio en el caso del Hotel

Gavina correspondió a los 12 días, mientras que el sector Huayquique, correspondió a los 9 días (Fig. 3.3.37), este valor fluctuó exclusivamente debido a las condiciones ambientales, que dificultó el trabajo fluido en las zonas. La tasa de recuperación de los sistemas instalados fue irregular, fluctuando entre un 42% y 40% en promedio para los sectores del Hotel Gavina y Huayquique, respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre ambos sitios (ANOVA  $p > 0,5$ ). En los últimos meses, la recuperación de los sistemas se incrementó en relación a las actividades iniciales.

Todos los ejemplares recuperados a través de este sistema corresponden a reclutas de acuerdo al criterio definido en el presente trabajo, registrándose ejemplares a partir de junio, incrementándose su presencia entre agosto y septiembre del 2006 (Fig. 3.3.38).

Pese a que la cantidad y frecuencia de datos, no son suficientes para identificar algún tipo de estacionalidad, los registros en terreno particularmente en el sitio Hotel Gavina, permitieron observar con mayor frecuencia la presencia de ejemplares reclutas en los sitios seleccionados, asociados tanto al sistema instalado como bajo su superficie (Fig. 3.3.39) a partir de agosto y principalmente septiembre.

La composición de especies, al igual que lo registrado en la evaluación directa, esta conformada principalmente por las especies *F. crassa* y *F. maxima* (Tabla 3.3.7), no obstante, al comparar los rangos de tallas observados para ambos métodos, se observan diferencias significativas en el valor promedio general (Prueba t,  $p < 0,001$ ), obteniendo los ejemplares de menor tamaño en las muestras analizadas de los Tuffy.

#### *Indice de reclutamiento.*

La información generada a través del método empleado, se considera una aproximación a la situación que experimenta el reclutamiento de lapas en la zona norte del país.

Al emplear como primer criterio de evaluación de índice de reclutamiento, aquellos ejemplares iguales y menores a 20 mm, se observó que su baja presencia (0,12%), no permitía realizar una buena estimación de la variable de interés. La escasa representatividad de esta fracción de la población, podría estar relacionado por un lado, a la calidad del muestreo desarrollado, la zona de muestreo considerada para dicha actividad y la acuciosidad empleada por parte de los observadores, en la obtención de los ejemplares con que se construyó la estructura de tamaños de la evaluación. Se debe tomar en cuenta, que habitualmente dicha información es recopilada por los mismos pescadores artesanales en cada área de manejo. Sin embargo, este bajo porcentaje, no puede ser atribuible exclusivamente a estas variables, pues durante la ejecución del presente estudio, en una zona de trabajo con características similares a las evaluadas por los pescadores artesanales al interior de las áreas de manejo, el porcentaje de reclutas identificados fue extremadamente bajo, a pesar de la exhaustiva búsqueda realizada en la zona de estudio por buzos especializados, lo que podría indicar que la fracción de reclutas considerados bajo criterio, principalmente para los recursos *F. latimarginata* y *F. cumingi*, presentaría una distribución más asociada al submareal somero.

Por ello y al igual que el trabajo desarrollado por Morgan *et al.* (2000) se empleó como criterio para la estimación del índice de reclutamiento, aquella fracción de ejemplares bajo la talla mínima legal establecida para el recurso.

El análisis espacio-temporal del índice de reclutamiento, sugiere la existencia de variaciones espaciales a lo largo de la costa de la I y II regiones, la cual podría estar condicionada por eventos locales de carácter endógenos o exógenos, presentando ciertos núcleos de importancia en las áreas ubicadas al sur de la ciudad de Iquique (Fig. 3.3.40), y hacia el norte de la ciudad de Tocopilla (Fig. 3.3.41). Por otro lado, al comparar las fluctuaciones de este índice interanualmente, es posible evidenciar un nivel de variación mucho mayor que el observado a una escala espacial (Fig. 3.3.42), alcanzando en algunos casos una diferencia de hasta dos ordenes de magnitud, lo que permitiría inferir que los procesos de mayor escala que afectan un período particular, presentarían un impacto más significativo sobre la población total, que los fenómenos que ocurren a escala local.

Por otra parte, al analizar las variaciones espaciales de la densidad promedio del recurso lapa, a lo largo de la costa de la I y II regiones, en las áreas de manejo durante los últimos 5 años (Fig. 3.3.43 y 3.3.44), no se puede observar un patrón definido que sugiera una distribución similar al observado con el índice de reclutamiento. Esto podría estar relacionado con múltiples factores, que incluyen entre otros, la antigüedad del área y periodicidad en la toma de información al interior de los sectores. Es así, que al tratar de correlacionar el índice de reclutamiento versus la densidad promedio al interior de cada área de manejo para cada sitio y período en particular (Fig. 3.3.45), no es posible, establecer una relación clara entre estas dos variables. Sin embargo, al graficar el índice de reclutamiento anual, versus la densidad promedio para toda la zona de estudio, es posible observar un desfase en la densidad, posiblemente vinculada a la intensidad de reclutamiento anual del período inmediatamente anterior (Fig. 3.3.46).

Finalmente, se ha descrito que el reclutamiento de especies bentónicas, se encuentra fuertemente influenciado por eventos oceanográficos de micro y macroescala. Es así, que es posible encontrar una correlación positiva entre el índice de oscilación del sur versus el índice de reclutamiento relativo obtenido en el presente proyecto (Fig. 3.3.47).

### 3.4. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.4.

**“Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*”**

#### **a) *F. latimarginata***

Las estimaciones de M para *F. latimarginata* en la I Región fluctuaron entre 0,29 y 0,40 año<sup>-1</sup> al considerar sólo la incertidumbre correlacionada de los parámetros de entrada, con coeficientes de variación entre 20,4 y 29,7 %. La precisión disminuye al considerar el error de predicción de cada modelo empírico, generando coeficientes de variación de hasta 69,6 % como el caso del método basado en Alverson y Carney (1975) (Tabla 3.4.1, Fig. 3.4.1). A pesar de lo anterior, los estimados de tendencia central se mantienen, y al obtener un estimado combinado ponderando por el inverso de la varianza, la tasa de mortalidad natural de *F. latimarginata* en la I Región es de 0,3 año<sup>-1</sup>. En este estimado se prefiere el uso de un solo decimal ya que los límites de confianza son amplios. Por otra parte, y considerando que solamente el método de Brey y Gage (1997) está basado en invertebrados bentónicos, se puede considerar M = 0,4 año<sup>-1</sup> como valor de compromiso para *F. latimarginata* de la I Región.

En el caso de *F. latimarginata* en la II Región, la aplicación de los modelos empíricos muestran que la incertidumbre en los parámetros de entrada genera coeficientes de variación que fluctuaron entre 17,9 y 34,8 % con valores de M entre 0,34 y 0,51 año<sup>-1</sup> (Tabla 3.4.2). Al agregar el error de predicción de los modelos, los coeficientes de variación se incrementan notablemente (Tabla 3.4.2, Fig. 3.4.2 y 3.4.3). No obstante, el valor de tendencia central se mantiene, y al obtener un promedio ponderado por el inverso de la varianza de cada método se logra un estimado de M = 0,4 año<sup>-1</sup>. Un valor de compromiso para M podría también estar basado sólo en el método de Brey y Gage (1997) y sería M = 0,5 año<sup>-1</sup>.

**b) *F. maxima* y *F. cumingi***

*F. maxima* y *F. cumingi* presentan un crecimiento en longitud más rápido que *F. latimarginata* y, por ende, la tasa de mortalidad natural es más alta. En efecto, el promedio de los valores alternativos e igualmente probables revela valores que fluctuaron entre 0,6 y 1,1 año<sup>-1</sup>, con coeficientes de variación de entre 15 y 26 % asociado a la incertidumbre de los parámetros de entrada y de entre 21 y 67 % al incluir el error de predicción (Tabla 3.4.3, Fig. 3.4.4). El valor promedio ponderado por el inverso de la varianza indica un valor de  $M = 0,7$  año<sup>-1</sup> para *F. maxima* y *F. cumingi*. Al igual que en los casos anterior, se puede también considerar el resultado del método de Brey y Gage (1997) como valor de compromiso, *i.e.*  $M = 1$  año<sup>-1</sup>.

### 3.5. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.5.

**“Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella spp.*”**

En la aplicación del modelo de evaluación estático estructurado por longitudes, se asume una población cerrada a la migración, que la tasa de mortalidad natural y por pesca ocurren simultáneamente dentro del año, que las características de explotación definen dos unidades de población diferentes localizadas en la I y II Regiones.

El desembarque de lapas en la I y II Regiones en el periodo 1990-2005 se muestra en la Fig. 3.5.1, en la que se observa que los mayores registros de desembarque se producen en la II Región. El desembarque promedio en los últimos cinco años (2001-2005) es de 104,5 t en la I Región y de 764,2 t en la II Región. Para el 2006, y considerando que el modelo de evaluación es estático y representa una condición promedio, se asumió un desembarque de 88 ton de *F. latimarginata* para la I Región, y de 642 t para la II Región según la proporción de esta especie en el monitoreo de las capturas (i.e. 84%). En el caso de *F. maxima* y *F. cumingi*, se asume que en el desembarque promedio estas especies contribuyen con el 16% restante (17 t en la I Región, y 123 t en la II Región).

#### **a) *F. latimarginata***

##### **I Región**

Los parámetros de crecimiento utilizados en el modelo de evaluación son aquellos obtenidos de los datos de marcaje-recaptura. La tasa de mortalidad natural (M) fue asumida en  $0,3 \text{ año}^{-1}$ , de acuerdo con el valor promedio ponderado y por ser el más conservativo. La relación longitud-peso utilizada corresponde a la obtenida en este estudio.

En el proceso de estimación se asume un coeficiente de variación de 10% para el desembarque y un tamaño de muestra de 200 ejemplares para las funciones de log-verosimilitud. Los parámetros estimados fueron:  $F_c = 1,34 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{50} = 56,9 \text{ mm}$ ,  $L_{95} = 68,4 \text{ mm}$ , y la abundancia terminal en 8,8 individuos. El ajuste del modelo a

los datos observados fue satisfactorio, particularmente en el desembarque promedio y la composición por tallas en las capturas del 2006 (Fig. 3.5.2).

Los parámetros estimados definen los resultados que se resumen en la Tabla 3.5.1, donde se comunica los valores para el patrón de explotación, mortalidad por pesca y total, abundancia promedio, biomasa promedio y la biomasa media vulnerable. Para un desembarque promedio de 88 t de *F. latimarginata* en la I Región, la abundancia promedio es de 33,3 millones de individuos que equivalen a una biomasa promedio de 328 t y de las cuales 149 t son vulnerables. El patrón de selectividad o vulnerabilidad a la pesca por talla, indica que *F. latimarginata* en la I Región tiene una probabilidad de 50% de ser captura a los 56,9 mm de longitud (Fig. 3.5.3).

## II Región

Se utilizó los parámetros de crecimiento obtenidos de los datos de marcaje-recaptura, y una tasa de mortalidad natural (M) igual a  $0,4 \text{ año}^{-1}$ , de acuerdo con el valor promedio ponderado. La relación longitud-peso utilizada corresponde a la obtenida en este estudio.

Al igual que para la I Región, el proceso de estimación consideró un coeficiente de variación de 10% para el desembarque y un tamaño de muestra de 200 ejemplares para las funciones de log-verosimilitud. En este caso, los parámetros estimados fueron:  $F_c = 1,405 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{50} = 74,9 \text{ mm}$ ,  $L_{95} = 87,1 \text{ mm}$ , y la abundancia terminal en 10022 individuos. El ajuste del modelo a los datos de composición por tallas en las capturas del 2006 se muestra en la Fig. 3.5.4.

El resumen de la evaluación se presenta en la Tabla 3.5.2. En este caso, para un desembarque promedio de 642 t de *F. latimarginata* en la II Región, la abundancia promedio es de 69,1 millones de individuos que equivalen a una biomasa promedio de 1378 t y de las cuales 457 t son vulnerables. El patrón de selectividad o vulnerabilidad a la pesca por talla, indica que *F. latimarginata* en la I Región tiene una probabilidad de 50% de ser captura a los 74,9 mm de longitud (Fig. 3.5.5).

**b) *F. maxima* y *F. cumingi***

Para el caso de *F. maxima* y *F. cumingi*, se utilizó los parámetros de crecimiento provenientes del marcaje y recaptura obtenidos en este estudio. La tasa de mortalidad natural fue de  $0,7 \text{ año}^{-1}$ , y los parámetros de la relación longitud-peso obtenidos en este estudio.

**I Región**

El ajuste del modelo a los datos de composición por tallas se resume en la Fig. 3.5.6. Los parámetros estimados fueron  $F_c = 0,63 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{50} = 70,1 \text{ mm}$ ,  $L_{95} = 89,3 \text{ mm}$ , y una abundancia terminal de 2643,8 individuos. Estos parámetros definen la evaluación que se resume en la Tabla 3.5.3. En este caso, para un desembarque promedio de 17 t de *F. maxima* y *F. cumingi* en la I Región, la abundancia promedio es de 3,1 millones de individuos que equivalen a una biomasa promedio de 54 t y de las cuales 27 t son vulnerables. El patrón de selectividad o vulnerabilidad a la pesca por talla, indica que *F. latimarginata* en la I Región tiene una probabilidad de 50% de ser captura a los 70,1 mm de longitud (Fig. 3.5.7).

**II Región**

Para *F. maxima* y *F. cumingi* de la II Región se mantuvo los parámetros biológicos, cambiando sólo la composición por tallas y el desembarque promedio. Al contrastar las salidas del modelo con los datos observados se observó un buen grado de ajuste de la composición por tallas y desembarque (Fig. 3.5.8).

Los parámetros estimados fueron  $F_c = 0,68 \text{ año}^{-1}$ ,  $L_{50} = 76,1 \text{ mm}$ ,  $L_{95} = 89,4 \text{ mm}$ , y una abundancia terminal de 21390,5 individuos. Estos parámetros definen la mortalidad, abundancia y biomasa resumida en la Tabla 3.5.4. Para un nivel de desembarque promedio de 123 t, la abundancia promedio estimada fue de 24 millones de individuos, equivalentes a una biomasa promedio de 452 t de las cuales 180 t serían explotables por los pescadores. El patrón de selectividad a la talla, indica que en la II Región *F. maxima* y *F. cumingi* comienzan a ser capturadas con una probabilidad de 50% a los 76,1 mm (Fig. 3.5.9).

### 3.6. RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 1.2.6.

**“Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella spp.* en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la I y II Regiones”**

#### Estado de situación

##### **a) *F. latimarginata***

Para el análisis de la situación se calculo el rendimiento y biomasa por recluta (Fig. 3.6.1), a partir de las cuales se estimó las mortalidades por pesca de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$  (Tabla 3.6.1). La curva de rendimiento por recluta indica que la mortalidad por pesca actual supera los niveles de mortalidad de referencia. En efecto, la mortalidad por pesca actual aplicada a *F. latimarginata* es de 1,34 y 1,40 año<sup>-1</sup> para la I y II Regiones, respectivamente. En tanto, el  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$  son del orden de 0,24 para la I Región y 0,4 para la II Región (Tabla 3.6.1). A su vez, la curva de rendimiento por recluta de *F. latimarginata* en la I Región indica una pesca más concentrada en la fracción juvenil, situación que se evidencia en la talla de primera captura asociada al 50% de probabilidad de selección.

En consecuencia, se pudo establecer que la situación actual del recurso *F. latimarginata* está siendo sometida a altos niveles de explotación que podrían determinar una sobrepesca por crecimiento en la I Región, y probablemente una sobrepesca por reclutamiento en la II Región. No obstante, tal situación debería corregirse en la I Región tratando de que se respete la talla mínima legal de extracción. A su vez, se requiere iniciar las acciones que permitan reducir la intensidad de pesca.

##### **b) *F. maxima* y *F. cumingi***

En el caso de *F. maxima* y *F. cumingi* se utilizó los mismos parámetros biológicos para la I y II Regiones, diferenciándose solamente en términos de la selectividad o patrón de explotación a la talla. En este sentido, las curvas de rendimiento y biomasa por recluta fueron similares entre la I y II Regiones (Fig. 3.6.2), como también los niveles de mortalidad por pesca de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$  (Tabla 3.6.2).

La situación de *F. maxima* y *F. cumingi* es diferente a la de *F. latimarginata*. En efecto, la mortalidad por pesca actual es menor o igual que los niveles de mortalidad por pesca recomendables (Tabla 3.6.2). A su vez, aunque en la I Región *F. maxima* y *F. cumingi* comienzan a ser capturadas a una talla levemente inferior que en la II Región, las curvas de rendimiento no indican la probabilidad de sobrepesca por crecimiento. En este contexto, se puede decir que el recurso *F. maxima* y *F. cumingi* están siendo explotados plenamente por los pescadores.

### **3.7. TALLER DE DIFUSION**

El día 6 de diciembre del 2006 se realizó en la ciudad de Iquique el Taller de difusión contemplado en el proyecto. Se cursaron invitaciones al Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Pesca, Fondo de Investigación Pesquera, Servicio Nacional de Pesca, Universidades y representantes de los pescadores artesanales de la I y II Región y público en general. En representación del FIP asistió el señor Rubén Pinochet P.

En términos generales el taller se desarrollo sin grandes cuestionamientos a la metodología y resultados obtenidos, se aclararon dudas y se profundizaron en algunas metodologías empleadas.

A los asistentes les llamó la atención el nivel de explotación en que se encuentra la pesquería, en virtud de los altos porcentajes de ejemplares bajo talla existentes en las capturas de la I Región principalmente, según lo expuesto por L. Cubillos y la presentación de V. Baros en lo referido a estructura de talla. Se pone acento en el tema de fiscalización, la que resulta deficiente respecto a esta pesquería.

Se puso sobre el tapete también problemas asociados a la estadística oficial, la que no refleja fielmente la realidad de esta pesquería.

## **4. DISCUSION**

### **4.1. Pesquería**

Bajo el análisis de la información oficial y la generada por el proyecto, se pudo establecer que la pesquería de lapa, representa una actividad pesquera alternativa en períodos críticos de la actividad extractiva de recursos bentónicos que se explotan en áreas de libre acceso principalmente erizo, locate y pulpo, ya que sus desembarques manifiestan una tendencia al alza en los meses en que éstos últimos son sometidos a períodos de restricción extractiva (vedas). Sin embargo, no se puede plantear lo mismo al relacionarla con la pesquería del recurso loco, básicamente por el régimen de extracción (AMERB) en que se encuentra encasillado éste último en la macro zona norte.

Por otra parte resulta válido considerar al recurso lapa como fauna acompañante, toda vez que los desembarques, mantienen volúmenes relativamente constantes en el tiempo, una fracción importante de éstos está asociada a la extracción de otros recursos, siendo la especie lapa, en la mayoría de los casos, considerada como recurso secundario.

La situación queda mejor graficada al contrastar el número total de viajes realizados por la flota monitoreada y el número de viajes con el recurso lapa, los que en promedio no sobrepasan el 20%, sin considerar que el direccionamiento del esfuerzo de pesca está orientado en primer lugar a otras especies, como erizo, locate y pulpo, obviamente en los períodos de apertura de veda. Particularmente para el período de estudio se observó un incremento en los desembarques de lapa coincidente con los períodos de veda del locate y pulpo (abril-junio) y luego a partir de septiembre cuando se concentran las vedas locate, erizo y pulpo.

Por otra parte, el precio en el mercado internacional es un factor relevante y gravitante, el que gatilla significativamente el interés en la extracción por parte de los pescadores, situación que queda en evidencia en el año 2004, donde de un año a otro se produce un incremento en el precio de la tonelada de producto terminado (línea de elaboración conserva) en casi un 5%, situación que se ve favorecida también por un alza sostenida del dólar.

No obstante, en el 2005 el precio descendió considerablemente y con él los desembarques. Esta situación es coincidente con lo planteado por Brown *et al.* (1997), quien señala que “*los desembarques tienden a aumentar en primavera por condiciones climáticas favorables, sin embargo debido a la dinámica de comercialización y exportación los desembarques varían de año en año*”.

Según la información registrada en cuanto a desembarques, es evidente que en la II Región la pesquería de lapa posee mayor importancia relativa, presentando desembarques compuestos principalmente por tres especies, *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima*, con tallas que en su mayoría sobrepasan los 65 mm, no así en la I Región, donde son las mismas especies, los porcentajes de ejemplares bajo talla son considerablemente altos y suponen una sobreexplotación del recurso, sin respeto de las medidas de administración vigentes. Al respecto cabe mencionar que existen diferencias significativas (ANOVA  $p < 0,001$ ) entre las talla de ambas regiones, siendo mayores las de la segunda. El mismo análisis a nivel de caleta, deja en evidencia que esta tendencia se manifiesta desde Caleta San Marcos al sur.

A nivel de Chile central el esfuerzo se ejerce sobre 8 especies, siendo las más representativas, al igual que la zona norte, *F. latimarginata* y *F. cumingi*. En contraste, en la zona sur la pesquería está sustentada principalmente por tres especies, *F. costata*, *F. nigra* y *F. picta* (Bretos *et al.*, 1988, *fide*: Brown, *et al.* 1997).

Por otra parte la extracción del recurso provenientes de áreas de manejo, no ha significado un aporte importante al desembarque, debido a que el recurso, pese a estar considerado dentro de las especies principales, no ha presentado cuotas que lo hagan atractivo para realizar negocio, además de los bajos precios del mercado, quedando supeditado nuevamente a la extracción que proviene de las áreas históricas, vale decir, las organizaciones de pescadores artesanales que están operando bajo este régimen de administración no han tenido un desarrollo económico importante atribuible a las cosechas del recurso lapa.

Otro factor importante en la pesquería de lapa a nivel de la macro zona norte, es la importancia relativa que existe en los desembarques del recurso en la II Región, respecto de la región de Tarapacá. Si bien en ambas regiones los desembarques se

mantienen durante todo el año, los volúmenes entre regiones son considerablemente diferentes, abarcando la II Región, más del 80% de los desembarques. Así mismo, esta región, en conjunto con la IV y X regiones, aporta por sobre el 70% de los desembarques nacionales.

Las líneas de elaboración con que se está exportando el recurso, son básicamente conserva, congelado, fresco enfriado y deshidratado. Sin embargo, a la luz de las estadísticas oficiales la producción pareciera ser monoespecífica, destacando por sobre todas las líneas de elaboración, la conserva. En este sentido cabe destacar que el precio en el mercado internacional de la tonelada de conserva mantiene un valor promedio (US\$ 8.500/t) que no difiere significativamente del congelado y fresco enfriado, no así de la línea de elaboración deshidratado, la que alcanza un valor por sobre los US\$ 120.000/t. En consecuencia, se plantea como tesis asociada al mercado que lo que prima en las exportaciones es el valor de tonelada de producto según línea de elaboración y la preferencia por parte de los países de destino.

#### **4.2. Anillos en la concha**

En relación a la determinación de edad en moluscos generalmente se utilizan anillos de crecimiento externos o internos, la principal dificultad encontrada con respecto a esto es originada por la incapacidad de distinguir entre anillos de perturbación y aquellos de origen anual. Los anillos de perturbación son producidos por varias irregularidades medioambientales como mareas, marejadas, desoves, desplazamiento o perturbaciones antropogénicas, estos generalmente son menos prominentes y generalmente no se encuentran completamente en círculo en la concha (Richardson, 2001).

Tradicionalmente los anillos de crecimiento o *annuli* en la superficie de las conchas son empleados como un instrumento para establecer la edad en moluscos, estos anillos representan períodos de cese en el crecimiento y son asociados generalmente con periodos fríos o calidos (Richardson, 2001), en animales pequeños las líneas de crecimiento pueden ser vistas en la superficie externa de la concha, pero en especímenes más viejos estas pueden estar muy juntas por lo cual el reconocimiento individual puede hacerse dificultoso (Witbaard *et al.*, 1997), de

acuerdo a esto nos puede conducir a sub o sobre estimar la edad, para ello las bandas de crecimiento interno pudieran ser una mejor alternativa para determinar la edad. En el caso de moluscos bivalvos este método ofrece una alta resolución en estudios de crecimiento ya que son mas definidas y mas fáciles de contar en la estructura de la concha (Seed, 1980). Aunque estudios de anillos de crecimiento para determinar la edad en moluscos es muy estudiado, es aun limitado en moluscos gastrópodos, *e.g.*, en *Haliotis rubra* se encontró que las marcas que forman no correspondían a un ciclo anual (McShane y Smith, 1992). En el presente estudio fue imposible distinguir marcas que entregaran un reflejo del crecimiento del género *Fissurella*, uno de los factores es la presencia de poliquetos que horadan la concha impidiendo por ejemplo que se grabe el papel de acetato y en la observación directa de los cortes, a pesar que se observan formación de marcas estas no presentan una periodicidad determinada. Las metodologías que se emplearon en el presente estudio corresponden a métodos estándar utilizados en moluscos, por lo que el no encontrar un patrón de formación de marcas, pensamos que no pasa por la metodología si no que debido a la naturaleza de formación de marcas de estos animales. Por lo que se sugiere en futuros estudios, realizar lecturas de conchas a nivel microestructural y relacionarlos con las marcas externas de la concha, asi como lo realiza Bretos (1980) en *F. crassa* en donde determina edad por medio de la identificación externa de los anillos en la concha. Aunque en el presente estudio se intento identificar anillos externos, esto fue muy dificultoso debido a la gran cantidad de epibiontes presentes en la concha de los animales.

La cesación de actividad en moluscos puede causar una discontinuidad de crecimiento identificable en la concha, las discontinuidades a menudo ocurren durante el invierno. Algunos factores ambientales y endógenos influyen la actividad en moluscos, y tales factores no necesariamente actúan regularmente, aún en ciclos anuales, por lo que el número de discontinuidades por año puede variar entre poblaciones, debido a la actividad reproductiva, movimientos y tasa de crecimiento.

Adlerstein (1982), indica que en moluscos gastrópodos las microestructuras de crecimiento son menos desarrolladas, dificultando la observación en papel de acetato. Kennish *et al.* (1980), señala que el tiempo de corrosión es crucial para el

grabado del papel de acetato, de acuerdo a los aspectos mencionados en la metodología, para ello se experimentó con varios tiempos de corrosión desde algunos segundos llegando hasta los 40 minutos, la concentración del ácido pudiese jugar un aspecto relevante, siempre y cuando las conchas estén libres de poliquetos, los cuales horadan la concha.

#### 4.3. Parámetros de crecimiento

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento mediante los datos marcaje, en las especies analizadas, se encuentran dentro de las estimaciones realizadas en estas especies Brown *et al.* (1997), así como también los parámetros estimados mediante el análisis de las distribuciones de frecuencias de talla.

Uno de los supuestos de usar marcaje para conocer el crecimiento, es que la marca no afecte la tasa de crecimiento, se intentó en lo posible evitar que la marca pudiera influir en el crecimiento de las lapas, por ello que se desecharon las dos primeras marcas (el uso de masilla epóxica y orificio en la concha). La variación en la tasa de crecimiento individual, para individuos de un mismo tamaño, sería una característica común a varios gastrópodos y entre ellos *F. crassa* (Bretos, 1980), estas variaciones se deben tanto a factores endógenos como exógenos, *e.g.*, crecimiento diferenciado por sexo, variación de una localidad a otra, tipo y calidad del alimento, entre otros.

Otro supuesto importante que hay que tener en cuenta en estudios de marcaje-recaptura, es que exista la misma probabilidad de recapturar a individuos de distintos tamaños, ya que si se capturan ejemplares más grande se tenderá a sobreestimar el crecimiento (Wang, 1999). En el presente estudio se intentó de marcar y recapturar a individuos de distintos tamaños.

El criterio de información de Akaike (AIC sigla en inglés) es un buen índice para seleccionar el modelo más parsimonioso, es decir, el modelo que mejor explica la variación en los datos mientras menos parámetros use.

#### 4.4. Reclutamiento

Las comunidades intermareales constituyen organizaciones complejas en donde las poblaciones de especies interactúan entre sí y cuyas abundancias locales esta determinadas por las interacciones existentes entre ellas (Vargas, 1995). Los moluscos gastrópodos del género *Fissurella* en las costas de Chile son importantes, tanto por su participación en la estructuración de comunidades del litoral rocoso (Moreno y Jaramillo 1983; Oliva y Castilla, 1986), como por su aporte a la pesquería artesanal (Osorio *et al.*, 1979; Duran *et al.*, 1987; Bretos, 1988).

Ha sido ampliamente reconocido por ecólogos marinos, la importancia que puede presentar, las variaciones espaciales y temporales del asentamiento y reclutamiento de nuevos organismos sobre la estructura dinámica de poblaciones bentónicas y, asimismo, en la útil aplicación de estrategias de manejo para especies explotadas comercialmente (Caley *et al.*, 1996; Martínez y Navarrete, 2002). Sin embargo, los procesos específicos y mecanismos por la cual, las larvas de especies bentónicas retornan a los hábitat de adultos después de su vida pelágica, están escasamente comprendidos y en la mayor parte de las especies inexploradas (Navarrete *et al.*, 2002).

Los resultados del presente proyecto entregan un esbozo primario de la dinámica de reclutamiento en especies del género *Fissurella* en el norte de Chile. Pese a que las evaluaciones directas de la zona intermareal no permitieron definir claramente una estacionalidad en el proceso de reclutamiento, el método indirecto empleado a través de la utilización de esponjas de fibras sintéticas similares a los tuffy (The Clorox Company, Oakland, California, USA) elemento ampliamente empleado en la evaluación del asentamiento de algunas especies bentónicas, (Conolly *et al.*, 2001; Martínez y Navarrete, 2002; Navarrete *et al.*, 2002; Phillips, 2006, Narváez *et al.*, 2006), permitieron sugerir cierta estacionalidad en el reclutamiento para el período primavera-verano en estas especies intermareales. Bretos *et al.* (1983), señala dos períodos reproductivos para *F. maxima*, un desove primario entre noviembre y diciembre y otro secundario entre julio y agosto. González *et al.* (1991), encuentra altas densidades de post asentados a fines de diciembre, mientras que Vargas (1995) determina para *F. picta* en la zona de Mehuín, una temporada de asentamiento amplia (octubre-mayo), con múltiples pulsos de desove,

encontrándose post asentados durante todo el período de estudio. En definitiva, se observa una amplia variabilidad en términos de intensidad del reclutamiento dependiendo del sitio de estudio, frecuencia de muestreo y hábitat considerado como zona de asentamiento o reclutamiento, pero los diversos estudios, sugerirían a los períodos de primavera-verano como temporada de asentamiento para las diversas especies de *Fissurella* para las costas de Chile, a pesar de su amplitud y de las variadas condiciones climáticas que afectan la zona intermareal en el norte y sur (Vargas, 1995).

Para el caso de los recursos *F. latimarginata* y *F. cumingi*, evaluados en la zona submareal, no fue posible identificar la presencia constante de reclutas en el sitio analizado. Indirectamente, se observó en el período abril-agosto en los sistemas artificiales ubicados sobre la superficie de la zona de muestreo, la presencia de reclutas de estas especies, mientras que en el mismo período en la zona intermareal, los reclutas identificados correspondieron principalmente *F. maxima* y *F. crassa*, por lo que el reclutamiento de estas especies a pesar de estar disponibles en el ambiente no ocurriría en la zona de la banda media e inferior considerado en el sitio de estudio. Brown *et al.* (1997), identifica para la zona de Antofagasta, un desfase de 1 a 2 meses en relación con períodos de evacuación gamética, registrando un incremento del asentamiento de reclutas de *F. latimarginata* y *F. cumingi* durante los meses de primavera-verano y un período de menor asentamiento durante invierno.

La composición y distribución de especies muestra concordancia con los antecedentes bibliográficos disponibles (Oliva y Castilla, 1986; Olivares *et al.*, 1998; Guzmán *et al.*, 1998), observándose una distribución diferencial entre las especies que sustentan principalmente la pesquería bentónica (*F. latimarginata* y *F. maxima*) y otros recursos de mayor importancia ecológica. El hecho de no haber determinado una presencia importante de reclutas en las poblaciones submareales, constituye un elemento ya descrito para *Concholepas concholepas* en la zona centro y sur de Chile (Lepez y Moreno 1988; Stotz *et al.*, 1991).

En relación a los materiales artificiales empleados tanto en la zona submareal como intermareal, si bien no dieron los resultados esperados, permitieron la identificación de otras especies en la zona de estudio y en el caso particular de las esponjas de

fibra plásticas usadas en el intermareal, determinar cierta tendencia en los procesos de reclutamiento de especies de lapas en la zona intermareal. Estas esponjas plásticas marca Scotch-Brite utilizadas como símiles de los tuffy empleado para evaluar el asentamiento de loco en la estación costera de Las Cruces (Martínez y Navarrete, 2002), permitió principalmente disponer de una superficie de resguardo y protección a las especies juveniles y reclutas presentes en el sector, entregando información complementaria que permitió registrar tendencias, observándose ejemplares de menores tamaños que los observados a través de métodos de evaluación directa.

El hecho de no encontrar diferencias significativas en el área de distribución de reclutas, ni por grado de exposición al oleaje, ni en función de la banda de distribución intermareal, no constituye un resultado completamente incomprensible, pues el diseño de muestreo empleado, privilegio horas de muestreo donde el recurso tendió a protegerse de la acción de depredadores, distribuyéndose principalmente en zonas de difícil acceso y con humedad apropiada. Por ejemplo, se ha descrito para *F. crassa* un ritmo de actividad asociado al ciclo día-noche, ubicándose generalmente en grietas durante el día (Bretos, 1978), y por ser herbívoros ramoneadores, su comportamiento rítmico, podría estar relacionado con estrategias para evadir a sus depredadores visuales, evitar la desecación y el desprendimiento del sustrato durante el proceso de alimentación (Pino *et al.*, 1994). Jara y Moreno (1983) y Moreno *et al.* (1984), describen este mismo comportamiento para *F. picta* en las costas del sur de Chile.

Autores como Bretos y Chihuailaf, (1990); González *et al.* (1991); Olivares *et al.* (1998); y López *et al.* (1998), plantean que la presencia de recientemente asentados, reclutas y juveniles estaría correlacionado a la presencia de determinados tipos de ambientes y especies. No obstante, Vargas (1995), demuestra que la distribución de ejemplares asentados de *F. picta* y *F. nigra* (individuos  $\leq 5$  mm) ocurre indistintamente en diferentes tipos de sustratos y ambientes, siendo probable, que este se produzca al azar y exista migración hacia hábitat favorables para el desarrollo de post-asentados, de igual forma, creemos que la distribución de reclutas (individuos  $\leq 20$  mm) también sería azarosa, donde la variable más importante es la disponibilidad de zonas de refugio que permita la

adecuada protección durante los períodos de bajas marea y desecación en el día. Para el caso del reclutamiento de *F. latimarginata* y *F. cumingi*, es muy probable que la zona considerada como área de muestreo, no hubiese sido la apropiada, siendo necesario extender el sitio de evaluación hacia la zona submareal somera.

Por otro lado, es importante destacar la aproximación empleada a través del índice de reclutamiento, el cual a través de la utilización de información proveniente de las evaluaciones en áreas de manejo, permitió obtener una visión general a una macroescala sobre el comportamiento del reclutamiento en la zona norte de Chile. Esta valiosa información, se basó en los datos recopilados a través de los estudios de situación base y proyectos de seguimientos de las áreas de manejo que operan entre la I y II regiones. No obstante, la falta de protocolos similares y en algunos casos la deficiente toma de información hizo necesario prescindir de algunos datos analizados, haciendo poco comparables los resultados, particularmente en las áreas ubicadas al sur de la II región. Por ello, se hace necesario estandarizar o definir criterios mínimos de trabajo de modo de mejorar la calidad de información disponible y permitir que esta información cumpla con uno de los objetivos planteados para este régimen de administración "Incrementar el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas bentónicos" (Subsecretaría de Pesca, 2000).

En términos de los resultados propiamente tal, es ampliamente reconocido que la conexión entre eventos oceanográficos y el transporte larval puede variar enormemente entre localidades (Broitman *et al.*, 2005), donde esta variabilidad espacial en los procesos de transporte lleva grandes implicancias en la persistencia de poblaciones bentónicas costeras (Wing *et al.*, 1995), el manejo de recursos marinos y el diseño de redes de reservas marinas (Gaines *et al.*, 2003; Kinlan y Gaines, 2003). Los resultados muestran claramente la existencia de esta gran variabilidad local, pero un comportamiento generalizado de la población a gran escala, el cual estaría fuertemente influenciado por procesos oceanográficos, aunque este, probablemente no sea el único factor que interactúe e influya en el éxito o intensidad del proceso de reclutamiento de un año determinado. Este antecedente no constituye un elemento nuevo pues, esta relación ha sido mencionada para algunas especies de importancia ecológica en ambientes intermareales (Connolly y Roughgarden, 1999; Connolly *et al.*, 2001; Schiel 2004;

Navarrete *et al.*, 2002; Narváez *et al.*, 2006), aunque pocas veces se ha relacionado a especies de importancia comercial (Ebert *et al.*, 1994; Morgan *et al.*, 2000).

#### 4.5. Sobre el modelo de evaluación

La aproximación metodológica aquí empleada para evaluar a los recursos lapa de la I y II Regiones, es similar en sus supuestos al método de Análisis de Cohorte a la talla de Jones (1981) y similar en los supuestos al análisis de curva de captura longitud-transformada que se utiliza para estimar la tasa instantánea de mortalidad total ( $Z$ ). No obstante, el método aquí propuesto tiene algunas ventajas sobre éstos. En efecto, en primer lugar tanto el Análisis de Cohorte a la talla como el análisis de curva de captura requieren que las capturas en número a la talla sea un dato conocido sin error (Quinn y Deriso, 1999), mientras que nuestra aproximación asume que la composición por talla es un dato con error de observación, y que dicho error es de naturaleza multinomial. En segundo lugar, la captura total anual o promedio, también se asume constituye un dato con error de observación en nuestro modelo. Estos aspectos permiten utilizar una metodología estadística formal de estimación basada en estimadores máximo verosímiles, evitando las arbitrariedades asociadas al F terminal del Análisis de Cohorte a la talla y de la porción descendente en los métodos de análisis de curva de captura.

Otra ventaja del método aquí utilizado radica en la separación de la mortalidad por pesca en un componente anual y otro asociado a las tallas, lo que determina estimar directamente el patrón de selección o vulnerabilidad a la pesca del recurso bajo estudio. En sentido estricto, debido a que los recursos lapa están siendo regulados a través de la talla mínima legal de extracción, la selectividad debería ser en filo de cuchillo. No obstante, siempre está la posibilidad de que una fracción bajo la talla mínima legal sea capturada y desembarcada por los pescadores. Por otra parte, el supuesto de una asíntota en la selectividad o vulnerabilidad supone que los ejemplares de mayor tamaño están presentes en la zona de pesca. Al respecto, las operaciones de pesca se realizan en el submareal donde *F. latimarginata* domina en abundancia. En este contexto, el patrón de explotación logístico utilizado representaría bien una eventual distribución por talla desde el intermareal al submareal determinando un patrón de explotación asociado a este proceso como a la selectividad propiamente tal por parte de los buzos.

El modelo de evaluación puede ser fácilmente extendido para considerar un comportamiento dinámico. En efecto, los modelos de evaluación talla-estructurados han tenido un desarrollo reciente para poblaciones explotadas, principalmente para invertebrados que son difíciles de determinar la edad, con énfasis en crustáceos (Punt y Kennedy 1997; Quinn *et al.* 1998; Fu *et al.* 1999, 2001; Fu y Quinn 2000; Hobday y Punt, 2001; Frøysa *et al.* 2002; Breen *et al.* 2003; Punt, 2003). Nosotros proponemos aquí el siguiente modelo dinámico que se basa en Punt (2003), donde la ecuación que especifica el número de animales en la clase de longitud  $l$  al comienzo del año  $t$  toma en cuenta la mortalidad natural, crecimiento y reclutamiento:

$$N_{t+1,l} = \sum_{l'} X_{l',l} N_{t,l'} \exp(-M)(1 - S_{t,l'} F_t) + R_{t,l} \quad 72$$

donde  $N_{t,l'}$  es el número de animales en la clase de longitud  $l'$  al comienzo del año  $t$ ,  $X_{l',l}$  es la proporción de animales en la clase de longitud  $l'$  que crece dentro de la clase de longitud  $l$  a fines de año,  $M$  es la tasa de mortalidad natural (asumida independiente del tamaño y tiempo),  $S_{t,l'}$  es la selectividad del arte sobre animales en la clase de longitud  $l'$  durante el año  $t$ ,  $F_t$  es la tasa de explotación sobre la fracción completamente seleccionada (*i.e.*  $S_{t,l'} = 1$ ) de animales durante el año  $t$ , y  $R_{t,l}$  es el reclutamiento de animales a la clase de longitud  $l$  a fines del año  $t$ .

Al respecto, se puede evaluar un modelo básico en que la proporción sexual del reclutamiento anual se asuma 1:1, y que el reclutamiento ocurra solamente en la primera clase de tamaños. Para una parametrización simple, particularmente cuando una serie de tiempo de datos es corta, el reclutamiento anual se puede estimar como sigue:

$$R_{t,l} = 0,5\bar{R} \exp(\varepsilon_t) \quad 73$$

donde  $\bar{R}$  es el reclutamiento promedio y  $\varepsilon_t$  representa los residuos del reclutamiento en la escala logarítmica, siendo una variable que se asume con distribución normal con media cero y varianza constante ( $\sigma_r^2$ ).

En este tipo de modelo que estamos proponiendo, lo importante es identificar los datos con los que se cuenta, y los mínimos deberían ser: a) las capturas anuales en peso, b) la composición por tallas en las capturas anuales, c) un índice de abundancia relativo, como la captura por unidad de esfuerzo estándar, d) la matriz de transición de crecimiento ( $X_{t,j}$ ). En este contexto, los programas de monitoreo deberían poner énfasis en el levantamiento de datos asociados a la estructura de tallas y composición por especies de las capturas, como en la generación de índices de abundancia (puntos a-c). En relación con la matriz de transición de crecimiento, ésta se puede construir con los datos marcaje recaptura que han sido generados en este estudio. Una matriz de transición del crecimiento puede ser descrita por funciones de distribución de probabilidad Gamma (Sullivan *et al.* 1990), la distribución normal (Chen *et al.* 2000; Breen *et al.* 2003), log-normal (Hobday y Punt, 2001), y recientemente la función beta-binomial (Björnsson y Sigurdsson, 2003), mientras que para calcular el incremento promedio de crecimiento entre grupos de longitud usualmente se utiliza la función de crecimiento de von Bertalanffy. Punt *et al.* (1997) determina la matriz de transición del crecimiento para la langosta de Tasmania, utilizando datos de marcaje y recaptura; y Troynikov (1998) propone una forma unificada flexible para la parametrización estocástica considerando heterogeneidad en el crecimiento.

#### **4.6. Sobre la evaluación del recurso lapa y el estado de situación**

De acuerdo con los resultados del modelo de evaluación, *F. latimarginata* está siendo sometida a altas tasas de mortalidad por pesca que superan ampliamente los niveles de mortalidad por pesca recomendables  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ . A su vez, en el caso de *F. latimarginata* tales niveles de mortalidad por pesca están siendo concentrados en la fracción más juvenil lo que podría estar determinando una sobrepesca por crecimiento. Esta situación no ocurre en *F. latimarginata* en la II Región, ya que la pesca está concentrada en individuos de mayor tamaño corporal. Por otra parte, en la II Región la abundancia y biomasa media del recurso es mayor y aunque la mortalidad por pesca es del mismo orden de magnitud que la de la I Región, es en esta última donde se debe iniciar las acciones para evitar la sobrepesca por crecimiento. Esto se logra simplemente evitando que los pescadores cosechen al recurso bajo la talla mínima legal de extracción. No obstante en ambas regiones es

necesario limitar el esfuerzo de pesca a niveles que permitan garantizar la explotación.

En relación con *F. maxima* y *F. cumingi*, los niveles de mortalidad por pesca actuales son similares a los niveles de mortalidad biológicamente aceptables. Es decir, no se evidencian síntomas de sobrepesca ni en la estructura de tallas ni en la magnitud de la tasa de mortalidad por pesca. El hecho que solo el 16% de las capturas estén siendo sustentadas por este recurso indica que su abundancia es baja, y que los pescadores ejerzan más bien una pesca incidental sobre este recurso.

## 5. CONCLUSIONES

- En los últimos 20 años, el comportamiento de los desembarque no ha experimentado grandes variaciones, tendiendo oscilaciones entre las 2000 y 4000 t, con dos incrementos que destacan, el primero y mayor registro del período en 1993 con un desembarque cercano a las 6.000 t y el segundo en el 2004 donde se alcanza las 4.500 t.
- A nivel macrozonal, en términos de desembarque, la II Región aporta con el 81% y la I Región con el 19%.
- El precio del producto de exportación, ha sido un factor gravitante en la actividad extractiva del recurso lapa.
- Las AMERB, no han significado un aporte importante en la extracción del recurso, toda vez que las cuotas autorizadas no han sido extraídas en reiteradas oportunidades por las organizaciones de pescadores artesanales de I y II Regiones.
- La principal línea de elaboración de la lapa como producto terminado es la conserva, la que se exporta principalmente al mercado asiático.
- Tanto la flota como los buzos mariscadores, se concentran mayoritariamente en los centros de desembarque tipo urbano, tanto en la I y II regiones.
- A nivel macrozonal, los principales centros de desembarque de lapa corresponden a: Arica (I Región) y Tocopilla (II Región).
- Los centros de desembarque ubicados en la I Región registraron los más altos porcentajes de ejemplares bajo la talla mínima legal (65 mm).
- Considerando la macrozona I y II Regiones, los porcentajes de ejemplares bajo talla exceden el 30%.
- Según la proporción de especies registrada en los desembarques, *F. latimarginata* corresponde a la más frecuente, seguida de *F. cumingi* y *F. maxima*, en la I y II Regiones.
- Pese a la amplitud de las áreas de operación de la flota artesanal, el recurso lapa se extrae principalmente de 2 o 3 procedencias.
- El recurso lapa en la zona norte, no corresponde a un recurso objetivo, ya que la intencionalidad de pesca está dirigida a otras especies, a las que se asocia, como fauna acompañante.

- Los desembarques de lapa son destinados principalmente a plantas procesadoras y en menor proporción al consumo local, a excepción de algunos centros de desembarque como Arica, donde el 80% se destina al consumo local).
- Los parámetros de crecimiento estimados para *F. latimarginata* en la I Región mediante marcaje son  $L_{\infty}=119,26$  mm;  $K=0,213$  años<sup>-1</sup> y en la II Región son  $L_{\infty}=125,15$  mm;  $K=0,245$  años<sup>-1</sup>
- Para *F. cumingi* y *F. maxima* en la I Región son  $L_{\infty}=95,73$  mm;  $K=0,508$  años<sup>-1</sup>.
- *F. cumingi* y *F. maxima* presentan tasas de crecimiento mayores que *F. latimarginata*.
- Existen diferencias en la composición de especies del genero *Fissurella* en ambientes intermareales y submareales.
- Para el caso de las especies presentes en la zona intermareal, se observa cierta tendencia a incrementar la intensidad de reclutamiento para el período primavera-verano, lo que sería concordante con la información bibliográfica disponible.
- Para el caso de los recursos de una distribución mayoritariamente submareal y de mayor importancia comercial, no fue posible establecer un período de reclutamiento, aunque en términos indirectos fue posible determinar la presencia de reclutas entre los meses de abril-agosto, pero no fue posible determinar una zona de distribución de estos reclutas.
- El uso de elementos artificiales para la caracterización del reclutamiento, constituyen un elemento útil y representativo de los procesos que ocurren naturalmente.
- A través de la utilización del índice de reclutamiento, fue posible determinar que la intensidad de reclutamiento presenta una gran variabilidad espacial, pero que los efectos temporales tendrían una mayor influencia, estando probablemente asociados a fenómenos oceanográficos de gran escala.
- *F. latimarginata* está siendo sometida a altas tasas de mortalidad por pesca que superan ampliamente los niveles de mortalidad por pesca recomendables  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ .

- El diagnóstico que se puede plantear para el recurso *F. maxima* y *F. cumingi* es una explotación plena, que puede ser riesgosa para la actividad si el reclutamiento llega a fallar por cualquier causa. En este sentido, es deseable disminuir la presión de pesca sobre los recursos lapa en general.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adlerstein, S. 1982. Age and growth of *Concholepas concholepas* (Brugiere, 1789) using microgrowth structure and spectral analysis. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science. University of Washington. 179 pp.
- Alverson, D.L. y M.J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. J. Con. int. Explor. Mer, 36: 133-143.
- Appeldoorn, R. 1987. Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. J. Cons. CIEM 43: 194-8.
- Barahona, N., J. Orenzans, A. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V. Cataste y P. Galvez. 2003. Bases biológicas para rotación de áreas del recurso erizo. Instituto de Fomento Pesquero. Proyecto FIP 2000-18. Informe Final. 209 pp.
- Burnham, K.P., y D.R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. 2<sup>nd</sup> Ed., Springer-Verlag, New York, NY.
- Berkes, F. 1999. Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Philadelphia and London: Taylor & Francis.
- Björnsson, H. y Th. Sigurdsson. 2003. Assessment of golden redfish (*Sebastes marinus* L.) in Iceland waters. Sci. Mar. 67(Suppl. 1): 301-314.
- Breen, P.A., S.W. Kim y N.L. Andrew. 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. Mar. Freshw. Res. 54: 619-634.
- Bretos M. 1978. Growth in the keyhole limpet *Fissurella crassa* Lamarck (Mollusca: Archaeogastropoda) in northern Chile. The Veliger, 21: 268-273.
- Bretos, M. 1980. Age determination in the keyhole limpet *Fissurella crassa* Lamarck (Archaeogastropoda: Fissurellidae), based on shell growth rings. Biol. Bull., 159: 606-612.
- Bretos, M. y R. Chihuailaf. 1990. Biometría y otros aspectos biológicos en *Fissurella pulcra* (Mollusca: Prosobranchia). Rev. Biol. Mar. 25: 1-14.
- Bretos M., I. Tesorieri y L. Alvarez. 1983. The biology of *Fissurella maxima* Sowerby (Mollusca: Archaeogastropoda: Fissurellidae) In Northern Chile. 2. Notes on its reproduction. Biol. Bull. 165: 559-568.
- Bretos M. 1988. Pesquerías de lapas en Chile. Medio Ambiente, 9: 7-12.
- Brey, T. y J.D. Gage. 1997. Interactions of growth and mortality in benthic invertebrate populations: empirical evidence for a mortality-growth continuum. Arch. Fish. Mar. Res. 45(1): 45-59.
- Broitman B., C. Blanchette y S. Gaines. 2005. Recruitment of intertidal invertebrates and oceanographic variability at Santa Cruz Island, California. Limnol. Oceanog. 50(5): 1473-1479.

