



**INFORME FINAL PROYECTO  
FIP 2006-54**

**“PARAMETROS BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE  
LA PESQUERÍA DE LAPAS DEL GÉNERO *Fissurella* sp.  
EN LA III Y IV REGIONES”**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE  
Grupo de Ecología y Manejo de Recursos**

**Octubre 2008**



**AUTORES**

**JEFE DE PROYECTO**

WOLFGANG STOTZ U.

**COORDINADOR DE PROYECTO**

LUIS CAILLAUX S.

**PARTICIPANTES**

GABRIEL JEREZ  
EMILIO FIGUEROA  
MARCELO VALDEBENITO  
CLAUDIO CERDA  
JAIME ABURTO  
DOMINGO LANCELLOTTI  
JHON GAJARDO  
JORGE MORALES

## INDICE

INDICE.....	ii
INDICE TABLAS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	ix
I.- RESUMEN .....	1
1.- INTRODUCCION .....	5
1.1.- Objetivo general.....	6
1.2.- Objetivos específicos .....	6
2.- ANTECEDENTES GENERALES .....	8
2.1.- Antecedentes pesqueros .....	8
2.2.- Antecedentes de parámetros poblacionales .....	8
2.3.- Antecedentes sobre el reclutamiento .....	9
3.- METODOLOGÍA .....	12
3.1. - Zona de estudio.....	12
3.2.- Especies seleccionadas .....	12
3.3.- <b>Objetivo específico 1:</b> Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) <i>Fissurella</i> spp., en la zona de estudio. ....	13
3.3.1.- Caracterización de la pesquería de acuerdo a información existente .....	13
3.3.2.- Obtención de datos de los usuarios.....	16
3.4.- <b>Objetivo específico 2:</b> Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> .....	17
3.4.1.- Procedimientos de terreno .....	17
3.4.2. Procesamiento de datos.....	17
3.4.2.1. Estimación de parámetros utilizando los resultados del marcaje.....	17
3.4.2.2. Estimación de parámetros utilizando la serie de tiempo de estructuras de talla.....	20
3.4.3. Pruebas de Hipótesis.....	21
3.4.4.- Estimación de la relación Longitud/Peso .....	23

3.5.- <b>Objetivo específico 3:</b> Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> . .....	24
3.5.1.- Descripción de comunidades y microambientes .....	24
3.5.2.- Búsqueda de juveniles de hasta 3 cm. ....	24
3.6.- <b>Objetivo específico 4:</b> Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> . .....	25
3.7.- <b>Objetivo específico 5:</b> Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso <i>Fissurella</i> spp. ....	26
3.7.1.- Métodos de evaluación indirecta del stock del recurso <i>Fissurella</i> spp. ....	28
3.7.1.1.- Método 1: Modelo de análisis de cohorte de Jones (1984) .....	29
3.7.1.2.- Método 2: Modelo de éxito de captura de Leslie & Davis (1936) .....	31
3.7.1.3.- Método 3: Modelo generalizado de análisis de reducción de stock de Kimura & Tagart. (1982). ....	34
3.7.2.- Método de Thompson & Bell de rendimiento por recluta. ....	35
3.7.2.1.- Diseño del modelo. ....	36
3.7.2.2.- Valores de entrada para el modelo BEAM 4. ....	39
3.8.- <b>Objetivo específico 6:</b> Determinar el estado de situación del recurso <i>Fissurella</i> spp. en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la III y IV Regiones. ....	43
3.8.1.-Evaluaciones directas .....	43
4.- RESULTADOS .....	44
<b>4.1.- Objetivo específico 1:</b> Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) <i>Fissurella</i> spp., en la zona de estudio. ....	44
4.1.1.- Pesquería histórica del recurso lapa. ....	44
4.1.1.1.- Desembarques históricos. ....	44
4.1.1.2.- Fuerza de trabajo. ....	45
4.1.2.- Zonas de pesca actuales. ....	45
4.1.3.- Comercialización del recurso. ....	48
4.1.4.- Áreas de manejo. ....	48
4.1.4.1- Desembarques .....	48
4.1.4.2.- Estado de las poblaciones en las AMERBs. ....	49

<b>4.2.- Objetivo específico 2:</b> Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> .....	50
4.2.1.- Parámetros de crecimiento mediante marcaje y recaptura. ....	50
4.2.2.- Parámetros de crecimiento mediante seguimiento de estructuras poblacionales .....	52
4.2.2.1.- <i>F. latimarginata</i> .....	52
4.2.2.2.- <i>F. cumingi</i> .....	52
4.2.3.- Pruebas de hipótesis.....	53
4.2.4.- Relaciones longitud peso .....	53
<b>4.3.- Objetivo específico 3:</b> Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> . ....	53
4.3.1.- Descripción de las comunidades.....	53
4.3.2.- Presencia de juveniles de las distintas especies de lapas.....	56
4.3.2.1.- <i>F. latimarginata</i> .....	56
4.3.2.2.- <i>F. cumingi</i> .....	56
4.3.2.3.- <i>F. maxima</i> .....	57
<b>4.4.- Objetivo específico 4:</b> Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género <i>Fissurella</i> . ....	57
<b>4.5.- Objetivo específico 5:</b> Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso <i>Fissurella</i> spp. ....	58
4.5.1.- Capturas regionales de lapas.....	58
4.5.2. Método 1: Análisis de pseudocohorte (AC) de Jones.....	59
4.5.2.1. Parámetros de input .....	59
4.5.2.2. Resultados de la aplicación del método 1: análisis de pseudocohorte (AC) (Jones) .....	60
4.5.3. Método 2: Análisis de éxito de captura. Modelo de Leslie & Davis .....	61
4.5.3.1. Parámetros de input .....	61
4.5.3.2. Resultados de la aplicación del método 2: Éxito de captura (Leslie & Davis) .....	62
4.5.4. Método 3: Análisis de reducción de stock (ARS) (Kimura & Tagart) .....	63

4.5.4.1. Información de input .....	63
4.5.4.2. Resultados de la aplicación del método 3: Análisis de reducción de stock (ARS) (Kimura & Tagart).....	64
4.5.5.- Método de Thompson & Bell de rendimiento por recluta.....	66
4.5.5.1.- Estimación de superficie distribución y estructura de talla de la captura de flotas “apnea” y “Hookah”.....	66
4.5.5.2.- Definición de curvas de rendimiento. ....	66
4.6.- Objetivo específico 6: Determinar el estado de situación del recurso <i>Fissurella</i> spp. en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la III y IV Regiones.....	67
4.6.1.- Evaluación áreas históricas.....	67
5.- DISCUSION .....	69
5.1.- Análisis de la pesquería .....	69
5.2.- Parámetros de crecimiento.....	70
5.3.- Parámetros de Mortalidad.....	71
5.4.- Reclutamiento .....	72
5.5.- Métodos indirectos de evaluación de stock de <i>Fissurella</i> spp.....	73
5.6.- Método de Thompson & Bell .....	76
5.7.- Estado de las poblaciones en las zonas de libre acceso .....	77
5.8.- Recomendaciones para la pesquería .....	77
6. CONCLUSIONES.....	79
6.- BIBLIOGRAFIA.....	81
7.- ANEXO I: Personal participante.....	172
8.- ANEXO II: Presentación taller de presentación y difusión .....	173

## INDICE TABLAS

Tabla I.- Parámetros de crecimiento para <i>Fissurella latimarginata</i> determinado por varios autores y para distintas regiones del país.....	90
Tabla II.- Parámetros de crecimiento para <i>Fissurella cumingi</i> determinado por varios autores y para distintas regiones del país.....	91
Tabla III: Valores de mortalidad estimados para distintas zonas de Chile para <i>Fissurella</i> spp. ....	92
Tabla IV: Fechas y lugares donde se ejecutaron los muestreos para determinar crecimiento, reclutamiento y evaluación de áreas históricas para <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> .....	93
Tabla.V: Parámetros de crecimiento de <i>F. latimarginata</i> calculados para seis sectores de extracción, tres en la III y tres en la IV Región, con información registrada en 2007-2008. ....	94
Tabla.VI: Promedio de los coeficientes “a” y “b” de la relación longitud-peso del recurso <i>Fissurella latimarginata</i> , utilizados en la aplicación de los métodos de evaluación indirecta de los stock de lapas en la III y IV Región, estimados con información registrada en 2007 y 2008.....	94
Tabla.VII: Parámetros de mortalidad natural para <i>Fissurella</i> spp. en la III y IV regiones propuestos por distintos autores. ....	95
Tabla VIII: Situación de las poblaciones de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> en las áreas de manejo de la III y IV regiones para el último año en que se tiene datos. Verde: aumento; amarillo mantención y rojo disminución para abundancia y peso. Verde mantención de la proporción de grupos de tallas, amarillo cambios moderados y rojo cambios bruscos para las tallas. Para la situación verde indica equilibrio, amarillo recuperación y rojo deterioro.....	96
Tabla IX: Número de individuos marcados y recuperados de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> en cada uno de los sitios de estudio y para cada una de las especies analizadas. ....	97
Tabla X. Parámetros de crecimiento para <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> ( $L_{\infty}$ y k) calculados con el método de Quinn & Deriso. Se entrega además los límites de confianza de ambos parámetros.....	98
Tabla XI: Parámetros de crecimiento calculados para <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> . Se entrega el error standart de k. ....	99

Tabla XII: Probabilidad de la prueba de F para la comparación entre los parámetros de crecimiento de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> entre las distintas localidades. ....	99
Tabla XIII: Comunidades presentes en cada uno de los sectores de estudio y la profundidad aproximada en la que se encontraban. Se informa además la fecha en que se realizó la evaluación de las comunidades. ....	100
Tabla XIV: Porcentaje de reclutas de <i>Fissurella latimarginata</i> , <i>Fissurella cumingi</i> y <i>Fissurella maxima</i> observados en las distintas comunidades y microambientes del sector de estudio .....	101
Tabla XV: Tamaños promedio (X) de juveniles en milímetros de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> en el intermareal y submareal de los distintos sitios de estudio. Se muestra además los tamaños mínimos y máximos encontrados. ....	102
Tabla XVI: Mortalidad (Z) de <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> estimada a partir de la curva de captura linealizada para cada una de las localidades estudiadas. Se calculó la mortalidad para los periodos sin pesca por lo que para dicho periodo correspondería a la mortalidad natural (M) .....	102
Tabla.XVII: Parámetros de entrada del método (AC) de Jones para el recurso <i>F. latimarginata</i> de cuatro sectores de extracción de la III y IV Región. Todos los parámetros se obtuvieron con datos registrados en este proyecto, excepto el parámetro de mortalidad natural, obtenido del trabajo de Gonzalez <i>et al</i> , 1997. ....	103
Tabla.XVIII: Vector de captura del recurso <i>F. latimarginata</i> de cuatro sectores de la III y IV Región, obtenido a partir de una muestra poblacional de tallas registrada entre marzo de 2007 y enero de 2008. Lt = marca de clase del intervalo de talla, C (1,2)N <sup>a</sup> = vector de captura en número a la talla. ....	103
Tabla.XIX: Datos de entrada para calcular el valor de la mortalidad total (Z), su desviación estandar (sdZ) y la tasa de mortalidad total absoluta (en %) del recurso <i>F. latimarginata</i> de cuatro sectores de la III y IV Región, a partir de datos registrados entre 2007 y 2008. ....	104
Tabla.XX: Estructura de talla y edad del stock en número del recurso <i>F. latimarginata</i> de cuatro sector de extracción de la III y IV Región. L1=Límite inferior del rango de talla, L2=Límite superior del rango de talla, MC(L)= marca de clase del intervalo de talla, N(1) = stock en número al inicio del intervalo de talla. ....	104
Tabla.XXI: Fechas, valores de captura acumulada y captura por unidad de esfuerzo usadas en la estimación del stock del recurso <i>F. latimarginata</i> , del sector de Pan de Azúcar, III Región, usados para aplicar el modelo de Leslie de éxito de captura. Fecha = día, mes y año de registro de datos de captura y esfuerzo totales por parte de la flota de Pan de Azucar, K(n <sup>o</sup> ) = Captura acumulada en número por día, cpue = captura por unidad de esfuerzo (n <sup>o</sup> / h-buceo). ....	104

Tabla.XXII: Parámetros de la regresión del modelo de Leslie & Davis de éxito de captura para tres períodos de extracción de <i>F. latimarginata</i> del sector de Pan de Azúcar en la III Región entre el año 2006 y 2007. ....	105
Tabla.XXIII: Desembarque en toneladas de Lapa negra ( <i>F. latimarginata</i> ) en una serie temporal de 10 años en seis sectores de extracción de la III y IV Región. ....	105
Tabla.XXIV: Parámetros intermedios de entrada al modelo ARS, para seis sectores de extracción de <i>F. latimarginata</i> de la III y IV Región. La definición de cada parámetro se especificó en la metodología. ....	106
Tabla.XXV: Trayectoria de la biomasa del stock (B) en toneladas de <i>F. latimarginata</i> de tres sectores de extracción de la III Región en función de tres niveles de captura aplicados a partir del año 2008 hasta el 2010. ....	107
Tabla.XXVI: Trayectoria de la biomasa del stock (B) en toneladas de <i>F. latimarginata</i> de tres sectores de extracción de la IV Región en función de tres niveles de captura aplicados a partir del año 2008 hasta el 2010. ....	108
Tabla XXVII: Densidades (ind/m <sup>2</sup> ) ± DE de <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> en las zonas de pesca históricas de cada una de las caletas analizadas. ....	108
Tabla XXVIII: Talla media y stock de <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> en las zonas de pesca históricas de cada una de las caletas analizadas. ....	108
Tabla XXIX: Parámetros de la ecuación de la relación Longitud/Peso para <i>F. latimarginata</i> y <i>F. cumingi</i> muestreadas en las áreas históricas de pesca de cada una de las caletas estudiadas. ....	109

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Lugares de muestreo de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> en la III Región.....	110
Fig. 2: Lugares de muestreo de <i>F. latimarginata</i> , <i>F. cumingi</i> y <i>F. maxima</i> en la IV Región.....	111
Fig. 3: Desembarques del recurso <i>Fissurella</i> spp. en la III Región entre los años 1993 a 2005. ....	112
Fig. 4: Desembarque del recurso <i>Fissurella</i> spp. acumulado para los años 1993 a 2005 para distintas caletas de la III Región.....	112
Fig. 5: Desembarques del recurso <i>Fissurella</i> spp. en la IV Región entre los años 1997 a 2006. ....	113
Fig. 6: Desembarque del recurso <i>Fissurella</i> spp. acumulado para los años 1997 a 2006 para distintas caletas de la IV Región.....	113
Fig. 7: Número de personas inscritas en el recurso lapa en la III Región. ....	114
Fig. 8: Número de personas inscritas en el recurso lapa en la IV Región. ....	114
Fig. 9: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta Pan de Azúcar. ....	115
Fig. 10: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta Carrizal Bajo .....	116
Fig. 11: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta Chañaral de Aceituno.....	117
Fig. 12: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta Totoralillo Norte. ....	118
Fig. 13: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta El Totoral. ....	119
Fig. 14: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta El Sauce.....	120
Fig. 15: Zonas de pesca de <i>Fissurella</i> spp. en caleta Las Conchas. ....	121
Fig. 16: Desembarque y número de áreas de manejo que declararon desembarque de <i>Fissurella</i> spp. en la IV Región para los años 2000 a 2006. ....	122
Fig. 17: Desembarque y número de áreas de manejo que declararon desembarque de <i>Fissurella</i> spp. en la IV Región para los años 2000 a 2006. ....	123
Fig. 18: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de <i>F. latimarginata</i> en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo	

y C) Chañaral de Aceituno. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la izquierda se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 124

Fig. 19: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Totalillo Norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 125

Fig. 20: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la izquierda con el  $L_{\infty}$  infinito determinado por el método, a la derecha con  $L_{\infty}$  fijo. .... 126

Fig. 21: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la IV Región. En el área de El Sauce. .... 127

Fig. 22: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 128

Fig. 23: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Ttotalillo norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 129

Fig. 24: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 130

Fig. 25: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la IV Región. El Sauce con el  $L_{\infty}$  fijo..... 131

Fig. 26: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 132

Fig. 27: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Ttotalillo Norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método..... 133

Fig. 28: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la

izquierda se muestra la gráfica con el $L_{\infty}$ fijo y a la derecha se observa la gráfica con el $L_{\infty}$ determinado por el método.....	134
Fig. 29: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de <i>F. cumingi</i> en la IV Región para el sector de El Sauce. ....	135
Fig. 30: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de <i>F. latimarginata</i> para los sectores estudiados en la III Región. A) Pan de Azúcar; B) Carrizal Bajo y C) Chañaral de Aceituno. ....	136
Fig. 31: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de <i>F. latimarginata</i> para los sectores estudiados en la IV Región. A) Totalillo Norte; B) El Sauce y C) Las Conchas. ....	137
Fig. 32: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de <i>F. cumingi</i> para los sectores estudiados en la III Región. A) Pan de Azúcar; B) Chañaral de Aceituno.....	138
Fig. 33: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de <i>F. cumingi</i> para El Sauce ....	139
Fig. 34: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de Pan de Azúcar.....	140
Fig. 35: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de Carrizal Bajo.....	141
Fig. 36: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de Chañaral de Aceituno. ....	142
Fig. 37: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de Totalillo Norte. ....	143
Fig. 38: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de caleta El Sauce.....	144
Fig. 39: Relaciones longitud peso para <i>F. latimarginata</i> en el sector de Las Conchas. ....	145
Fig. 40: Relaciones longitud peso para <i>F. cumingi</i> en el sector de caleta Pan de Azúcar.....	146
Fig. 41: Relaciones longitud peso para <i>F. cumingi</i> en el sector de caleta Chañaral de Aceituno. ....	147
Fig. 42: Relaciones longitud peso para <i>F. cumingi</i> en el sector de caleta Ttotal. ....	148
Fig. 43: Relaciones longitud peso para <i>F. cumingi</i> en el sector de caleta El Sauce.....	149

Fig. 44: Relaciones longitud peso para <i>F. maxima</i> en el sector de caleta Chañaral de Aceituno. ....	150
Fig. 45: Relaciones longitud peso para <i>F. maxima</i> en el sector de caleta Totoral. ....	151
Fig. 46: Promedio de reclutas de las distintas especies de <i>Fissurella</i> spp. encontradas en el intermareal y en el submareal tanto en los sectores dentro como fuera de las Áreas de Manejo. ....	152
Fig. 47: Número de reclutas de <i>F. latimarginata</i> observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo. ....	153
Fig. 48: Variación temporal del número de reclutas de <i>F. latimarginata</i> encontrado en los distintos sectores de estudio. ....	154
Fig. 49: Número de reclutas de <i>F. cumingi</i> observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo. ....	155
Fig. 50: Variación temporal del número de reclutas de <i>F. cumingi</i> encontrado en los distintos sectores de estudio. ....	156
Fig. 51: Número de reclutas de <i>F. maxima</i> observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo. ....	157
Fig. 52: Variación temporal del número de reclutas de <i>F. maxima</i> encontrado en los distintos sectores de estudio. ....	158
Fig. 53: Curva de mortalidad linealizada para <i>Fissurella latimarginata</i> para los sectores estudiados en la III Región: A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. Para Chañaral de Aceituno se calcula la mortalidad para el periodo previo a la pesca. ....	159
Fig. 54: Curva de mortalidad linealizada para <i>Fissurella latimarginata</i> para los sectores estudiados en la IV Región: A) Totoralillo Norte B) El Sauce y C) Los Vilos. ....	160
Fig. 55: Curva de mortalidad linealizada para <i>Fissurella cumingi</i> para los sectores estudiados en la III Región: A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno, a la izquierda mortalidad de todo el periodo de tiempo y a la derecha la mortalidad calculada antes de pesca. ....	161
Fig. 56: Curva de mortalidad linealizada para <i>Fissurella cumingi</i> para el sector de caleta El Sauce. A) Mortalidad para todo el periodo, B) Mortalidad antes de pesca. ....	162
Fig. 57. Proporción de las especies de <i>Fissurella</i> spp. en los desembarques totales anuales oficiales en la III Región entre 1997 y 2007. ....	163

Fig.58. Proporción de tres especies de <i>Fissurella</i> spp. en los desembarques totales anuales oficiales en la IV Región, entre 1997 y 2007. ....	163
Fig.59. Serie temporal de desembarques de especies de <i>Fissurella</i> spp. en toneladas por año, entre 1993 y 2005 de la III Región. ....	164
Fig.60. Serie temporal de desembarques de especies de <i>Fissurella</i> spp. en toneladas por año, entre 1997 y 2005 de la IV Región. ....	164
Fig.61: Estructura de talla poblacional de <i>Fissurella latimarginata</i> en el sector Pan de Azúcar, III Región, Totalillo Norte, El Sauce y Las Conchas, IV Región, utilizadas en la aplicación del método AC. Las barras oscuras corresponden al rango de tallas seleccionadas para el análisis, a partir de la talla mínima legal ( $\geq 65$ mm). ..	165
Fig.62: Serie temporal de datos de cpue (nº/h-buceo) de <i>Fissurella latimarginata</i> en el sector de Pan de Azúcar en el período 24-abril-2006 y el 18-nov-2007, destacándose un subset de datos utilizados para la estimación de la abundancia (No) del stock al inicio del período seleccionado. ....	166
Fig.63: Curvas de éxito de captura del modelo de Leslie para el recurso <i>Fissurella latimarginata</i> en el sector de Pan de Azúcar, III Región, aplicado en tres períodos diferentes, entre el 15 de julio de 2006 y el 17 de noviembre de 2007. ....	166
Fig.64: Trayectoria de la biomasa del stock y la captura del recurso <i>Fissurella latimarginata</i> en seis sectores de la III y IV Región, entre los años 1997 y 2007, proyectadas a los años 2008 al 2010, en función de tres escenarios de explotación. Los puntos del stock (N) en la proyección son similares a los de la captura para cada uno de los escenarios de explotación. ....	167
Fig. 65: Franja que expresa la superficie total de distribución del recurso lapa en un radio de 15 Km en Caleta Pan de Azucar (A) y caleta El Sauce (B).Las zonas amarillas indican campos de arena. El ancho de la franja es de 100 mt. Línea de costa 1:50.000. ....	168
Fig. 66: Comparación de estructura de talla de las capturas de artes de pesca Hooka y Apnea, realizada en 3 zonas diferentes de la IV Región. ....	169
Fig. 67.- Estimación de rendimiento utilizando los valores de M obtenidos durante el proyecto y una estimación con un valor M 50% menor (magnitud que es frecuentemente utilizada en el cálculo de CTPs de diferentes áreas de manejo). ....	170
Fig. 68: Estimación de rendimiento utilizando los valores de Lc50% (50 mm) y Lc75%(60mm) y una reducción de Lc a 40 y 55 mm, respectivamente. ....	170
Fig. 69: Estimación de rendimiento en la Flota Hooka utilizando el modelo con y sin migración. ....	171

Fig. 70: Estimación de rendimiento en la Flota Apnea utilizando el modelo con y  
sin migración. .... 171

## I.- RESUMEN

En los últimos años se ha observado un aumento progresivo en las capturas del recurso *Fissurella* spp. Sin embargo, se ha observado también una disminución de los stocks de estas especies en algunas zonas de pesca históricas, así como en algunas áreas de manejo. Junto con esto, se ha observado en los últimos años una disminución en el precio del producto, llegando a venderse en la actualidad en la mayoría de las caletas a un valor cercano a los \$700, muy por debajo de los \$2.600 en que llegó a venderse entre 2004 y 2005.

El estado en que se encuentran las poblaciones de las distintas especies de *Fissurella* spp. en las áreas de manejo fue determinado mediante el análisis de la abundancia, el peso y la estructura de tallas reportadas en el último informe de seguimiento de una muestra de áreas de manejo de la III y IV regiones. Mediante estos indicadores se determinó si las poblaciones se encontraban en equilibrio, recuperación o deterioro. La mayoría de las áreas analizadas mostraron que las poblaciones de *Fissurella* spp. se encuentran en un proceso de recuperación de sus stocks o han alcanzado una situación de equilibrio en un nivel superior al que tenían cuando comenzó el cuidado de las áreas. Sólo algunas mostraron un deterioro, debido principalmente a bajas en la abundancia o desaparición o cambios importantes en algunos de los grupos de talla de la población.

El crecimiento de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* fue estimado mediante experimentos de marcaje y recaptura y a través del seguimiento de las estructuras de tallas de la población. Los muestreos se realizaron en 6 caletas, 3 en la III región (Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno) y 3 en la IV región (Totoralillo Norte B, El Sauce y Las Conchas) a lo largo de un año. Los valores de  $L_{\infty}$  estimados para *F. latimarginata*, variaron desde 110 en Pan de Azúcar hasta 121.7 para Las Conchas en el sector de Los Vilos, mientras que el  $k$  se encontró en valores de entre 0.51 a 0.81. Para *F. cumingi* por su parte se estimaron valores de  $L_{\infty}$  entre 96 en Pan de Azúcar y 123 en Las Conchas, con  $k$  de 0.75 y 0.5 respectivamente. El crecimiento de todas las especies del género *Fissurella* estudiadas aparece muy variable, tanto entre individuos de una misma localidad, como entre localidades. Esto probablemente tiene relación con la variabilidad de la productividad primaria a nivel local y a lo largo de la costa, generada por variaciones de circulación, surgencia, profundidad y luminosidad. A lo largo de la costa se observaron dos patrones de

crecimiento, que no siguen un gradiente latitudinal. Por un lado los sectores de Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Totoralillo Norte presentan crecimientos mas bajos y similares entre si y por otro a El Sauce y Chañaral de Aceituno, con crecimiento mas rápido, e igualmente similares entre si. Esto podría explicarse debido a la cercanía de las caletas El Sauce y Chañaral de Aceituno a focos de surgencia, los cuales, al generar un aumento de la productividad primaria, podrían favorecer un mejor crecimiento. Las diferencias en los parámetros de crecimiento estimados en este estudio respecto de trabajos anteriores puede explicarse mas bien por diferencias metodológicas.

El reclutamiento de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* se determinó mediante el muestreo directo de los reclutas definidos como todos los individuos bajo los 3 cm de longitud. Se encontraron reclutas de las tres especies en todos los sitios estudiados. *F. latimarginata* y *F. cumingi* fueron observados principalmente en el submareal y *F. maxima* principalmente en el intermareal. Además fue posible observar un mayor número de reclutas en el interior de las AMERB que fuera de estas.

Respecto de los métodos indirectos de estimación de stock, el propósito principal del estudio fue desarrollar una base de conocimientos biológico-pesqueros del recurso *Fissurella* spp. existente fuera de las áreas de manejo en la III y IV región, destinados al manejo futuro de la pesquería. Con este propósito, se seleccionaron tres métodos de evaluación indirecta, los cuales se aplicaron utilizando la información disponible para algunos sectores de extracción de *Fissurella* spp. en ambas regiones. Los métodos aplicados correspondieron a: i) análisis de reducción de stock (ARS) de Kimura (Kimura & Tagart, 1982), ii) análisis de pseudo-cohorte de Jones (Jones, 1984) y iii) análisis de éxito de captura de Leslie (Ricker, 1975).

Las bases de datos disponibles durante el proyecto, permitieron efectuar una aplicación de los tres métodos para algunas áreas de extracción, tanto en la III como en la IV región. Las áreas de extracción evaluadas en la III región fueron: Pan de Azúcar (Chañaral), Carrizal Bajo (Huasco) y Chañaral de Aceituno (Freirina), y en la IV región fueron: Totoralillo Norte (La Higuera), El Sauce (Ovalle) y Las Conchas (Los Vilos).

Si bien, las pesquerías de *Fissurella* spp. son multiespecíficas, se utilizó como base de cálculo de los métodos de evaluación indirecta, al recurso “lapa negra” (*Fissurella*

*latimarginata*), debido a su mayor representación porcentual en las capturas, la cual supera en todos los lugares estudiados el 60%.

El método de Leslie solo fue posible aplicarlo a datos provenientes de la localidad de Pan de Azúcar, los cuales correspondieron a registros de captura y esfuerzo obtenidos para 20 meses, entre abril de 2006 y noviembre de 2007. En general, estos datos no se registran en las recopilaciones estadísticas oficiales del SERNAPESCA y ocasionalmente algunos centros de estudio (Universidades, Institutos o Consultoras) recogen sistemáticamente dicha información. Este método es útil en pesquerías bentónicas a escalas espaciales acotadas, ya que la captura por unidad de esfuerzo (cpue) tiende a comportarse como una variable hiperestable mientras más grande sea el área considerada. Este método requiere que la cpue disminuya en tanto la captura se acumula. Por su parte, el método de Jones de pseudocohortes de talla se aplicó en cuatro zonas de extracción, donde se contó con datos de captura estructuradas de talla. Esta información, actualizada al año 2007, estuvo disponible para el área de Pan de Azúcar en la III región y para Totoralillo Norte, El Sauce y Las Conchas en la IV región. Finalmente, el método de Análisis de Reducción de Stock (ARS) de Kimura fue aplicado a las seis áreas de extracción de *Fissurella* spp.. Este método permitió tener una visión temporal del comportamiento de la pesquería de *Fissurella* spp. en un horizonte de 10 años (1997 a 2007) en sectores acotados de la III y IV región.

Los resultados obtenidos con los métodos indirectos, en término de densidad para el sector de Pan de Azúcar fueron similares a los obtenidos mediante las evaluaciones directas del sector, lo que indica que los resultados obtenidos por estos métodos son efectivos en la medida que los datos de entrada sean de buena calidad. Y este es el principal problema de estos métodos, ya que existe una gran incertidumbre en la calidad de los datos necesarios para que los modelos funcionen, principalmente debido a que estos datos son recolectados por los mismos usuarios y no hay un control de su calidad y veracidad. Las evaluaciones directas en cambio, si bien más caras en el momento, permiten tener menos incertidumbre sobre el estado de las poblaciones de los recursos. Por lo tanto se sugiere estimar los stocks de *Fissurella* spp. mediante zonas fijas de muestreo en algunas caletas, correspondientes a sus zonas de pesca, las cuales se pueden seguir en el tiempo. Por razones prácticas y de posibilidades reales de fiscalización, se recomienda no modificar la

actual medida de regulación de la talla mínima de captura. Esto a pesar que se reconoce que ella no necesariamente se ajusta a las características biológicas de cada una las diversas especies que componen esta pesquería multiespecífica.

## 1.- INTRODUCCION

En los últimos años se observó un aumento progresivo en las capturas del recurso *Fissurella* spp. hasta el año 2004 para posteriormente disminuir drásticamente los desembarques reportados. Los aumentos en las capturas en el norte de Chile hasta ese año se debieron principalmente a un aumento del precio de estas especies, lo que llevó a un creciente interés en las distintas caletas del sector por su extracción. Posteriormente, la baja a cerca de la mitad del precio pagado anteriormente llevó a un desinterés en su captura y los desembarques disminuyeron ostensiblemente. Se podría esperar que en los años subsiguientes, si el precio se recupera, las capturas de este recurso vuelvan a tener altos niveles de explotación debido al aumento de las exportaciones y además porque este recurso se ha convertido en un recurso alternativo a la explotación del loco, el que actualmente se extrae oficialmente solo de las áreas de manejo. Sin embargo, aún existe una importante falta de información, tanto pesquera como biológica que permitan tomar medidas de manejo adecuadas para la conservación de este recurso. La falta de información se observa incluso en la toma de los datos pesqueros, ya que no se registran los desembarques de cada especie, sino, que se trata este recurso como una pesquería multiespecífica por lo que una importante cantidad de información pesquera de cada especie queda enmascarada en el total reportado para el recurso bajo el nombre general de “lapas”. Adicionalmente, la única medida de manejo establecida para este recurso (talla mínima legal de 65 mm) no toma en cuenta las posibles diferencias en la biología de cada una de las especies involucradas. Esto podría llevar a que las capturas podrían afectar de manera diferencial a las distintas especies de *Fissurella* spp.

En parte este problema se ha solucionado en aquellos sectores de costa donde se han establecido las Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Para estas áreas, la explotación del recurso *Fissurella* spp. esta regulada por planes de manejo y las capturas son calculadas de acuerdo a la abundancia de cada una de las especies encontradas. Además, se obtienen datos periódicos de las estructuras de tallas y pesos de las poblaciones de estos recursos al interior de las áreas de manejo. Por el contrario, las capturas de *Fissurella* spp. en el resto de la costa, es decir en los sectores de libre acceso, se sigue desarrollando como una pesquería multiespecífica y por lo tanto se informa como tal.

Por lo tanto, la falta de información biológica y pesquera básica no permite evaluar de buena manera lo que está pasando con las poblaciones de *Fissurella* spp. que están sujetas a explotación en las áreas de libre acceso. Particularmente, la zona del norte de Chile presenta un menor desarrollo en lo referente a información científica de sus recursos.

Para la III y IV regiones la pesquería de *Fissurella* spp. sustenta gran parte de los ingresos de los pescadores artesanales dedicados al buceo, lo que se ve reflejado en los importantes desembarques de estas especies en estas regiones. De igual forma las lapas se transforman en un importante recurso a ser extraído desde las áreas de manejo, incluso transformándose en el más importante, como es el caso del Área de Manejo de caleta El Sauce.

La probable alta presión de extracción que sufren muchas poblaciones de *Fissurella* spp. en esta zona hace necesario contar con información básica pesquera, biológica y ecológica para regular su pesquería y así buscar evitar que sus poblaciones se vean afectadas. Además, es necesario conocer el estado actual de las poblaciones que se encuentran fuera de las áreas de manejo con el fin de analizar la necesidad de tomar medidas de regulación, en caso se presenten problemas de conservación.

### 1.1.- Objetivo general

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

### 1.2.- Objetivos específicos

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 III y IV Regiones.

## 2.- ANTECEDENTES GENERALES

### 2.1.- Antecedentes pesqueros

En Chile la pesquería del recurso lapas es una pesquería multiespecífica que se desarrolla sobre distintas especies del género *Fissurella*. En general, las estadísticas pesqueras no diferencian entre las distintas especies de lapas que son desembarcadas, aunque en el último tiempo han aparecido estadísticas para especies específicas, particularmente para *F. latimarginata*, *F. cumingi*, *F. maxima* y *F. costata*.

Los desembarques de estos recursos aumentaron significativamente a comienzos de la década, convirtiéndose en uno de los principales recursos desembarcados por la flota pesquera artesanal, principalmente por aquellos que se dedican a la extracción de recursos bentónicos. Particularmente se registra un aumento a nivel nacional muy importante en las capturas para el año 2004, donde se capturaron más de 12.000 toneladas. Este aumento fue liderado, según las estadísticas publicadas en el anuario del SERNAPesca del año 2004, por los desembarques de las regiones II, III y IV, desde las que se extrajo un 62.8% de los desembarques totales nacionales de estas especies. Posteriormente sin embargo, y debido a la baja del precio de venta de las lapas, los desembarcos disminuyeron drásticamente.

Las principales caletas desde las cuales se desembarca este recurso en la III región son las caletas de Pan de Azúcar, Huasco, Chañaral de Aceituno y Caldera, en tanto que en la IV región los desembarcos más importantes se producen en las caletas de Coquimbo, Los Vilos, Chungungo y Caleta Hornos.

En la III región, de un total de 27 áreas de manejo con un plan de manejo aprobado, 15 presentan planes de manejo para *F. latimarginata*. En tanto que en la IV región existen 51 áreas de manejo con plan de manejo para *Fissurella* spp., de las cuales 43 tienen planes de manejo para *F. latimarginata*, 41 para *F. cumingi* y 3 para *F. maxima*.

### 2.2.- Antecedentes de parámetros poblacionales

En la Tabla I se presentan los parámetros de crecimiento reportados en la literatura para *F. latimarginata*. Acuña (1977) señala que alcanzaría la talla mínima de captura (TMC = 65 mm de longitud de concha) a los 64 meses de edad en la II Región. En la IV Región,

Olguín *et al.* (1996) indicaron que esta talla se lograría entre los 31 y 37 meses. Datos obtenidos por integrantes de nuestro grupo de trabajo indicarían que para el sector de caleta El Totoral en la IV región la talla mínima de captura se alcanzaría antes de los 12 meses de edad, lo que indica que esta especie sería de crecimiento muy rápido.

Los parámetros de crecimiento para *F. cumingi* se presentan en la Tabla II. Olguín *et al.* (1996) estimaron que la TMC de esa especie se lograría a los 35 meses en la IV Región. De acuerdo a estudios realizados en El Totoral por nuestro grupo de trabajo, esta talla se alcanzaría en alrededor de 14 meses de edad.

Para *F. maxima* se ha estimado que alcanza la talla mínima de captura a aproximadamente los dos años y medio (Bretos, 1982). Para *F. costata* se ha estimado parámetros de crecimiento de  $L_{\infty}=93,3$ ,  $k=0,33$  y  $t_0=-0,23$  (González *et al.*, 1997).

Los valores de mortalidad total (**Z**), para estas especies, sólo han sido calculados a través de la curva de captura linealizada. Olguín *et al.* (1996) reportaron valores de **Z** igual a 1,24; 1,05 y 1,13 para *F. latimarginata* en las caletas Hornos, Sierra y San Pedro de Los Vilos en la IV Región respectivamente. Para el AMERB de caleta El Totoral en la IV región se determinó un **Z** de 1,8, valor más alto que los reportados anteriormente. Para *F. cumingi* Olguín *et al.* (1996) reportaron valores de **Z** igual a 1,17; 1,04 y 1,11 para las caletas Hornos, Sierra y San Pedro - Los Vilos en la IV Región respectivamente. Para el AMERB de caleta El Totoral se determinó un **Z** de 1,69, valor más alto que los reportados anteriormente. Igual que con el crecimiento no existen valores reportados para *F. costata*.

Por su parte, estimaciones de mortalidad natural se han efectuado en algunas especies, principalmente en poblaciones ubicadas dentro de las áreas de manejo. Dichas estimaciones se resumen en la Tabla III.

### 2.3.- Antecedentes sobre el reclutamiento

Para las especies de *Fissurella* spp. que existen en Chile existen pocos antecedentes de lo que ocurre en las primeras etapas de su vida en el bentos. Algunos trabajos han determinado la presencia de juveniles de *F. latimarginata* en el intermareal, donde se le ha encontrado asociado a diversas especies (Brown, 1997; Hausen, 2003). Estas observaciones podrían sugerir la selección de algún hábitat específico del intermareal para el asentamiento, para luego migrar al submareal, presentando un patrón de reclutamiento

como el descrito por Kay (2002), donde el asentamiento se produce en un lugar distinto al hábitat de los adultos. Sin embargo, también es posible que exista un importante asentamiento en el submareal, siendo posiblemente el asentamiento en el intermareal un accidente más que la regla general. Pero cómo es el sitio que más se estudia, pareciera ser el más importante. Al respecto Brown (1997) menciona el encuentro de reclutas de *F. latimarginata* en el submareal, pero no define el tamaño de los reclutas encontrados. Si no fueran individuos recién asentados, podrían también ser producto de la migración posterior de juveniles al submareal.

Entre los lugares de asentamiento para invertebrados marinos presentes en la costa de Chile, se han sugerido parches algales, bancos de mitílidos, parches de cirripedios, discos de adhesión de algas pardas, bolones y la cara inferior de las rocas (Cancino & Santelices, 1984; Ojeda & Santelices, 1984; Vásquez & Santelices, 1984; Oliva & Castilla, 1986; López & Moreno, 1988; González *et al.* 1991; Stotz *et al.*, 1991; Fernández & Castilla, 2000), siendo en la mayoría de los casos microambientes diferentes a los que ocupa la población adulta.

El asentamiento de *Fissurella* spp. ha sido estudiado para distintas especies, describiendo la presencia de recién asentados principalmente en el intermareal y asociados a parches de algas del Orden Ceramiales, *Corallina officinalis*, *Gelidium chilensis* (González *et al.* 1991; López, 1994; López *et al.*, 1999), así como en bancos de *Perumytilus purpuratus*. (Oliva & Castilla, 1986). López *et al.* (1999) encontraron a juveniles de *F. picta* asociados a parches de cirripedios tanto en el intermareal como en el submareal. Vargas (1995) encuentra a juveniles de *F. picta* también en parches de cirripedios, pero además en sustratos cubiertos por algas calcáreas y crustosas y a juveniles de *F. nigra* sobre bolones de mediano tamaño dispuestos sobre arena gruesa. Como se mencionó con anterioridad, estos lugares de asentamiento pueden ser lugares a los cuales *Fissurella* spp. migraron después del asentamiento y que luego le ofrecen mayor protección ante la depredación.

Esto nos lleva a pensar que la alternativa de un asentamiento aleatorio también es posible. En efecto, las especies que tienen una etapa larval corta (en general lecitotróficas) tienden a asentar indiscriminadamente, a diferencia de aquellas que poseen una etapa larval más larga y que por tanto tienen más tiempo para ubicar un sustrato específico (Toonen &

Pawlik, 1994; Krug, 2001). *F. latimarginata* presenta un estadio larval de entre 5 y 7 días y se vuelve competente solo unas 12 horas antes de la fijación (Quezada, 1997), lo que hace que el tiempo de búsqueda de un sustrato adecuado sea reducido y por tanto pudiese ser menos exigente al momento de asentarse. Al respecto, observaciones de asentamiento realizadas en cultivo indican que la larva se asienta en cualquier sustrato disponible, incluso en las paredes del estanque sin ninguna preparación previa (Fondef DOOI 1141, 2005). Sin embargo, esta observación podría deberse a que la larva se vió “obligada” a asentar en cualquier sustrato debido al agotamiento de sus reservas energéticas antes de encontrar el sustrato adecuado (Hipótesis de la larva desesperada, Knight-Jones, 1951; Wilson, 1953). No obstante, en presencia de sustrato adecuado podría existir una preferencia y por tanto una selección de hábitat.

### 3.- METODOLOGÍA

#### 3.1. - Zona de estudio

La zona de estudio comprende la costa de la III y IV regiones. La caracterización pesquera se realizó para cada una de las regiones de manera completa. Para los muestreos directos se seleccionaron inicialmente 7 caletas pesqueras, tres en la III región y cuatro en la IV región. Las caletas escogidas para el análisis fueron: Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno en la III región; Totalillo Norte, Total, El Sauce y Las Conchas en la IV región (Fig. 1 y 2). Estas caletas se escogieron en base a los siguientes criterios: (1) Que tuvieran un área de manejo para alguna de las especies de *Fissurella* spp; (2) que presentaran desembarques importantes de *Fissurella* spp. desde los sectores históricos donde trabajan habitualmente y por último (3) que existiese disposición de la caleta a colaborar con el proyecto. Este último criterio no fue menor, debido a que algunas caletas con las que se pretendió trabajar en un principio no quisieron colaborar con el proyecto. Respecto de caleta Total, a pesar de que se comenzó a trabajar ahí en un comienzo, no fue posible continuar con los muestreos debido a problemas de ingreso al sector de la caleta. Esto a causa de que se realizan ahí frecuentes ejercicios militares, particularmente numerosos durante el año de estudio. La caleta se localiza en un recinto de la Armada y se requiere permiso para ingresar. Adicionalmente, en los pocos periodos donde eventualmente se podría haber ingresado, las condiciones de mar no permitieron la realización de los muestreos, lo que generó poca información para ese lugar.

#### 3.2.- Especies seleccionadas

Las principales especies de *Fissurella* spp. desembarcadas en la III y IV regiones, tanto desde la zona histórica, como desde las áreas de manejo, son *F. latimarginata*, *F. cumingi* y en menor medida *F. maxima*. Por lo tanto el presente estudio se centrará en estas especies. Para la identificación de las especies de *Fissurella* spp. se cuenta con una amplia experiencia, debido al trabajo constante con estas especies tanto en otros proyectos, como en distintas áreas de manejo que explotan la mayoría de las especies comerciales. Como base se utilizaron las identificaciones y descripciones de Maclean, (1984).

3.3.- **Objetivo específico 1:** Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella* spp., en la zona de estudio.

3.3.1.- Caracterización de la pesquería de acuerdo a información existente

La caracterización de la pesquería de las distintas especies de *Fissurella* spp. se realizó mediante un análisis general de la pesca de estos recursos en cada una de las caletas artesanales de la III y IV regiones. Para cada caleta se obtuvo información de las capturas de *Fissurella* spp. de al menos 10 años a la fecha. Además, se determinó el número de pescadores inscritos en cada caleta y su actividad (buzos, pescadores, orilleros). Toda esta información se obtuvo de las bases de datos del SERNAPesca.

Por otro lado, se obtuvieron los datos de los estudios de situación base e informes de seguimiento, para cada una de las áreas de manejo de las III y IV regiones que tuviesen alguna especie de *Fissurella* spp. como especie objetivo. Para cada área se obtuvieron los siguientes datos de cada una de las especies de *Fissurella* spp.

- .- Abundancia y su variación en el tiempo.
- .- Estructuras de talla, relaciones longitud/peso y su comportamiento en el tiempo.
- .- Capturas.

El estado en que se encuentra la población de una determinada área de manejo dependerá de los indicadores descritos en los puntos anteriores (abundancia, estructura de tallas y peso).

De esta forma se analizó para el último año cual fue el comportamiento de la abundancia: si aumentó (indicando recuperación de la población); se mantuvo (situación de equilibrio) o disminuyó (situación no deseada) respecto del año precedente.

De igual forma se analizó el peso como indicador indirecto de capacidad de carga. Para estandarizar las medidas y para que fuesen independientes de la talla de los individuos

muestreados, se utilizó el indicador IC propuesto en el proyecto FIP 2003-18, que relaciona el peso con la longitud de la siguiente forma:

$$IC = W / L^3$$

Donde W es el peso y L la longitud de cada individuo.

Para el análisis se comparó entre los dos últimos años si el indicador IC de dos grupos de tallas aumentó, se mantuvo o disminuyó.

La estructura de tallas se analizó agrupando las tallas en grupos y representando la proporción en que se encuentra cada grupo respecto del total. Teóricamente, si la población está en equilibrio, la mortalidad que va ocurriendo en las diferentes clases de tamaño es compensada por el ingreso, por crecimiento, de individuos de las clases más pequeñas. Igualmente, la mortalidad total, sería compensada por el reclutamiento, el cual en especies con reproducción anual, debería generar todos los años una cohorte nueva. Por lo tanto, la distribución de tallas de la población en un mismo momento (mes o estación) debe tener todos los años el mismo patrón, lo que se vería reflejado en proporciones también constantes. Es decir, el observar que las proporciones de las diferentes clases de talla (que se construyen en forma arbitraria) no cambian de un año a otro, significa que la población está en equilibrio y/o se mantiene estable. Por el contrario si se observan cambios abruptos en las proporciones, o incluso se produce la desaparición de alguna clase, sería la señal de algún problema (mortalidades, migraciones, sobrepesca o fallas en el reclutamiento). A su vez, variaciones moderadas en las proporciones de tallas pueden ser esperadas, por ejemplo en la medida que se permite que se recuperen las clases de talla mayor que sufren la presión de la pesquería. Estas variaciones son interpretadas como señales de alerta, pues pueden representar el inicio de cambios, positivos o negativos, en la población.

Los cambios observados en los indicadores sugeridos reflejarían el estado en que se encuentra la población y como puede haber sido afectada por procesos naturales o por los niveles de extracción aplicados en el AMERB. Con los indicadores propuestos se puede establecer una matriz que resuma el estado de la población al interior del AMERB. La situación de las poblaciones de *Fissurella* spp. en las áreas de manejo puede definirse según

el estado en que se encuentren: a) en recuperación, b) en equilibrio o c) en deterioro. Cada uno de estos conceptos se define como sigue:

**En recuperación:** Una población en recuperación debería presentar aumento en sus abundancias y un aumento o mantención de su IC o un aumento de su IC y una mantención de las abundancias. La estructura de tallas presentará cambios en la proporción de los distintos grupos de tallas, provocado principalmente por la aparición de grupos de tallas más grandes. Muy probablemente para la mayoría de las áreas de manejo, las poblaciones en un comienzo se encontraban deterioradas debido a la fuerte presión de pesca de las tallas mayores realizada en cada sector durante muchos años. Con el comienzo del cuidado, estas poblaciones debieron tender a presentar un aumento de sus abundancias, un aumento o mantención de los pesos de los individuos y en una mejor representación de todas las clases de edad en la población, principalmente aquellas de mayor tamaño.

**En equilibrio:** Una población en equilibrio debería presentar cambios en sus abundancias relacionadas a la capacidad de carga del sistema. Si las abundancias aumentan debería observarse una baja en el IC de los individuos. Por el contrario si las abundancias bajan debería observarse un aumento en el IC de los individuos. De igual forma, la mantención de las abundancias y los IC en el tiempo señalarían que la población se encuentra en equilibrio. La estructura de tallas de esta población debería presentar las proporciones de tallas estables a lo largo del tiempo o con variaciones menores. Para las Áreas de Manejo se esperaría que una vez que la población ha tenido el tiempo suficiente de recuperación, ocupe todo el espacio disponible y por tanto se acerque a la capacidad de carga del sistema. Si este es el caso se produciría un equilibrio entre las abundancias y los IC. Es decir, si se produce un aumento de las abundancias, el alimento debería comenzar a escasear y el IC de los individuos debería disminuir. Al escasear el alimento los individuos podrían migrar del área o morir, lo que provocaría que bajaran las abundancias y nuevamente el alimento sería suficiente para mantener la población, aumentando entonces el IC.

**En deterioro:** Una población que se encuentra en deterioro podría ser definida como aquella en que se producen disminuciones de las abundancias y además se produce un

deterioro del IC. Disminuciones importantes en el IC, manteniendo la abundancia o disminuciones en la abundancia, con una mantención del IC, también indicarían deterioro de la población. Disminuciones de la abundancia y el IC indicarían un deterioro producido por el ambiente (falta de alimento), en cambio disminuciones en el IC o la abundancia sin presentar variaciones en el otro factor podría indicar problemas en el recurso (por ejemplo sobrepesca, enfermedades, etc.). De igual forma, si uno de los grupos de talla se reduce considerablemente, también se podría definir como un deterioro importante de la población. Por ejemplo, si los individuos de tallas mayores desaparecen por completo de la población, ya sea por mortalidad o por extracciones (robo o fallas en la determinación de cuotas), señalarían un importante deterioro de la población. Si son las tallas menores las que no aparecen podría ser un indicador de una falla del reclutamiento en los años anteriores.

### 3.3.2.- Obtención de datos de los usuarios

Para cada una de las caletas escogidas de cada región se realizó una encuesta a los usuarios con el fin de determinar las áreas históricas donde trabajan en la extracción de *Fissurella* spp. Estas encuestas se realizaron a 10 integrantes de cada caleta y que trabajaran habitualmente en la extracción de *Fissurella* spp. En las encuestas se les solicitó que indiquen en un mapa (georreferenciado) los distintos sectores donde capturan este recurso, especificando, de ser posible, donde se encuentran las distintas especies. De igual forma se obtuvo información acerca de la profundidad en que capturan las distintas especies de *Fissurella* spp. Esta información se incorporó al software de análisis espacial Arcview, para su georreferenciación.

Además se les preguntó a los usuarios acerca de los canales de distribución y comercialización del recurso *Fissurella* spp. Particularmente en lo referente a: Comprador o compradores, precio y si existe diferencia en el precio de acuerdo a las distintas especies, lugar de venta (en la caleta o en la planta) y mercado de destino.

3.4.- **Objetivo específico 2:** Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

#### 3.4.1.- Procedimientos de terreno

Los muestreos se realizaron en cada una de las áreas de manejo de las caletas mencionadas en el punto 3.1. En todos los sitios se trabajó mediante buceo semi-autónomo, realizando en cada lugar un muestreo poblacional mediante un barrido del sitio de estudio, en el cual se recogieron todos los individuos que se observaron en un tiempo de buceo de una hora. El muestreo fue realizado por dos buzos de manera simultánea.

Una vez finalizada la captura, en la playa se procedió a marcar cada individuo. Para ello se adhirió con pegamento de secado rápido tipo Loctite® una pequeña marca (2 mm. de diámetro) de plástico, de color y numerada (marcas fabricadas en Alemania para marcaje de abejas) o marcas plásticas tipo DIMO®. Luego se midió la longitud total de cada individuo y se pesó. Estas medidas se registraron identificando a cada individuo por su número. Una vez que el pegamento endureció, los individuos fueron devueltos al sitio de muestreo. En todos los casos los individuos permanecieron fuera del agua el menor tiempo posible para evitar al máximo muertes debidas al tratamiento. En el sitio de muestreo los individuos fueron liberados todos en un mismo punto, asegurando que tuvieran la posibilidad y el tiempo para fijarse al sustrato y no ser arrastrados por las corrientes. En las siguientes visitas se procedió a buscar a los individuos marcados, recogiendo en esa búsqueda a todos los individuos que en el recorrido aparecieron, tuvieran marca o no. De esta manera se logró también obtener en cada oportunidad una muestra de la población y nuevos individuos para marcar.

#### 3.4.2. Procesamiento de datos

##### 3.4.2.1. Estimación de parámetros utilizando los resultados del marcaje

**Método de Quinn & Deriso:** Si suponemos que un individuo  $i$  tiene una longitud  $L_{1i}$  en el tiempo  $t_{1i}$  al ser marcado/liberado y una longitud  $L_{2i}$  en el tiempo  $t_{2i}$  al ser recapturado, y

si adoptamos el modelo de Von Bertalanffy (LVB) para describir el crecimiento de cada una de las especies de *Fissurella* spp.

$$L(t) = L_{\infty} \left( 1 - e^{-K(t-t_0)} \right)$$

entonces, la longitud del individuo  $i$  en el momento del marcaje y de la recaptura será

$$L(t_{1i}) = L_{\infty} \left( 1 - e^{-K(t_{1i}-t_0)} \right) \text{ y } L(t_{2i}) = L_{\infty} \left( 1 - e^{-K(t_{2i}-t_0)} \right),$$

respectivamente. El cambio en longitud entre el marcaje y la recaptura estará dado por

$$L(t_{2i}) - L(t_{1i}) = L_{\infty} \left( e^{-K(t_{1i}-t_0)} - e^{-K(t_{2i}-t_0)} \right)$$

por lo que luego de una reordenación y factorización, la longitud de un individuo al momento de la recaptura puede ser determinado en función de la longitud que tenía cuando fue marcado y liberado, dado los parámetros  $K$ ,  $L_{\infty}$  y el lapso de tiempo  $t_i = (t_{2i}-t_{1i})$ , como:

$$L(t_{2i}) = L_{\infty} \left( 1 - e^{-K\Delta t_i} \right) + L(t_{1i}) e^{-K\Delta t_i}$$

Los parámetros  $K$  y  $L_{\infty}$  fueron obtenidos mediante estimadores de máxima verosimilitud, minimizando la log-verosimilitud negativa

$$L(K, L_{\infty}, \sigma) = \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \frac{RSSL}{2\sigma^2}$$

donde  $RSSL$  corresponde a la suma de los cuadrados de los residuales entre el  $L(t_2)$  observado y predicho,

$$RSSL = \sum_{i=1}^n (L(t_{2i}) - \hat{L}(t_{2i}))^2$$

(Quinn & Deriso, 1999). Para ambos parámetros,  $K$  y  $L_{\infty}$ , se obtuvieron los límites de confianza mediante la matriz de co-varianza (inversa) de la suma de los productos de la derivadas parciales de  $K$  y  $L_{\infty}$  (Seber & Wild, 1989).

**Plot de Gulland & Holt:** para esto se graficaron los valores de tasa de crecimiento, expresada en mm/día versus la talla media del individuo ((talla inicial + talla final)/2). Luego se estimó la regresión, correspondiendo la pendiente  $-b=K$  y el intercepto ( $a$ ) dividido por la pendiente ( $-a/b = L_{\infty}$ ; equivale al punto en que la curva cruza el eje  $x$ , siendo  $y=0$ ) a  $L_{\infty}$  de la función de crecimiento de Von Bertalanffy (LVB) (Gulland & Holt, 1959; Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997). En la rutina de FISAT es posible fijar el valor de  $L_{\infty}$ , es decir forzar la regresión por ese punto del eje  $x$ , de tal modo que sólo se estima la pendiente o  $K$ . Los límites de confianza del  $K$  son los mismos de la pendiente, sólo que con signo opuesto.

**Método de Munro:** en esta rutina, basada en Munro (1982) se estimaron los  $K$  y la varianza del  $K$ , utilizando diferentes valores de  $L_{\infty}$ , para los pares de valores de longitudes al inicio ( $L_t$ ) y al final ( $L_{t+\Delta t}$ ) del experimento de marcaje y recaptura. Para ello se utilizó la siguiente ecuación, la cual deriva de LVB:

$$K = \frac{[\ln(L_{\infty} - L_t) - \ln(L_{\infty} - L_{t+\Delta t})]}{(t_{t+\Delta t} + t_t)}$$

Se seleccionó el  $L_{\infty}$  en el cual se minimiza la varianza de la estimación del  $K$  (Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997).

**Método de Appeldoorn:** en esta rutina, basada en Appeldoorn (1987), se utilizó la función de crecimiento con oscilación estacional de Somers (1988), que tiene la forma

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0) - (CK/2\pi) [\sin 2\pi(t-t_s) - \sin 2\pi(t_0-t_s)]}],$$

en la cual  $L_t$ ,  $L_\infty$ ,  $K$ ,  $t$  y  $t_0$  son los habituales de la función de LVB, incorporándose el parámetro  $C$ , que modula la intensidad de la oscilación estacional del crecimiento y  $t_s$ , que marca el inicio de la oscilación en relación a  $t_0$ .

$$\text{Considerando } S(t) = (CK/2\pi) \sin 2\pi(t - t_s)$$

$$\text{y } S(t_0) = (CK/2\pi) \sin 2\pi(t_0 - t_s), \text{ con lo cual la función de LVB con oscilación}$$

estacional se puede reescribir como

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-[K(t-t_0) + S(t) - S(t_0)]}]$$

De acuerdo a esta ecuación, la longitud lograda por un individuo marcado tras un tiempo de libertad y recuperado, sería

$$L_{t+\Delta t} = L_\infty [1 - e^{-[K(t + \Delta t - t_0) + S(t + \Delta t) - S(t_0)]}]$$

La rutina en FISAT minimiza la suma de los cuadrados (SSE) del error, que es la diferencia entre el valor real del individuo recapturado y el valor estimado mediante esta función (Gayanilo *et al.*, 1996; Gayanilo & Pauly, 1997). Cuando  $C=0$ , no hay oscilación estacional, y lo que se ajusta es la función de LVB estándar.

#### 3.4.2.2. Estimación de parámetros utilizando la serie de tiempo de estructuras de talla.

En cada sitio de estudio se realizó, además del marcaje y recuperación de animales marcados, un muestreo poblacional. De este modo se cuenta para cada sitio con una serie de tiempo de la estructura de talla. El número de muestreos para cada sitio se muestra en la

Tabla IV. Estos datos permiten una estimación propia de parámetros de crecimiento. Para ello se utilizó la rutina ELEFAN I, incorporada en FISAT.

ELEFAN I es una rutina que ajusta una curva de crecimiento, opcionalmente con oscilación estacional, a una serie de tiempo de estructuras de talla. El procedimiento consiste en buscar el mejor ajuste, utilizando como índice de bondad de ajuste la relación entre la suma total de picos en la muestra y la suma de picos explicados por la curva. Para ese efecto la estructura de talla es reestructurada de tal manera que los picos (frecuencias más altas que las frecuencias vecinas) son transformados en valores positivos, proporcionales en magnitud a su importancia y en forma análoga, los valles (frecuencias más bajas que las frecuencias vecinas) son transformados en valores negativos, también en magnitud proporcional a su importancia. La suma total de picos resulta de la suma de todos los valores positivos en la muestra. A su vez, la suma de picos explicados por la curva resulta de la suma de todos los picos que son explicados por la curva, restando todos los valores de los eventuales valles por los que también pasa la curva. En síntesis, en lo esencial, el procedimiento consiste en seguir a través del tiempo las frecuencias máximas (que pueden o no representar cohortes) que existen en la muestra. De esta manera se acerca al experimento de marcaje, con la diferencia de que en este caso se siguen grupos en vez de individuos, siendo la marca del grupo su mayor frecuencia dentro de la población. El procedimiento aparece explicado en detalle en Gayanilo *et al.* (1996) y Gayanilo & Pauly, (1997).

En el presente trabajo se utilizó ELEFAN I solamente como un complemento a las estimaciones logradas mediante los individuos marcados y recapturados. Sólo se estimó con ELEFAN I el K, en un margen estrecho de búsqueda, fijando el  $L_{\infty}$  en cada caso en el valor obtenido a partir de los datos de marcaje y recaptura. También el C se mantuvo en principio en  $C=0$ , es decir ajustando una función de crecimiento sin oscilación estacional. De esta manera el ajuste de ELEFAN I representó la extensión y corrección del K de los individuos al K promedio de la población de cada sitio de estudio.

### 3.4.3. Pruebas de Hipótesis

La comparación dentro de la escala espacial (comparar el crecimiento a lo largo de la extensión geográfica entre la III y IV Región, para verificar la existencia de diferencias)

de las funciones de crecimiento se realizó mediante la prueba  $F$ . Esta corresponde a la razón entre un modelo “completo” y uno “reducido”. El modelo “completo” consiste en mantener los parámetros por separado para cada uno de los “set” de datos a comparar obtenidos mediante los estimadores de máxima verosimilitud, mientras que el modelo “reducido” consiste en la obtención de parámetros comunes para el mismo conjunto de “set” de datos. Si el modelo “reducido” no es estadísticamente diferente del modelo “completo”, entonces el modelo reducido será elegido como el mejor modelo (Quinn & Deriso, 1999).

Considere que  $RSS_i$  sea la suma de los cuadrados de los residuales del ajuste del modelo de crecimiento con  $p$  parámetros del  $i$ th “set” de datos de  $n_i$  observaciones y  $f_i = n_i - p$  como los grados de libertad de los residuales, entonces la suma de los cuadrados para el modelo completo y los respectivos grados de libertad se obtienen como

$$RSS_x = \sum_{i=1}^R RSS_i \quad \text{y} \quad f_x = \sum_{i=1}^R f_i = n - Rp,$$

respectivamente, donde  $R$  es el número de set de datos a comparar y  $n$  al número total de observaciones. Los cuadrados medios de los residuales corresponden a

$$\hat{\sigma}_x^2 = RSS_x / f_x.$$

El modelo “reducido”, el que corresponde a la hipótesis nula de igualdad, es ajustado agrupando todos los “set” de datos y estimando un único conjunto de parámetros, denotando como  $RSS_y$  a la suma de los cuadrados de sus residuales con  $f_y = n - p$  grados de libertad. El estadístico  $F$  usado en la prueba de hipótesis es referido como

$$F = \frac{RSS_y - RSS_x}{f_y - f_x} / \hat{\sigma}_x^2$$

con  $f_y - f_x = (R - 1)p$  grados de libertad del numerador y  $f_x = n - Rp$  del denominador. Cuando los “set” de datos a comparar fueron  $>2$  y estadísticamente diferentes, se hicieron comparaciones de “sub-set” de datos (Quinn & Deriso, 1999).

#### 3.4.4.- Estimación de la relación Longitud/Peso

Para cada uno de los muestreos se obtuvo la relación longitud/peso para cada especie seleccionada. De esta forma se obtuvo la relación funcional para cada estación del año y de esta forma se pudo determinar su variación en el tiempo. El intervalo de confianza para el *coeficiente de regresión*,  $b$ , estará dado por:

$$b \pm t_{\alpha(2), (n - 2)} S_b$$

donde

$$S_b = \sqrt{\frac{S_{Y \cdot X}^2}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}}$$

Aquí,  $S_{Y \cdot X}^2$  corresponde a la varianza de los residuales. De modo similar, el intervalo de confianza para  $a$  (intercepto), será

$$a \pm t_{\alpha(2), (n - 2)} S_{\hat{a}}$$

donde

$$S_{\hat{a}} = \sqrt{S_{Y \cdot X}^2 \left[ \frac{1}{n} + \frac{\bar{X}^2}{\sum x^2} \right]}$$

3.5.- **Objetivo específico 3:** Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

#### 3.5.1.- Descripción de comunidades y microambientes

##### Comunidades

Mediante buceo semiautónomo con equipo Hookah, se realizó un recorrido del submareal, perpendicular a la línea de costa, identificando las especies dominantes y su profundidad. En base a esta identificación se determinaron las principales comunidades presentes en cada uno de los sectores estudiados y se procedió luego a su caracterización. Posteriormente, se realizó una evaluación cuantitativa de cada una de las comunidades identificadas. Esta se realizó mediante transectos de 10 metros de largo por 2 metros de ancho en el cual se contaron todas las especies móviles que se encontraron. Las especies sésiles y las algas se determinarán mediante 5 cuadratas de 0,25 m<sup>2</sup> (50\*50 cm) dispuestas azarosamente dentro de cada transecto de 10 m. Los transectos fueron replicados al menos tres veces en cada comunidad.

La determinación de las comunidades se realizó mediante la especie dominante de acuerdo a la clasificación propuesta por Stotz *et al.* (in litteris).

##### Microambientes

Los microambientes dentro de cada comunidad se caracterizaron mediante cuadratas de 0,062 m<sup>2</sup> (25\*25 cm.). En cada una de estas cuadratas se determinó la especie dominante y su abundancia relativa. Además se determinó la densidad de las especies móviles que se pudieron encontrar. De igual forma para cada uno de los microambientes se anotó la comunidad donde se encontraban, la profundidad y características del sustrato tales como el tamaño de la roca (bolones, cantos rodados o roca maciza) o la presencia de grietas o hendiduras.

#### 3.5.2.- Búsqueda de juveniles de hasta 3 cm.

La búsqueda de juveniles se realizó mediante observación directa en cada una de las fechas en que se realizó el muestreo para determinar el crecimiento de las especies. El muestreo se realizó al día siguiente del muestreo de crecimiento o en algunos casos en el mismo día si se alcanzaba. Para tal efecto, dos buzos realizaron buceos perpendiculares a la línea de costa durante una hora revisando los distintos microambientes descritos en el punto anterior. Cuando se encontraron juveniles de *Fissurella* spp., estas se extrajeron y se anotó el tipo de microambiente en el cual se encontraban. Se consideraron juveniles todas las lapas con una talla menor a los 3 cm de longitud total. En general las lapas se lograron identificar a nivel de especie, ya que la mayoría de los individuos encontrados eran mayores a 1 cm y las características propias de cada especie ya eran distinguibles. En unos pocos individuos, principalmente de *F. cumingi* y *F. maxima*, para los cuales no fue posible identificar la especie, estos fueron descartados y no tomados en consideración. Debido a que esto ocurrió en muy pocas ocasiones, su descarte no afectó las conclusiones posteriores.

Posteriormente las lapas fueron medidas e identificadas. Además del microambiente donde se encontró cada lapa, se anotó la comunidad en que se encontraba, la profundidad y las características del sustrato (tales como grietas, hendiduras, superficie lisa o bajo la roca). A su vez se realizó una búsqueda en el intermareal durante una hora en marea baja de todos los juveniles que se pudiesen encontrar. Al igual que para el submareal, se identificó y se midió todas las lapas encontradas.

**3.6.- Objetivo específico 4:** Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

Para obtener datos de mortalidad natural, se acordó con cada una de las organizaciones titulares de las áreas de manejo que durante el período de muestreo no habrá pesca en los sitios de muestreo. De esta manera, el sitio de muestreo sería como una pequeña reserva dentro del AMERB. Sin embargo, esto en general no se respetó. Para dos de los sitios de estudio (Chañaral de Aceituno y El Sauce) se pudo identificar los periodos de pesca y por lo tanto, para estos sectores fue posible separar la mortalidad por pesca. Para ello se calculó una mortalidad total de todo el periodo, que incluyó la mortalidad por

pesca, y aparte se calculó la mortalidad previa al evento de pesca, que representaría el período con sólo la mortalidad natural. Para calcular la mortalidad total (Z) se utilizó la curva de captura linealizada convertida a longitudes de Pauly (1983, 1984a,b), inserta en las rutinas de FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996).

$$\frac{\ln C(L_1, L_2)}{t(L_1, L_2)} = c - Z * t \frac{(L_1 + L_2)}{2}$$

donde:

$C(L_1, L_2)$  = número de individuos capturados entre la longitud 1 y la longitud 2

$t(L_1, L_2)$  = intervalo de tiempo necesario para pasar de la longitud 1 a la longitud 2

c = constante ( $\ln N * (Tr) + \ln Z * Tr + (\ln Z)$ )

Z = la pendiente (-b)

Se consideró  $M = Z$ , para los sitios y/o períodos sin pesca.

**3.7.- Objetivo específico 5:** Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella* spp.

En general, la información requerida para probar los métodos de evaluación indirecta comprometidos proviene de muestreos de: captura, estructura de talla de las mismas, datos de marcaje para estimar crecimiento, relaciones longitud – peso y datos de esfuerzo pesquero (horas de buceo). Los parámetros de crecimiento utilizados provinieron de este estudio y los de mortalidad natural fueron tomados de literatura científica disponible.

### Capturas

Los datos de capturas anuales de lapas provienen de las áreas históricas de las 14 caletas de la III y de las 30 de la IV regiones, desde 1997 hasta el 2005. Junto a estos datos, se agregan los datos de cosechas de 6 AMERB de la III región y 18 AMERB de la IV región.

Asimismo, los datos de capturas diarias por bote, lugar de extracción y tiempo de buceo estuvieron disponibles sólo para la caleta de Pan de Azúcar, registrados durante 14 meses, entre abril de 2006 y noviembre de 2007. Para el resto de las caletas esta información no estuvo disponible. Respecto a datos tomados directamente en las caletas (captura, lugar, tiempo de buceo), existía la factibilidad de registrarlos directamente para algunas de las caletas con las que se trabaja habitualmente (por ejemplo, Totoral y El Sauce) y de esta manera enriquecer la data, sin embargo no hubo extracción de lapas durante el período de estudio en esas caletas.

### Estructuras de Talla

Las estructuras de tallas de las capturas históricas que estuvieron disponibles para la serie analizada (1997 a 2007), correspondieron a: Pan de Azúcar (III región), Totoralillo Norte, El Sauce y Las Conchas (IV región) y permitieron la prueba de los métodos de evaluación indirecta estructurados en talla (Análisis de pseudo-cohorte de Jones) y la estimación de parámetros basados en la talla y peso para el modelo de ARS.

### Crecimiento

Se dispuso de parámetros de crecimiento originados en este informe y que se presentan en la Tabla.V.

### Relación longitud peso

Se dispuso de datos para calcular la relación longitud-peso (Tabla VI) proveniente de los muestreos poblacionales para el marcaje y recaptura de lapas destinados a la estimación de parámetros de crecimiento de tres sectores en la III región y tres sectores en la IV región.

### Parámetros de mortalidad

Por su parte, estimaciones de mortalidad natural se han efectuado en algunas especies, principalmente en poblaciones ubicadas dentro de las áreas de manejo. Dichas estimaciones se resumen en la Tabla VII.

### Especies seleccionadas

Las principales especies de lapas desembarcadas en la III y IV regiones, tanto desde la zona histórica como desde las áreas de manejo son: Lapa negra (*Fissurella latimarginata*), Lapa rosada (*F. cumingi*) y Lapa reina (*F. maxima*). Sin embargo, dado la importancia relativa en el desembarque y la disponibilidad de información biológico-pesquera generada por el proyecto y con el propósito de probar los métodos de evaluación indirectos del stock, se utiliza como caso de estudio a la especie Lapa negra *F. latimarginata* de seis sectores de extracción de la III región y IV región.

#### 3.7.1.- Métodos de evaluación indirecta del stock del recurso *Fissurella* spp.

La evaluación indirecta de un recurso pesquero no cuenta con una definición convencional, pero podría indicarse que se trata de la estimación de la abundancia del stock de un recurso, usando un modelo de estimación que utilice variables que provengan de la actividad rutinaria de la pesquería, específicamente de la captura, del esfuerzo pesquero o de ambos. En general, este tipo de modelo ha sido desarrollado para ser aplicado en pesquerías de peces, dado que cumplen adecuadamente con los supuestos básicos de: i) stock unitario, ii) pool dinámico, iii) independencia espacial y iv) el agente extractor actúa aleatoriamente sobre el recurso. Estas restricciones son válidas tanto para modelos que usen estructuras de edades o de tallas (Ricker, 1975).

En invertebrados bentónicos, particularmente en gastrópodos, las restricciones postuladas para los métodos de estimación de abundancia que usan CPUE a una gran escala son insalvables. Sin embargo, en escalas locales y lapsos de tiempo intraanuales, la CPUE puede representar niveles de abundancia del stock, tal como lo mostró Geaghan & Castilla (1986) para el loco (*Concholepas concholepas*) y Barahona *et al.*, (2003) para el recurso erizo (*Loxechinus albus*) y por eso los métodos de evaluación recomendados han sido los de tipo “directo”, los cuales registran información sobre la densidad de ejemplares

de acuerdo a un diseño de muestreo, normalmente, estratificado por sustrato, usando una unidad de muestreo del tipo “cuadrantes” instalados a lo largo de una transecta dispuesta uniformemente en el área de estudio, justamente para recabar la heterogeneidad espacial. Este tipo de método no requiere los supuestos indicados para aquellos de tipo “indirecto” y por lo tanto, generan resultados más confiables (Orensanz *et al*, 2005, Orensanz & Jamieson, 1998).

Al momento de elegir un modelo apropiado para la evaluación indirecta del recurso *Fissurella sp.*, resulta determinante tener presente las características de las pesquerías asociadas a este recurso. Esto debido a que los modelos que este tipo de evaluación utiliza, se basan en estadísticas de captura y esfuerzo estandarizado de pesca por periodos de tiempo lo suficientemente largos. Cabe hacer notar que, existe para el recurso en cuestión, una pesquería de condición libre que no posee datos de entradas óptimos para este tipo de evaluación y si las estadísticas de captura no son correctas o las unidades de esfuerzo no pueden ser rigurosamente estandarizadas, entonces, los estimados provenientes de estos modelos pudieran estar altamente sesgados, generando predicciones inciertas. Por tales motivos, en este tipo de pesquería es recomendable generar estos datos de entrada a partir de una evaluación directa previa.

De acuerdo a las consideraciones planteadas, se propone a continuación la aplicación de tres métodos de estimación indirecta de la abundancia de los stocks locales de lapas, basados en información proveniente de las capturas y el esfuerzo de pesca:

- Método 1: modelo de análisis de cohorte de Jones (1984)
- Método 2: modelo de éxito de captura de Leslie & Davis (1936)
- Método 3: modelo generalizado de análisis de reducción de stock de Kimura & Tagart. (1982)

#### 3.7.1.1.- Método 1: Modelo de análisis de cohorte de Jones (1984)

Con estos antecedentes, por tanto, para la evaluación indirecta del recurso lapa, *Fissurella sp.*, se propone un modelo basado en el Análisis de cohorte de Jones (1984) cuya

principal ventaja es que puede ser usado para estimar la abundancia del stock estructurado por tallas, sin utilizar información sobre el esfuerzo pesquero.

El procedimiento básico consiste en estimar el número de individuos de la población que pertenece a cada uno de los intervalos de talla, y se refiere al número de ejemplares que alcanza el intervalo de tamaño durante el periodo de tiempo en que se obtuvo la captura. La función fundamental esta descrita por la ecuación:

$$N_t = \left( N_{(t+\Delta t)} * e^{\left[ \frac{(M*\Delta t)}{2} \right]} + C_{(t,t+\Delta t)} \right) * e^{\frac{(M*\Delta t)}{2}}$$

Donde:

$N_t$  = La abundancia de la cohorte de edad  $t$

$\Delta t$  = periodo de tiempo transcurrido entre intervalos de talla

$M$  = tasa instantánea de mortalidad natural

$C_t$  = desembarque (equivalente a captura) de ejemplares de la cohorte de edad  $t$

El termino  $\Delta t$  implica el periodo de tiempo transcurrido entre cada intervalo de talla en que se estructure la captura. El modelo requiere convertir  $\Delta t$  en un intervalo de tallas, ello se obtiene mediante el uso de los parámetros de crecimiento de la función de Von Bertalanffy:

$$\Delta t = t_{(L2)} - t_{(L1)} = \frac{1}{K} * \ln \left[ \frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right]$$

El término  $e^{\left( \frac{M*\Delta t}{2} \right)}$ , se lleva a una expresión en talla a través de.

$$e^{\left[ \frac{M}{2} * \frac{1}{k} * \ln \left( \frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right) \right]} = e^{\left[ \ln^* \left( \left( \frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right)^{\frac{M}{2k}} \right) \right]} = \left( \frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right)^{\frac{M}{2k}}$$

denominamos

$$H_{(L1,L2)} = \left( \frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2} \right)^{\frac{M}{2k}}$$

Luego, procediendo en el cálculo desde el último grupo de talla, estimamos  $N_{(L1)}$  como:

$$N(L1) = (N(L2) * H(L1, L2) + C(L1, L2)) * H(L1, L2)$$

Este modelo de tipo determinístico, permite estimar la abundancia media del stock y por cada grupo de talla entrega la abundancia media y la mortalidad por pesca. Para ello, requiere como datos de entrada un vector de captura a la talla, la tasa de mortalidad natural (M) que se asume constante a todos los grupos de talla, la mortalidad por pesca terminal ( $F_{ter}$ ) y los parámetros de crecimiento  $L_{\infty}$  y K.

Los parámetros poblacionales son obtenidos con el ajuste de funciones del tipo mínimo-cuadráticas, las cuales requieren datos estadísticos como: 1) registro de capturas por embarcaciones y zonas de extracción acumuladas en un periodo determinado acorde al ciclo natural del recurso lapa, 2) registro de tallas y pesos de la captura asociada a las mismas áreas de extracción en los mismos períodos de análisis y 3) delimitación y agrupamiento de la zonas de extracción que constituyen la unidad de stock analizada.

### 3.7.1.2.- Método 2: Modelo de éxito de captura de Leslie & Davis (1936)

El modelo de Leslie & Davis (1936), conocido como de éxito de captura, se fundamenta en establecer una relación funcional entre la abundancia del stock y la captura que va obteniéndose de él, entre cada evento de reclutamiento anual. Tiene la necesidad de ser aplicado a poblaciones que, después de cada evento de captura, muestran un proceso de redistribución en el área donde se aplicó el esfuerzo. Para ello, dicho proceso de captura debe ocurrir en lapsos de tiempo de días a semanas, tal como ocurre en la extracción de mariscos ubicados en hábitats costeros intermareales y submareales someros. En el caso de las lapas, el área de aplicación de este método correspondería a uno de mesoescala (Orensanz & Jamieson, 1998), la que correspondería a poblaciones dentro de una metapoblación, la cual hay que definir para este tipo de recursos. Esta escala es la típica de los bancos de pesca o de extracción, en los cuales se supone cierta homogeneidad respecto

al proceso de pesca o dinámica de los stocks explotados, tal como ocurre con los adoptados por la teoría clásica. La aplicación del método requiere una serie temporal de eventos de captura o extracción, asociados a un área determinada en un período de tiempo puntual, donde el poder de pesca y el coeficiente de capturabilidad “q” se suponen constantes. Así, en la captura por unidad de esfuerzo debería disminuir de manera lineal a medida que el esfuerzo extractivo y la captura se va acumulando en el tiempo.

Para el primer período se tiene:

$$cpue_1 = \frac{C_1}{N_1}.$$

Donde:

$cpue_1$  = captura por unidad de esfuerzo a  $t=1$

$N_1$  = abundancia del stock a  $t=1$

$C_1$  = captura lograda en  $t=1$

Luego, entre el período  $t=1$  y  $t=2$ , ocurre:

$$N_{(1,2)} = N_1 - \frac{C_1}{2}$$

donde,

$N_{(1,2)}$  = stock promedio entre los períodos  $t= 1$  y  $t=2$

Sabemos que:

$$cpue_1 = q * (N_1 - \frac{C_1}{2})$$

donde

q = coeficiente de capturabilidad

para la  $cpue$  en  $t=2$ , obtenemos:

$$cpue_2 = q * (N_1 - C_1 - \frac{C_2}{2})$$

Así, para cualquier, tiempo, la  $cpue$  será una expresión del stock menos la captura acumulada:

$$cpue_n = q * \left( N_1 - \left[ \sum_{j=1}^{n-1} C_j \right] + \frac{C_n}{2} \right)$$

con

$$Kn = \left( \sum_{j=1}^{n-1} C_j \right) + \frac{C_n}{2}$$

donde:

$cpue_n$  = captura por unidad de esfuerzo en cualquier período n de tiempo.

n = 1,2,3,...,n períodos o eventos de captura

tanto, q como  $N_1$  son coeficientes estimados por medio de una regresión entre  $cpue$  y  $Kn$  en la función:

$$cpue_n = (q * N_1) - q * K_n$$

donde:

$(q*N_1)$  = corresponde al intercepto de la función lineal

q = pendiente de la función lineal.

El estimador de varianza correspondiente de N, en términos general viene dado por.

$$\text{var}( N ) = \text{var}\left( \bar{K}_n + \frac{\overline{cpue}}{\hat{q}} \right)$$

pero  $Kn$  se supone medido sin error, por lo tanto,

$$\text{var}( N ) = \text{var}\left( \frac{\overline{cpue}}{\hat{q}} \right)$$

con:

$$\text{var}( q ) = \frac{\sum (cpue_i - \overline{cpue})^2}{\sum (K_i - K_n)^2}$$

por su parte, varianza de la  $cpue$  puede ser estimada a través del método Delta (Goodall),

donde:

$$\begin{aligned} \text{var}(cpue) &= \left( \frac{\delta cpue_1}{\delta K_1} \right)^2 \text{var}(K_1) + \left( \frac{\delta cpue_2}{\delta K_2} \right)^2 \text{var}(K_2) + \dots + \left( \frac{\delta cpue_n}{\delta K_n} \right)^2 \text{var}(K_n) \\ &+ 2 \left( \frac{\delta cpue_1}{\delta K_1} \right) \left( \frac{\delta cpue_2}{\delta K_2} \right) \text{cov}(K_1, K_2) + \dots \end{aligned}$$

Así,

$$\text{var}(\hat{N}) = \text{var}\left(\frac{\overline{cpue}}{K_1}\right) = \left(\frac{1}{q^2}\right) * \left(\frac{\text{var}\left(\frac{\sum (cpue_i - \overline{cpue})^2}{n-2}\right)}{n}\right) + \left(\frac{\overline{cpue}}{q^2}\right) \text{var}(\bar{q})$$

3.7.1.3.- Método 3: Modelo generalizado de análisis de reducción de stock de Kimura & Tagart. (1982).

Una vez que se tiene determinada la abundancia del recurso en el tiempo t y se conocen los parámetros de su dinámica poblacional, es posible hacer predicciones o proyecciones sobre los niveles que tendrá el stock al tiempo t+1 sometido a tasas de explotación determinadas.

El modelo utilizado para tal proyección fue construido por Kimura & Tagart (1982) y posee tres algoritmos básicos de cálculo.

El primero se refiere a la estimación del reclutamiento en el período t=1 ( $R_1$ ) indicado como:

$$R_1 = B_1 * \frac{[(1 - e^{(-M)}) + \rho(e^{(-2M)} - e^{(-M)})]}{(1 - \rho * \omega * e^{(-M)})}$$

donde,

- B1 = biomasa del stock al tiempo t=1
- M = tasa instantánea de mortalidad natural
- $\rho$  = 1 - (wk / Woo)
- $\omega$  = wk-1 / wk
- wk = peso medio de los individuos de edad k
- k = índice de edad de reclutamiento a la pesquería (equivale a la edad de entrada a la pesquería (tc) del modelo de Beverton & Holt).

Woo = peso de longitud asintótica Loo.

El segundo algoritmo evalúa la biomasa al tiempo = 2, ya B1 es un parámetro de entrada.

$$B_2 = (1 + \rho) * s_1 * B_1 - \rho * s_1 * e^{(-M_{F1})} * B_0 + R_2 - \rho * \omega * s_1 * R_1$$

donde,

s1 = tasa de sobrevivencia del stock al tiempo t=1, equivale al valor de (exp(-Z1)).

F1 = tasa instantánea de mortalidad por pesca al tiempo t=1.

y finalmente, la tercera función estima la biomasa del stock a t>1.

$$B_i = (1 + \rho) * s_{(I-1)} * B_{(I-1)} - \rho * s_{(I-1)} * s_{(I-2)} * B_{(I-2)} + R_I - \rho * \omega * s_{(I-1)} * R_{(I-1)}$$

aquí, Bi del reclutamiento del período presente (I) y anterior (I-1), así como de las biomazas de stock en los períodos (I-1) e (I-2).

### 3.7.2.- Método de Thompson & Bell de rendimiento por recluta.

Se utilizó del Modelo de Thompson & Bell (1934), basado a la talla para evaluar el rendimiento por recluta del recurso lapa en el sector de Caleta el Sauce (IV Región). Este tipo de modelos estructurados se denominan predictivos por cuanto permiten pronosticar el efecto de medidas de manejo tales como cambio del tamaño de la flota, talla de captura, cierre de temporadas o cierres de áreas (Sparre & Venema, 1995).

La pesquería del recurso lapa, presenta características especiales por estar conformada por multiflotas y multiespecies con diferentes zonas de pesca y más de un reclutamiento al año. Debido a lo anterior, la información para el análisis del rendimiento por recluta se estructuró para ser utilizada en el Software BEAM4. Este programa es un Modelo Bio – Económico analítico, del cual sólo se utilizará el sub – modulo Biológico/Técnico para los fines de este proyecto. Este software tiene una serie de propiedades que permiten integrar en el análisis del rendimiento por recluta, los componentes multiflotas, multiespecies y diferentes zonas de operación, como fueron

comprometidos en la propuesta técnica de este proyecto. El software BEAM 4 tiene además la capacidad de incorporar en el modelo dos componentes que podrían ser importantes en el análisis del rendimiento por recluta de esta pesquería; el primero es la migración, factor que ha sido sugerido en el recurso lapa por algunos autores, los cuales indican que los juveniles reclutarían en el intermareal donde existen micro – refugios para posteriormente migrar al submareal (Brown, 1997; Kay, 2002 y Hausen 2003). Las observaciones anteriores dejan tácitamente planteada la posibilidad que estos juveniles migren paulatinamente a las zonas donde se encuentran los adultos. La decisión de incorporar esta componente se definió utilizando información pesquera de áreas de manejo disponibles para los autores. El segundo componente es la facultad de incorporar más de un “peak” de reclutamiento a la pesquería en el año; este aspecto que es de suma importancia debido a que se ha reportado que las especies de esta pesquería mantienen aproximadamente dos.

Una de las garantías generales de utilizar el modelo de Thompson & Bell (1934), que es la base del software BEAM4, es que mantiene la facultad de operar con poblaciones en equilibrio que permiten realizar predicciones de largo plazo y poblaciones en no – equilibrio, para la cual se pueden realizar predicciones de corto plazo. Para el objetivo de evaluar el rendimiento de un sistema pesquero se utilizará sólo la opción de largo plazo, considerando que mucha información de entrada son supuestos teóricos que apuntan más a entender y sistematizar la dinámica de la pesquería de lapas, que a entregar valores precisos de capturas sustentables.

#### 3.7.2.1.- Diseño del modelo.

Las siguientes tablas muestran la conformación de los datos de entrada para esta pesquería mixta multiflotas. Se trabajó con 3 especies de lapas y 2 artes de pesca (flotas). Los datos básicos son los individuos capturados por grupo de edad (o talla):

Datos de entrada para pesquería mixta de multiflota en un solo periodo de tiempo.

ESPECIES	Buzo apnea	Buzos Hooka	Captura Total
Lapa negra	C(1,b,i)	C(1,c,i)	C(1,i)
Lapa frutilla	C(2,b,i)	C(2,c,i)	C(2,i)
Lapa máxima	C(3,b,i)	C(3,c,i)	C(3,i)

$C(y,s,g,i)$  = Número de individuos de la clase de talla ( o grupo de edad)  $i$ , de la especie  $s$ , capturado por la flota  $g$ , durante el periodo de tiempo  $y$ .

$$s = 1, 2, 3$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n(s)$$

$$g = a, b, c$$

$$y = y_1, y_1+1, \dots, 0, y_2$$

La tabla muestra solo una pequeña parte de los datos. Es sólo uno de los cuadros de una serie de tiempo, y cada índice  $i$  simboliza una frecuencia de tallas completa de  $i = 1, 2, \dots, n(s)$  observaciones, donde  $n(s)$  es el número de clases de talla en el recorrido de longitudes de la especie  $s$ . La columna del extremo derecho del cuadro contiene el número total de individuos capturados.

$$C(y, s, i) = \sum_{g=a}^c C(y, s, g, i)$$

Número de ejemplares de la clase de talla (o grupo de edad)  $i$ , de la especie  $s$ , capturado por todas las flotas durante el periodo de tiempo  $y$ .

Una vez realizado el análisis de cohorte, para cada especie los resultados de número medio y mortalidad serán:

Especie	Número de individuos en el Stock	Mortalidad por pesca
Lapa negra	N (1)	F(1)
Lapa frutilla	N (2)	F(2)
Lapa máxima	N (3)	F(3)

Cada registro de esta tabla representa una serie ordenada (vector)

$$N(s) = (N(s,1), N(s,2), \dots, N(s,n(s)))$$

$$F(s) = (F(s,1), F(s,2), \dots, F(s,n(s)))$$

La tabla ilustra la mortalidad por pesca total separada en mortalidades por pesca por flota.

ESPECIES	Buzo apnea	Buzos Hooka	Captura Total
Lapa negra	F(1,b)	F(1,c)	F(1)
Lapa frutilla	F (2,b)	F (2,c)	F (2)
Lapa máxima	F (3,b)	F (3,c)	F (3)

Las 2 tablas anteriores constituyen los datos de entrada para la predicción de la captura de una pesquería mixta de Thompson & Bell (1934), basada en la talla (o edad). El primer paso consistió en definir hipótesis para las series de F de cada flota. El segundo paso es sumar las mortalidades por pesca de cada especie. El tercer paso es hacer una predicción de captura de Thompson & Bell, basada en tallas para cada población. El cuarto paso es distribuir las capturas por grupo de tallas entre las flotas y convertir las capturas en valores. Finalmente, los valores de las capturas de las diferentes especies se suman para cada flota y para el total de total de la pesquería multiflota.

Se reconoce que la utilización de un modelo basado en el supuesto de agregamiento dinámico (Dimamic pool model) para un recurso sésil como las lapas, sobreestima el potencial productivo del recurso aumentando el riesgo de colapso (Seijo *et al.*, 1994). Sin embargo, este sesgo puede ser aceptado si se mantienen los adecuados resguardos en la administración de la pesquería. El objetivo de operar con este modelo es utilizarlo como una herramienta sencilla de acercamiento que permita trabajar con las particularidades de la Pesquería de lapas en la operación multiflota y multiespecie y generar escenarios futuros

teóricos al cambiar algunas medidas de manejo. Además, se pretende alcanzar una comprensión de la distribución espacio temporal de este recurso, que permitan evaluar la magnitud del sesgo que significaría no considerar esta variable. Existen otras experiencias en la literatura actual que han utilizado el Modelo de Thompson y Bell en pesquerías de moluscos (Arreguín-Sánchez, *et al.* 1999; Ortiz, *et al.*, 1999; Wolff & Mendo, 1999; Cruz & Borda, 2003; Fahy, *et al.*, 2003).

#### 3.7.2.2.- Valores de entrada para el modelo BEAM 4.

- Parámetros de Crecimiento, Mortalidad Natural y relación longitud peso.

Para los recursos lapa negra y lapa frutilla, se utilizaron los parámetros de crecimiento y mortalidad natural, obtenidos desde los muestreos realizados durante el proyecto. En el caso del recurso lapa máxima, se utilizaron los parámetros obtenidos por Bretos, 1982 y el máximo valor de M teórico esperado al valor de K utilizado (0,787).

Los parámetros de la relación longitud – peso obtenidos para las áreas históricas durante los muestreos del proyecto para el recurso lapa frutilla, fueron empleados para las 3 especies de lapas; esto con el fin de evitar variaciones estacionales del índice que sólo incorporarán ruido al sistema.

- Captura o Número inicial del stock

El modelo de Thompson & Bell (1934), puede trabajar con datos de captura de la flota o datos de evaluaciones directas. Para el caso de este proyecto, se utilizará la abundancia total de individuos; valor resultante de la multiplicación de densidad por área. Los valores de las estimaciones de densidades fueron obtenidos desde los muestreos del proyecto realizados en áreas históricas; mientras que la estimación de superficie total de distribución del recurso, fue calculada mediante herramientas SIG, utilizando un buffer de 100 m de ancho para una línea de costa de IGM a una escala de 50.000 (Datum PSAD 56 19 S). A esta expresión de superficie se restaron los campos de arena (playas) y el área restante se

circunscribió a un radio de acción de la flota de aproximadamente 15 Km. Se utilizó esta longitud de radio, considerando los análisis previos que ha realizado el equipo de trabajo de este proyecto, en flotas de diferentes caletas que están orientadas a recursos bentónicos. La abundancia total de individuos se ponderó por el vector de proporciones, obtenido de los muestreos de longitud, para obtener el número de individuos a la talla. Este cálculo permite realizar estimaciones de rendimiento por recluta para el área de caleta El Sauce.