- Brown D., M. González, D. López y L. Durán.1997. Estudio de los ciclos vitales de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella* sp. En las regiones I a X. Informe Técnico FIP - IT/94-33. 59 p.
- Caley, M.J., M.H. Carr, M.A. Hixon, T.P. Hughes, G.P. Jones y B.A. Menge.1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 27: 477-500.
- Camus, P. y N.A. Lagos. 1996. Variabilidad espacial y temporal del reclutamiento de ensamblajes de especies intermareales sésiles del norte de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 69: 193-204.
- Chen, Y., P.A. Breen y N.L. Andrew. 2000. Impacts of outliers and mis-specification of priors on Bayesian fisheries-stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 2293-2305.
- Connolly, S. y J. Roughgarden. 1999. Increased recruitment of Northeast Pacific Barnacles during the 1997 El Niño. *Limnol. Oceanogr.* 44(2): 466-469.
- Connolly, S. y J. Roughgarden. 1998. A latitudinal gradient in northeast Pacific intertidal community structure: evidence for an oceanographically based synthesis of marine community theory. *Am. Nat.* 151: 311-326.
- Connolly, S., B. Menge y J. Roughgarden. 2001. A latitudinal gradient in recruitment of intertidal invertebrates in the northeast Pacific Ocean. *Ecology*, 82: 1799-1813.
- Cubillos, L. 2003. An approach to estimate the natural mortality rate in fish stocks. *NAGA, WorldFish Centre Quarterly* 26(1):17-19
- Cubillos, L., R. Alarcón, y A. Brante. 1999. Empirical estimates of natural mortality for the Chilean hake (*Merluccius gayi*): evaluation of precision. *Fish. Res.*, 42: 147-153.
- Duran, L.R., J.C. Castilla y D. Oliva.1987. Human predation intensity on rocky shores at Las Cruces, central Chile. *Environ. Cons.*, 14: 143-149.
- Ebert, T.A., S.C. Schroeter, J.D. Dixon y P. Kelvass. 1994. Settlement pattern of red and purple sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *Strongylocentrotus purpuratus*) in California, USA, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 111: 41-52.
- Efron, B. 1985. Bootstrap confidence intervals for a class of parametric problems. *Biometrika*, 72: 45-48.
- Epperly, S., J. Braun y A. Chester. 1995. Aerial surveys for sea turtles in North Carolina inshore waters. *Fish. Bull.* 93: 254-261.
- Fabens, A.J. 1965 Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curves. *Growth*, 29:265-289
- Fernández - Reiriz, M.J., U. Labarta, y J.M.F. Babarro.1996. Comparative allometries in growth and chemical composition of mussel (*Mitlus galloprovincialis* Lmk) cultured in two zones in the Ría Sada (Galicia, NW Spain). *J. Shell. Res.* Vol 15 (2): 349-353.

- Fournier, D. y C. Archibald. 1982. A general theory for analyzing catch-at-age data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 1195-1207.
- Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski, y J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 301-317.
- Fournier, D. A., Sibert, J. R., Terceiro, M. 1991. Analysis of length frequency samples with relative abundance data for the Gulf of Maine northern shrimp (*Pandalus borealis*) by the MULTIFAN method. *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 591-598.
- Francis, R.I.C.C. 1988. Maximum likelihood estimation of growth and growth variability from tagging data. *New Zealand J. Mar. Fresh. Res.* 22: 42-51.
- Frøysa, K.G., B. Bogstad y D.W. Skagen. 2002. Fleksibet - an age length structured fish stock assessment model. *Fish. Res.* 55: 87-101.
- Fu, C. y T.J. Quinn II, 2000. Estimability of natural mortality and other population parameter in a length-based model: *Pandalus borealis* in Kachemak Bay, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 2420-2432.
- Fu, C., T.J. Quinn II, , T.C. Shirley. 2001. The role of sex change, growth, and mortality in *Pandalus* population dynamics and management. *ICES J. Mar. Sci.* 58(3): 607-621.
- Fu, C., T.J. Quinn II, y M. Adkison. 1999. Retrospective projection using Monte Carlo simulation: an application of a length-based model to Kachemak Bay pink shrimp. *Ecosystem Approaches for Fisheries Management, University of Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-01, Fairbanks, pp.* 59-77.
- Gaines SD, B Gaylord y J.L. Largier. 2003. Avoiding current oversights in marine reserve design. *Ecol. Appl.* 13: S32-S46.
- González S., W Stotz, P Toledo, M Jonquera y M Romero. 1991. Utilización de diferentes microambientes del intermareal como lugares de asentamiento por *Fissurella sp.* (Gastropoda: Prosobranchia) Palo Colorado, Los Vilos, Chile). In: *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 26(2): 325-338.
- Gulland, J. y L. K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull.* 71: 325-335.
- Guzmán N, S. Saa y L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (gastropoda: pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). In *Estud. Oceanol.* 17: 17-86.
- Hobday, D. y A.E. Punt. 2001. Size-structured population modelling, and risk assessment of the Victorian southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, *Fish. Mar. Fresh. Res.* 52: 1495-1507.
- Hoening, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fish. Bull. US*, 82: 898-902.

- Jara, F. y C. Moreno. 1983. Calendario de reclutamiento de organismos epibentónicos móviles de la zona mesomareal de Mehuín, Chile. *Medio Ambiente*, 62(2): 72-79.
- Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:820-822.
- Jones, R. (1981). El uso de datos de composición por tallas en la evaluación de poblaciones de peces (con notas sobre VPA y análisis de cohortes). *FAO Circ. Pesca*, (734):61 p.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* 256. 118 p.
- Kennish, M.J., R.A. Lutz y D.C. Rhoads. 1980. Preparation of acetate peels and fractured sections for observation of growth patterns within the bivalve shell. In *Skeletal growth of aquatic organisms. Biological records of environmental change.* (eds. D.C. Rhoads and R.A. Lutz), pp. 597-601. New York/London: Plenum Press.
- Kinlan, B.P. y S.D. Gaines. 2003. Propagule dispersal in marine and terrestrial environments: A community perspective. *Ecology* 84: 2007-2020.
- Lagos, N., S. Navarrete, F. Veliz, A. Masuero y J.C. Castilla. 2005. Meso-scale spatial variation in settlement and recruitment of intertidal barnacles along the coast of central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 290:165-178.
- Lépez, I. y C. Moreno. 1988. Reclutamiento de *Concholepas concholepas* en la costa de Valdivia, influencia de los adultos y del tipo de hábitat. *Biol. Pesq. (Chile)* 17:47-56.
- López, D., M. González, J. Uribe, R. Martínez y P. Vergara. 1998. Efectos de cirripedios en el reclutamiento de la lapa *Fissurella picta* (GMELIN). *Ciencias Marinas* 25: 75-90.
- Mace, P.M. y M.P. Sissenwine. 1993. How much spawning per recruit is enough? Pp. 101-118. In : Smith, S.J., J.J. Hunt, and D. Rivard (Ed). *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management.* *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120.
- Mace, P.M. 1994. Relationships between common biological reference points used as thresholds and targets of fisheries management strategies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 110-122.
- Marincovich, L. 1973. Intertidal Mollusk of Iquique, Chile. *Natural History Museum Los Angeles County. Sc. Bull:* 16-49 pp.
- Martinez P y S Navarrete. 2002. Temporal and spatial variation in settlement of the gastropod *Concholepas concholepas* in natural and artificial substrata. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82:257-264.
- McLean, J. 1984. Systematics of *Fissurella* in the Peruvian and Magellanic faunal provinces (gastropoda: prosobranchia): *Natural History Museum, los Angeles County, contribution in Science* 354, 70 pp.

- McShane, P.E. y M.G. Smith. 1992. Shell growth checks are unreliable indicators of age of the abalone *Haliotis rubra* (Mollusca:Gastropoda). *Aus. J. Mar. Freshwater Res.* 43: 1215-1219.
- Mensil, B. 1989. Computer programs for fish stock assessment. ANACO: Software for the analysis of catch data by age group on IBM PC and compatibles. *FAO Fish. Tech.Pap.*, (101) Suppl. 3: 73 p.
- Methot, R. D. 1986. Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA-NMFS-SWFC Admin. Rep. Lj. 86-29:1-85.
- Moreno, C. y E. Jaramillo. 1983. The role of grazers in the zonation of intertidal macroalgae of the Chilean coast. *Oikos*, 41:73-76.
- Moreno, C., J. Sutherland y H. Jara. 1984. Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos*, 42:155-160.
- Morgan, L., S. Wing, L. Botsford, C. Lundquist y J.M. Diehl. 2000. Spatial variability in red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) recruitment in northern California. *Fish. Oceanogr.* 9: 83-98.
- Narváez, D, S. Navarrete, J. Largier y C. Vargas. 2006. Onshore advection of warm water, larval invertebrate settlement, and relaxation of upwelling off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 309:159-173.
- Navarrete, S.A., B. Broitman, E. Weiters, G. Finke, R. Venegas y A. Sotomayor. 2002. Recruitment of intertidal invertebrates on the southeast Pacific: interannual variability and the 1997-1998 El Niño. *Limnol. Oceanog.* 47: 971-802.
- Olguin, A., C. Andrade, C. León, J. González y C. Cortes. 1997. Investigación de aspectos reproductivos del recurso Lapa tendientes a establecer medidas de regulación. SERPLAC - IFOP. Informe Final 300 pp.
- Oliva, D. y J.C. Castilla. 1986. The effect of human exclusion on the population structure of the keyhole limpets *Fissurella crassa* and *F. limbata* on the coast of central Chile. *Mar. Ecol.* 7: 201-217.
- Oliva, D. y J.C. Castilla.1992. Guía para el reconocimiento y morfometría de diez especies del género *Fissurella* (Brugiere, 1789) (Mollusca Gastropoda) comunes en la pesquería de conchales indígenas de Chile Central y Sur. *Gayana Zoología* 56.
- Olivares, A., M. Bretos, R. Chihuailaf y A. Zenis. 1998. Biometría, hábitat y epibiontes en *Fissurella latimarginata* (Mollusca Prosobranchia) en el norte de Chile. *Estud. Oceanol.* 17: 95-103.
- Osorio, C., J. Atria y S. Mann.1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biol. Pesq.* 11: 3-45.
- Osorio C. 2002. Moluscos marinos en Chile. Especies de importancia económica. Guía para su identificación. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. 211 pp.

- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J.Cons.int.Explor.Mer*, 39: 175-192.
- Pauly, D. y G. Gaschutz (1979). A simple method for fitting growth curve data, with a program for pocket calculators. (ICES Council Meeting papers), ICES CM 1979/G:24:26 p.
- Phillips, N. 2006. Natural variability in size and condition at settlement of 3 species of marine invertebrates. *Integrative and comparative Biology* 46(5): 598-604.
- Pino, C., D. Oliva y J.C. Castilla. 1994. Ritmos de actividades en las lapas *Fissurella crassa* (Lamarck 1822) y *Fissurella latimarginata* (Sowerby 1835): efectos del ciclo de marea y fotoperíodo. *Rev. Biol. Mar.* 29: 89-99.
- Punt, A. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fish. Res.* 65: 391-409.
- Punt, A.E., R.B. Kennedy, y S. Frusher. 1997. Estimating the size-transition matrix for Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Mar. Fresh. Res.* 48: 981-992.
- Punt, A.E., y R.B. Kennedy. 1997. Population modelling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*, resources. *Mar. Fresh. Res.* 48: 967-980.
- Quinn II, T.J., C.T. Turnbull y C. Fu. 1998. A length-based population model for hard-to-age invertebrate populations. In: F. Funk, T.J. Quinn II, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, y C.-I. Zhang (eds.), *Fishery stock assessment models*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks, pp. 531-556.
- Quinn II, T.J., y R.B. Deriso. 1999. *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, New York.
- Richardson, C.A. 2001. Molluscs as archives of environmental change. *Ocean.Mar. Bio.: an Annual review.* 39: 103 – 164.
- Rivard, D. y J.J. Maguire 1993. Reference points for fisheries management: the eastern Canadian experience. pp. 31-58. In: Smith, S.J., J.J. Hunt, and D. Rivard [ed.]. *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 120.
- Rhoads, D.C. y R.A. Lutz. 1980. *Skeletal growth of aquatic organisms: Biol. Rec. Environ. Ch.*. New York. Plenum Press, 750 p.
- Rickter, V.A. y V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res.Doc.*, 76/VI/8: 12 p.
- Robotham, H., A. Zuleta, E. Arias, J. Arias, C. Potocnjak, F. Jara & R. Williams. 1997. Diseño de monitoreo de pesquerías bentónicas. Informe final FIP-IT/95-26.
- Rodríguez, S.R., F.P. Ojeda y N.C. Inostroza 1993. Settlement of benthic marine invertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 97: 193-207.

- Schiel, D. 2004. The structure and replenishment of rocky shore intertidal communities and biogeographic comparisons. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 300: 309-342.
- Seed, R. 1980. Shell growth and form in the bivalvia. In: Rhoads, D. and R. Lutz (eds). *Skeletal growth of aquatic organisms*. New York. Plenum Press. 23 - 61 p.
- Sernapesca. 2004. Anuario Estadístico de Pesca.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento técnico de pesca. N°. 306.1 Rev. 1., 440 pp.
- Stotz, W., D. Lancellotti, D. Martinez, P. de Amesti y E. Perez. 1991. Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Bruguiera, 1789), en el intermareal rocoso de la IV región, Chile. *Rev. Biol. Mar.*, 26:351-361.
- Stotz, W. 2000. Formulación de una metodología para el estudio de edad y crecimiento en el recurso Loco. Informe final FIP N° 97-36.
- Subsecretaría de Pesca. 2000. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Documento de difusión N° 1. 12 pp.
- Sullivan, P.J., H.L. Lai, y V.F. Gallucci. 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:184-198.
- Taylor, C.C. 1960. Temperature, growth and mortality, the Pacific cockle. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 26: 117-124.
- Troynikov, V.S. 1998. Probability density functions useful for parametrization of heterogeneity in growth and allometry data. *Bull. Math. Biol.* 60: 1099-1122.
- Vargas, N. 1995. Estudios descriptivos y experimentales del asentamiento de dos especies de *Fissurella* (Mollusca: Archaeogastropoda) en sustratos intermareales en la costa de Valdivia. Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Mención en Zoología. Universidad de Concepción. 114 pp.
- Vargas, C.A., D.A. Narváez, A. Piñones, R.M. Venegas y S.A. Navarrete. 2004. Internal tidal bore warm fronts and settlement of invertebrates in central Chile. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 61: 603-612.
- Wang, Y. 1999. Estimating Equations for Parameters in Stochastic Growth Models from Tag-Recapture Data. *Biometrics* 55: 900-903.
- Wing, S.R., L.W. Botsford, J.L. Largier y L.E. Morgan. 1995. Spatial structure of relaxation events and crab settlement in the northern California upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 128:199-211.
- Witbaard, R., E. Jasma y U. Sass Klaassen. 1997. Malacochronology, the application of dendrochronological methods on marine bivalve (shell) growth.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 718 pp.

## **7. FIGURAS**

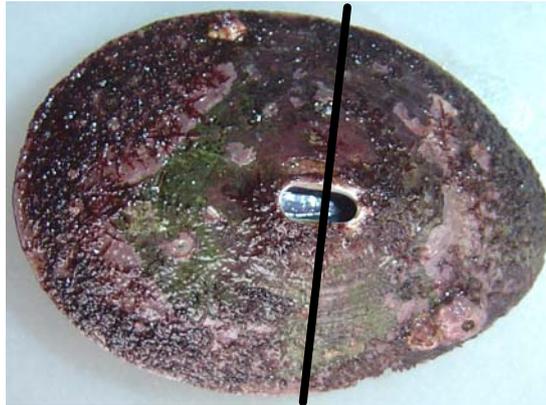


Figura 2.2.1. Concha de lapa para mostrar el corte transversal (línea negra).



Figura 2.2.2. Maquina utilizada para cortar las conchas de lapa.



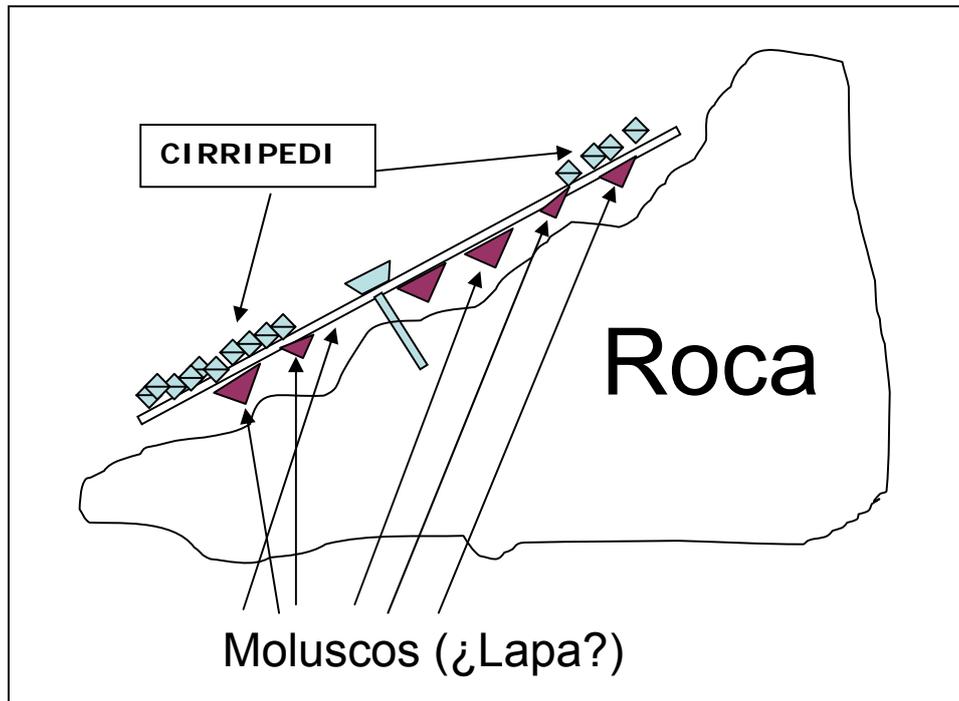


Figura 2.3.2. Esquema que indica corte transversal de placa instalada en el intermareal y la ubicación de los moluscos (aparentemente lapas) fijados a este material.

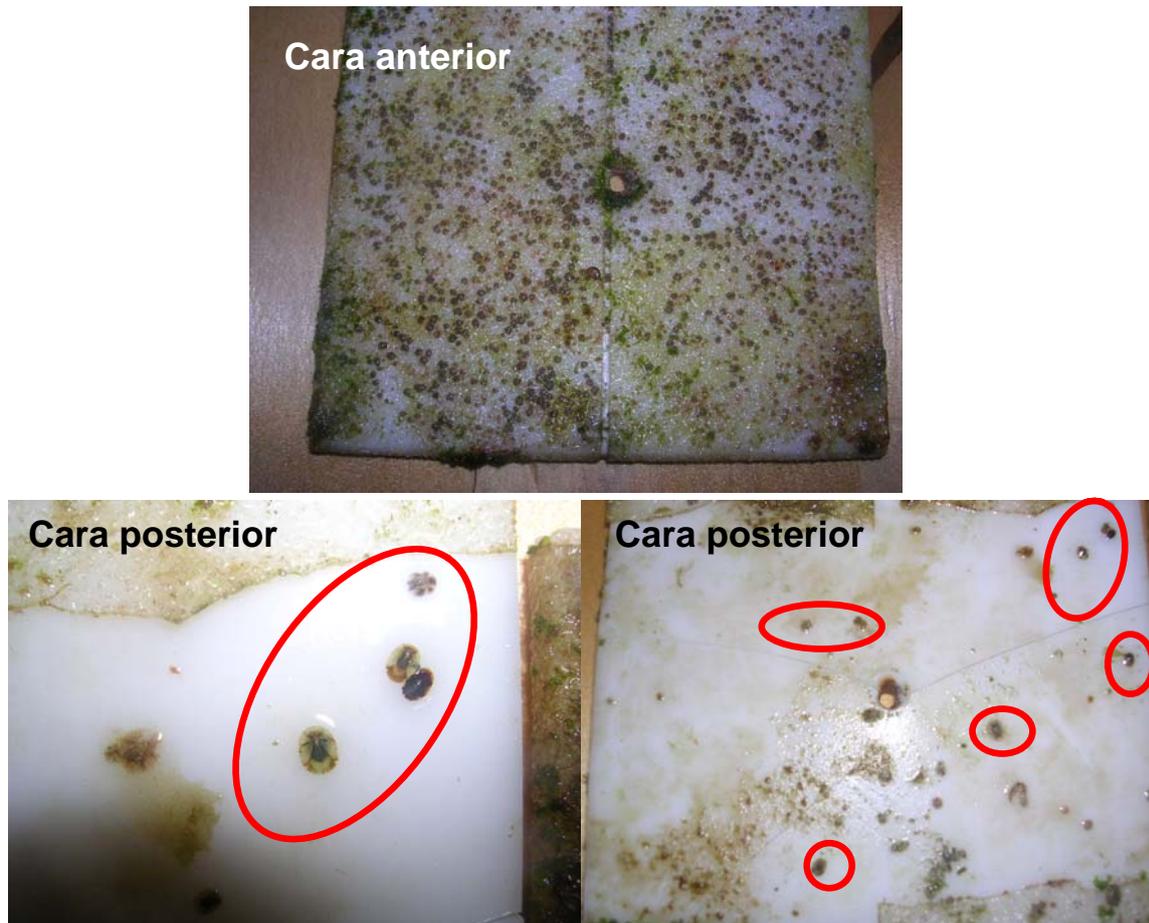


Figura 2.3.3. Cara anterior y posterior de una placa de acrílico retirada de la zona intermareal, donde se indica fijación de cirripedios y moluscos.

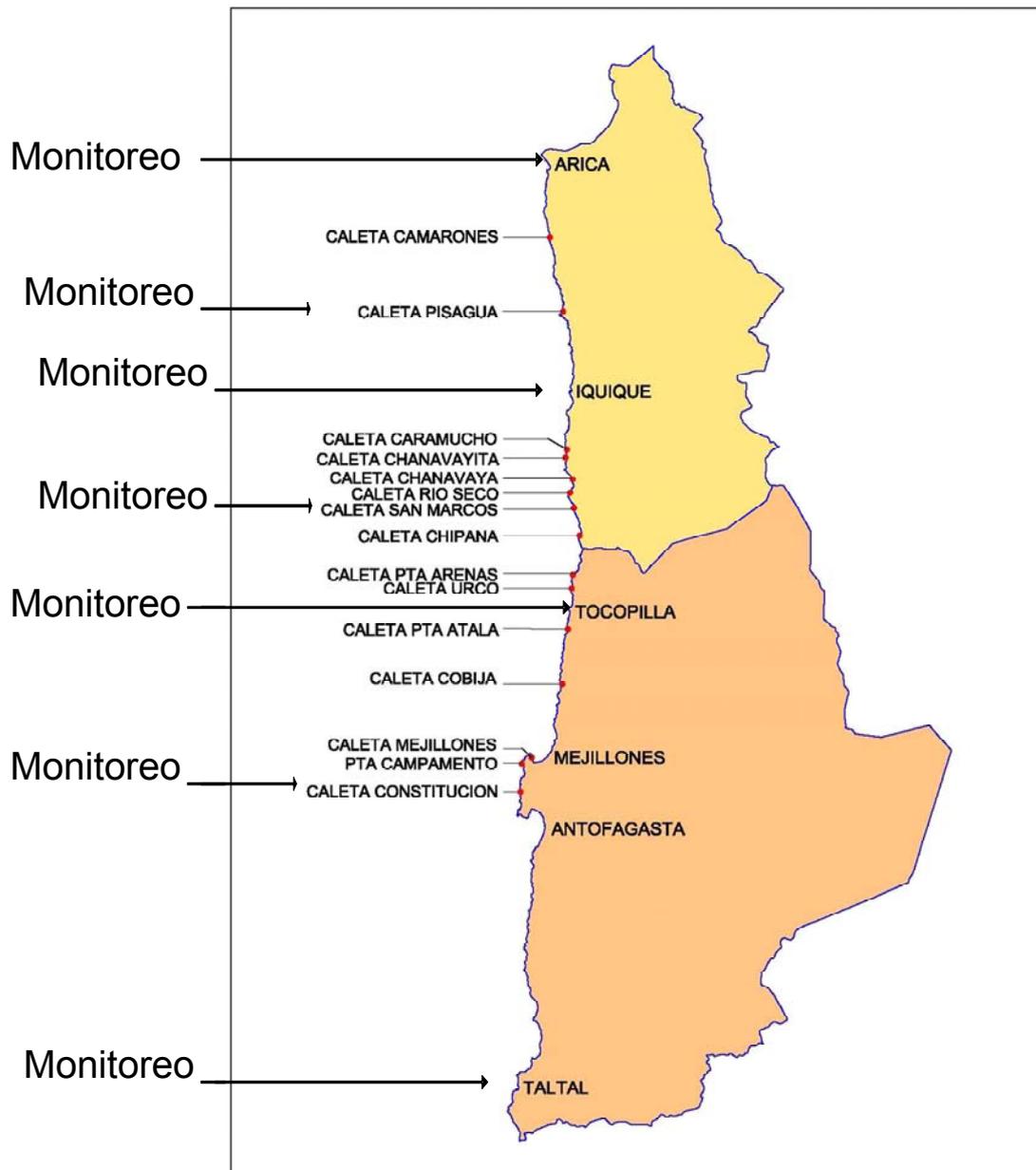


Figura 3.1.1. Área de estudio, comprendida entre el límite norte de la I Región y límite Sur de la II Región, indicando los centros de muestreo donde se efectuó el monitoreo.

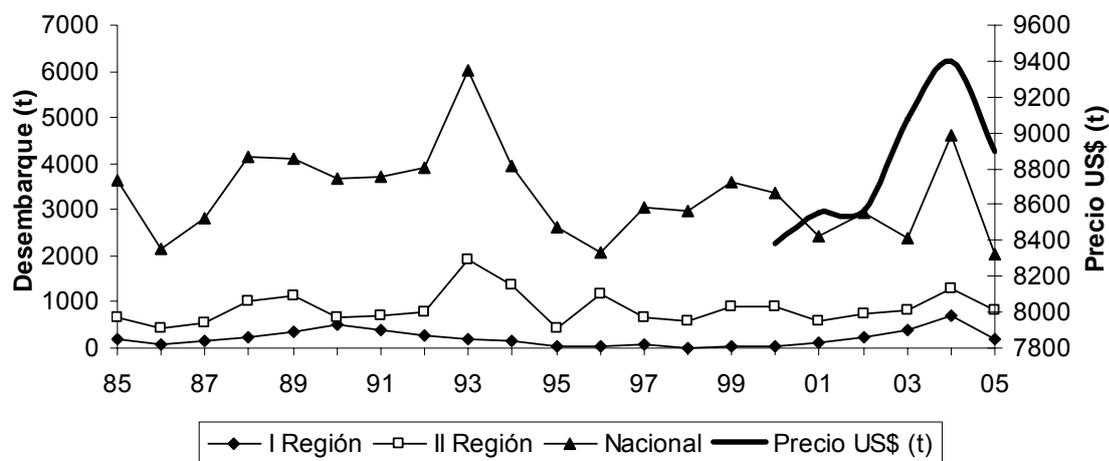


Figura 3.1.2. Variación de los desembarques del recurso lapa a nivel nacional, I y II Región, serie 1985 – 2005, indicando además la variación en el precio del principal producto de exportación (conserva) entre los años 2000 al 2005.

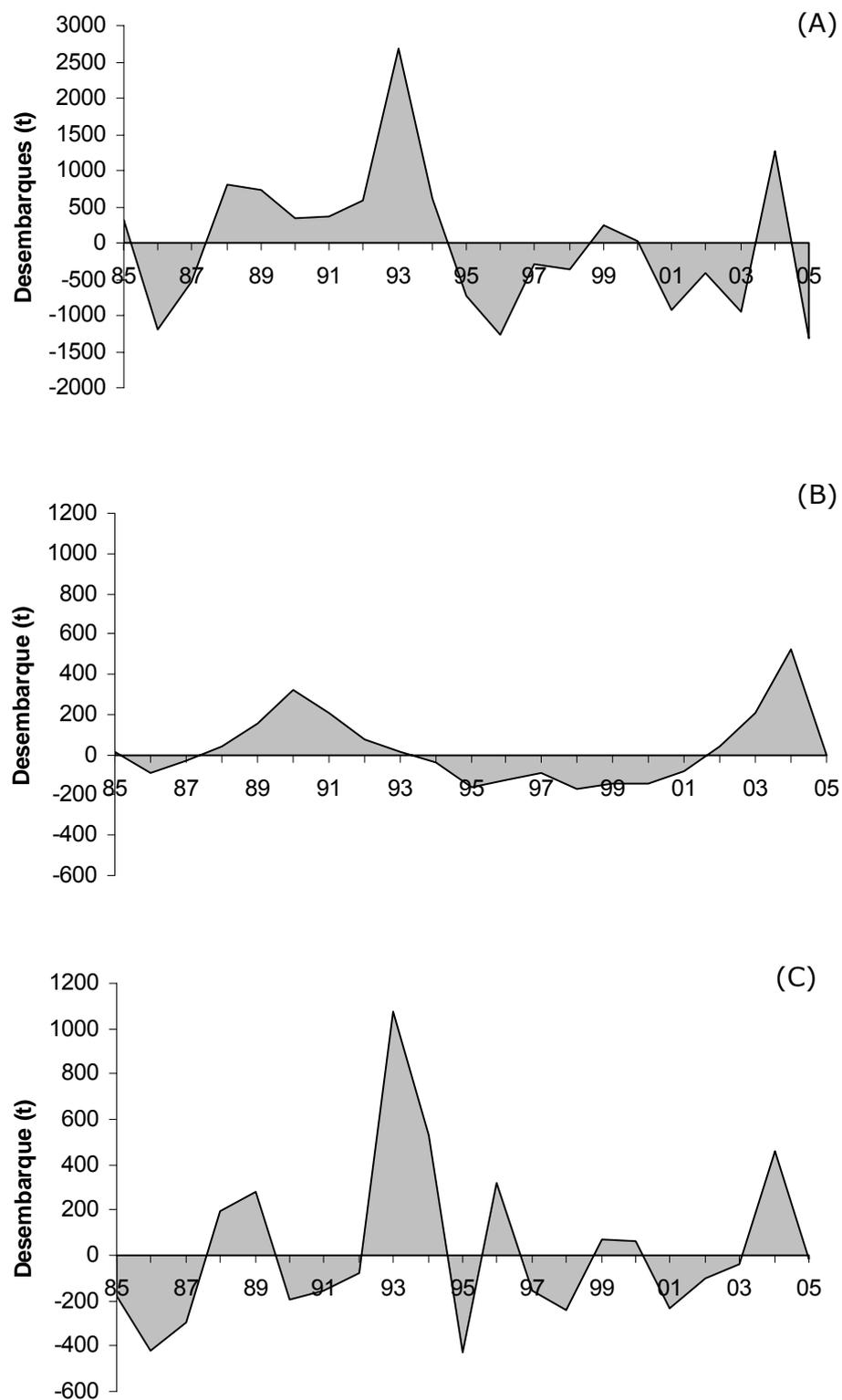


Figura 3.1.3. Variación de los desembarques, respecto al promedio histórico. (A) Nacional; (B) I Región y (C) II Región.

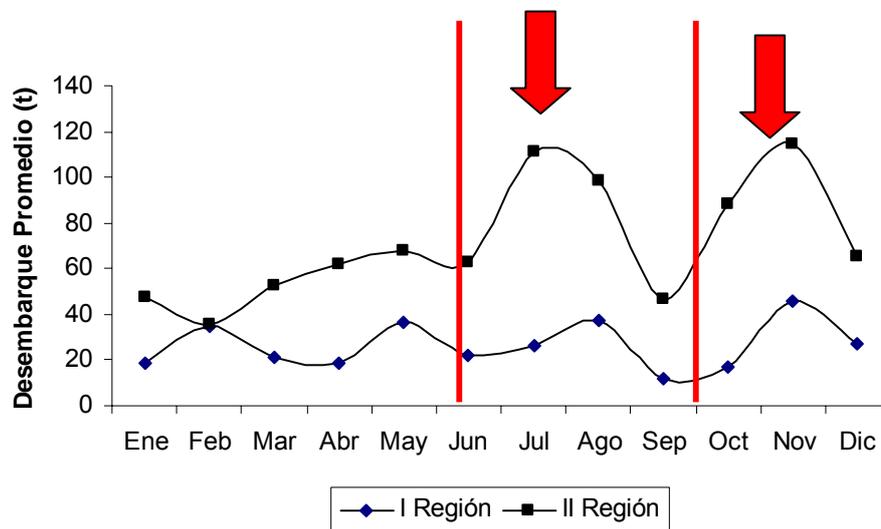


Figura 3.1.4. Variación intranual de los desembarques de lapa en la I y II Regiones. Promedios mensuales período 1990 – 2005.

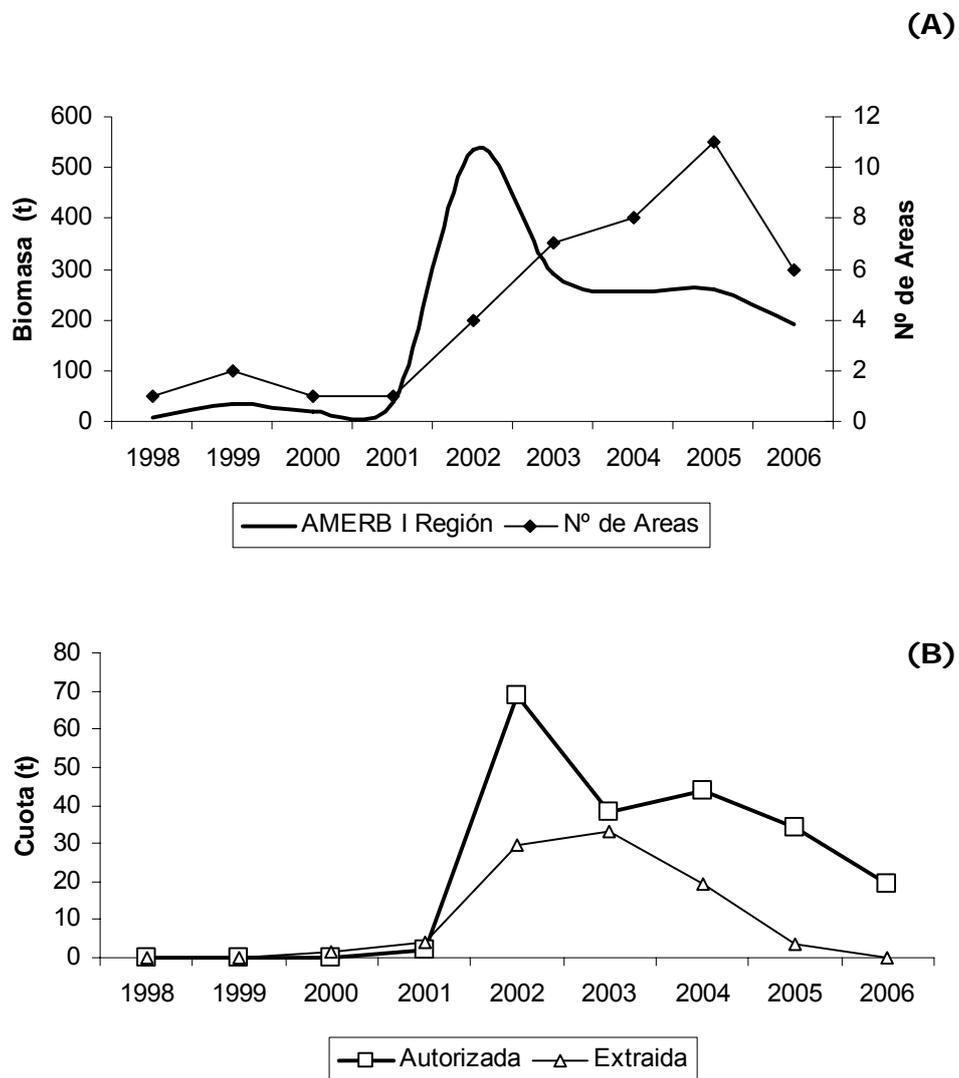


Figura 3.1.5. Biomasa de lapa estimada en las áreas de manejo de la I Región (A) y contraste entre la cuota autorizada y la extraída (B), período 1998 - 2006.

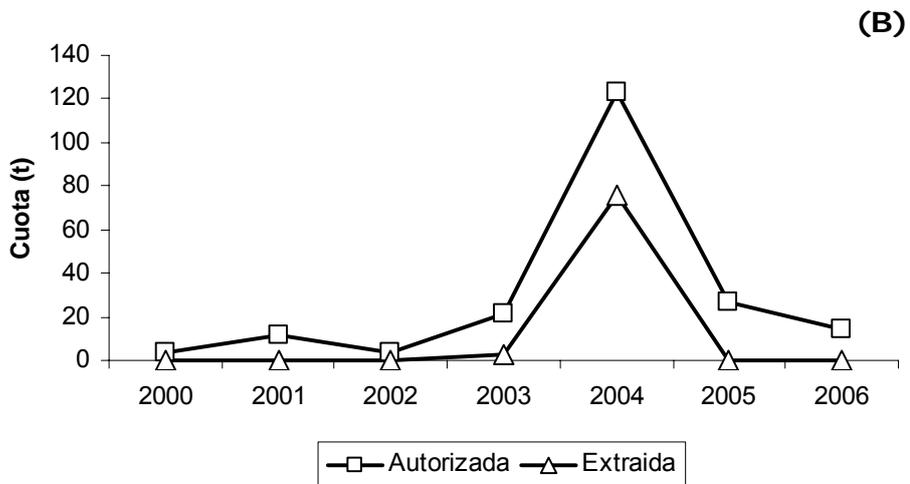
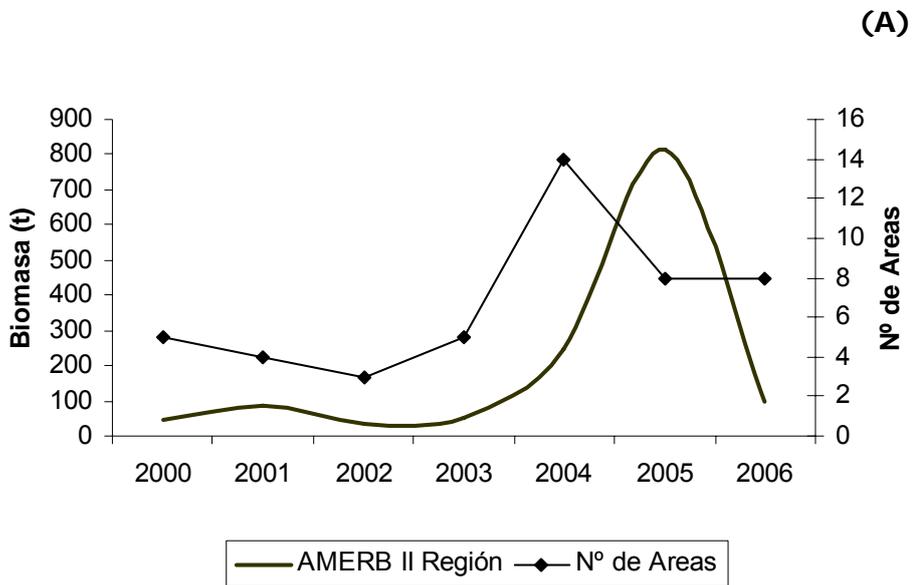


Figura 3.1.6. Biomasa de lapa estimada en las áreas de manejo de la II Región (A) y contraste entre la cuota autorizada y la extraída (B), período 2000 - 2006.

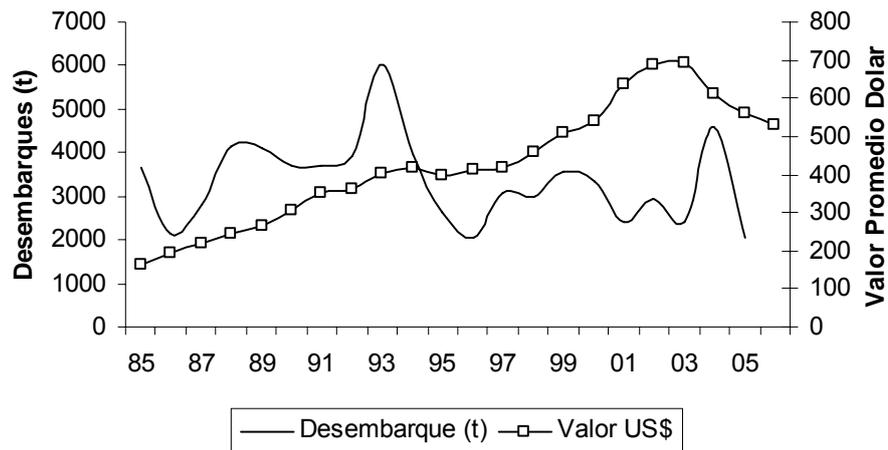


Figura 3.1.7. Variación interanual de los desembarques de lapa (valores nacionales) y su relación con la variación experimentada por el valor del dólar. Período 1985 - 2005.

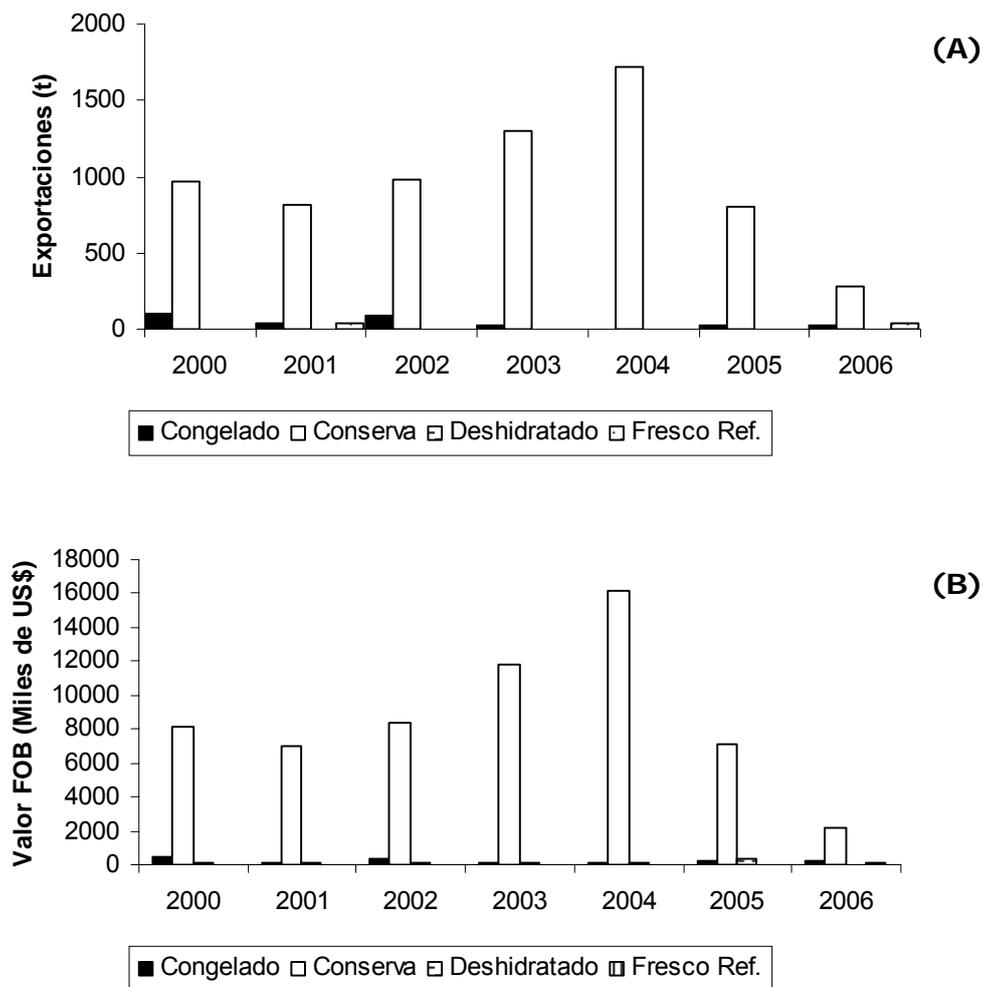


Figura 3.1.8. Exportaciones nacionales de recurso lapa, según línea de elaboración (A) e ingreso de divisas por concepto de esas exportaciones (B), período 2000 – 2006.

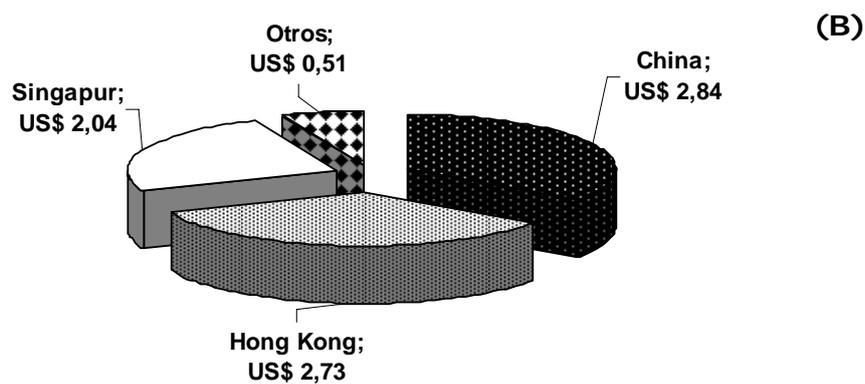
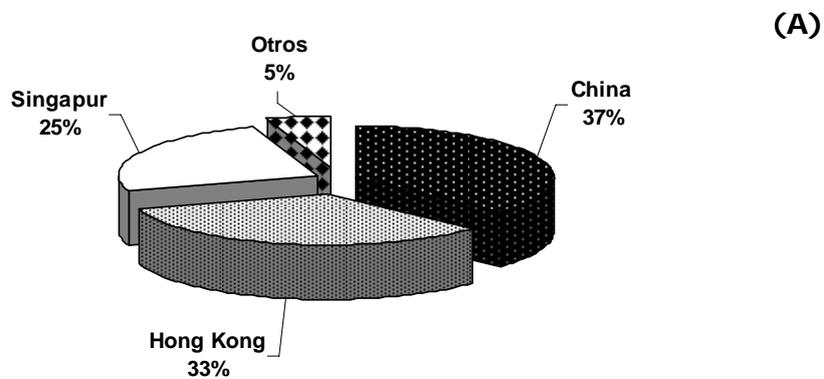


Figura 3.1.9. Principales países de destino de las exportaciones de lapa en su línea de elaboración conserva e ingreso de divisas (millones de US\$, valor FOB) por ese concepto. Período 2000 – 2006.

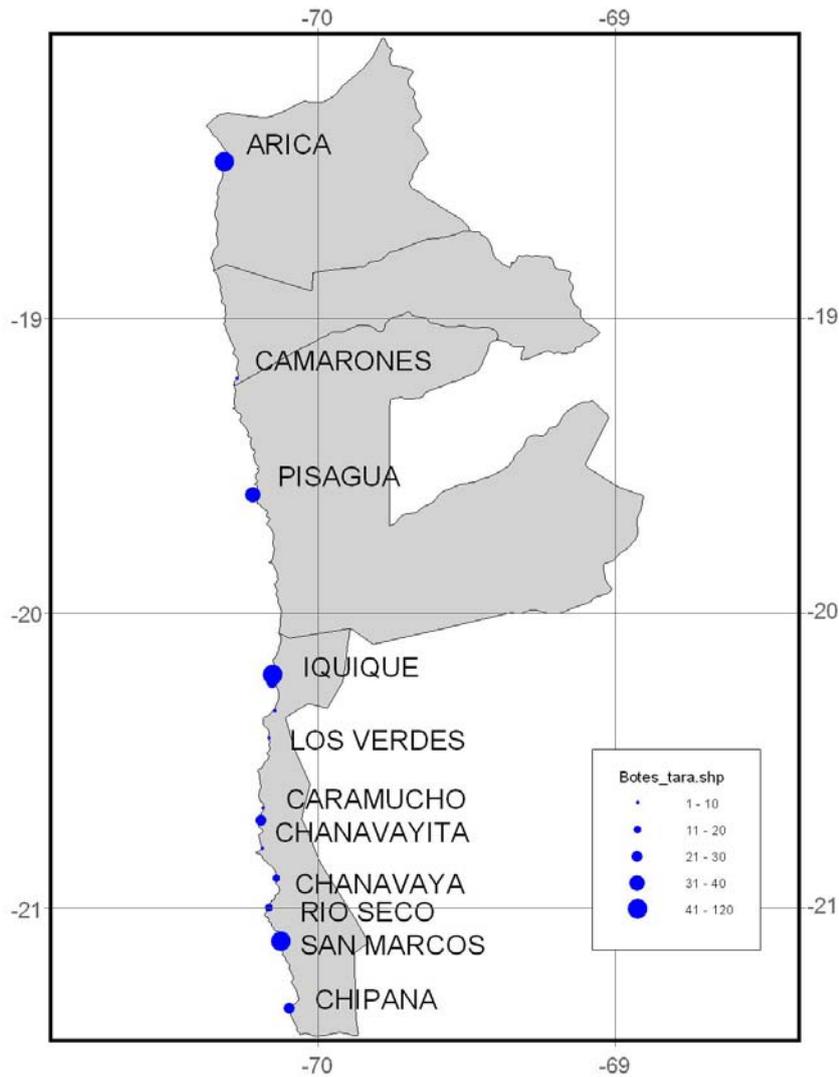


Figura 3.1.10. Concentración de la flota a lo largo del borde costero de la I Región.

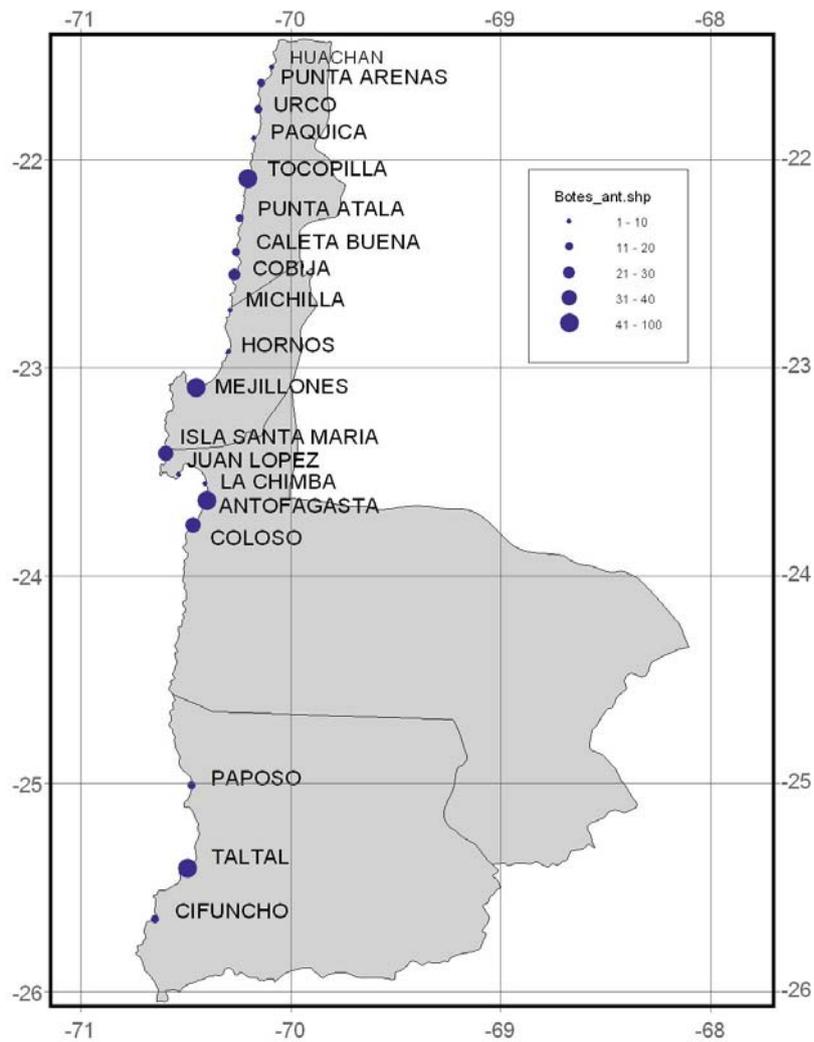


Figura 3.1.11. Concentración de la flota a lo largo del borde costero de la II Región.