- Periodos y número de Reclutamiento.

Los muestreos del proyecto indican 2 reclutamientos en el año; uno durante los meses de junio a agosto y un segundo durante noviembre a febrero. En base a esta tendencia, se incorporó en las matrices del programa un evento de reclutamiento en julio y otro de igual intensidad en enero. Si bien el programa permite especificar variaciones en la intensidad y extensión de los reclutamientos dentro del año, esta función no se utilizó, considerando que los datos de terreno de este proyecto, no nos permiten mayores precisiones en las tendencias del reclutamiento intra - anual. El número de individuos en cada reclutamiento intra – anual correspondió a la cantidad obtenida para el rango de talla de TML (65 mm), desde el número de individuos totales.

- Selectividad de los aparejos L50%, L75%

En ambos artes de pesca (Apnea y Hooka), se consideró que existe una captura importante de individuos del recurso lapa que están bajo la talla mínima legal. Sin embargo, estos individuos poseen menor interés comercial por su bajo rendimiento en carne. En atención a lo anterior se definió que individuos de 55 mm de largo presentan un 50% de selectividad en la pesquería y que los individuos de 60 mm mantienen un 75% de selectividad, mientras que todos los individuos mayores a 65 mm de longitud presentan selectividad igual a 1.

- Coeficiente de capturabilidad

El coeficiente de capturabilidad de la flota fue estimado para el proyecto, utilizando el modelo de éxito de captura de Leslie & Davis (1936).

- Definición de zonas de pesca

En el modelo pesquero se distinguen 2 zonas de pesca desde la superficie total de distribución del recurso; una zona de pesca Apnea (Área Apnea) y una Zona de pesca Hooka (área hooka). Estas zonas no se postulan como dos entidades separadas, sino que conforman un mosaico con recuadros de uno y otro tipo distribuidos más o menos heterogéneamente. Se postula esta diferenciación de áreas porque es un hecho que ocurre en la pesquería, considerando que entre los pescadores se reconoce que los buzos apnea operan con mayor libertad en zonas donde los buzos Hookah se sienten muy limitados a acceder; como serían los "puntones", las "barras" y los "bajeríos de bolones", los cuales se distribuyen heterogéneamente en el mosaico del litoral. Mientras que por otro lado existe una obvia limitación de los buzos apnea para acceder a caladeros con profundidades mayores a 7 metros.

Se debe considerar que el modelo BEAM4, no requiere una delimitación geográfica de las zonas, basta con conocer la disminución en capturabilidad de cada flota al operar en la otra zona y estimar la abundancia de los recursos en cada una de las zonas. Como supuesto inicial razonable se consideró que la zona de pesca apnea (área apnea), corresponde a un 0,25% del área total. Este factor se utilizó para ponderar tanto la capturabilidad de las flotas como el número total de individuos de las diferentes especies de lapas en ambas áreas.

- Definición de potenciales migraciones.

Se planteó una potencial migración de lapas entre las zonas del mosaico; la razón de postular esta condición se debe a la motivación de incorporar en el modelo ciertas diferencias en la composición de talla que ocurren entre la extracción de buzos Hookah y

buzos apnea. Esta diferencia no puede ser explicada por cambios en la selectividad de pesca, por cuanto ambas flotas monitoreadas reconocen que no existe selección de especies y que recolectan todo lo que supere la talla de interés comercial. La tendencia de estas diferencias se mantiene en las 3 zonas donde se ejecutó una experiencia controlada. Dos explicaciones plausibles para estas diferencias son que exista variaciones en la mortalidad natural en ciertos rangos de edad entre las zonas “área apnea” y “área Hookah” o que exista migración entre zonas por parte de un grupo de edad. Se decidió comenzar el modelo con la segunda explicación, debido a que la expresión de los factores de migración y mortalidad se entre - mezclan en la condición de la estructura de talla y no se poseen antecedentes suficientes para discriminar entre ellos, durante el periodo de este proyecto. Se trabajó un escenario donde se consideró que los individuos mayores de 3 años migran en un 5% de cada grupo de longitud. En el caso de *Fissurella latimarginata* la migración es de las áreas Hooka hacia las áreas apnea y en los individuos de *Fissurella maxima* la tendencia es inversa.

- Unidades de pesca, número de viajes y máximo esfuerzo.

Las unidades de pesca para la flota hooka son los botes, mientras que para la flota Apnea son los buzos apnea. En el caso de los botes, se consideraron los botes inscritos en la caleta, mientras que en los buzos apnea se consultó cuantos realizaban ese tipo de extracción en los últimos 5 años. En Pan de Azúcar el número de viajes provino de una recopilación de la actividad pesquera que realizó IFOP, 1996, que indica 180 viajes durante el año de muestreo, estableciendo un promedio de 15 viajes al mes. En el caso de caleta El Sauce, se consideró que en un año normal la flota de botes trabaja un promedio de 1 semana al mes. El cálculo de horas de buceo se estableció considerando una duración de 4 horas de buceo por viaje. Las estimaciones de rendimiento por recluta se realizaron para el área de Caleta El Sauce.

**3.8.- Objetivo específico 6:** Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella* spp. en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la III y IV Regiones.

El estado de situación del recurso lapa en la III y IV regiones se abordó de dos maneras diferentes. Por un lado se estimó el estado de situación de las distintas especies de lapas mediante el método indirecto propuesto en el objetivo específico 5. Por otro lado se realizaron muestreos directos en sectores escogidos fuera de las áreas de manejo

#### 3.8.1.-Evaluaciones directas

Se realizó una evaluación de la densidad y estructura de tallas de lapas en cada una de las zonas de pesca habituales de los pescadores de las caletas en las que se realizó el estudio. Para tal efecto se consultó a los pescadores los lugares donde habitualmente en la actualidad realizan extracciones de lapas. Este lugar fue evaluado mediante cuadratas de 1 m<sup>2</sup> distribuidas al azar en 4 sitios distintos en cada sector de área histórica. Se realizaron 100 cuadratas en cada uno de los lugares, en los que se contaron todas las lapas de las distintas especies encontradas.

La estructura de tallas para cada una de las especies se realizó recolectando todos los individuos que aparecieron en las cuadratas. Además, en caso de que este número fuese insuficiente, se realizó un barrido posterior con el fin de obtener un mayor número de individuos. Los individuos se midieron con pie de metro con precisión de 1 mm y pesados con precisión 0,01 gr.

## 4.- RESULTADOS

**4.1.- Objetivo específico 1:** Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella* spp., en la zona de estudio.

4.1.1.- Pesquería histórica del recurso lapa.

4.1.1.1.- Desembarques históricos.

Las estadísticas de pesca de este recurso existentes en los registros del SERNAPesca describen a la lapa como una pesquería multiespecífica y no discriminan entre especies por lo que estas se presentan bajo el nombre genérico de lapas. Por lo tanto en las estadísticas de pesca no se diferencian las capturas de las distintas especies.

### III Región

Para la III región las capturas de lapas desde 1993 en adelante mostraron desembarques en torno a las 400 toneladas con variaciones entre años ya sea al alza o baja hasta el año 2001 (Fig. 3). En el año 2002 se observa un aumento de los desembarques llegando a cerca de las 1200 toneladas desembarcadas (Fig. 3). Luego los desembarques vuelven a bajar manteniéndose alrededor de las 600 toneladas anuales, pero para el año 2005 se observa una importante disminución de las capturas.

Los mayores desembarques en esta región se observan en las caletas de Huasco, Caldera, Pan de Azúcar y Chañaral de Aceituno (Fig. 4).

### IV Región

Los desembarques históricos de lapas en la IV región se mostraron relativamente constantes entre el año 1997 y el 2003, aunque con una pequeña tendencia a la baja (Fig. 5). En el año 2004 se observa un aumento de las capturas producto principalmente del buen

precio que alcanzó este recurso en dicho año. En los años siguientes (2005 y 2006) los desembarques desde las áreas históricas disminuyeron a los niveles más bajos de todo el periodo. Esta disminución pudo deberse a la importante baja del precio del recurso, lo que provocó que en muchas caletas se dejara de extraer en esas temporadas. Por caleta, se observan los mayores desembarques históricos en Coquimbo, Los Vilos y Punta de Choros (Fig. 6).

#### 4.1.1.2.- Fuerza de trabajo.

El número de personas inscritas en el recurso lapa en la III región alcanza las 672 personas, principalmente buzos mariscadores (Fig. 7). En la IV región el número de personas inscritas en el recurso lapa alcanza las 2879 personas y el número de buzos y orilleros es similar (Fig. 8). La extracción del recurso lapas se realiza por medio de embarcaciones de madera con motor fuera de borda o a remo y mediante buceo semiautónomo. El número de embarcaciones de este tipo existentes en la III región llega a las 407 y en la IV región a las 1125 ([www. Sernapesca.cl](http://www.Sernapesca.cl)). También existe una extracción realizada por orilleros los que extraen este recurso, ya sea del intermareal o desde el submareal, mediante el buceo apnea. Sin embargo, al no estar inscritos y trabajar principalmente de manera no formalizada, no es posible conocer el número de personas que se dedica a esta actividad.

#### 4.1.2.- Zonas de pesca actuales.

##### Caleta Pan de Azúcar

De acuerdo a los pescadores de esta caleta, la extracción de lapas en la caleta Pan de Azúcar se desarrolla completamente en los sectores al sur de la caleta y en el sector de la isla Pan de Azúcar (Fig. 9). Sin embargo, algunos miembros de esta caleta comentaron que además trabajan hacia el norte de su área de manejo, pero esto no es reconocido oficialmente, debido a que con ello traspasan el límite regional, lo que no les está permitido por la legislación actual. En todos estos sitios se extraen de igual manera tanto *F. latimarginata* como *F. cumingi*, sin que los pescadores discriminen lugares donde aparezca más una especie que otra.

### Caleta Carrizal Bajo

Las zonas de pesca de Carrizal Bajo se extienden principalmente unos 15 Km al norte y sur de la caleta (Fig. 10). En dicho sector la recolección de lapas se realiza principalmente desde embarcaciones, pero también existe cierto nivel de recolección por parte de los orilleros. La recolección se realiza principalmente en el sector somero del submareal y se extrae principalmente lapa negra.

### Caleta Chañaral de Aceituno

En Chañaral de Aceituno, la extracción de lapas es realizada hacia el norte de la caleta. Se parte desde la caleta y se extiende el área hasta el AMERB de caleta Los Burros, siendo lugares importantes de extracción la zona comprendida entre la caleta y Punta La Locita y Punta Pala Gorda (Fig.11). Las capturas son realizadas tanto por orilleros como por buzos. Según los dirigentes organizacionales, gran parte de las capturas realizadas por los orilleros no son declaradas al Servicio Nacional de Pesca, por lo tanto, las estadísticas oficiales estarían subestimando los desembarques de Caleta Chañaral de Aceituno.

En esta zona, los buzos desde bote extraen principalmente tres especies de lapas: *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* y los orilleros o buzos a resuello extraen *F. crassa*, *F. maxima*, *F. latimarginata*, *F. cumingi*, *F. limbata* y en baja proporción *F. bridgesii*.

### Caleta Totalillo Norte

En caleta Totalillo Norte la extracción se realiza principalmente en el sector sur de la caleta hasta el sector de Isla Tilgo o Trigo (Fig. 12). Las principales especies desembarcadas en esta caleta corresponden a lapas de las especies *F. latimarginata* y *F. cumingi*, las cuales son desembarcadas principalmente por embarcaciones.

## Caleta El Totoral

En caleta El Totoral, la extracción de lapas es realizada principalmente entre la zona de Punta Lengua de Vaca, por el norte y hasta Las Vegas, por el Sur (Fig. 13). La actividad es realizada principalmente por orilleros durante los periodos de bajamar o a resuello durante los meses de invierno, capturándose principalmente las siguientes especies: *F. latimarginata*, *F. cumingi*, *F. maxima*, *F. crassa* y *F. limbata*.

Durante los meses de verano cambia la estrategia de captura, pues se realiza desde bote. En esa época la lapa se extrae mientras se trabaja en la extracción de pescados de roca y jaibas, desembarcándose unos 80 kilos de lapas por jornada de trabajo, no más de dos veces por semana.

La extracción en el AMERB es realizada mayoritariamente a resuello y sólo se trabajan los bajo profundos con buzos.

## Caleta El Sauce

La extracción de lapas en caleta El Sauce se desarrolla principalmente hacia el sector sur de la caleta, principalmente en el sector colindante con el área de manejo y en el sector cercano a la costa del parque nacional Fray Jorge (Fig. 14). Hacia el sector norte de la caleta se encuentran las áreas de manejo de caleta Talcaruca por lo que no realizan extracciones hacia este sector.

## Caleta Las Conchas

En caleta Las Conchas las áreas en que tradicionalmente se han desarrollado las extracciones se encuentran en la actualidad casi completamente solicitadas como áreas de manejo. Esta situación ha restringido la actividad al sector denominado Punta de Lobos, cercano a la caleta Cascabeles (Fig. 15). En este sector confluyen casi todas las caletas del sector, por lo que el esfuerzo pesquero es importante en ese lugar. Se captura principalmente *F. latimarginata* y *F. cumingi*.

#### 4.1.3.- Comercialización del recurso.

La comercialización del recurso en todas las caletas estudiadas se realiza mediante venta directa en la playa, generalmente a un intermediario el que posteriormente la vende a una planta procesadora. Los precios reportados por los pescadores artesanales para la presente temporada se encuentran en valores de 700 pesos para lapas de fuera del área de manejo y de 900 pesos para lapas de AMERB. Estos valores están muy por debajo de los observados en la temporada 2004-2005 donde se alcanzaron valores de hasta 1600 pesos para lapas provenientes de zonas de pesca fuera de las áreas de manejo y de hasta 2800 pesos para lapas provenientes de lapas de áreas de manejo en caletas como Pan de Azúcar, Chañaral de Aceituno y Totoral.

Respecto a los compradores existen distintos intermediarios los cuales venden su producción a plantas pesqueras, que en la III región son tres: Multiexplort, Mardecal y Genjumar ubicadas en Caldera. En la IV región las plantas pesqueras que procesan lapas son principalmente la planta Procomar Ltda. y Conservera Coquimbo.

#### 4.1.4.- Áreas de manejo.

##### 4.1.4.1- Desembarques

### III Región

Para la III región existe un total de 31 áreas de manejo decretadas y operativas con sus planes de manejo funcionando, de las cuales un 68,4 % tiene como especie objetivo a *F. latimarginata*, un 47,3 % a *F. cumingi*, y sólo un 21.05% de las áreas solicitaron a *F. maxima* como especie objetivo. Además existe un número importante de AMERBs que tienen como recurso objetivo a las lapas, sin especificar de cual especie se trata (36.8%). Los desembarques de estas especies comenzaron en 1999 y mostraron un incremento durante los primeros años, para después disminuir tanto en volumen como en el número de áreas de manejo que declararon desembarques (Fig. 16). Para *F. latimarginata* por ejemplo, se observa un importante aumento en los desembarcos durante los primeros años, debido por una parte al

hecho se iban incorporando más áreas de manejo con el paso del tiempo y por otro, a que además las capturas en cada uno de las áreas aumentó. Sin embargo, en los últimos años los desembarques de esta especie han disminuido de manera importante (Fig. 16). Para *F. cumingi* se observa un patrón similar.

#### IV Región

En la IV región el número de áreas que poseen su plan de manejo funcionando alcanza las 62. Para esta región las especies de lapas también son solicitadas habitualmente entre las especies principales de cada una de las AMERBs. Así un 83 % de las AMERBs han solicitado a *F. latimarginata*, 81 % a *F. cumingi*, y 4,6 % a *F. maxima* (Fig. 17). Los desembarques para esta región muestran un patrón similar al observado para la III región, con aumentos iniciales de los desembarques con un número creciente de áreas reportando desembarques para posteriormente disminuir los desembarques aunque de manera paulatina (Fig. 17). *F. maxima* muestra desembarques variables y reducidos, producto de las pocas áreas que desembarcan esta especie, al punto para el año 2005 no se registren capturas de esta especie en las áreas de manejo de la IV región (Fig. 17)

##### 4.1.4.2.- Estado de las poblaciones en las AMERBs.

#### III Región

En la III región el estado de las poblaciones de esta especie ha mostrado distintas situaciones. Por un lado, se observan áreas de manejo donde la abundancia ha aumentado o se ha mantenido y que por lo tanto demuestra que las poblaciones se están recuperando o se mantienen en equilibrio (Tabla VIII). Sin embargo, existen situaciones como Punta Copiapó donde a pesar de que las abundancias de *F. latimarginata* han aumentado se observa un cambio importante en las proporciones de tallas indicando problemas poblacionales. Por el contrario para Punta Froden se observa que si bien existe una disminución de la abundancia de *F. latimarginata*, esta se relaciona a un aumento en el indicador del IC de los individuos y que

por tanto probablemente la baja de la abundancia sea un ajuste a la capacidad de carga del sistema (Tabla VIII).

#### IV Región

Para la IV región se observa que las poblaciones de lapas de un gran porcentaje de las áreas de manejo muestran una recuperación de su estado poblacional (Tabla VIII). Para *F. latimarginata* sólo las áreas de manejo de Totoralillo Norte B, Las Minitas y Los Vilos C muestran un deterioro provocado principalmente por un deterioro de las abundancias. En áreas como Chungungo C, Hornos, Península Coquimbo y Pichidangui se observa un deterioro, ya sea en la abundancia o del IC, pero que podría reflejar sólo un ajuste a la capacidad del sistema. Para *F. cumingi* sólo se observó un deterioro para las áreas de manejo de Totoralillo Norte B y Hornos. Un deterioro para ambas especies en estas dos caletas puede estar indicando cambios en las condiciones ambientales del área de manejo o un mal manejo con extracciones excesivas.

**4.2.- Objetivo específico 2:** Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

4.2.1.- Parámetros de crecimiento mediante marcaje y recaptura.

Durante el proyecto se logró marcar un total de 3416 lapas, de las cuales 2275 correspondieron a individuos de *F. latimarginata*, 905 a *F. cumingi* y 236 a *F. maxima*. El número de lapas marcadas en cada lugar y cada especie se muestra en la Tabla IX. El porcentaje de individuos marcados recuperados varió entre los distintos sectores, pero en general fue satisfactorio ya que se logró recuperar hasta un 72.9 % de las lapas marcadas (Tabla IX). Sólo para *F. maxima* el número, tanto de marcados como de recuperados, fue insuficiente, debido principalmente a la baja densidad en que se encontró esta especie en los sectores de estudio. Esto no permitió obtener una cantidad de datos suficientes para una buena estimación de los parámetros de crecimiento. De hecho, la baja abundancia de *F. maxima*

quedo en evidencia en las evaluaciones directas desarrolladas en las áreas históricas, donde no se encontraron individuos de la especie (ver punto 4.6.1).

#### Quinn & Deriso

Los resultados de la estimación de los parámetros de crecimiento mediante el método de Quinn & Deriso se muestran en la Tabla X. Los valores de  $k$  calculados por este método cuando se dejó el  $L_{\infty}$  fijo, variaron entre 0,5 en Pan de Azúcar y 0,81 en Chañaral de Aceituno. Para *F. cumingi* en tanto se obtuvieron valores extremos de  $k$  de entre 0,34 y 0,97 para El Sauce y Chañaral de Aceituno respectivamente (Tabla X).

#### Gulland & Holt

Las gráficas de los plots de Gulland & Holt para las distintas especies de lapas se muestran en las figuras 18 a 21. Para *F. latimarginata*, el valor de  $k$  calculado cuando el  $L_{\infty}$  fue fijo varió entre 0,43 en Pan de Azúcar y 0,79 en Carrizal Bajo en la III región (Fig. 18). Para la IV región en tanto el menor valor de  $k$  se observó en Totalillo norte.

Para *F. cumingi* se observó un  $k$  calculado con un  $L_{\infty}$  fijo entre 0,4 y 0,7 (fig. 20 y 21)

#### Appeldoorn

Las gráficas y parámetros de crecimiento estimados mediante el método de Appeldoorn se muestran en las figuras 22 a 25. Los valores de  $k$  estimados para *F. latimarginata* mediante este método con el  $L_{\infty}$  fijo, variaron entre 0,51 en Pan de Azúcar y Totalillo Norte y 0,81 para Chañaral de Aceituno.

Para *F. cumingi* por su parte el valor de  $k$  calculado fijando el  $L_{\infty}$  varió entre 0,34 en el sector de El Sauce y 0,7 en el sector de Pan de Azúcar.

#### Munro

Las gráficas de los parámetros de crecimiento estimados por el método de Munro se muestran en las figuras 26 a 29. El valor de  $k$  más alto estimado mediante este método para *F. latimarginata* fue de 0,9 para El Sauce, en tanto que en Pan de Azúcar se encontró el valor más bajo para esta especie. Para *F. cumingi*, también se observó el valor más bajo del  $k$  con el  $L_{\infty}$  fijo en Pan de Azúcar y el mayor valor para Chañaral de Aceituno.

#### 4.2.2.- Parámetros de crecimiento mediante seguimiento de estructuras poblacionales

Para las estimaciones de los parámetros de crecimiento realizadas mediante el seguimiento de la estructura de tallas utilizando Elefan I, se fijaron los  $L_{\infty}$  en los valores que se determinaron en base a las estimaciones hechas con los datos de individuos marcados y recapturados.

##### 4.2.2.1.- *F. latimarginata*

Las gráficas de las estructuras de tallas y la estimación de las curvas de crecimiento estimadas a través de la rutina ELEFAN I de FISAT para *F. latimarginata* se muestran en las figuras 30 y 31. Los valores más altos del  $k$  se observaron en el sector de caleta Chañaral de Aceituno y Las Conchas en Los Vilos, en tanto que los menores valores observados se encontraron en Pan de Azúcar y Totoralillo Norte (Tabla XI)

##### 4.2.2.2.- *F. cumingi*

Las figuras 32 y 33 muestran las estructuras de tallas y la estimación de las curvas de crecimiento estimadas para *F. cumingi*. Para esta especie, se observa un gradiente latitudinal en el valor del  $k$ , observándose el mayor valor en Pan de Azúcar y el menor en El Sauce (Tabla XI)

#### 4.2.3.- Pruebas de hipótesis

La comparación espacial de los parámetros de crecimiento de *F. latimarginata* mediante la prueba de F, mostró un grupo de caletas con parámetros de crecimiento similares compuesta por Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Totoralillo Norte, las cuales no mostraron diferencias significativas entre sí, y las caletas Chañaral de Aceituno y El Sauce que fueron estadísticamente diferentes del grupo anterior pero no así entre ellas. (Tabla XII). Para *F. latimarginata* se realizó por lo tanto un agrupamiento de los datos de las caletas que presentaron parámetros de crecimiento similares y se recalcularon estos con lo que se obtuvieron parámetros de crecimiento para los tres sectores diferentes (Tabla X).

Para *F. cumingi* los parámetros de crecimiento estimados para todas las localidades fueron significativamente diferentes (Tabla XII).

#### 4.2.4.- Relaciones longitud peso

Las relaciones longitud peso de los muestreos realizados en la zona de estudio para *F. latimarginata* se muestran en las figuras 34 a 39. La relación longitud peso de *F. cumingi* se muestran en las figuras 40 a 43 y para *F. maxima* en las figuras 44 y 45.

**4.3.- Objetivo específico 3:** Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

#### 4.3.1.- Descripción de las comunidades.

Las comunidades observadas en los sitios de estudio fueron fondos blanqueados, comunidad de *Lessonia trabeculata* y comunidad de algas (Tabla XIII). Estas comunidades se describen a continuación:

Comunidad de fondos blanqueados: Esta comunidad se observó en todos los sectores de estudio, en el sector somero entre los 0 y 4 metros de profundidad. Se caracteriza por tener la fauna compuesta principalmente por *Tetrapygyus niger* y la flora dominada por algas calcáreas incrustantes del tipo *Mesophyllum* con coberturas de sobre el 80% del substrato. En el sector

de Las Conchas se observan abundancias importantes de el caracol *Tegula tridentata* y en grietas se observan parches del cirripedio *Balanus laevis*. En el sector de Carrizal Bajo han aparecido últimamente parches significativos del alga *Glossophora kuntii* en algunos sectores de esta comunidad.

Comunidad de *Lessonia trabeculata*: Esta comunidad se caracteriza por presentar a este huiro de manera importante con coberturas que variaron entre los distintos sitios de estudio. Esta comunidad se encontró en todos los sitios de estudio excepto en Totoralillo Norte y siempre por debajo de la comunidad de fondos blanqueados a una profundidad de entre los 2 y 8 metros o más. En el sector de caleta El Sauce, en esta comunidad existe también de manera importante el alga parda *Macrocystis integrifolia* particularmente en el sector somero de esta comunidad.

Comunidad de algas: Esta comunidad se encontró en el sector de estudio en caleta Las Conchas. Se encontró entre bolones y se caracterizó por presentar altas coberturas de algas tales como *Gelidium sp.* y algas calcáreas como *Corallina officinalis*. En esta comunidad además se observaron matas aisladas de *L. trabeculata* y de *Glossophora kuntii*. También se encontró una comunidad similar en el sector de El Totoral, caracterizada por una delgada franja ubicada aproximadamente a los 2 metros caracterizada por altas coberturas de *Corallina officinalis* y *Gelidium sp.* por sobre el 40% de ocupación del sustrato.

Comunidad de algas- incrustantes: Esta comunidad se observó en el sector de caleta Chañaral de Aceituno y junto con las especies algales descritas para la comunidad de algas se observó el sustrato cubierto además por numerosos individuos incrustantes. Principalmente cirripedios (*Balanus laevis* y *Austromegabalanus psittacus*) y poliquetos (*Phragmatopoma sp.*)

#### Descripción de microambientes

Microambiente de *Mesophyllum sp.*: Microambiente dominado por esta alga crustosa calcárea, con coberturas entre 75 y 100% siendo el resto generalmente roca desnuda. La fauna asociada es principalmente *Tegula spp.* Este microambiente se encontró principalmente en la comunidad de Fondos blanqueados cubriendo la roca.

Microambiente de *Corallina officinalis*: Este microambiente se caracterizó por presentar coberturas de entre un 30 y 80% del alga calcárea *Corallina officinalis*. El resto del sustrato estuvo cubierto generalmente por *Mesophyllum sp.* Diversos caracoles tales como *Tegula spp* y *Mitrella unifasciata* se encontraron comúnmente en este microambiente. Este microambiente se encontró sobre las rocas generalmente a baja profundidad principalmente en el sector de Las Conchas

Microambiente crustosa-*Gelidium sp.*: Este microambiente se halló generalmente ligado a las grietas presentes en las rocas y estuvo dominado por *Gelidium sp.* Este microambiente no es muy común sin embargo cuando aparece *Gelidium* ocupa entre un 50 y 100% de cobertura de la cuadrata. Este microambiente también se encontró principalmente en el sector de caleta Las Conchas.

Microambiente de *Balanus laevis*: Microambiente común entre plantas de *L. trabeculata* con coberturas de cirripedio variables desde 20 a 100 %. En la comunidad de fondos blanqueados se encontró ligado principalmente a grietas. Microambiente muy común bajo las rocas.

Microambiente de *Glossophora kunthi*: Este microambiente se caracteriza por presentar altas abundancias de algas foliosas particularmente de *Glossophora kunthi* (sobre 75% de cobertura), junto con esta alga se presentan altas coberturas de *Halopteris sp* y *Corallina officinalis*. Este microambiente se encuentra cubriendo las rocas en especial en la comunidad de algas y en la comunidad de *L. trabeculata*.

Microambiente costra *Ulvacea*: Microambiente que se encuentra en el submareal somero (< 2m de profundidad) en la comunidad de fondos blanqueados. Caracterizado por presentar dominancia casi absoluta de un complejo crustoso Ulvaceo. La fauna es muy escasa encontrándose algunos ejemplares de *Tetrapygyus niger*.

Microambiente de *Phragmatopoma sp.*: Este microambiente se caracteriza por presentar el sustrato casi exclusivamente cubierto por *Phragmatopoma sp.* Se encuentra principalmente en las comunidades de algas y de *L. trabeculata* sobre la roca

#### 4.3.2.- Presencia de juveniles de las distintas especies de lapas.

La mayor cantidad de juveniles encontrados correspondió a *F. latimarginata* y en menor medida a *F. cumingi* y *F. maxima* (Fig. 46). El número de reclutas en el interior de las AMERB fue muy superior a la cantidad de reclutas de lapa encontrada fuera de las AMERB, para cada una de las especies estudiadas (Fig. 46).

##### 4.3.2.1.- *F. latimarginata*

Para *F. latimarginata* se observó una mayor cantidad de reclutas en el submareal respecto a lo observado en el intermareal, particularmente al interior de las AMERB y en menor medida fuera de estas. Las caletas en que se encontró una mayor cantidad de reclutas de esta especie fueron Pan de Azúcar, Las Conchas y Chañaral de Aceituno (Fig. 47). Temporalmente, se comienza a observar un aumento de la presencia de reclutas de esta especie a partir del mes de noviembre, observándose la mayor cantidad de reclutas los meses de enero y noviembre de 2007 y enero de 2008 (Fig. 48). Los reclutas se observaron principalmente asociados a la comunidad de fondos blanqueados sobre las rocas o en grietas entre estas, asociados a los microambientes de *Mesophyllum sp.* costra ulvacea y microambiente de *Balanus laevis* (Tabla XIV).

Las tallas de los reclutas encontrados en el intermareal son similares a las tallas de los individuos encontrados en el submareal (Tabla XV).

##### 4.3.2.2.- *F. cumingi*

*F. cumingi* por su parte también fue observada en mayor número dentro de las AMERB en comparación a lo observado fuera de estas (Fig. 46). Para esta especie el reclutamiento pareciera ocurrir de manera similar en el intermareal como en el submareal (Fig.46). Las caletas donde se observó una mayor cantidad de reclutas de esta especie fueron Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno, donde se encontraron tanto en el

submareal como en el intermareal, en cambio en El Sauce y Chañaral de Aceituno se observaron sólo en el intermareal (Fig. 49). Temporalmente se observa, al igual que para *F. latimarginata*, un aumento de los reclutas durante los meses de primavera y verano (Fig. 50). Los juveniles de esta especie se observaron principalmente asociados a algas, ya sea a las comunidades de algas observadas en Chañaral de Aceituno o al huiral de *Lessonia trabeculata* observado en Pan de Azúcar (Tabla XIV).

#### 4.3.2.3.- *F. maxima*.

También se observó un mayor número de reclutas de *F. maxima* al interior de las AMERB, respecto de las zonas históricas aledañas (Fig. 46). Esta especie la que presento un reclutamiento marcadamente intermareal (Fig. 46). Esta especie fue encontrada principalmente en el sector de Las Conchas, Totoralillo Norte y Chañaral de Aceituno (Fig. 51). Temporalmente, también se observa un aumento de los reclutas en los meses de verano, aunque también se observaron reclutas en junio (Fig. 52). En general en el intermareal los juveniles se encontraron bajo bolones o en grietas. En el submareal se observaron individuos asociados a la comunidad de fondos blanqueados en grietas y en la comunidad de *L. trabeculata*, también bajo rocas (Tabla XIV).

Las tallas de los individuos encontrados fueron similares en el intermareal y en el submareal (Tabla XV).

#### **4.4.- Objetivo específico 4:** Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

Las figuras 53 y 54 muestran la curva de captura linealizada para *F. latimarginata*. La mortalidad ( $Z$ ) estimada para *F. latimarginata* varió entre 0,36 y 3,9 cuando se tomó el periodo completo de estudio para su cálculo (Tabla XVI). Cuando se estimó la mortalidad sólo para los periodos previos a las extracciones, es decir teóricamente sin pesca durante el estudio (mortalidad natural), los valores fueron de 0,43 para El Sauce y 3,66 para Chañaral de Aceituno. Estos valores fueron mayores a los estimados para todo el periodo de estudio en estas caletas, incluyendo el periodo post pesca, y se pueden explicar debido a que cuando se

obviaron los datos posteriores a la pesca, se obvió la presencia de reclutas que se observaron en primavera verano. Para *F. cumingi* la mortalidad total encontrada varía entre 1,23 y 2,42 (Tabla XVI; Figuras 55 y 56). Los valores de mortalidad natural para los periodos sin pesca fluctuaron entre 1,17 y 1,99.

#### **4.5.- Objetivo específico 5:** Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella* spp.

Tal como se señaló en el capítulo de antecedentes y metodología, los resultados que se presentan a continuación corresponden a la aplicación de los métodos de evaluación indirecta con la base de datos bio-pesqueros registrada en seis sectores de extracción de lapas de la III y IV región. En la III región se utilizó información proveniente de los sectores de Pan de Azúcar, Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno, cuyos desembarques acumulados en una serie de 15 años (1993 al 2007), representaron el 26% del desembarque total de 14 caletas de la región. En la IV región se utilizó los datos recopilados en los sectores de Totoralillo Norte, El Sauce y Las Conchas, cuyo aporte al desembarque en una serie acumulada de 10 años (1997 a 2007) alcanzó a 9,3% del total desembarcado en 38 caletas de la región.

##### 4.5.1.- Capturas regionales de lapas

Hasta el año 1999, las estadísticas oficiales del SERNAPESCA no discriminaban por especies al grupo lapas, lo cual solo comienza a ocurrir desde el año 2000. En los registros oficiales aparecen tres especies relevantes: Lapa negra (*Fissurella latimarginata*), Lapa rosada (*F.cumingi*) y Lapa reina (*F.maxima*). Con esta información fue posible establecer la composición promedio de los desembarques de lapas en años donde no se registró a las especies por separado.

La Fig.57. y Fig.58 presenta las proporciones de los desembarques anuales en una serie de 10 años de las especies principales de lapas registradas oficialmente. Las proporciones anuales entre las especies de lapas variaron entre las regiones, aunque tendieron a mantenerse entre años.

En la III región, la proporción dominante en cada año corresponde a la especie Lapa negra con un  $79\% \pm 3\%$  (media  $\pm$  std), seguido de la Lapa rosada con un  $17\% \pm 4\%$  y de la Lapa reina con un  $4\% \pm 1\%$ . En la IV región, la proporción dominante en la serie histórica analizada corresponde, también, a la especie Lapa negra con un  $64\% \pm 7\%$  (media  $\pm$  std), seguido de la Lapa rosada con un  $36\% \pm 4\%$ . La proporción del desembarque de otras especies de lapas fue de menos del 1%.

El desembarque de lapas, tanto del la III como de la IV región, en los últimos años (2005 a 2007) ha provenido en más de un 95% desde áreas de manejo. Aun así, la evolución de los desembarques de este recurso a nivel regional, desagregados por especie, ha mostrado un rápido deterioro.

En la III región, el máximo histórico de la serie ocurrió el año 2002 (Fig.59), con volúmenes totales de desembarque cercanos a las 1200 t., los cuales caen a cerca de 15 t en el año 2007.

En el caso de la IV región (Fig.60), la evolución de los desembarques sigue un patrón similar al de la III región. Los volúmenes de desembarque caen desde la 1.077 t en 2004 a solo 44 t en 2007.

Tomando en consideración la situación de deterioro que muestran los niveles de desembarque regional de lapas en los últimos tres años, la aplicación de los métodos de evaluación indirectos adquiere un carácter referencial y el análisis se centra en las mayores o menores ventajas de utilizar uno u otro en estudios a futuro.

A continuación se detallan los resultados de la aplicación de los tres métodos de evaluación propuestos, haciendo una síntesis de las principales ventajas y desventajas que cada uno presenta frente a su uso en recursos como los considerados en este proyecto.

#### 4.5.2. Método 1: Análisis de pseudocohorte (AC) de Jones

##### 4.5.2.1. Parámetros de input

El método AC fue aplicado a datos de captura estructurados en talla del recurso Lapa Negra disponibles para el sector de Pan de Azúcar, III región y los sectores de Totoralillo Norte, El Sauce y Las Conchas, IV región. Estos lugares fueron seleccionados

porque los datos de captura podían ser desagregados con datos de talla contemporáneos de esos mismos lugares.

Si bien, los datos de estructuras de tallas de la captura no fueron registrados en el proyecto, se utilizaron los datos contemporáneos de estructura de talla de muestras poblacionales (Fig.61) de Lapa negra, destinados al estudio de crecimiento, al igual que los datos para estimar los coeficientes de la relación talla-peso. Los rangos de tallas poblacionales utilizadas en el análisis consideraron todos los ejemplares mayores a la talla mínima legal ( $\geq 65$  mm).

Junto con las estructuras de talla, los datos de entrada al AC se sintetizan en la Tabla.XVII, los cuales también correspondieron a los mismos utilizados en la aplicación del método ARS.

#### 4.5.2.2. Resultados de la aplicación del método 1: análisis de pseudocohorte (AC) (Jones)

El AC de Jones requiere en primer término un vector de capturas a la talla, el cual de provenir del muestreo de tallas de las capturas, el cual luego se expande al desembarque total, expresado en unidades. Para efectos de la aplicación del método, y debido a que no se dispuso de estructuras de talla de la captura de lapas de áreas de libre acceso, se utilizó una muestra poblacional del recurso Lapa negra del sector de cuatro sectores. Como otra información de entrada al AC, dicha expansión para los cuatro sectores seleccionados se presenta en la Tabla.XVIII. La captura usada correspondió al desembarque total anual registrado en 2007 en los cuatro sectores seleccionados.

Un requisito básico del método AC consiste en que los valores de  $Z$  (tasa instantánea de mortalidad total) sean inferiores a un valor de  $Z=1,2$ , por lo cual se calculó el valor de  $Z$  a partir de una curva de captura linealizada según el método de regresión entre  $\ln(C/dt)$  y la edad ( $t$ ) (Sparre & Venema,1988). El valor obtenido para  $Z$  en cada uno de los cuatro sectores seleccionados se presentan en la Tabla.XIX. Los valores de  $Z$  se obtuvieron efectuando una regresión entre la variable  $t_{(1+2)/2}$  como variable  $X$  y  $\ln(C_{(1,2)}/dt)$  como variable  $Y$

Las estimaciones de  $Z$  consideraron que todos los ejemplares que alcanzaron la talla de 65 mm se reclutan a la pesquería en “filo de cuchillo”, lo cual en promedio se alcanza a los 1,3 años. La fracción del stock (ejemplares mayores a 65 mm) varió entre 13,6% (Las Conchas) y 46% (El Sauce).

Un vez obtenido el vector de captura en número a la talla, se procedió a calcular los incrementos en tiempo entre cada intervalo, los cuales proporcionan una estimación posterior de la supervivencia del paso de una cohorte (en este caso de un grupo de talla) a través del eje temporal.

Con la información disponible respecto al factor de supervivencia ( $H$ ) se procedió a estimar la abundancia del stock para cada intervalo de talla ( $N_t$ ), valor que es equivalente al número de sobrevivientes en cada intervalo de talla y que explica la captura correspondiente en ese mismo intervalo, tal como se presenta en la Tabla.XX. Los valores de abundancia del stock ( $N_t$ ) correspondería a la abundancia que debería existir al momento de generar una captura determinada. En este caso, para captura en Pan de Azúcar, por ejemplo, 95.084 unidades, el stock debía tener, al menos, 188.230 unidades en el año 2007.

Las estimaciones de abundancia con este método dependen directamente del nivel de capturas registrados en cada uno durante un período de tiempo y de la tasa de mortalidad natural que es competitiva con la tasa de mortalidad por pesca. En general, las tasas de mortalidad superaron notoriamente los valores recomendados para la aplicación de este método, por lo que los valores del stock en número ( $N_1$ ) son referenciales y no pueden ser tomados para efectos de comparación realista con las estimaciones obtenidas por medio de otros métodos.

#### 4.5.3. Método 2: Análisis de éxito de captura. Modelo de Leslie & Davis

##### 4.5.3.1. Parámetros de input

Este modelo, probablemente, puede presentar una mayor cantidad de restricciones al ser aplicado a una pesquería bentónica como la de las lapas, que los otros dos modelos presentados. Sin embargo, a nivel local es factible que los supuestos de mezcla aleatoria, inexistencia de reclutamiento, inmigración y emigración de ejemplares fuera del área de

estudio, se cumplan, dado que las lapas son activas ramoneadoras de la cubierta vegetal, aunque no lo suficiente como para recorrer grandes distancias, saliendo de una zona del tamaño, por ejemplo, de un área de manejo.

Básicamente, el modelo utilizó datos de captura y esfuerzo, localizados espacialmente, disponibles solo para el sector de Pan de Azúcar en la III región. Lo ideal es contar con una unidad de esfuerzo estandarizada, sin embargo, no siempre es factible realizarlo, dado que la unidad de esfuerzo (hora-buzo) depende de factores humanos no cuantificables, como lo puede ser un barco patrón.

En Fig.62 se presenta una serie temporal de datos de cpue (captura por unidad de esfuerzo:  $n^{\circ}/h$ -buceo)) de lapa negra del sector de Pan de Azúcar, III región, registrados entre 24-abril-2006 y el 18-noviembre-2007, una serie temporal de 202 registros diarios de captura y esfuerzo. Dentro de este período, se seleccionaron tres períodos, en los cuales se pudo identificar un proceso de disminución significativa de la cpue en función del tiempo. Dichos periodos dieron origen a un set de datos que de dos variables: variable “x”: la captura acumulada en un período (Knt) y variable “y”: captura por unidad de esfuerzo (cpue).

Los periodos utilizados correspondieron a lapsos de tiempo en los cuales, la cpue alcanza un valor máximo, seguido de un período relativamente breve, el cual disminuye rápidamente por efecto de la actividad extractiva. El período de cpue máxima correspondería a un momento en que el stock ha acumulado individuos por efecto de reclutamiento o migración o ambos efectos en el área de extracción. Estas acumulaciones son detectadas por la flota, la cual se concentra en estos lugares por un lapso de 1 a 3 semanas y extrae la mayor cantidad de ejemplares de tallas mayores a 65 mm. En estos cortos períodos de tiempo, se supone que el fenómeno de reclutamiento y migración son nulos.

#### 4.5.3.2. Resultados de la aplicación del método 2: Éxito de captura (Leslie & Davis)

La Tabla XXI contiene las fechas, valores de la captura acumulada en número y las cpue iniciales y finales de cada período, usadas en el cálculo posterior de la abundancia del stock al inicio de cada período. Con esta información se procedió a aplicar el modelo de

Leslie & Davis al sector de Pan de Azúcar, representado en la Fig.63, con la función de regresión entre la cpue y la captura acumulada.

Cabe hacer notar que los valores iniciales de la cpue en los tres periodos caen a un valor de 75% del valor inicial, en promedio.

Los análisis de regresiones de las curvas de éxito de captura mostraron, en los tres casos estudiados, valores de  $R^2$  estadísticamente significativos. Con estos ajustes, fue posible calcular la abundancia en número del recurso Lapa negra y los coeficientes de capturabilidad ( $q$ ) para cada uno de los tres períodos considerados. La Tabla.XXII resume los parámetros de la regresión, el valor de la abundancia en número y el coeficiente de capturabilidad, que corresponde a la fracción de stock que se extrae en una hora de buceo.

La mayor abundancia se registró en el Período 3 y alcanzó a los 128.820 ejemplares de lapas de tallas comerciales ( $> 65$  mm). En total en los tres períodos de acumulación la abundancia poblacional habría alcanzado a 204.854 unidades de ejemplares de talla comercial. Si se considera que el área de operación de la flota de Pan de Azúcar ocupa una superficie de aproximadamente 315,4 hectáreas ( $3.154.000 \text{ m}^2$ ), considerando una franja de costa de 31.540 m por 100 m de ancho, la densidad estimada del stock de Lapa negra para dicha área sería de 0,065 unidades/m<sup>2</sup>. Dado que el stock de Lapa negra en Pan de Azúcar representó el 16,1% de la población total, la densidad poblacional sería de, al menos, 0,403 unidades /m<sup>2</sup>.

#### 4.5.4. Método 3: Análisis de reducción de stock (ARS) (Kimura & Tagart)

##### 4.5.4.1. Información de input

El ARS fue aplicado a los datos disponibles de seis sectores de la III y IV región, considerando la serie temporal de desembarque de Lapa negra entre 1997 y 2007 (Tabla.XXIII). En algunos lugares, como Pan de Azúcar, no existen registros de desembarque antes del año 1997, por no haber sido considerados como relevantes para las estadísticas y registro oficial por parte del SERNAPESCA regional.

Cabe señalar lo fluctuante de los desembarques y observar que sus valores máximos representaron en promedio un 30% del desembarque acumulado total de la serie

analizada. Estas altas fluctuaciones deben ser explicadas, en parte, por la acumulación de biomasa debido a reclutamientos exitosos, o por una mayor cobertura espacial de operación de la flota, así como también por condiciones de mercados relacionados con años con mejor o peor precio de venta en playa.

Junto con los datos anteriores, se utilizan como parámetros de base de cálculo: i) Mortalidad natural, ii) parámetros morfométricos y iii) parámetros de crecimiento, los cuales ya se identificaron en la Tabla XVIII. Con estos parámetros se estimaron otros intermedios para el cálculo final del vector de abundancia y que se resumen en la Tabla XXIV.

Junto con los parámetros de input anteriores, el modelo ARS requiere especificar las condiciones probables del tipo de reclutamiento del recurso a la pesquería. Los antecedentes disponibles respecto al reclutamiento señalan que las lapas poseen un reclutamiento tipo “Cushing”, lo que implica que existe un acoplamiento entre el proceso de reclutas y adultos, dado fundamentalmente por un ciclo de vida larval relativamente corto, que impide una escala de dispersión muy alta por efecto de las corrientes marinas costeras.

#### 4.5.4.2. Resultados de la aplicación del método 3: Análisis de reducción de stock (ARS) (Kimura & Tagart)

El resultado de la aplicación del ARS para el recurso Lapa negra de los sectores mencionados en la Tabla XXIV se resume en la Fig.64, en la cual se representa la trayectoria del stock total en biomasa (t) (curva superior) y la captura total anual (t) (curva inferior) para el período 1997 a 2007. Se proporciona, también, la proyección del stock desde 2008 al 2010, en función de tres diferentes escenarios de explotación a partir del año 2008. Los niveles de captura se establecen a partir de los siguientes escenarios:

Escenario 1:  $N_1$  y  $C_1 = \text{captura} = 0$  t, desde el año 2008 al 2010,

Escenario 2:  $N_2$  y  $C_2 = \text{captura constante}$ , 2008 al 2010, escenario conservador

Escenario 3:  $N_3$  y  $C_3 = \text{captura creciente}$ , 2008 al 2010, escenario riesgoso

El análisis efectuado con la aplicación del ARS requirió un valor de calibración para la curva de la biomasa del stock. En este caso, se simuló un valor de biomasa superior en un 10% a la captura máxima anual de un año determinado, suponiendo que ese máximo de captura efectuada, prácticamente extrajo todo el stock ese mismo año. Es notable observar que en todos los casos, la tendencia en la biomasa del stock es decreciente y las tasas de mortalidad, tanto natural como por pesca, impiden la recuperación teórica del stock por efecto del reclutamiento.