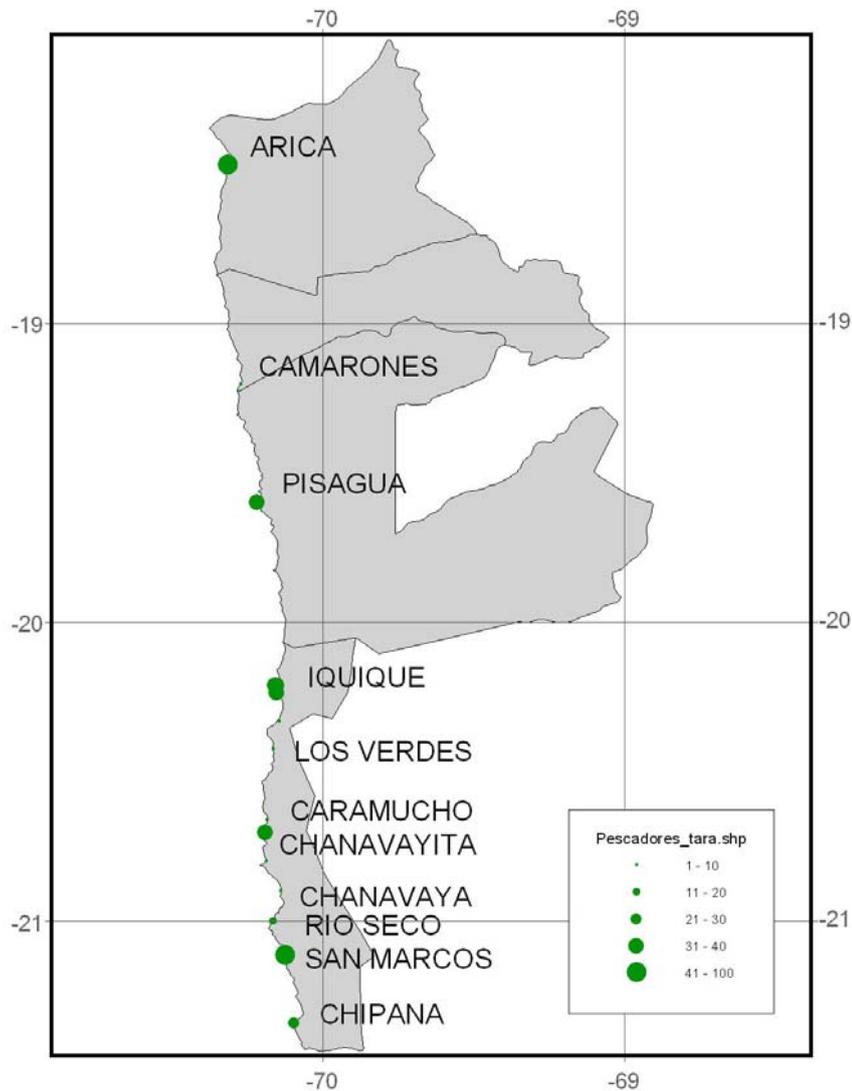


Figura 3.1.12. Concentración de los pescadores artesanales flota a lo largo del borde costero de la I Región.

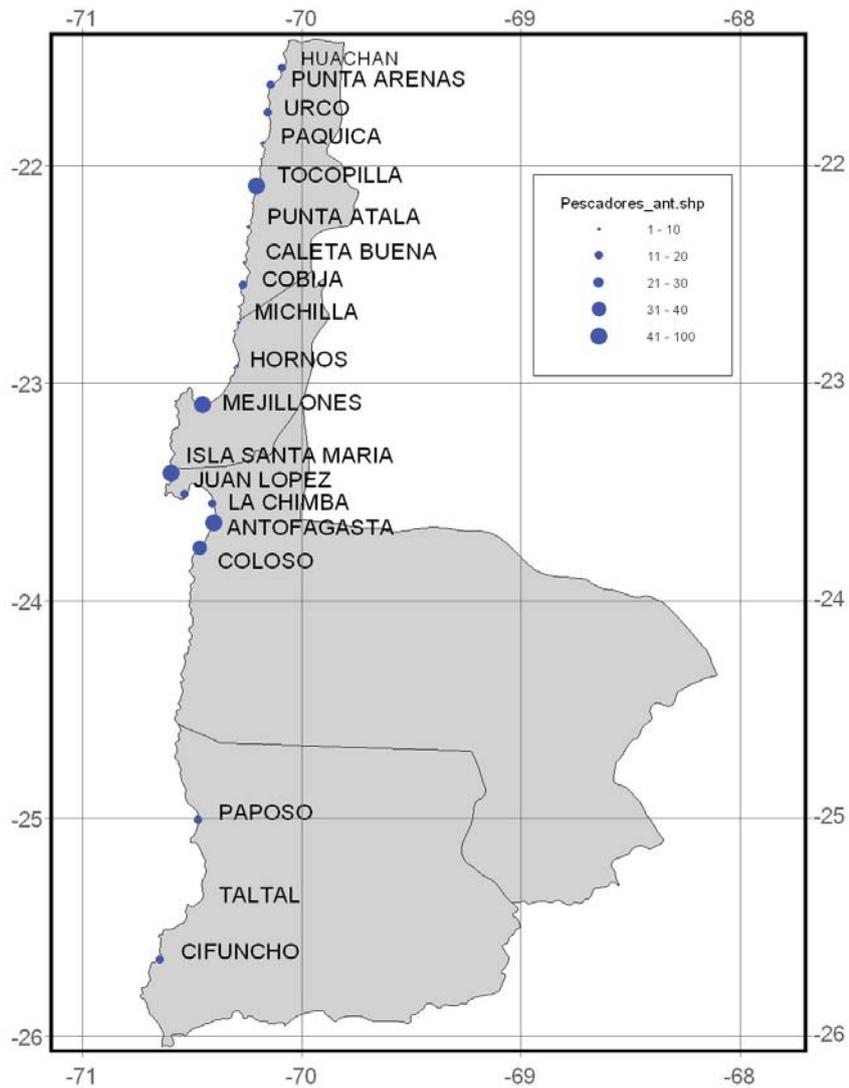


Figura 3.1.13. Concentración de los pescadores artesanales flota a lo largo del borde costero de la II Región.

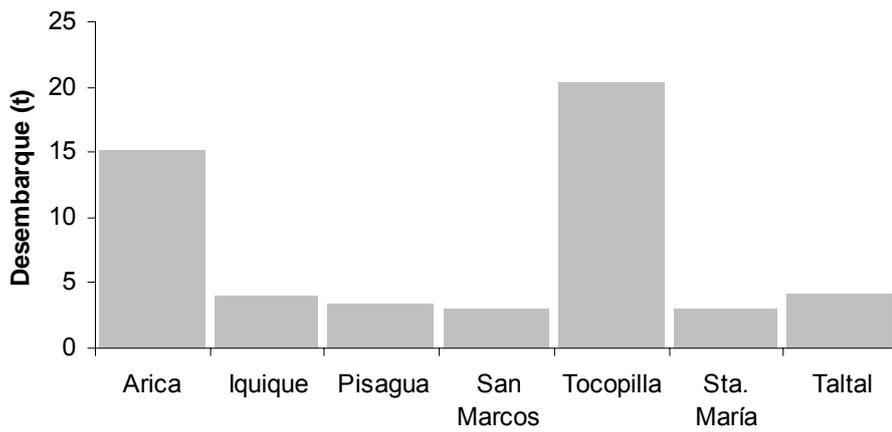


Figura 3.1.14. Desembarques de lapa durante el período de estudio en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

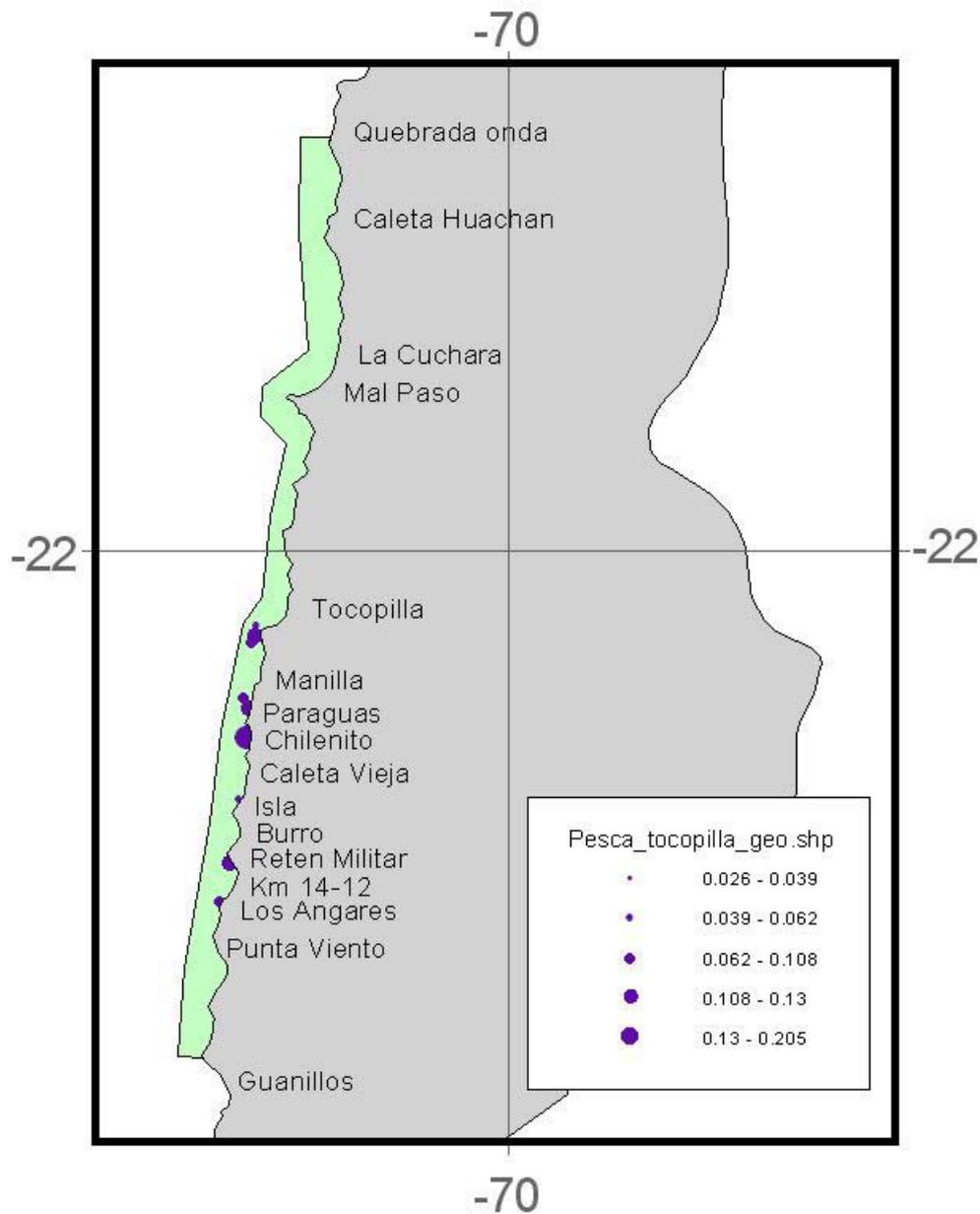


Figura 3.1.15. Distribución de las procedencias donde se extrajo el recurso lapa, asociado al centro de muestreo Tocopilla (enero - septiembre, 2006).

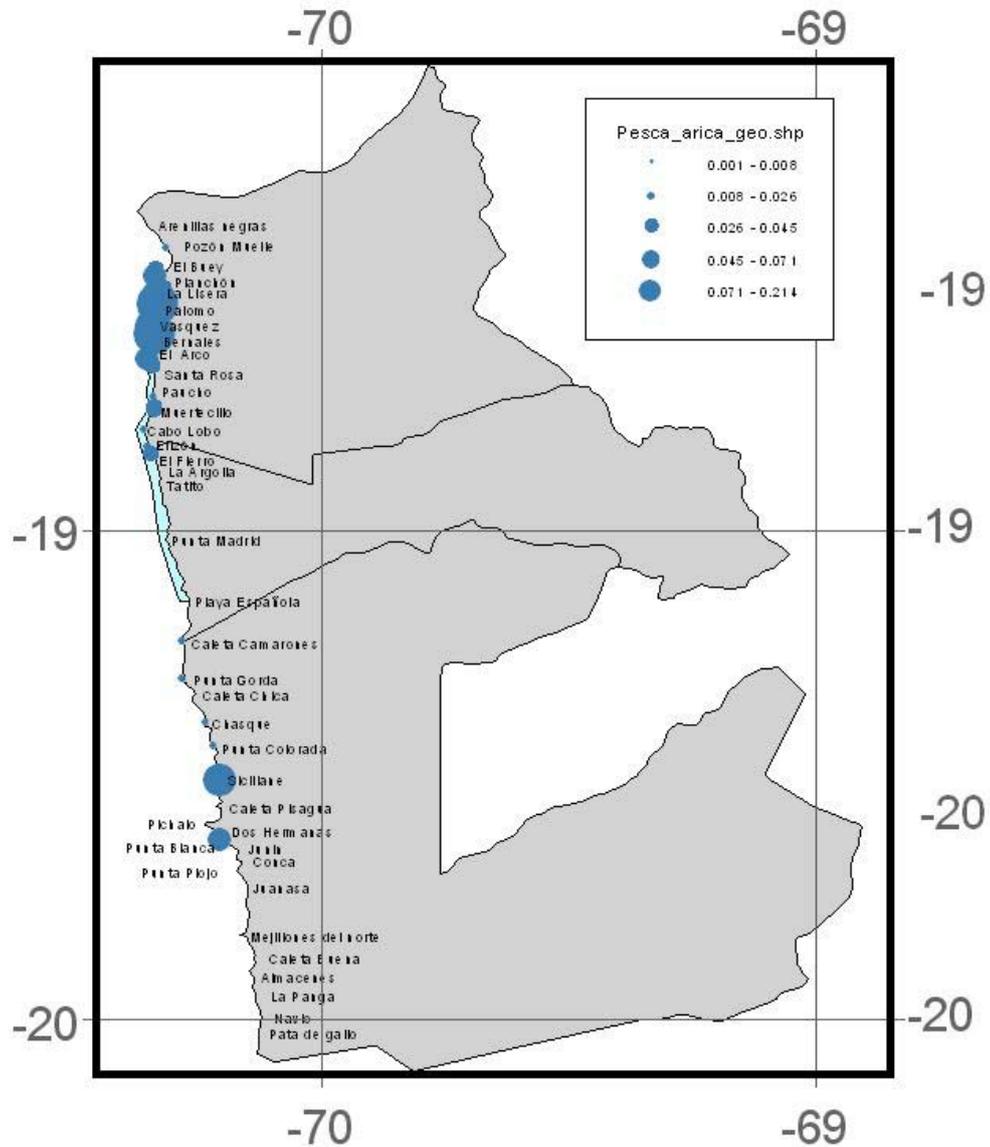


Figura 3.1.16. Distribución de las procedencias donde se extrajo el recurso lapa, asociado al centro de muestreo Arica (enero - septiembre, 2006).

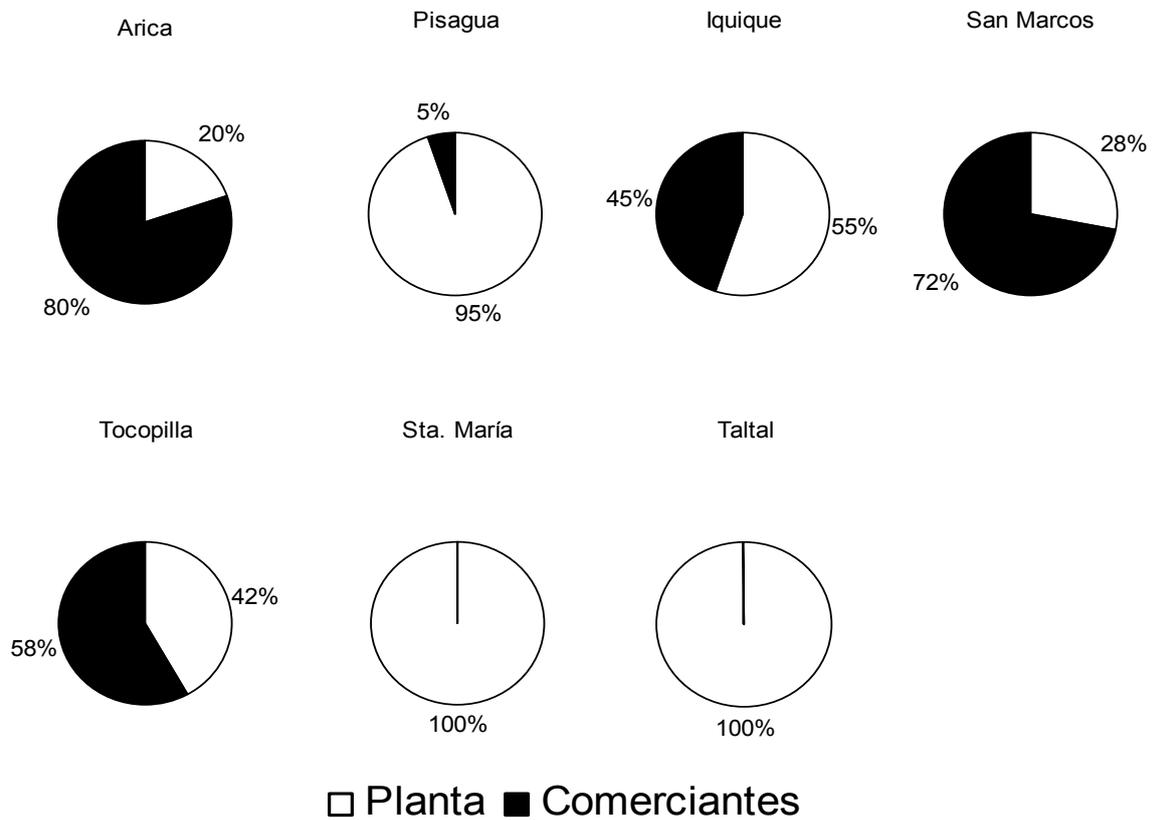


Figura 3.1.17. Destino de los desembarques por centro de muestreo, planta o comerciantes, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

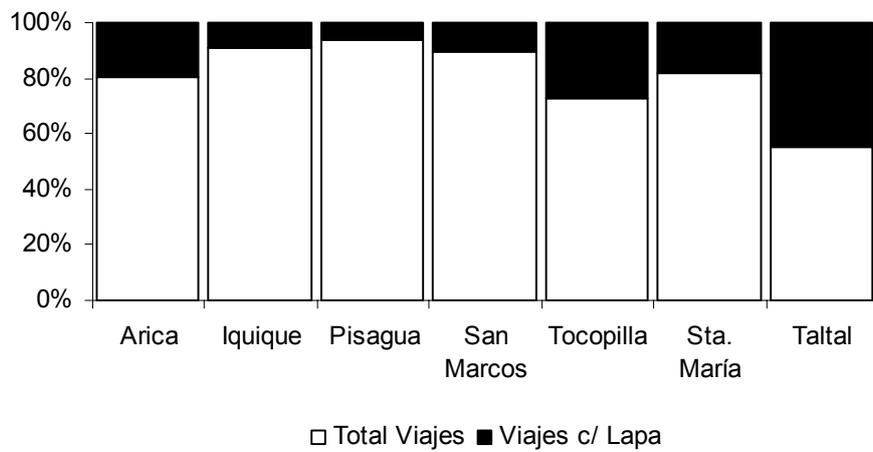


Figura 3.1.18. Intencionalidad de pesca de la flota asociada a los diferentes centros de muestreo del monitoreo, indicando número total de viajes y viajes con recurso lapa.

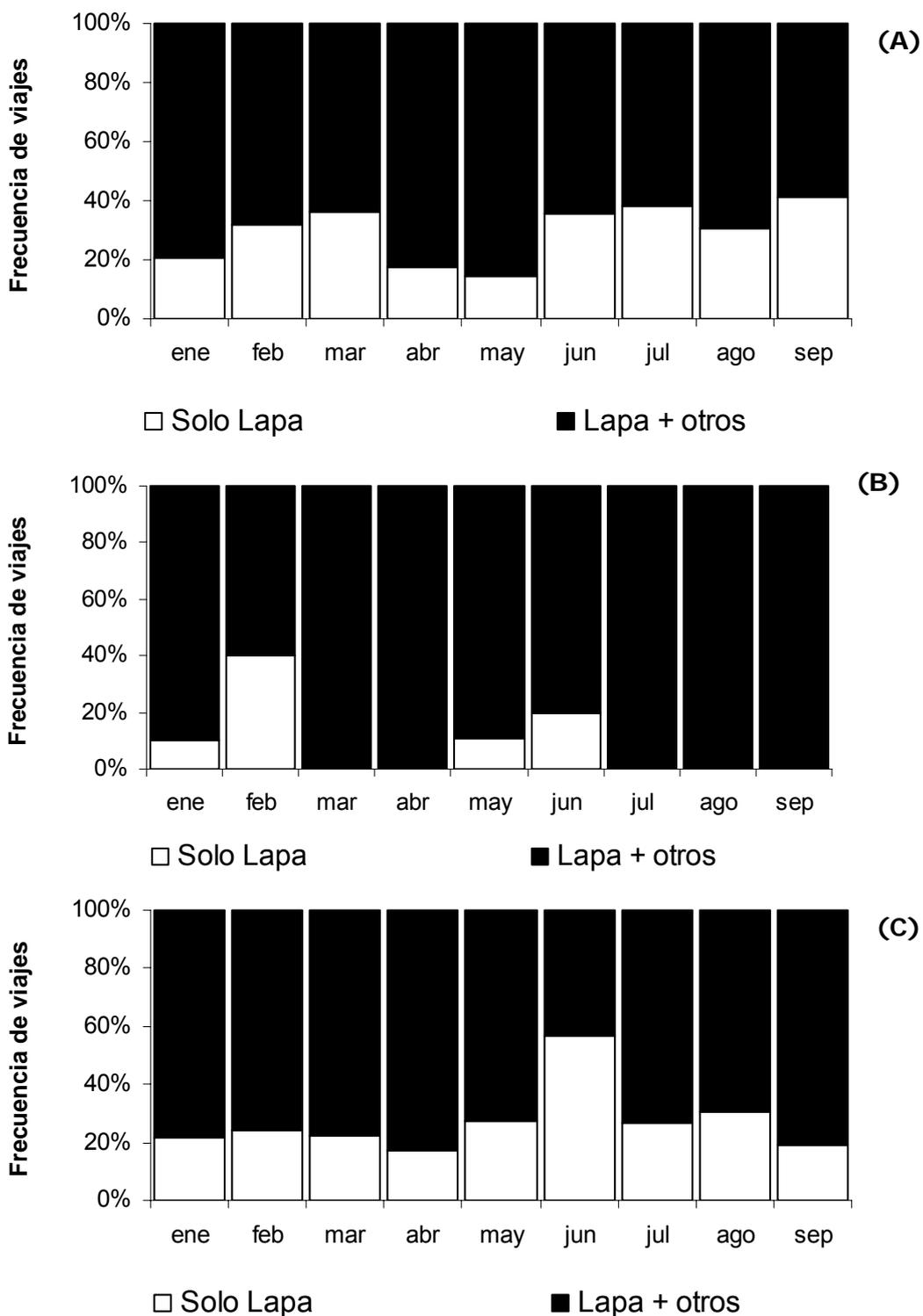


Figura 3.1.19. Intencionalidad de pesca de la flota asociada a los centros de muestreo de Arica (A) Iquique (B) y Tocopilla (C), indicando porcentaje viajes sólo con recurso lapa y recurso lapa asociado a otras especies.

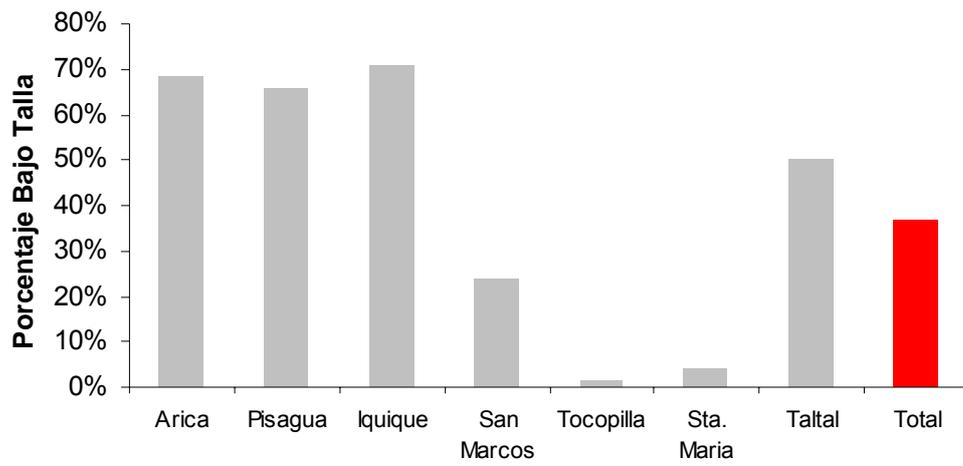


Figura 3.1.20. Porcentaje de ejemplares bajo talla en cada uno de los centros de muestreo, destacando en rojo el correspondiente a la macro zona norte, durante el período de estudio (enero - septiembre, 2006).

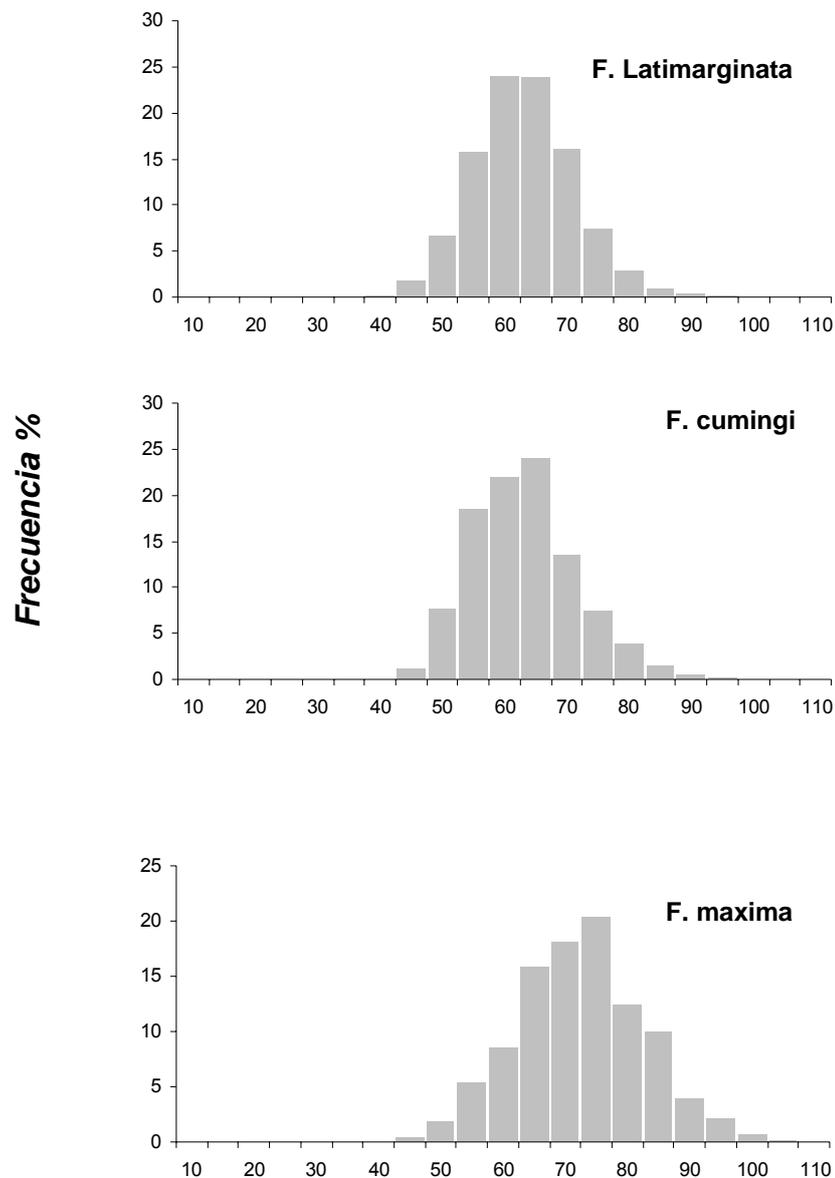


Figura 3.1.21. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Arica, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

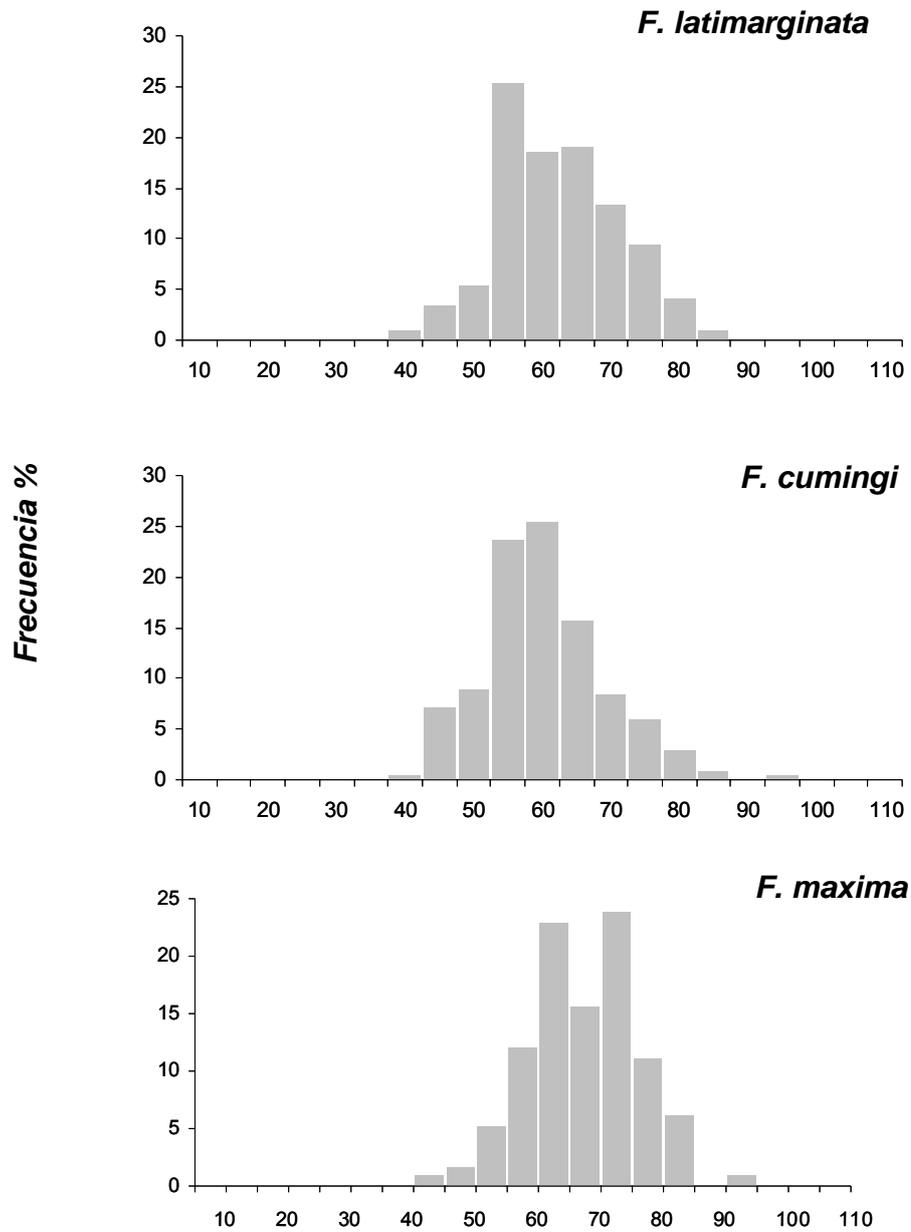


Figura 3.1.22. Distribución de frecuencia de talla de las tres especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Pisagua, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

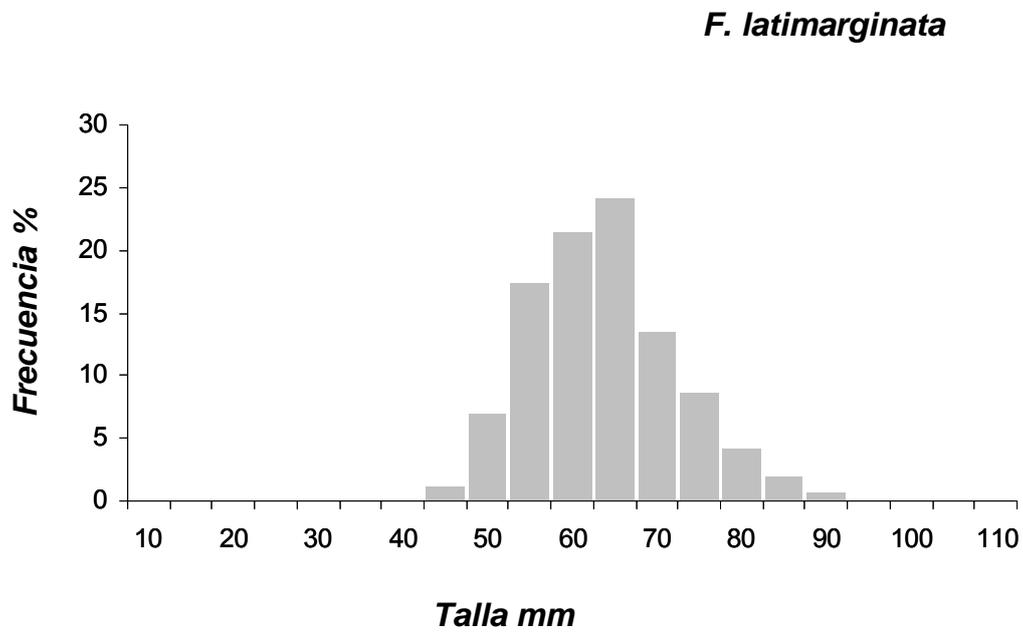


Figura 3.1.23. Distribución de frecuencia de talla de *Fissurella latimarginata* desembarcada en el centro de desembarque de Iquique, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

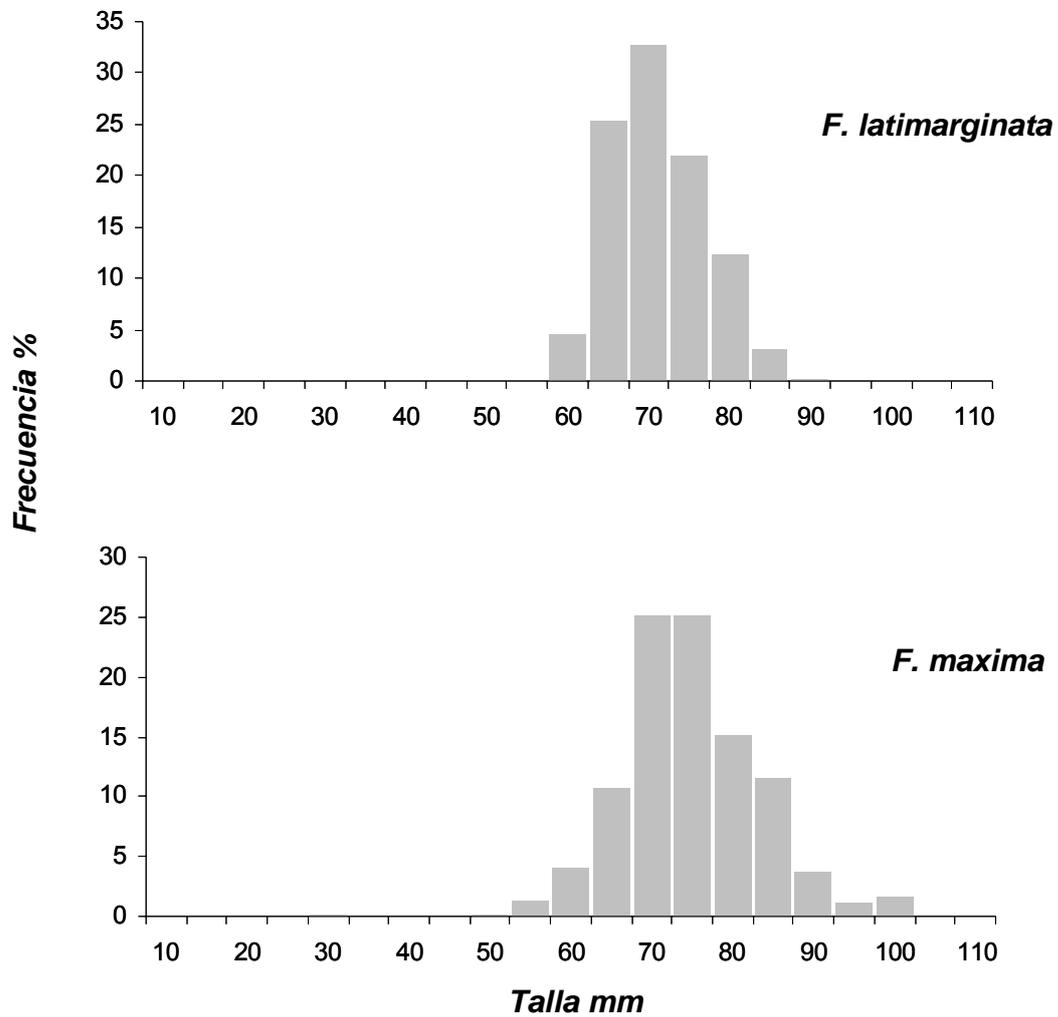


Figura 3.1.24. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de San Marcos, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

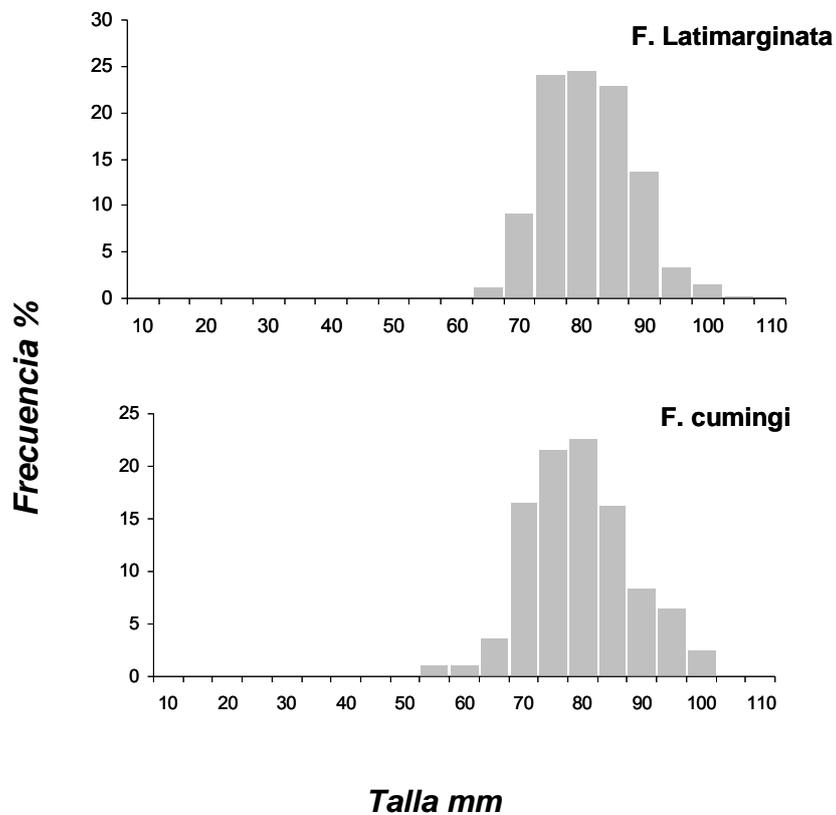


Figura 3.1.25. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Tocopilla, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

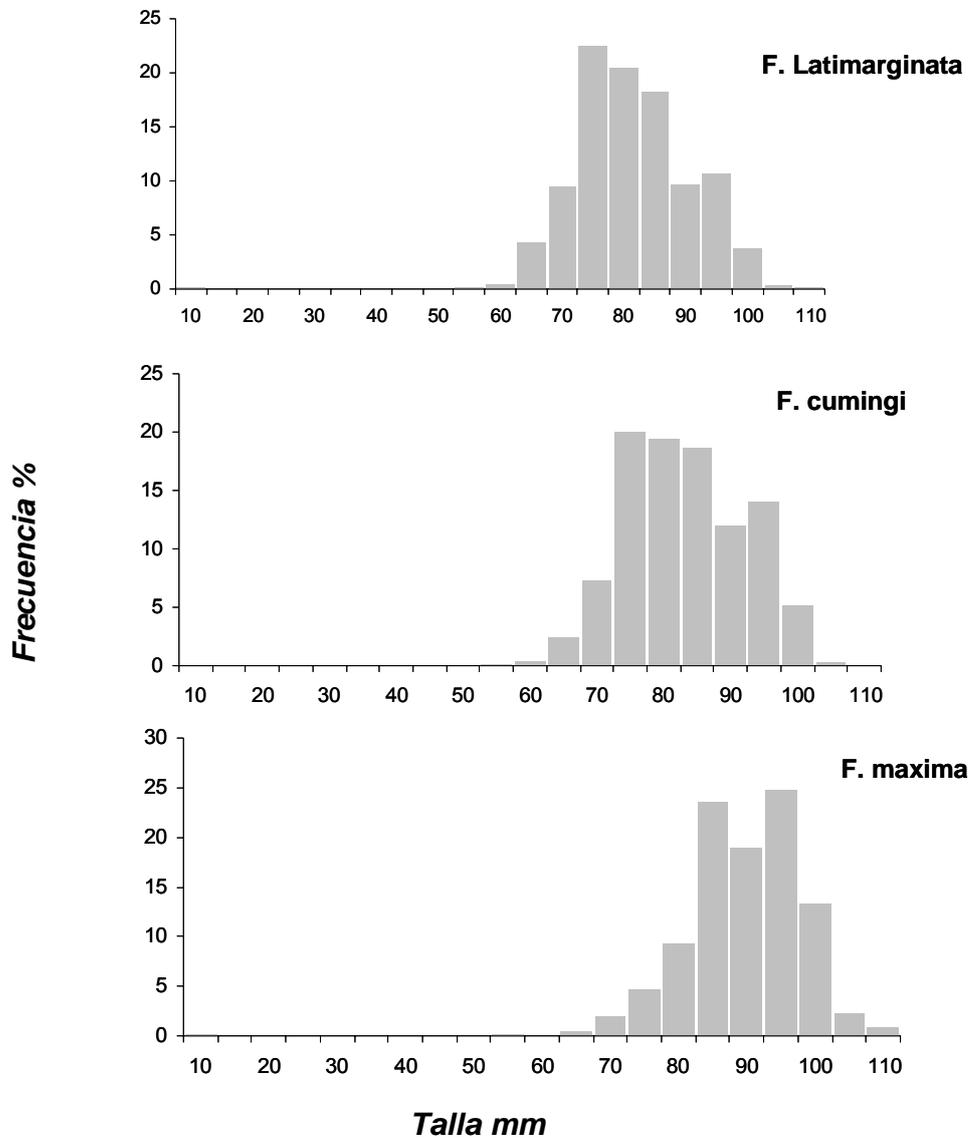


Figura 3.1.26. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Isla Santa María, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

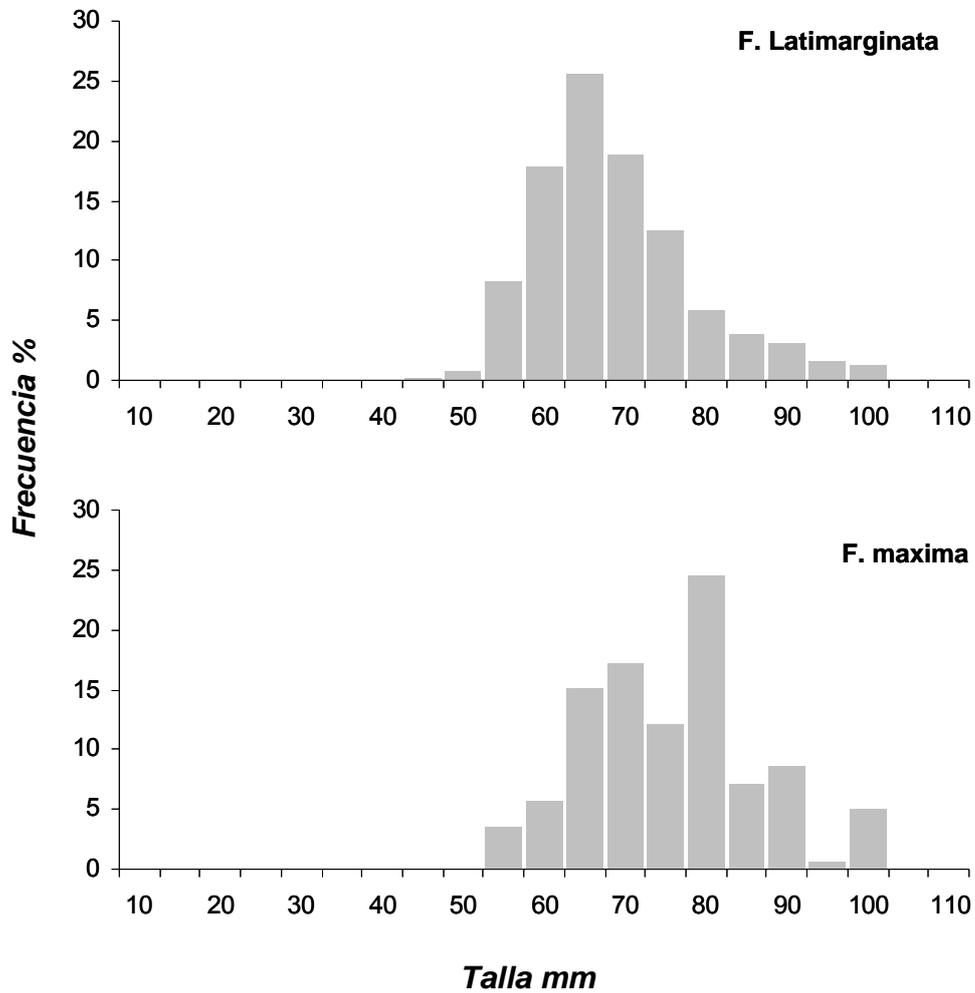


Figura 3.1.27. Distribución de frecuencia de talla de las especies de lapa desembarcadas en el centro de desembarque de Taltal, durante el período de estudio (enero – septiembre, 2006).

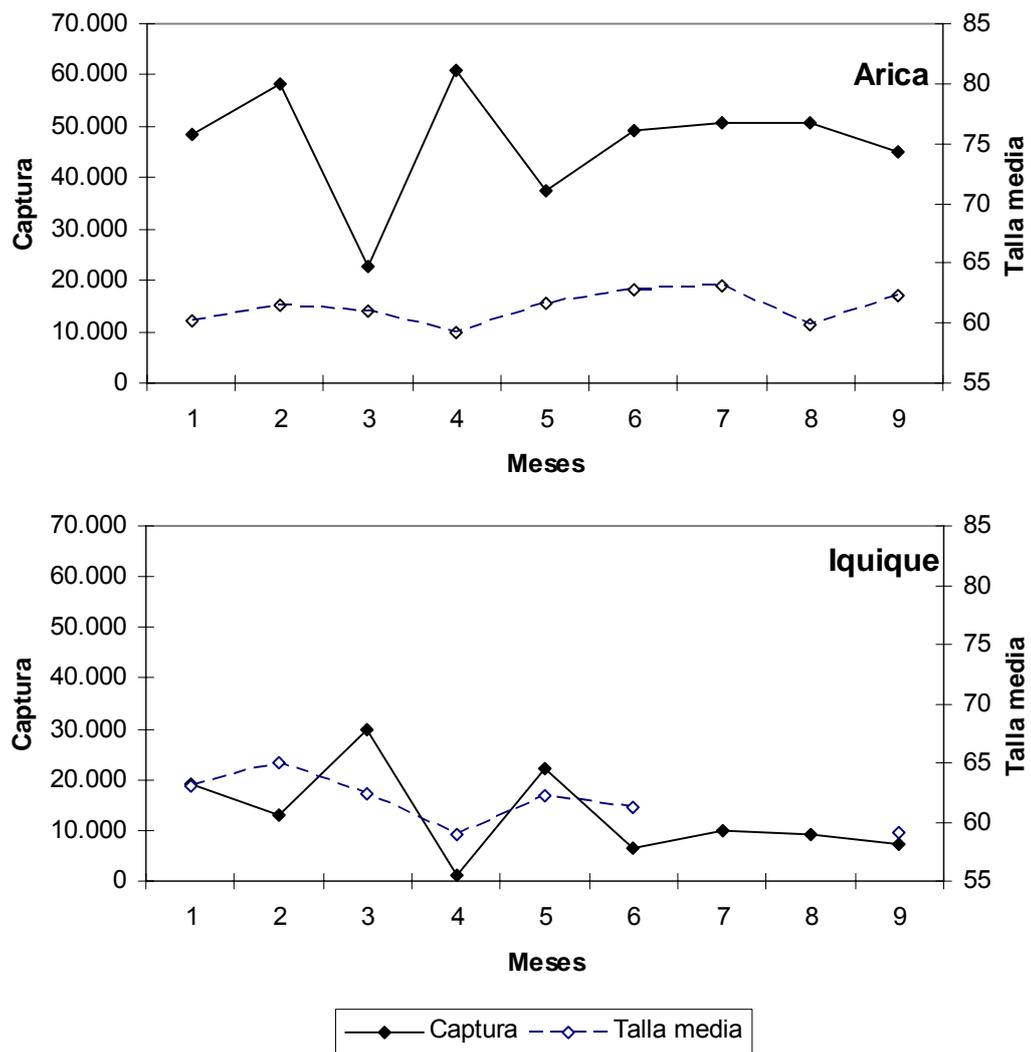


Figura 3.1.28. Fluctuación mensual de las capturas y talla media de *Fissurella latimarginata* entre centros de muestreo Arica e Iquique de la I Región

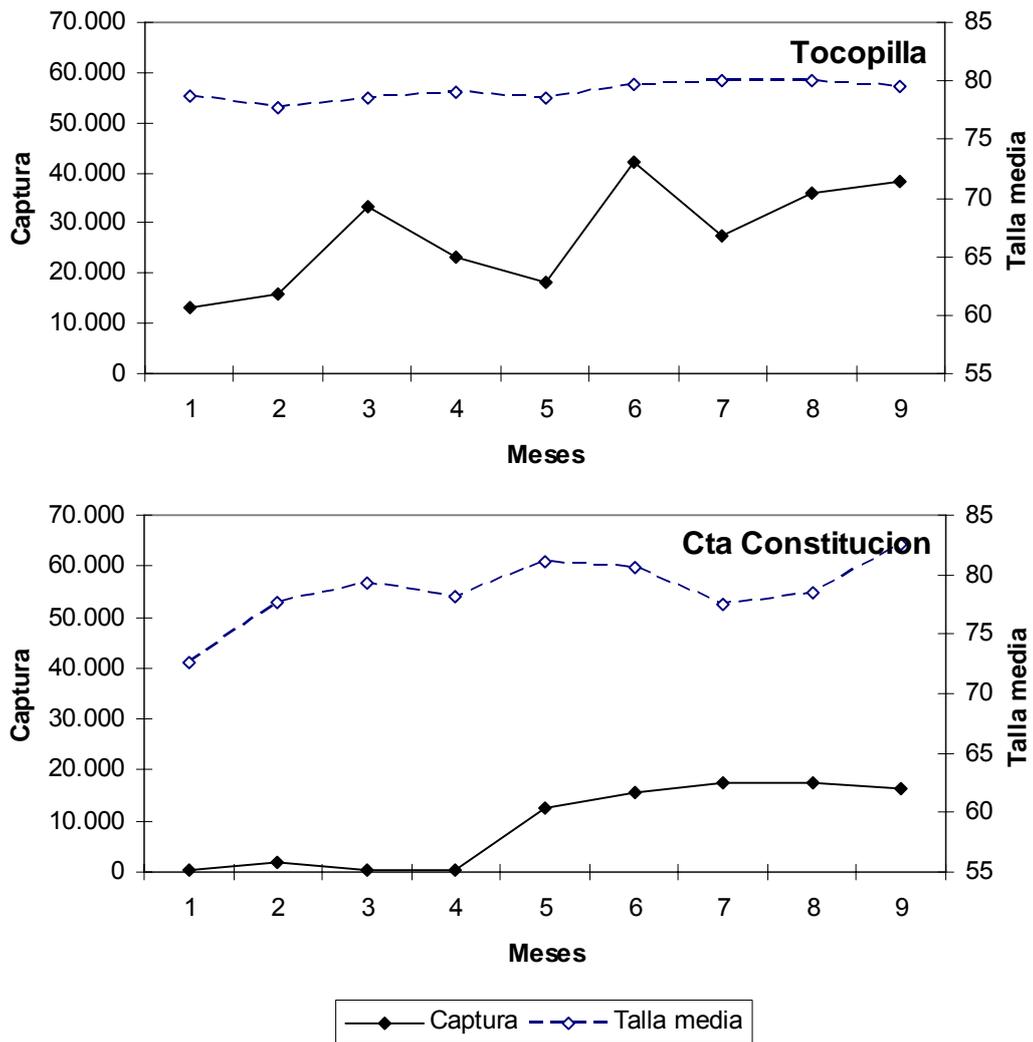


Figura 3.1.29. Fluctuación mensual de las capturas y talla media de *Fissurella latimarginata* entre centros de muestreos de Tocopilla y Cta Constitución en la II Región.

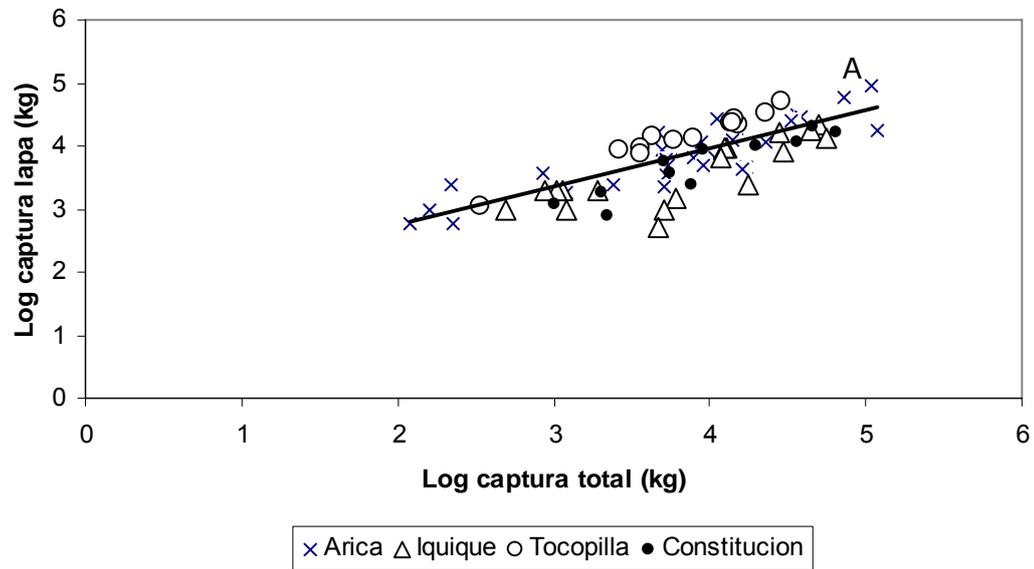


Figura 3.1.30. Relación entre las capturas anuales totales (sin lapa) versus las capturas del recurso lapa por procedencia para los centros de muestreo analizados.

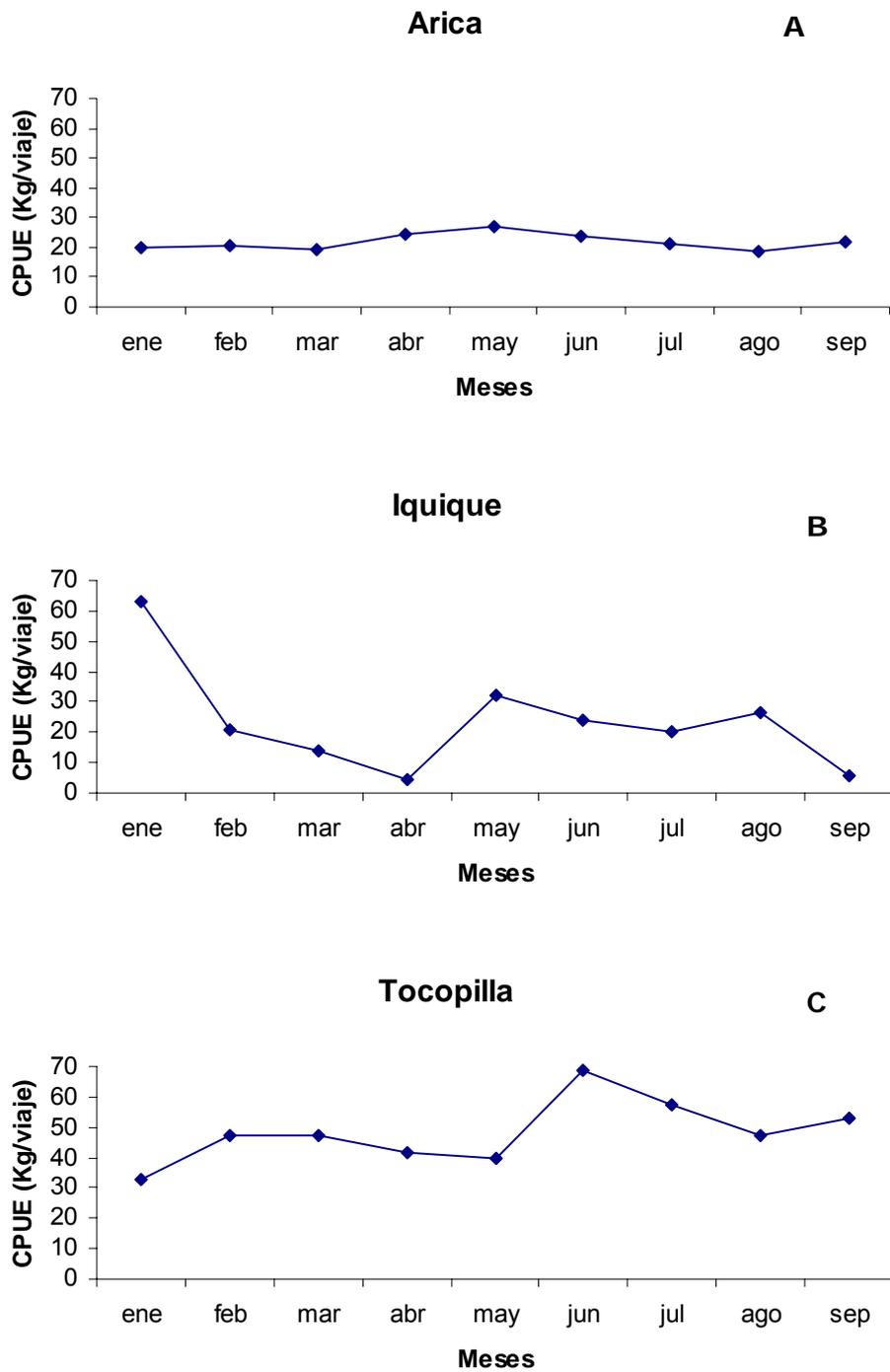


Figura 3.1.31. CPUE por mes para las localidades de (A) Arica, (B) Iquique y (C) Tocopilla.

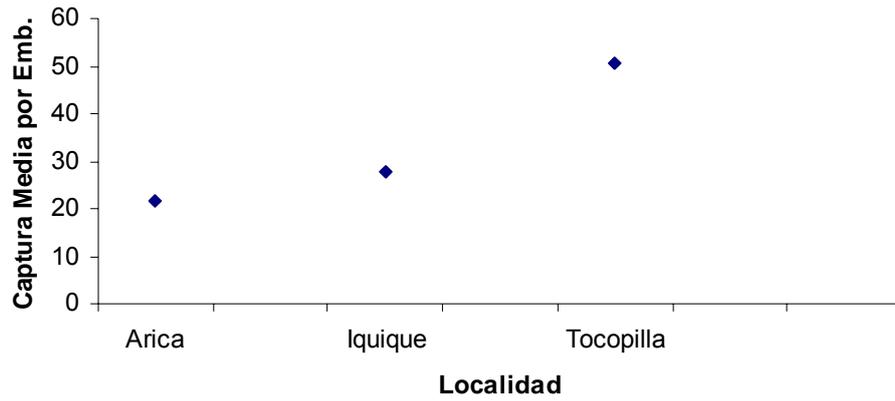


Figura 3.1.32. Captura media total por embarcación para las localidades de Arica, Iquique y Tocopilla.

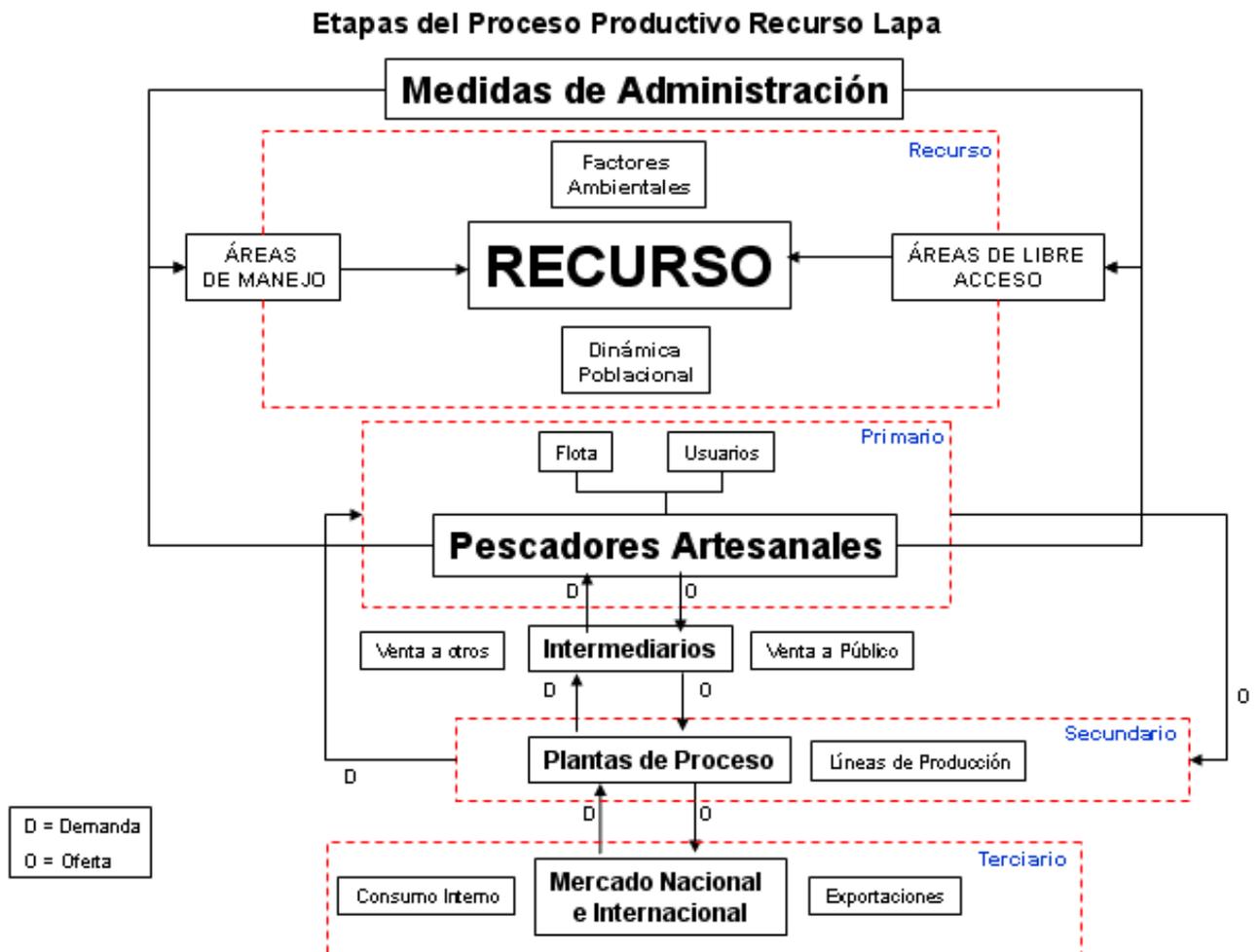


Figura 3.1.33. Esquema general del Modelo Productivo generado en torno a la pesquería del recurso lapa.



Figura 3.2.1. Tipo de Marca 1 utilizado en el marcaje de lapas. Plástico numerado y adherido con masilla epóxica.



Figura 3.2.2. Tipo de Marca 2. (A) amarra plástica utilizada; (B) orificio en la concha con dremel; (C) puesta de la amarra con el número; (D) lapas marcadas.



Figura 3.2.3. Tipo de Marca 3. En el círculo amarillo marca utilizadas en abejas.

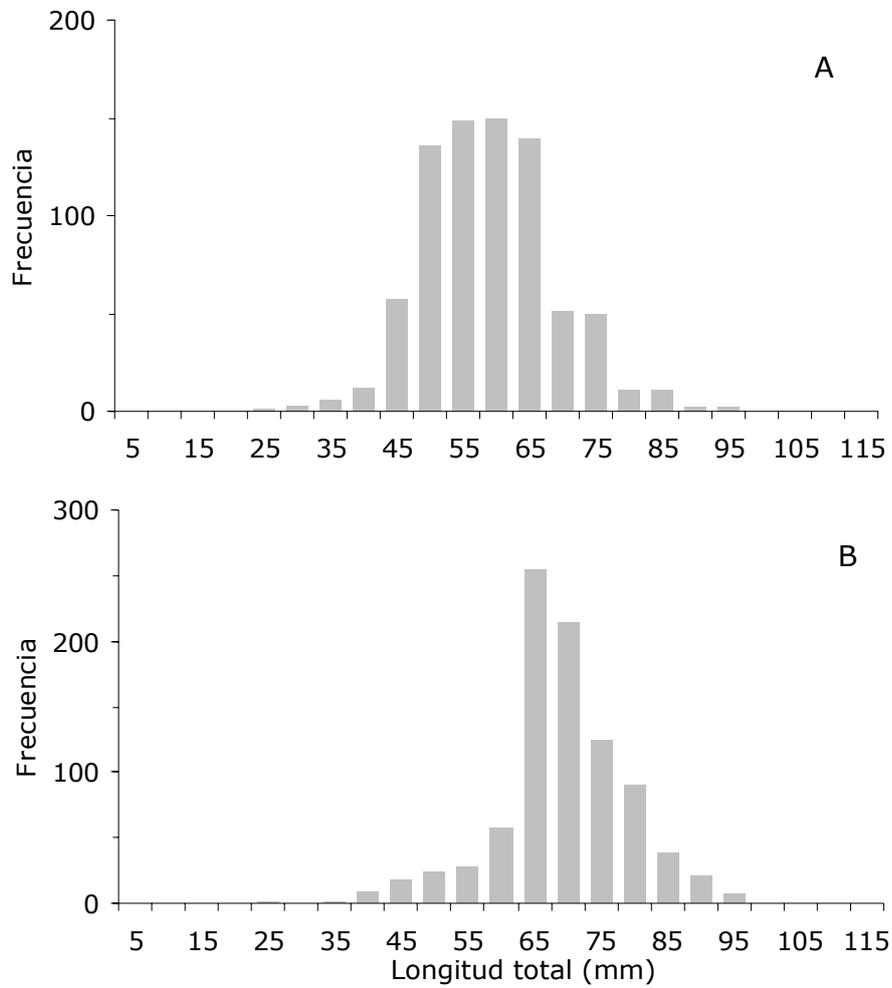


Figura 3.2.4. *F. latimarginata* marcadas en la I (A) y II (B) Región.

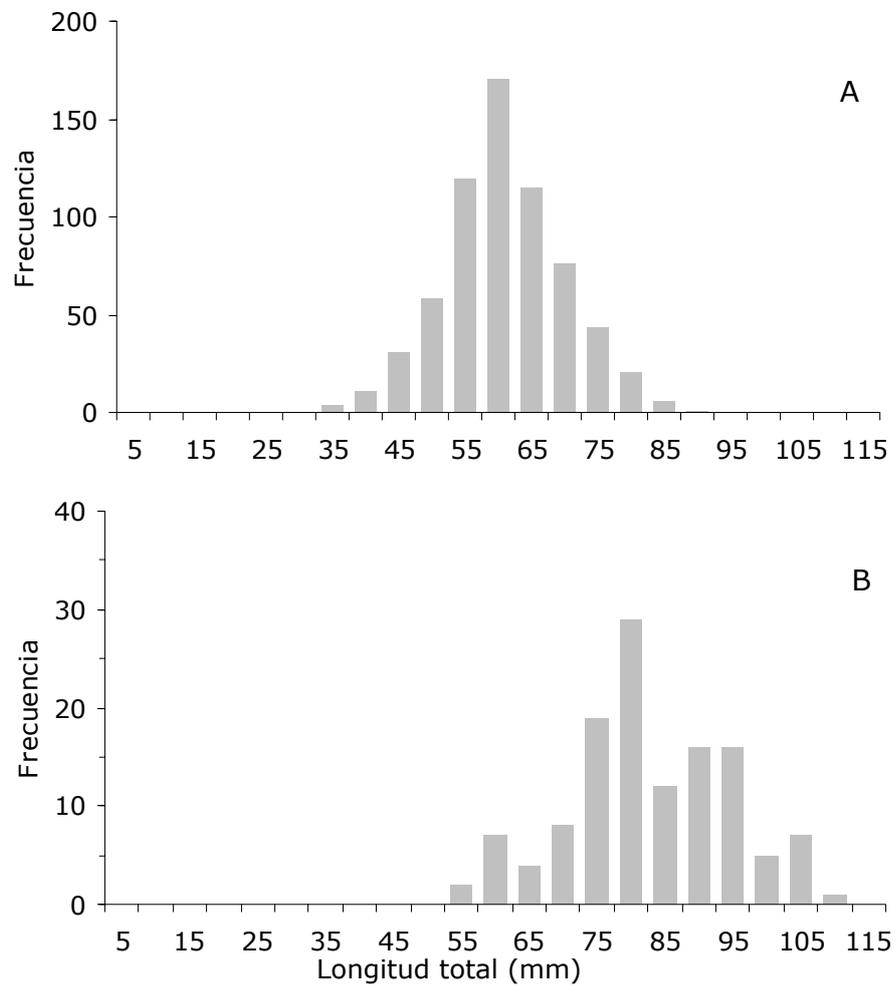


Figura 3.2.5. *F. cumingi* y *F. maxima* marcadas en la I (A) y II (B) Región.

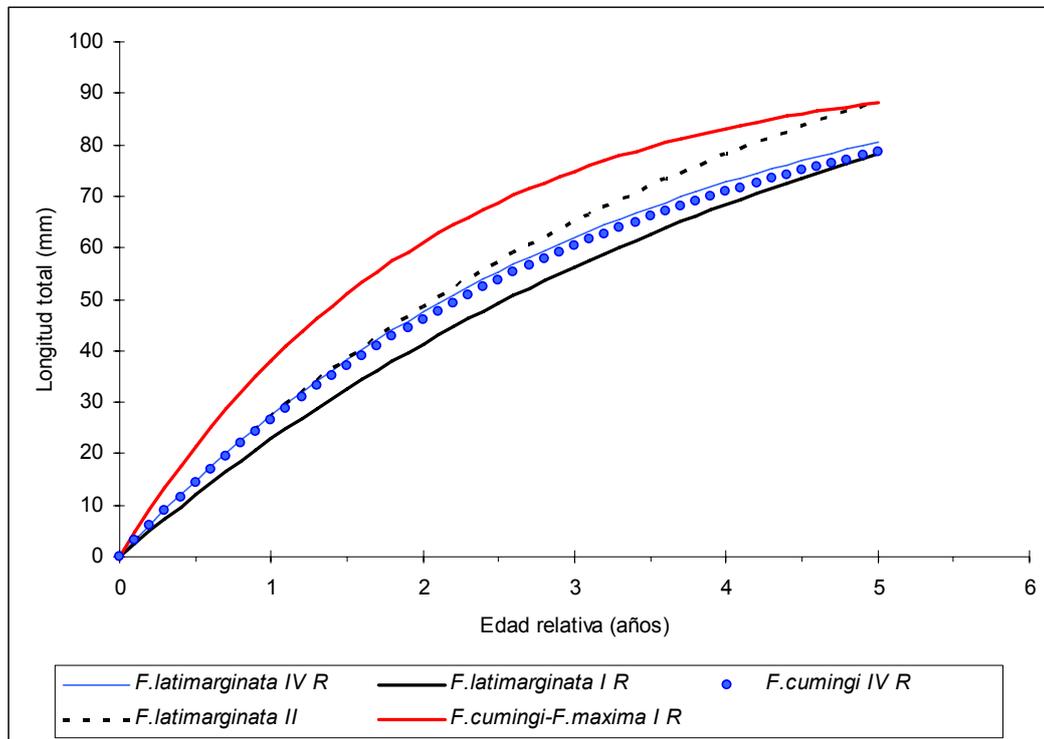


Figura 3.2.6. Curvas de crecimiento para las distintas especies de *Fissurella* estimadas en el presente estudio y estimaciones de la IV Región.

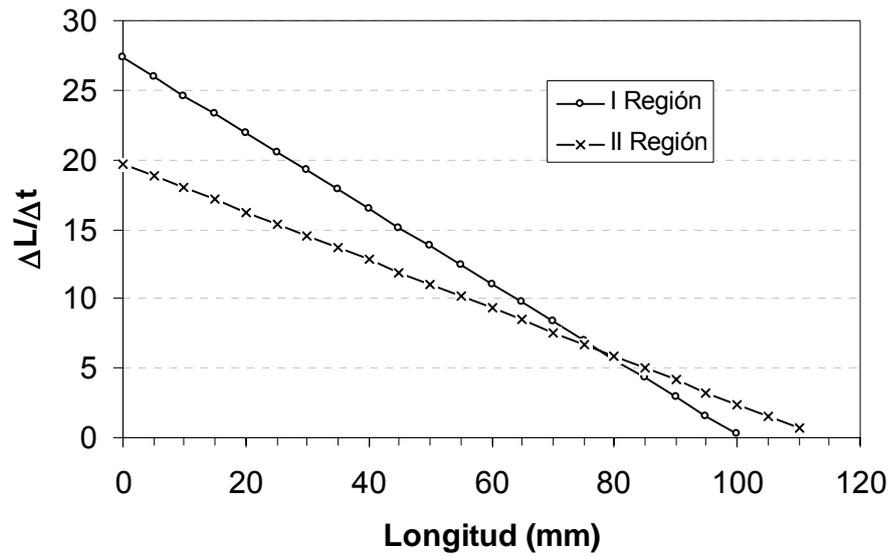


Figura 3.2.7. Comparación de la tasa de crecimiento en longitud de *F. latimarginata* en la I y II Región, deducida del análisis de frecuencia de tallas con MULTIFAN.

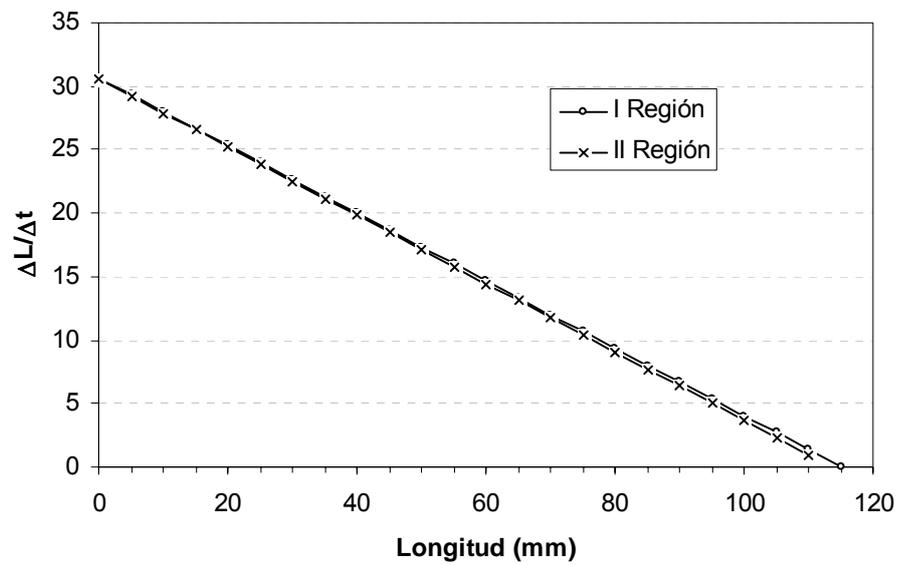


Figura 3.2.8. Comparación de la tasa de crecimiento en longitud de *F. maxima* y *F. cumingi* en la I y II Región, deducida del análisis de frecuencia de tallas con MULTIFAN.



Figura 3.2.9. Lámina de papel acetato con la grabación de una concha de lapa.



Figura 3.2.10. Cortes realizadas en conchas de lapasy distitos tipos de formación de marcas. Se muestra también concha horadada por poliquetos.

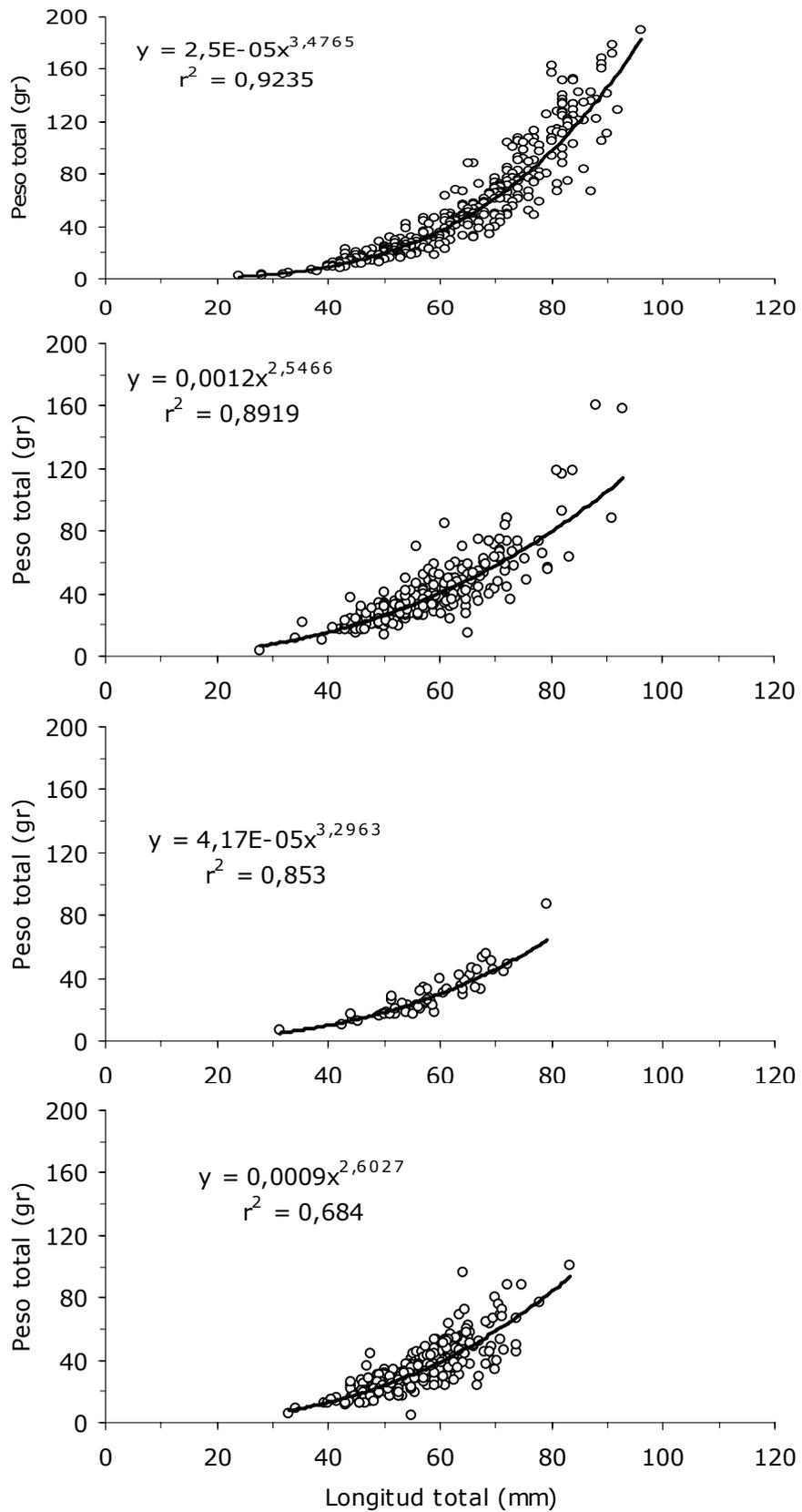


Figura 3.2.11. Relación longitud-peso de *F. latimarginata* de la I Región. Enero marzo abril mayo

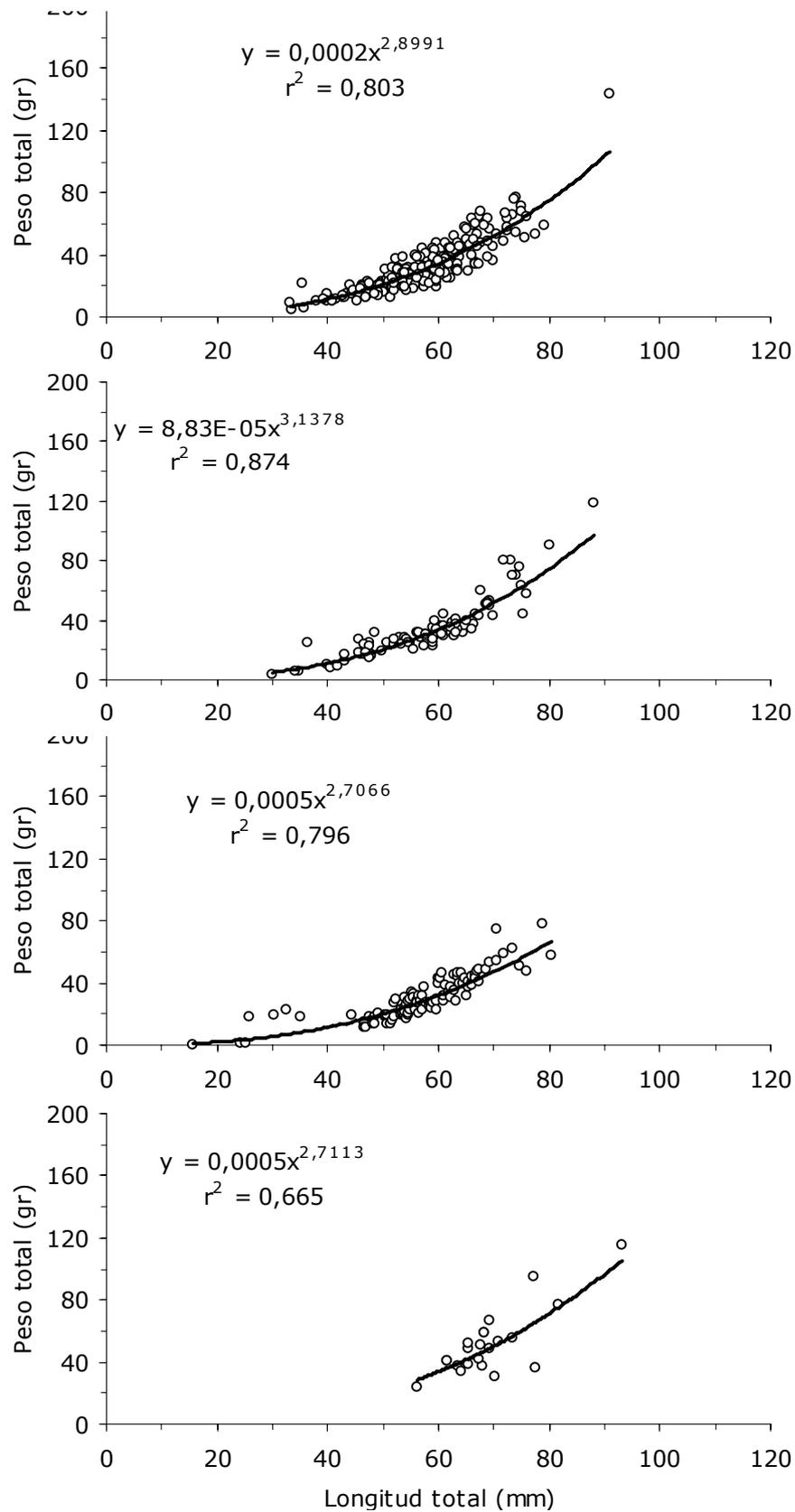


Figura 3.2.12. Relación longitud-peso de *F. latimarginata* de la I Región. Junio, julio, agosto septiembre

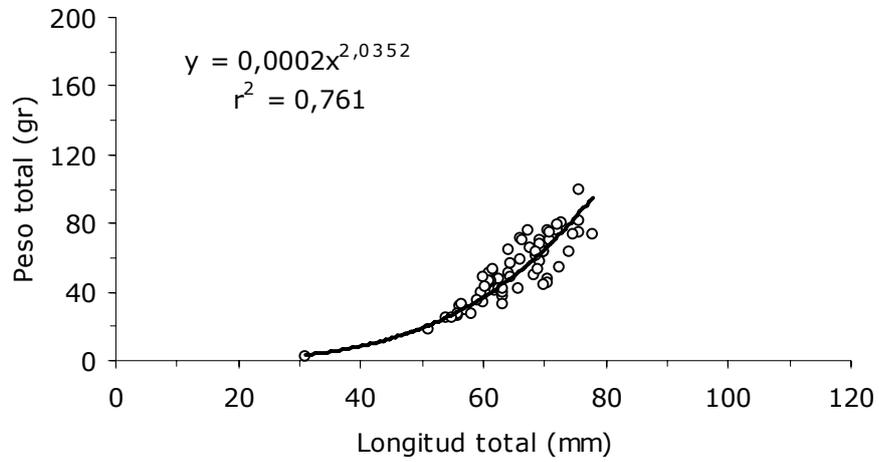


Figura 3.2.13. Relación longitud-peso de *F. latimarginata* de la I Región. octubre

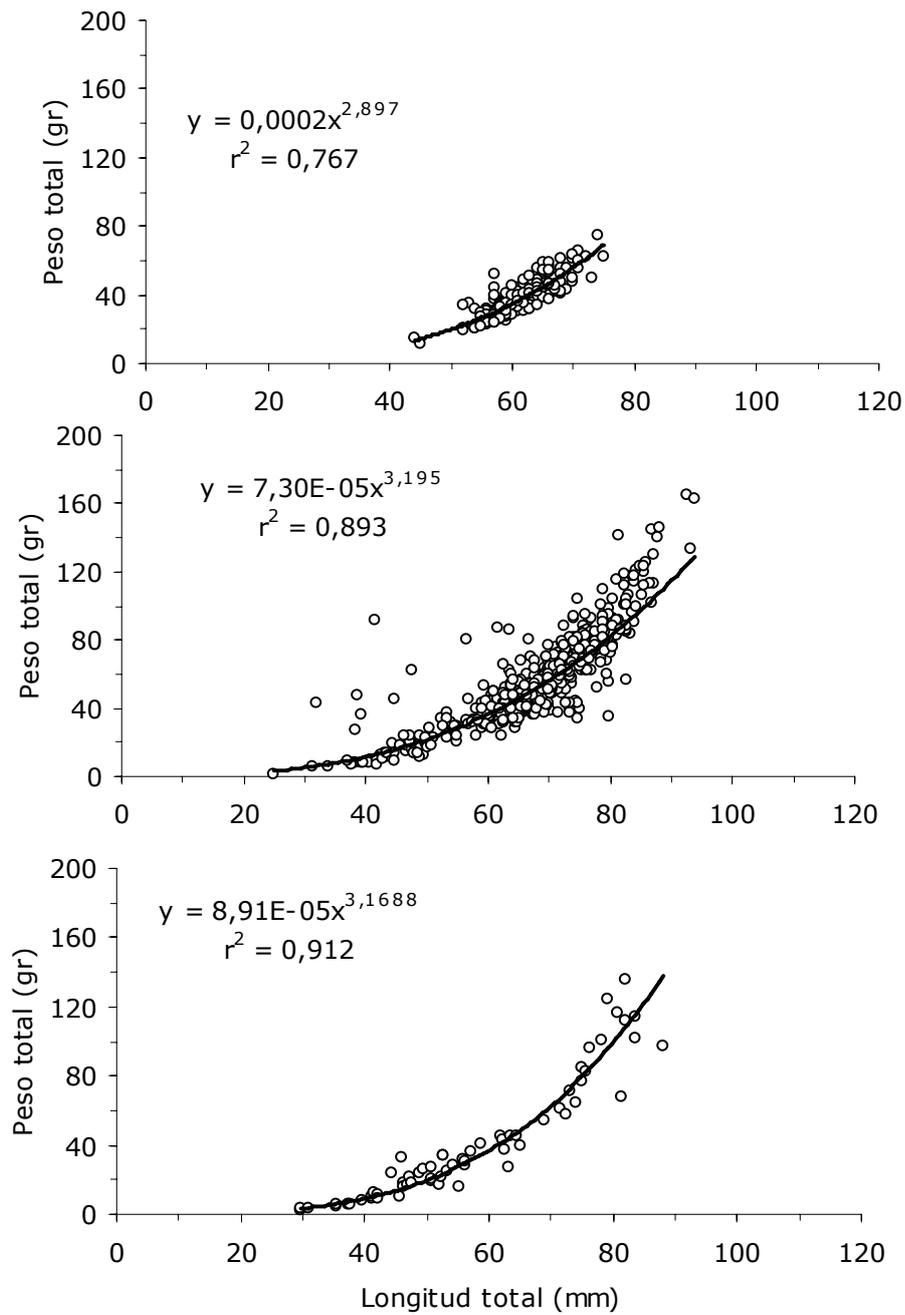


Figura 3.2.14. Relación longitud-peso de *F. latimarginata* de la II Región. Enero marzo junio

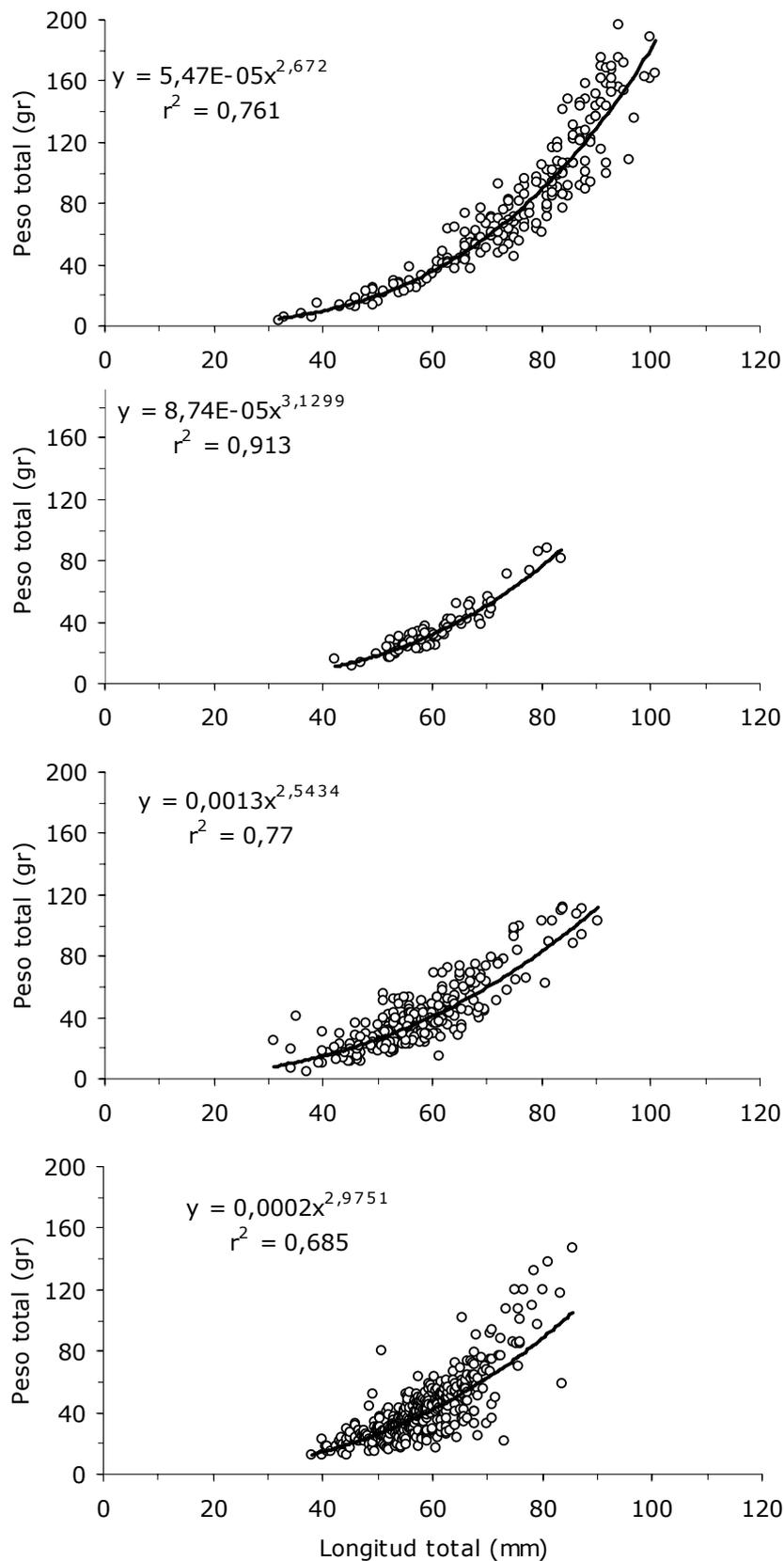


Figura 3.2.15. Relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* (información combinada) de la I Región. Enero marzo abril mayo.

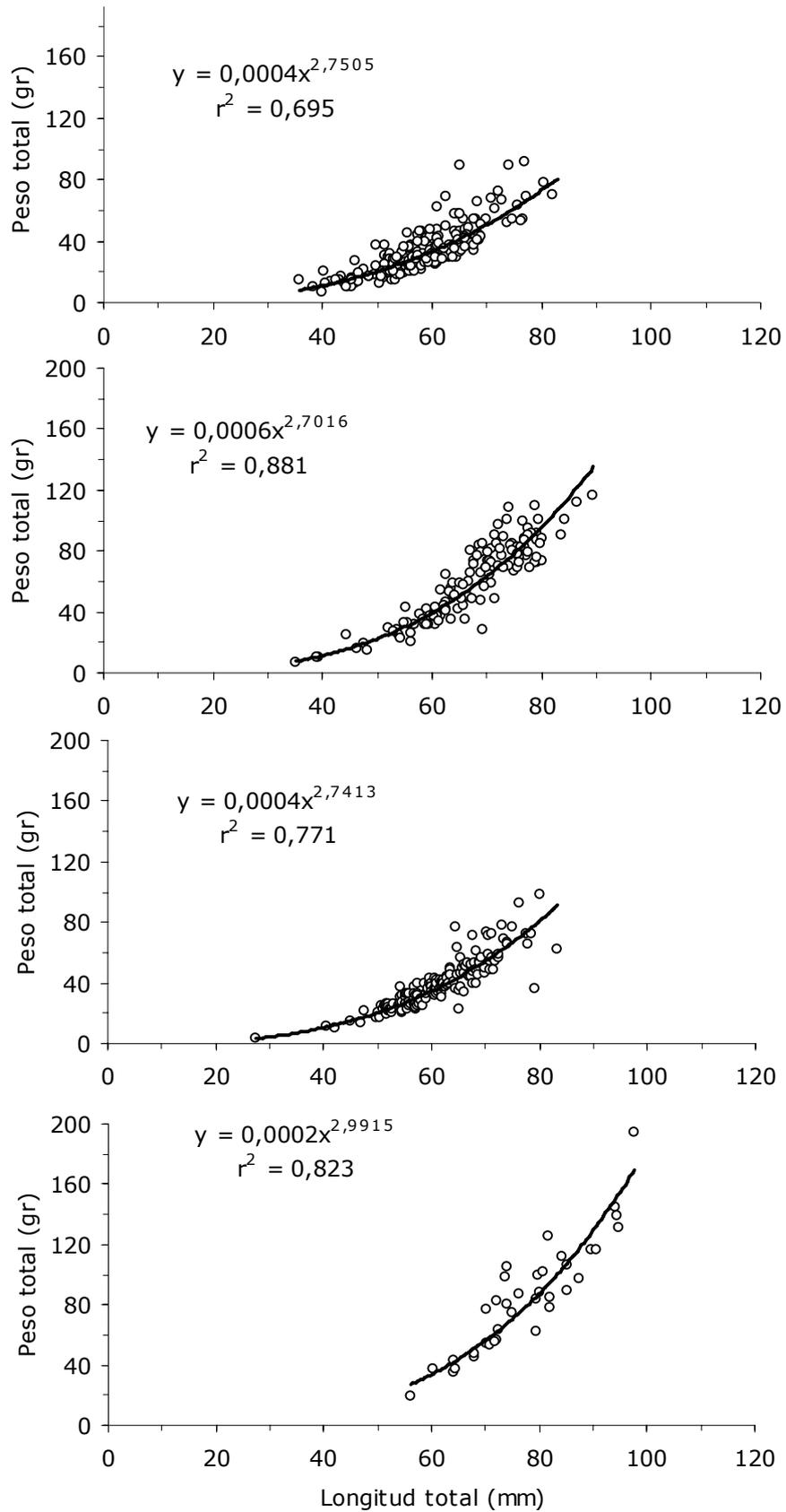


Figura 3.2.16. Relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* (información combinada) de la I Región. Junio julio agosto septiembre

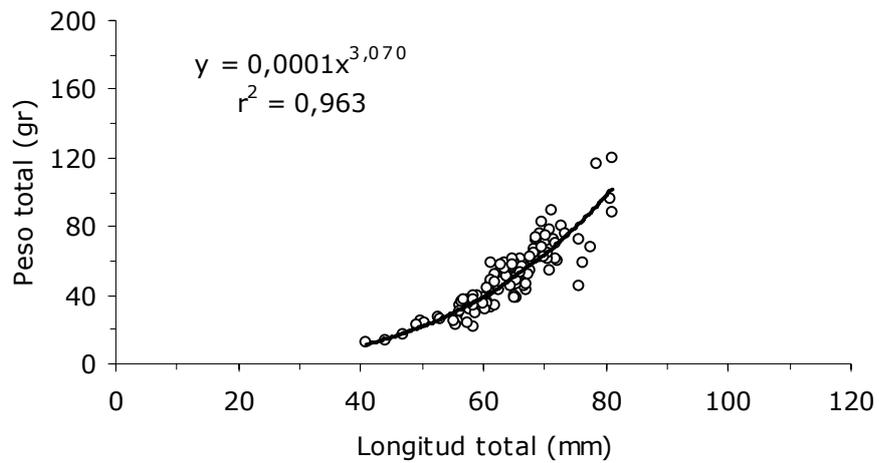


Figura 3.2.17. Relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* (información combinada) de la I Región. Octubre

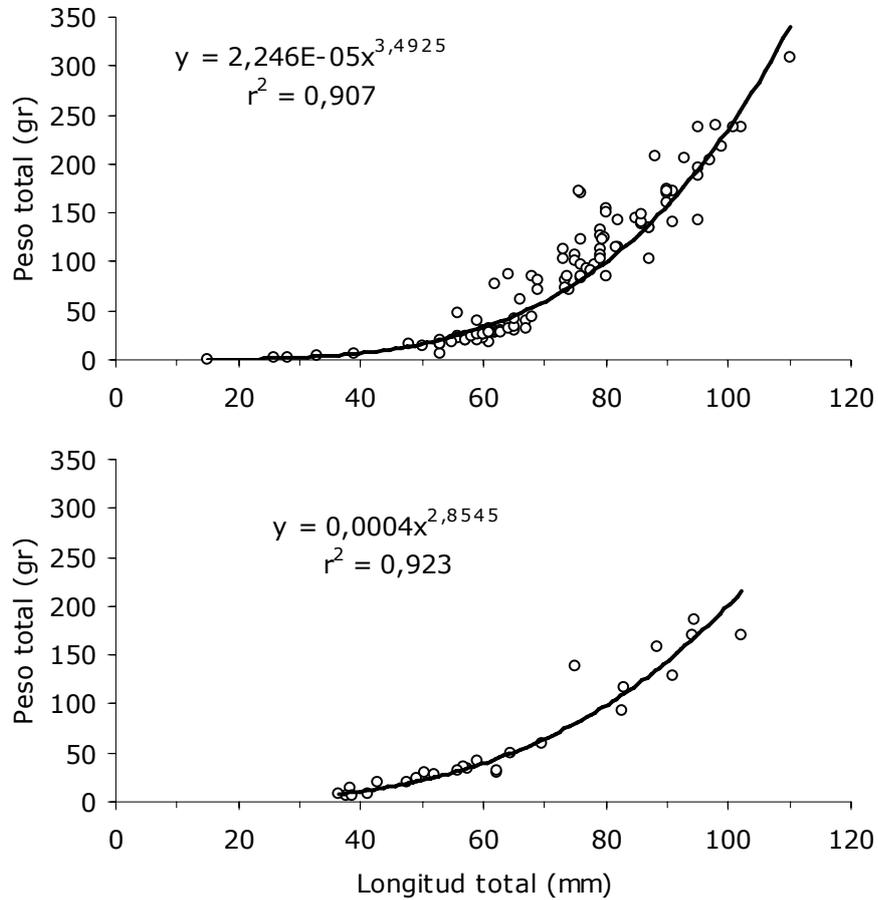


Figura 3.2.18. Relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* (información combinada) de la II Región. Enero junio



Figura 3.3.1. Zona de muestreo seleccionado en Caleta Pisagua.



Figura 3.3.2. Sector de plataforma donde se evaluó mensualmente el reclutamiento del recurso lapa en el sitio correspondiente a Caleta Pisagua.