Es factible indicar que, dada las altas tasas de explotación a las cuales ha estado sometido el stock, se debiera disminuir drásticamente los niveles de esfuerzo aplicado a la pesquería, al menos por uno o dos años a partir de este mismo año. EL rápido crecimiento de la especie y su breve período de vida larval y asentamiento, auguran una recuperación elevada del stock potencial.

Los valores de biomasa anual estimados para la serie proyectada desde 2008 al 2010 se presenta en la Tabla.XXV para la III región y en la Tabla.XXVI para la IV región, en función de los tres escenarios de explotación propuestos.

Dado que la relación stock-recluta supuesta para aplicar el método ARS supone un acoplamiento relativamente alto (coeficiente  $root$  de reclutamiento = 0,7, donde  $root=1$  es el acoplamiento 100% dependiente entre stock y reclutas y  $root=0$  es un reclutamiento independiente del stock parental), el escenario 3 de explotación riesgosa provoca un rápido decrecimiento del stock, en cambio el escenario 1 (captura = 0 por tres años) recupera el stock lentamente.

El stock estimado para el año 2007 en Pan de Azúcar, equivalente a la población total de lapas negras, fue de 64,5 toneladas, lo cual en términos numéricos equivale a 1.396.533 unidades poblacionales del recurso. La fracción explotable en peso (individuos > a 65 mm) fue de 7% de la población, equivalente 102.456 unidades. Este último valor esta dentro de las magnitudes estimadas del stock de lapas en Pan de Azúcar mediante los otros dos métodos de evaluación indirecta. El valor densidad estimado a partir de la cifra anterior y considerando una superficie de 315,4 Ha, fue de 0,032 individuos/m<sup>2</sup>, equivalente a una densidad poblacional de 0,46 individuos/m<sup>2</sup>.

#### 4.5.5.- Método de Thompson & Bell de rendimiento por recluta.

##### 4.5.5.1.- Estimación de superficie distribución y estructura de talla de la captura de flotas “apnea” y “Hookah”.

La estimación de la superficie total de distribución del recurso para las caletas analizadas, se presenta en la figura 65, donde se observa el polígono que se obtuvo al realizar el buffer de 100 mt de ancho para la línea de costa IGM a una escala de 50.000 (Datum PSAD 56 19 S). Después de restar las superficies de campos de arena y limitar el área a un radio de 15 Km desde la respectiva caleta, la superficie alcanzó a 315,4 Há en Caleta Pan de Azúcar y 396,7 Há en Caleta El Sauce. Un 75% de la superficie de cada polígono fue asignado al “Área Hookah”; quedando el restante 25% para el “Área Apnea”.

En la figura 66 se presentan los diferentes histogramas de longitud provenientes de capturas en 2 áreas de manejo y en 1 sector de área histórica. Todas las capturas fueron realizadas por pescadores artesanales. En el recurso lapa negra se observa que los buzos apnea obtienen comparativamente una mayor proporción de individuos sobre las longitudes mayores de 75 a 80 mm, respecto de lo obtenido por la flota Hookah. En el caso de lapa frutilla, se observa una semejanza en las estructuras de tallas obtenidas por ambas flotas en las capturas de áreas de manejo. Sin embargo, en la captura de área histórica no se mantiene esta tendencia.

##### 4.5.5.2.- Definición de curvas de rendimiento.

La Figura 67, muestra la curva de rendimiento por recluta de la flota Hookah, general para las 2 áreas y las 3 especies del recurso lapa (asumiendo que todas se valorizan igual). Se incorpora además la curva utilizando la mitad del valor de Mortalidad natural con el fin de representar la variación del rendimiento por recluta generada por este parámetro. Al estimar los rendimientos con longitudes de captura menores en los  $L_c$  (50% y 75%), se observa que los valores de rendimiento disminuyen al aumentar el esfuerzo de pesca, como se observa en la figura 68.

Las figuras 69 y 70, muestran los resultados del comportamiento del rendimiento a diferentes  $f$ , con y sin incorporación de migración. En el caso de la flota Hookah, la variación es menor; mientras que es muy acentuada en la flota apnea.

**4.6.- Objetivo específico 6:** Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella* spp. en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la III y IV Regiones.

4.6.1.- Evaluación áreas históricas.

#### *F. latimarginata*

*F. latimarginata* fue encontrada en densidades que variaron entre 0,04 y 0,55 ind/m<sup>2</sup> (Tabla XXVII). Las Conchas en la IV región y Pan de Azúcar en la III fueron las caletas en que se encontró una mayor abundancia de esta especie en sus zonas de pesca. Sin embargo, la mayoría de los individuos observados en estos sectores presentaron una talla menor a la talla mínima de captura por lo que el stock en estas áreas no superó el 10 a 12% (Tabla XXVIII). Por su parte la menor abundancia fue observada en el área de pesca de caleta El Sauce, la cual junto al área histórica de caleta Carrizal Bajo mostró el mayor porcentaje de individuos dentro del stock (Tabla XXVII y XXVIII). Los valores de la ecuación de la relación longitud peso para esta especie se observan en la Tabla XXIX.

#### *F. cumingi*

La densidad de *F. cumingi* en las áreas de pesca estudiadas fue más baja que la observada para *F. latimarginata* y se encontró entre los 0,11 y 0,35 ind/m<sup>2</sup> (Tabla XXVII). Incluso en la zona de pesca de Totoralillo Norte no se observaron individuos de esta especie. Al igual que para *F. latimarginata* las poblaciones con un mayor porcentaje de individuos dentro del stock, se observaron en las áreas de pesca de El Sauce y Carrizal Bajo (Tabla XXVIII). Los valores de la ecuación de la relación longitud peso para esta especie se observan en la Tabla XXIX.

*F. maxima*

*F. maxima* sólo fue observada en muy baja abundancia en el área de pesca de caleta El Sauce (Tabla XXVII). Este correspondió a unos pocos individuos de tallas mayores, los cuales sin embargo no fueron suficientes para realizar una estimación de talla media de la población o de stock.

## 5.- DISCUSION

### 5.1.- Análisis de la pesquería

Si bien los desembarques del recurso lapas han mostrado una disminución en los últimos años, tanto en zonas abiertas como desde las áreas de manejo, esto no necesariamente obedece a un problema del estado del recurso, sino es más bien un reflejo del mercado. No obstante, el tema del estado del recurso no puede ser completamente descartado, pues las zonas históricas de pesca han disminuido en su extensión de manera considerable producto de que cada vez mayor proporción de las áreas de pesca se ha traspasado al sistema de áreas de manejo. Hoy en día más de la mitad de la superficie de pesca de la costa de la IV región (considerando el sustrato rocoso hasta los 20 m de profundidad) esta ocupada por áreas de manejo. Ello ha significado que el mismo esfuerzo (porque se ha mantenido el mismo número de pescadores) se ha ido concentrando en áreas cada vez más pequeñas, como sucede por ejemplo en forma más notoria en la zona de Los Vilos. Esto podría generar un deterioro en el estado del recurso. Sin embargo, no hay una evidencia muy clara en eso, pues las densidades que se determinaron en las áreas de libre acceso no aparecen mucho más bajo que aquellas que se reportan para áreas de manejo. Sin embargo, aún si en las áreas de libre acceso las densidades fueran menores, la comparación tiene el problema de estar comparando áreas que están sometidas a pesca todos los días (áreas libres) con áreas en que se hace extracciones muy esporádicas (AMERB), donde el resultado de una menor abundancia en un momento dado en las áreas de libre acceso es un resultado obvio, que no necesariamente refleja un recurso en mal estado. En realidad no hay ningún signo que señale que en efecto las poblaciones de lapa en las áreas de libre acceso estén con problemas. La consulta con los usuarios sugiere que la baja de los desembarques se debe principalmente a un precio actual muy bajo, comparado por ejemplo con el nivel de precios que tuvo el recurso en su mejor momento, en el año 2004. Ello ha desincentivado la captura de este recurso, el cual sólo en momentos de malos ingresos generales es capturado y/o se ha transformado en un recurso secundario que se aprovecha de capturar asociado a otras pesquerías bentónicas, por ejemplo asociada a la que actualmente sostiene principalmente a la pesca artesanal en la región, como son las algas.

En las AMERB, se observó un fenómeno similar, ya que muchas áreas dejaron de extraer lapas los últimos años debido al bajo precio en que se esta comercializando el recurso. Las AMERB, en general han sido exitosas en la recuperación del recurso, ya que en la mayoría de los casos estas se han recuperado en comparación a los niveles iniciales tanto de abundancia como de tallas. Este aumento poblacional en las AMERBs es una muestra del buen estado general del recurso, que mantiene su potencial de crecimiento poblacional y producción.

## 5.2.- Parámetros de crecimiento.

Los parámetros de crecimiento calculados en este trabajo difieren a los encontrados por otros autores, pero además existe una diferencia entre los parámetros calculados entre los distintos sitios estudiados. Estas diferencias se pueden deber a dos factores:

a).- Diferencias en las metodologías en el cálculo de los parámetros de crecimiento.

Las estimaciones que sugieren un crecimiento mas lento por lo general son el resultado de estimaciones realizadas mediante la descomposición de la estructura de talla de una o pocas muestras, generalmente provenientes principalmente de las capturas con baja representación de las tallas menores de la población. Las modas que se logran separar por lo general se interpretan como perteneciente a una cohorte anual. En el caso que exista mas de un reclutamiento en el año, es decir que se genere mas de una moda por año, se genera una subestimación del crecimiento. Ello puede haber ocurrido en este caso. Como se aprecia de los datos del seguimiento de la progresión modal realizada en este trabajo, siempre aparecen grupos de talla entre las principales de cada año, que sugieren la existencia de mas de un reclutamiento anual. Por esta razón en el presente trabajo no se usaron para el ajuste definitivo esos datos, sino se estimaron los parámetros en base al experimento de marcaje y recaptura. Las curvas sobreimpuestas a las estructuras de talla y su variación en el tiempo, no representan un ajuste propio. Pero esos gráficos sirven para comprobar que los parámetros estimados explican bien la progresión temporal de los principales grupos modales en cada población. Desde este punto de vista, las diferencias tan grandes con otros estudios podrían ser producto de artefactos metodológicos y no

necesariamente reales. Pues las diferencias ambientales, como se discutirá enseguida, si bien existen, no son tan acentuadas.

b).- Diferencias en el crecimiento de las lapas debido a factores ambientales locales:

El crecimiento de todas las especies de *Fissurella* estudiadas aparece muy variable, tanto entre individuos de una misma localidad, como entre localidades. Localmente se ha descrito que distintos factores afectan la tasa de crecimiento de las especies, como por ejemplo, condiciones de circulación, profundidad y luminosidad, exposición al oleaje o presencia de alimento (McShane & Naylor, 1995, Day & Flemming, 1992). Entre localidades se ha descrito variabilidad en el crecimiento debido a la concentración de nutrientes en el agua, lo cual varía a lo largo de la costa de acuerdo a la cercanía o lejanía de centros de surgencia y/o a la circulación que reparte dichos nutrientes a lo largo de la costa (Naylor et al. 2006; Menge, 2000).

Para el sector estudiado se han descrito focos de surgencia para Punta Lengua de Vaca y para el sector de Punta de Choros en la IV Región (Fonseca & Farias, 1987). El resultado de este estudio muestra un crecimiento más rápido en aquellos sectores que se encuentran en la cercanía de estas zonas de surgencia, particularmente en las caletas de El Sauce y Chañaral de Aceituno cercanas a los focos de surgencia de Punta Lengua de Vaca y del sector de Punta de Choros respectivamente. Para caleta Totoral ubicada también en la cercanía del centro de surgencia de Punta Lengua de Vaca, estudios anteriores también describen un crecimiento rápido y similar al encontrado en este estudio (Valdebenito, 2002). Pero como se señaló mas arriba, las variaciones que se generan producto del ambiente nunca son tan grandes como las que aparecen con los otros estudios, reforzando la idea de que esas diferencias mas bien podrían ser producto de artefactos de método.

### 5.3.- Parámetros de Mortalidad

Los valores de mortalidad total ( $Z$ ), para estas especies, sólo han sido calculados a través de la curva de captura linealizada. Olguín *et al.* (1996) reportó valores de  $Z$  igual a 1,24; 1,05 y 1,13 para *F. latimarginata* en las caletas Hornos, Sierra y San Pedro - Los Vilos en la IV Región respectivamente. Para el AMERB de caleta El Totoral en la IV región se determinó un  $Z$  de 1,8, valor más alto que los reportados anteriormente. Para *F.*

*cumingi*. Olgún *et al. op.cit* reportó valores de Z igual a 1,17; 1,04 y 1,11 para las caletas Hornos, Sierra y San Pedro - Los Vilos en la IV Región respectivamente. Para el AMERB de caleta El Totoral se determinó un Z de 1,69, valor más alto que los reportados anteriormente. Igual que con el crecimiento no existen valores reportados para *F. costata*.

El hecho que las mortalidades estimadas en este trabajo resultaron mas altas que las reportadas en todos los demás estudios tiene relación con los parámetros de crecimiento estimados. En el momento que se supone un crecimiento mas lento del que realmente ocurre, la mortalidad que se estima también resulta menor. Por tanto, denuvo esas diferencias con otros estudios mas bien son el reflejo de artefactos metodológicos, más que reales. Y el nivel de mortalidad que se estimó en este trabajo son coherentes con la velocidad de crecimiento y productividad de esta especie. Gracias a la gran dinámica natural de estas especies, que es la que sostiene su alta productividad, es que el recurso aparentemente ha soportado bien la presión pesquera, que en algunos años pasados fue muy fuerte.

#### 5.4.- Reclutamiento

Los datos obtenidos en este proyecto indican que para las tres especies estudiadas los reclutas del rango de los 2 a 3 cm de longitud se comienzan a observar principalmente en primavera- verano, lo que indicaría que el principal pulso de reclutamiento al bentos estaría ocurriendo a principios de primavera (agosto- septiembre). Otro pulso se podría producir en verano lo que quedaría reflejado en la presencia de reclutas en abril junio en algunas de las caletas estudiadas. Este reclutamiento si bien se registra tanto en el intermareal como en el submareal para las tres especies muestra cierta segregación por especie, ya que *F. maxima* recluta principalmente en el intermareal y en cambio *F. latimarginata* y *F. cumingi* reclutan especialmente en el submareal. El reclutamiento de *F. latimarginata* de manera importante en el submareal indica que su reclutamiento intermareal sería más bien una eventualidad y no la norma para esta especie. Sin embargo, este estudio se realizó mediante observación directa de los reclutas, lo que limita observar las tallas más chicas, es decir los individuos recién asentados, por lo que migraciones durante los primeros días de vida no son descartables.

De acuerdo a los microambientes donde se encontraron los reclutas de estas especies, también se observó cierta segregación de hábitat, ya que *F. latimarginata* se encontró principalmente asociado a grietas en rocas dominadas por algas crustosas calcáreas, principalmente en la comunidad de fondos blanqueados, a diferencia de lo observado para *F. cumingi*, la cual se asoció principalmente a algas de tipo erecto.

El hecho de que un mayor número de reclutas fueron observados al interior de las AMERB, respecto de las zonas históricas, puede deberse a dos razones: 1) si bien, la larva de las lapas permanece cerca de 7 días en el agua y por lo tanto puede ser arrastrada grandes distancias, la probabilidad de asentamiento cerca de las poblaciones parentales es mayor. De esta manera, el aumento de la densidad de lapas dentro de las AMERB genera un feed back positivo aumentando el reclutamiento en zonas cercanas a los parentales, en cambio áreas históricas con una menor densidad tendría un menor reclutamiento. 2) Por otra parte, la elección de las zonas donde se ubican las áreas de manejo no fue al azar y más bien correspondió a zonas donde habitualmente existían poblaciones naturales más abundantes. Probablemente las poblaciones eran más abundantes en dichos sectores por diversos factores como presencia de alimento y además por ser zonas facilitadoras de reclutamiento. Si bien, la mayoría de las AMERB estudiadas se seleccionaron pensando en el recurso loco, en estas zonas puede facilitarse la llegada y asentamiento de muchas otras especies, incluidas las lapas.

#### 5.5.- Métodos indirectos de evaluación de stock de *Fissurella* spp.

Los métodos indirectos aplicados en este estudio, proporcionaron estimaciones coherentes con la abundancia de stocks locales. Además, en los sectores en que se pudo aplicar los tres métodos propuestos, los resultados obtenidos fueron semejantes. Por lo tanto, los métodos indirectos podrían eventualmente ser una buena herramienta para evaluar los stocks de las poblaciones de lapas presentes en las zonas de libre acceso. Sin embargo, hay que tener en cuenta algunas consideraciones:

El mayor problema de la evaluación de stock mediante métodos indirectos radica en su necesidad de información de calidad para ingresar en los modelos. En el caso de los recursos bentónicos en Chile, por lo general no se cuenta con información suficientemente

detallada. O cuando existe, surgen dudas respecto a su veracidad, pues proviene de planillas que deben llenar los propios usuarios cada día. Para mejorar la recolección de estos datos se requeriría contar con muestreadores contratados que puedan recolectar o al menos verificar con gran periodicidad que estos datos son tomados correctamente, lo que encarecería notablemente la toma de datos. Es decir, se debería contar con un sistema de recolección de datos similar al seguimiento bentónico realizado actualmente en algunas regiones y caletas por el Instituto de Fomento Pesquero, pero con mayor cobertura espacial. Adicional al sistema de recolección de buenos datos de pesca, se requiere de información de crecimiento, edades, mortalidad, etc. que, considerando su natural variabilidad, debería estimarse con gran resolución espacial y temporal. En ese marco, las evaluaciones directas de algunos sectores de la costa que podrían entregar información directa mas confiable, se consideran por lo general de costo muy alto. Sin embargo, el costo de mantener un programa de estadísticas pesqueras confiable que dependa de muestreadores contratados, manteniendo en el tiempo un buen monitoreo de la variabilidad espacial y temporal del crecimiento y mortalidad, probablemente sería aun mas alto. Se sugiere por lo tanto evaluar la posibilidad de establecer un sistema de evaluaciones directas, para determinar el estado de las poblaciones de *Fissurella* spp. en la costa de la III y IV regiones. La metodología debería considerar unidades de muestreo fijas en los principales sectores de pesca. En cada una de esas unidades debería determinarse anualmente la densidad, biomasa y estructura de tallas. La localización de estos sectores debería ser definida en conjunto con los pescadores de cada una de las caletas, eligiendo sus principales zonas de pesca mas cercanas. El seguimiento en el tiempo del estado de las poblaciones en estas zonas , en conjunto con la información que se genera anualmente en las áreas de manejo, debería ser integrado en una base de datos única. Al inicio se debería realizar un ejercicio de calibración con una evaluación directa exhaustiva de la costa, lo cual permitiría obtener a futuro, a través de una extrapolación de lo que se ve en los sitios de monitoreo, una visión general del estado del recurso y el efecto que las diferentes intensidades de pesca que se van dando en el tiempo, generan.

No obstante lo anterior a continuación se realiza una discusión de las ventajas y desventajas de los métodos indirectos utilizados en este estudio.

Ventajas y Desventajas de los métodos de evaluación indirecta aplicados al recurso lapa.

Se sintetiza a continuación las principales ventajas y desventajas de los métodos de evaluación indirecta aplicados en este estudio, sobre la base del trabajo de Fernández et al, (1996).

METODO 1: AC DE JONES: La principal ventaja de este método es su simpleza ya que tiene un bajo requerimiento de datos y por ende de costo. No requiere datos de esfuerzo, sólo captura y parámetros de mortalidad natural y crecimiento. Su principal desventaja es que sólo describe el pasado del stock. Además, tiene supuestos que no siempre se cumplen como por ejemplo supone mortalidad natural constante entre tallas, la mortalidad por pesca no debe variar en el tiempo, aunque si entre tallas, supone una población en equilibrio y no contempla efectos densodependientes. Este método ha sido aplicado para *Concholepas concholepas* (Castilla y Jerez, 1986; Geaghan & Castilla, 1987) y para el recurso almeja (Jerez, 1989).

METODO 2: ÉXITO DE CAPTURA: Al igual que el anterior es un método simple, que no requiere datos de edad. Es un método útil si se aplica a periodos cortos de explotación, donde la mortalidad natural y la migración son despreciables frente a la tasa de mortalidad por pesca. Su desventaja son los numerosos supuestos que debe cumplir, entre otros: Supone un stock cerrado, los ejemplares son todos iguales, el coeficiente de capturabilidad debe ser constante y no contempla efectos denso-dependientes. Esta metodología ha sido aplicada en *Concholepas concholepas* (Geaghan & Castilla, 1986).

METODO 3: ARS: Este método es útil para pesquerías de desarrollo rápido y que posee altas tasas de captura. Entre sus ventajas este método permite especificar el tipo de reclutamiento que posee la población explotada. Este método no requiere datos de edad y esfuerzo pesquero. Es flexible y puede incorporar información adicional para calibrar sus resultados. Sin embargo, para la aplicación de este método se requiere la estimación de varios parámetros. Además, requiere conocer el tipo de reclutamiento y la relación stock-recluta, de lo contrario, los resultados pueden no representar la realidad en los niveles de

stock proyectados. Entre los supuestos que debe cumplir supone condiciones de equilibrio poblacional, es decir las proporciones en la abundancia de los diferentes grupos de edad se mantienen de año en año y una tasa de mortalidad natural constante entre años. Además, no contempla efectos denso-dependientes en los factores de mortalidad y reclutamiento. Este método ha sido aplicada en abalón (Breen, 1986; Prince & Guzmán del Proo, 1993) y en *Concholepas concholepas* (Jerez, 1990; Jerez & Potocnjak, 1993)

Finalmente, podemos señalar que no existe un criterio convencional a nivel global sobre cual o cuales son los métodos específicos más apropiados para la evaluación indirecta de stock de poblaciones explotadas, ni de peces, ni de invertebrados (Hilborn y Walters, 1992), ya que dependen en alto grado de: i) la calidad de los datos disponibles, ii) las características del ciclo de vida de las especies explotadas, iii) las características de agrupación y comportamiento de los recursos frente a su medio ambiente. Existe un consenso actual, sobre la conveniencia de trabajar en conjunto con los pescadores artesanales, quienes mejor conocen empíricamente la dinámica poblacional, formalizando dichos conocimientos con métodos estadísticos robustos, como evaluación directa de bancos y determinación de las escalas espaciales que contienen al stock relativamente asilados.

#### 5.6.- Método de Thompson & Bell

El arreglo del Modelo de Thompson y Bell (1934), basado a la talla utilizado en el Programa Beam 4, permite evaluar el rendimiento por recluta del recurso lapa, incorporando las especiales características de esta pesquería (constituida por multiflotas, multiespecies, diferentes zonas de pesca, migración y más de un reclutamiento al año). Sin embargo, la estimación de rendimiento se mantuvo en un nivel teórico, debido a la dificultad de obtener parámetros de entrada suficientemente validados (capturabilidad y selectividad por flota, migración por especie). En este contexto, se pueden observar la disminución en el nivel de rendimiento de la flota apnea; estimada por el modelo suponiendo la ocurrencia de migración en una especie. También destaca la baja en el rendimiento al operar las flotas con tallas mínimas de captura menores (menores  $T_c$ ).

La validación de los parámetros de entrada permitiría evaluar el rendimiento por recluta incorporando las particularidades de esta pesquería; sin embargo, estos antecedentes

sólo podrían ser obtenidos mediante ejercicios de pescas experimentales simultáneas con las pescas comerciales aspecto que resulta particularmente difícil considerando la informalidad y el alto nivel de fluctuación de la flota. Se debe siempre tener presente que un modelo basado en el supuesto de agregamiento dinámico para un recurso sésil, sobreestima el potencial productivo. Sin embargo, estos supuestos se pueden relajar al subdividir por zonas y considerar que la pesca de recursos bentónicos podría presentar un alto nivel de índice de libre distribución (IDF).

#### 5.7.- Estado de las poblaciones en las zonas de libre acceso

La estimación de la densidad de *Fissurella* spp. en las zonas de pesca histórica, tanto mediante los métodos de evaluación directa como a través de los métodos de evaluación indirecta aplicados, sugiere que en la actualidad las poblaciones de estas especies no muestran problemas aparentes de sobreexplotación. Ese estado saludable del recurso lapa en la III y IV Regiones, puede tener diversas explicaciones posibles, probablemente complementarias entre sí: a) Como a raíz del mal precio del recurso, tanto a nivel nacional, como internacional, disminuyó la presión extractiva, se recuperaron y/o aumentaron sus poblaciones en general, tanto en áreas de libre acceso como en las AMERB. b) El rápido crecimiento observado para esta especie, que genera la renovación de la biomasa de la población en cerca de un año y medio, permite que estas especies soporten una presión de extracción importante. c) La presencia de numerosas Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos a lo largo de la costa de la III y IV regiones, donde se ha observado un aumento de la densidad de *Fissurella latimarginata* y *Fissurella cumingi*, representa una extensa red de reservas que pueden estar exportando larvas que reclutan en las zonas de libre acceso, ayudando a la recuperación de las poblaciones de lapas de dichos sectores.

#### 5.8.- Recomendaciones para la pesquería

La única medida administrativa de protección para el recurso *Fissurella* spp., consistente en una misma talla mínima de captura para todas las especies del género, a

menudo es criticado. Por lo general se considera que esa medida única para esta pesquería multiespecífica no sería adecuada, porque incluye diversas especies de lapas con características biológicas diferentes entre sí. La recomendación habitual es que se debería determinar para cada una de las especies de interés comercial, su propia talla mínima de captura, basado en sus características reproductivas y su respectiva talla crítica. Para *F. latimarginata* y *F. cumingi* se ha determinado tallas críticas similares y cercanas a los 62 a 65 mm, en tanto la talla crítica de *F. maxima* fue estimada en 74 mm (Brown et al. 1997). De esta forma para *F. maxima* la actual TMC podría ser menor a lo recomendable.

No obstante lo anterior, la forma de explotación de estas especies, donde se capturan en conjunto y no se realiza una distinción de especies en su comercialización, haría poco práctico tener TMC diferentes para cada una de las especies. No siempre los usuarios son capaces de distinguirlos en forma segura, y esto vale aún más para toda la cadena de comercialización. La necesaria separación de las capturas por especie para poder fiscalizar y hacer cumplir la medida, sería muy difícil y poco fiable. En ese marco, y considerando que a pesar de la evolución que ha tenido esta pesquería, sus poblaciones en la III y IV Regiones aún se encuentran en buen estado y/o no parecieran tener signos de un eventual riesgo de sobreexplotación, no aparece como recomendable modificar las medidas administrativas vigentes. Sólo en el caso de las Áreas de Manejo, donde a los propios usuarios les convendría aprovechar el hecho de que algunas especies, como por ejemplo *F. maxima*, pueden lograr tallas mayores y con ello también mejores precios, se podría recomendar que en sus respectivos planes de manejo fijen tallas mínimas de captura mayores a la vigente.

## 6. CONCLUSIONES

### Estado de las poblaciones de lapa

- El recurso lapa en las AMERB analizadas ha mostrado en la mayoría de los casos recuperaciones evidentes tanto de las tallas como de las densidades, lo que indica que esta medida administrativa ha funcionado para estas especies.
- Las poblaciones de *F. latimarginata* y *F. cumingi* en las áreas de pesca históricas o de libre acceso evaluadas se presentan saludables, sin signos de algún riesgo de sobreexplotación. Se atribuye esto a la alta productividad natural de la especie, a la cual se suma en los últimos años una reducción de la presión extractiva a causa de sus bajos precios a nivel nacional e internacional.

### Crecimiento

- Se observó un crecimiento en general rápido y variable en y entre las poblaciones de lapas evaluadas. Los crecimientos más rápidos se observaron en sitios asociados a centros de surgencia. La alta variabilidad espacial del crecimiento requiere ser tomada en cuenta al diseñar medidas de manejo locales para estas especies, por ejemplo en el marco de las diversas AMERB.
- *F. latimarginata* y *F. cumingi* muestran un crecimiento más rápido que el reportado con anterioridad para estas especies, logrando la talla mínima de captura entre los 13 y 16 meses para *F. latimarginata* y 14 y 16 meses para *F. cumingi*. Las diferencias con lo reportado en la literatura se atribuye mas a artefactos de método de estimación, que a diferencias reales.

### Reclutamiento

- El reclutamiento de las distintas especies de lapas presenta segregación espacial, ya que *F. maxima* recluta principalmente en el intermareal y *F. cumingi* y *F.*

*latimarginata* en el submareal. Además, los microambientes donde reclutan las diferentes especies de lapas también son diferentes entre si.

- La presencia de reclutas de entre 2 y 3 cm durante primavera-verano y otoño indican que probablemente existen dos pulsos de reclutamiento al bentos, uno a principios de primavera y otro a fines de verano.

#### La evaluación de stock

- El método de evaluación indirecta de Kimura & Tagart (Análisis de reducción de stock) posee ventajas de aplicación a las pesquerías de lapas, en comparación con los métodos de éxito de captura (Leslie & Davis) y de análisis de cohorte de Jones. Este método podría eventualmente ser útil en la evaluación de stock del recurso lapa en áreas de libre acceso, siempre y cuando se logre contar con buenos datos de entrada. Esto sin embargo requiere de un esfuerzo adicional en la obtención de dichos datos, lo cual lo podría hacer mas costoso que realizar evaluaciones directas.
- Se propone establecer una red de unidades fijas en las cuales se monitoree anualmente el estado del recurso mediante evaluaciones directas.

#### La administración de las pesquerías del recurso lapa

- Por razones prácticas y de posibilidades reales de fiscalización, se recomienda no modificar la actual medida de regulación de la talla mínima de captura. Esto a pesar que se reconoce que ella no necesariamente se ajusta a las características biológicas de cada una las diversas especies que componen esta pesquería multiespecífica.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

- Acuña, E. 1977. Estudio Preliminar de Edad y Crecimiento de *Fissurrella latimarginata* (Sower by 1834) en Tocopilla, Chile. (Mollusca, Gastropoda, Fissurellidae). Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile. 16 (2): 117-124
- Andrade, C., J. Gonzáles, G. Rivera, A. Olguín & C. León. 1994. Diagnóstico evaluación y manejo de las principales pesquerías bentónicas de la IV Región. Instituto de Fomento Pesquero, IFOP. SERPLAC III Región, Volumen 2 . 329 p.
- Appeldoorn, R. 1987. Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. J. Cons. CIEM, 43:194-198.
- Arreguín-Sánchez, F; M. Solís -Ramírez & M. González de la Rosa, 1999 Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery in the Campeche Bank, Gulf of Mexico. CRIP-Yucalpetén, INP. Contr. Inv. Pesq. Doc. Tec. 4. México. 41p
- Barahona, N., J. Orenzans, A. Parma, G. Jerez, C. Romero, H. Miranda, A. Zuleta, V. Cataste & P. Galvez, 2003. Bases biológicas para rotación de áreas del recurso erizo. Instituto de Fomento Pesquero. Proyecto FIP 2000-18. Informe Final. 209 pp +Tablas, Figuras y Anexos.
- Breen, P. 1986. Management of the British Columbia fishery of Northern Abalone (*Haliotis kamschatkana*). p.300-312. in Jamieson, G. & N. Bourne. (ed.). 1986. North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Nanaimo. British Columbia, may 7-10, 1984. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 92.

- Bretos, M. 1982. Biología de *Fissurella maxima* Sowerby (Mollusca: Archeogastropoda) en el norte de Chile. 1. Caracteres generales, edad y crecimiento. Cahiers de Biologie Marine 23:159-170
- Brown D., Gonzalez M., Lopez D. & Duran L. 1997. Estudio de los ciclos vitales de las especies comerciales de lapas del genero *Fissurella* en las regiones I a X. Informe final proyecto FIP 94-33 196 pp.
- Cancino J. & Santelices B. 1984. Importancia ecológica de los discos adhesivos de *Lessonia nigresens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia natural, 56: 23-33
- Castilla, J.C. & Jerez, G. 1986. Artisanal fishery and the development of a data base for managing the loco *Concholepas concholepas* resource in Chile. p. 133 - 139. In G.S. Jamieson and N.Bourne (ed) North Pacific Workshop on stock assessment and management of invertebrates. Nanaimo. British Columbia. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Cruz R. & C. Borda, 2003 Estado de explotación y pronóstico de la pesquería de *anadara tuberculosa* (sowerby, 1833) en el pacífico colombiano. *Rev. Invest. Mar* 24(3): 221-230, 2003
- Day, R. W. and A. E. Fleming. 1992. The determinants and measurement of abalone growth. Abalone of the World, Biology, Fisheries and Culture. Proceedings of the 1st International Symposium on Abalone, 1989, La Paz, Mexico. S. A. Shepherd, M. J. Tegner and S. A. Guzman Del Proo, Fishing News Books.
- Fahy, E.; J. Carroll, M. O'Toole & John Hickey, 2003 A preliminary account of fisheries for the surf clam *Spisula solida* (L) (Mactracea) in Ireland. Fisheries Bulletin No. 21, ISSN 0332-4338

Fernández, M; Defeo, O.; J.Orensanz & R.Palacios. 1996. Métodos de evaluación de stock en recursos bentónicos de fondos duros. Informe Final. Proyecto FIP 94-22.. 126 p.

Fernández M. & J.C. Castilla, 2000. Recruitment of *Homalaspis plana* in intertidal habitats of central Chile and implications for the current use of Management and Marine Protected Areas. Marine Ecology Progress Series 208: 157-170.

Fonseca, T. & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigaciones Pesqueras 34:33-46.

Fondef DOOI1141. 2003. Informe final innovaciones tecnológicas para repoblamiento y producción de lapas chilenas de exportación (*Fissurella latimarginata* y *F. cumingi*) en áreas de manejo y centros de cultivo.348p

Gayanilo, F. C., P. Sparre and D. Pauly. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT). User's Guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N° 8 Rome, FAO. 126 p.

Gayanilo, F. C. & D. Pauly. 1997. (eds). FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT). Reference Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). N° 8 Rome, FAO. 262 p.

Geaghan, J.P. & J. Castilla. 1986. Use of catch and effort data for parameter estimates for the Loco (*C. Concholepas*) fishery of central Chile. Págs. 168-174 In G.S. Jamieson and N. Bourne (Ed) North pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci 92

- Geaghan, J. & J. Castilla. 1987. Dinámica de las poblaciones explotadas de loco (*Concholepas concholepas*) en Chile Central. Invest. Pesq. 34:21-31.
- González S.A., W. Stotz, P. Toledo, M. Jorquera & M. Romero, 1991. Utilización de diferentes microambientes del intermareal como lugares de asentamiento por *Fissurella* spp. Revista de biología Marina (Valparaíso), 26 (2): 325-338.
- Gonzalez, J; C. León; A. Olguin; C. Cortes; M. Nilo; C. Toledo; A. Irarrazabal & A. Collado. 1997. FAT COLECTIVO : Caletas Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno. Informe Final. IFOP - FAT PYME CORFO. 82 p.+ Anexos.
- Gulland, J. A. & S. J. Holt. 1959. Estimation of growth parameters for data at unequal time intervals. J. Cons. Expl. Mer, 25: 47-49.
- Hausen T. 2003. Untersuchung zur Rekrutierung von *Fissurella* spp. in unterschiedlichen Mikrohabitaten des felsigen Eulitorals de Region Coquimbo, Chile. Tesis para optar al Diploma de Biología Universidad de Bremen Alemania
- Hilborn, R & C.J.Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall Ed..New York-London. 570 p
- Jerez, G. 1989. Evaluación de stock de almeja (*Venus antiqua*) en la Bahía de Ancud. - 1989 -. I.F. Subsecretaría de Pesca. 16 p. +Tablas y Figuras.
- Jerez, G. 1990. Investigación Captura Total Permisible en el recurso loco 1989. Evaluación de stock del recurso loco 1989-1990. I.F. Subsecretaría de Pesca. 33 p. +Tablas y Figuras.
- Jerez, G. & Ch. Potocnjak. 1993. Areas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Una alternativa de desarrollo, experiencia del IFOP en la V Región. 19 p.+Tablas

y Figuras. En: Seminario-Taller "Áreas de manejo en la V Región", noviembre 1993. SERNAP-UCV Valparaíso

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: 1-118.

IFOP, Informe técnico FIP-IT/96-48, Análisis de la pesquería de los recursos lapa, jaiba y pulpo de la III y IV Región. 324 pp + figuras y tablas.

Kay M. C. 2002 Recruitment in the intertidal limpet *Lottia digitalis* (Patellogastropoda: Lottiidae) may be driven by settlement cues associated with adult habitat. Marine Biology 141: 467-477.

Kimura, D. & Tagart, J. 1982. Stock reduction analysis, another solution to the catch equations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39 : 1467 - 1472.

Knight-jones, E.W. 1951. Gregariousness and some other aspects of the settling behaviour of *Spirorbis*. J. Mar. Biol. Assoc. UK 30: 201-222

Krug, P.J. 2001. Bed-hedging dispersal strategy of a specialist marine herbivore: a settlement dimorphism among sibling larvae of *Adalaria modesta*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 213: 177-192

Lépez, M.I. & C. A. Moreno, 1988. Reclutamiento de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastrópoda, Muricidae) en la costa de Valdivia: Influencia de los adultos y del tipo de Hábitat. Biología Pesquera, 17: 47-56.

Leslie, P.H. & D.H.S. Davis. 1939. An Attempt to Determine the Absolute Number of Rats on a Given Area. J. Anim. Ecol. 8: 94-113

- López C.A., 1994. Descripción de la fauna asociada a *Corallina officinalis* L. (fase articulada) en el intermareal rocoso de la costa de Palo Colorado (Los Vilos, IV Región). Tesis. Universidad Católica del norte Coquimbo, 57 pp.
- López D.A., M.L. González, J.M. Uribe, R.I. Martínez, P.A. Vergara, 1999. Efecto de cirripedios en el reclutamiento de la lapa *Fissurella picta* (Gmelin). Ciencias Marinas 25(1): 75-90
- Naylor J. R., Andrew, N.R & Kim S. W. 2006 Demographic variation in the New Zealand Abalone *Haliotis iris*. Marine and Freshwater Research 57: 215-224
- McLean, J.H. 1984. Systematics of *Fissurella* in the Peruviana and Magellanic faunal provinces (Gastropoda: Prosobranchia). Nat. Hist. Mus. Los Angeles Coun. Contr. Sci., 354: 1-70.
- McShane P. E. & Naylor J. R. 1995 Small-scale spatial variation in growth, size at maturity, and yield- and egg-per-recruit relations in the New Zealand abalone *Haliotis iris*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. Vol. 29: 603-612
- Menge B. A. 2000 Top-down and bottom-up community regulation in marine rocky intertidal habitats. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 250 257–289
- Munro, J. L. 1982. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. J. Cons. CIEM, 40: 199-200.
- Ojeda P. & B. Santelices, 1984. Invertebrate communities in holdfast of *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. Marine Ecology Progress Series 16: 65-73
- Oliva D. & J. C. Castilla, 1986. The effect of human exclusion on the population structure of the key-hole limpets *Fissurella crassa* and *Fissurella limbata* on the coast of central Chile. Marine Ecology, 7: 201-207.

- Olguín, A., J. Oliva, J. González, C. León, M. Pavéz, M. Cortés y C. Cortés, 1996. Investigación de aspectos reproductivos del recurso lapa tendientes a establecer medidas de regulación. SERPLAC-IFOP. Informe final, 211 pp.
- Orensanz, J.M. & Jamieson, G.S. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks: an overview the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. In Proceeding of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Edited by G.S. Jamieson and A. Campbell. Can Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125. pp.441-459
- Orensanz, J.M, A. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos & I. Elias. 2005. What are the Key Elements for the Sustainability of “S-Fisheries”? Insights from South America. Bulletin of Marine Science. 76(2): 527–556.
- Ortiz, M.; M. Wolff & J. Mendo, 1999 Qualitative modelling for the development of a sustainable management strategy for the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819) Copyright © 2002 John Wiley & Sons, Ltd.
- Pauly, D. 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries researchs in the tropics (Part I). ICLARM Fishbyte 1(2):9-13
- Pauly, D. 1984a. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries researchs in the tropics (Part II). ICLARM Fishbyte 2(1):17-19.
- Pauly, D. 1984b. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries researchs in the tropics (Part III Conclusion). ICLARM Fishbyte 2(3):9-10.
- Prince, J. & S. Guzmán del Proo. 1993. A stock reduction análisis of the Mexican abalone (*Haliotis*) fishery. Fish. Res. 16:25-49.

- Quezada, S. 1997. Aspectos reproductivos, cultivo larval y crecimiento de juveniles de *Fissurella latimarginata* (Mollusca: Archeogastropoda: Fissurellidae), Sowerby, 1835. Tesis para optar al título de Ing. en Acuicultura Universidad Católica del Norte
- Quinn, T. J. & R. B. Deriso 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press, New York. 542 p.
- Ricker, W. E. 1945. A methods of estimating minimum size limits for obtaining maximum yield. Copeia, 1945 (2): 84-94. In: Gulland, J. A. 1977. Fish population dynamics. John Wiley & Sons. 372 pp.
- Seber, G.A.F & C. J Wild 1989. Nonlinear Regression. John Wiley & Sons, Inc. New York. 768 p.
- Sernapesca 2004. Anuario estadístico de pesca 112 pp.
- Somers, I. F. 1988. On a seasonally oscillating growth function. ICLARM Fishbyte 7(2):13-14.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. FAO Doc. Téc. Pesca. 306.1:440
- Stotz W.B., De Amesti P. Martinez D.J. & Perez E. 1991. Lugares de asentamiento y desarrollo de juveniles tempranos de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en ambientes inter y submareales de la IV Región, Chile. Revista de Biología Marina, Valparaiso. 26:339-350
- Stotz W. B., Aburto J., Caillaux L. M. & González S. A. Submitted. Rocky subtidal community zonation along the exposed coast of north-central Chile. Enviado a Revista Biología Marina y oceanografía. 37p

- Thompson, W. & F. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific Halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm. 8 : 49 p.
- Toonen RJ & Paulik JR. 1994. Foundations of gregariousness. Nature 370: 511-512
- Valdebenito, M. 2002. Evaluación bio-financiera del área de manejo y explotación de recursos bentónicos de caleta El Totoral, usando como recursos principales a *Fissurella latimarginata*, *F. cumingi* y *F. costata*. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. 74 pp
- Valdebenito, M. y W. Stotz. 2000. Crecimiento y producción de *Fissurella latimarginata* (Sowerby, 1935) en Bahía La Herradura de Guayacán, Chile. V Congreso Internacional Gestión en Recursos Naturales. Valdivia, Chile.
- Vargas, N.M. 1995. Estudios descriptivos y experimentales del asentamiento de dos especies de *Fissurella* (Mollusca: Archeogastropoda) en substratos intermareales en la costa de Valdivia. Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias con mención en Zoología. Universidad de Concepción 114 pp.
- Vásquez J. & B. Santelices, 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia trabeculata* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural, 57: 131-154
- Wolff, M. & J. Mendo, 1999 Management of the Peruvian bay scallop (*Argopecten purpuratus*) metapopulation with regard to environmental change. Volkswagen Foundation; Grant Number: I/74 091, November 1999.

Tabla I.- Parámetros de crecimiento para *Fissurella latimarginata* determinado por varios autores y para distintas regiones del país.

$L_{\infty}$	<b>K</b>	$t_0$	$\phi'$	<b>Edad TMC</b> (meses)	<b>Autor</b>	<b>Región</b>	<b>Método</b>
113	0,16	-0,049	3,31	63 - 64	Acuña (1977)	II	Curvas polimodales, lectura de anillos
119,5	0,35	0,371	3,70	31 - 32	Andrade <i>et al.</i> (1994)	IV	Progresión modal
118,1	0,26	-0,27	3,56	36 - 37	Olguín <i>et al.</i> (1996)	IV	Progresión modal
117,9	0,43	-0,004	3,78	22 - 23	Valdebenito & Stotz (datos no publicados)	IV	Marcaje y recaptura
119,8	0,86	-0,002	4,09	11	Valdebenito, 2003	IV	Marcaje y recaptura
114.4	0.33	-0.03		31	González <i>et al.</i> 1997	III	
98.15	0.32	0.07		42	Brown et al., 1997	IV	Progresión modal capturas
120	0,88	-0,002	4,10	11	Valdebenito 2003	IV	Progresión modal

Tabla II.- Parámetros de crecimiento para *Fissurella cumingi* determinado por varios autores y para distintas regiones del país.

$L_{\infty}$	<b>K</b>	<b>t<sub>0</sub></b>	$\phi'$	<b>Edad TMC</b> (meses)	<b>Autor</b>	<b>Región</b>	<b>Método</b>
114,9	0,37	0,636	3,69	35	Andrade <i>et al.</i> (1994)	IV	Progresión modal
116,5	0,25	-0,38	3,53	35	Olguín <i>et al.</i> (1996)	IV	Progresión modal
116,9	0,64	-0,002	3,95	15	Valdebenito 2002	IV	Marcaje y recaptura
105.0	0.29	-0.88		30	González <i>et al.</i> 1997	III	
99.45	0.31	0.063		42	Brown et al. 1994	IV	Progresión modal capturas
117	0,73	-0,002	4,0	14	Valdebenito 2002	IV	Progresión modal

Tabla III: Valores de mortalidad estimados para distintas zonas de Chile para *Fissurella* spp.

NOMBRE	REGION	LUGAR	M	M%	AUTOR
<i>Fissurella costata</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,490	39%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella latimarginata</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,510	40%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella latimarginata</i>	IV	ÑAGUE	0,430	35%	GARRIDO et al, 1999
<i>Fissurella latimarginata</i>	IV	MAITENCILLO	0,430	35%	GARRIDO et al, 2000
<i>Fissurella cumingi</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,460	37%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella cumingi</i>	IV	MAITENCILLO	0,410	34%	GARRIDO et al, 2000
		CHAÑARAL DE			
<i>Fissurella cumingi</i>	III	ACEITUNO	0,420	34%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella cumingi</i>	IV	ÑAGUE	0,410	34%	GARRIDO et al, 1999

Tabla IV: Fechas y lugares donde se ejecutaron los muestreos para determinar crecimiento, reclutamiento y evaluación de áreas históricas para *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima*.