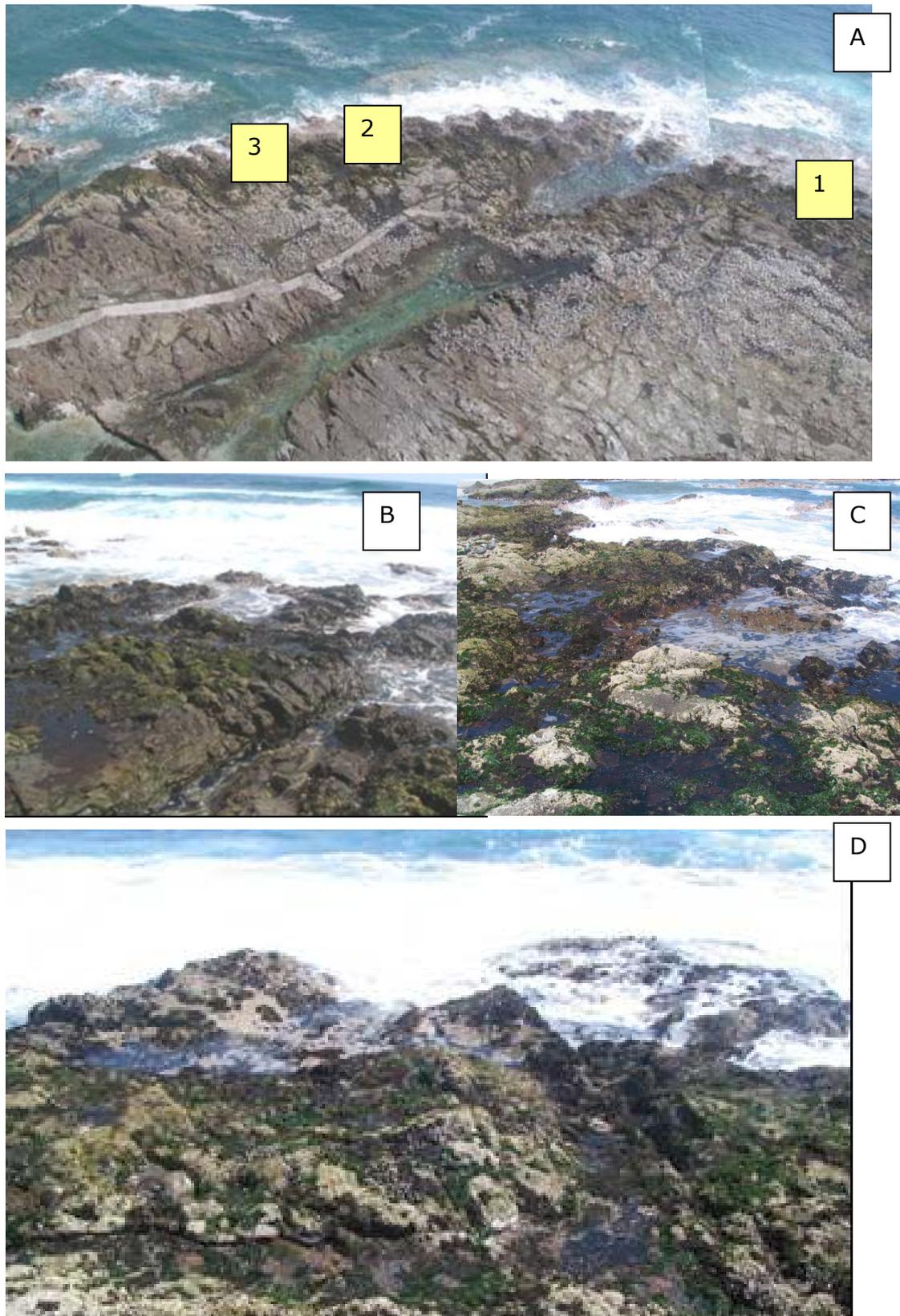


Figura 3.3.3. Zona de muestreo seleccionada en el sector Hotel Gavina y ubicación de transectos. (A) Vista general, (B) Zona 1, (C) Zona 2 y (D) Zona 3.



Figura 3.3.4. Zona de muestreo seleccionado en el sector Huayquique.

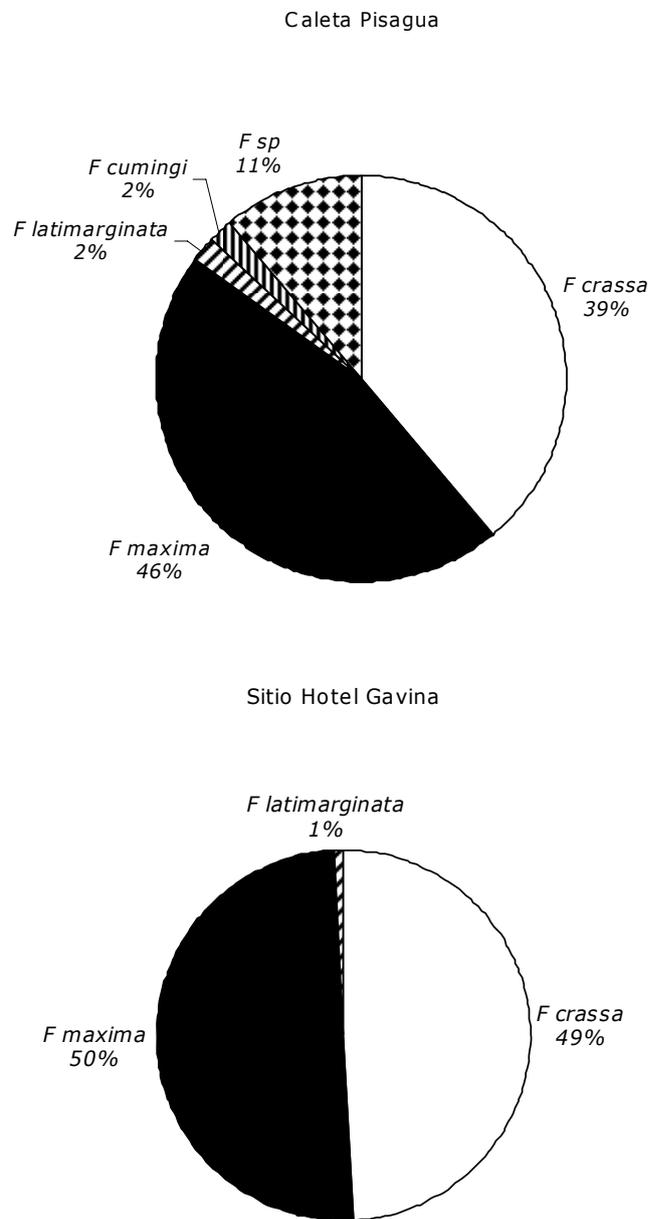


Figura 3.3.5. Composición de especies identificadas en la zona intermareal para caleta Pisagua y sitio Hotel Gavina. Período Enero a Octubre 2006.

## Sitio Huayquique

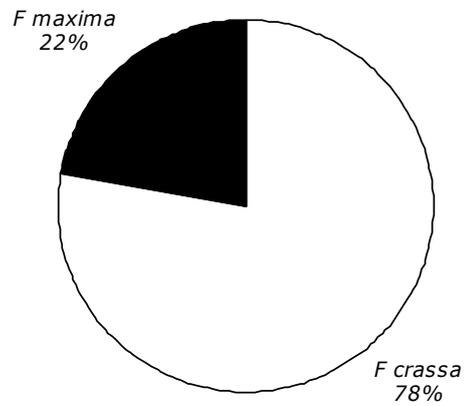


Figura 3.3.6. Composición de especies identificadas en la zona intermareal para el sitio Huayquique. Período Enero a Octubre 2006.

## Caleta Pisagua

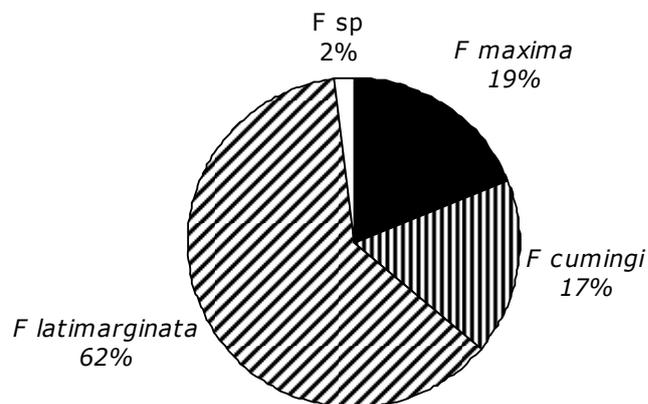


Figura 3.3.7. Composición de especies identificadas en la zona submareal para caleta Pisagua. Período Enero a Octubre 2006.

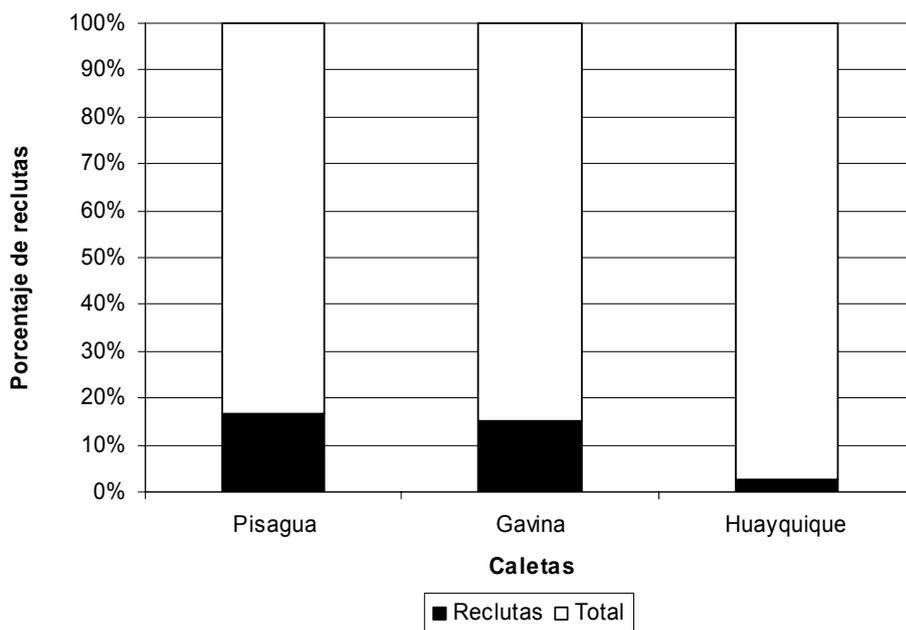


Figura 3.3.8. Porcentaje de reclutas identificados para los sitios de muestreo de caleta Pisagua, Sitio Hotel Gavina y sitio Huayquique. Zona Intermareal

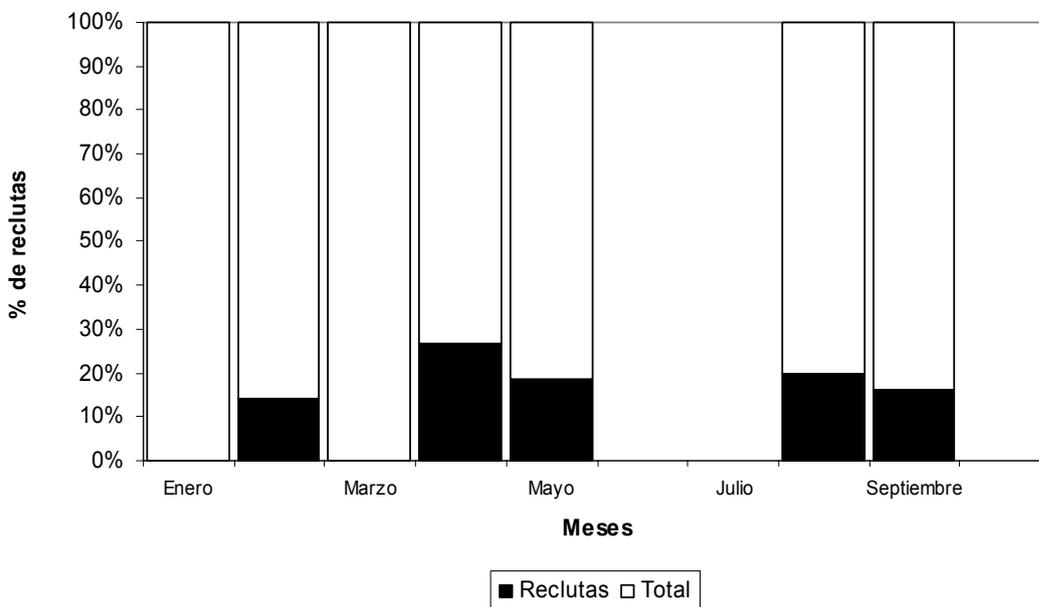


Figura 3.3.9. Porcentaje de reclutas identificados entre enero y septiembre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en caleta Pisagua. Zona Intermareal

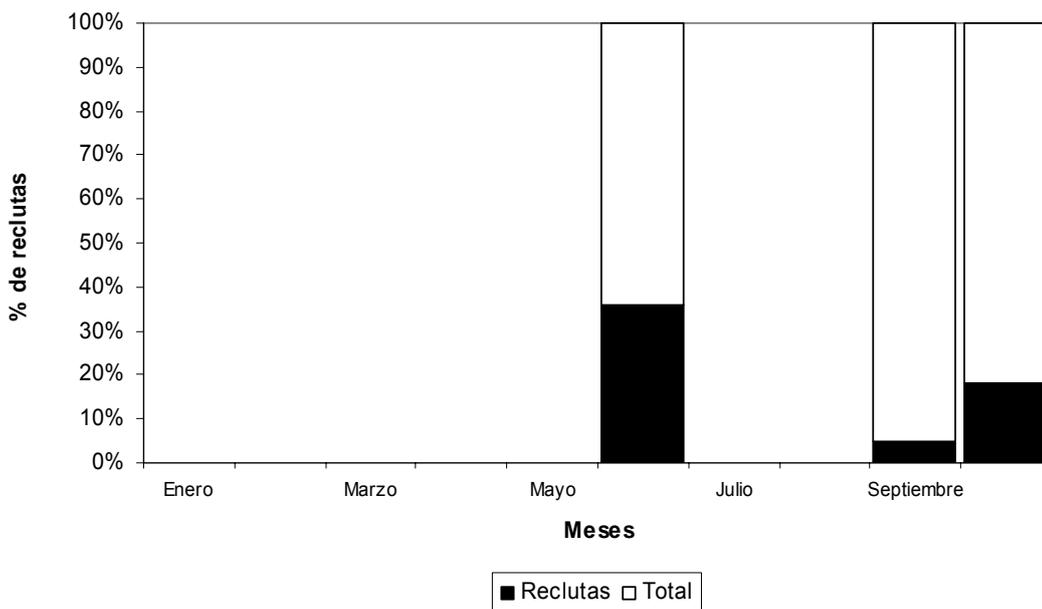


Figura 3.3.10. Porcentaje de reclutas identificados entre junio y octubre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en Hotel Gavina. Zona Intermareal

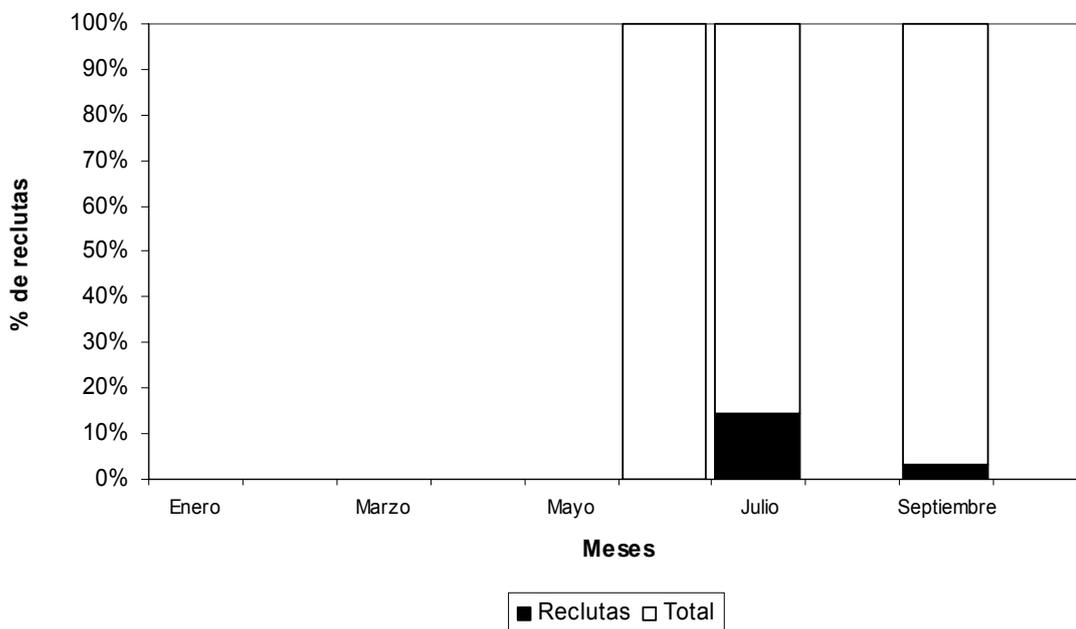


Figura 3.3.11. Porcentaje de reclutas identificados entre junio y octubre del 2006 para el sitio de muestreo ubicado en Huayquique. Zona Intermareal

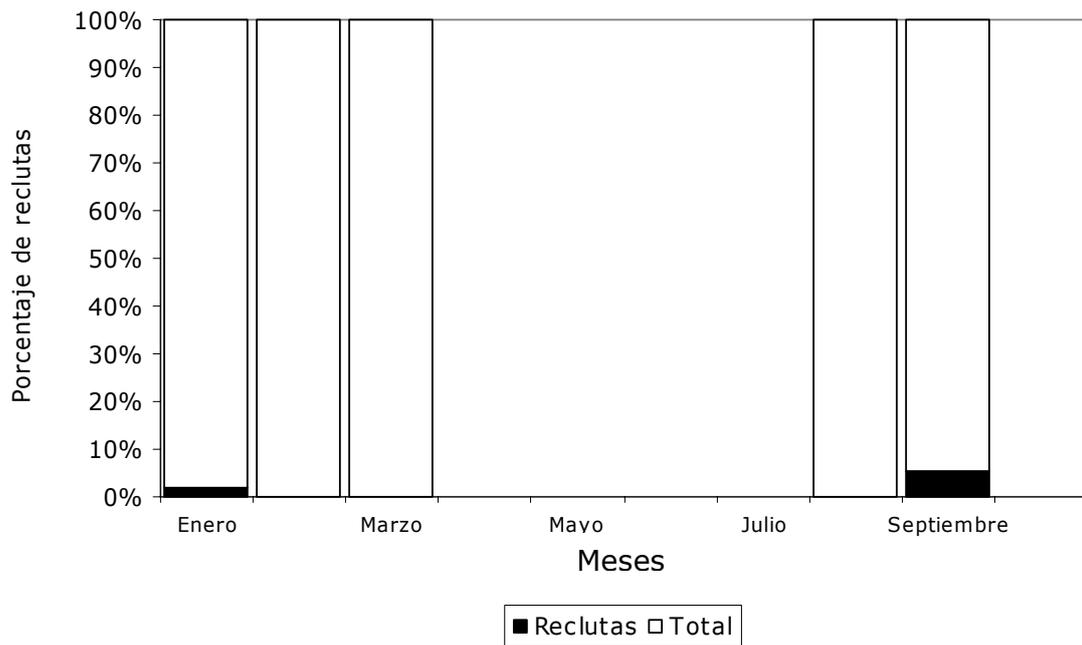


Figura 3.3.12. Porcentaje de reclutas identificados entre enero y octubre del 2006 para el sitio de muestreo de caleta Pisagua. Zona submareal.

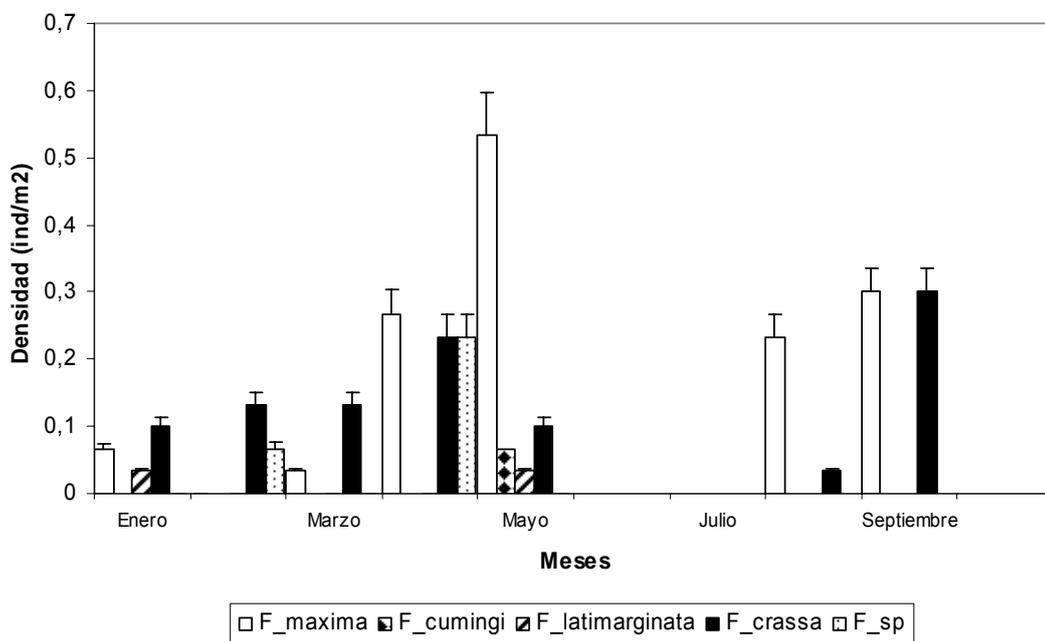


Figura 3.3.13. Densidad promedio de ejemplares de *Fissurella* determinados en el intermareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero a Septiembre 2006.



Figura 3.3.14. Vista de la disposición del recurso lapa en las grietas del intermareal en las zonas de estudio.



Figura 3.3.15. (A) Condiciones irregulares de trabajo en la zona correspondiente al Hotel Gavina y (B) Ejemplar recluta identificado en la zona de muestreo.

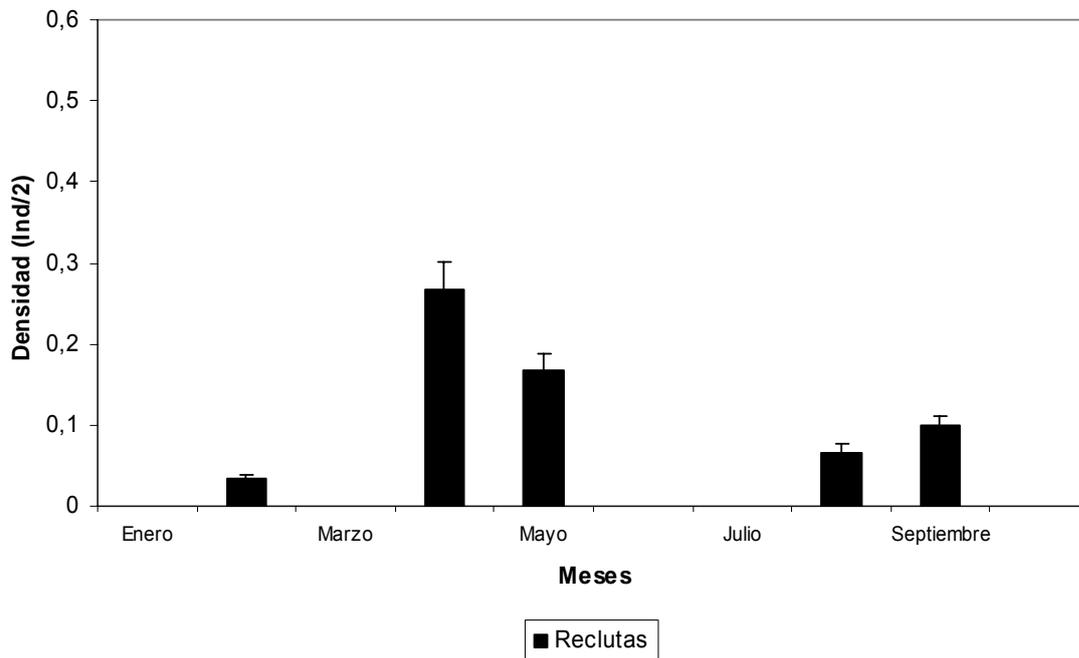


Figura 3.3.16. Densidad promedio de reclutas de *Fissurella* determinados en el intermareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero a Septiembre 2006.

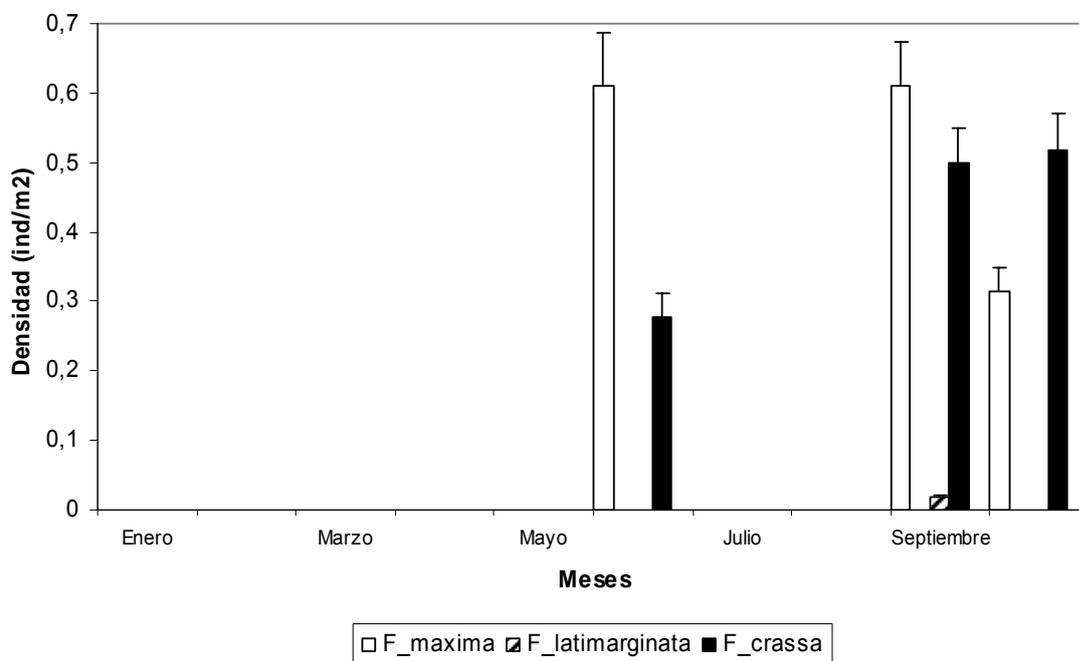


Figura 3.3.17. Densidad promedio de ejemplares de *Fissurella* determinados en el intermareal rocoso del sector Hotel Gavina. Junio a Octubre 2006.

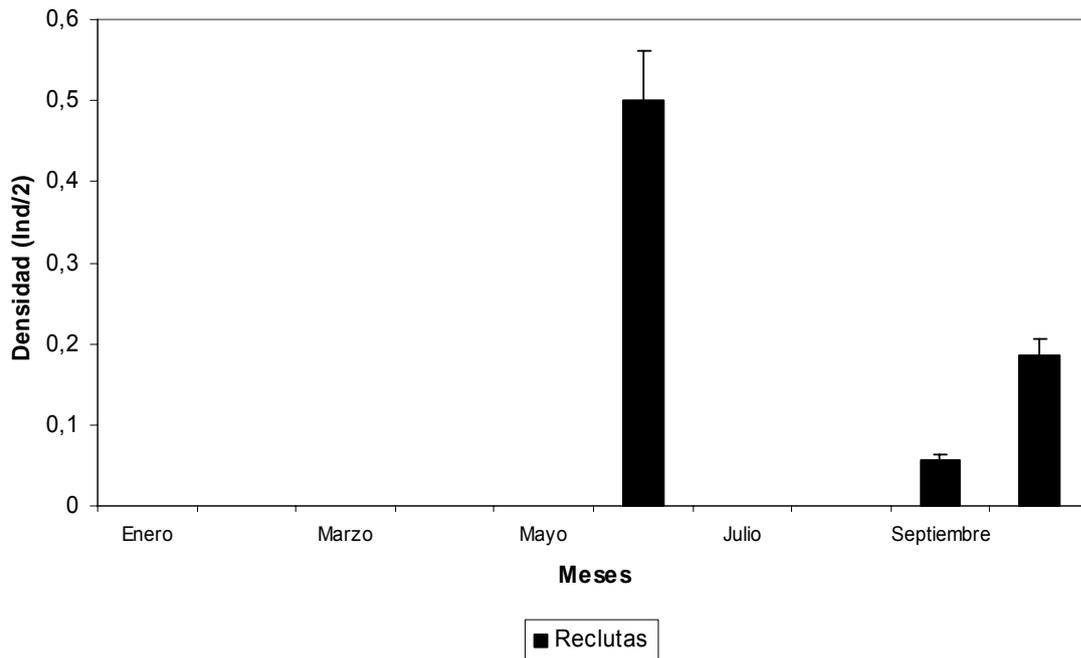


Figura 3.3.18. Densidad promedio de reclutas de *Fissurella* determinados en el intermareal rocoso del sector Hotel Gavina. Junio a Octubre 2006.

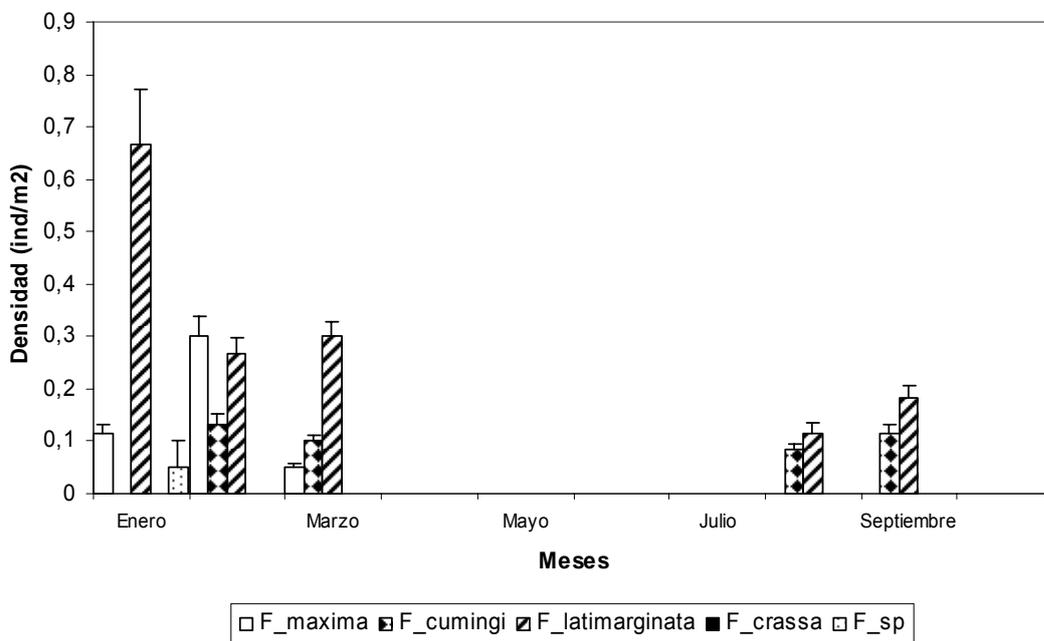


Figura 3.3.19. Densidad promedio de ejemplares de *Fissurella* determinados en el submareal rocoso de Caleta Pisagua. Enero y Septiembre 2006.

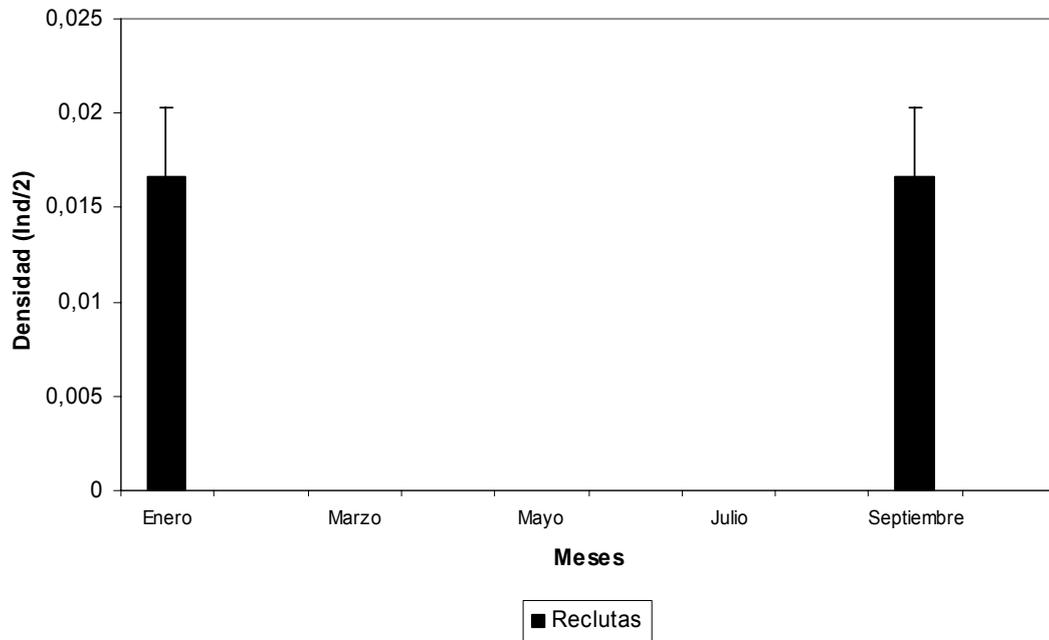


Figura 3.3.20. Densidad promedio de reclutas de *Fissurella* determinados en el submareal rocoso de Caleta Pisagua.

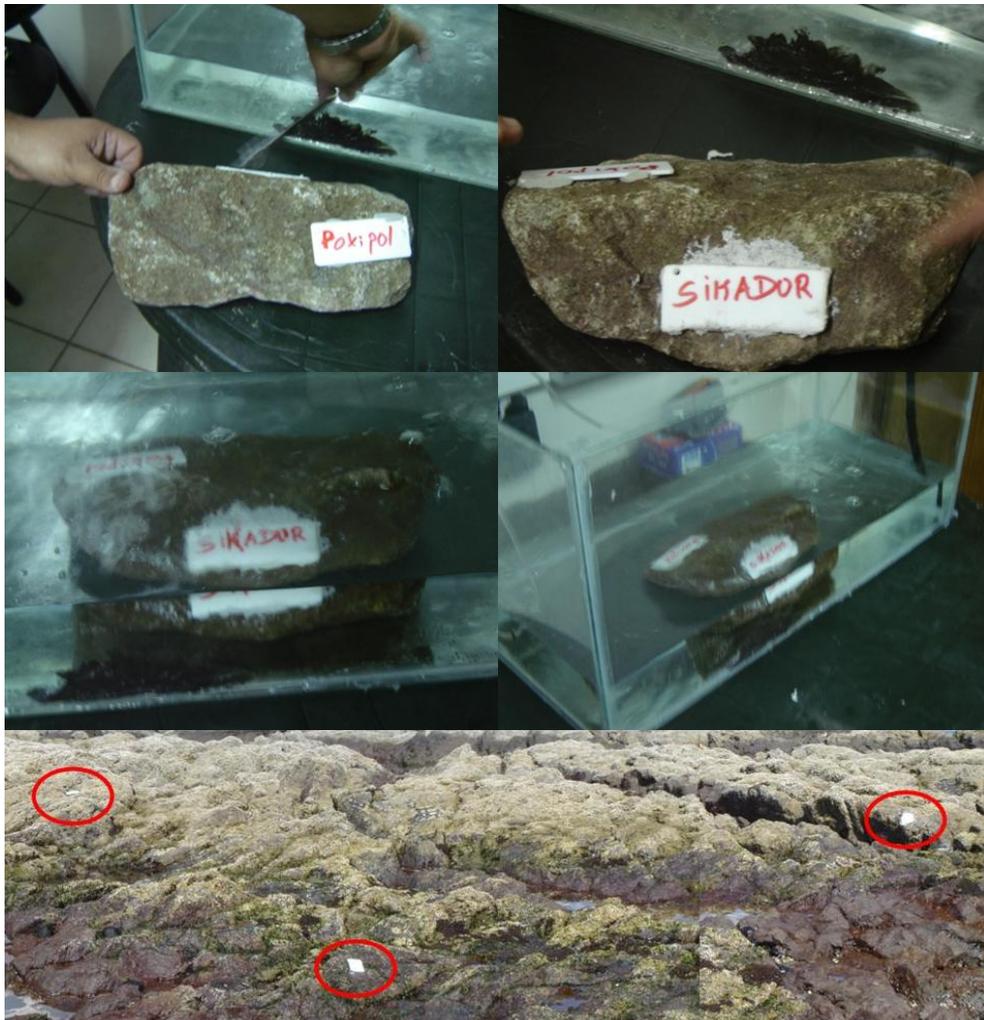


Figura 3.3.21. Prueba de resistencia de materiales en laboratorio e intermareal.



Figura 3.3.22. Prueba de resistencia de material en el intermareal.



Figura 3.3.23. Material seleccionado para el trabajo en terreno, consistente en; taladro; brocas punta de diamante; placas de acrílico con cinta antideslizante y tornillos de acero inoxidable.



Figura 3.3.24: Perforación e instalación de placa de acrílico en el intermareal de la zona de estudio.

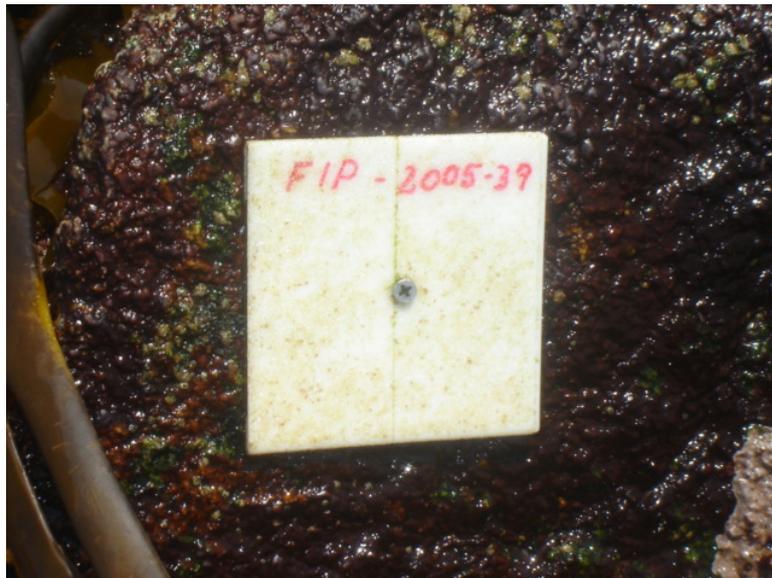


Figura 3.3.25. Vista general de una placa de acrílico fijada al sustrato en el intermareal de la zona de estudio.



Figura 3.3.26. Preparación de material a instalar en el submareal de la zona de estudio.

### COLECTORES SUBMAREAL

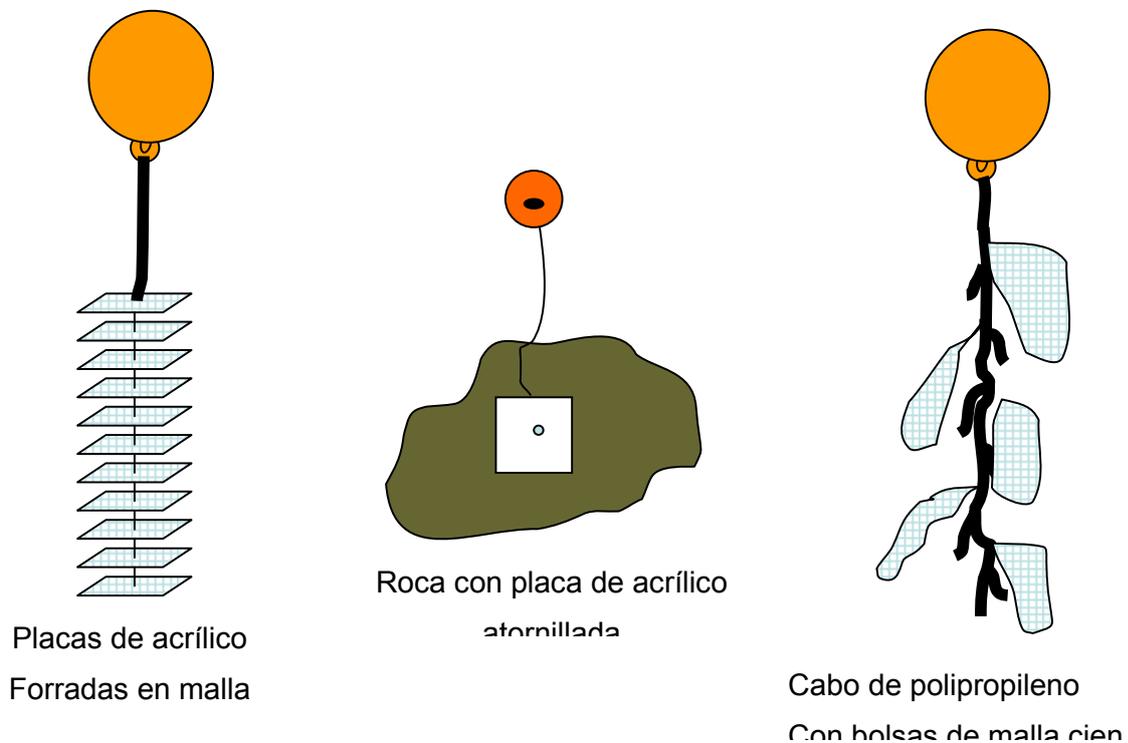


Figura 3.3.27. Colectores submareales utilizados en el proyecto.

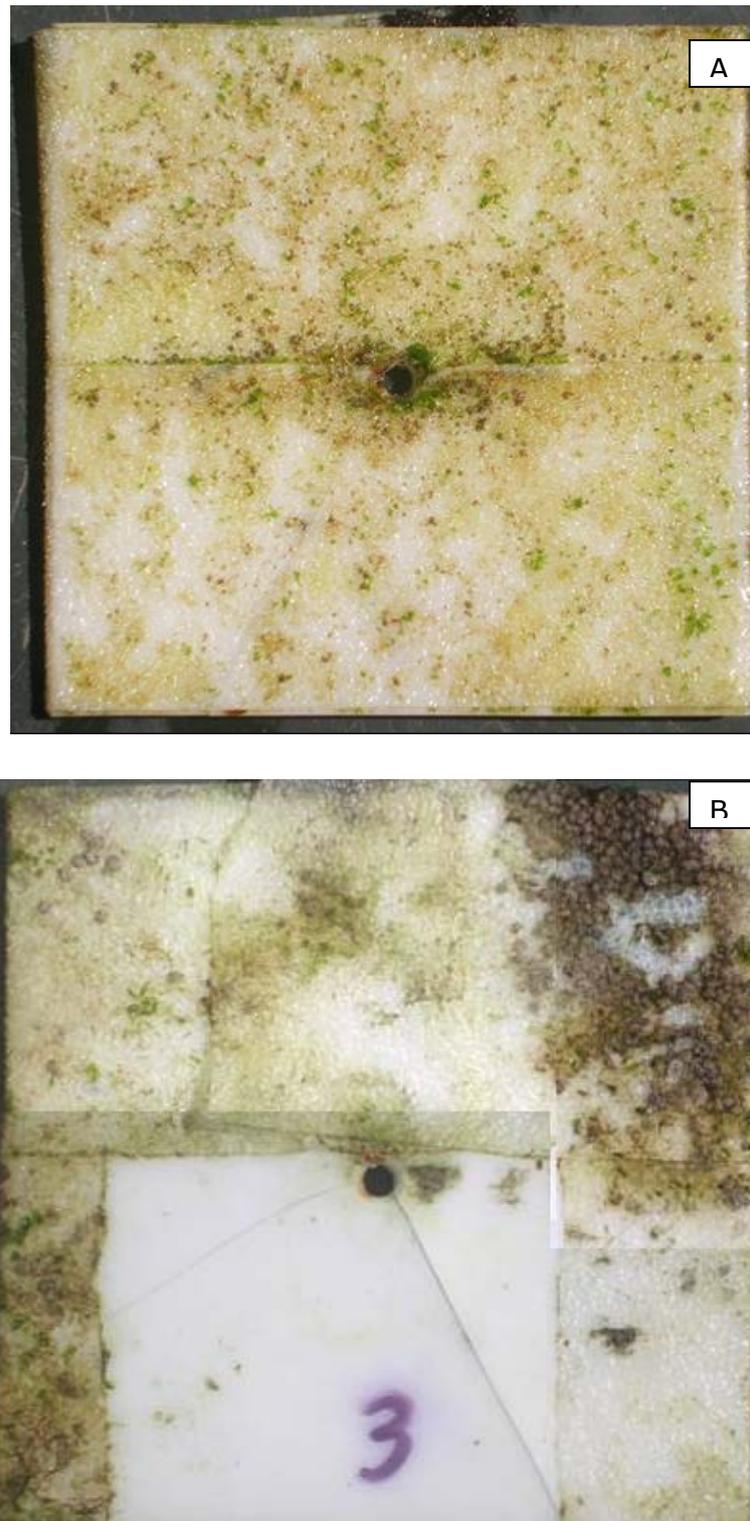


Figura 3.3.28. Vista frontal (A) y trasera (B) de placas de acrílico recuperadas del sector submareal de Caleta Pisagua, después de 87 días de ser instaladas. Abril 2006.

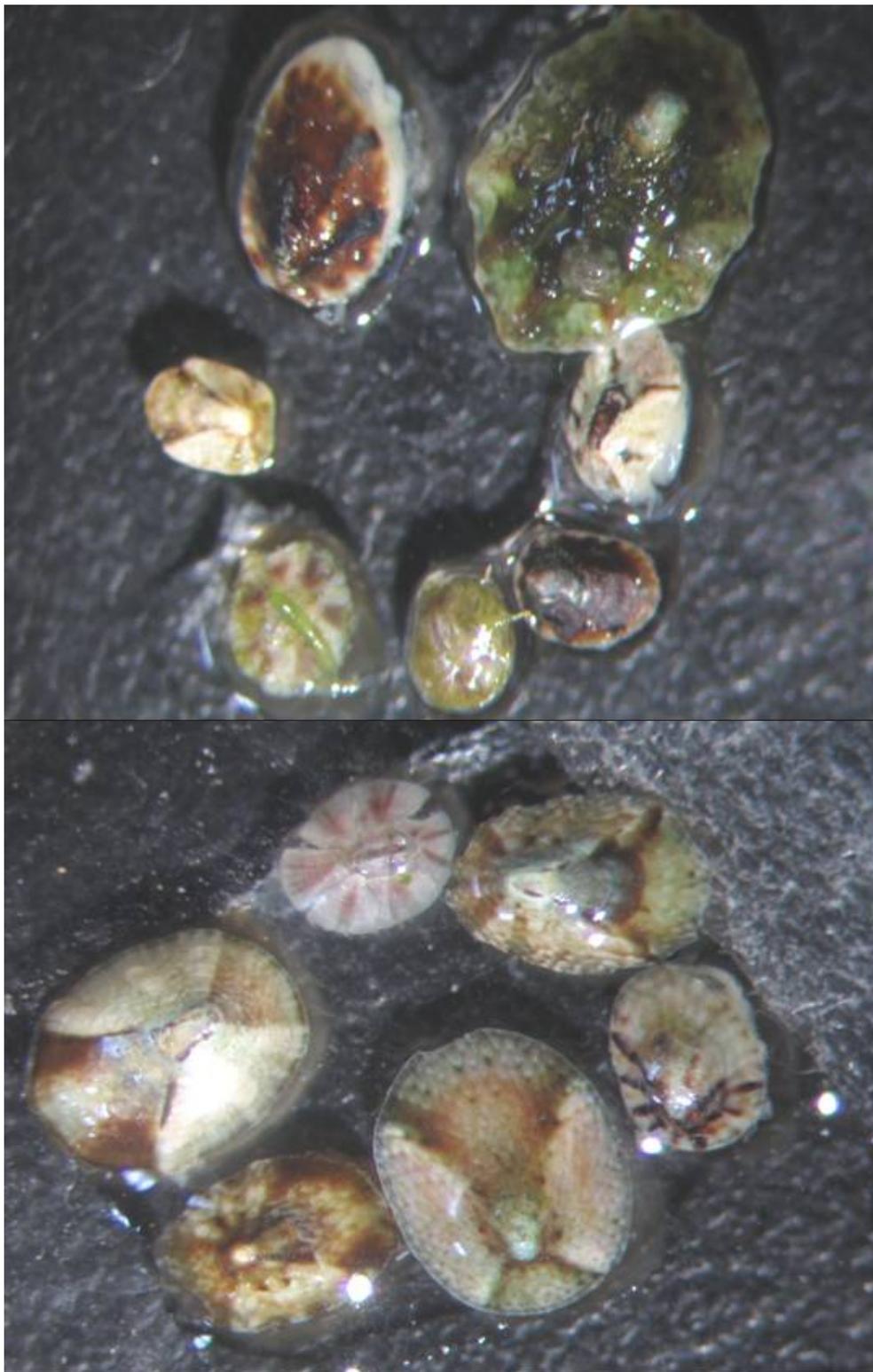


Figura 3.3.29. Ejemplares de *Jehlius cirratus* y *Colisella* sp. asentados en placas de acrílico zona submareal, Caleta Pisagua. Abril 2006.

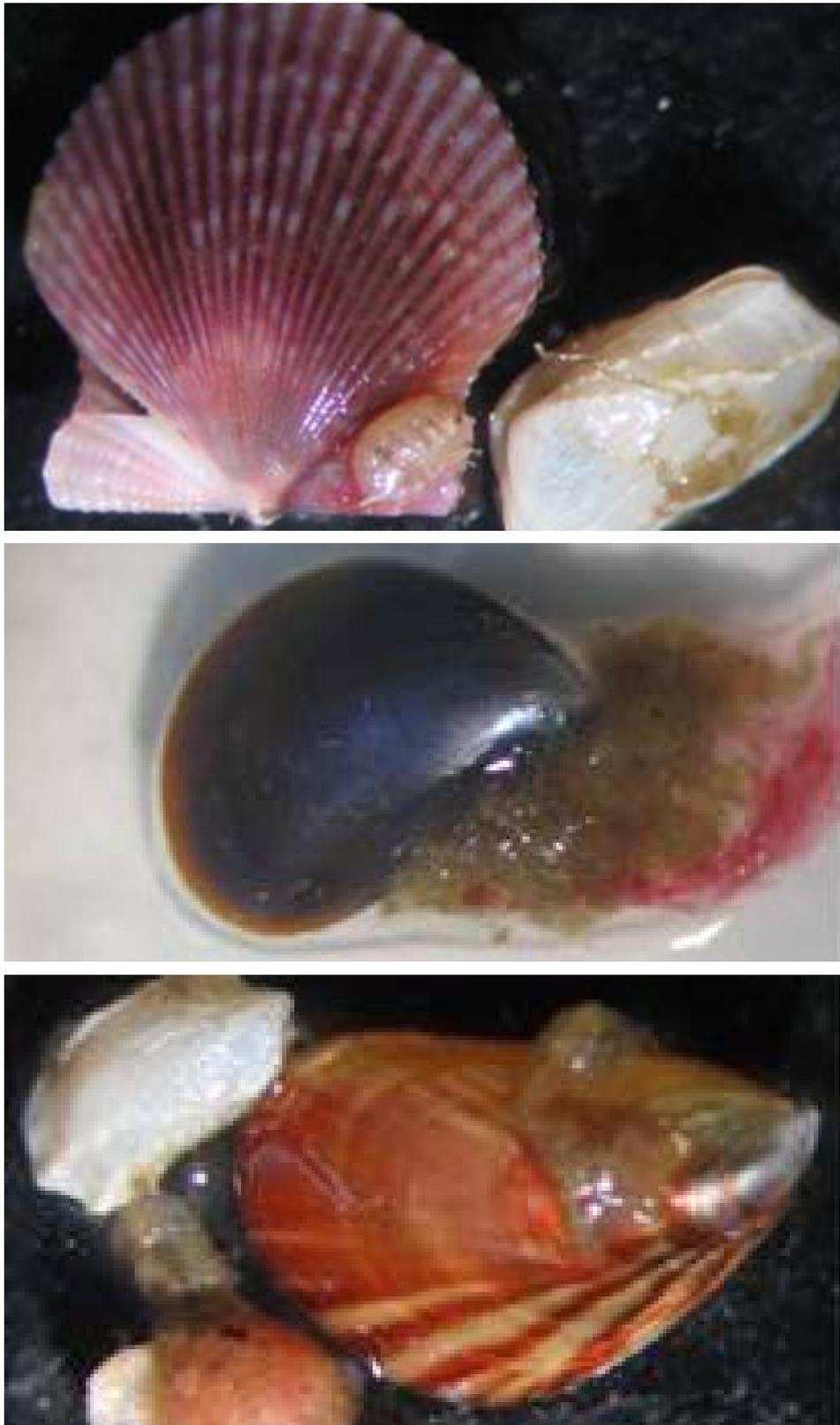


Figura 3.3.30. Ejemplares de (A) *Argopecten purpuratus*, *Mesodesma donacium*, (B) *Choromytilus chorus* y (C) *Aulacomya atra* y *Piura chilensis*, identificados de los sistemas de colectores bolsas malla cien. Abril 2006 (Aumento 063X).



Figura 3.3.31. Boyas recuperadas a los 97 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, Agosto 2006.



Figura 3.3.32. Boyas recuperadas a los 97 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, con presencia de ejemplares de *Fissurella* sp (Circulo blanco, línea continua), *Loxechinus albus* (Circulo blanco, línea discontinua) y *Actinia* sp. Agosto 2006.



Figura 3.3.33. Boyas revisadas a los 34 días de ser instaladas con sistemas de colectores en la zona submareal de Pisagua, Septiembre 2006.

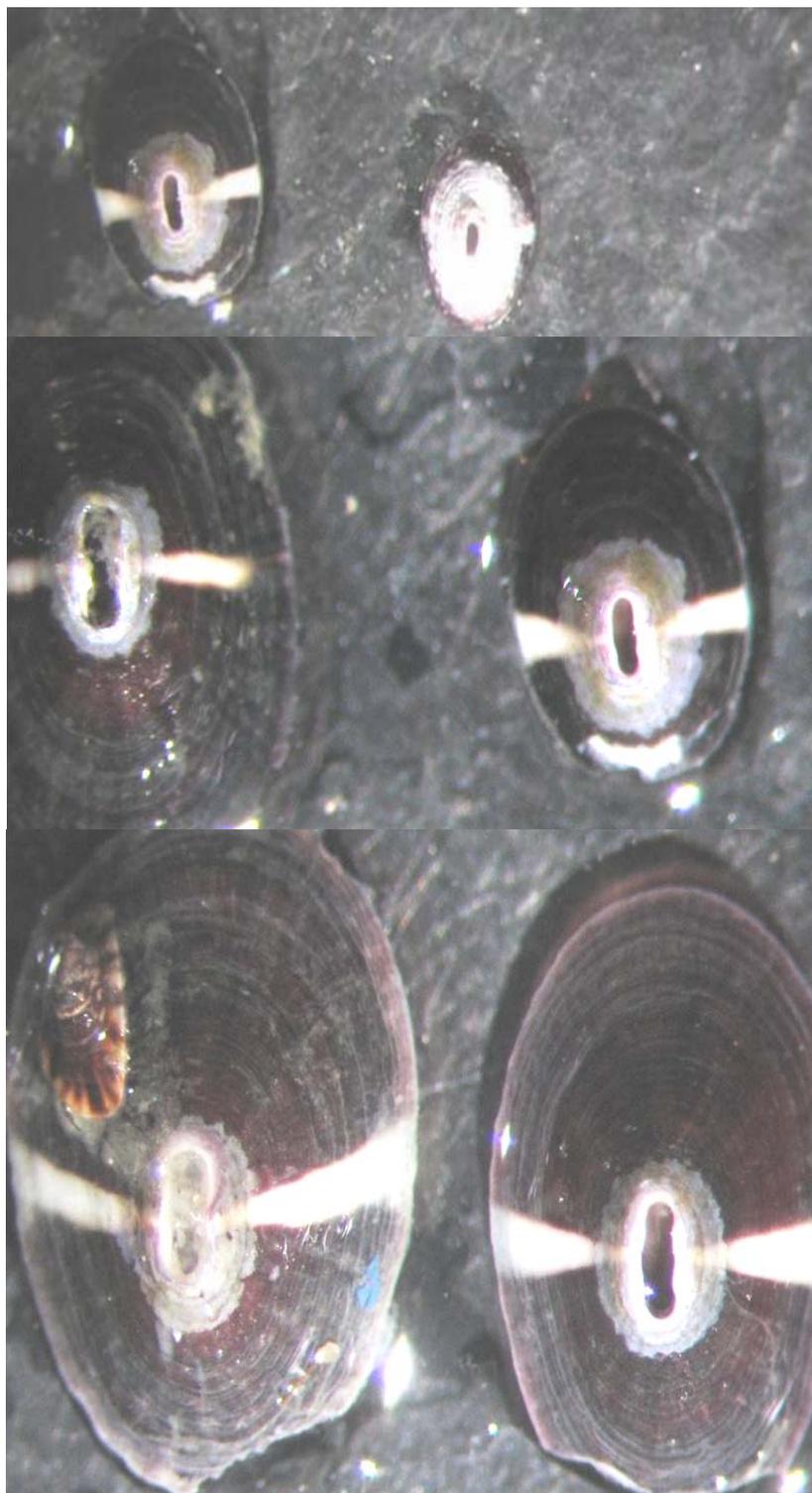


Figura 3.3.34. Ejemplares de *F. latimarginata* identificados en sistemas de boyas instalados en el sector de Caleta Pisagua. Agosto 2006.



Figura 3.3.35. Pruebas iniciales de instalación de tuffies en el intermareal del sitio Hotel Gavina, Mayo 2006.



Figura 3.3.36. Procesos de selección (A), limpieza (B) e instalación de tuffies (C y D) en el intermareal rocoso. Sector Huayquique, Octubre 2006.

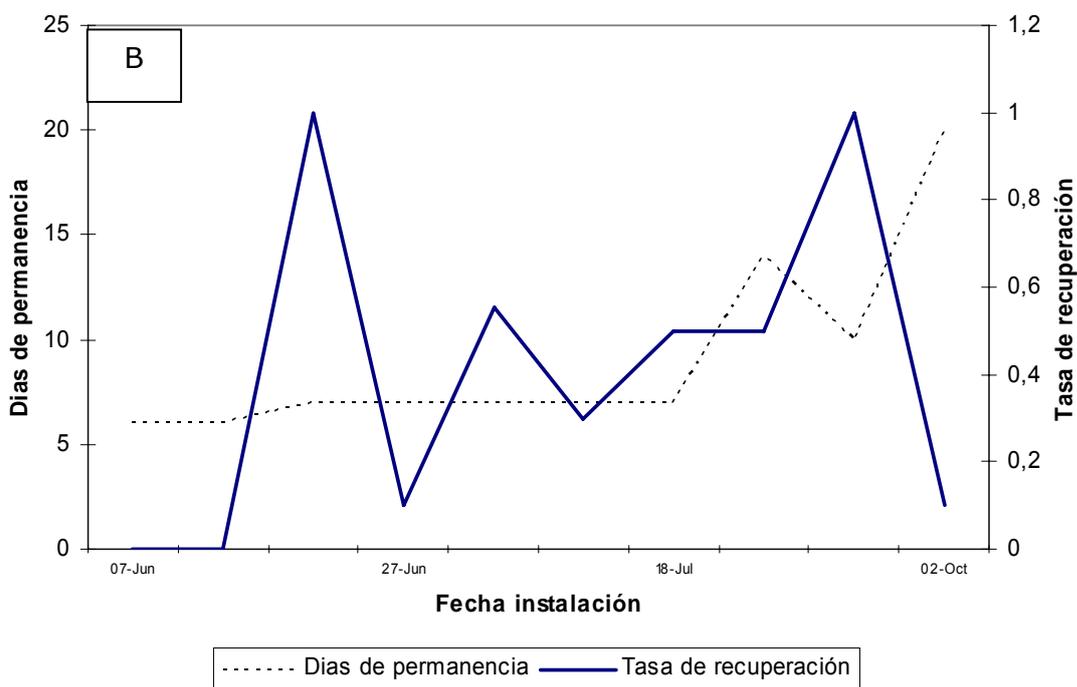
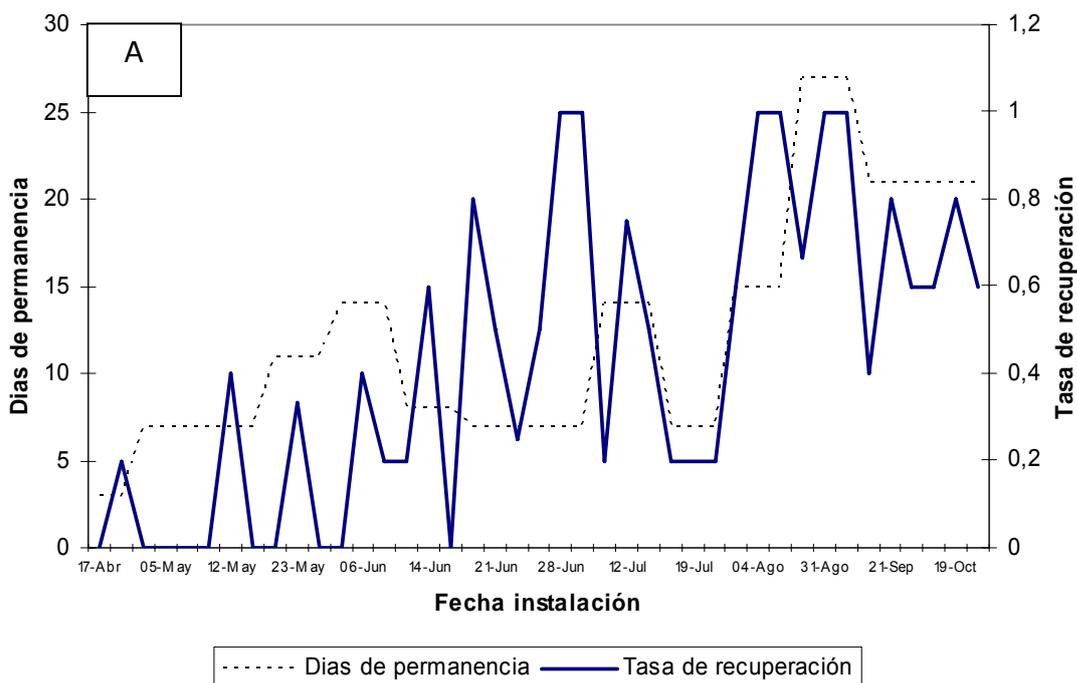


Figura 3.3.37. Días de instalación y tasas de recuperación de tuffies instalados partir de abril a octubre del 2006 en los sitios de muestreo de (A) Hotel Gavina y Huayquique(B).

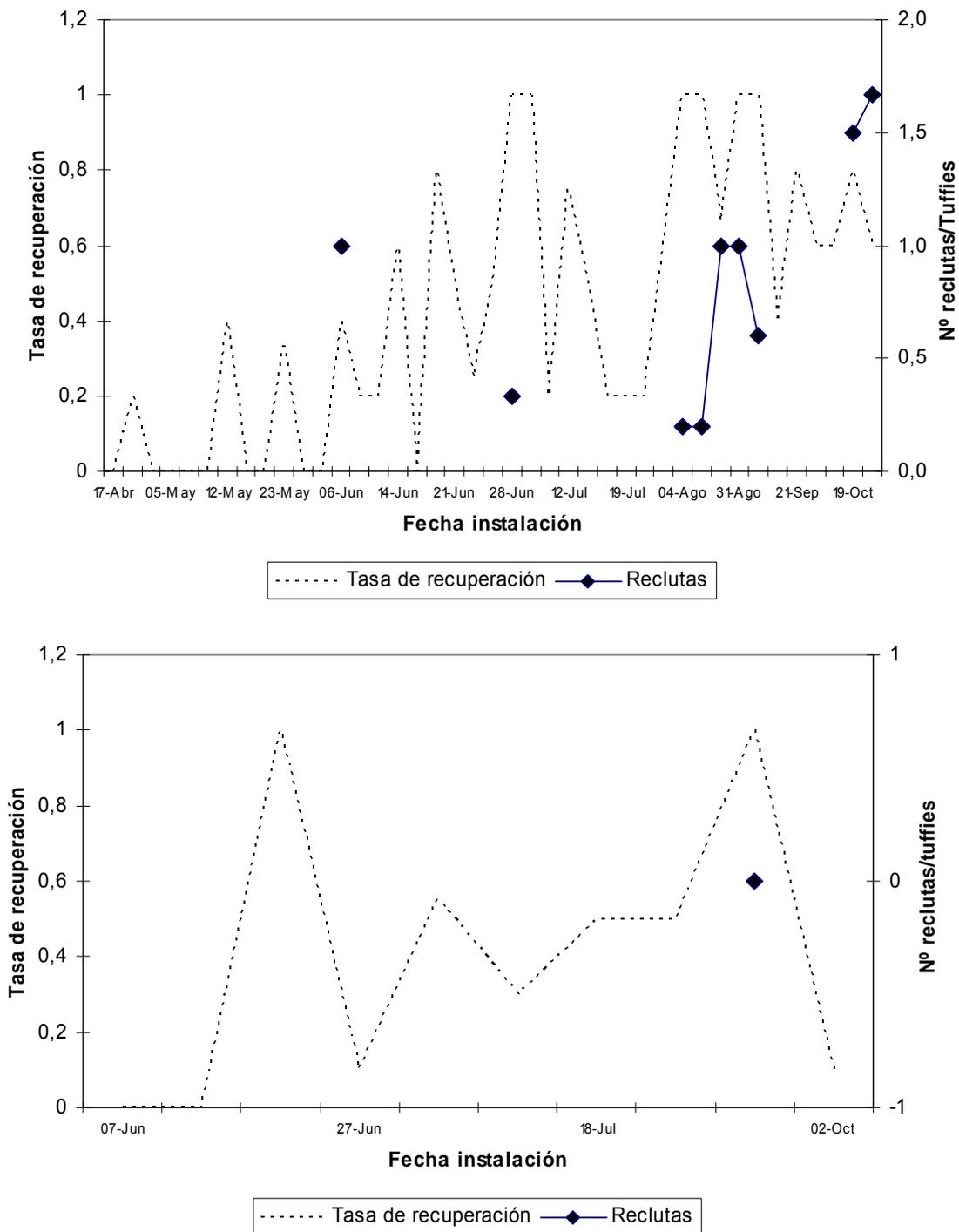


Figura 3.3.38. Tasas de recuperación y número de reclutas/tuffies registrados de los sistemas instalados a partir de abril a octubre del 2006 en los sitios de muestreo de (A) Hotel Gavina y Huayquique (B).



Figura 3.3.39. Ejemplares de *F. crassa* (A) y *F. maxima* (B) asociadas a la zona de protección generada bajo la superficie de los tuffies, observados en el sector Hotel Gavina, Septiembre 2006.

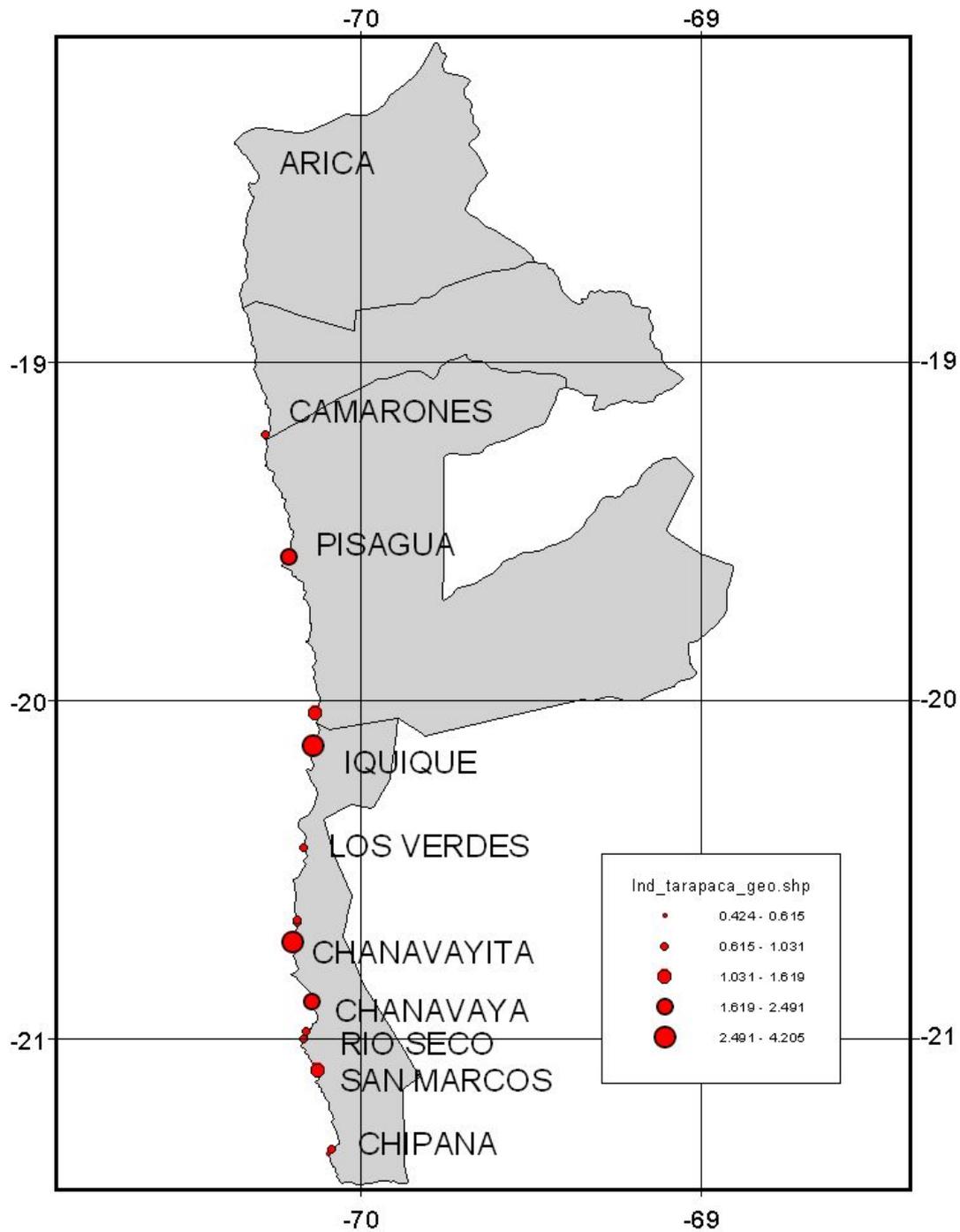


Figura 3.3.40. Variación espacial del índice de reclutamiento de *Fissurella latimarginata* en área de manejo de la I región.

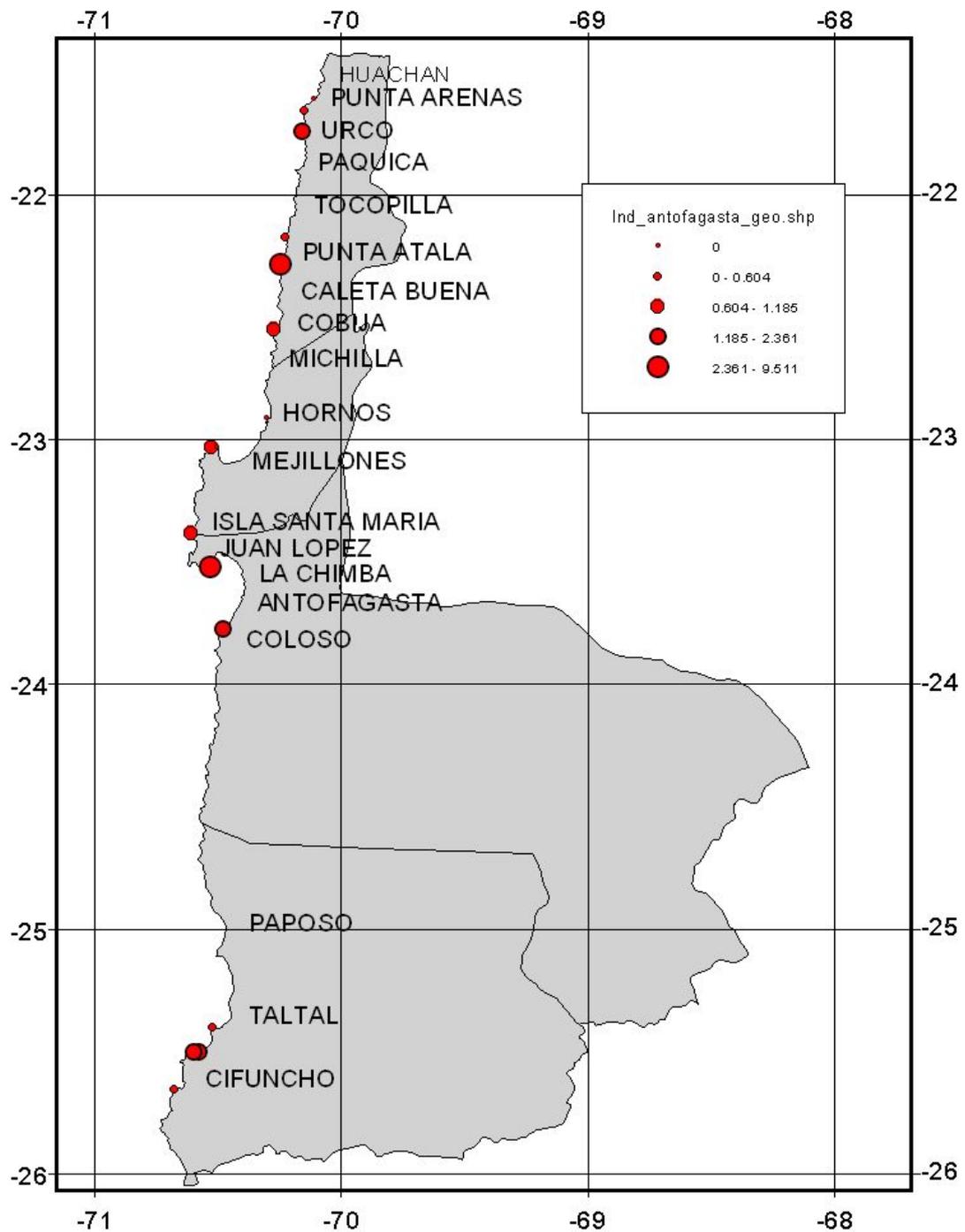


Figura 3.3.41. Variación espacial del índice de reclutamiento de *Fissurella latimarginata* en área de manejo de la II región.

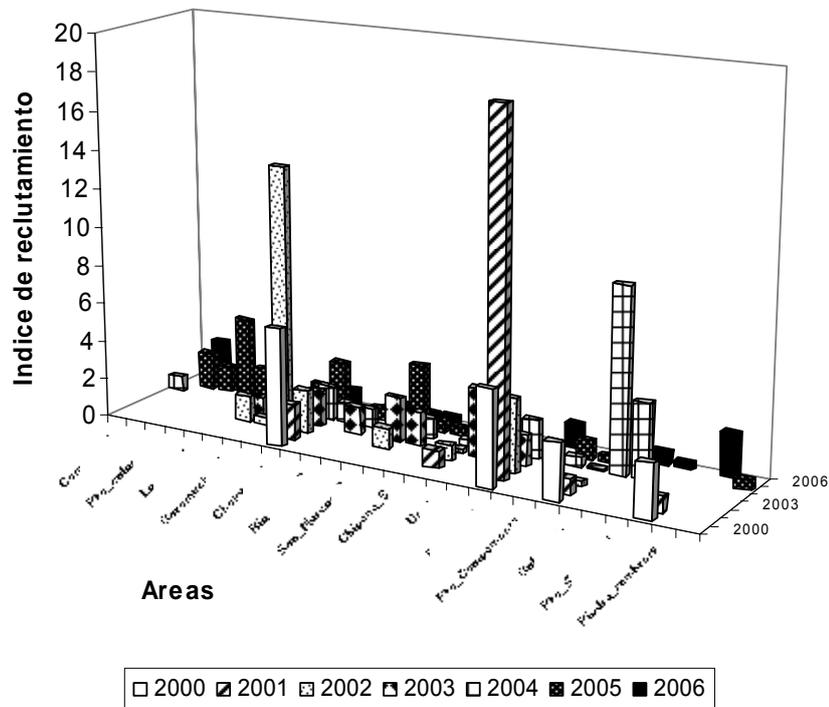


Figura 3.3.42. Variación espacio-temporal del índice de reclutamiento en *Fissurella latimarginata* en áreas de manejo, entre la I y II región.

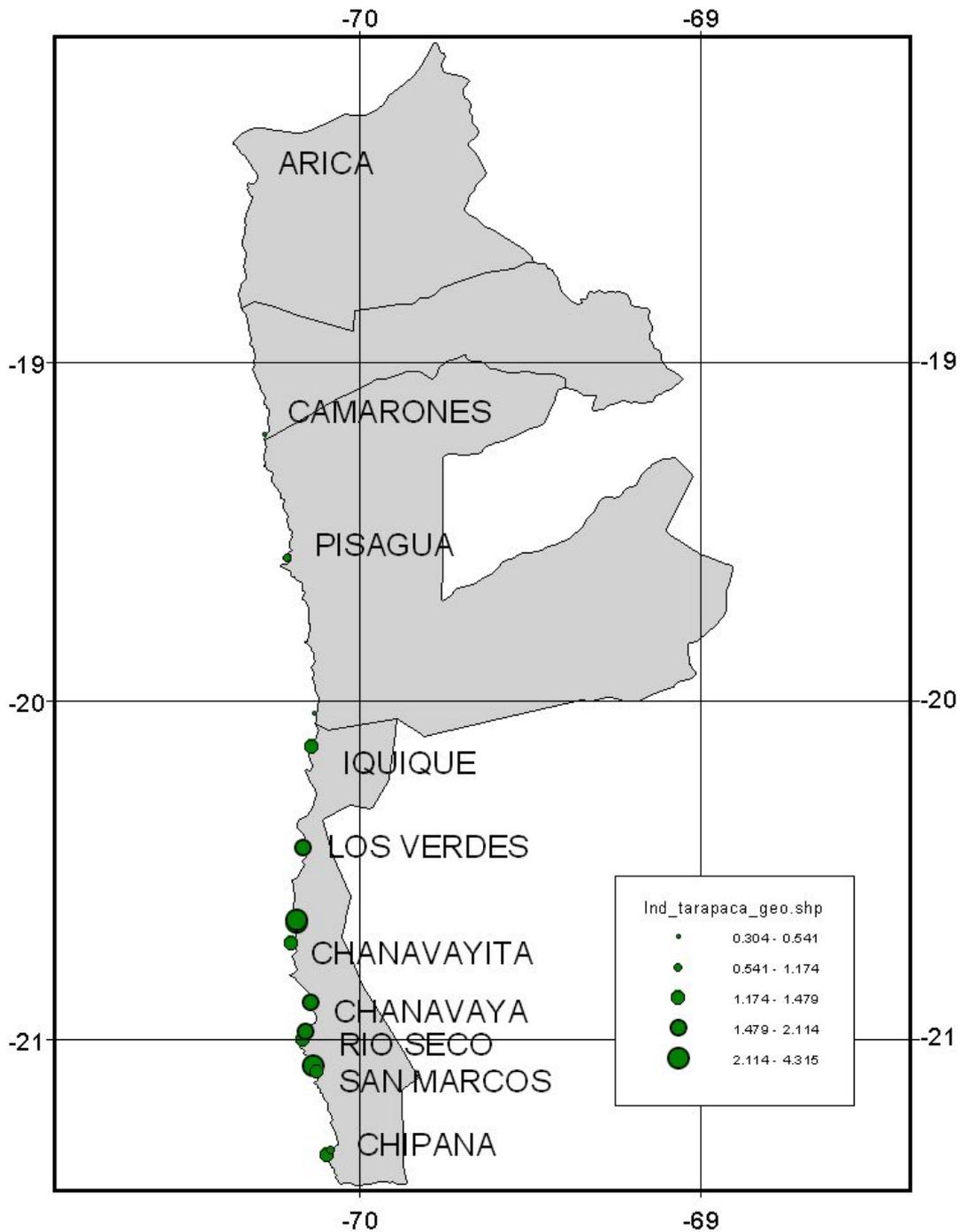


Figura 3.3.43. Variación espacial de la densidad promedio de *Fissurella latimarginata* en área de manejo de la I región.

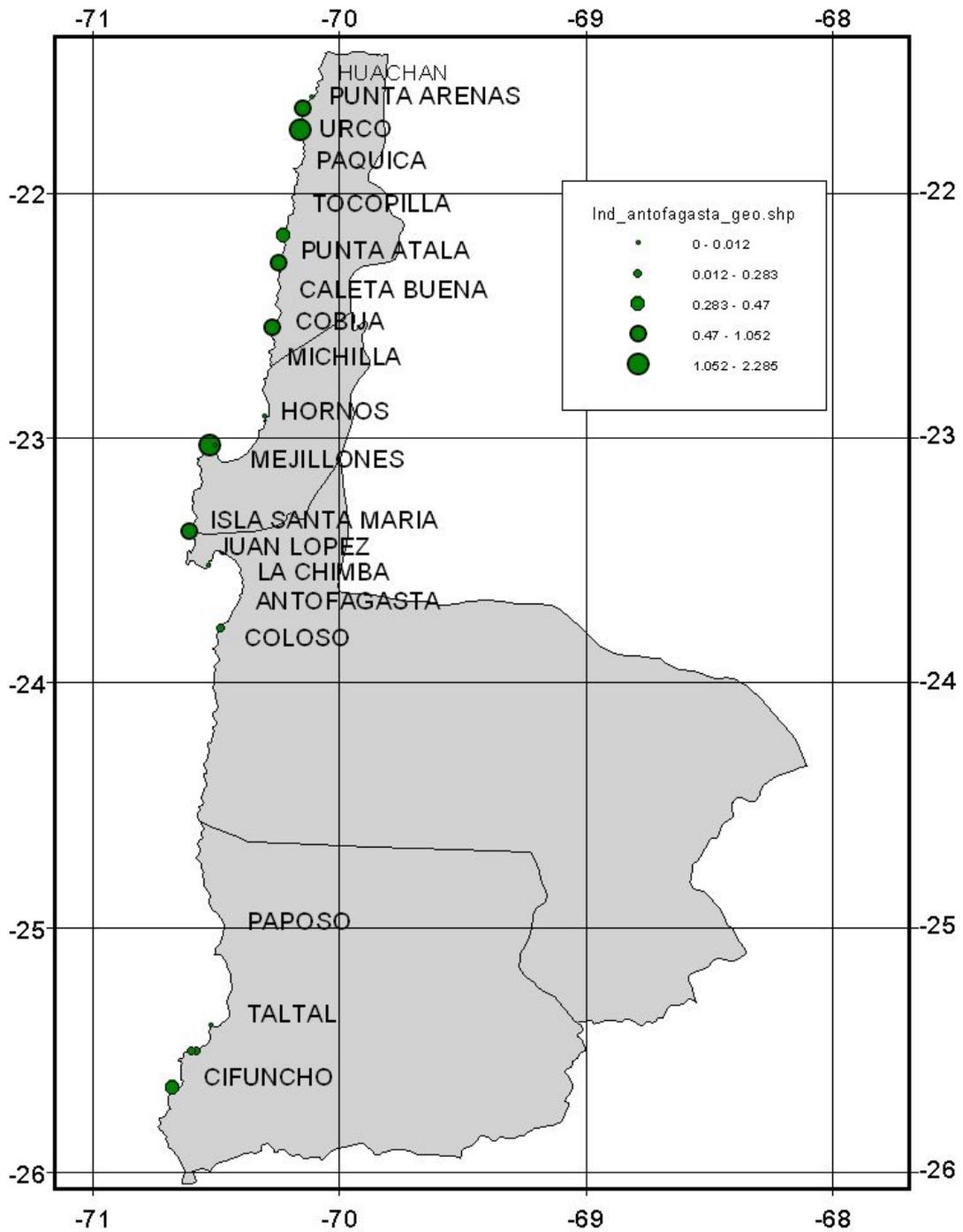


Figura 3.3.44. Variación espacial de la densidad promedio de *Fissurella latimarginata* en áreas de manejo de la II región.

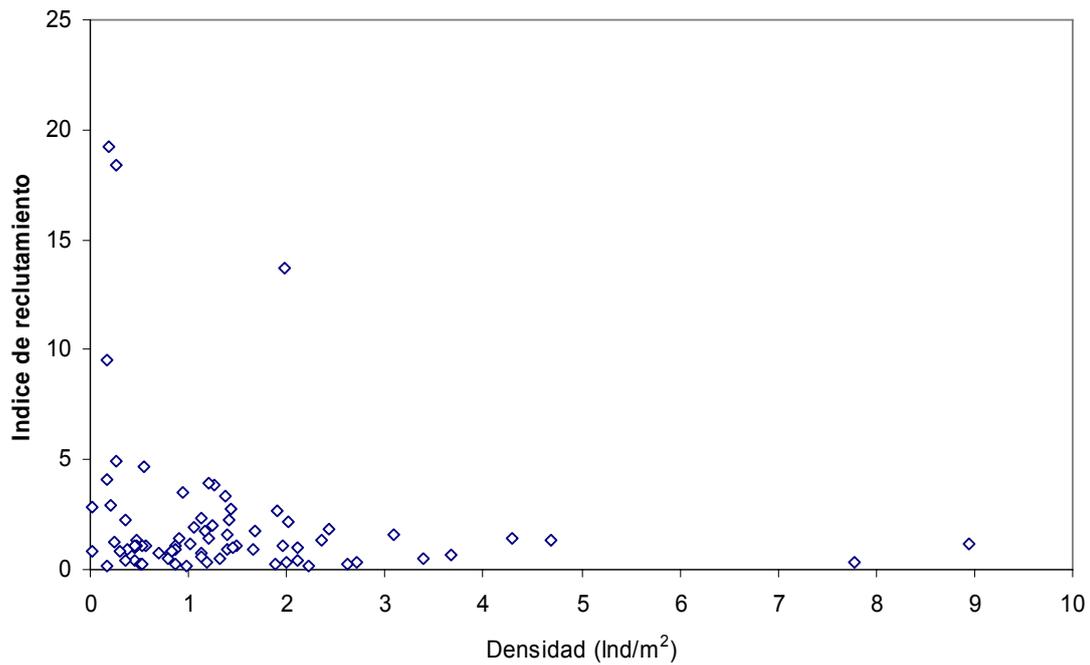


Figura 3.3.45. Variación entre el índice de reclutamiento y la densidad promedio en cada área de manejo, entre la I y II región. Período 2000-2006.

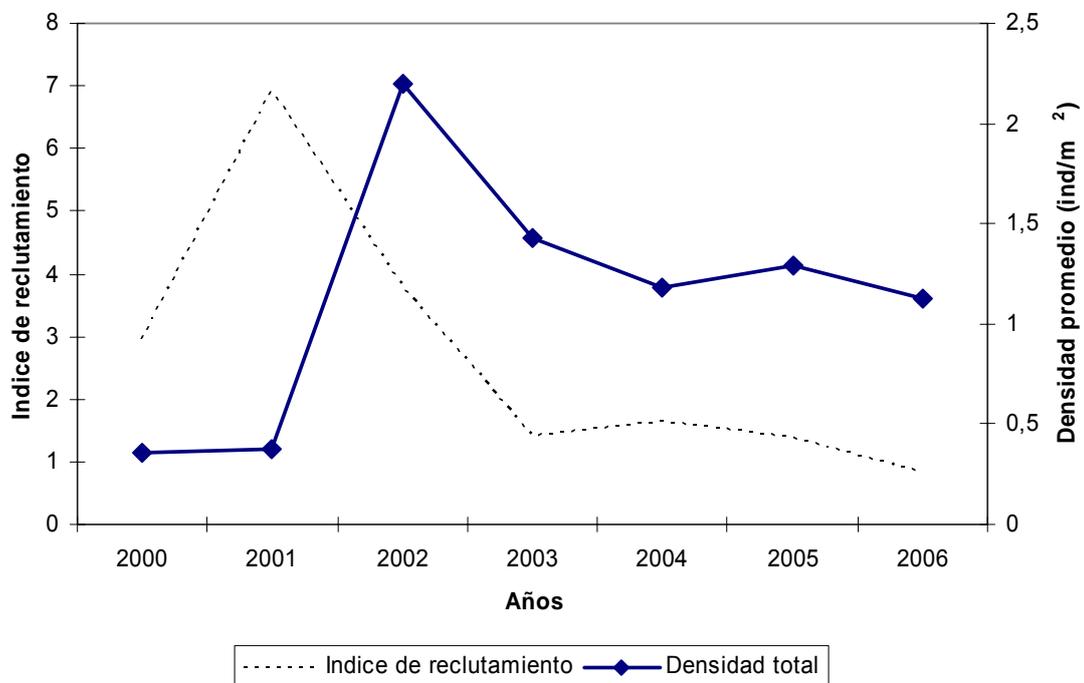


Figura 3.3.46. Variación anual entre el índice de reclutamiento y la densidad promedio. Período 2000-2006.

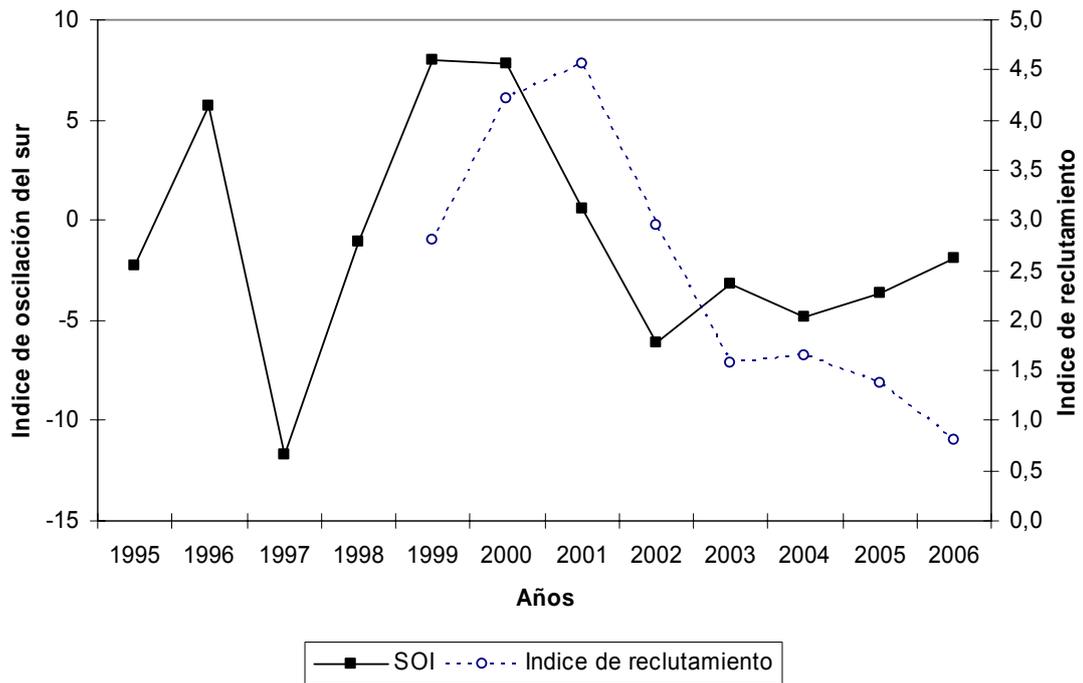


Figura 3.3.47. Variación entre el índice de reclutamiento anual y el índice de oscilación del sur. Período 1995-2006.

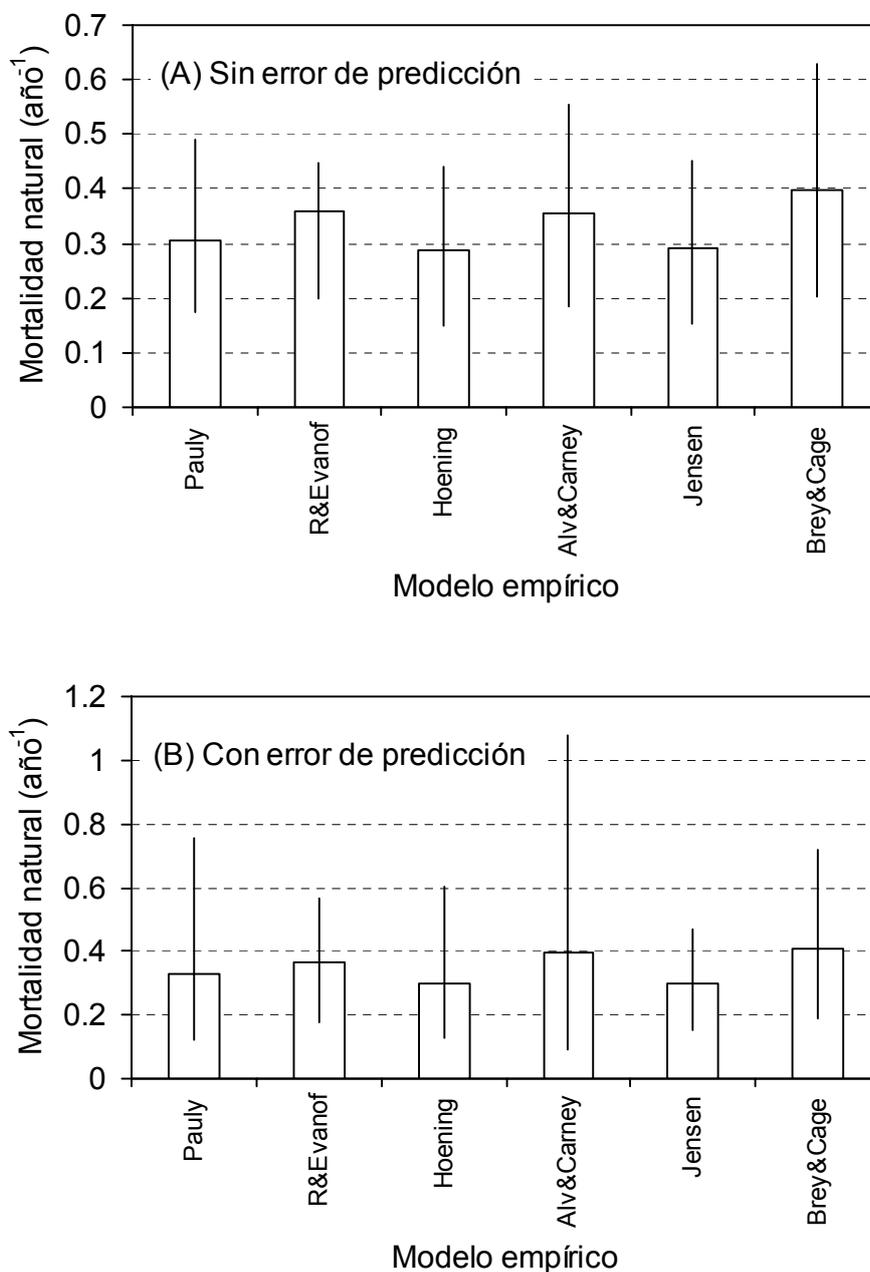


Figura 3.4.1. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90% para *F. latimarginata* en la I Región. (A) Sin error de predicción; (B) con error de predicción.

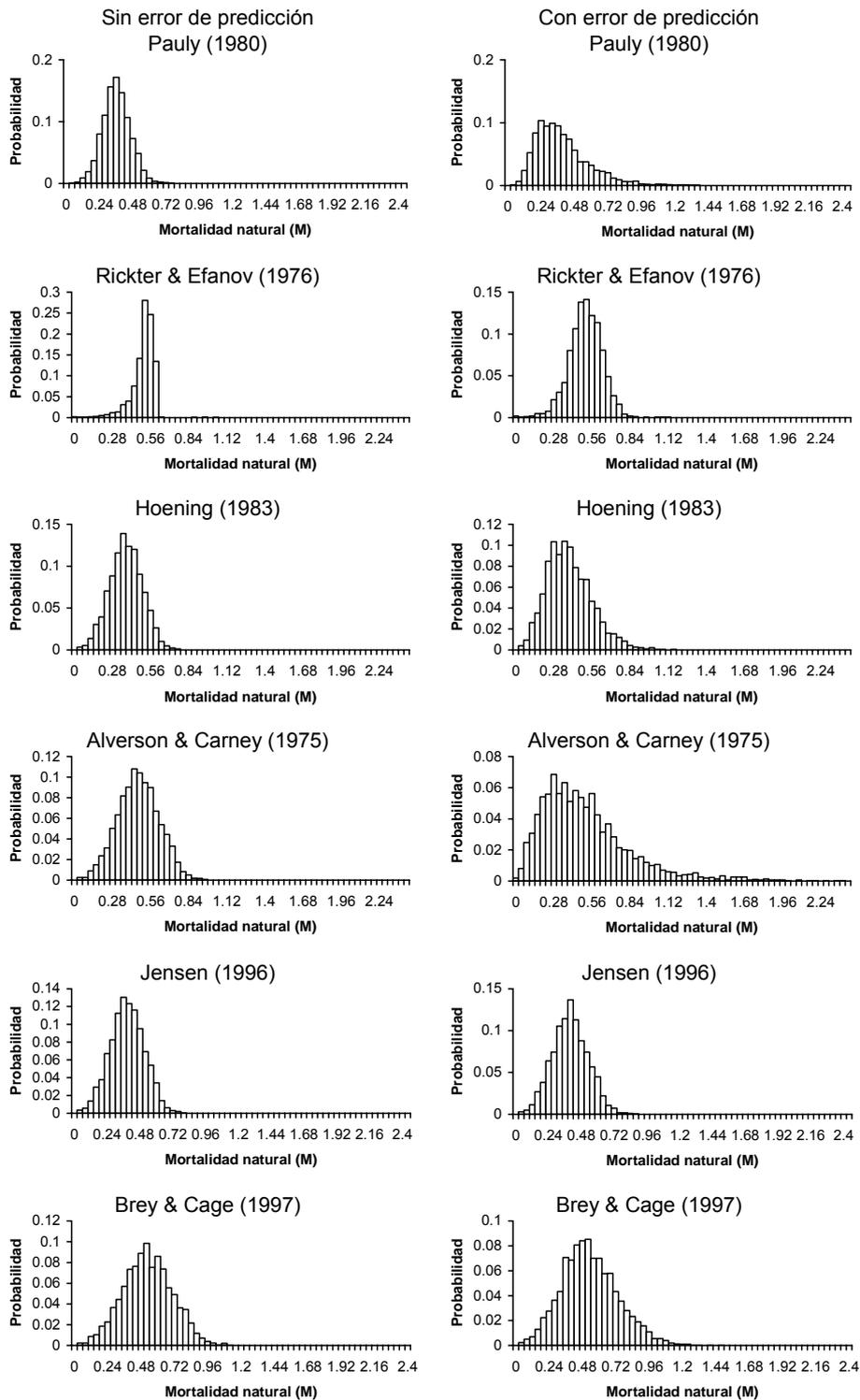


Figura 3.4.2. Distribución de frecuencia de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural de *F. latimarginata* en la II Región.