Crecimiento y reclutamiento						Evaluaciones áreas históricas	
	Verano		Otoño	Invierno	Primavera	Verano	
III Región							
Pan de Azúcar	23/01/07		10/04/07	26/06/07	20/11/07	15/01/08	20/11/07
	24/01/07		11/04/07	27/06/07	21/11/07	16/01/08	21/11/07
Carrizal Bajo							
Chañaral de	25/01/07		12/04/07	28/06/07	22/11/07	17/01/08	22/11/07
Aceituno							
IV Región							
Totalillo	18/12/06	16/3/07	8/5/07	24/8/07	13/11/07	3/1/08	14/11/07
norte							
Totoral							
El Sauce	30/1/07	20/3/07	9/5/07	22/8/07	8/11/07	4/1/08	9/11/07
Las Conchas	25/1/07		30/3/07	20/6/07	6/11/07		7/11/07

Tabla.V: Parámetros de crecimiento de *F. latimarginata* calculados para seis sectores de extracción, tres en la III y tres en la IV Región, con información registrada en 2007-2008.

REG	CALETA	LATITUD SUR	Nombre Común	Nombre Científico	Loo (mm)	K
III	Pan de Azucar	26,17	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	110,0	0,51
	Carrizal	28,00	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	117,5	0,52
	Chañaral de Aceituno	29,00	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	117,5	0,81
IV	Totalillo Norte	29,50	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	117,5	0,51
	El Sauce	30,33	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	121,7	0,58
	Los Vilos	31,83	LAPA NEGRA	<i>Fissurella latimarginata</i>	121,7	0,65

Tabla.VI: Promedio de los coeficientes “a” y “b” de la relación longitud-peso del recurso *Fissurella latimarginata*, utilizados en la aplicación de los métodos de evaluación indirecta de los stock de lapas en la III y IV Región, estimados con información registrada en 2007 y 2008.

Parámetro	III REGIÓN			IV REGIÓN		
	Pan de Azúcar	Carrizal Bajo	Chañaral de Aceituno	El Sauce	Las Conchas	Totalillo norte
a	8,40E-04	7,28E-04	5,33E-05	1,35E-04	3,82E-04	2,00E-04
b	2,7824	3,0375	3,3438	3,0695	3,001	2,9812

Tabla.VII: Parámetros de mortalidad natural para *Fissurella* spp. en la III y IV regiones propuestos por distintos autores.

<b>NOMBRE</b>	<b>REGION</b>	<b>LUGAR</b>	<b>M</b>	<b>M%</b>	<b>AUTOR</b>
<i>Fissurella costata</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,490	39%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella cumingi</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,460	37%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella cumingi</i>	III	CHAÑARAL DE ACEITUNO	0,420	34%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella latimarginata</i>	III	CARRIZAL BAJO	0,510	40%	GONZALEZ et al, 1997
<i>Fissurella cumingi</i>	IV	MAITENCILLO	0,410	34%	GARRIDO et al, 2000
<i>Fissurella cumingi</i>	IV	ÑAGUE	0,410	34%	GARRIDO et al, 1999
<i>Fissurella latimarginata</i>	IV	ÑAGUE	0,430	35%	GARRIDO et al, 1999
<i>Fissurella latimarginata</i>	IV	MAITENCILLO	0,430	35%	GARRIDO et al, 2000

Tabla VIII: Situación de las poblaciones de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* en las áreas de manejo de la III y IV regiones para el último año en que se tiene datos. Verde: aumento; amarillo mantención y rojo disminución para abundancia y peso. Verde mantención de la proporción de grupos de tallas, amarillo cambios moderados y rojo cambios bruscos para las tallas. Para la situación verde indica equilibrio, amarillo recuperación y rojo deterioro.

III Región				
<i>F. latimarginata</i>	Abundancia	Peso	Tallas	Situación
Pan de Azúcar	Red	Green	Red	Red
Punta Flamenco	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Punta Frödden	Red	Green	Yellow	Green
El Cisne B	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Punta Copiapó	Green	Yellow	Red	Red
Pajonales	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Carrizal Bajo	Green	Yellow	Green	Yellow
El Bronce C	Yellow	Red	Yellow	Green
Chañaral aceituno	Red	Red	Yellow	Red
<i>F. cumingi</i>				
Pajonales	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Carrizal Bajo	Red	Red	Yellow	Red
El Bronce C	Yellow	Yellow	Green	Green
Chañaral aceituno	Red	Red	Yellow	Red
<i>F. maxima</i>				
Pajonales	Yellow	Red	Yellow	Green
El Bronce C	Yellow	Green	Yellow	Yellow
IV Región				
<i>F. latimarginata</i>	Abundancia	Peso	Tallas	Situación
Punta Choros	Green	Green	Yellow	Yellow
Chungungo C	Yellow	Red	Yellow	Green
Totalillo norte B	Red	Red	Yellow	Red
Hornos	Green	Red	Yellow	Green
Las Minitas	Red	Yellow	Yellow	Red
Península Coq. B	Yellow	Red	Yellow	Green
Totalillo centro A	Green	Green	Yellow	Yellow
El Total	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Limarí	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Sierra	Green	Yellow	Green	Yellow
Puerto Manso	Red	Yellow	Green	Green
Ñague	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Los Vilos C	Red	Yellow	Red	Red
Pichidanguí	Green	Red	Green	Green
<i>F. cumingi</i>				
Punta Choros	Yellow	Red	Yellow	Green
Chungungo C	Yellow	Red	Yellow	Green
Totalillo norte B	Red	Red	Yellow	Red
Hornos	Red	Red	Green	Red
Las Minitas	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Península Coq. B	Green	Green	Yellow	Yellow
El Total	Green	Green	Yellow	Yellow
Limarí	Yellow	Red	Yellow	Green
Sierra	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Puerto Manso	Red	Green	Yellow	Green
Ñague	Green	Green	Yellow	Yellow
Los Vilos C	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Pichidanguí	Red	Yellow	Green	Green

Tabla IX: Número de individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* en cada uno de los sitios de estudio y para cada una de las especies analizadas.

	<i>F. latimarginata</i>				<i>F. cumingi</i>			<i>F. maxima</i>		
	N° muestras	Marcados	Recuperados	%	Marcados	Recuperados	%	Marcados	Recuperados	%
<b>III Región</b>										
Pan de Azúcar Carrizal	5	483	128	26.5	322	78	24.22	-	-	-
Bajo Chañaral de Aceituno	5	409	153	37.4	6	0	0	-	-	-
	5	311	109	35	143	40	28	47	3	7.9
<b>IV Región</b>										
Totalillo norte	6	604	362	59	-	-	-	-	-	-
Totalal	2	109	1	0.9	174	3	1.7	95	0	0
El Sauce Las Conchas	6	192	140	72.9	171	92	53.8	19	3	15.7
	5	167	13	7.8	89	0	0	75	8	10.7

Tabla X. Parámetros de crecimiento para *F. latimarginata* y *F. cumingi* ( $L_{\infty}$  y k) calculados con el método de Quinn & Deriso. Se entrega además los límites de confianza de ambos parámetros.

		<i>F. latimarginata</i>			<i>F. cumingi</i>		
			LI	LS		LI	LS
Pan de Azúcar	$L_{\infty}$	121,7	117,1	126,3	96,0	87,2	104,8
	k	0,500	0,480	0,520	0,490	0,450	0,520
Carrizal Bajo	$L_{\infty}$	110,0	102,7	117,3			
	k	0,520	0,490	0,540			
Chañaral de Aceituno	$L_{\infty}$	117,5	109,8	125,2	116,0	96,9	135,1
	k	0,810	0,750	0,860	0,970	0,820	1,130
Ttotalillo Norte	$L_{\infty}$	117,5	111,2	123,8			
	k	0,510	0,480	0,520			
El Sauce	$L_{\infty}$	121,7	117,1	126,3	123,0	114,2	131,8
	k	0,580	0,550	0,610	0,340	0,300	0,370
			DE				
Pan Azúcar-Carrizal Bajo y Ttotalillo Norte	$L_{\infty}$	117,5	3,59				
	k	0,49	0,04				
Chañaral de Aceituno y El Sauce	$L_{\infty}$	121,7	2,21				
	k	0,71	0,05				
Las Conchas	$L_{\infty}$	121,7					
	k	0,65					

Tabla XI: Parámetros de crecimiento calculados para *F. latimarginata* y *F. cumingi*. Se entrega el error standart de k.

	<i>F. latimarginata</i>			<i>F. cumingi</i>	
	$L^\infty$	k	Se k	$L^\infty$	K
<b>III Región</b>					
Pan de Azúcar	110	0,51	0,067	96	0,75
Carrizal Bajo	117,5	0,52	0,656		
Chañaral de Aceituno	117,5	0,81	0,09	116	0,67
<b>IV Región</b>					
Totalillo norte	117,5	0,51	0,08		
El Sauce	121,7	0,58	0,065	123	0,5
Las Conchas	121,7	0,65	0,73		

Tabla XII: Probabilidad de la prueba de F para la comparación entre los parámetros de crecimiento de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* entre las distintas localidades.

	Pan de Azúcar	Carrizal Bajo	Chañaral de Aceituno	Totalillo Norte	El Sauce
<b><i>F. latimarginata</i></b>					
Pan de Azúcar					
Carrizal Bajo	0,35				
Chañaral de Aceituno	0,000	0,000			
Totalillo Norte	0,509	0,591	0,000		
El Sauce	0,000	0,008	0,052	0,003	
<b><i>F. cumingi</i></b>					
Pan de Azúcar					
Chañaral de Aceituno	0,000				
El Sauce	0,000			0,000	

Tabla XIII: Comunidades presentes en cada uno de los sectores de estudio y la profundidad aproximada en la que se encontraban. Se informa además la fecha en que se realizó la evaluación de las comunidades

Sector	Comunidades presentes	Profundidad metros	Fecha evaluación
<b>III Región</b>			
Pan de Azúcar	Fondos blanqueados Huiral de <i>L. trabeculata</i>	0-4 4-15	25-6-2007
Carrizal Bajo	Fondos blanqueados Huiral de <i>L. trabeculata</i>	0-8	27-6-2007
Chañaral de Aceituno	Fondos blanqueados Huiral de <i>L. trabeculata</i> Comunidad de algas-incrustantes	0-2 2-15 2-15	30-6-2007
<b>IV Región</b>			
Totalillo norte	Fondos blanqueados	0-8	14-6-2007
Total	Fondos blanqueados Comunidad de algas	0-8 2-3	
El Sauce	Fondos blanqueados Huiral <i>Lessonia - Macrocyctis</i>	0-3 3-8	9-6-2007
Las Conchas	Fondos blanqueados Comunidad de algas Huiral de <i>L. trabeculata</i>	0-2 2-3 3-8	19-6-2007

Tabla XIV: Porcentaje de reclutas de *Fissurella latimarginata*, *Fissurella cumingi* y *Fissurella maxima* observados en las distintas comunidades y microambientes del sector de estudio

COMUNIDADES	<i>F. latimarginata</i>	<i>F. cumingi</i>	<i>F. maxima</i>
Fondos blanqueados	72	23	28
Comunidad de Algas	4	45	72
Comunidad de Lessonia trabeculata	24	32	0
MICROAMBIENTES	<i>F. latimarginata</i>	<i>F. cumingi</i>	<i>F. maxima</i>
Grietas	45	23	21
<i>Glossophora kunthi</i> - <i>Corallina officinalis</i>	14	48	24
Sobre roca- <i>Mesophyllum sp.</i>	41	21	2
Bajo bolones	0	8	53

Tabla XV: Tamaños promedio (X) de juveniles en milímetros de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* en el intermareal y submareal de los distintos sitios de estudio. Se muestra además los tamaños mínimos y máximos encontrados.

	<i>F. latimarginata</i>						<i>F. cumingi</i>						<i>F. maxima</i>					
	Intermareal			submareal			Intermareal			Submareal			Intermareal			Submareal		
	X	min	max	X	min	max	X	min	max	X	min	max	X	min	max	X	min	max
<b>III Región</b>																		
Pan de azúcar	17.6	12.4	20.1	25.3	17.2	28.9	21.4	18.5	24.6	22.6	18.9	25.4	20.5	20	21	20.4	20	22.1
Carrizal bajo	23.3	11.6	29.4	25.6	19.4	29.7	22.6	17.3	28.4	23.1	20.3	27.4		20.3		23.6	19.8	25.3
Chañaral de Aceituno	22.6	18.4	26.8	24.3	17.2	30.3	23.2	20.1	28.9	20.6	17.6	25.9				22.6	16.8	28.4
<b>IV región</b>																		
Totalillo Norte	23.9	17.9	30.6	24.1	20.1	28.4	22.5	19.4	25.6				24.5	16.2	28.9			
El Sauce	22.6	20.4	28.9	25.7	19.6	29.6	20.4	18.3	29.2				22.7	21.2	24.2			
Las Conchas	21.2	14.2	29.7	20.4	18.9	25.3	20.6	18.2	28.1				21.4	18.6	26.7	23.2	18.5	27.3
Promedio	21.9			24.2			21.8			22.1						22.5		

Tabla XVI: Mortalidad (Z) de *F. latimarginata* y *F. cumingi* estimada a partir de la curva de captura linealizada para cada una de las localidades estudiadas. Se calculó la mortalidad para los periodos sin pesca por lo que para dicho periodo correspondería a la mortalidad natural (M)

	<i>F. latimarginata</i>		<i>F. cumingi</i>	
	Z	M	Z	M
<b>III Región</b>				
Pan de Azúcar	1,18		1,27	
Carrizal Bajo	1,59			
Chañaral de Aceituno	2,36	3,66	2,42	1,99
<b>IV Región</b>				
Totalillo norte	3,9			
El Sauce	0,36	0,43	1,23	1,17
Las Conchas	3,08			

Tabla.XVII: Parámetros de entrada del método (AC) de Jones para el recurso *F. latimarginata* de cuatro sectores de extracción de la III y IV Región. Todos los parámetros se obtuvieron con datos registrados en este proyecto, excepto el parámetro de mortalidad natural, obtenido del trabajo de Gonzalez *et al*, 1997.

PARÁMETROS	SIMBOLO	III REGION	IV REGION		
		Pan de Azúcar	Totalillo Norte	El Sauce	Las Conchas
CRECIMIENTO	Loo	117,5	117,5	121,7	121,7
	k	0,49	0,49	0,71	0,65
	to	0	0	0	0
MORTALIDAD NATURAL	M	0,80	0,86	0,11	0,51
MORFOMETRICOS	a	0,00084	0,0002	0,00014	0,00038
	b	2,782	2,981	3,069	3,001
CAPTURA (Kg)	C	10.166	411	468	625

Tabla.XVIII: Vector de captura del recurso *F. latimarginata* de cuatro sectores de la III y IV Región, obtenido a partir de una muestra poblacional de tallas registrada entre marzo de 2007 y enero de 2008. Lt = marca de clase del intervalo de talla, C (1,2)N<sup>a</sup> = vector de captura en número a la talla.

	III REGION	IV REGION		
	Pan de Azúcar	Totalillo Norte	El Sauce	Las Conchas
Lt	C(11,12) n°	C(11,12) n°	C(11,12) n°	C(11,12) n°
65	52.460	1.854	1.106	2.030
70	32.787	1.423	704	2.030
75	3.279	345	402	812
80	6.557	172	704	406
85			402	
TOTAL	95.084	3.794	3.318	5.278

Tabla.XIX: Datos de entrada para calcular el valor de la mortalidad total (Z), su desviación estandar (sdZ) y la tasa de mortalidad total absoluta (en %) del recurso *F. latimarginata* de cuatro sectores de la III y IV Región, a partir de datos registrados entre 2007 y 2008.

PARAMETRO	III REGION	IV REGIÓN		
	Pan de Azúcar	Totalillo Norte	El Sauce	Las Conchas
Z	3,93	4,18	1,92	4,21
Sd(Z)	1,66	0,60	0,67	0,74
%Z	98,0	98,5	85,3	98,5

Tabla.XX: Estructura de talla y edad del stock en número del recurso *F. latimarginata* de cuatro sector de extracción de la III y IV Región. L1=Límite inferior del rango de talla, L2=Límite superior del rango de talla, MC(L)= marca de clase del intervalo de talla, N(1) = stock en número al inicio del intervalo de talla.

			III REGION	IV REGION		
			Pan de Azúcar	Totalillo Norte	El Sauce	Las Conchas
L1	L2	MC(L)	N(11)	N(11)	N(11)	N(11)
65	70	67,5	117.091	4.323	3.904	5.894
70	75	72,5	51.098	2.148	2.583	3.531
75	80	77,5	12.672	576	1.722	1.313
80	85	82,5	7.370	185	1.202	426
85	90	87,5			424	
Total			188.230	7.232	9.835	11.164

Tabla.XXI: Fechas, valores de captura acumulada y captura por unidad de esfuerzo usadas en la estimación del stock del recurso *F. latimarginata*, del sector de Pan de Azúcar, III Región, usados para aplicar el modelo de Leslie de éxito de captura. Fecha = día, mes y año de registro de datos de captura y esfuerzo totales por parte de la flota de Pan de Azúcar, K(nº) = Captura acumulada en número por día, cpue = captura por unidad de esfuerzo (nº/ h-buceo).

PERIODO	Fecha inicial	Fecha final	K (nº) final	K (nº) final	Cpue inicial (nº/h-buceo)	Cpue final (kg/h-buceo)
Periodo 1	15-07-2006	17-08-2006	11.979	19.777	121,8	32,7
Periodo 2	11-11-2006	10-12-2006	43.810	49.799	131,3	27,9
Periodo 3	11-10-2007	17-10-2007	123.996	127.567	170,7	46,5

Tabla.XXII: Parámetros de la regresión del modelo de Leslie & Davis de éxito de captura para tres períodos de extracción de *F. latimarginata* del sector de Pan de Azúcar en la III Región entre el año 2006 y 2007.

PARAMETRO	PERIODO 1 15-jul-06 ←→17-ago-06	PERIODO 2 11-nov-06 ←→10-dic-06	PERIODO 3 11-oct-07 ←→17-oct-07
INTERCEPTO "a"	208,7	753,9	4435,4
PENDIENTE "b"	0,0088	0,0144	0,00343
R <sup>2</sup>	0,622	0,777	0,976
N	14	11	5
ABUNDANCIA (N°)	23.709	52.325	128.820
COEF. CAPTURABILIDAD (q)	0,0088	0,0144	0,00344

Tabla.XXIII: Desembarque en toneladas de Lapa negra (*F. latimarginata*) en una serie temporal de 10 años en seis sectores de extracción de la III y IV Región.

AÑO	III REGION			IV REGIÓN		
	Pan de Azúcar	Carrizal Bajo	Chañaral de Aceituno	Totalillo Norte	El Sauce	Las Conchas
	Desembarque (t)	Desembarque (t)	Desembarque (t)	Desembarque (t)	Desembarque (t)	Desembarque (t)
1997	12	1,7	29	8,4	0,0	47,9
1998	47	16,2	22	11,6	0,8	35,1
1999	0	5,0	11	11,6	1,7	131,9
2000	24	6,9	34	7,4	0,0	17,6
2001	85	9,8	8	5,5	0,0	43,4
2002	51	7,8	18	20,3	1,4	14,8
2003	90	44,5	33	5,4	4,1	14,1
2004	180	43,0	10	31,2	4,2	17,0
2005	10	2,6	8	6,1	1,4	2,8
2006	5	0,6	0,25	0,7	2,8	1,9
2007	10	0	0	0,4	0	0,6

Tabla.XXIV: Parámetros intermedios de entrada al modelo ARS, para seis sectores de extracción de *F. latimarginata* de la III y IV Región. La definición de cada parámetro se especificó en la metodología.

PARÁMETRO	III REGION			IV REGION		
	Pan de Azúcar	Carrizal Bajo	Chañaral de Aceituno	Totalillo norte	El Sauce	Las Conchas
Wk (g) peso medio reclutas	99,6	119,0	364,9	59,9	96,6	818,9
Wk-1 (g) peso medio prerecluta	34,7	33,7	135,2	32,9	38,7	323,0
Woo (g)	482,9	444,9	1.494,5	296,6	418,2	5.006,1
Rho razón peso recluta vs Woo	0,794	0,732	0,756	0,798	0,769	0,836
$\omega$ razón de pesos	0,348	0,370 0,283	0,370	0,548	0,400	0,394
B1 (t) biomasa inicial	440	43	205	90	14	255
Ct calibración (t)	180	43	10	31,2	4,2	131,9
INDR tipo de reclutamiento	“C”	“C”	“C”	“C”	“C”	“C”
Root (factor reclutamiento)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
K (años)	1	1	1	1	1	1
n (nº años)	14	14	14	14	14	14

Tabla.XXV: Trayectoria de la biomasa del stock (B) en toneladas de *F. latimarginata* de tres sectores de extracción de la III Región en función de tres niveles de captura aplicados a partir del año 2008 hasta el 2010.

AÑO	PAN DE AZUCAR			CARRIZAL BAJO			CHAÑARAL DE ACEITUNO		
	ESC.1	ESC.2	ESC.3	ESC.1	ESC.2	ESC.3	ESC.1	ESC.2	ESC.3
	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)
2007	67,6	67,6	67,6	24,1	24,1	24,1	7,6	7,6	7,6
2008	67,7	67,7	67,7	29,0	29,0	29,0	9,9	9,9	9,9
2009	78,1	67,7	62,6	34,0	28,6	25,4	12,4	9,2	9,2
2010	88,6	67,6	52,1	39,2	28,3	19,7	15,2	8,6	7,6

Tabla.XXVI: Trayectoria de la biomasa del stock (B) en toneladas de *F. latimarginata* de tres sectores de extracción de la IV Región en función de tres niveles de captura aplicados a partir del año 2008 hasta el 2010.

AÑO	TOTORALILLO NORTE			EL SAUCE			LAS CONCHAS		
	ESC.1	ESC.2	ESC.3	ESC.1	ESC.2	ESC.3	ESC.1	ESC.2	ESC.3
	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)	Bt1 (t)	Bt2 (t)	Bt3 (t)
2007	42,6	42,6	42,6	2,2	2,2	2,2	16,1	16,1	16,1
2008	47,7	47,7	47,7	2,7	2,7	2,7	21,7	21,7	21,7
2009	52,7	47,9	46,4	3,2	2,7	2,7	28,7	22,3	20,1
2010	57,3	48,3	40,8	3,7	2,7	2,5	36,7	23,0	17,5

Tabla XXVII: Densidades (ind/m<sup>2</sup>) ± DE de *F. latimarginata* y *F. cumingi* en las zonas de pesca históricas de cada una de las caletas analizadas.

Densidad ind/m <sup>2</sup>	<i>F. latimarg</i>		<i>F. cumingi</i>		<i>F. max</i>	
	x	Sd	x	Sd	x	Sd
<b>Pan Azúcar</b>	0,47	1,14	0,13	0,48	0	
<b>Carrizal Bajo</b>	0,13	0,46	0,08	0,32	0	
<b>Chañaral de Aceituno</b>	0,17	0,81	0,35	1,2	0	
<b>Totalillo Norte</b>	0,21	0,54	0	0	0	
<b>El Sauce</b>	0,04	0,19	0,17	0,43	0,004	0,06
<b>Las Conchas</b>	0,55	1,23	0,11	0,35	0	

Tabla XXVIII: Talla media y stock de *F. latimarginata* y *F. cumingi* en las zonas de pesca históricas de cada una de las caletas analizadas.

	<i>F. latimarg</i>		<i>F. cumingi</i>		<i>F. max</i>	
	TM	Stock	TM	Stock	TM	Stock
<b>Pan Azúcar</b>	47,5	10	53,1	11,8	0	
<b>Carrizal Bajo</b>	63,8	48	62,9	43,6	0	
<b>Chañaral de Aceituno</b>	56	28,6	56,2	24,5	0	
<b>Totalillo Norte</b>	61,2	34,3	0	0	0	
<b>El Sauce</b>	64,5	46,5	72,8	65,2	s/d	s/d
<b>Las Conchas</b>	55	12,63	54,5	17,2	0	

Tabla XXIX: Parámetros de la ecuación de la relación Longitud/Peso para *F. latimarginata* y *F. cumingi* muestreadas en las áreas históricas de pesca de cada una de las caletas estudiadas.

	<i>F. latimarginata</i>		<i>F. cumnigi</i>	
	a	b	a	b
<b>Pan de Azúcar</b>	s/d	s/d	s/d	s/d
<b>Carrizal Bajo</b>	7,00E-05	3,2494	0,00005	3,3571
<b>Chañaral de Aceituno</b>	7,00E-05	3,2533	0,0001	3,1461
<b>Totalillo norte</b>	s/d	s/d	s/d	s/d
<b>El Sauce</b>	0,00001	3,0305	0,00003	3,472
<b>Las Conchas</b>	0,00003	3,415	4,00E-06	3,9324

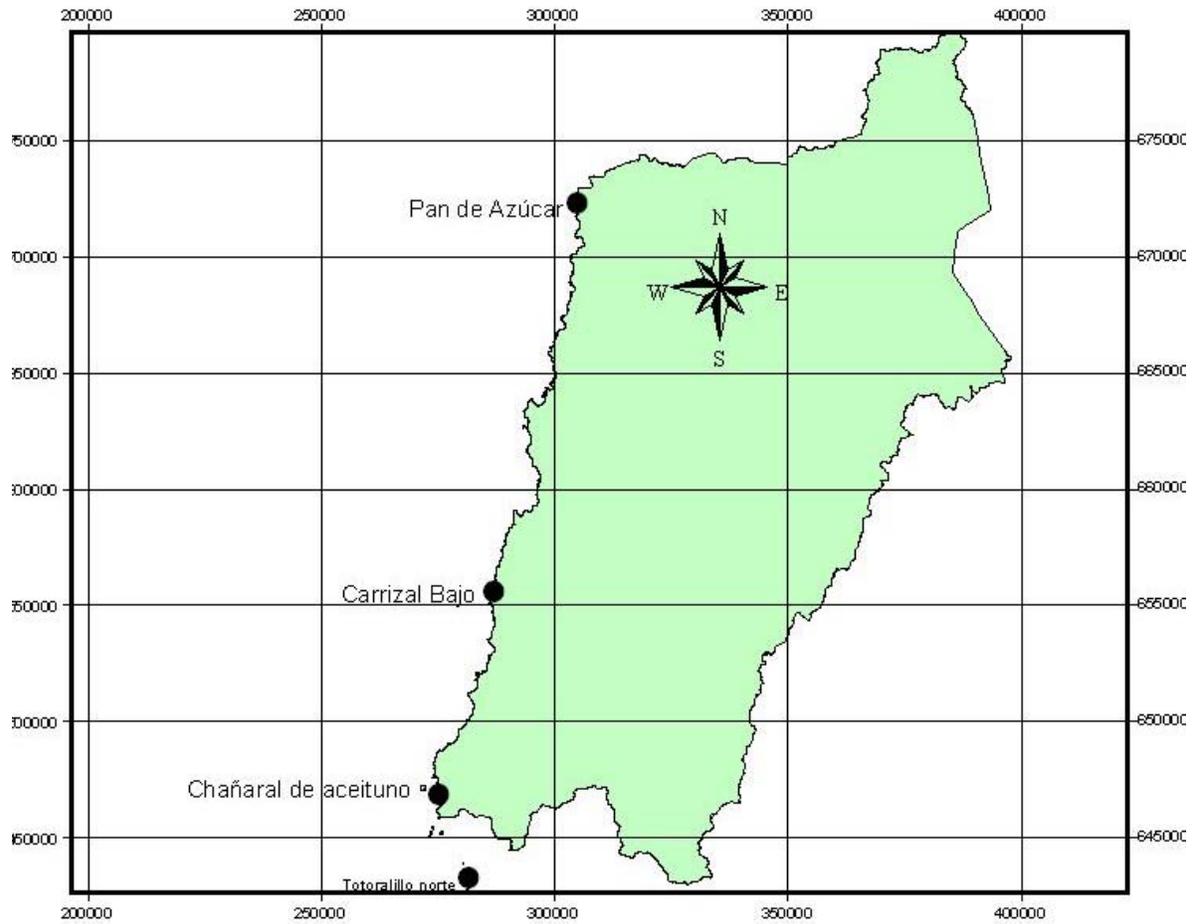


Fig. 1: Lugares de muestreo de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* en la III Región.

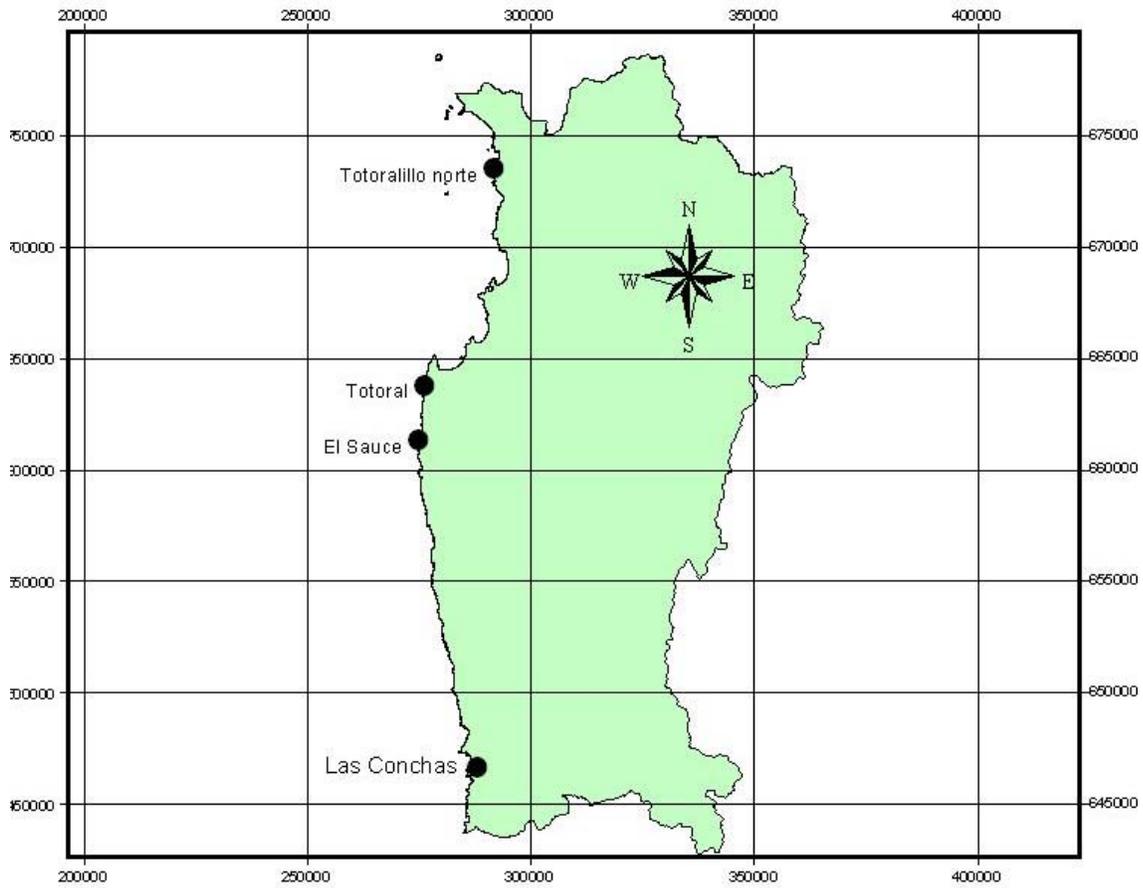


Fig. 2: Lugares de muestreo de *F. latimarginata*, *F. cumingi* y *F. maxima* en la IV Región

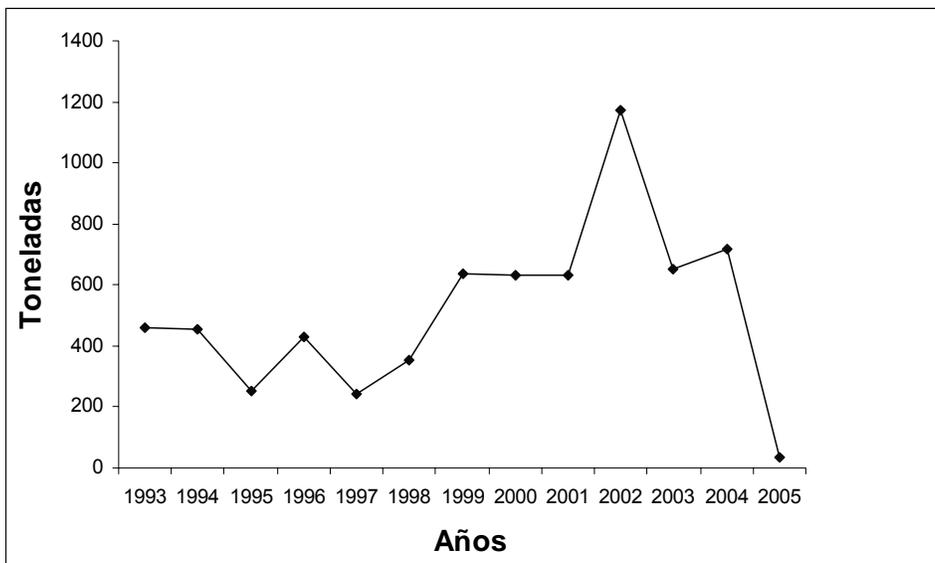


Fig. 3: Desembarques del recurso *Fissurella* spp. en la III Región entre los años 1993 a 2005.

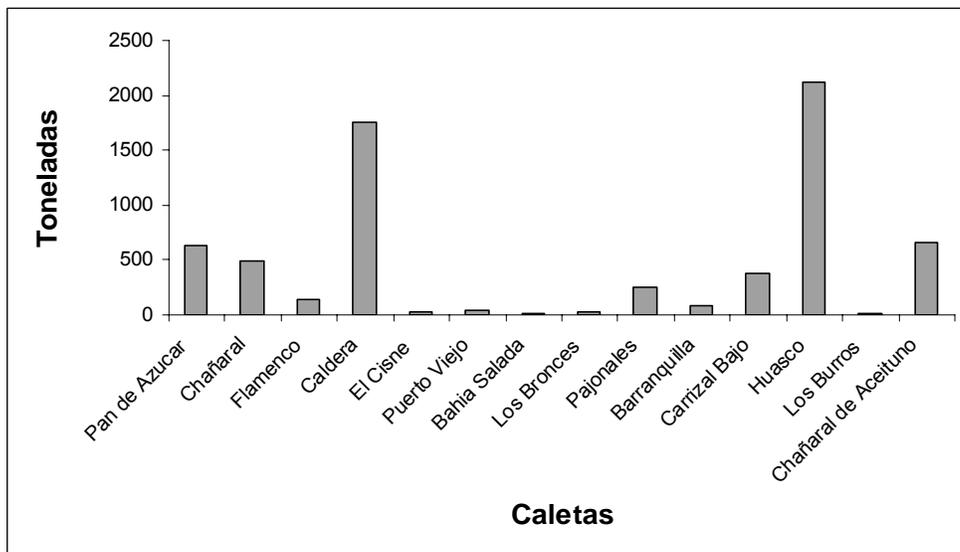


Fig. 4: Desembarque del recurso *Fissurella* spp. acumulado para los años 1993 a 2005 para distintas caletas de la III Región.

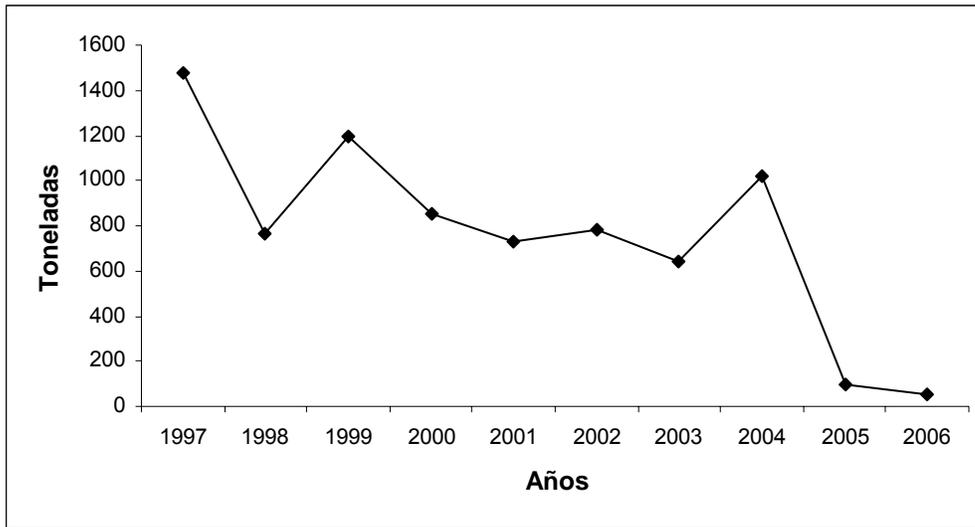


Fig. 5: Desembarques del recurso *Fissurella* spp. en la IV Región entre los años 1997 a 2006.

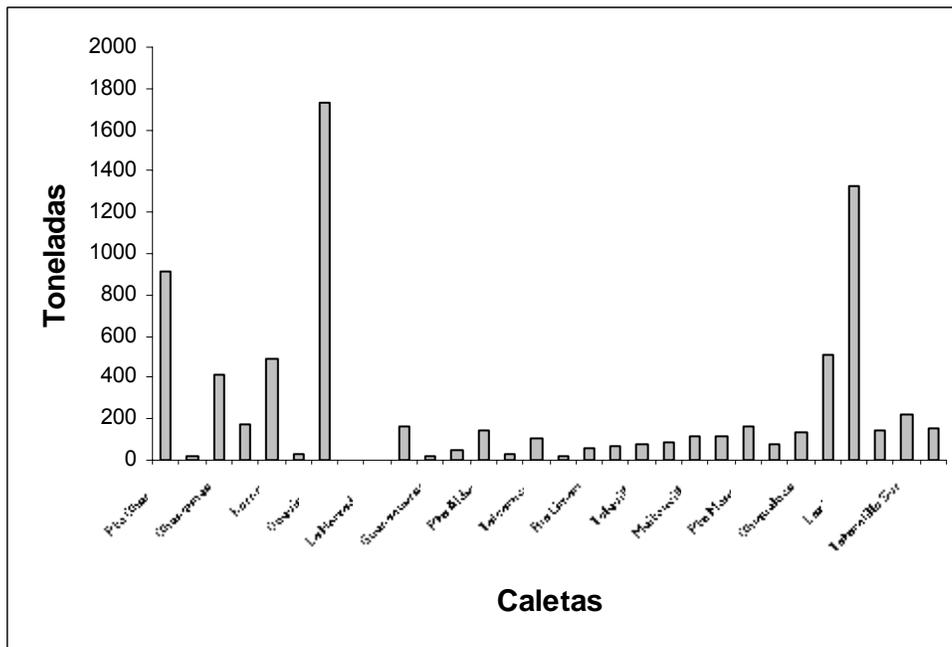


Fig. 6: Desembarque del recurso *Fissurella* spp. acumulado para los años 1997 a 2006 para distintas caletas de la IV Región.

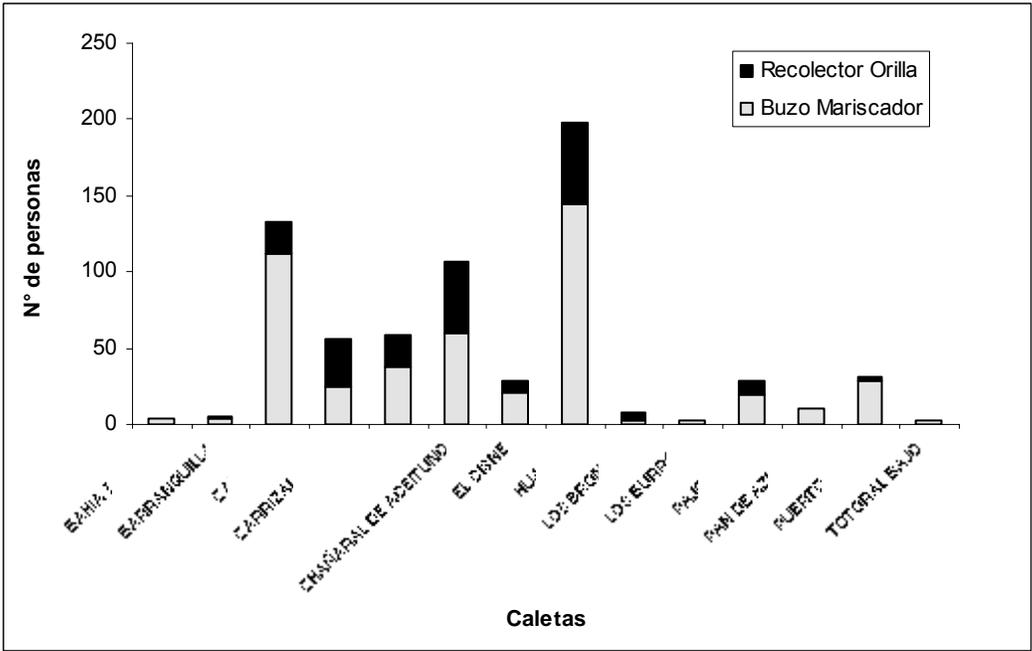


Fig. 7: Número de personas inscritas en el recurso lapa en la III Región.

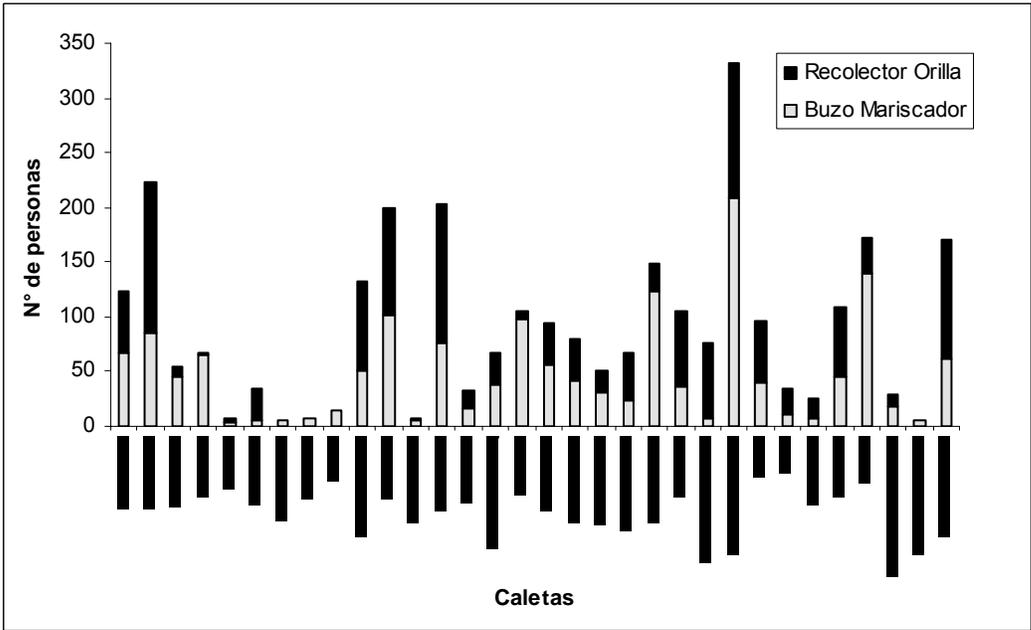


Fig. 8: Número de personas inscritas en el recurso lapa en la IV Región.

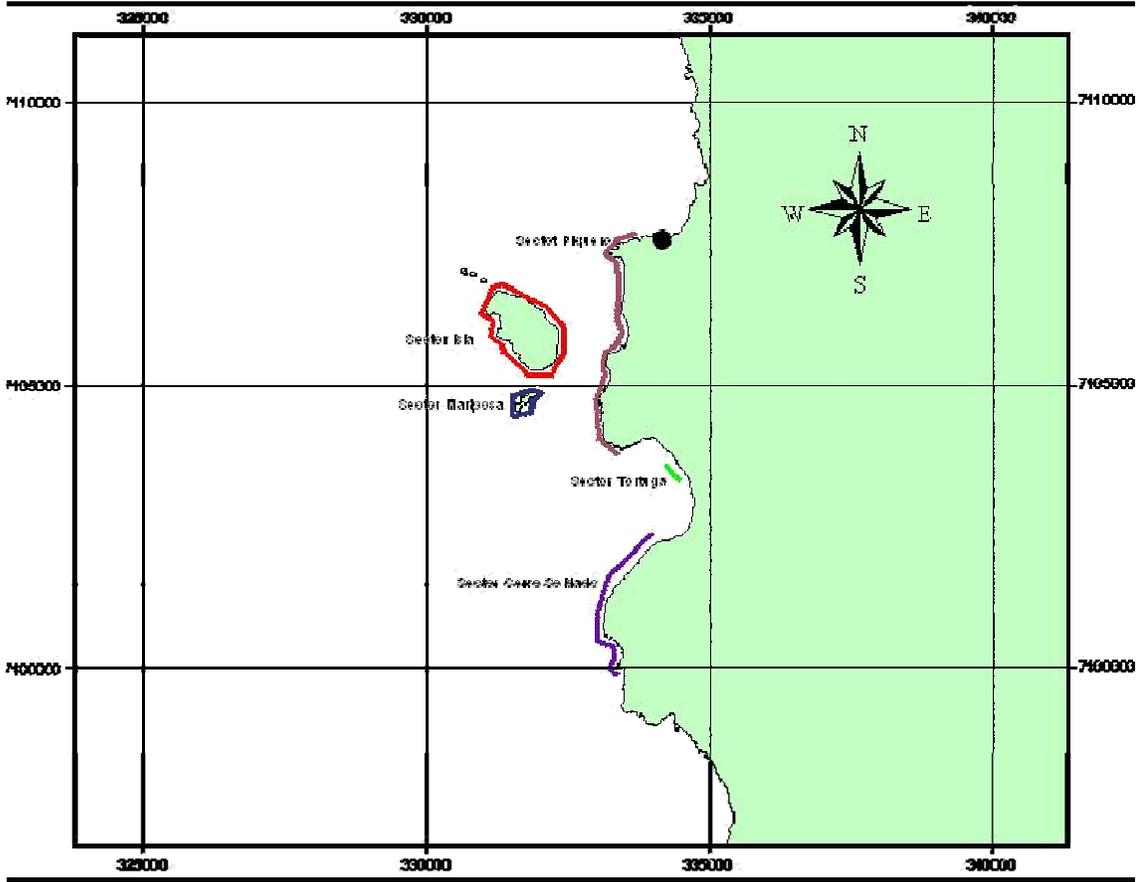


Fig. 9: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta Pan de Azúcar.

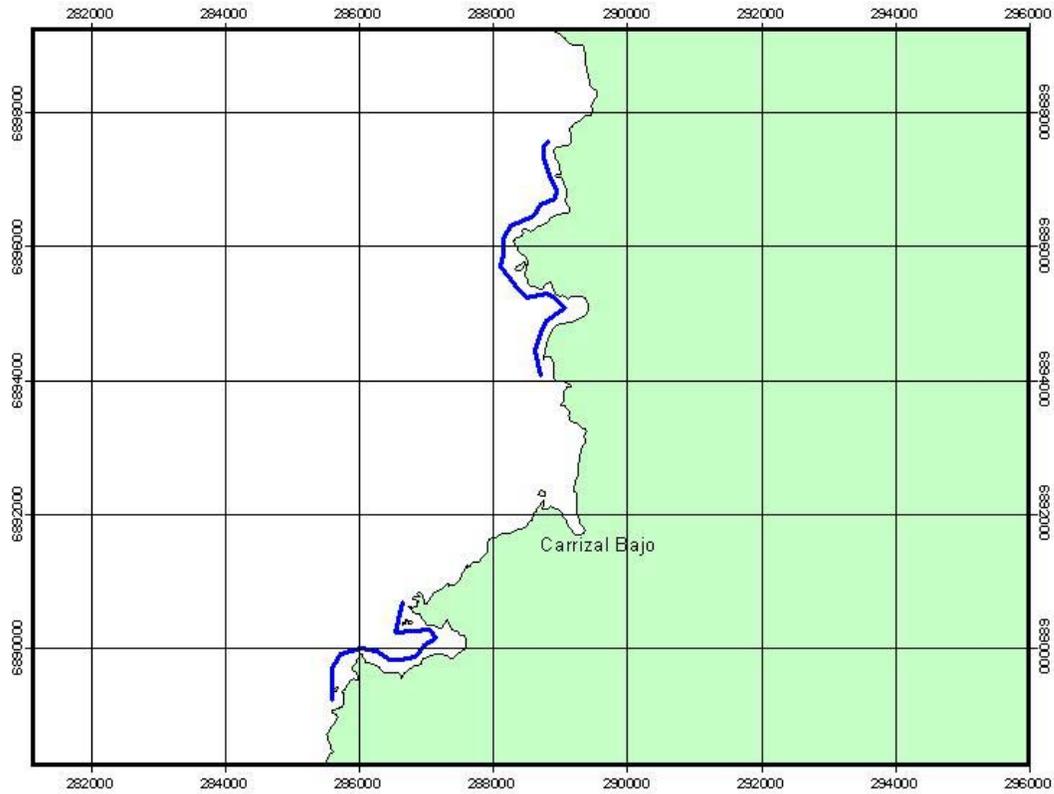


Fig. 10: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta Carrizal Bajo

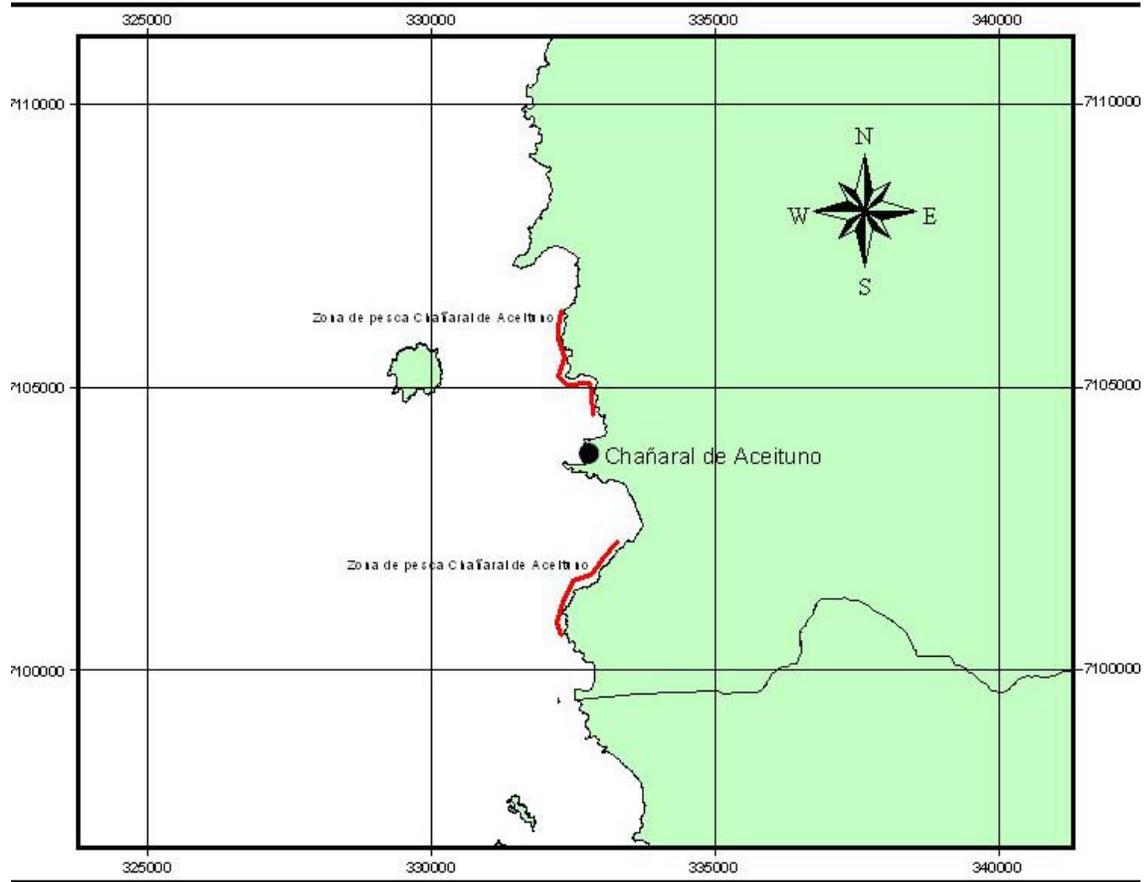


Fig. 11: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta Chañaral de Aceituno.

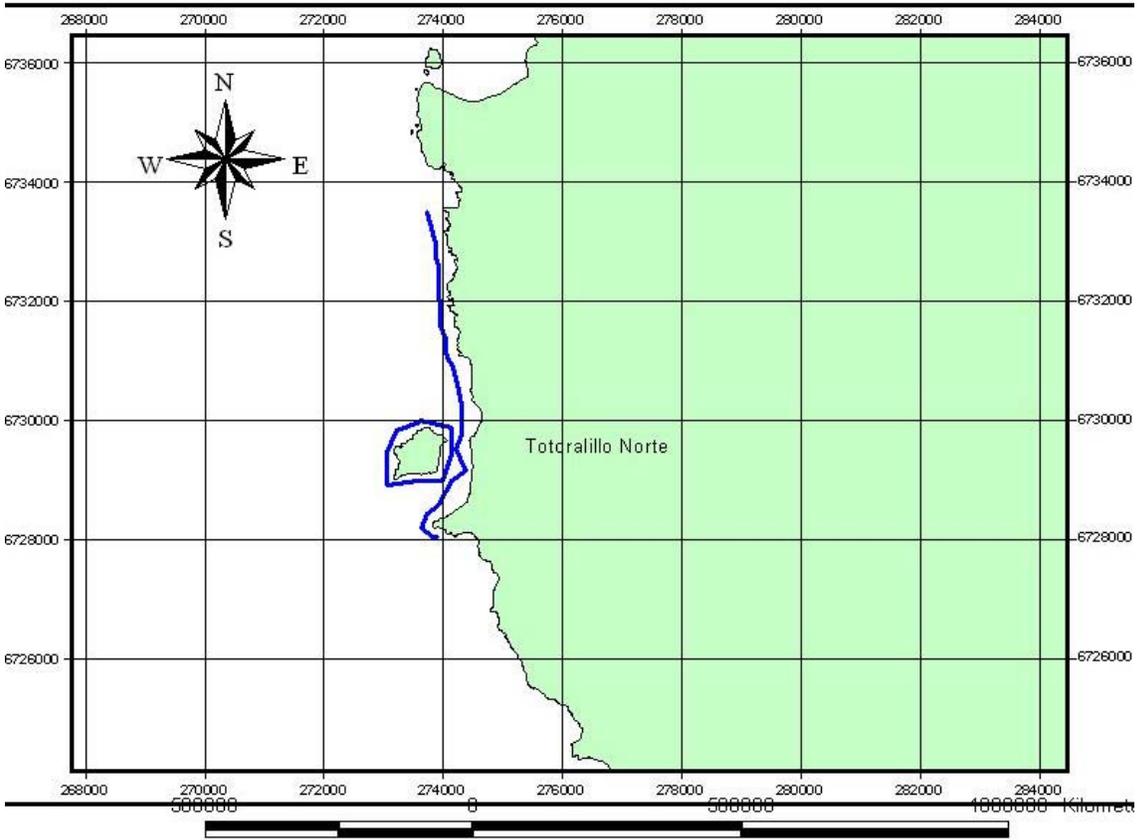


Fig. 12: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta Totoralillo Norte.

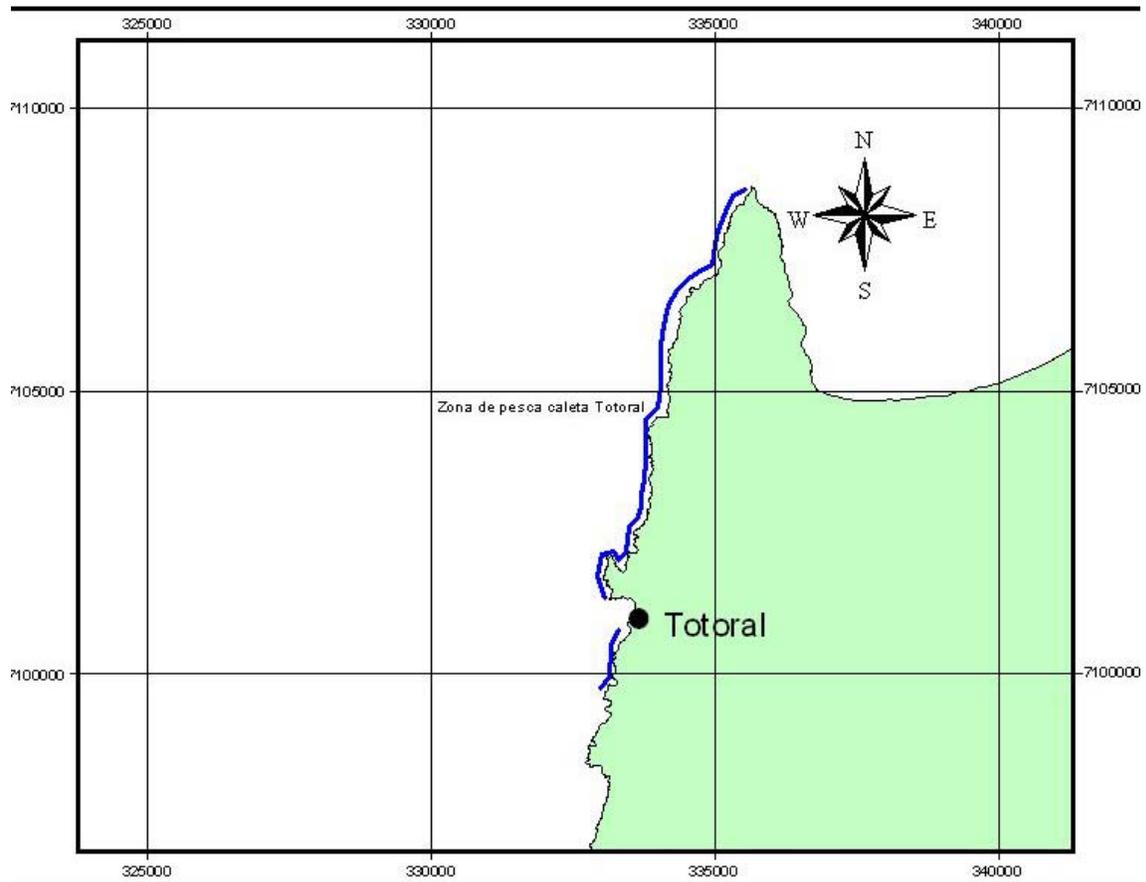


Fig. 13: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta El Totoral.

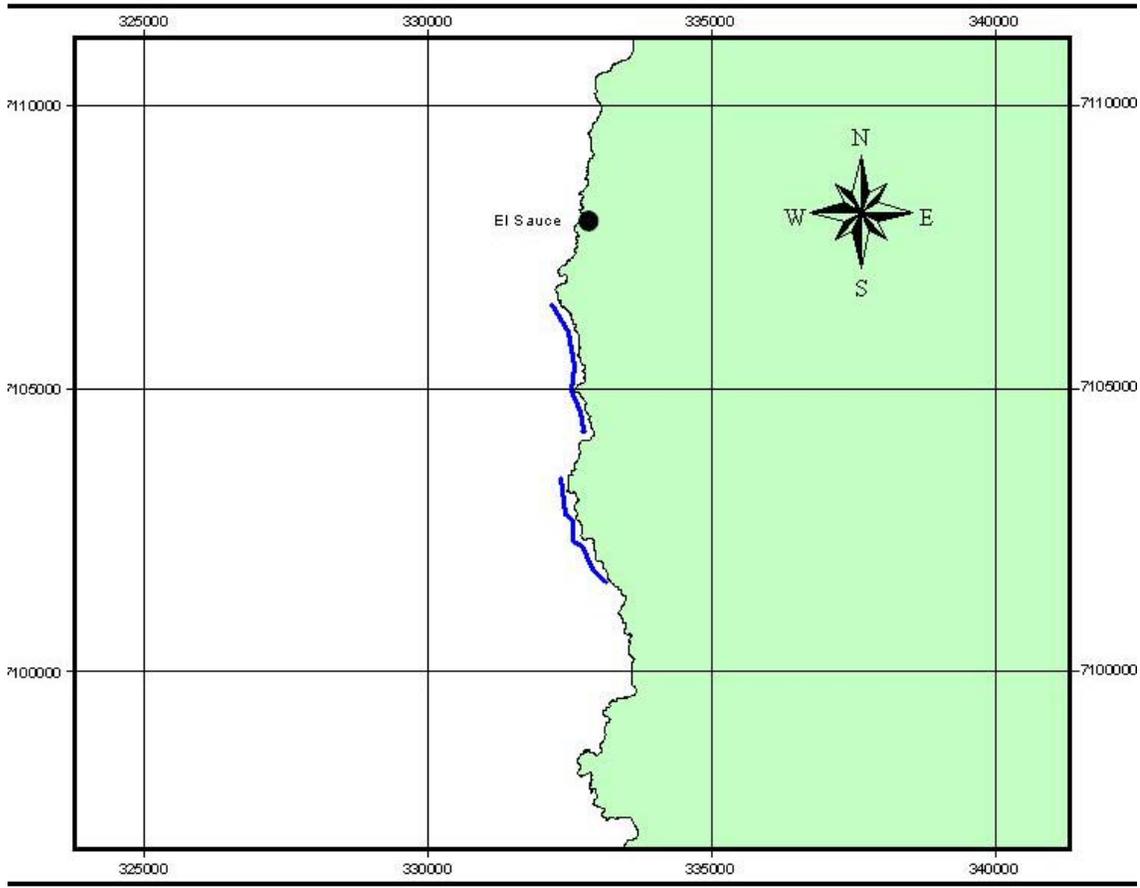


Fig. 14: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta El Sauce

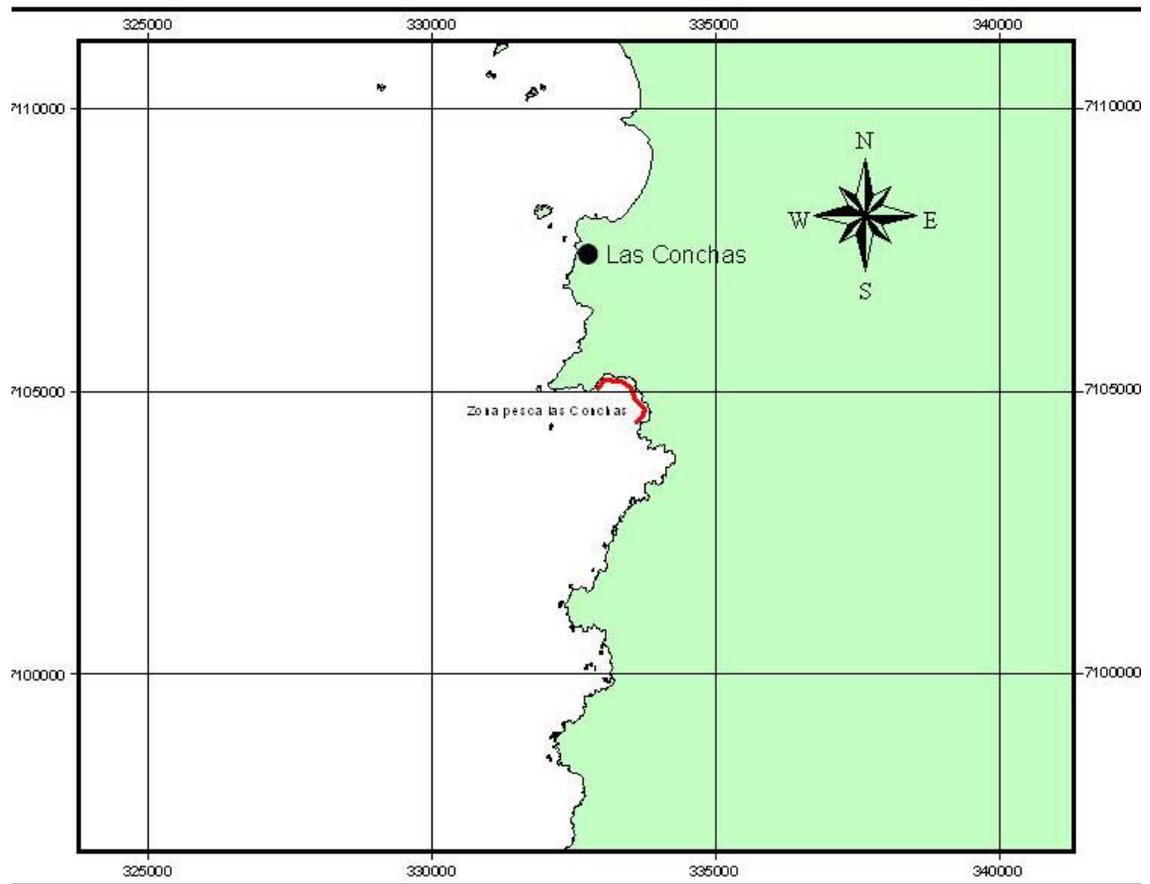


Fig. 15: Zonas de pesca de *Fissurella* spp. en caleta Las Conchas.

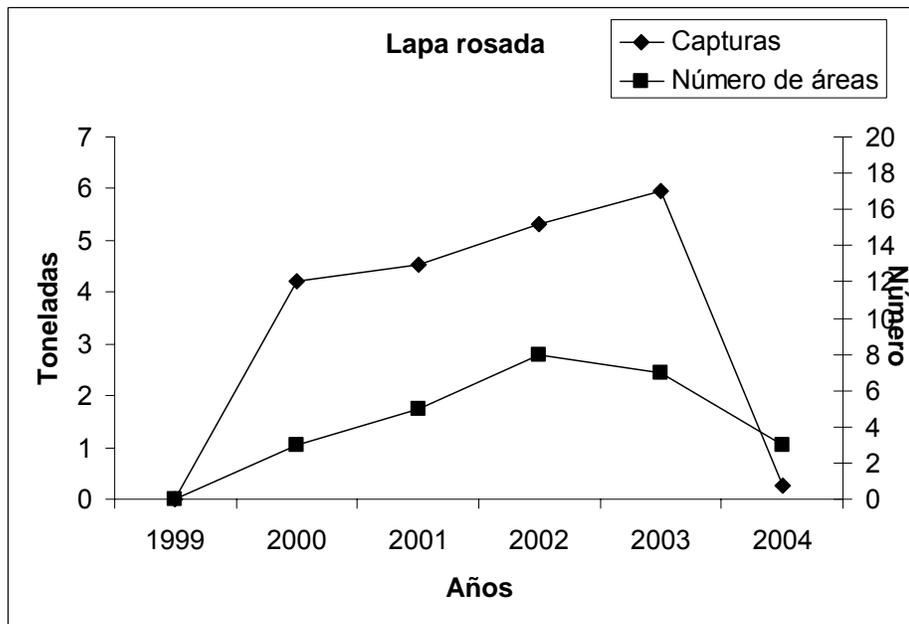
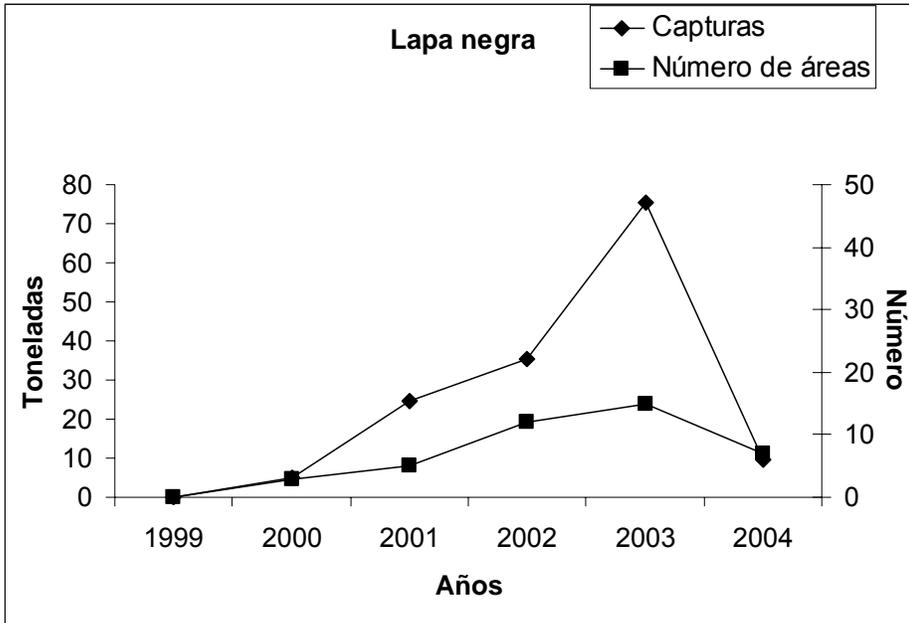


Fig. 16: Desembarque y número de áreas de manejo que declararon desembarque de *Fissurella* spp. en la IV Región para los años 2000 a 2006.

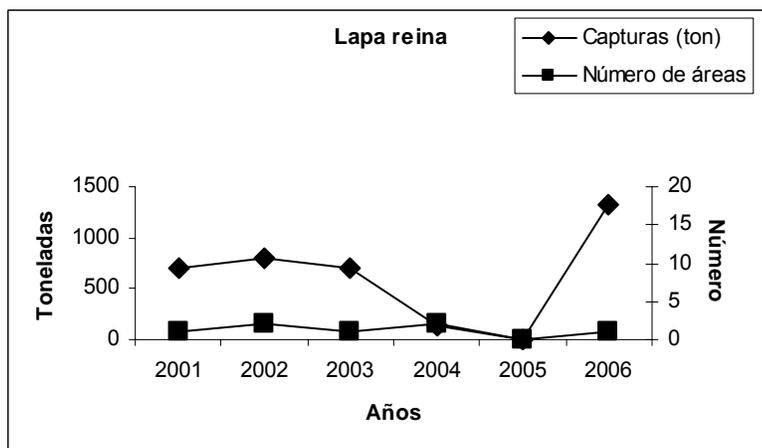
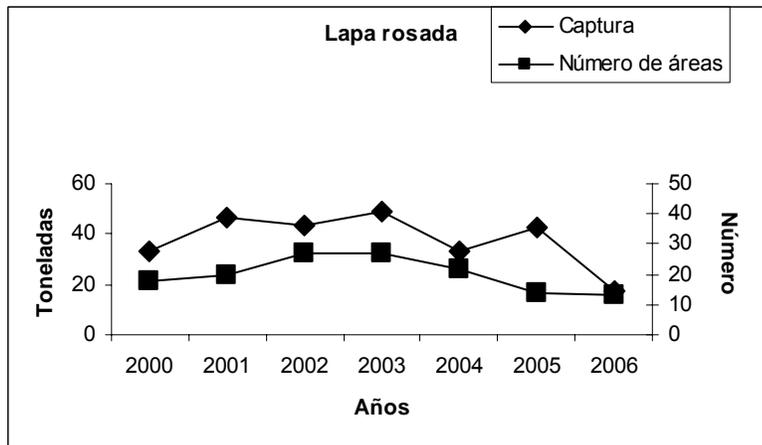
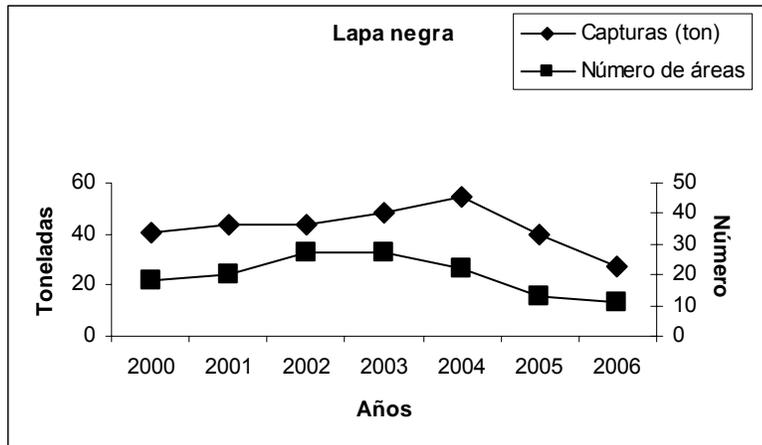


Fig. 17: Desembarque y número de áreas de manejo que declararon desembarque de *Fissurella* spp. en la IV Región para los años 2000 a 2006.

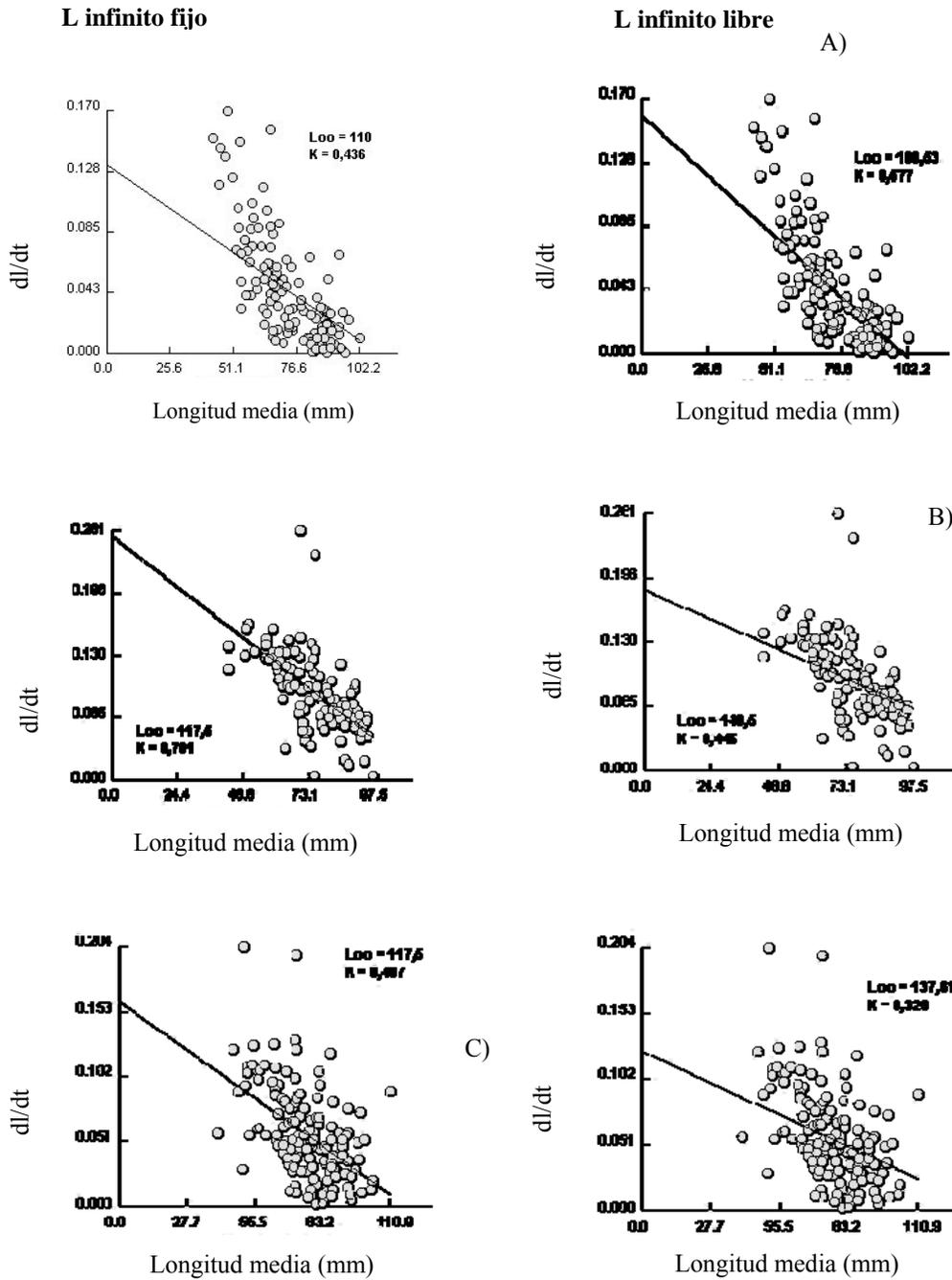


Fig. 18: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo y C) Chañaral de Aceituno. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la izquierda se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

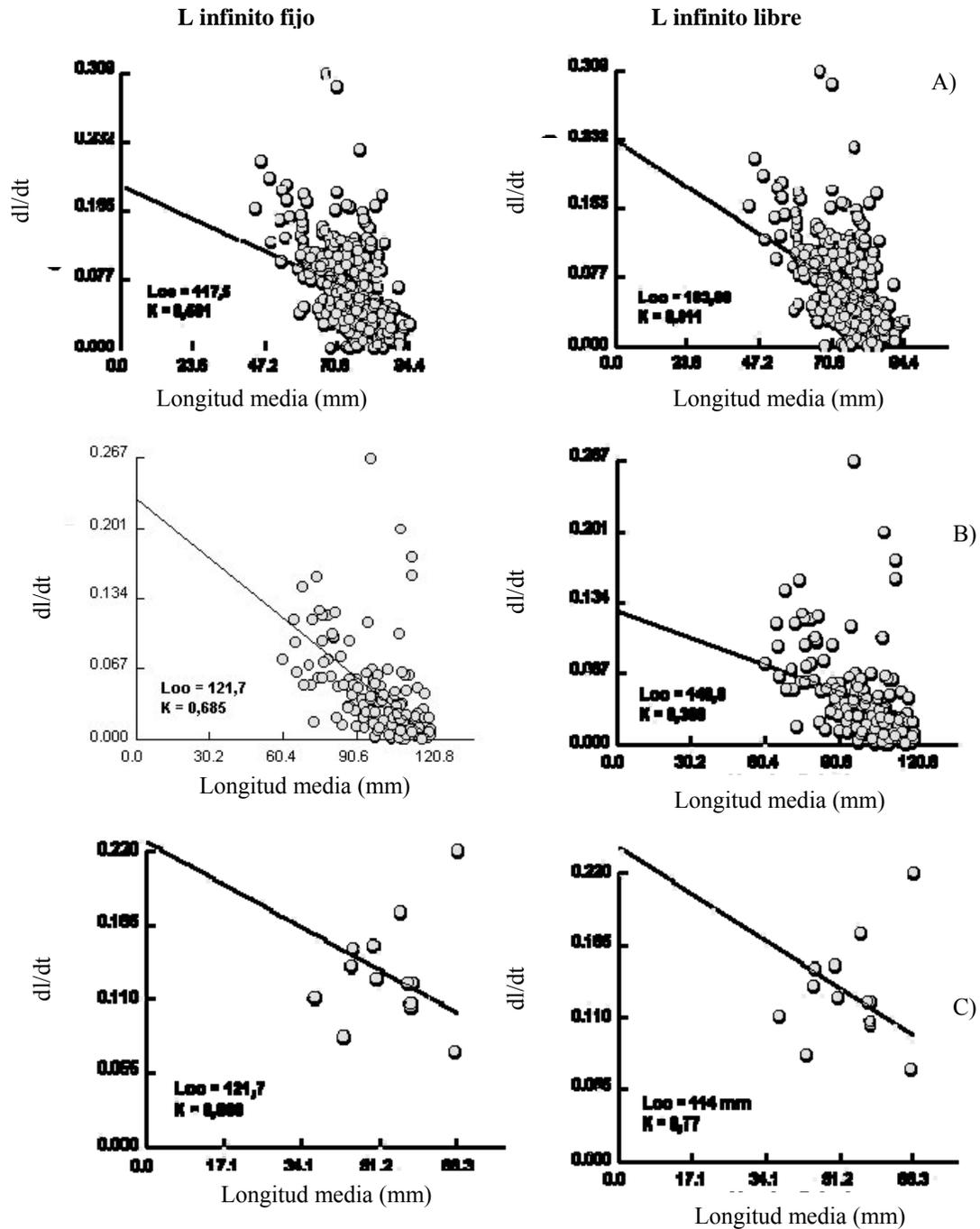


Fig. 19: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Totoralillo Norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

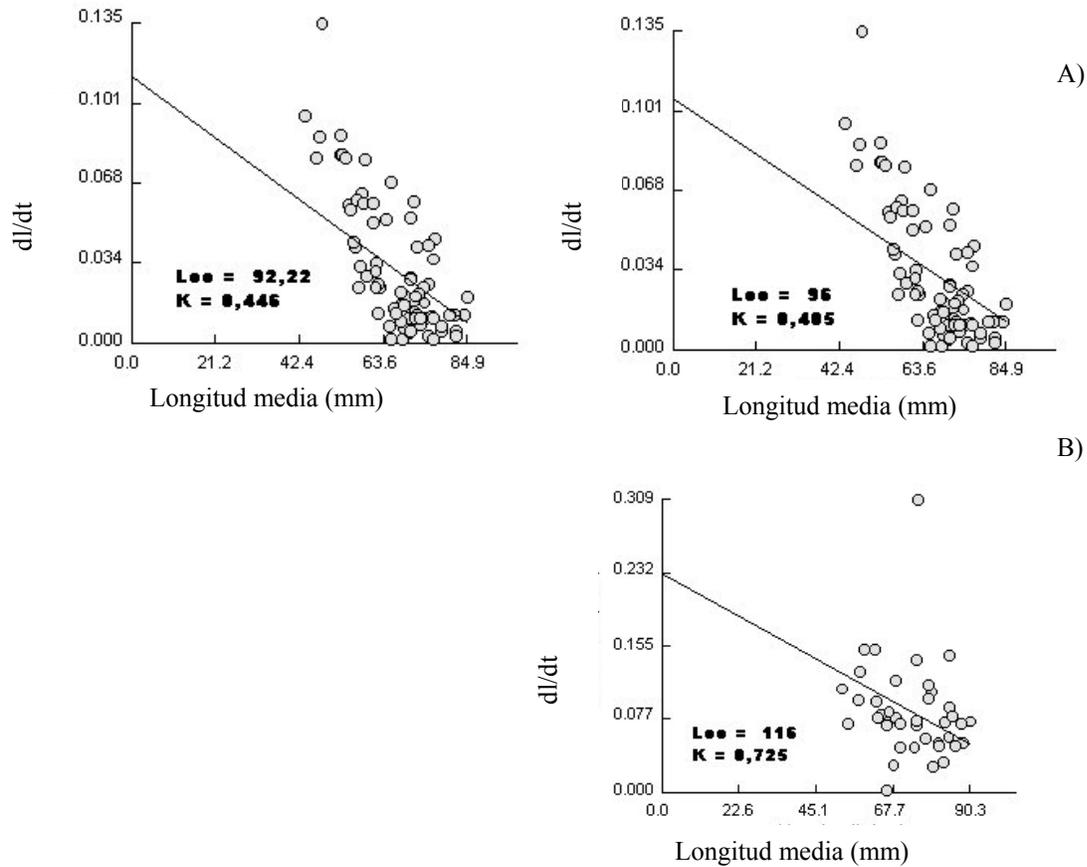


Fig. 20: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la izquierda con el  $L_{\infty}$  infinito determinado por el método, a la derecha con  $L_{\infty}$  fijo.

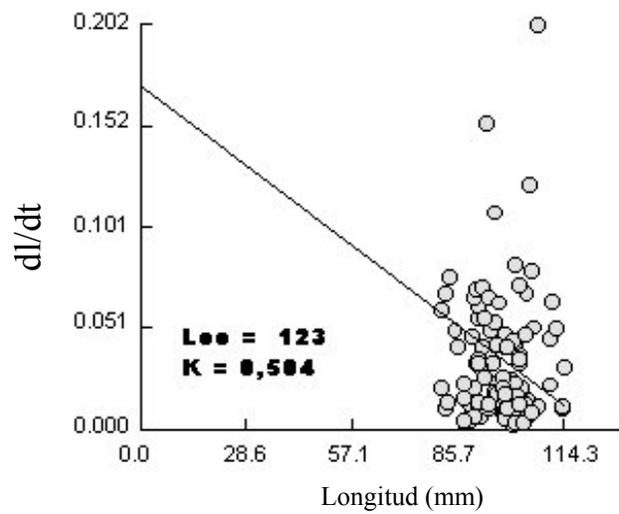


Fig. 21: Graficas del Plot de Gulland & Holt para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la IV Región. En el área de El Sauce.

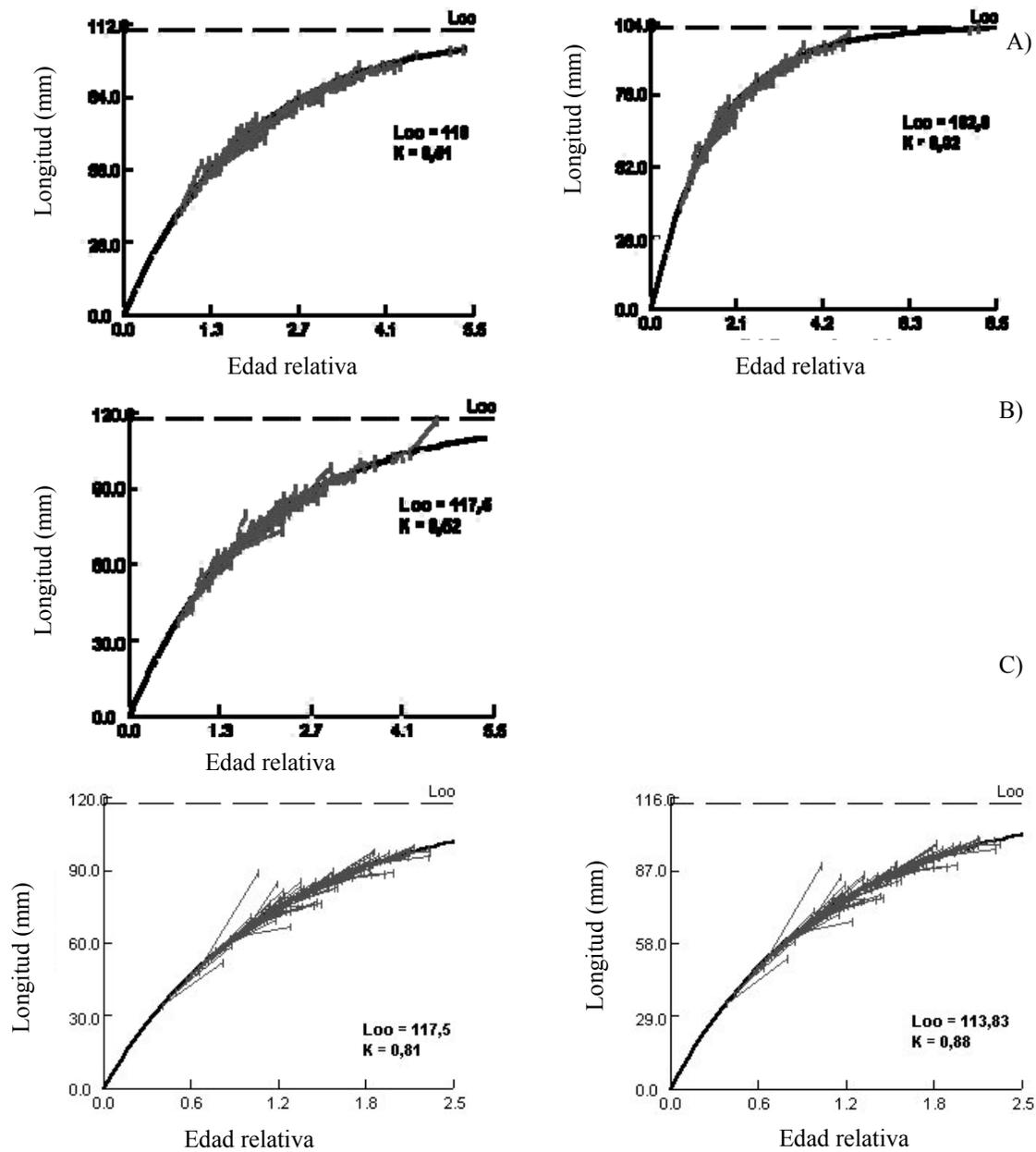


Fig. 22: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

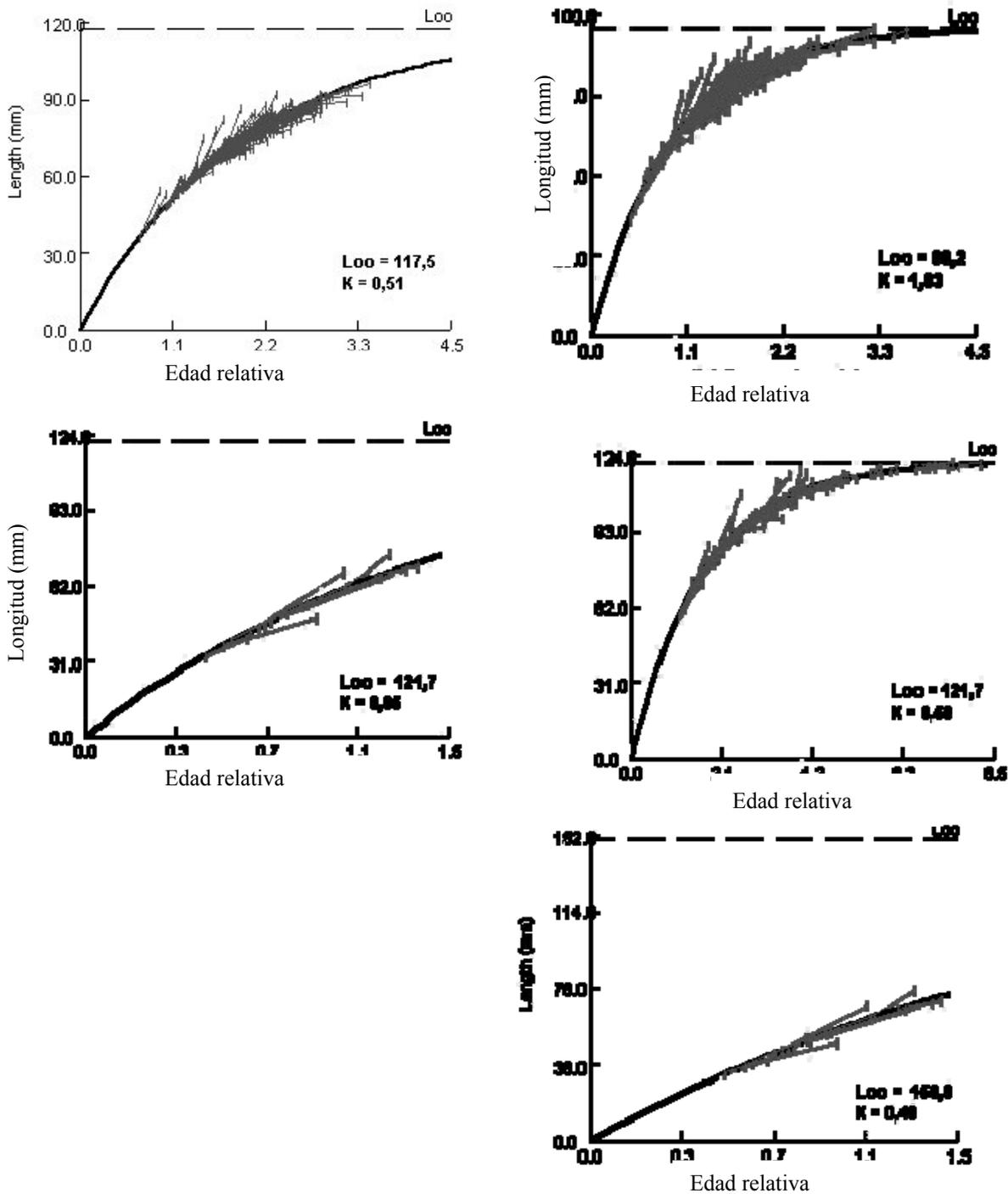


Fig. 23: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Totoralillo norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la izquierda se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