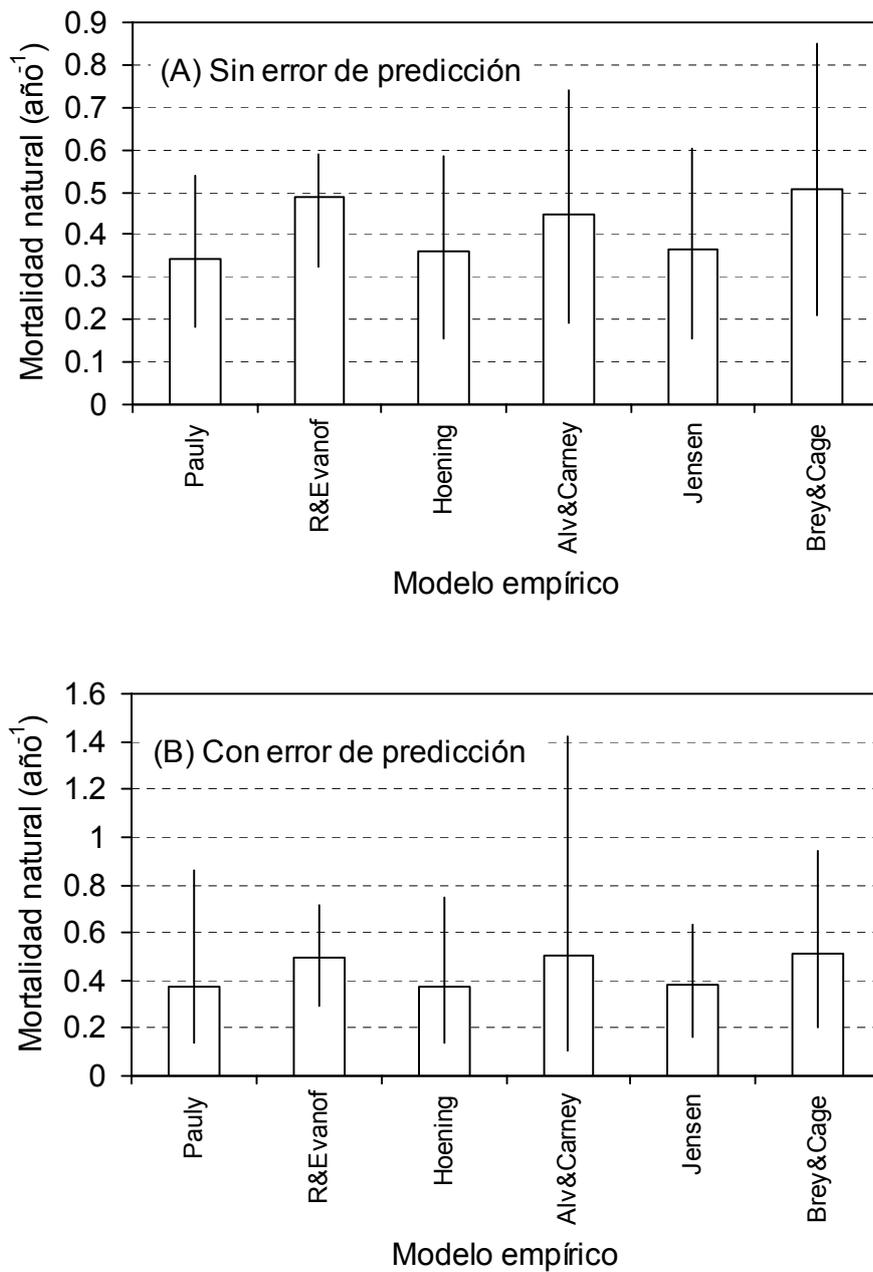


Figura 3.4.3. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90%, *F. latimarginata* en la II Región

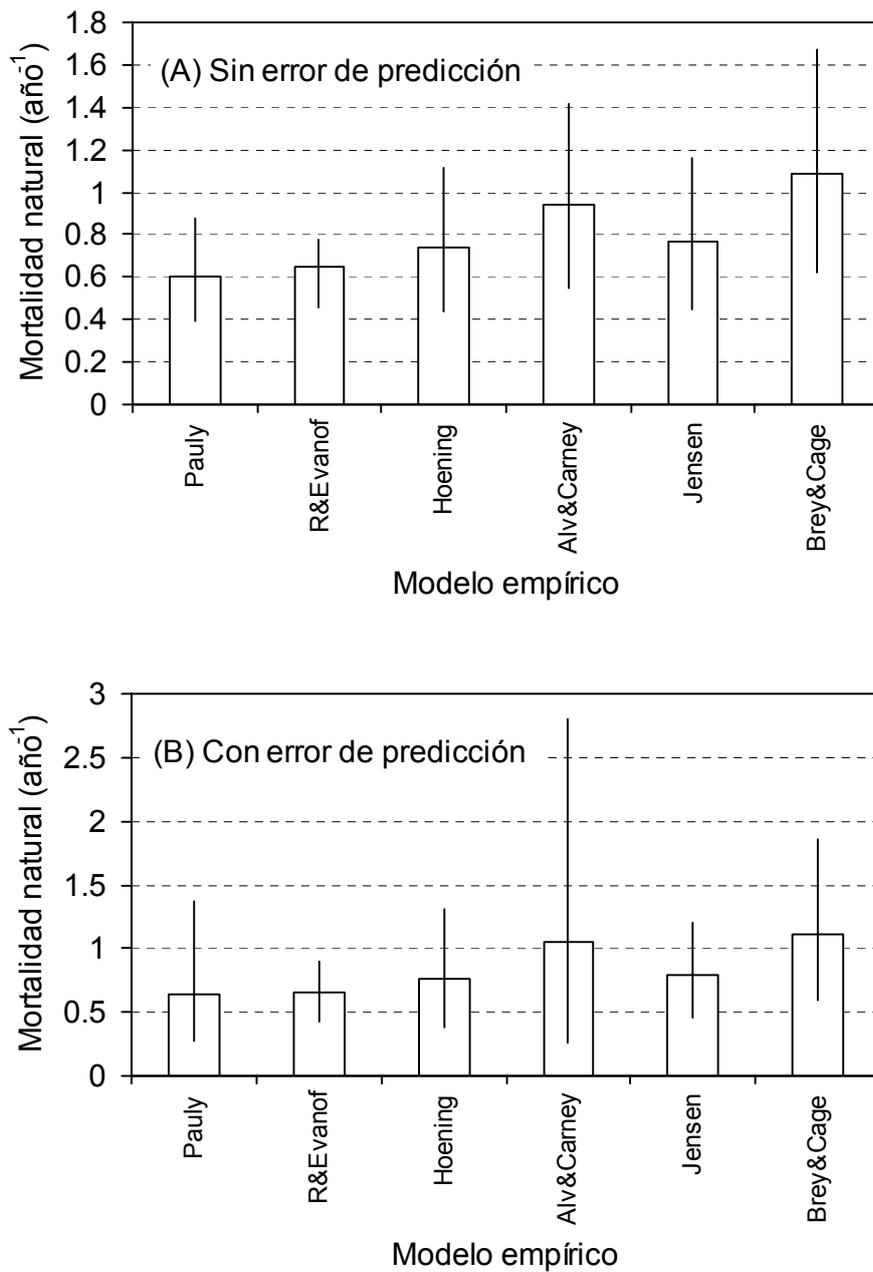


Figura 3.4.4. Mortalidad natural promedio y límites de confianza de 90%, *F. maxima* y *F. cumingi* en la I y II Región

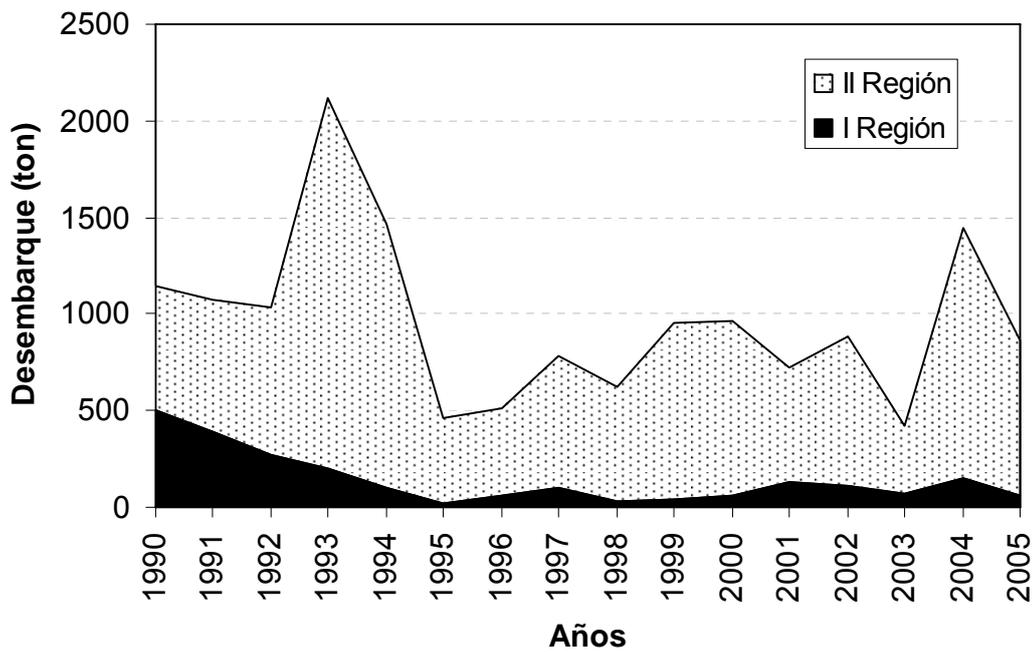


Figura 3.5.1. Desembarques de lapas (*Fissurella spp.*) en la I y II Región, 1990-2005 (Fuente: Servicio Nacional de Pesca).

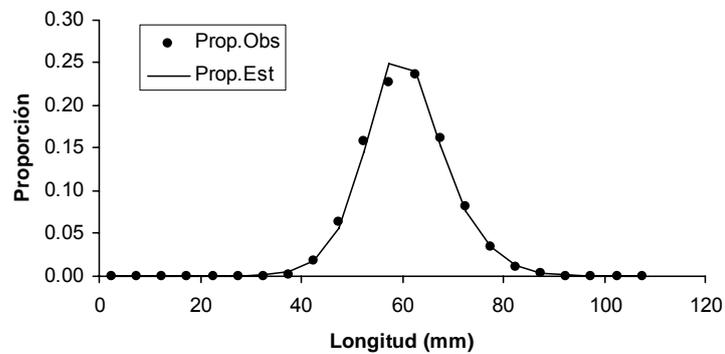


Figura 3.5.2. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de *F. latimarginata* en la I Región, año 2006.

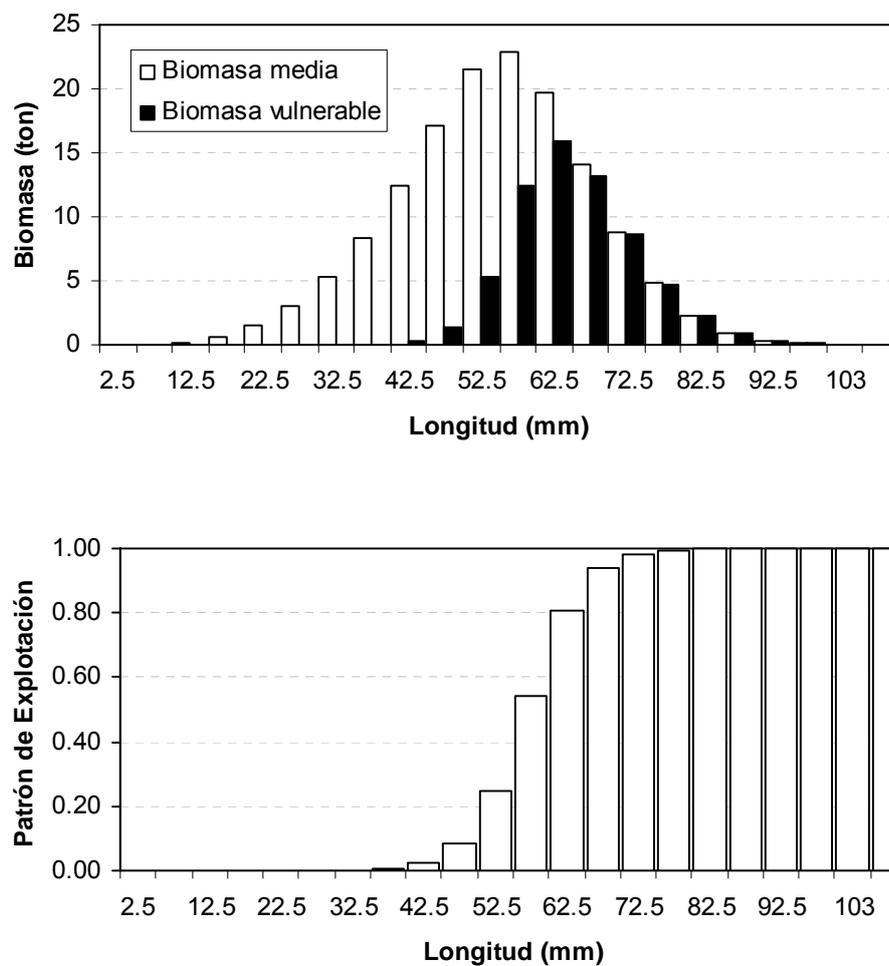


Figura 3.5.3. *F. latimarginata* en la I Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.

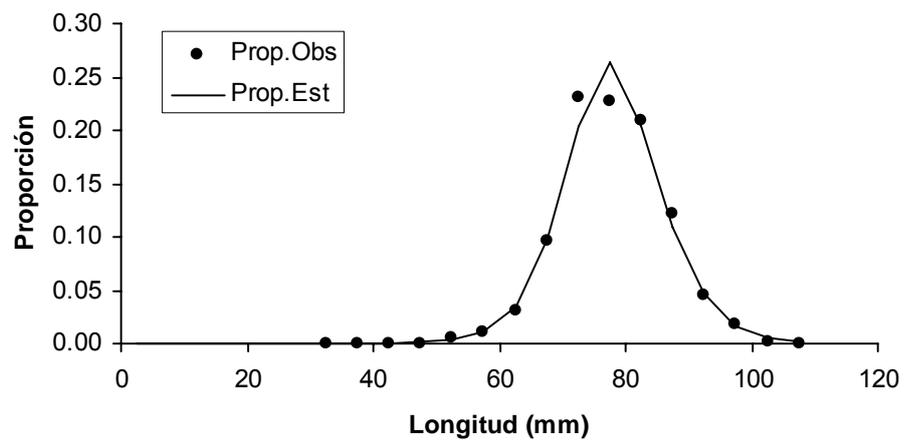


Figura 3.5.4. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de *F. latimarginata* en la II Región, año 2006.

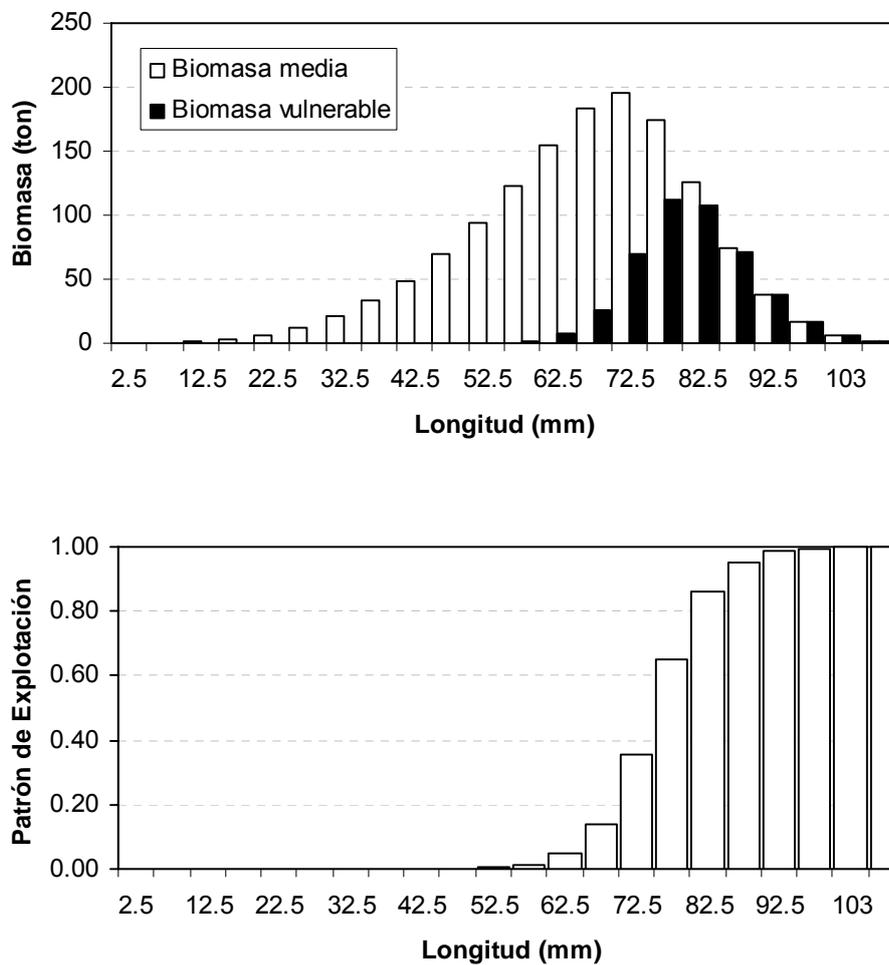


Figura 3.5.5. *F. latimarginata* en la II Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.

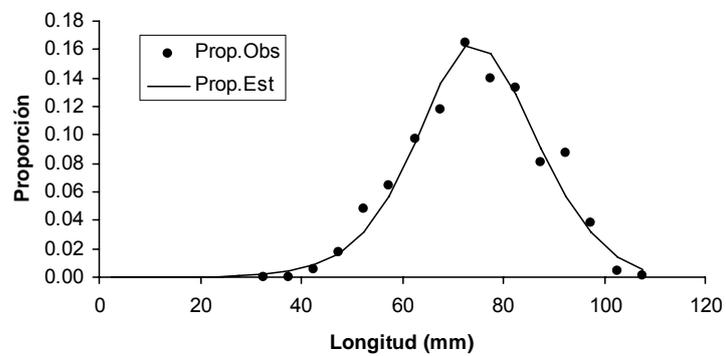


Figura 3.5.6. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de *F. maxima* y *F. cumingi* en la I Región, año 2006.

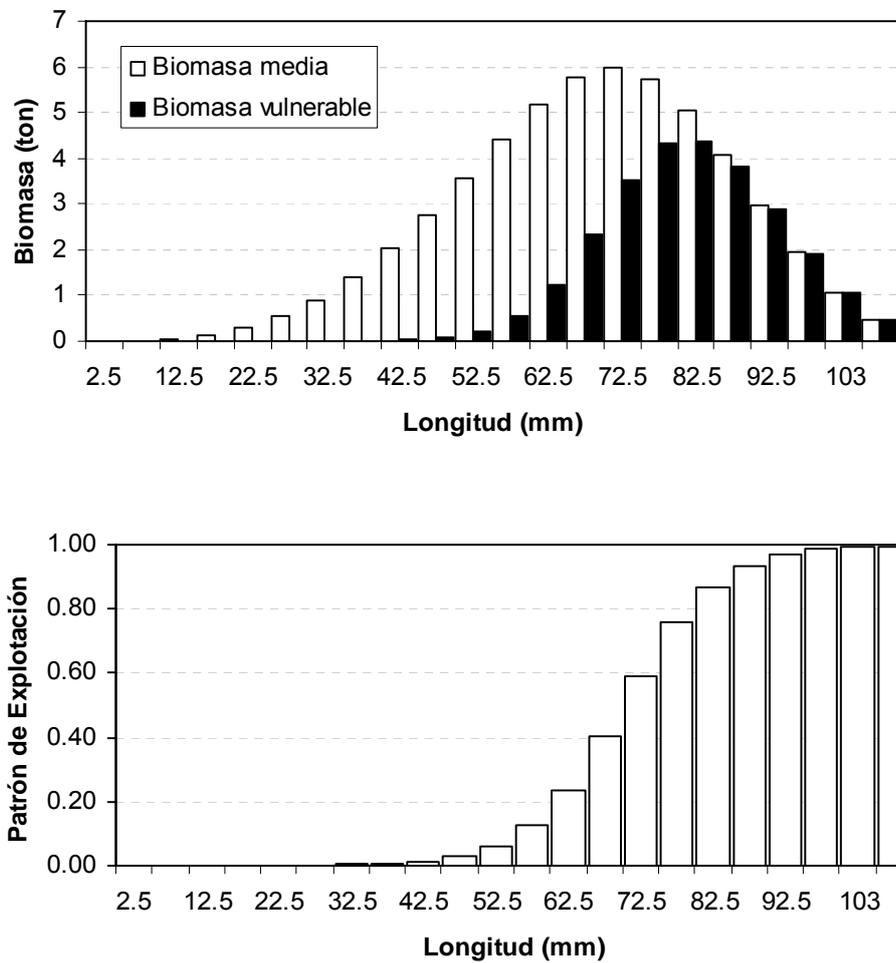


Figura 3.5.7. *F. maxima*, *F. cumingi* en la I Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.

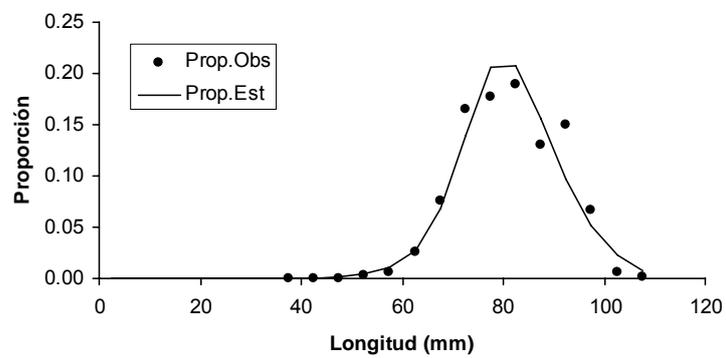


Figura 3.5.8. Proporción observada (puntos) y estimada (línea) a la talla de *F. maxima* y *F. cumingi* en la II Región, año 2006.

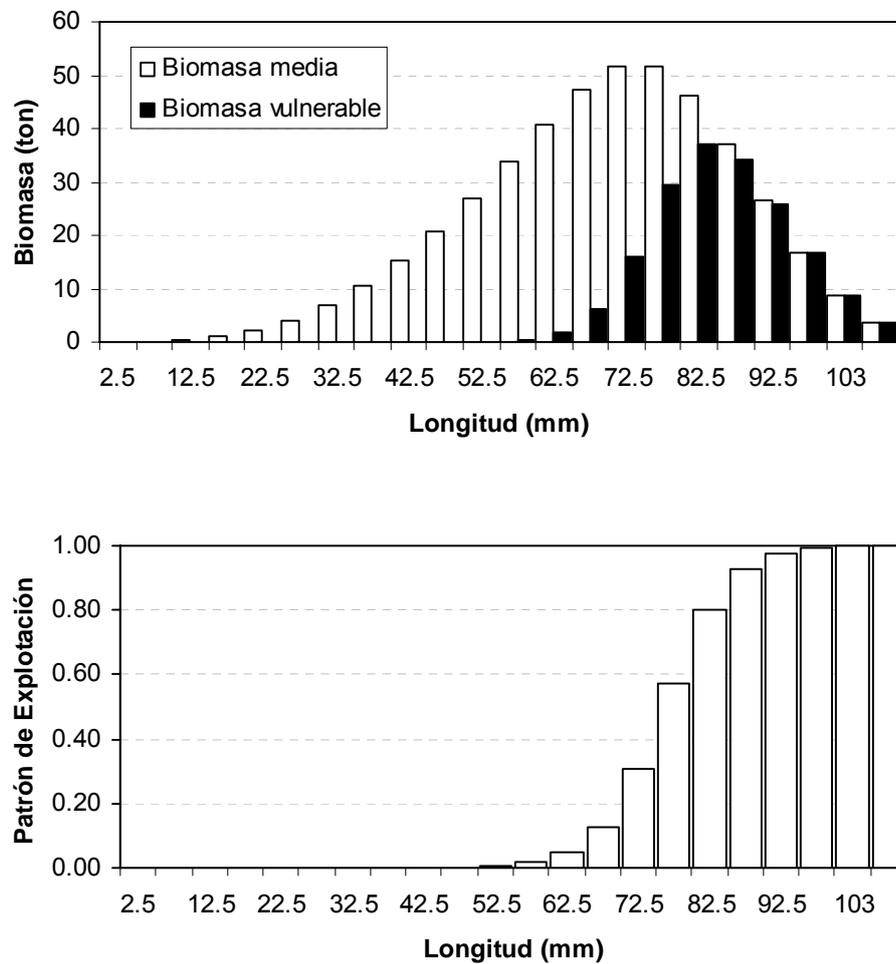


Figura 3.5.9. *F. maxima*, *F. cumingi* en la II Región, arriba: biomasa media y biomasa media vulnerable a la talla; abajo: patrón de selectividad a la talla.

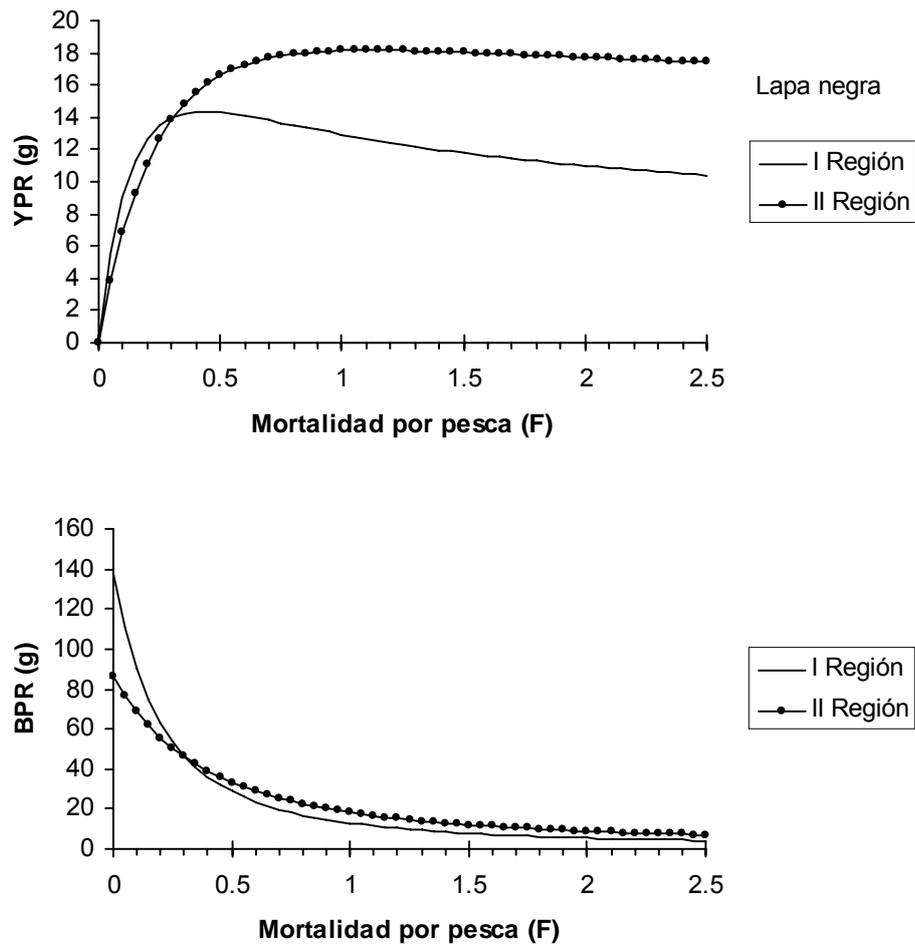


Figura 3.6.1. *F. latimarginata*, curvas de rendimiento por recluta (arriba) y biomasa media por recluta (abajo) en función de la mortalidad por pesca.

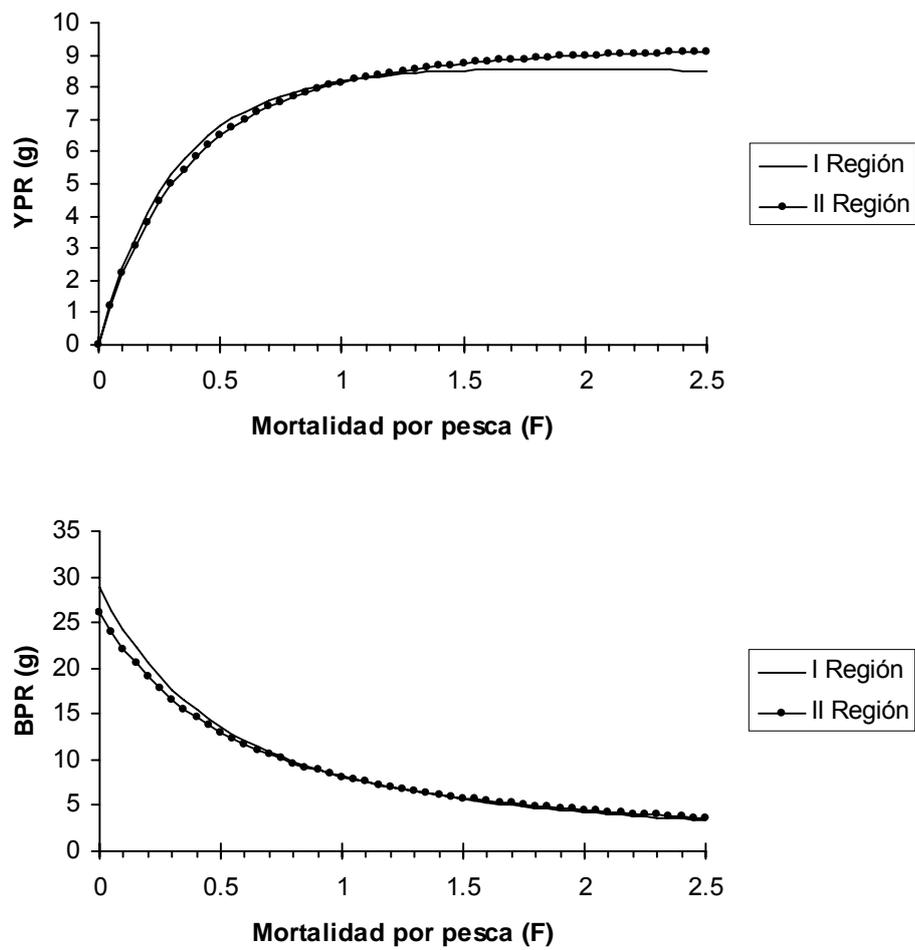


Figura 3.6.2. *F. maxima*, *F. cumingi*, curvas de rendimiento por recluta (arriba) y biomasa media por recluta (abajo) en función de la mortalidad por pesca.

## **8. TABLAS**

Tabla 2.2.1. Configuración de la estructura de los modelos considerados para analizar los datos de frecuencia de tallas, un signo + indica que el parámetro es considerado en el modelo (ver texto).

Parámetros	MODELOS			
	(1)	(2)	(3)	(4)
K	+	+	+	+
$\lambda_2$	-	+	-	+
$b_1$	-	-	+	+
C	-	-	-	-
$T_s$	-	-	-	-

Tabla 2.4.1. Modelos empíricos para la estimación de la tasa instantánea de mortalidad natural (M).

Método	Modelo	Definición de Parámetros y unidades
Pauly (1980)	$\log_{10} M = -0,0066 - 0,270 \log_{10} L_{\infty} + 0,6543 \log_{10} K + 0,4634 \log_{10} T$	$L_{\infty}$ = longitud asintótica (cm, LT) K = coeficiente de crecimiento (año <sup>-1</sup> ) T = temperatura promedio anual del hábitat (°C).
Rickter & Efanov (1976)	$M = \left( \frac{1,521}{T_m^{0,72}} \right) - 0,155$	$T_m$ = edad de madurez sexual (años).
Hoening (1983)	$\ln(Z) = 1,44 - 0,982 \cdot \ln(T_{max})$	Z = tasa de mortalidad natural ( $\approx M$ ). $T_{max}$ = longevidad observada (años).
Alverson & Carney (1975) modificado por Cubillos (2003)	$M = \frac{3K(1-\bar{\omega})}{\bar{\omega}}$	$\bar{\omega} = 0,62$ = razón entre la talla crítica y la longitud asintótica. K = coeficiente de crecimiento (año <sup>-1</sup> ) del modelo de von Bertalanffy.
Jensen (1996)	$M = 1,5K$	K = coeficiente de crecimiento (año <sup>-1</sup> )
Brey & Gage (1997)	$\log_{10} M = 0,339 + 1,037 \log_{10} K$	K = coeficiente de crecimiento (año <sup>-1</sup> )

Tabla 2.4.2. Parámetros de crecimiento en longitud de *F. latimarginata* en la I y II Región, y *F. maxima* y *F. cumingi*. El coeficiente de variación se indica entre paréntesis.

Especie	$L_{\infty}$ (mm)	$K$ (año <sup>-1</sup> )	Correlación ( $L_{\infty}$ , K)
Lapa negra en la I Región:	119,3 (0,278)	0,193 (0,438)	-0,661
Lapa negra en la II Región:	125,2 (0,197)	0,245 (0,389)	-0,870
Lapa rosada:	95,7 (0,175)	0,508 (0,335)	-0,762

Tabla 3.1.1. Desembarque anual recurso lapa para la I Región, nacional y variación respecto al promedio histórico. Período 1985-2005. (Fuente: Sernapesca).

	Nacional	I Región	Variación respecto al promedio histórico
1985	3653	198	-10
1986	2159	95	-113
1987	2805	151	-57
1988	4142	225	17
1989	4090	338	130
1990	3688	501	293
1991	3711	387	179
1992	3921	259	51
1993	6034	201	-7
1994	3963	144	-64
1995	2610	23	-185
1996	2070	56	-152
1997	3063	92	-116
1998	2990	17	-191
1999	3588	40	-168
2000	3361	37	-171
2001	2422	103	-105
2002	2923	222	14
2003	2404	395	187
2004	4605	703	495
2005	2035	180	-28
Media	3345	208	

Tabla 3.1.2. Desembarque anual recurso lapa para la II Región, nacional y variación respecto al promedio histórico. Período 1985-2005. (Fuente: Sernapesca).

	Nacional	II Región	Variación respecto al promedio histórico
1985	3653	664	-199
1986	2159	421	-442
1987	2805	547	-316
1988	4142	1035	172
1989	4090	1121	258
1990	3688	647	-216
1991	3711	689	-174
1992	3921	763	-100
1993	6034	1916	1053
1994	3963	1369	506
1995	2610	413	-450
1996	2070	1161	298
1997	3063	684	-179
1998	2990	598	-265
1999	3588	914	51
2000	3361	906	43
2001	2422	605	-257
2002	2923	740	-123
2003	2404	804	-59
2004	4605	1299	436
2005	2035	825	-38
Media	3345	863	

Tabla 3.1.3. Clasificación según categoría y caleta de los pescadores artesanales de la I Región. (Fuente: Sernapesca).

	<i>Alguero</i>	<i>Armador artesanal</i>	<i>Mariscador</i>	<i>Pescador artesanal</i>	<i>Total</i>
<b>Arica</b>	78	161	80	663	<b>982</b>
<b>Camarones</b>	7	6	9	15	<b>37</b>
<b>Cañamo</b>	15	7	7	18	<b>47</b>
<b>Caramucho</b>	28	2	8	3	<b>40</b>
<b>Cavanca</b>	18	32	37	73	<b>160</b>
<b>Chanavaya</b>	10	9	9	15	<b>43</b>
<b>Chanavayita</b>	24	20	32	28	<b>103</b>
<b>Chipana</b>	6	16	22	10	<b>53</b>
<b>La Pescadora</b>	0	2	2	1	<b>4</b>
<b>Los Verdes</b>	17	7	10	10	<b>45</b>
<b>Pisagua</b>	24	22	34	35	<b>115</b>
<b>Playa Blanca</b>	3	3	3	4	<b>12</b>
<b>Puerto Iquique</b>	71	31	36	100	<b>238</b>
<b>Río Seco</b>	23	12	18	12	<b>65</b>
<b>Riquelme</b>	25	78	41	242	<b>385</b>
<b>San Marcos</b>	10	28	54	42	<b>134</b>
<b>Yape</b>	1	0	0	0	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>358</b>	<b>435</b>	<b>400</b>	<b>1271</b>	<b>2464</b>

Tabla 3.1.4. Clasificación según categoría y caleta de los pescadores artesanales de la II Región. (Fuente: Sernapesca).

	<i>Alguero</i>	<i>Armador artesanal</i>	<i>Mariscador</i>	<i>Pescador artesanal</i>	<i>Total</i>
<b>Antofagasta</b>	46	80	75	294	<b>495</b>
<b>Cta. Buena</b>	9	7	10	9	<b>35</b>
<b>Cifuncho</b>	13	9	18	5	<b>45</b>
<b>Cobija</b>	12	10	13	12	<b>47</b>
<b>Coloso</b>	4	22	36	25	<b>86</b>
<b>El Blanco</b>	18	5	10	5	<b>39</b>
<b>El Cobre</b>	11	1	4	11	<b>28</b>
<b>El Colorado</b>	2	0	0	0	<b>2</b>
<b>El Fierro</b>	0	2	4	1	<b>7</b>
<b>Hornito</b>	7	4	9	3	<b>23</b>
<b>Huachan</b>	7	7	19	14	<b>48</b>
<b>Isla Sta. María</b>	56	18	44	27	<b>146</b>
<b>Juan López</b>	15	2	12	6	<b>35</b>
<b>La chimba</b>	9	8	11	20	<b>47</b>
<b>Mejillones</b>	10	75	86	289	<b>461</b>
<b>Michilla</b>	1	2	2	4	<b>9</b>
<b>Paposo</b>	23	12	19	15	<b>69</b>
<b>Paquica</b>	10	6	5	10	<b>30</b>
<b>Punta Arenas</b>	14	8	14	8	<b>44</b>
<b>Punta Atala</b>	2	3	5	6	<b>16</b>
<b>Taltal</b>	257	81	107	187	<b>632</b>
<b>Tocopilla</b>	131	80	72	156	<b>438</b>
<b>Urco</b>	12	13	16	10	<b>52</b>
<b>Total</b>	<b>669</b>	<b>457</b>	<b>591</b>	<b>1117</b>	<b>2834</b>

Tabla 3.1.5. Desembarques de lapa por procedencia y meses en los cuales hubo mayor aporte, en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio.

Centro de Muestreo	Procedencia	Kg	%	Meses
Arica	Bernales	38145	19	1; 2 y 8
	Isla_Alacran	16646	8	
	La_Capilla	16158	8	
	Siciliane	14105	7	
	Pta_Paloma	14044	7	
Pisagua	Pta_Cueva	1274	38	4; 5 y 6
	Junin	1040	31	
Iquique	Pta_Gorda	1243	30	1 y 5
	Quiebra	591	14	
	Pta_Piedra	572	14	
San Marcos	s/i	1163	39	4 y 5
	Huanillo	450	15	
	La_Huataca	389	13	
Tocopilla	Chileno	4291	21	6; 8 y 9
	Lifonso	3008	15	
	Remanzo	2987	15	
Sta María	Picacho	802	27	5 y 6
	Isla	761	25	
Taltal	Bandurria	716	17	5 y 8
	Piedra_mora	605	14	
	Palo_Varao	433	10	
	Cascabel	427	10	

Tabla 3.1.6. Estadígrafos de los muestreos biológicos efectuados en los centros de muestreo monitoreados durante el período de estudio.

Centro de muestreo	Especie	N	Talla Media	Moda	Mínimo	Máximo	% Ejemplares bajo talla mínima
Arica	<i>F. latimarginata</i>	9286	61	60	19	98	72
	<i>F. cumingi</i>	935	61	65	43	94	73
	<i>F. maxima</i>	1135	70	75	44	104	32
	<b>total</b>	<b>11518</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>19</b>	<b>104</b>	<b>69</b>
Pisagua	<i>F. latimarginata</i>	550	60	55	40	85	72
	<i>F. cumingi</i>	236	58	60	40	92	81
	<i>F. maxima</i>	315	68	75	41	92	43
	<b>total</b>	<b>1101</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>40</b>	<b>92</b>	<b>66</b>
Pto. Iquique	<i>F. latimarginata</i>	1378	62	65	38	104	71
	<b>total</b>	<b>1388</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>38</b>	<b>104</b>	<b>71</b>
San Marcos	<i>F. latimarginata</i>	439	69	70	56	88	30
	<i>F. maxima</i>	449	73	75	30	100	16
	<b>total</b>	<b>1219</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>24</b>
Tocopilla	<i>F. latimarginata</i>	17525	79	80	58	105	1
	<i>F. cumingi</i>	443	77	80	53	99	6
	<b>total</b>	<b>17968</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>53</b>	<b>105</b>	<b>1</b>
Constitución	<i>marginata</i>	4536	79	75	46	121	5
	<i>F. cumingi</i>	2311	81	75	43	106	3
	<i>F. maxima</i>	815	87	95	52	106	1
	<b>total</b>	<b>7665</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>4</b>
Taltal	<i>F. latimarginata</i>	1297	67	65	60	110	53
	<i>F. maxima</i>	139	74	80	52	100	24
	<b>total</b>	<b>1486</b>	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>50</b>

Tabla 3.1.7. Número de ejemplares muestreados por centro de muestreo, mes y especie.

Centro de muestreo	Especie	Meses									Total
		Ene	Febr	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	
Arica	<i>F. bridgesi</i>				14	2	14	5	2	1	38
	<i>F. crassa</i>			90							90
	<i>F. cumingi</i>	151	103	122	134	106	159	41	53	66	935
	<i>F. latimarginata</i>	144	583	157	121	106	121	603	734	844	9286
		6		9	7	2	8				
		70	173	347	150	47	142	9	90	107	1135
Iquique	<i>F. pulchra</i>	9		3	1	8	8	2	1	2	34
	<i>F. cumingi</i>	10									10
Pisagua	<i>F. latimarginata</i>	236	159	101	272	301	186			123	1378
	<i>F. cumingi</i>	23	25	30	55	40			38	25	236
	<i>F. latimarginata</i>	39	25	30	115	65	70		127	79	550
San Marcos	<i>F. maxima</i>	12	15	20	90	50	10		73	45	315
	<i>F. bridgesi</i>			10		17					27
	<i>F. cumingi</i>					7					7
	<i>F. latimarginata</i>					260	179				439
	<i>F. maxima</i>			225	60	101	63				449
Tocopilla	<i>F. sp</i>		30		173	94					297
	<i>F. cumingi</i>		184	167	92						443
Cta Constitución	<i>F. latimarginata</i>	214	192	213	263	152	246	119	213	135	1752
	<i>F. cumingi</i>	1	7	9	7	6	9	7	5	4	5
Cta Constitución	<i>F. cumingi</i>	47	340	106	87	189	451	476	585	30	2311
	<i>F. latimarginata</i>	70	767	132	97	844	747	959	699	223	4538
	<i>F. maxima</i>	31	189	58	26	109	214		84	105	816
Taltal	<i>F. crassa</i>			7							7
	<i>F. latimarginata</i>			172	254	380			363	128	1297
	<i>F. limbata</i>			3							3
	<i>F. maxima</i>			139							139
	<i>F. sp</i>				40						40

Tabla 3.1.8. Resultados Test de Tukey de variaciones intranuales de talla media por centro de muestreo.

Centro de muestreo	Meses								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept
Arica	-	*	*	**	**	**	**	sd	**
Iquique	-	sd	sd	**	sd	sd	-	-	**
Tocopilla	-	**	sd	sd	sd	**	**	**	*
Cta	-	sd	*	sd	**	**	sd	*	**
Constitución									

sd: sin diferencias significativas

\*  $p < 0,05$

\*\*  $p < 0,001$

Tabla 3.2.1. Número de lapas marcadas (*F. latimarginata*) por fecha y localidad.

Fecha	Chipana	Constitución	Pisagua	Pta. Arenas	Total
20/01/2006			101		101
29/01/2006		70			70
30/01/2006					
31/01/2006	61				61
23/03/2006			221		221
29/03/2006				721	721
08/05/2006			195		195
13/06/2006			143		143
23/06/2006			6		6
24/06/2006				64	64
18/07/2006			33		33
22/08/2006			21		21
23/08/2006				38	38
Total	61	70	720	823	1674

Tabla 3.2.2. Número de lapas marcadas (*F. cumingi* y *F. maxima*) por fecha y localidad.

Fecha	Chipana	Pisagua	Pta. Arenas	Total
30/01/2006			64	64
31/01/2006	24			24
23/03/2006		330		330
29/03/2006				
08/05/2006		291		291
13/06/2006		84		84
23/06/2006		19		19
24/06/2006			38	38
18/07/2006		54		54
22/08/2006		21		21
23/08/2006			24	24
Total	24	799	126	949

Tabla 3.2.3. Número y porcentaje final por fecha de *F. latimarginata* recapturada en la I región.

Fecha	Total
23-03-2006	3
08-05-2006	27
13-06-2006	33
23-06-2006	51
18-07-2006	27
22-08-2006	17
20-10-2006	20
Total	178
	24,7%

Tabla 3.2.4. Número y porcentaje final por fecha de *F. latimarginata* recapturada en la II región.

Fecha	Total
24-04-2006	1
24-06-2006	26
23-08-2006	38
Total	65
	7,9%

Tabla 3.2.5. Número y porcentaje final por fecha de *F. cumingi* y *F. maxima* recapturada en la I región.

Fecha	Total
08-05-2006	2
13-06-2006	19
23-06-2006	29
18-07-2006	24
22-08-2006	22
20-10-2006	13
22-10-2006	2
Total	111
	13,9%

Tabla 3.2.6. Parámetros de crecimiento estimados para *F. latimarginata* de la I Región con distintos métodos de ajuste.  $L_{\infty}$ : longitud asintótica modelo von Bertalanffy;  $K$ : coeficiente de crecimiento modelo von Bertalanffy;  $ga$ : tasa de crecimiento a la longitud  $a$ ;  $g\beta$ : tasa de crecimiento a la longitud  $\beta$  (ambas seleccionadas arbitrariamente);  $s$ : desviación estándar de los errores de medición;  $v$ : coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento,  $p$ : probabilidad de contaminación por outlier;  $m$ : media de los errores de medición;  $C$ : oscilación del crecimiento;  $W$ : punto de invierno;  $LL$ : verosimilitud; AIC: criterio de información de Akaike;  $n$ : número de parámetros. Con amarillo método de estimación considerado más apropiado.

Método	$L_{\infty}$	$K$	$ga$	$g\beta$	$S$	$v$	$p$	$M$	$C$	$W$	$LL$	AIC	$n$
Gulland & Holt	88,01	0,405											2
Appledoorn	77	0,76											2
Appledoorn estacional	77	1,088							0,61	0,884	411,055		4
Fabens no lineal	69,537	1,101											2
Fabens modelo A					No converge								3
<b>Fabens modelo B</b>	<b>119,261</b>	<b>0,213</b>									<b>243,415</b>	<b>1,23</b>	<b>3</b>
Fabens modelo C					No converge								4
Fabens modelo D	119,256	0,193									243,416	3,23	4
Grotag $ga, g\beta, s$	69,668	1,129	20,076	-0,225	1,516	0*	0*	0*	0*	0*	326,689	0,97	5
Grotag $ga, g\beta, s, C, W$	71,114	1,349	23,039	0,825	1,320	0*	0*	0*	0,607	-0,137	302,040	5,04	7
Grotag $ga, g\beta, s, v$	115,800	0,210	14,364	8,679	0,095	0,937	0*	0*	0*	0*	241,928	3,23	6
Grotag $ga, g\beta, s, v, C, W$	99,919	0,412	20,185	10,079	0,263	0,792	0*	0*	0,437	-0,066	225,682	7,29	8
Grotag $ga, g\beta, s, v, p$	75,394	0,600	15,971	2,434	0,175	0,665	0,045	0*	0*	0*	204,862	5,38	7
Grotag $ga, g\beta, s, v, p, C, W$	76,047	0,703	18,197	3,053	0,196	0,627	0,031	0*	0,391	1,796	191,858	9,43	9
Grotag $ga, g\beta, s, v, p, m$	74,857	0,587	15,478	2,157	0,171	0,704	0,045	0,039	0*	0*	204,592	7,38	8
Grotag $ga, g\beta, s, v, p, m, C, W$	75,479	0,703	17,905	2,765	0,196	0,657	0,031	0,036	0,397	0,803	191,654	11,43	10

Tabla 3.2.7. Parámetros de crecimiento estimados para *F. latimarginata* de la II Región con distintos métodos de ajuste.  $L_{\infty}$ : longitud asintótica modelo von Bertalanffy;  $K$ : coeficiente de crecimiento modelo von Bertalanffy;  $g\alpha$ : tasa de crecimiento a la longitud  $\alpha$ ;  $g\beta$ : tasa de crecimiento a la longitud  $\beta$  (ambas seleccionadas arbitrariamente);  $s$ : desviación estándar de los errores de medición;  $v$ : coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento,  $p$ : probabilidad de contaminación por outlier;  $m$ : media de los errores de medición;  $C$ : oscilación del crecimiento;  $W$ : punto de invierno;  $LL$ : verosimilitud; AIC: criterio de información de Akaike;  $n$ : número de parámetros. Con amarillo método de estimación considerado más apropiado.

Método	$L_{\infty}$	$K$	$g\alpha$	$g\beta$	$s$	$v$	$p$	$m$	$C$	$W$	$LL$	AIC	$N$
Gulland & Holt	213,45	0,108											2
Appledoorn	136,74	0,198											2
Appledoorn estacional	147,89	0,169							0	0,944			4
Fabens no lineal	125,150	0,245									438,551		2
<b>Fabens modelo A</b>	<b>125,150</b>	<b>0,245</b>									<b>154,276</b>	<b>1,62</b>	<b>3</b>
Fabens modelo B	171,655	0,156									161,004	1,59	3
Fabens modelo C	116,590	0,276									153,867	3,63	4
Fabens modelo D	125,150	0,245									154,276	3,62	4
Grotag $g\alpha, g\beta, s$	125,114	0,245	18,518	10,903	2,598	0*	0*	0*	0*	0*	154,290	1,62	5
Grotag $g\alpha, g\beta, s, C, W$	118,158	1,176	54,053	29,847	2,362	0*	0*	0*	1,000	0,923	148,086	5,66	7
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v$	125,114	0,245	18,518	10,903	2,598	0,001	0*	0*	0*	0*	154,290	3,62	6
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, C, W$	118,159	1,176	54,053	29,848	2,362	-0,001	0*	0*	1,000	0,923	148,086	7,66	8
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p$	147,943	0,090	9,252	6,252	0,839	0,000	0,440	0*	0*	0*	132,718	5,75	7
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, C, W$	95,518	0,478	21,087	7,793	0,652	0,403	0,244	0*	0,915	0,74	122,304	9,83	9
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, m$													8
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, m, C, W$													10

Tabla 3.2.8. Parámetros de crecimiento estimados en conjunto para *F. cumingi* y *F. maxima* de la I Región con distintos métodos de ajuste.  $L_{\infty}$ : longitud asintótica modelo von Bertalanffy; K: coeficiente de crecimiento modelo von Bertalanffy;  $g\alpha$ : tasa de crecimiento a la longitud  $\alpha$ ;  $g\beta$ : tasa de crecimiento a la longitud  $\beta$  (ambas seleccionadas arbitrariamente);  $s$ : desviación estándar de los errores de medición;  $v$ : coeficiente de variación de la variabilidad del crecimiento,  $p$ : probabilidad de contaminación por outlier;  $m$ : media de los errores de medición;  $C$ : oscilación del crecimiento;  $W$ : punto de invierno;  $LL$ : verosimilitud; AIC: criterio de información de Akaike; n: número de parámetros. Con amarillo método de estimación considerado más apropiado.

Método	$L_{\infty}$	K	$g\alpha$	$g\beta$	$s$	$v$	$p$	$m$	$C$	$W$	$LL$	AIC	n
Gulland & Holt	95,27	0,514											2
Appledoorn	82	0,899											2
Appledoorn estacional	82	0,978							0,12	1			4
Fabens no lineal	81,433	0,938									300,445		2
Fabens modelo A	81,350	0,942									211,337	1,35	3
<b>Fabens modelo B</b>	<b>95,729</b>	<b>0,508</b>									<b>189,023</b>	<b>1,45</b>	<b>3</b>
Fabens modelo C	93,640	0,548									188,771	3,45	4
Fabens modelo D	93,170	0,559									188,440	3,45	4
Grotag $g\alpha, g\beta, s$	81,433	0,938	25,221	3,916	1,645	0*	0*	0*	0*	0*	212,765	1,34	5
Grotag $g\alpha, g\beta, s, C, W$	84,222	1,112	29,677	6,189	1,546	0*	0*	0*	0,499	1,113	205,856	5,37	7
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v$	95,729	0,508	22,206	8,260	0,000	0,900	0*	0*	0*	0*	189,023	3,45	6
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, C, W$	115,175	0,373	23,385	12,497	0,000	0,852	0*	0*	0,372	1,181	183,164	7,47	8
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p$	92,972	0,476	20,046	6,801	0,000	0,813	0,091	0*	0*	0*	181,284	5,48	7
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, C, W$	93,774	0,823	30,155	10,528	0,000	0,777	0,125	0*	0,572	0,988	179,500	9,49	9
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, m$	98,082	0,455	21,237	8,439	0,000	0,683	0,115	-0,155	0*	0*	180,724	7,49	8
Grotag $g\alpha, g\beta, s, v, p, m, C, W$	95,571	0,74124	29,09	10,768	0,0004	0,73	0,121	-0,057	0,496	0,993	179,408	11,49	10

Tabla 3.2.9 Resumen de las pruebas de hipótesis para el ajuste de cuatro modelos para *F. latimarginata* en la I y II Regiones. Se muestra dos veces el valor de la log-verosimilitud para cada modelo y el número de parámetros estimados entre paréntesis. La función de log-verosimilitud subrayados indica el mejor ajuste de cada modelo y los valores en negrita indican el mejor modelo entre los cuatro en competencia.

Clases de edad	Modelos evaluados							
	I Region				II Región			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
4	2186,96 (31)	2205,33 (32)	2192,72 (32)	2211,47 (33)	2063,40 (31)	2063,40 (32)	2072,16 (32)	2072,16 (33)
5	2208,42 (40)	2210,63 (41)	2216,62 (41)	<b>2226,59</b> (42)	2092,78 (40)	2092,78 (41)	2099,20 (41)	2099,89 (42)
6	2241,63 (49)	2242,39 (50)	2244,06 (50)	2248,68 (51)	2205,97 (49)	2204,07 (50)	2196,56 (50)	2208,59 (51)
7	<u>2260,92</u> (58)	<u>2260,92</u> (59)	<u>2268,39</u> (59)	<u>2274,77</u> (60)	2278,03 (58)	2278,03 (59)	2278,27 (59)	2278,27 (60)
8	2271,56 (67)	2271,76 (68)	2277,86 (68)	2278,03 (69)	2334,05 (67)	2333,88 (68)	2384,36 (68)	2402,60 (69)
9	2269,54 (76)	2270,04 (77)	2271,31 (77)	2273,81 (78)	2393,34 (76)	2396,04 (77)	2465,73 (77)	2471,54 (78)
10	2278,94 (85)	2278,94 (86)	2281,06 (86)	2281,06 (87)	<u>2426,83</u> (85)	<u>2426,97</u> (86)	<b>2496,73</b> (86)	<u>2496,73</u> (87)

Tabla 3.2.10. Parámetros estimados por MULTIFAN, con errores estándar entre paréntesis, en *F. latimarginata*.