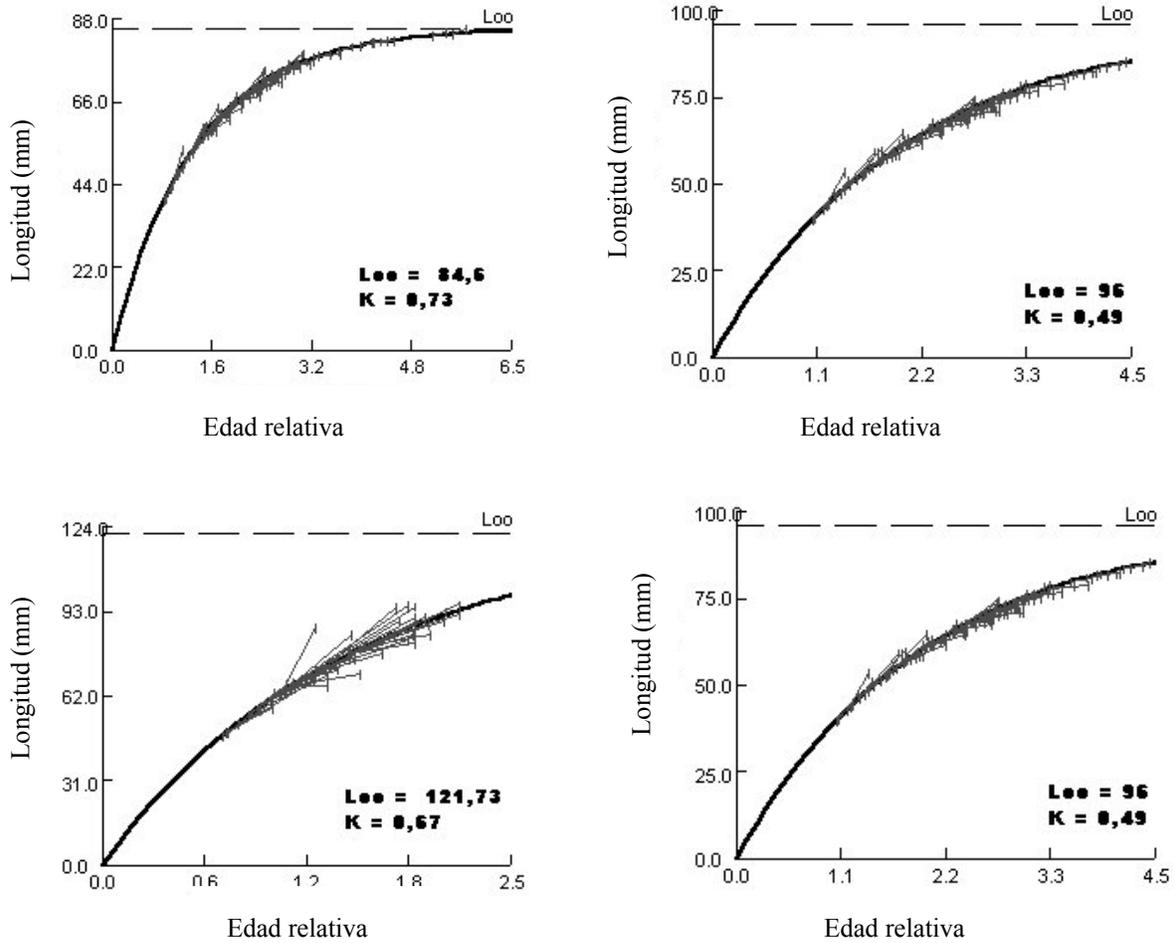


Fig. 24: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la izquierda se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

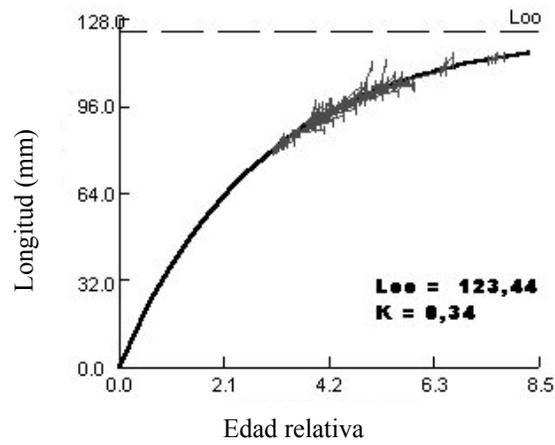


Fig. 25: Graficas del Plot de Appeldoorn para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en El Sauce IV Región. con el  $L_{\infty}$  fijo

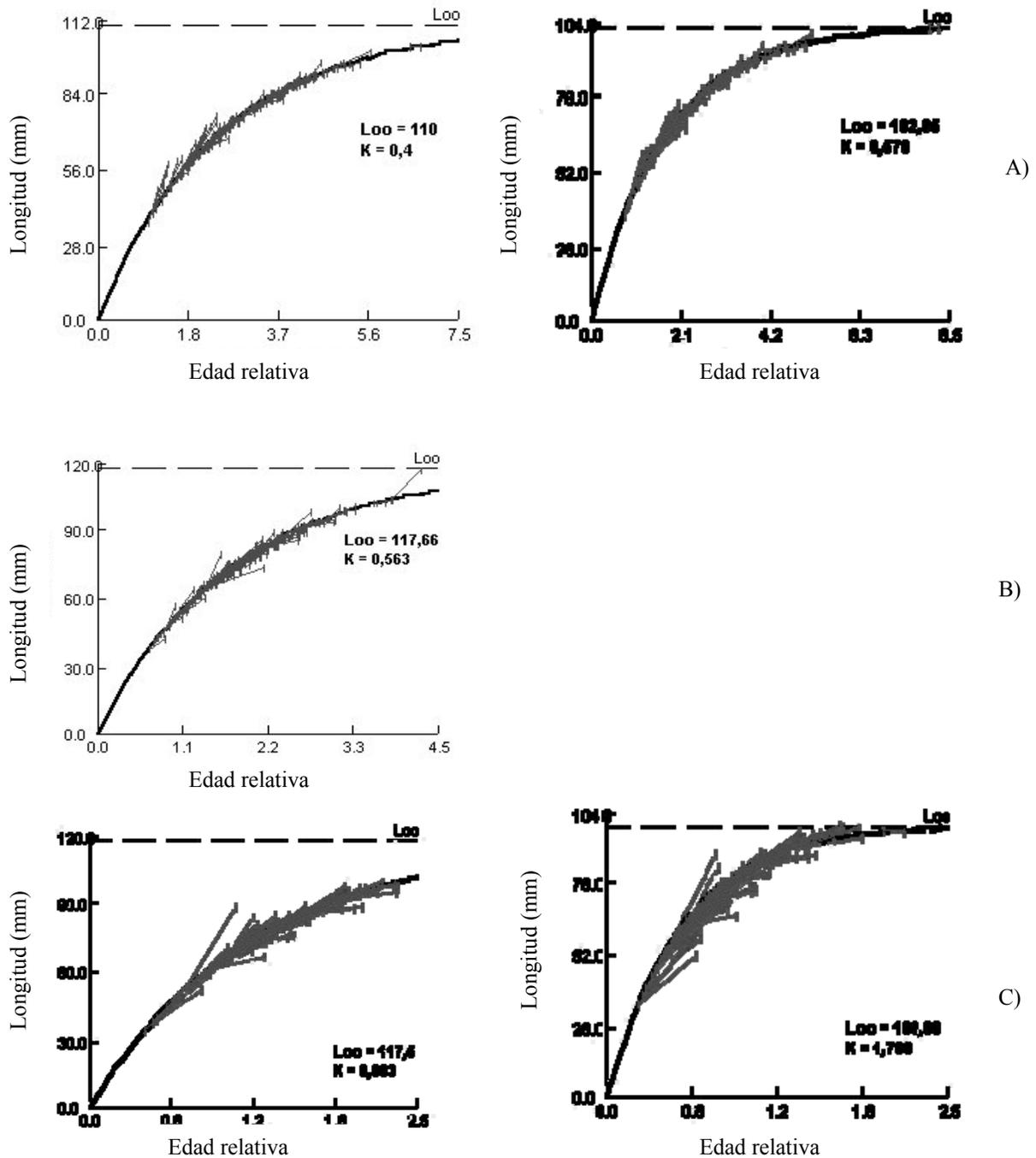


Fig. 26: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la izquierda se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

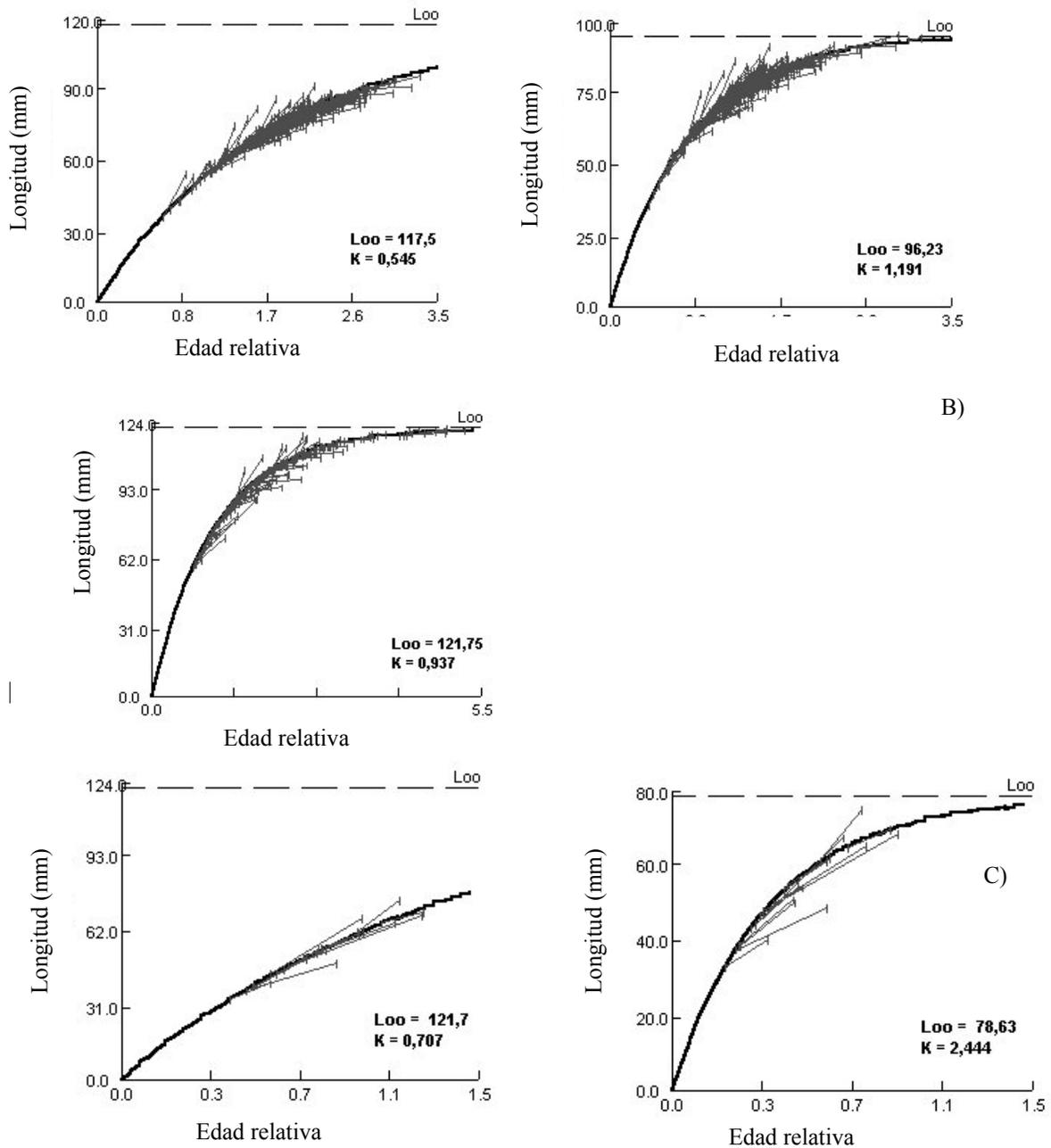


Fig. 27: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. latimarginata* en la IV Región. A) Totalrillo Norte B) El Sauce C) Las Conchas. A la derecha se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

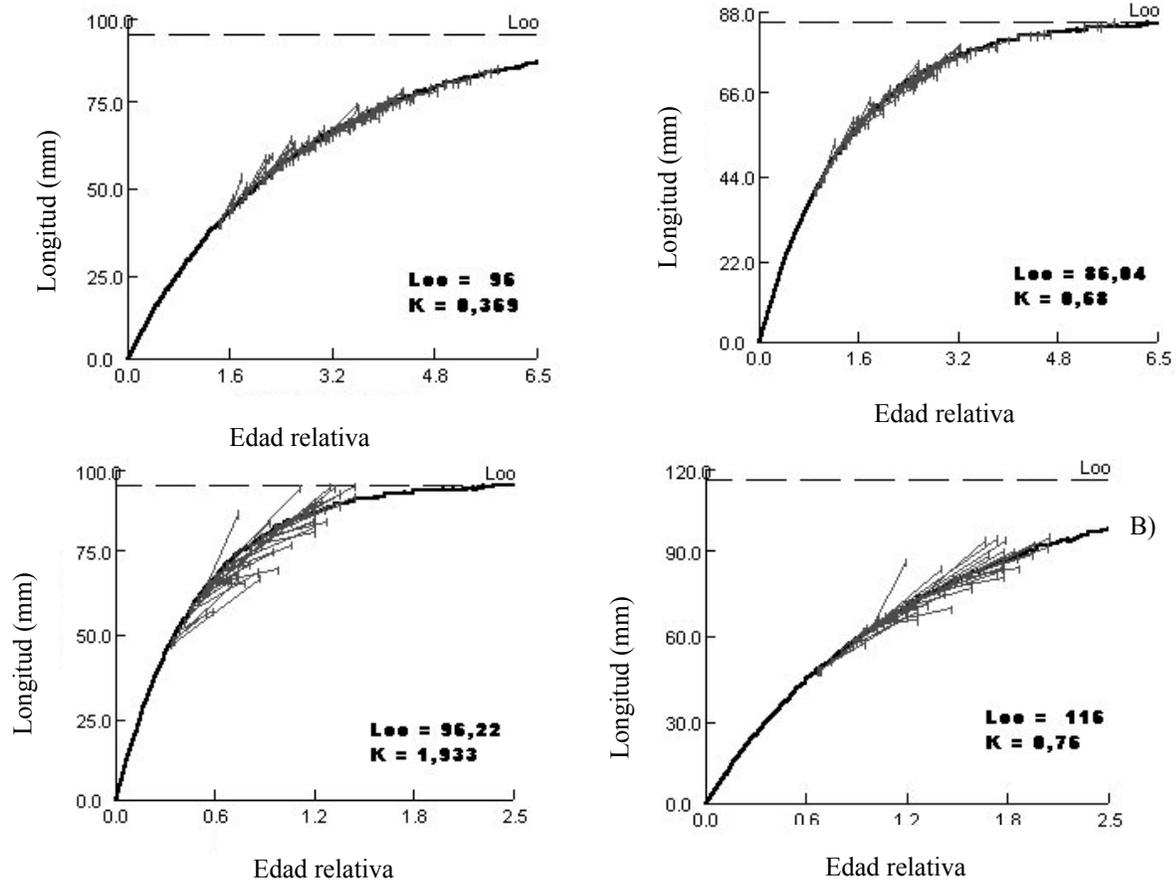


Fig. 28: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la III Región. A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno. A la izquierda se muestra la gráfica con el  $L_{\infty}$  fijo y a la derecha se observa la gráfica con el  $L_{\infty}$  determinado por el método.

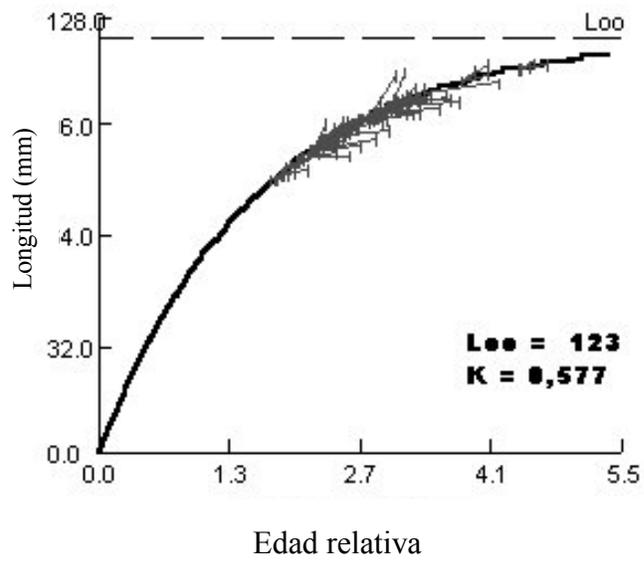


Fig. 29: Graficas del Plot de Munro para los individuos marcados y recuperados de *F. cumingi* en la IV Región para el sector de El Sauce.

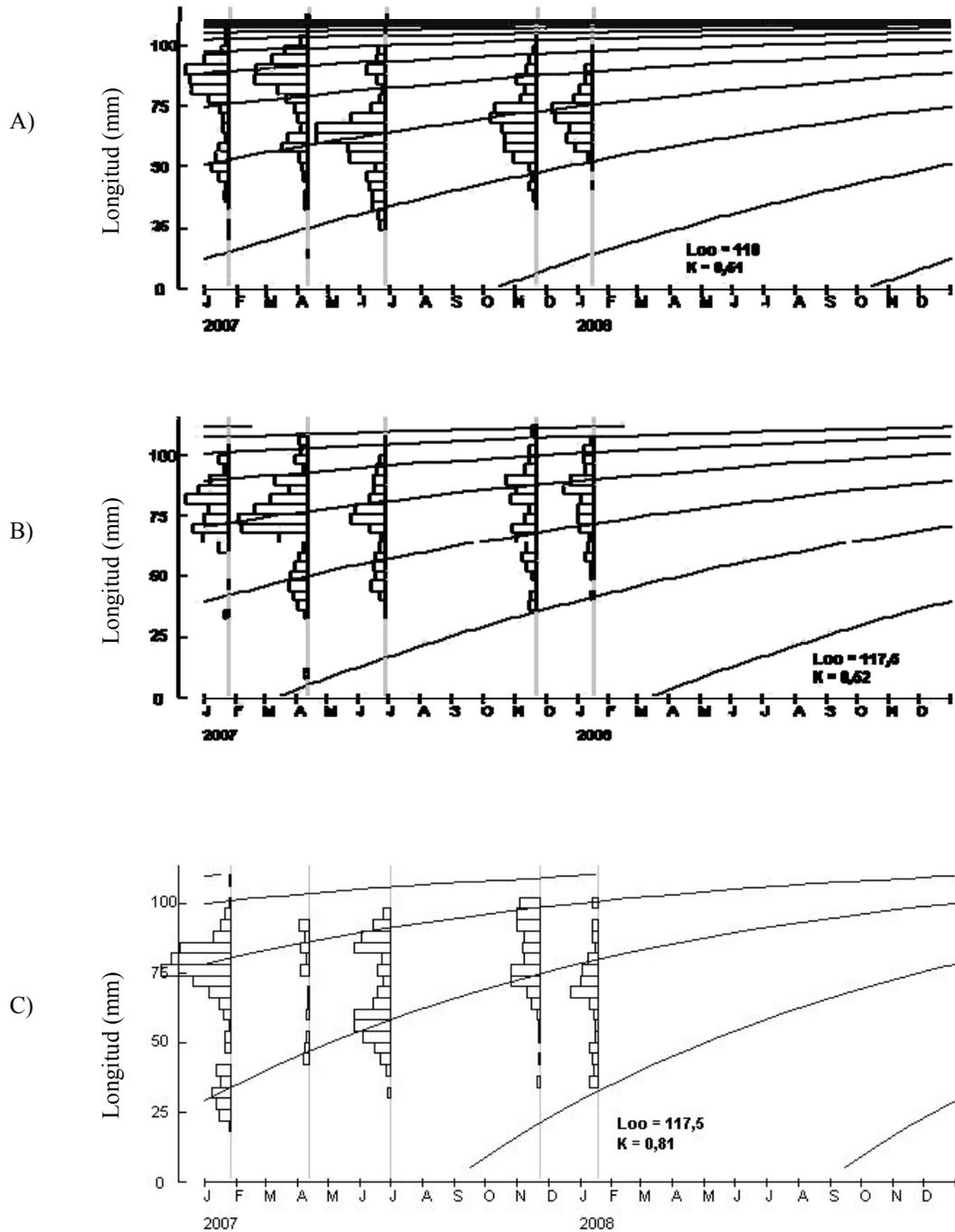


Fig. 30: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de *F. latimarginata* para los sectores estudiados en la III Región. A) Pan de Azúcar; B) Carrizal Bajo y C) Chañaral de Aceituno.

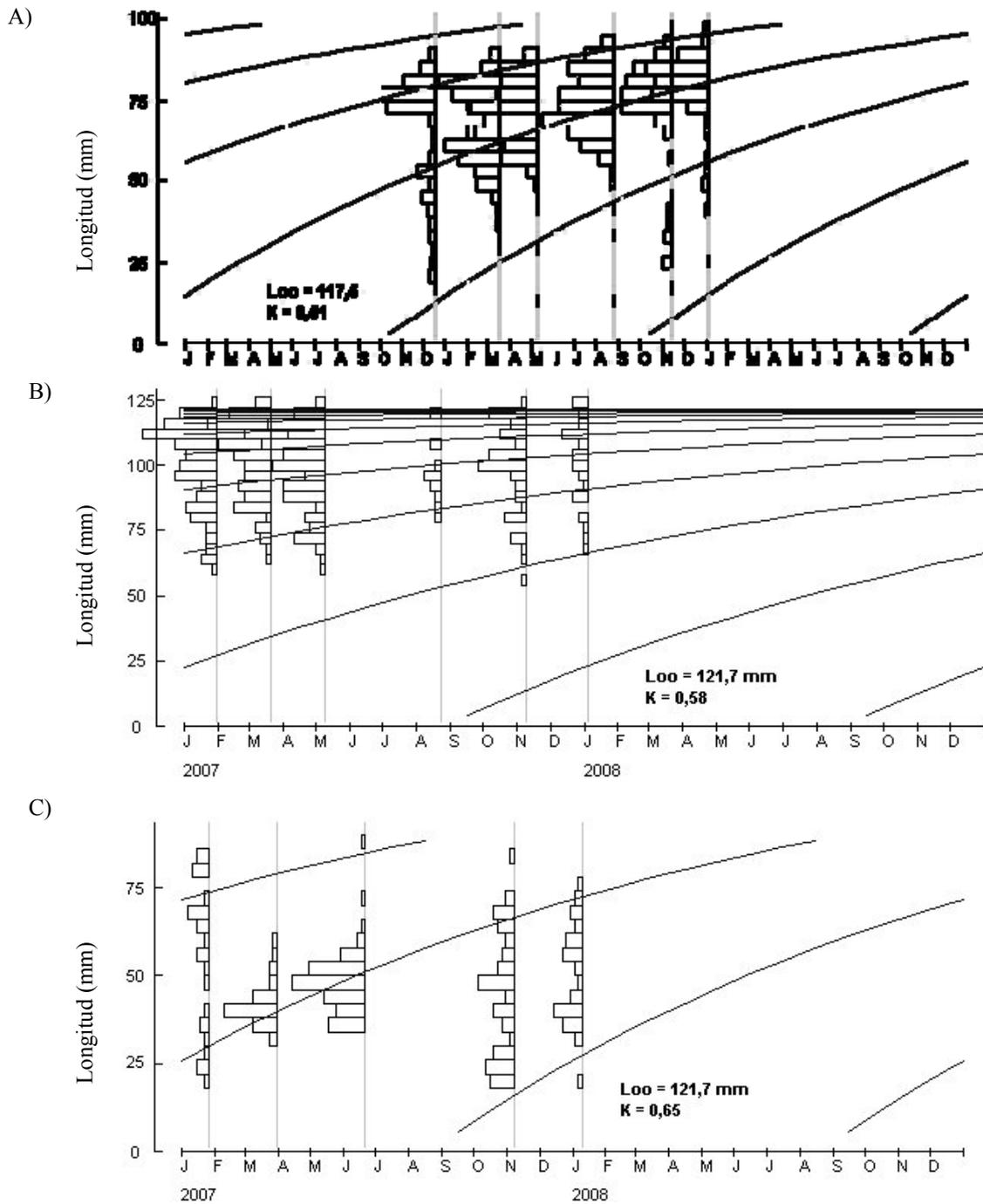


Fig. 31: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de *F. latimarginata* para los sectores estudiados en la IV Región. A) Totoralillo Norte; B) El Sauce y C) Las Conchas.

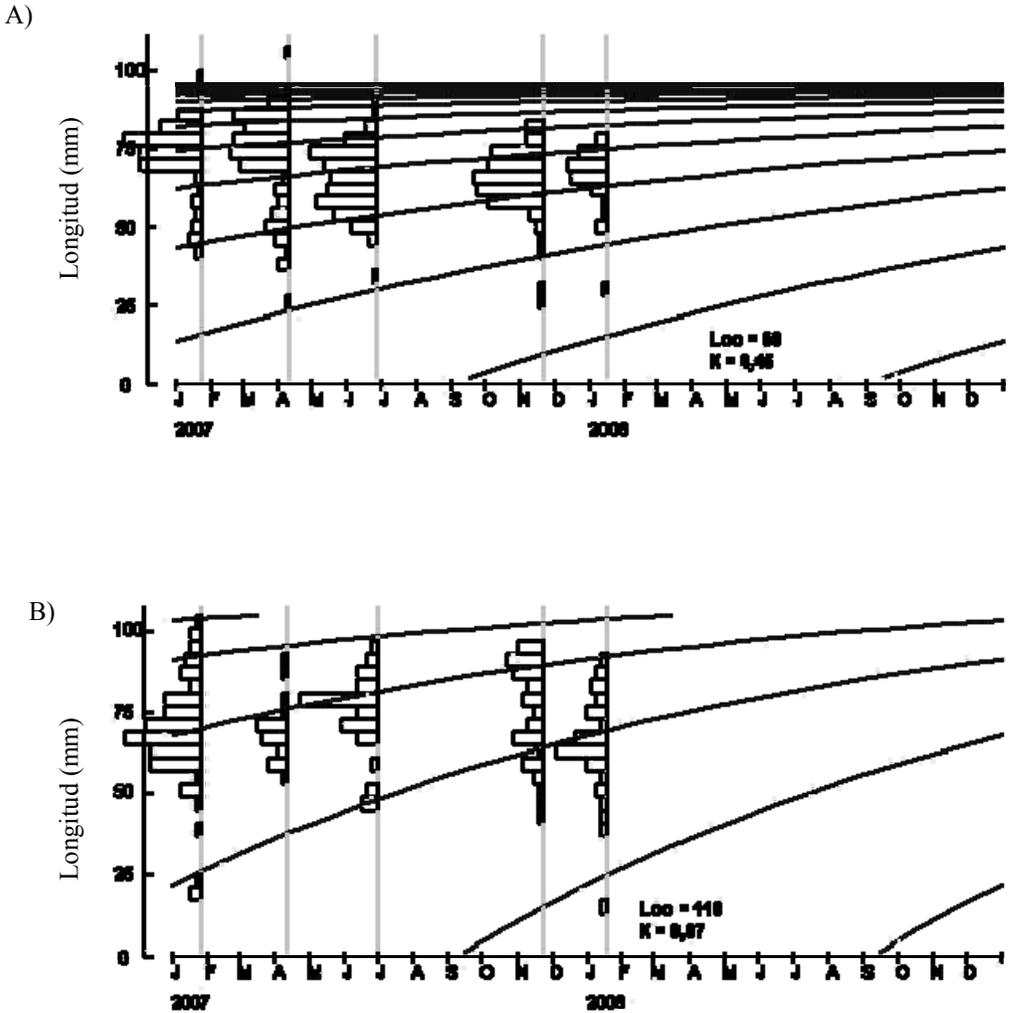


Fig. 32: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de *F. cumingi* para los sectores estudiados en la III Región. A) Pan de Azúcar; B) Chañaral de Aceituno.

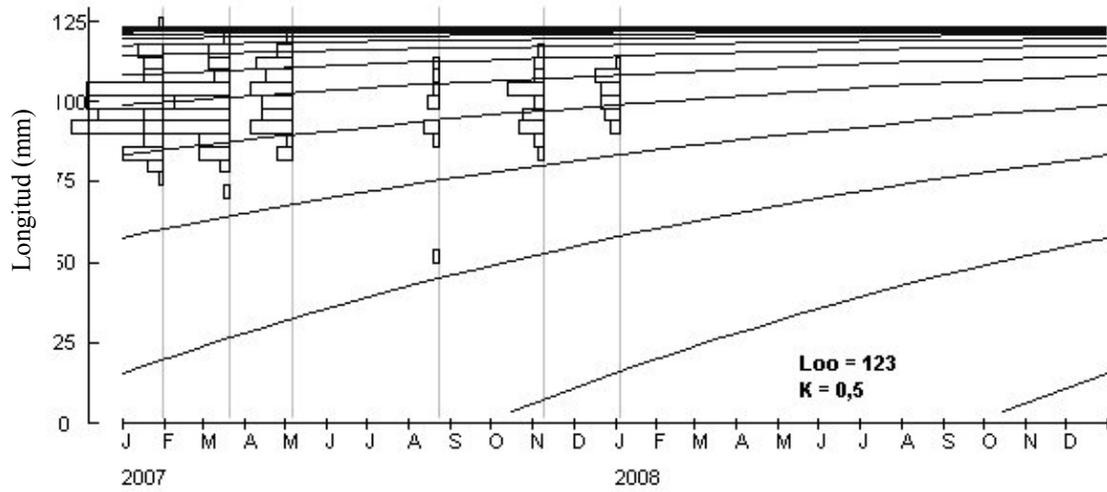


Fig. 33: Estructuras de tallas y curvas de crecimiento de *F. cumingi* para El Sauce

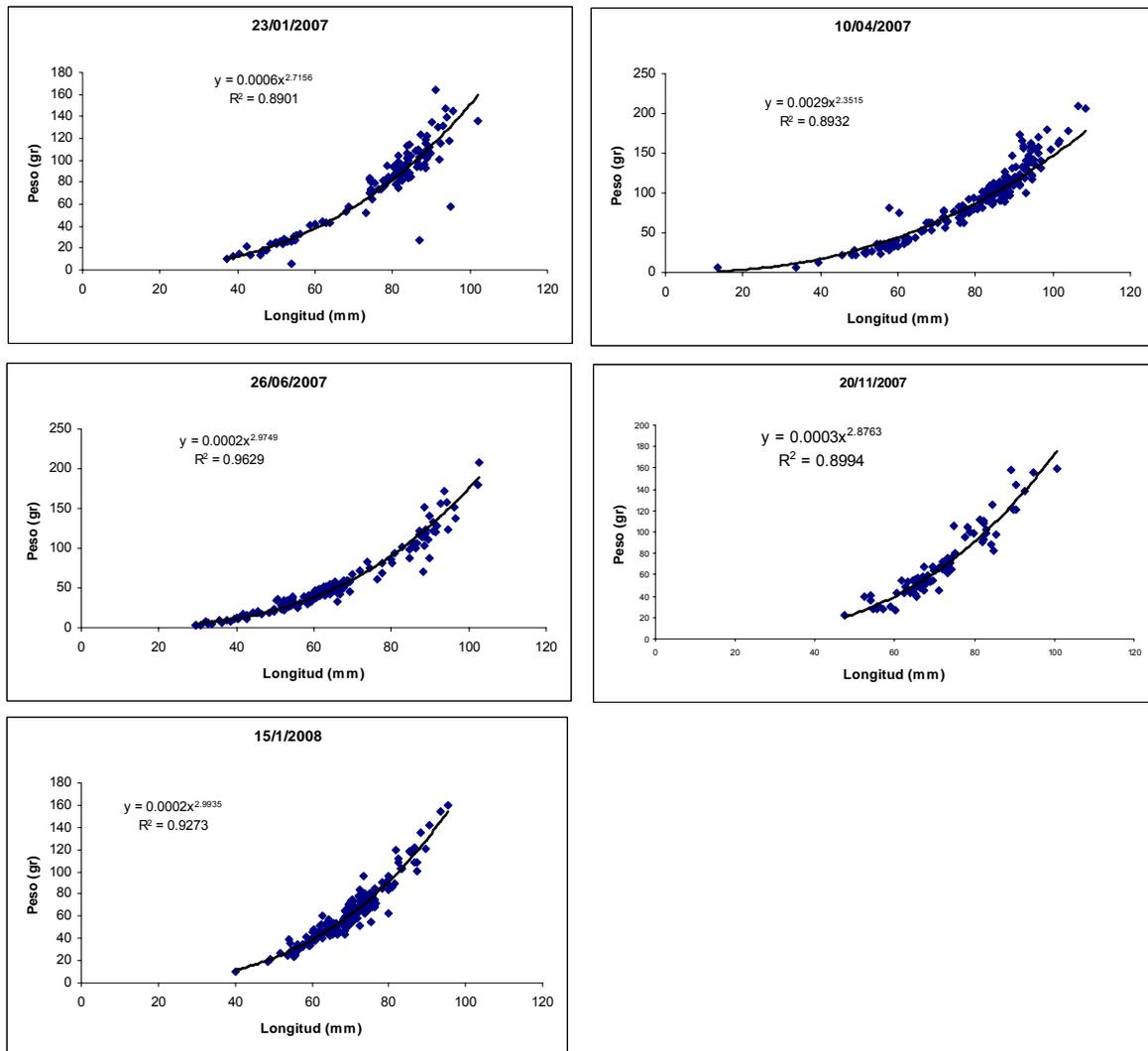


Fig. 34: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de Pan de Azúcar.

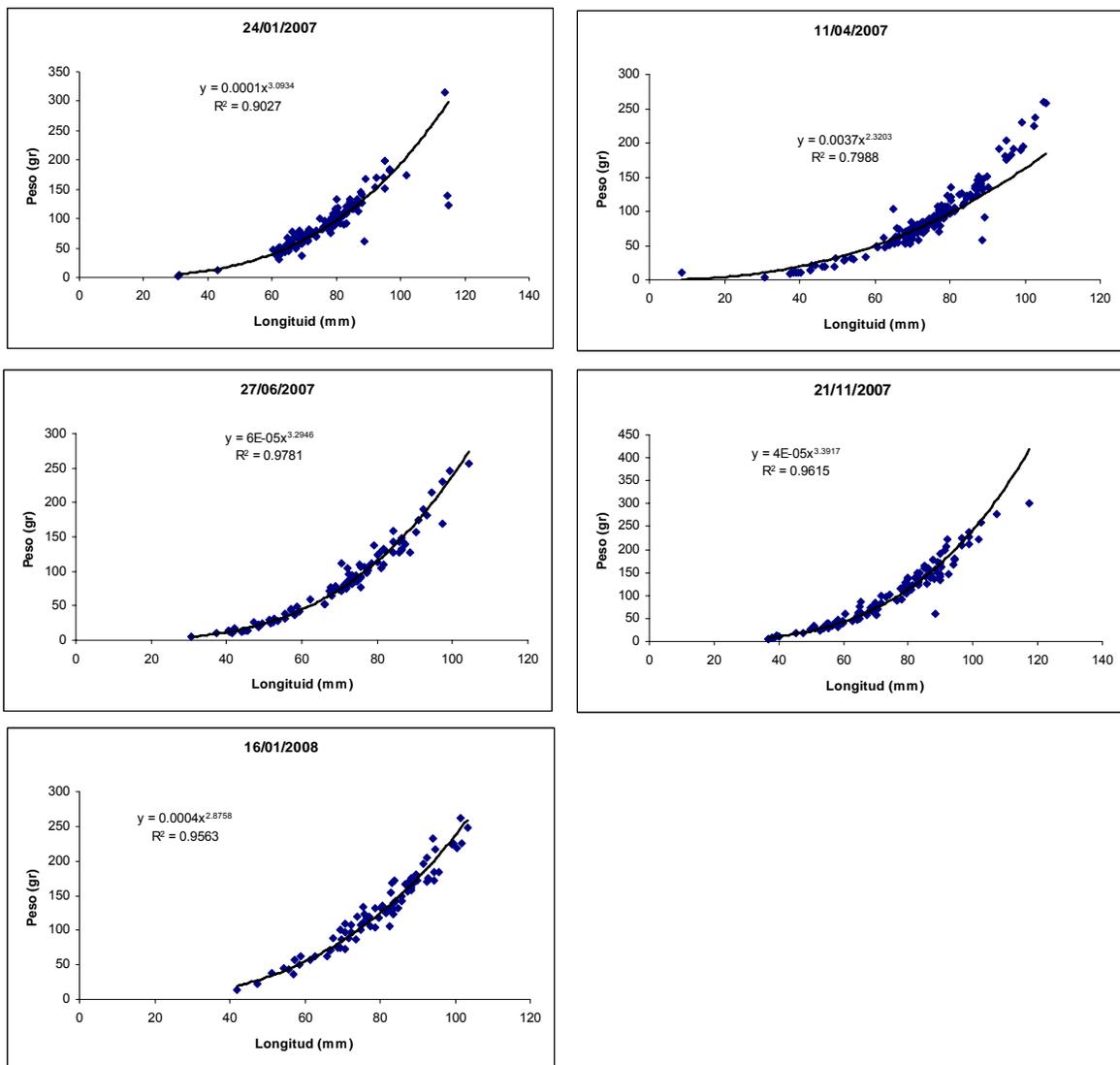


Fig. 35: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de Carrizal Bajo.

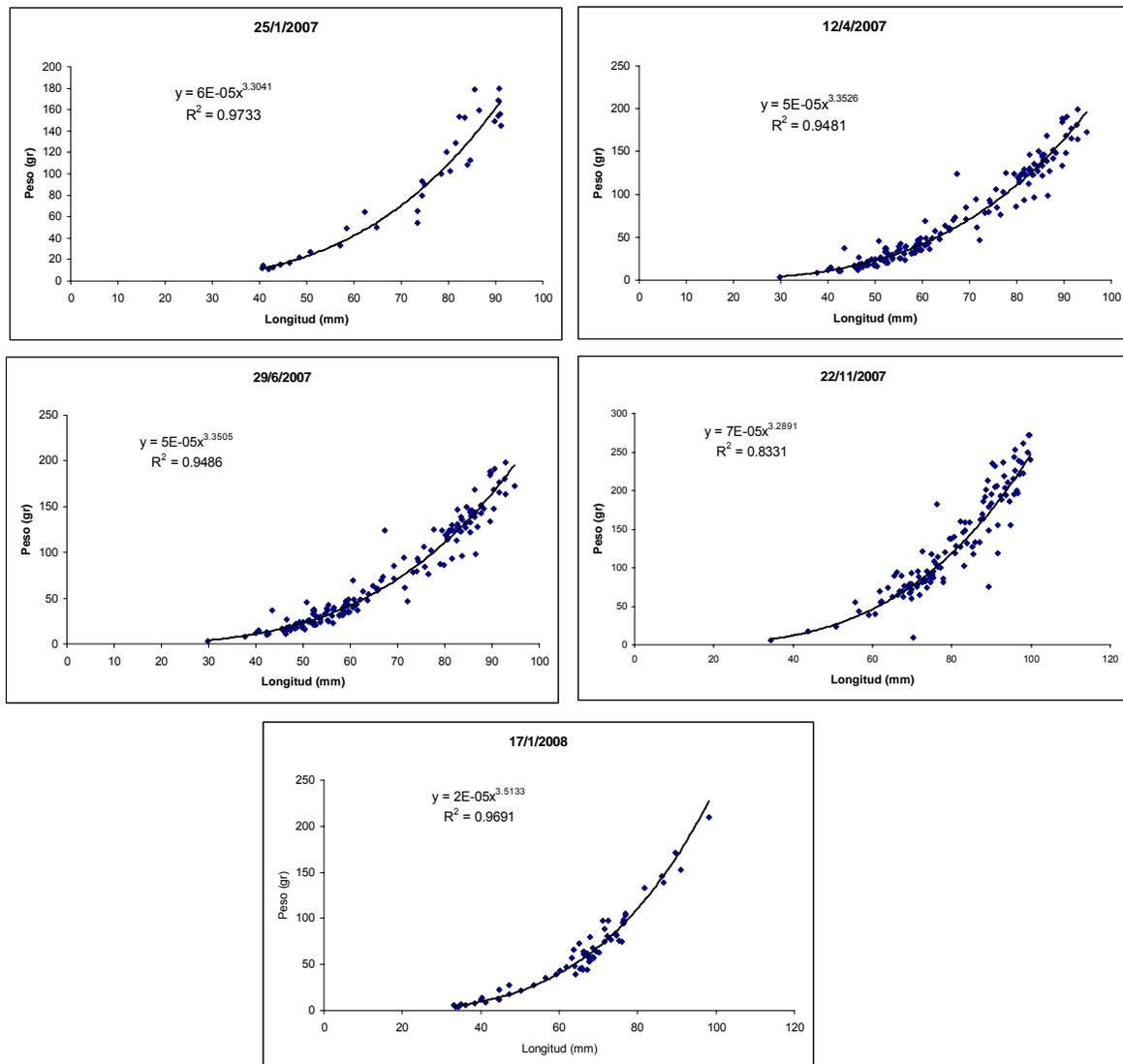


Fig. 36: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de Chañaral de Aceituno.

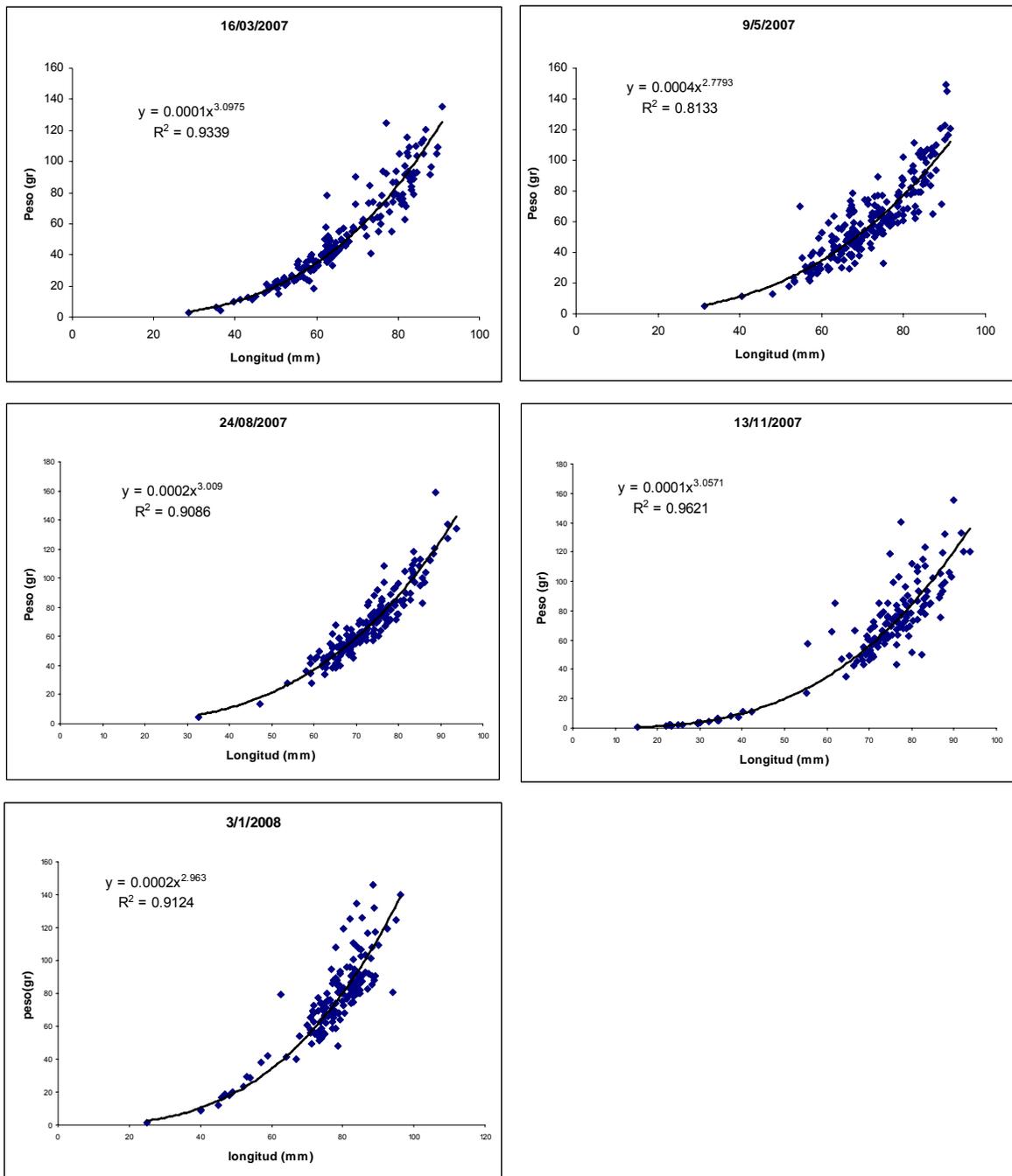


Fig. 37: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de Totalillo Norte.

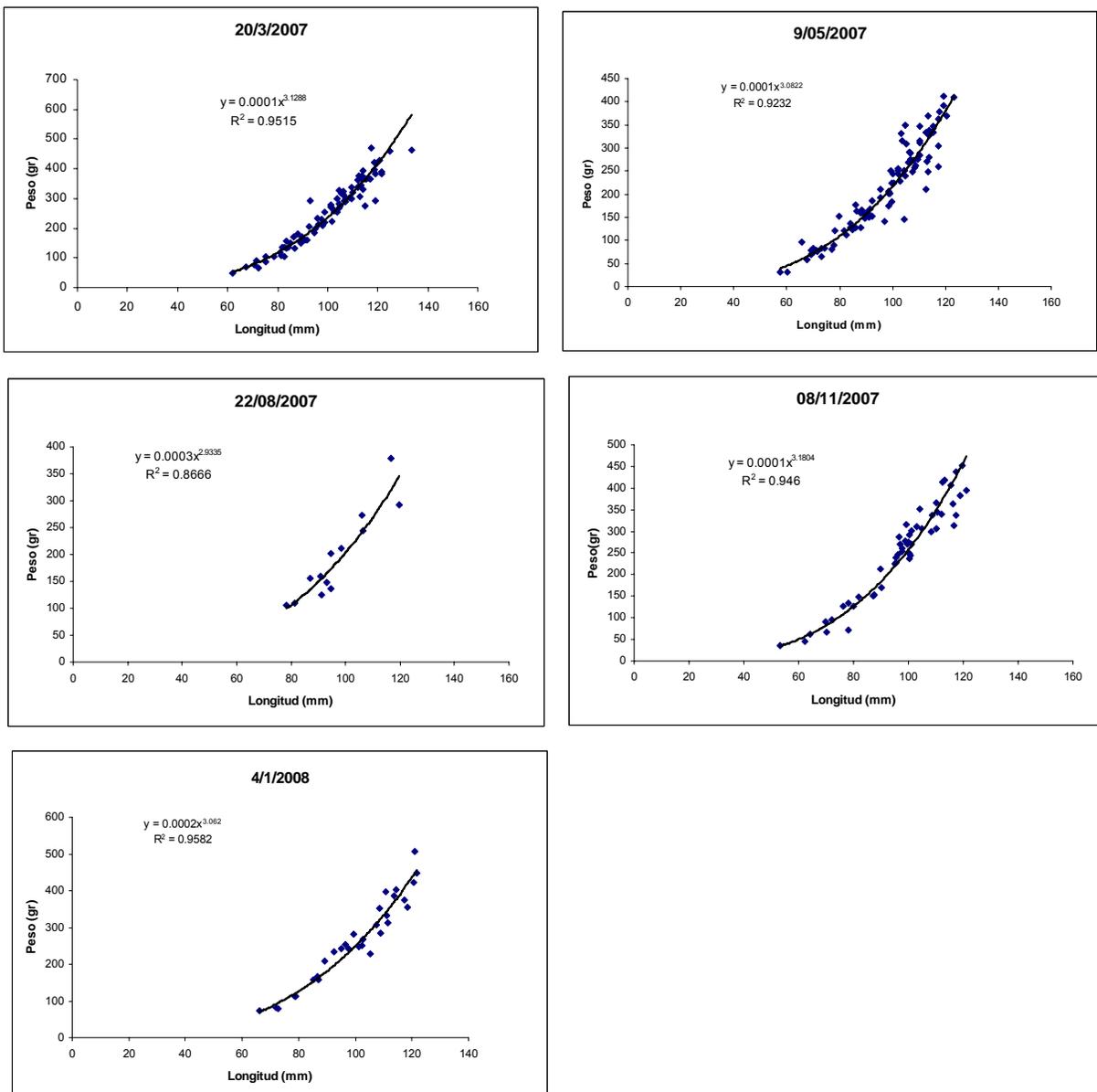


Fig. 38: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de caleta El Sauce.