Parámetros	Unidad	I Región	II Región
Longitud asintótica	$L_{\infty}$ mm	100,8 (0,598)	113,9 (0,556)
Coeficiente de crecimiento	K año <sup>-1</sup>	0,271 (0,003)	0,173 (0,003)
Longitud media de la primera clase de edad en el "Mes 1"	$l_1$ mm	50,3 (0,242)	62,5 (0,218)
Longitud media de la última clase de edad en el "Mes 1"	$l_m$ mm	83,7 (0,163)	103,1 (0,177)
Edad estimada de la primera clase de edad	$t_1$ año	2,55 (0,016)	4,6 (0,028)
Desviación estándar promedio	mm	5,785 (0,332)	3,095 (0,366)
Razón DS		0,763 (0,009)	0,518 (0,003)
Sesgo por selección 1ra longitud	$b_1$	7,097 (0,265)	-
Número de clases de edad en los datos de frecuencia de tallas		5	10
MODELO		(4)	(3)
log-likelihood		2226.,58	2496,73
Número de clase de talla no vacíos		102	106
Número de parámetros estimados		42	86
Grados de libertad		60	20

Tabla 3.2.11. Resumen de las pruebas de hipótesis para el ajuste de cuatro modelos para *F. maxima* y *F. cumingi* en la I y II Regiones. Se muestra dos veces el valor de la log-verosimilitud para cada modelo y el número de parámetros estimados entre paréntesis. La función de log-verosimilitud subrayados indica el mejor ajuste de cada modelo y los valores en negrita indican el mejor modelo entre los cuatro en competencia.

Clases de edad	Modelos evaluados							
	I Región				II Región			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
4	<u>2050,71</u>	2062,46	2050,12	2058,33	1904,88	1907,10	1906,25	1929,65
	(31)	(32)	(32)	(33)	(31)	(32)	(32)	(33)
5	2047,79	<u>2093,67</u>	2082,24	2092,77	1958,02	1959,17	1993,27	2008,65
	(40)	(41)	(41)	(42)	(40)	(41)	(41)	(42)
6	2043,75	2083,72	2100,76	2130,08	<u>2002,93</u>	<u>2008,35</u>	2036,29	2041,74
	(49)	(50)	(50)	(51)	(49)	(50)	(50)	(51)
7	<u>2090,56</u>	<u>2128,39</u>	2129,84	<b>2171,44</b>	2005,94	2018,02	<u>2053,71</u>	<b>2067,27</b>
	(58)	(59)	(59)	(60)	(58)	(59)	(59)	(60)
8	<u>2128,74</u>	2131,34	<u>2185,08</u>	2161,44	<u>2022,71</u>	2017,66	2047,10	2067,15
	(67)	(68)	(68)	(69)	(67)	(68)	(68)	(69)

Tabla 3.2.12. Parámetros estimados por MULTIFAN, con errores estándar entre paréntesis, para *F. maxima* y *F. cumingi*.

Parámetros	Unidad	I Región	II Región
Longitud asintótica	$L_{\infty}$ mm	115,1 (0,327)	113,6 (0,646)
Coefficiente de crecimiento	K año <sup>-1</sup>	0,266 (0,004)	0,269 (0,010)
Longitud media de la primera clase de edad en el "Mes 1"	$l_1$ mm	47,5 (0,086)	65,0 (0,282)
Longitud media de la última clase de edad en el "Mes 1"	$l_m$ mm	101,4 (0,058)	104,0 (0,214)
Edad estimada de la primera clase de edad	$t_1$ año	2,00 (0,006)	3,15 (0,037)
Desviación estándar promedio	mm	5,021 (0,235)	3,729 (0,135)
Razón DS		0,518 (0,003)	0,517 (0,003)
Sesgo por selección 1ra longitud	$b_1$	7,536 (0,081)	4,273 (0,792)
Número de clases de edad en los datos de frecuencia de tallas		7	7
MODELO		(4)	(4)
log-likelihood		2171,44	2067,27
Número de clase de talla no vacíos		116	89
Número de parámetros estimados		60	60
Grados de libertad		56	29

Tabla 3.2.13. Parámetros de la relación longitud peso de *F. latimarginata* de la I Región.

Mes	Parámetro	Valor	Error estándar	r <sup>2</sup>
Ene	a	2,45E-05	9,41E-06	0,877
	b	3,476	0,0880	
Mar	a	1,21E-03	4,39E-04	0,730
	b	2,547	0,0861	
Abr	a	4,17E-05	3,45E-05	0,853
	b	3,296	0,1980	
May	a	9,43E-04	4,26E-04	0,684
	b	2,603	0,1097	
Jun	a	2,45E-04	9,66E-05	0,803
	b	2,899	0,0946	
Jul	a	8,83E-05	4,93E-05	0,874
	b	3,138	0,1321	
Ago	a	5,00E-04	3,08E-04	0,796
	b	2,707	0,1481	
Sep	a	5,13E-04	8,25E-04	0,665
	b	2,711	0,3727	
Oct	a	1,60E-04	1,73E-04	0,761
	b	3,035	0,2546	

Tabla 3.2.14. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de *F. latimarginata* para la I Región. En negrilla diferencias significativas.

Mes	Ene	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Ene	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Mar	<b>p&lt;0,0001</b>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Abr	p=0,7239	<b>p&lt;0,0456</b>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
May	<b>p&lt;0,0001</b>	p=0,9203	p=0,0623	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Jun	<b>p&lt;0,0011</b>	<b>p&lt;0,0162</b>	p=0,1496	p=0,088	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Jul	p=0,215	<b>p&lt;0,0047</b>	p=0,5634	<b>p&lt;0,0205</b>	p=0,1644	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Ago	<b>p=0,015</b>	p=0,5044	<b>p&lt;0,0292</b>	p=0,6198	p=0,3116	<b>p&lt;0,0367</b>	xxxxxxx	xxxxxxx
Sep	p=0,0722	p=0,6215	p=0,1362	p=0,7123	p=0,4685	p=0,1529	p=0,9873	xxxxxxx
Oct	p=0,2439	p=0,0932	p=0,457	p=0,1528	p=0,5726	p=0,6887	p=0,2286	p=0,4295

Tabla 3.2.15. Parámetros de la relación longitud peso de *F. latimarginata* de la II Región.

Mes	Parámetro	Valor	Error estándar	r <sup>2</sup>
Ene	a	2,51E-04	1,57E-04	0,704
	b	2,897	0,1502	
Mar	a	7,30E-05	1,78E-05	0,801
	b	3,195	0,0568	
Jun	a	8,91E-05	6,54E-05	0,912
	b	3,169	0,1697	

Tabla 3.2.16. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de *F. latimarginata* para la II Región.

Mes	Ene	Mar
Ene	xxxxxxx	xxxxxxx
Mar	p=0,218	xxxxxxx
Jun	p=0,217	P=0,8795

Tabla 3.2.17. Parámetros de la relación longitud peso de *F. cumingi* y *F. maxima* de la I Región.

Mes	Parámetro	Valor	Error estándar	r <sup>2</sup>
Ene	a	5,47E-05	2,52E-05	0,890
	b	3,267	0,1034	
Mar	a	1,26E-03	4,21E-04	0,770
	b	2,543	0,0792	
Abr	a	8,74E-05	3,94E-05	0,913
	b	3,130	0,1070	
May	a	2,22E-04	8,81E-05	0,685
	b	2,975	0,0953	
Junio	a	4,42E-04	2,23E-04	0,695
	b	2,750	0,1216	
Jul	a	6,71E-04	4,20E-04	0,803
	b	2,702	0,1457	
Ago	a	4,76E-04	2,46E-04	0,771
	b	2,741	0,1230	
Sep	a	1,80E-04	1,95E-04	0,828
	b	2,991	0,2449	
Oct	a	1,39E-04	9,43E-05	0,789
	b	3,070	0,1602	

Tabla 3.2.18. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* para la I Región. En negrilla diferencias significativas.

Mes	Ene	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Ene	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Mar	<b>p&lt;0,0001</b>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Abr	p=0,6684	<b>p&lt;0,0087</b>	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
May	<b>p&lt;0,0378</b>	<b>p&lt;0,0007</b>	p=0,5609	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Jun	<b>p&lt;0,0097</b>	p=0,1832	p=0,0638	p=0,2139	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Jul	<b>p&lt;0,0053</b>	p=0,3036	p=0,08	p=0,122	p=0,7888	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Ago	<b>p&lt;0,0152</b>	p=0,2241	<b>p&lt;0,0431</b>	p=0,221	p=0,9575	p=0,8838	xxxxxxx	xxxxxxx
Sep	p=0,31	<b>p&lt;0,0202</b>	p=0,6034	p=0,9406	p=0,2439	p=0,2485	p=0,2366	xxxxxxx
Oct	p=0,44	p<0,0051	p=0,7854	p=0,6627	p=0,0993	p=0,0952	p=0,0893	p=0,7596

Tabla 3.2.19. Parámetros de la relación longitud peso de *F. cumingi* y *F. maxima* de la II Región.

Mes	Parámetro	Valor	Error estándar
Enero	a	2,46E-05	1,36E-05
	b	3,492	0,1233
Junio	a	3,71E-04	3,90E-04
	b	2,855	0,2348

Tabla 3.2.20. Valor-p de la comparación de pendientes mensual de la relación longitud-peso de *F. cumingi* y *F. maxima* para la II Región. En negrilla diferencias significativas.

Mes	Ene	Jun
Ene	xxxxxxx	xxxxxxx
Jun	<b>p&lt;0,0429</b>	xxxxxxx
Nov	p=0,0857	p=0,8715

Tabla 3.3.1. Frecuencia de muestreo actividades de reclutamiento proyecto FIP 2005-39.

Mes	Fecha	Sitio	Actividad	Observación
Enero	31/01/2006	Pisagua	- Instalación de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Sin observaciones
Febrero	17/02/2006	Pisagua	- Instalación y revisión de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Se observa pérdida de material de colectores. Placas instaladas en el sector intermareal no fueron encontradas
Marzo	23/03/2006	Pisagua	- Instalación y revisión de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Sin observaciones
Abril	28/04/2006	Pisagua	- Instalación y revisión de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Se suspende evaluación directa submareal por regulares condiciones del mar
Mayo	05/05/2006	Hotel Gavina	Instalación Tuffies	Sin observaciones
	12/05/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Condiciones irregulares del mar
	23/05/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Condiciones irregulares del mar
	27/05/2006	Pisagua	- Evaluación directa intermareal	Regulares condiciones de mar no permiten trabajar por mar y limitan actividad en el intermareal.
	06/06/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Condiciones irregulares del mar
Junio	07/06/2006	Huayquique	- Instalación Tuffies	Condiciones irregulares del mar
	13/06/2006		- Instalación y recuperación Tuffies	No se recupera ningún material
	14/06/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies - Evaluación directa intermareal	Se realiza en forma parcial la evaluación directa debido a malas condiciones de mar
	20/06/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Regulares condiciones de mar, no permiten la realización de evaluación directa.

## Continuación Tala 3.3.1.

---

	21/06/2006	Hotel Gavina	- Instalación recuperación Tuffies	y	Regulares condiciones de mar, no permiten la realización de evaluación directa.
	27/06/2006	Huayquique	- Instalación recuperación Tuffies	y	A pesar de buenas condiciones ambientales el corto período de luz disponible (Muestreo en la tarde) permitió realizar en forma parcial la evaluación directa
	28/06/2006	Hotel Gavina	- Instalación recuperación Tuffies - Evaluación directa intermareal	y	Sin observaciones
Julio	04/07/2006	Huayquique	- Recuperación Tuffies		No se pudo realizar ninguna otra actividad debido a malas condiciones ambientales
	05/07/2006	Hotel Gavina	- Instalación recuperación Tuffies	y	Se suspende actividad debido a malas condiciones ambientales
	11/07/2006	Huayquique	- Instalación recuperación Tuffies	y	Regulares condiciones del mar
	12/07/2006	Hotel Gavina	- Instalación recuperación Tuffies	y	Baja marea muy tarde, regulares condiciones de mar
	18/07/2006	Huayquique	- Instalación recuperación Tuffies	y	Malas condiciones del mar
	19/07/2006	Hotel gavina	- Instalación recuperación Tuffies	y	Malas condiciones del mar

---

Continuación Tabla 3.3.1.

Mes	Fecha	Sitio	Actividad	Observación
Agosto	02/08/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Malas condiciones del mar
	03/08/2006	Piragua	- Instalación y revisión de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Regulares condiciones del mar, no permiten completar trabajo intermareal
	04/08/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Malas condiciones del mar
	10/08/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	11/08/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	24/08/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	25/08/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	31/8/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
Septiembre	01/09/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	06/09/2006	Pisagua	- Instalación y revisión de colectores -Evaluación directa intermareal y submareal	Sin observaciones
	21/09/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies - Evaluación directa intermareal	Sin observaciones
Octubre	22/09/2006	Huayquique	- Recuperación Tuffies - Evaluación directa intermareal	Sin observaciones
	02/10/2006	Huayquique	- Instalación Tuffies	Sin observaciones
	03/10/2006	Pisagua	-Evaluación directa intermareal y submareal	Accidente laboral buzo, se suspende actividad
	19/10/2006	Hotel Gavina	- Instalación y recuperación Tuffies - Evaluación directa intermareal	Sin observaciones
	26/10/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar
	30/10/2006	Huayquique	- Instalación y recuperación Tuffies	Actividad suspendida por malas condiciones de mar

Tabla 3.3.2. Resumen de estadígrafos obtenidos de longitud total de ejemplares muestreados en la zona intermareal y submareal de caleta Pisagua.

Recurso	Estadígrafo	Sectores			
		Intermareal		Submareal	
		Juveniles	Reclutas	Juveniles	Reclutas
<i>F maxima</i>	n	31	13	27	-
	Promedio	44,10	12,52	51,12	-
	Desv. Est.	18,23	4,48	12,23	-
	Max-Mín	21,1 – 86,5	5 - 19,6	23,2 - 76,2	-
<i>F cumingi</i>	n	1	1	26	-
	Promedio	63,9	12,9	53,1	-
	Desv. Est.	-	-	15,25	-
	Max-Mín	-	-	27,3 - 92,3	-
<i>F crassa</i>	n	33	6	-	-
	Promedio	39,5	13,13	-	-
	Desv. Est.	12,01	6,14	-	-
	Max-Mín	22,5-64,9	4 - 19,1	-	-
<i>F latimarginata</i>	n	2	-	72	2
	Promedio	54,5	-	58,6	12,65
	Desv. Est.	10,18	-	12,01	9,40
	Max-Mín	47,3-61,7	-	20,3-85,6	6 - 19,3
<i>F sp</i>	n	2	1	-	-
	Promedio	38,3	12	-	-
	Desv. Est.	1,27	-	-	-
	Max-Mín	37,4 – 39,2	-	-	-

Tabla 3.3.3. Resumen de estadígrafos obtenidos de longitud total de ejemplares muestreados en la zona intermareal sitio Hotel Gavina y Huayquique.

Recurso	Estadígrafo	Sectores			
		Hotel Gavina		Huayquique	
		Juveniles	Reclutas	Juveniles	Reclutas
<i>F maxima</i>	n	48	13	8	-
	Promedio	38,09	13,07	44,73	-
	Desv. Est.	12,65	3,95	15,45	-
	Max-Mín	21,3-67,1	6-19	24,1-68,3	-
<i>F crassa</i>	n	61	9	23	2
	Promedio	39,38	13,91	48,1	16,45
	Desv. Est.	9,92	4,95	11,53	3,32
	Max-Mín	23-62,8	7,8-20	26,1-68,5	14,1-18,8
<i>F latimarginata</i>	n	1	-	-	-
	Promedio	61,2	-	-	-
	Desv. Est.	-	-	-	-
	Max-Mín	-	-	-	-

Tabla 3.3.4. Resumen de información obtenida de las pruebas de resistencia a los pegamentos seleccionados.

Pegamento	Intermareal			Laboratorio		
	Instalación	Desprendimiento	Permanencia (Días)	Instalación	Desprendimiento	Permanencia (Días)
SIKADUR 31	01/12/05	04/12/2005	4	01/12/05	14/12/05	14
POXILINA	01/12/05	02/12/2005	2	01/12/05	14/12/05	14

Tabla 3.3.5. Resumen actividades instalación de placas, sectores Pisagua (Intermareal y submareal), Hotel Gavina (Intermareal) y Huayquique (Intermareal).

Sitio	Zona	Fecha instalación	Días de permanencia	Nº Placas instaladas	Nº Placas recuperadas	Observación
Pisagua	Intermareal	30/01/2006	18	7	0	Material perdido debido a condiciones de oleaje
	Submareal		18	7	0	Se revisa material instalado y no se observa la presencia de ningún ejemplar en los sistemas instalados.
	Intermareal	17/02/2006	34	6	0	No se recupera ninguna de las placas instaladas
	Submareal		52	0	0	Se observan las placas instaladas tanto en los colectores, como las adheridas a rocas en el fondo. Se registra la presencia de fouling, principalmente cirripedios, aunque aun no es posible detectar la presencia de otras especies.
	Intermareal	23/03/2006	36	6	4	Se recupera placas instaladas en el intermareal
	Intermareal	28/04/2006	0	0	0	No se instala nuevo material, al existir condiciones irregulares para desarrollar el trabajo en la franja intermareal.

	Submareal		87	0	4	Se retira material instalado durante el mes de enero, y reemplaza con nuevo material, principalmente tablillas y cabos. Las placas instaladas en las rocas en el fondo no fueron recuperadas
	Intermareal	27/05/2006	0	0	0	No se instala nuevo materiales en la zona costera.
	Submareal	03/08/2006	97	7	4	Se retira material instalado durante el mes de abril. Se registra la presencia del recurso lapa en superficie de boyas. Se instalan nuevos colectores.
	Submareal	06/09/2006	34	7	6	Se revisan las placas recuperadas. Se toma registro fotográfico de boyas, no registrando la presencia de lapas
Gavina	Intermareal	17/04/2006	3	5	0	No se recupera ninguna de las placas instaladas.
		24/04/2006	2	5	0	No se recupera ninguna de las placas instaladas.
Huayquique	Intermareal	07/06/2006	6	6	0	No se recupera ninguna de las placas instaladas.

Tabla 3.3.6. Listado de especies presentes en los diferentes sistemas de colectores intermareales y submareales instalados en Caleta Pisagua.

Fecha Instalación	Fecha Retiro	Sistema	Listado de especies
01/02/2006	28/04/2006	Placas Acrílico (intermareal)	<i>Colisellas sp</i> <i>Cirripedios</i> <i>Semimytilus algosus</i> <i>Avmaea viridula</i>
01/02/2006	28/04/2006	Colectores	<i>Bryozoos</i> <i>Anfipodos sp</i> <i>Poliquetos sp</i> <i>Crustaceos sp</i> <i>Ophiactis kroyeri</i> <i>Mesodesma donacium</i> <i>Argopecten purpuratus</i> <i>Pyura chilensis</i> <i>Crassilabrum crassilabrum</i> <i>Loxechinus albus</i> <i>Tetrapigus niger</i>
01/02/2006	28/04/2006	Cabo	<i>Choromitylus chorus</i> <i>Semimytilus algosus</i> <i>Poliquetos sp</i> <i>Briozoos</i> <i>Crustaceos sp.</i>
28/04/2006	03/08/2006	Colectores	<i>Bryozoos</i> <i>Anfipodos sp</i> <i>Poliquetos sp</i> <i>Crustaceos sp</i> <i>Ophiactis kroyeri</i> <i>Mesodesma donacium</i> <i>Argopecten purpuratus</i> <i>Aulacomya atra</i> <i>Pyura chilensis</i> <i>Crassilabrum crassilabrum</i> <i>Loxechinus albus</i> <i>Tetrapigus niger</i>
28/04/2006	03/08/2006	Cabo	<i>Choromitylus chorus</i> <i>Semimytilus algosus</i> <i>Poliquetos sp</i> <i>Briozoos</i> <i>Crustaceos sp.</i>
28/04/2006	03/08/2006	Boyas (Superficial)	<i>Loxechinus albus</i> <i>Tetrapigus niger</i> <i>Pyura chilensis</i> <i>Autromegabalanus psittacus</i> <i>Choromitylus chorus</i> <i>Semimytilus algosus</i>

*Phymactis clematis*  
*Fissurella latimarginata*  
*Fissurella cumingi*  
*Fissurella maxima*  
*Fissurella bridgesi*  
*Ulva sp.*

---

Tabla 3.3.7. Estadígrafos generales ejemplares reclutas de *F. maxima*, *F. crassa*, *F. cumingi*, *F. bridgesii*, *F. latimarginata* y *F. sp.*, recuperados de los Tuffies instalados en el intermareal de los Sitio Hotel Gavina y Huayquique y Boya instalada con colectores submareales en el sector de Pisagua.

Sitio	Estadígrafo	<i>F. maxima</i>	<i>F. crassa</i>	<i>F. cumingi</i>	<i>F. bridgesii</i>	<i>F. latimarginata</i>	<i>F. sp</i>
Hotel	n	9	8	1	-	-	8
Gavina	Promedio (mm)	8,18	15,4	8,9	-	-	6,52
	Desv. Est.	5,87	3,37	-	-	-	4,36
	Min-Max	3,3- 12,1	8,7- 18,6	-	-	-	2,3- 14,7
Huayquique	n	-	-	-	-	-	1
	Promedio (mm)	-	-	-	-	-	3,6
	Desv. Est.	-	-	-	-	-	-
	Min-Max	-	-	-	-	-	-
Pisagua	n	13	-	15	1	7	-
	Promedio (mm)	6,31	-	4,4	17,5	5,92	-
	Desv. Est.	2,18	-	1,65	-	2,86	-
	Min-Max	2,9- 10,2	-	2,2-7,3	-	2,5-10,7	-

Tabla 3.4.1. *F. latimarginata* I Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente

	Pauly (1980)	Rickter y Evanof (1976)	Hoening (1983)	Alverson y Carney (1975)	Jensen (1996)	Brey y Gage (1997)
a) Sin error de predicción:						
Promedio	0,30	0,36	0,29	0,36	0,29	0,40
DS	0,09	0,07	0,08	0,10	0,08	0,12
CV (%)	29,18	20,40	28,27	28,74	28,74	29,71
Mediana	0,30	0,38	0,29	0,36	0,29	0,40
Linf 95%	0,18	0,20	0,15	0,19	0,15	0,20
Lmax 95%	0,49	0,45	0,44	0,55	0,45	0,63
b) Con error de predicción:						
Promedio	0,33	0,36	0,30	0,40	0,30	0,41
DS	0,17	0,11	0,13	0,28	0,09	0,14
CV (%)	51,68	29,66	42,37	69,63	29,32	35,46
Mediana	0,30	0,37	0,28	0,34	0,30	0,39
Linf95%	0,12	0,18	0,13	0,09	0,15	0,19
Lmax95%	0,76	0,56	0,60	1,08	0,47	0,72

Tabla 3.4.2. *F. latimarginata*, II Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente

	Pauly (1980)	Rickter & Evanof (1976)	Hoening (1983)	Alverson & Carney (1975)	Jensen (1996)	Brey & Gage (1997)
a) Sin error de predicción:						
Promedio	0,34	0,49	0,36	0,45	0,37	0,51
DS	0,10	0,09	0,12	0,15	0,12	0,18
CV (%)	28,93	17,96	33,21	33,74	33,74	34,83
Mediana	0,34	0,50	0,36	0,45	0,36	0,50
Linf 95%	0,18	0,32	0,16	0,19	0,16	0,21
Lmax 95%	0,54	0,59	0,59	0,74	0,60	0,85
b) Con error de predicción:						
Promedio	0,37	0,49	0,37	0,50	0,38	0,52
DS	0,19	0,12	0,16	0,41	0,13	0,20
CV (%)	51,35	24,87	43,92	80,73	34,33	39,53
Mediana	0,34	0,50	0,36	0,43	0,38	0,50
Linf95%	0,14	0,29	0,14	0,10	0,17	0,20
Lmax95%	0,86	0,72	0,75	1,43	0,64	0,94

Tabla 3.4.3. *F. maxima*, *F. cumingi* I y II Región. Resumen estadístico de 3000 valores alternativos e igualmente probables de mortalidad natural estimada con a) sólo error en los parámetros de entrada, y b) considerando el error en los parámetros de entrada y error de predicción simultáneamente

	Pauly (1980)	Rickter & Evanof (1976)	Hoening (1983)	Alverson & Carney (1975)	Jensen (1996)	Brey & Gage (1997)
a) Sin error de predicción:						
Promedio	0,60	0,65	0,74	0,94	0,77	1,09
DS	0,13	0,10	0,19	0,24	0,20	0,29
CV (%)	22,44	14,64	25,06	25,49	25,49	26,37
Mediana	0,59	0,67	0,74	0,94	0,77	1,09
Linf 95%	0,39	0,46	0,44	0,55	0,45	0,62
Lmax 95%	0,88	0,78	1,11	1,42	1,16	1,67
b) Con error de predicción:						
Promedio	0,65	0,65	0,76	1,06	0,79	1,11
DS	0,29	0,14	0,25	0,71	0,21	0,34
CV (%)	45,27	20,93	33,25	67,58	25,98	30,59
Mediana	0,59	0,66	0,74	0,91	0,79	1,08
Linf95%	0,28	0,42	0,38	0,26	0,46	0,59
Lmax95%	1,37	0,90	1,31	2,80	1,20	1,85

Tabla 3.5.1. *F. latimarginata*, I Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura:  $v_j$  = selectividad a la talla,  $F_j$  = tasa de mortalidad por pesca,  $Z_j$  = tasa de mortalidad total,  $N_j$  =abundancia promedio en número (millones),  $B_j$  = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable.

L1 - L2	Peso Promedio		$\Delta t$	$v_j$	$F_j$	$Z_j$	$N_j$	$B_j$	Biomasa Media vulnerable	
	( $W_j$ )									
0 - 5	0,001		0,222	0,000	0,000	0,300	3,138	0	0	
5 - 10	0,028		0,232	0,000	0,000	0,300	3,063	0	0	
10 - 15	0,163		0,243	0,000	0,000	0,300	2,986	0	0	
15 - 20	0,524		0,255	0,000	0,000	0,300	2,908	2	0	
20 - 25	1,255		0,268	0,000	0,000	0,300	2,827	4	0	
25 - 30	2,522		0,282	0,001	0,001	0,301	2,745	7	0	
30 - 35	4,508		0,299	0,002	0,003	0,303	2,660	12	0	
35 - 40	7,414		0,317	0,007	0,009	0,309	2,569	19	0	
40 - 45	11,456		0,338	0,025	0,033	0,333	2,463	28	1	
45 - 50	16,864		0,361	0,083	0,112	0,412	2,313	39	3	
50 - 55	23,882		0,388	0,246	0,330	0,630	2,046	49	12	
55 - 60	32,766		0,420	0,540	0,723	1,023	1,588	52	28	
60 - 65	43,784		0,457	0,808	1,083	1,383	1,025	45	36	
65 - 70	57,216		0,501	0,938	1,257	1,557	0,560	32	30	
70 - 75	73,351		0,555	0,982	1,316	1,616	0,270	20	19	
75 - 80	92,491		0,621	0,995	1,333	1,633	0,118	11	11	
80 - 85	114,946		0,706	0,999	1,338	1,638	0,046	5	5	
85 - 90	141,036		0,817	1,000	1,339	1,639	0,015	2	2	
90 - 95	171,093		0,971	1,000	1,340	1,640	0,004	1	1	
95 - 100	205,454		1,196	1,000	1,340	1,640	0,001	0	0	
100 - 105	244,468		1,557	1,000	1,340	1,640	0,000	0	0	
105 - 110	288,491		2,237	1,000	1,340	1,640	0,000	0	0	
Total							33,3	328	149	

Tabla 3.5.2. *F. latimarginata*, II Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura:  $v_j$  = selectividad a la talla,  $F_j$  = tasa de mortalidad por pesca,  $Z_j$  = tasa de mortalidad total,  $N_j$  = abundancia promedio en número (millones),  $B_j$  = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable.

L1 - L2	Peso Promedio		$\Delta t$	$v_j$	$F_j$	$Z_j$	$N_j$	Biomasa Media vulnerable	
	$(W_j)$							$B_j$	
0 - 5	0,001		0,166	0,000	0,000	0,400	5,496	0	0
5 - 10	0,028		0,173	0,000	0,000	0,400	5,353	0	0
10 - 15	0,163		0,181	0,000	0,000	0,400	5,208	1	0
15 - 20	0,524		0,190	0,000	0,000	0,400	5,061	3	0
20 - 25	1,255		0,199	0,000	0,000	0,400	4,911	6	0
25 - 30	2,522		0,209	0,000	0,000	0,400	4,758	12	0
30 - 35	4,508		0,220	0,000	0,000	0,400	4,603	21	0
35 - 40	7,414		0,233	0,000	0,000	0,400	4,444	33	0
40 - 45	11,456		0,247	0,000	0,001	0,401	4,282	49	0
45 - 50	16,864		0,263	0,001	0,002	0,402	4,115	69	0
50 - 55	23,882		0,281	0,004	0,006	0,406	3,941	94	0
55 - 60	32,766		0,302	0,014	0,020	0,420	3,753	123	2
60 - 65	43,784		0,326	0,046	0,065	0,465	3,527	154	7
65 - 70	57,216		0,354	0,141	0,198	0,598	3,200	183	26
70 - 75	73,351		0,388	0,355	0,499	0,899	2,657	195	69
75 - 80	92,491		0,428	0,649	0,912	1,312	1,878	174	113
80 - 85	114,946		0,478	0,862	1,210	1,610	1,090	125	108
85 - 90	141,036		0,542	0,954	1,341	1,741	0,531	75	71
90 - 95	171,093		0,625	0,986	1,385	1,785	0,222	38	37
95 - 100	205,454		0,739	0,996	1,399	1,799	0,079	16	16
100 - 105	244,468		0,903	0,999	1,403	1,803	0,023	6	6
105 - 110	288,491		1,161	1,000	1,404	1,804	0,005	1	1
Total							69,1	1378	457

Tabla 3.5.3. *F. maxima*, *F. cumingi*, I Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura:  $v_j$  = selectividad a la talla,  $F_j$  = tasa de mortalidad por pesca,  $Z_j$  = tasa de mortalidad total,  $N_j$  =abundancia promedio en número (millones),  $B_j$  = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable.

L1 - L2		Peso Promedio		Biomasa Media vulnerable					
		$(W_j)$	$\Delta t$	$v_j$	$F_j$	$Z_j$	$N_j$	$B_j$	
0 - 5	0,001	0,132	0,000	0,000	0,700	0,301	0	0	
5 - 10	0,026	0,138	0,000	0,000	0,700	0,286	0	0	
10 - 15	0,152	0,144	0,000	0,000	0,700	0,271	0	0	
15 - 20	0,493	0,151	0,000	0,000	0,700	0,256	0	0	
20 - 25	1,186	0,159	0,001	0,000	0,700	0,242	0	0	
25 - 30	2,389	0,167	0,001	0,001	0,701	0,227	1	0	
30 - 35	4,282	0,177	0,003	0,002	0,702	0,213	1	0	
35 - 40	7,059	0,188	0,007	0,004	0,704	0,199	1	0	
40 - 45	10,928	0,200	0,014	0,009	0,709	0,184	2	0	
45 - 50	16,116	0,214	0,030	0,019	0,719	0,170	3	0	
50 - 55	22,859	0,229	0,063	0,040	0,740	0,156	4	0	
55 - 60	31,409	0,248	0,126	0,080	0,780	0,140	4	1	
60 - 65	42,026	0,269	0,237	0,150	0,850	0,123	5	1	
65 - 70	54,986	0,295	0,401	0,254	0,954	0,105	6	2	
70 - 75	70,573	0,326	0,591	0,375	1,075	0,085	6	4	
75 - 80	89,083	0,365	0,757	0,480	1,180	0,064	6	4	
80 - 85	110,822	0,413	0,870	0,552	1,252	0,045	5	4	
85 - 90	136,105	0,477	0,935	0,593	1,293	0,030	4	4	
90 - 95	165,257	0,564	0,969	0,614	1,314	0,018	3	3	
95 - 100	198,613	0,691	0,985	0,625	1,325	0,010	2	2	
100 - 105	236,517	0,891	0,993	0,630	1,330	0,005	1	1	
105 - 110	279,321	1,255	0,997	0,632	1,332	0,002	0	0	
Total							3,1	54	27

Tabla 3.5.4. *F. maxima*, *F. cumingi*, II Región. Resultados del modelo estático de evaluación. Nomenclatura:  $v_j$  = selectividad a la talla,  $F_j$  = tasa de mortalidad por pesca,  $Z_j$  = tasa de mortalidad total,  $N_j$  =abundancia promedio en número (millones),  $B_j$  = biomasa promedio (ton), y la biomasa media vulnerable.

L1 - L2	Peso Promedio		$\Delta t$	$v_j$	$F_j$	$Z_j$	$N_j$	$B_j$	Biomasa Media vulnerable	
	( $W_j$ )									
0- 5	0,001		0,132	0,000	0,000	0,700	2,255	0	0	
5- 10	0,026		0,138	0,000	0,000	0,700	2,143	0	0	
10- 15	0,152		0,144	0,000	0,000	0,700	2,033	0	0	
15- 20	0,493		0,151	0,000	0,000	0,700	1,923	1	0	
20- 25	1,186		0,159	0,000	0,000	0,700	1,814	2	0	
25- 30	2,389		0,167	0,000	0,000	0,700	1,706	4	0	
30- 35	4,282		0,177	0,000	0,000	0,700	1,599	7	0	
35- 40	7,059		0,188	0,000	0,000	0,700	1,492	11	0	
40- 45	10,928		0,200	0,001	0,000	0,700	1,387	15	0	
45- 50	16,116		0,214	0,002	0,001	0,701	1,283	21	0	
50- 55	22,859		0,229	0,005	0,004	0,704	1,180	27	0	
55- 60	31,409		0,248	0,016	0,011	0,711	1,077	34	1	
60- 65	42,026		0,269	0,047	0,032	0,732	0,971	41	2	
65- 70	54,986		0,295	0,129	0,088	0,788	0,859	47	6	
70- 75	70,573		0,326	0,309	0,211	0,911	0,730	51	16	
75- 80	89,083		0,365	0,575	0,392	1,092	0,578	51	30	
80- 85	110,822		0,413	0,803	0,548	1,248	0,417	46	37	
85- 90	136,105		0,477	0,925	0,631	1,331	0,272	37	34	
90- 95	165,257		0,564	0,974	0,664	1,364	0,161	27	26	
95- 100	198,613		0,691	0,991	0,676	1,376	0,084	17	17	
100- 105	236,517		0,891	0,997	0,680	1,380	0,037	9	9	
105- 110	279,321		1,255	0,999	0,681	1,381	0,013	4	4	
Total							24,0	452	180	

Tabla 3.6.1. *F. latimarginata*, resumen de la evaluación y de los puntos biológicos de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ .

	I Región	II Región
Captura 2006	88	642
Abundancia media total (millones)	15	86
Biomasa media total (ton)	144	1718
Biomasa media explotable (ton)	66	569
M (año <sup>-1</sup> )	0,30	0,40
F actual (año <sup>-1</sup> )	1,34	1,40
F0.1 (año <sup>-1</sup> )	0,24	0,49
F40% (año <sup>-1</sup> )	0,23	0,48

Tabla 3.6.2. *F. maxima*, *F. cumingi*, resumen de la evaluación y de los puntos biológicos de referencia  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%}$ .

	I Región	II Región
Captura 2006	17	123
Abundancia media total (millones)	3	24
Biomasa media total (ton)	54	452
Biomasa media explotable (ton)	27	180
M (año <sup>-1</sup> )	0,70	0,70
F actual (año <sup>-1</sup> )	0,63	0,68
F0.1 (año <sup>-1</sup> )	0,71	0,83
F40% (año <sup>-1</sup> )	0,64	0,71

## **9. ANEXOS**

## **9.1. Anexo: Formularios**





## **9.2. Anexo Guía de Campo**

## ***Fissurella crassa* Lamarck,1822**

- Concha sólida, moderadamente alta.
- La perforación superior es de color blanco, oblonga, con dos salientes en forma de dientes, que le dan un aspecto de ocho.
- Líneas de crecimiento rodeando la perforación, su color es café rojizo, oscuro (castaño), negruzco, con costas radiales, anchas, separadas y suaves en los ejemplares juveniles, poco visibles en adultos.
- La superficie interna es blanca, con un margen liso, angosto, ondulado, reflejado hacia fuera y de color castaño oscuro o azul oscuro.
- Tamaño máximo observado es de 82 mm.
- Vive sobre rocas expuestas al oleaje a nivel de las bajas mareas y coexiste con *F. limbata*.
- En Iquique presenta dos períodos de crecimiento estacional, primavera y fines de verano

**Phylum:** *Mollusca*

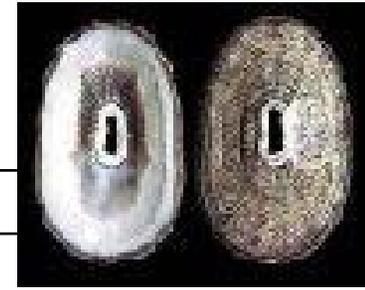
**Clase:** *Gastrópoda*

**Familia:** *Fissurellidae*

**Especie:** *Fissurella crassa* (Sowerby,1835)

**Nombre común:** lapa ocho, lapa sol

**Distribución geográfica:** Se distribuye desde las Islas Galápagos en Ecuador, hasta la región magallánica, en Chile



## ***Fissurella maxima* Sowerby, 1835**

- Concha cónica, baja o medianamente alta.
- La perforación superior es oval- redondeada en adultos, y oblonga (más larga que ancha) en los jóvenes.
- La escultura externa tiene costillas radiantes, desiguales, tuberculadas y con líneas de crecimiento toscas.
- Su color es amarillento grisáceo, c/13 rayos de color café rojizo.
- Interior es blanco, con borde amarillento sucio y manchas rojizas que corresponden a las estrías externas.
- Alcanza una talla máxima de 14 cm de long
- Los lados del pie son de color café claro con tubérculos bien desarrollados de color blanquecino.
- Vive sobre rocas descubiertas, o bajo piedras en la zona intermareal, hasta 8m de profundidad.
- Los ejemplares juveniles según Oliva y Castilla (1986, 1992) se distribuye a nivel del cinturón de *Perumytilus purpuratus* y comparte el Hábitat con *F. crassa*.

**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*



**Especie:** *Fissurella maxima* (Sowerby, 1835)

**Nombre común:** lapa huiro, lapa reina

Como medida de protección la talla mínima de extracción es de 65mm de long.

**Distribución geográfica:** Se distribuye desde el Ecuador a Tierra del Fuego (Osorio, 1979).



## *Fissurella latimarginata* Soweby, 1835

- Concha cónica, no espiralada, gruesa, de perfil basal oval, angosta. La perforación es grande, con dos salientes en forma de dientes a cada lado, en adultos poco notable.
- La superficie es de color café negruzco, o café rojizo uniforme, con estrías radiales finas muy juntas, casi iguales.
- El borde de la concha es cortante. La longitud máxima controlada es de 115 mm.
- Los lados del pie tienen color negruzco.
- El borde del manto tiene papilas de color amarillo anaranjado, muy característico de esta especie.
- Vive sobre rocas, bajo la zona inframareal, parcialmente protegida, entre algas del género *Lessonia* sp.



**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*



**Especie:** *Fissurella latimarginata* (Sowerby, 1835)

**Nombre común:** Lapa negra, lapa viuda

Constituye el 85% de las capturas de lapas en Antofagasta, (Mc Lean, 1984; Olivares, 1998). Desde el año 2000 aparece en la estadística de pesca con el nombre de lapa negra, con un desembarque de 58ton.

**Distribución geográfica:** desde Isla Guanape Perú a Concepción en Chile (Osorio., 1979; Mc Lean, 1984).



## ***Fissurella costata* Lesson, 1830**

- Concha gruesa, cónica, alta.
- Su perfil basal es oval, redondeado o subcircular. El ápice es subcentral, anterior.
- Orificio apical pequeño, angosto, oval en adultos, tripartido en juveniles.
- La superficie externa tiene gruesas costillas radiales primarias y secundarias, y fuertes estrías concéntricas irregulares, que dan el aspecto rugoso.
- El color es blanquecino amarillento, a veces verdoso, con rayos multilineales de color gris.
- El interior de la concha es blanco, con el margen ancho, de color amarillo, mostrando la pauta externa. El borde es rugoso y cortante. Alcanza un talla máxima de 82 mm de long.
- Los lados del pie son de color rosada café dando el aspecto de superficie marmórea.
- Vive sobre rocas verticales y horizontales, en áreas expuestas al fuerte oleaje, entre el alga *Lessonia*, (McLean, 1984). También en pozas intermareales (Oliva y Castilla, 1992)

**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*



**Especie:** *Fissurella costata* (Lesson, 1831)

**Nombre común:** lapa blanca

Tiene una talla mínima de extracción de 65mm de long.

**Distribución geográfica:** Desde Punta Pichalo en Tarapacá , a Guabun y Ahuenco en Chiloé. Solo en el litoral de Chile (McLean, 1984; Oliva y Castilla, 1992).



## *Fissurella bridgesi* Reeve,1849.

- Concha gruesa, cónica, baja, casi aplastada.
- El perfil basal es oval , alargado y angosto anteriormente.
- El orificio apical es casi central, ancho y relativamente grande, con dos salientes en forma de dientes obsoletos a cada lado.
- El color exterior es café rojizo, gris, o gris café, con rayos poco aparentes, o difusos de color rojizo.
- El interior es de color Blanco. Con el borde grueso, ancho, liso y suave al tacto.
- Talla mínima controlada es de 9cm de long.
- El pie es muy grande y sobrepasa al tamaño de la concha, es de color negro moteado con blanco.
- Vive sobre rocas de zonas expuestas rodeadas de arena, desde el intermareal inferior al submareal. En Iquique se han registrado hasta 2m de (Z), en escasa cantidad, junto con *Balanus laevis* (Brugiere,1789), *Chthamalus scabrosus* (Darwin,1854), y *Stichaster striatus* (Muller y Troschel, 1840, Bretos,1979).

**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*

**Especie:** *Fissurella bridgesi* (Reeve,1849)

**Nombre común:** Lapa de arena o lapa jerguilla.

Forma parte de la pesquería multiespecífica. Es apreciada por poseer un pie voluminoso mayor a las otras lapas (Bretos, 1979).

Tiene una talla mínima de extracción de 65mm de long.

**Distribución geográfica:** desde Islas Guanape en Perú, a Concepción, en Chile.(McLean,1984).



## *Fissurella limbata* Soweby, 1834

- Concha gruesa, cónica, sin espiras, baja moderadamente elevada.
- El perfil basal es oval, más angosto en su parte anterior
- Orificio superior grande, submediano, anterior, alargado, a veces con dos salientes en forma de dientes diminutos.
- Superficie externa casi lisa, con finas líneas de crecimiento que rodean al orificio.
- De color rosado oscuro, violeta o morado, con 18 a 20 tenues rayos lilas a púrpura negruzcos.
- El interior de color blanco, con los bordes levemente ondulados, con un margen ancho.
- Los lados del pie son de color gris con pequeños tubérculos.
- Se encuentra sobre rocas en el intermareal, bajo la zona de *P. purpuratus* (Guzman., 1998) y submareal en áreas expuestas al oleaje, sobre superficie horizontales (McLean, 1984) su densidades mayor es zonas expuestas.

**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*

**Especie:** *Fissurella limbata* (Sowerby, 1834)

**Nombre común:** lapa gaviota

Aparece confundida en las estadísticas de pesca de Chile junto a otras Fissurellas. Es un recurso común en el área de distribución (McLean, 1984).

**Distribución geográfica:** desde Islas Guanape en Perú, a al Isla de Chiloé, en Chile.(McLean,1984).



# Fissurella cumingi Reeve, 1849

- Concha Cónica, gruesa, alta, sin espiras.
- El perfil basal es oval con el extremo anterior más angosto que el posterior.
- Orificio superior casi central, oblongo, alargado.
- La superficie externa, formada por numerosas costillas, radiales, angostas y moderadamente nudosas, las primeras mas altas que las secundarias. Las numerosas líneas de crecimiento cortan costilla radiales produciendo pequeños nódulos.
- Con 14 rayos anchos de color púrpura oscuro sobre un fondo amarillento, gris.
- El interior de loa concha es de color blanco brillante, con el margen variable, frecuente mente ancho y con el borde cortante. El tamaño máximo registrado es de 100mm de long.
- El manto y los lados del pie y de la cabeza son de color rojizo oscuro o rosado. El pie tiene tubérculos grandes y los dos tentáculos de color amarillo.
- Vive sobre rocas desde el intermareal hasta los 15 m en el submareal somero (McLean,1984; Guzmán, 1998).

**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*



**Especie:** *Fissurella cumingi* (Reeve,1849)

**Nombre común:** lapa rosada o lapa frutilla

Desde el año 2000 aparece en la estadística con el nombre de lapa rosada, con un desembarque de 46ton, entre los puertos de Chañaral a talcahuano.

**Distribución geográfica:** Se distribuye desde Matarani en Perú a Mehuín ( 39° 26 S) en Chile. (McLean, 1984).



## *Fissurella pulchra* (Bretos, 1988)

- Su concha es muy baja, ovalada, con el orificio superior oval y alargado. La superficie externa de la concha es de color rosado claro a gris, con rayos muy débiles. Además presenta muy finas estrías radiales y concéntricas.
- El borde del manto es de color pardo, homogéneo y relativamente ancho. El pie es de color gris verrucoso.
- De acuerdo al tamaño máximo descrito para esta especie, corresponde a los 80mm de longitud (Bretos, 1988).



**Phylum:** *Mollusca*

**Clase:** *Gastropoda*

**Familia:** *Fissurellidae*

**Especie:** *Fissurella pulchra* (Bretos, 1988)

**Nombre común:**



**Distribución geográfica:** Se distribuye desde las costas del Perú, hasta Chile central.



### **9.3. Encuestas**



**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 (Nº):**

ASISTENTES:

BUZOS:

**5. REALIZA USTED ALGUNA LABOR ESPECÍFICA DURANTE LA FAENA EXTRACTIVA DE LA LAPA?**

NO PARTICIPA EN LA FAENA:

ASISTENTE:

BUZO:

**6. DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS (%)**

ARMADOR (MATERIAL):

AUXILIAR:

BUZO:

OTROS (ESPECIFICAR):

*Evaluación del estado de explotación del recurso lapa en la zona norte I y II regiones*

**7. EN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS (PARTES) ANTERIOR ¿SE HAN DESCONTADO LOS GASTOS DE OPERACIÓN?**

SI

NO

**8. DE LOS COSTOS PROMEDIO (Extracción LAPA)**

**8.1. SALIDA (COSTOS EN PESOS)**

Petróleo Motor Interno	Mezcla F/B	Viveres	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						



## Encuestas Nº 2

### **FORMA 1 : PESCADORES**

Fecha :.....

Caleta :.....

Nombre del encuestador:.....

#### **Información sobre los buzos**

1. Nombres y Apellidos del encuestado:

.....

2. ¿Cuántos años de experiencia tiene en buceo?.....

3. Actualmente, ¿qué recursos extrae? .....

4. ¿Hace cuántos años se dedica a la pesca de este recurso?.....

5. ¿Desde donde vino a esta región?.¿En que año?.....

6. Su padre, ¿era pescador o buzo?.....

7. ¿De que manera trabaja?

Individualmente..... Como parte de faenas.....

En bote....., en lancha....., otro.....

8.- La embarcación en la cual Ud. trabaja es propiedad de:

Suya? .....¿De otro pescador?.....¿De una empresa?.....

En el último caso, ¿Cuál empresa?.....

9.- El equipo de buceo que Ud. usa ¿es de su propiedad?

Hooka: propia.....empresa.....armador.....

Traje de buceo: propio.....empresa.....armador.....

10.- ¿Qué parte del equipo de buceo repone con mayor frecuencia?.....

.....

11.- ¿Está Ud. asociado a alguna Organización?

Si:... No...

En caso afirmativo, nombre de la organización

.....

.....

**Información sobre el esfuerzo: tendencias y distribución espacial**

12.- 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

De la lapa? 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 lapa? Si .....No.....

13.- ¿Se ha tenido que desplazar a zonas de pesca ubicadas en lugares más distantes con el propósito de mantener niveles de captura? Si ..... No.....

14. ¿Que procedencias conoce?.....

15. ¿Ha aumentado la profundidad a la que pesca? ¿Cuánto? (preguntar años o período de referencia, si cabe).....

16.- ¿Por qué razones Ud. Abandona una zona de pesca?

Por el rendimiento:.....

Por la abundancia.....

Por la ubicación del lugar.....

Por el costo.....

Otro .....

17.- ¿Qué cantidad al día es el mínimo para permanecer en una procedencia?.....

18. ¿Cada cuánto tiempo visitan nuevamente una zona de pesca que previamente abandonaron?.....

**Información biológica**

19.- ¿En que tipo de fondo habita el recurso y como se distribuye en términos de tamaño?.....

20.- A su juicio, ¿Con qué está asociada la calidad del recurso extraído en los lugares que ha explotado el año 2004?

Tipo de fondo.....Alimento disponible.....

Proximidad de los lugares de pesca.....Aguajes.....

Corrientes.....Mareas .....Epoca del año .....

Otro .....

21.- Zonas de “semilla” ¿Cuáles conoce y donde están ubicadas?

.....

23. – ¿Conoce Ud. procedencias con alta abundancia de lapa pero de mala Calidad, bajas tallas? Podría identificarlas en este mapa?

.....

24. Puede indicar (si es posible sobre el mapa, aunque sea de forma aproximada) la distribución de lapa en las cercanías de la caleta

.....

.....

25. Cuales son las especies de lapa que extrae

.....

26. El recurso lapa lo extrae como especie objetivo o fauna acompañante

Si.... No.... ¿Lo extrae con que recursos?.....

**Información sobre la Organización de la Actividad de Pesca.**

25.- ¿Trabaja asociado a algún grupo de pescadores constituyendo una faena de pesca? (En caso que la respuesta sea negativa pasar a pregunta 27)

.....

26.- ¿Cuáles son las condiciones que determinan que Ud se asocie a una faena?

- a) Facilidad de venta.....
- b) Mejores precios.....
- c) Abastecimiento de combustible.....
- d) Abastecimiento de víveres.....
- e) Otras razones.....

27.- En su opinión, cuáles son los principales problemas de la pesquería del recurso lapa?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**FORMA 2 : PROCEDENCIAS**

Fecha :.....

Nombre del encuestador:.....

**Procedencia:** .....

**Buzo:** .....

1.- ¿En que años pescó en esta procedencia? .....

2.- Ubicación: en el mapa, referencias de costa, enfilaciones, etc.

.....  
.....  
.....  
.....

3.- ¿A qué profundidad se pesca en este lugar? .....

4.- Tipo de fondo y batimetría: ¿Podría describirlos? .....

.....  
.....  
.....  
.....

5.- ¿Existen allí maternidades? .....

6.- ¿Hay allí otros recursos? ¿Cuáles? .....

7.- ¿Cuáles son los rendimientos actuales, expresados en número de lapas capturados por hora de buceo? .....

8.- ¿Los actuales rendimientos son mayores o menores que en años anteriores?

.....  
.....

9.- ¿Por qué razones Ud. trabajaría preferentemente en este lugar?

Rendimiento:.....

Abundancia.....

Cercanía de los lugares de pesca.....

Profundidad.....

Otro .....