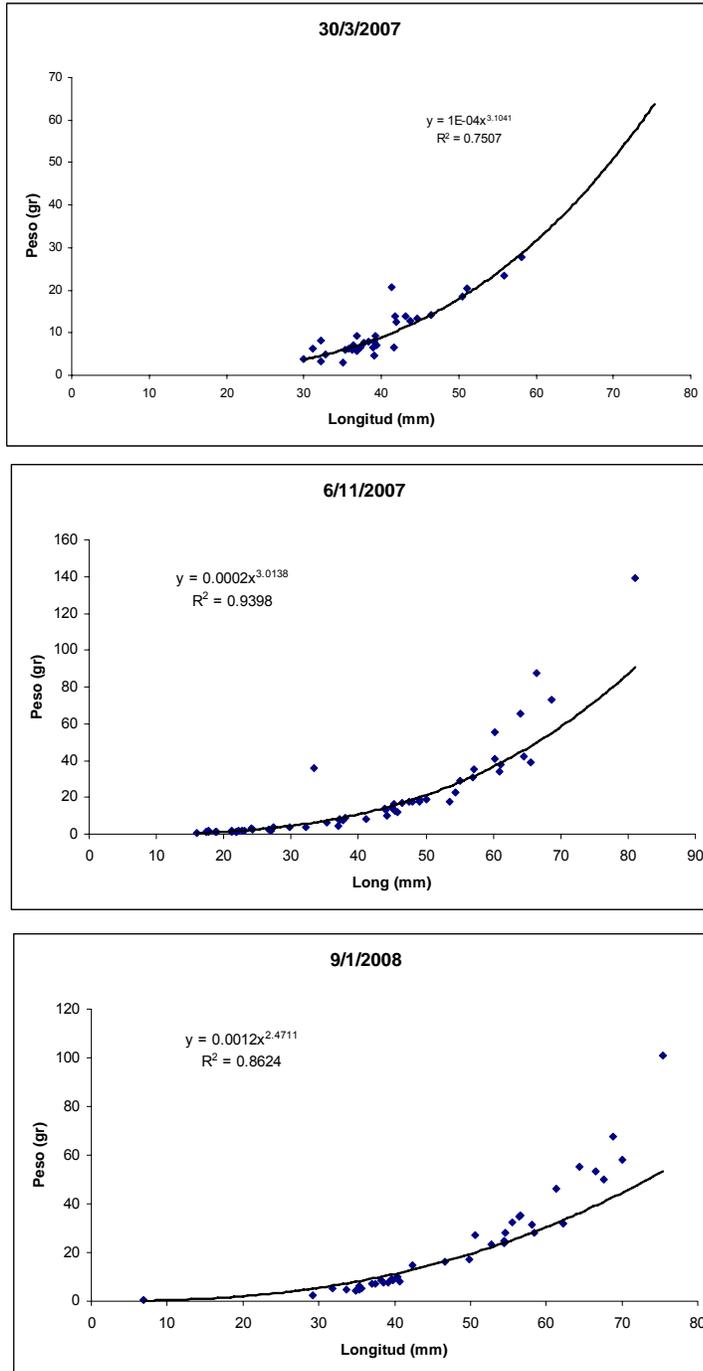


Fig. 39: Relaciones longitud peso para *F. latimarginata* en el sector de Las Conchas.

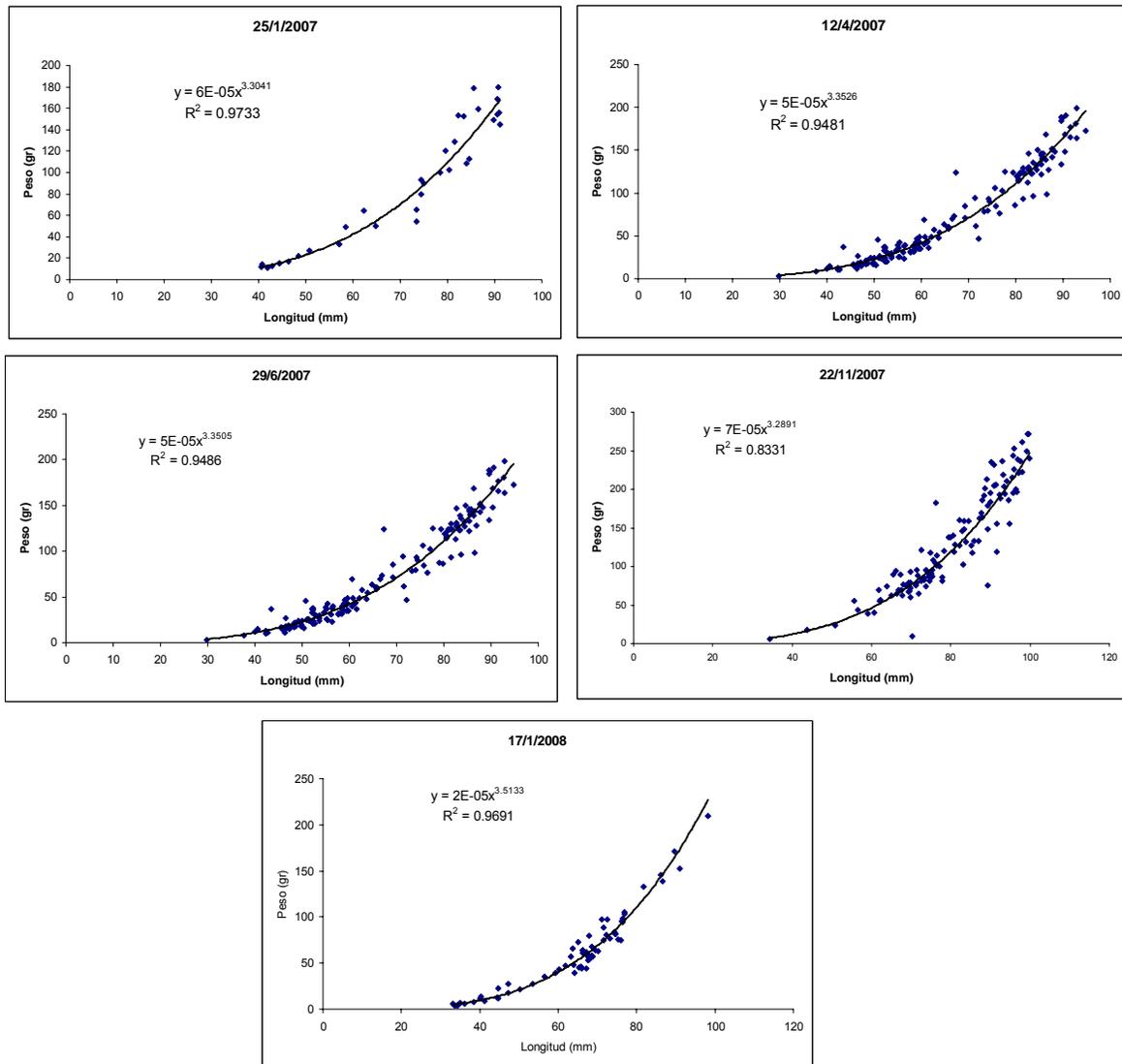


Fig. 40: Relaciones longitud peso para *F. cumingi* en el sector de caleta Pan de Azúcar.

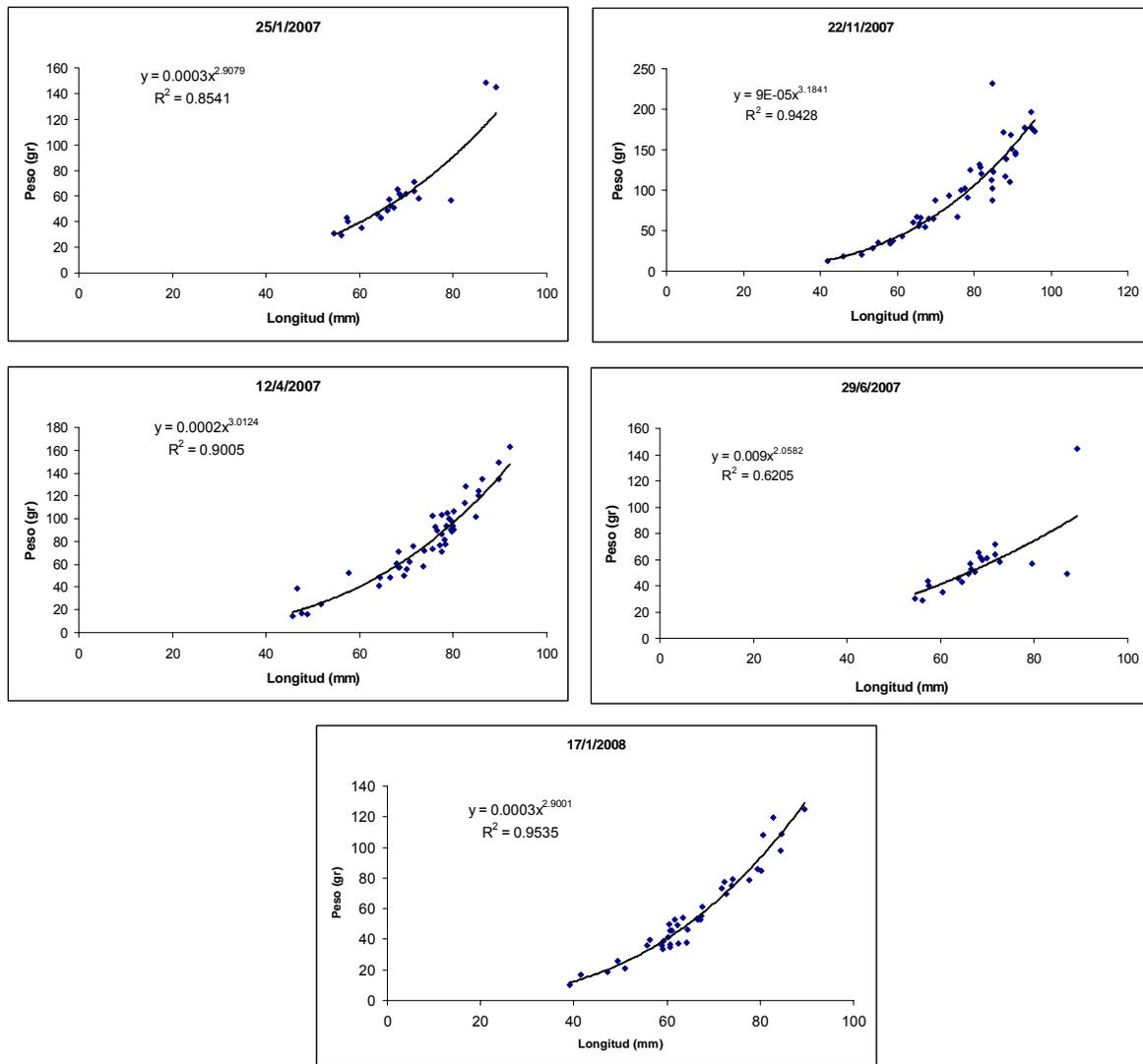


Fig. 41: Relaciones longitud peso para *F. cumingi* en el sector de caleta Chañaral de Aceituno.

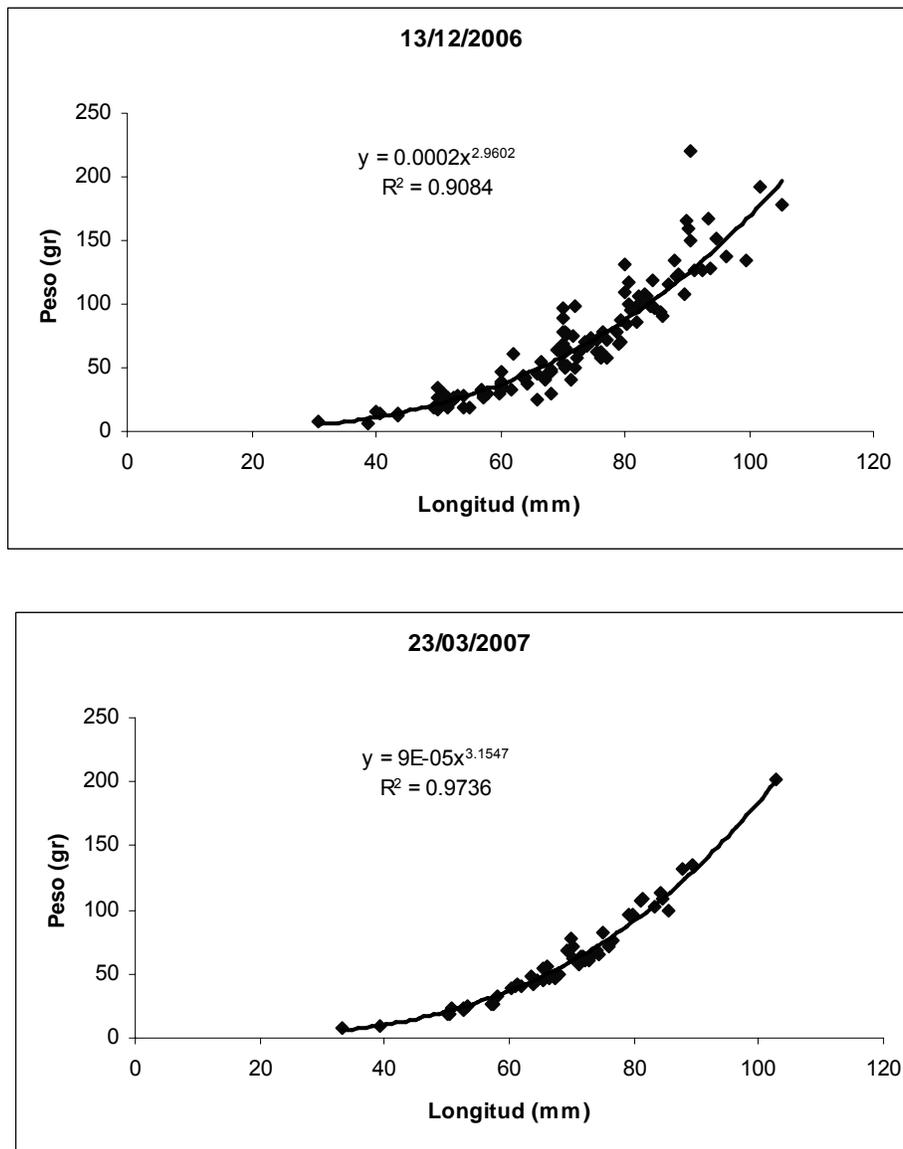


Fig. 42: Relaciones longitud peso para *F. cumingi* en el sector de caleta Totoral.

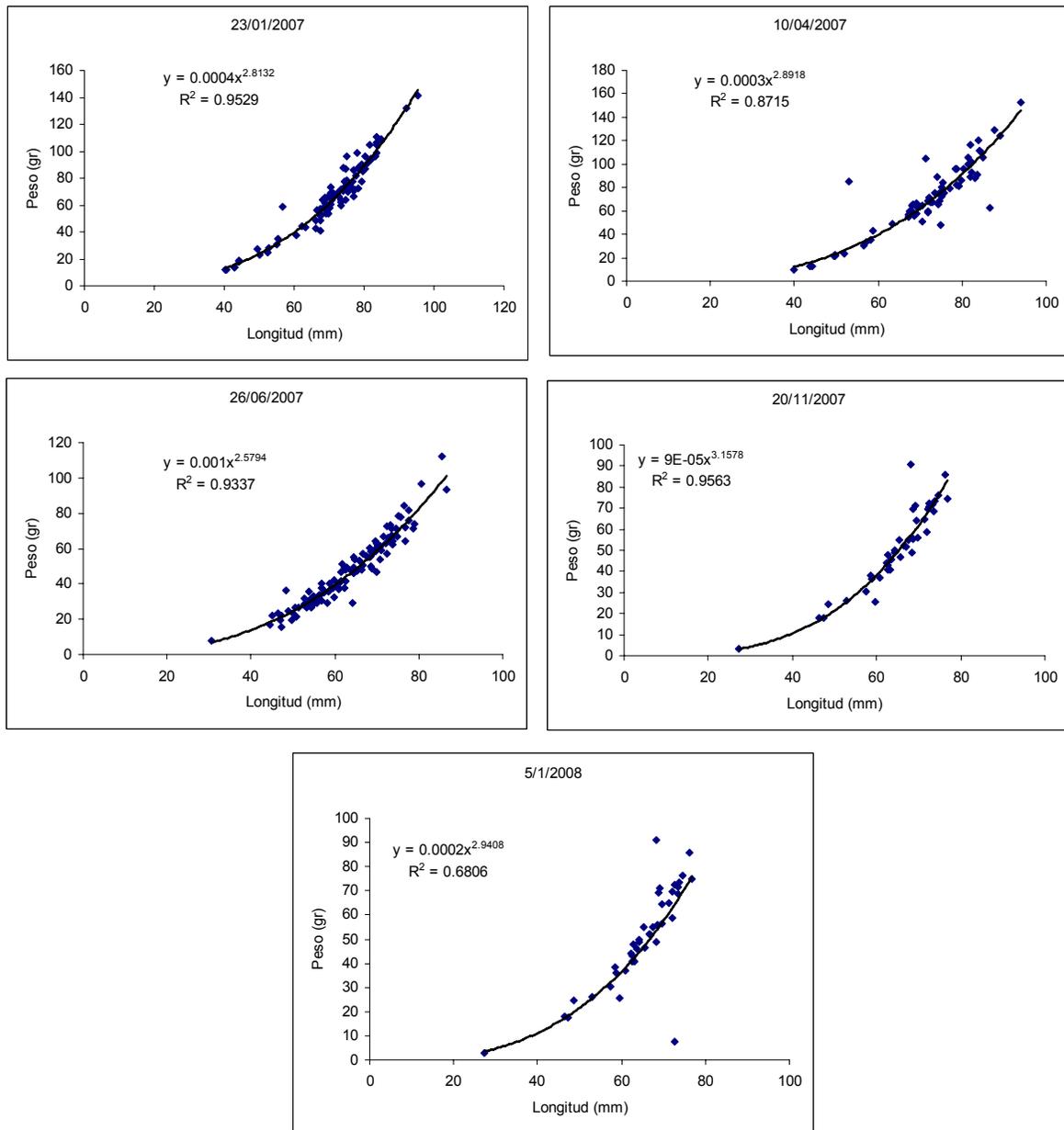


Fig. 43: Relaciones longitud peso para *F. cumingi* en el sector de caleta El Sauce.

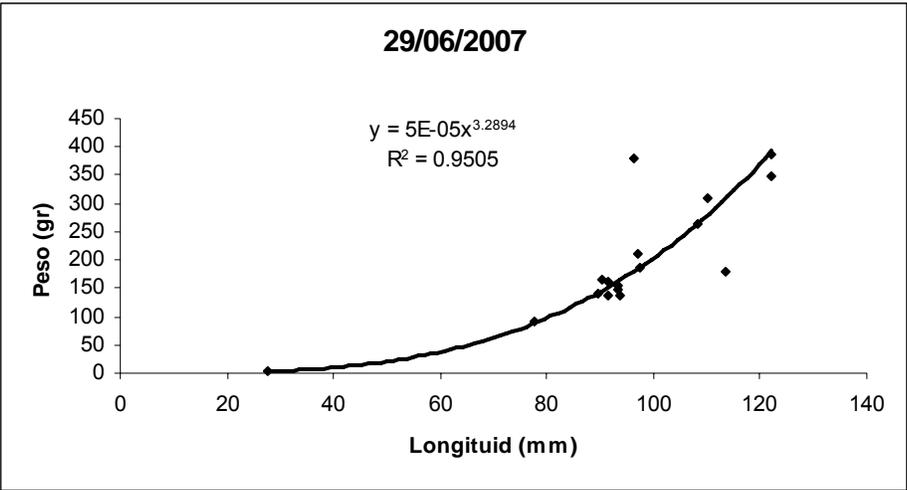


Fig. 44: Relaciones longitud peso para *F. maxima* en el sector de caleta Chañaral de Aceituno.

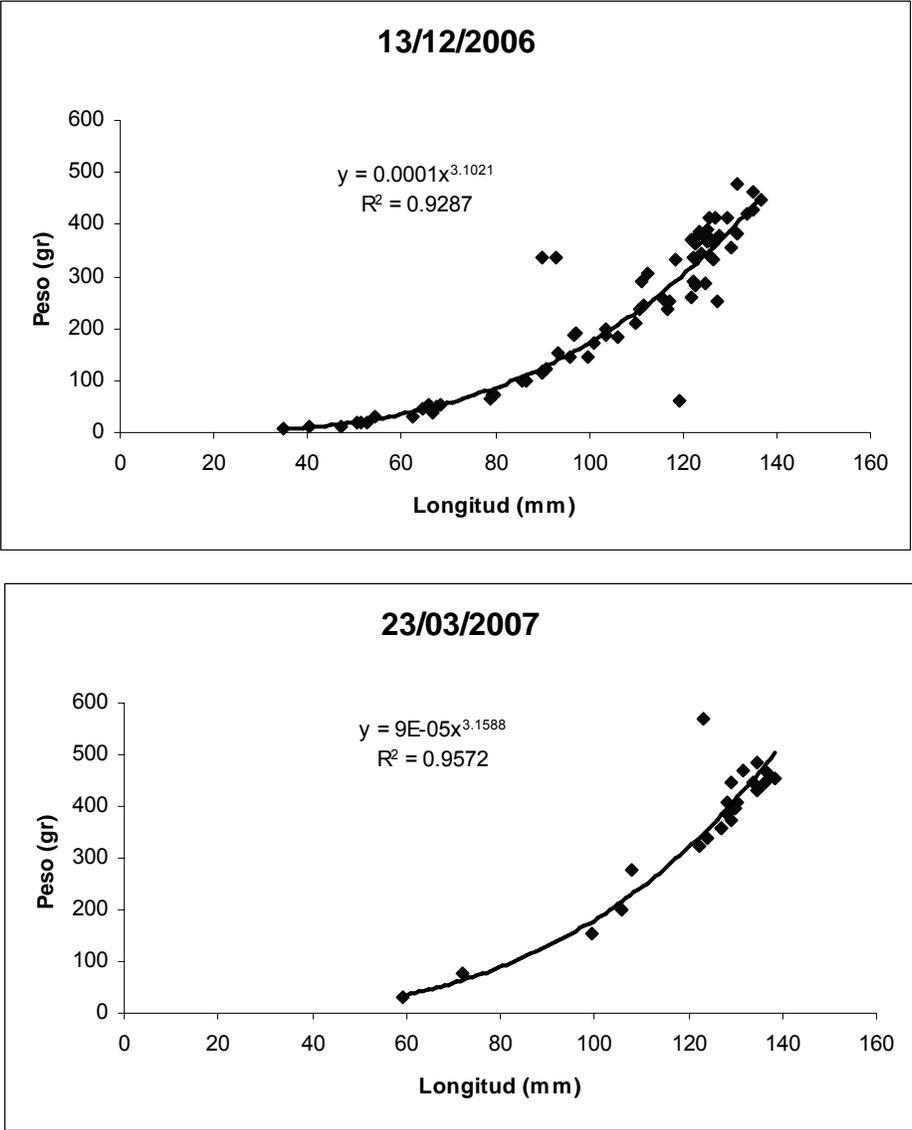


Fig. 45: Relaciones longitud peso para *F. maxima* en el sector de caleta Totoral.

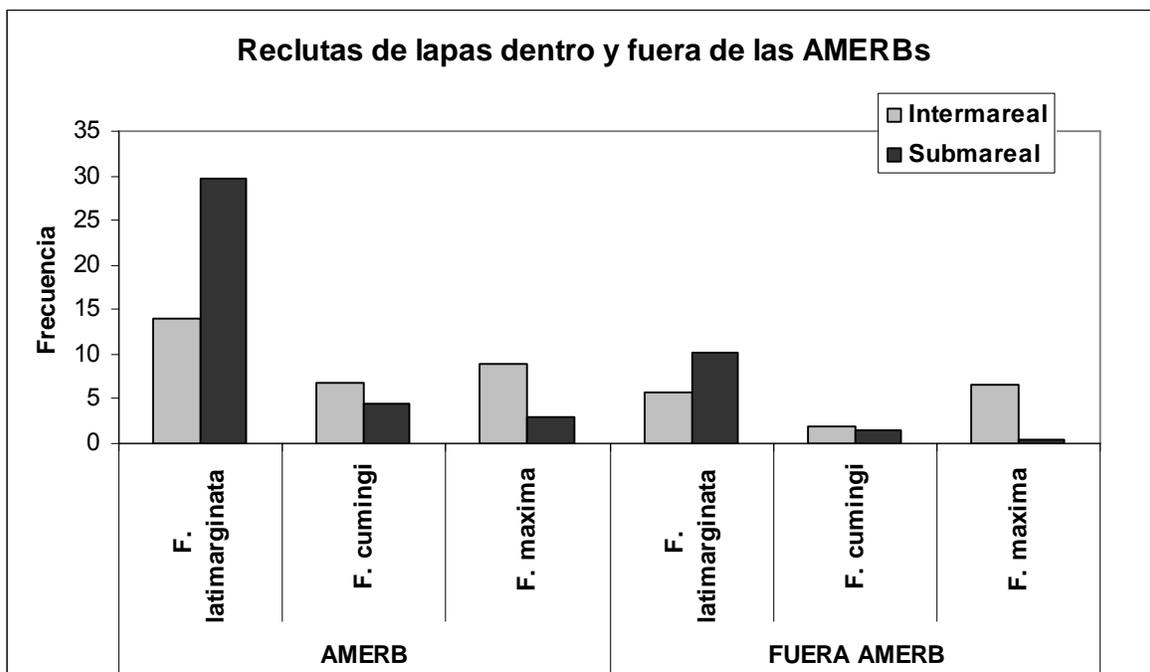


Fig. 46: Promedio de reclutas de las distintas especies de *Fissurella* spp. encontradas en el intermareal y en el submareal tanto en los sectores dentro como fuera de las Áreas de Manejo.

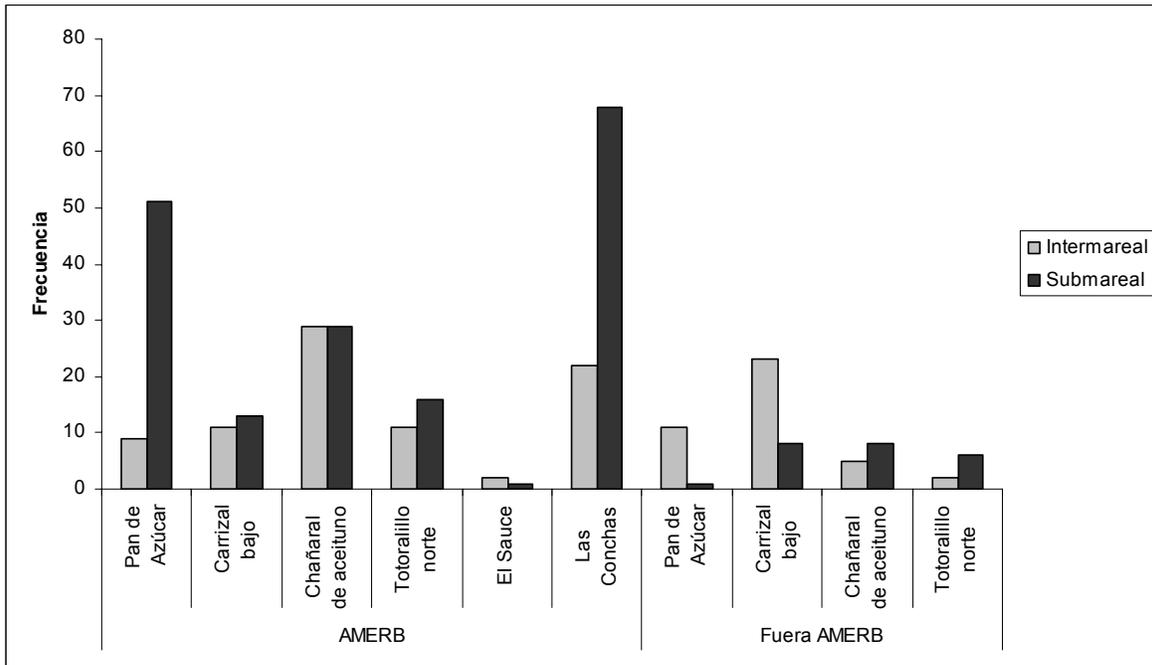


Fig. 47: Número de reclutas de *F. latimarginata* observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo.

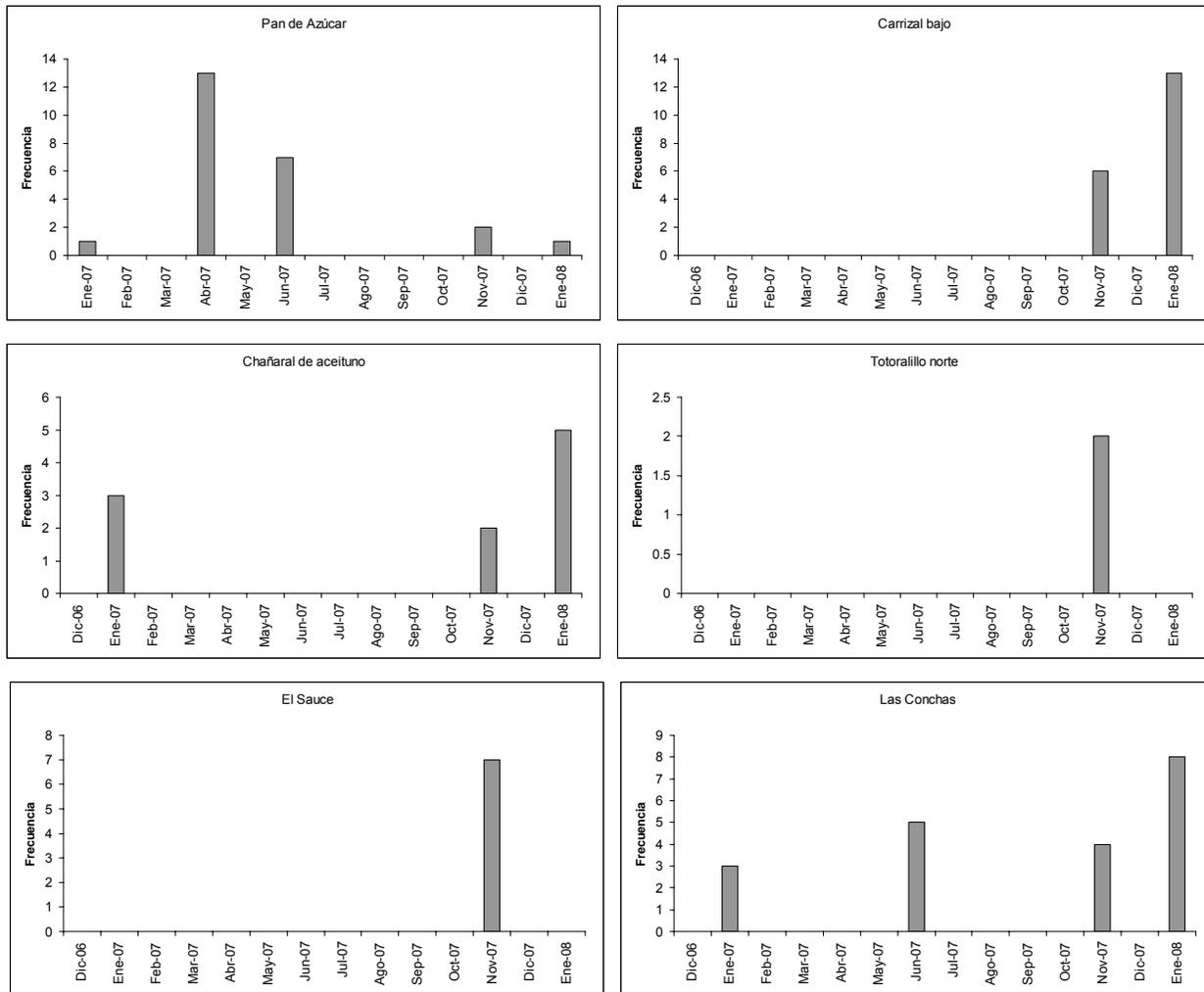


Fig. 48: Variación temporal del número de reclutas de *F. latimarginata* encontrado en los distintos sectores de estudio.

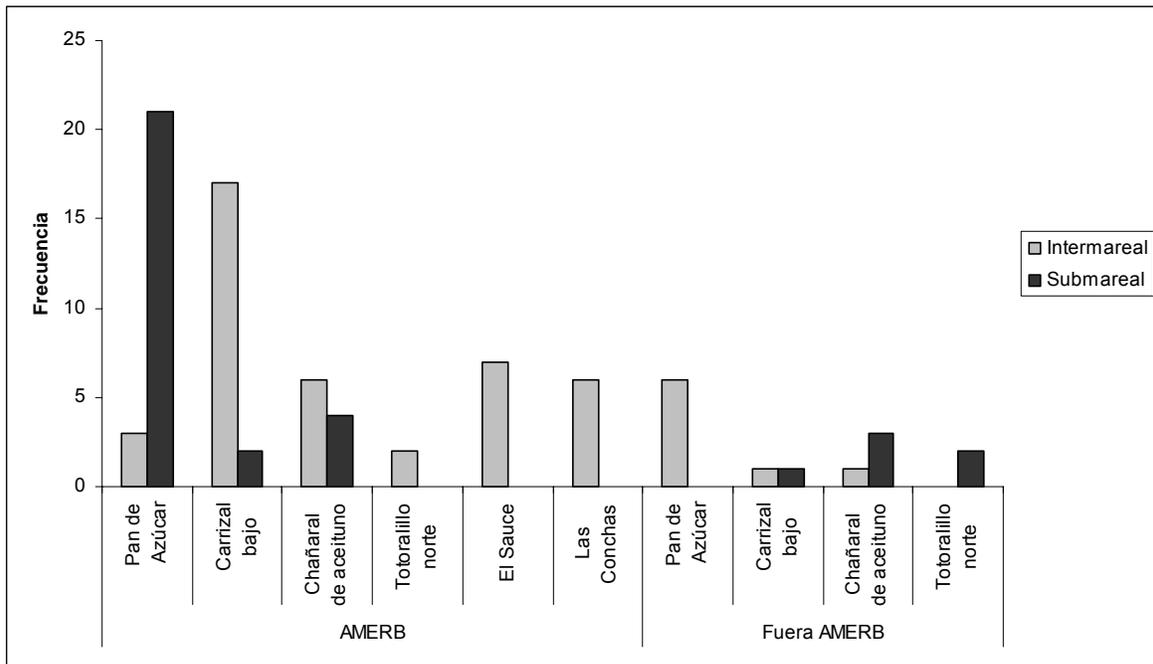


Fig. 49: Número de reclutas de *F. cumingi* observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo.

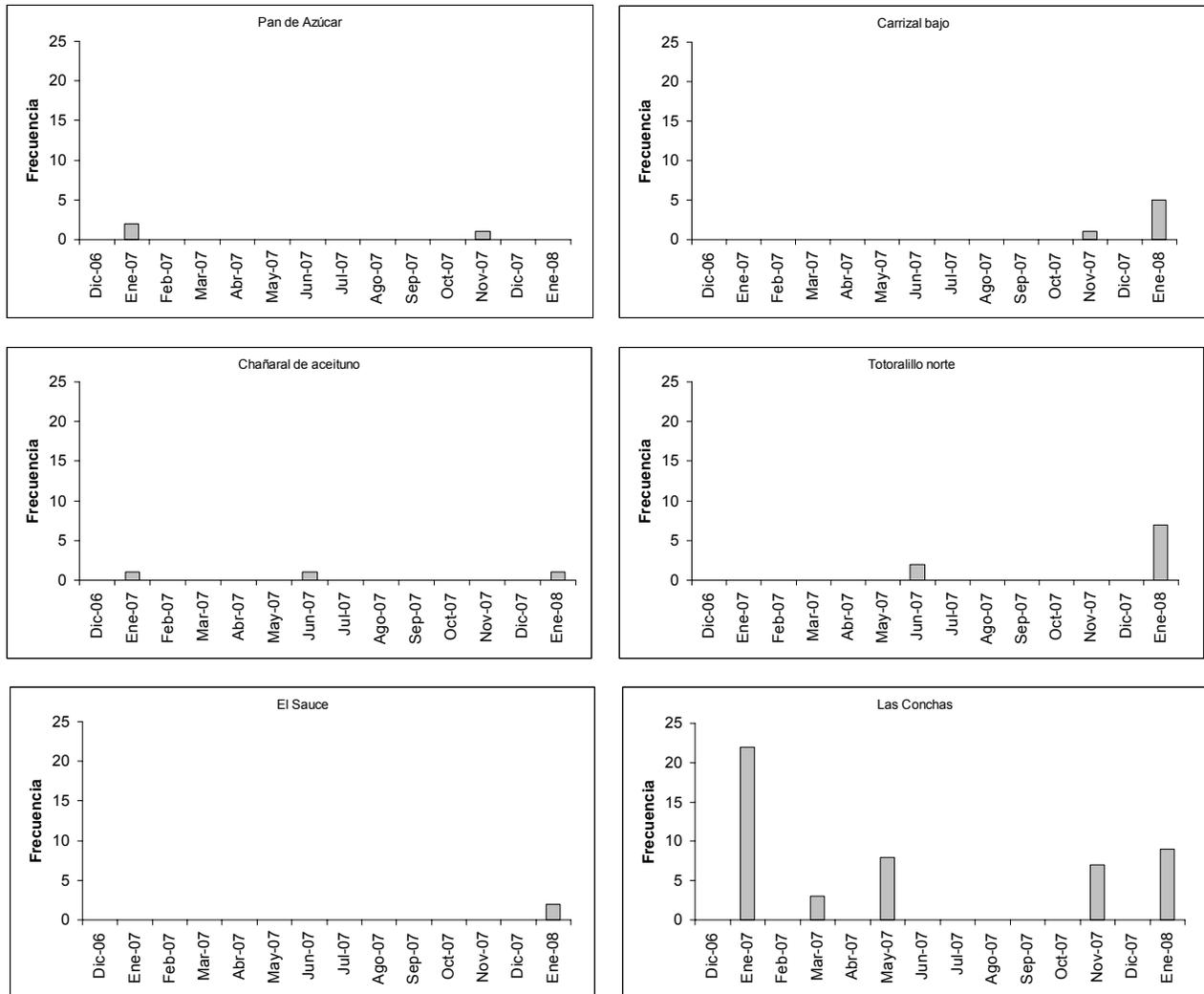


Fig. 50: Variación temporal del número de reclutas de *F. cumingi* encontrado en los distintos sectores de estudio.

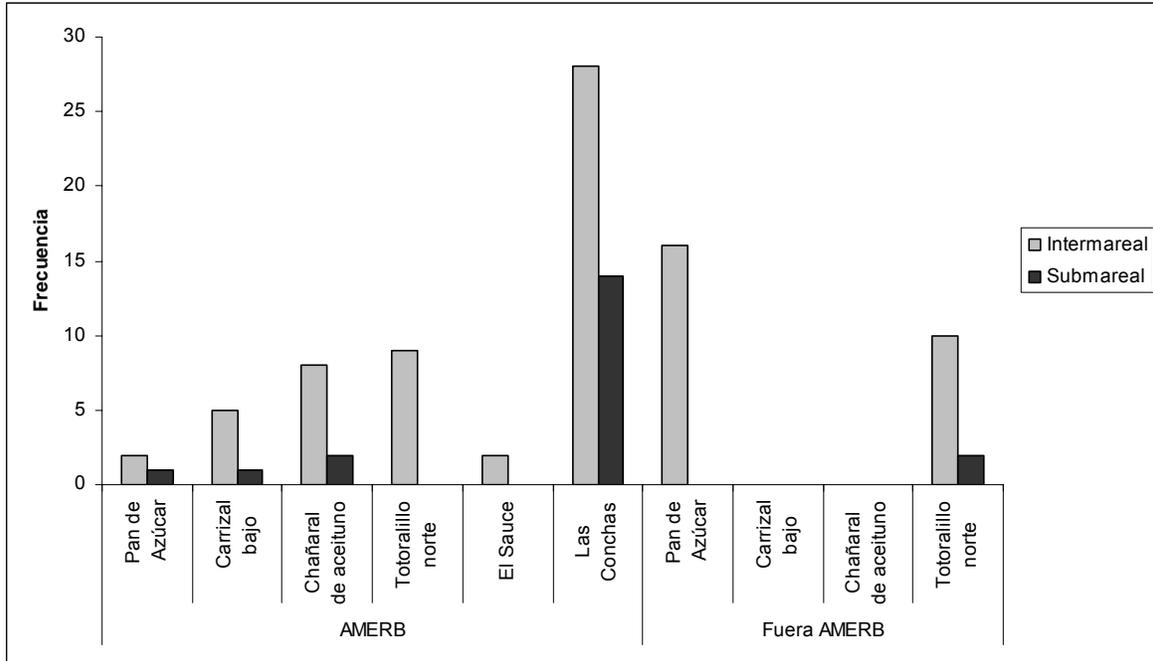


Fig. 51: Número de reclutas de *F. maxima* observados en el intermareal y submareal de cada uno de los sitios de estudio, tanto dentro como fuera del Area de Manejo.

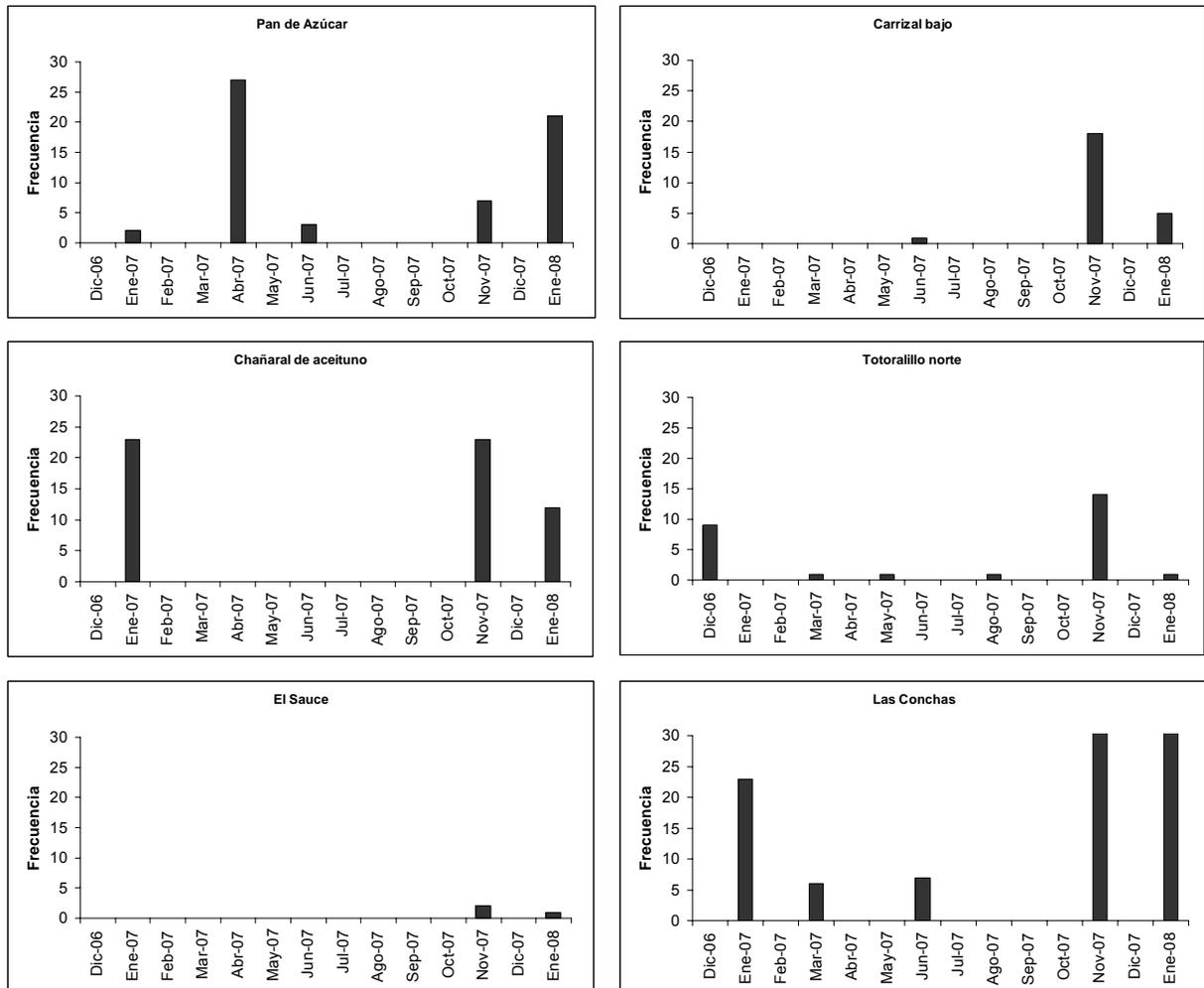


Fig. 52: Variación temporal del número de reclutas de *F. maxima* encontrado en los distintos sectores de estudio.

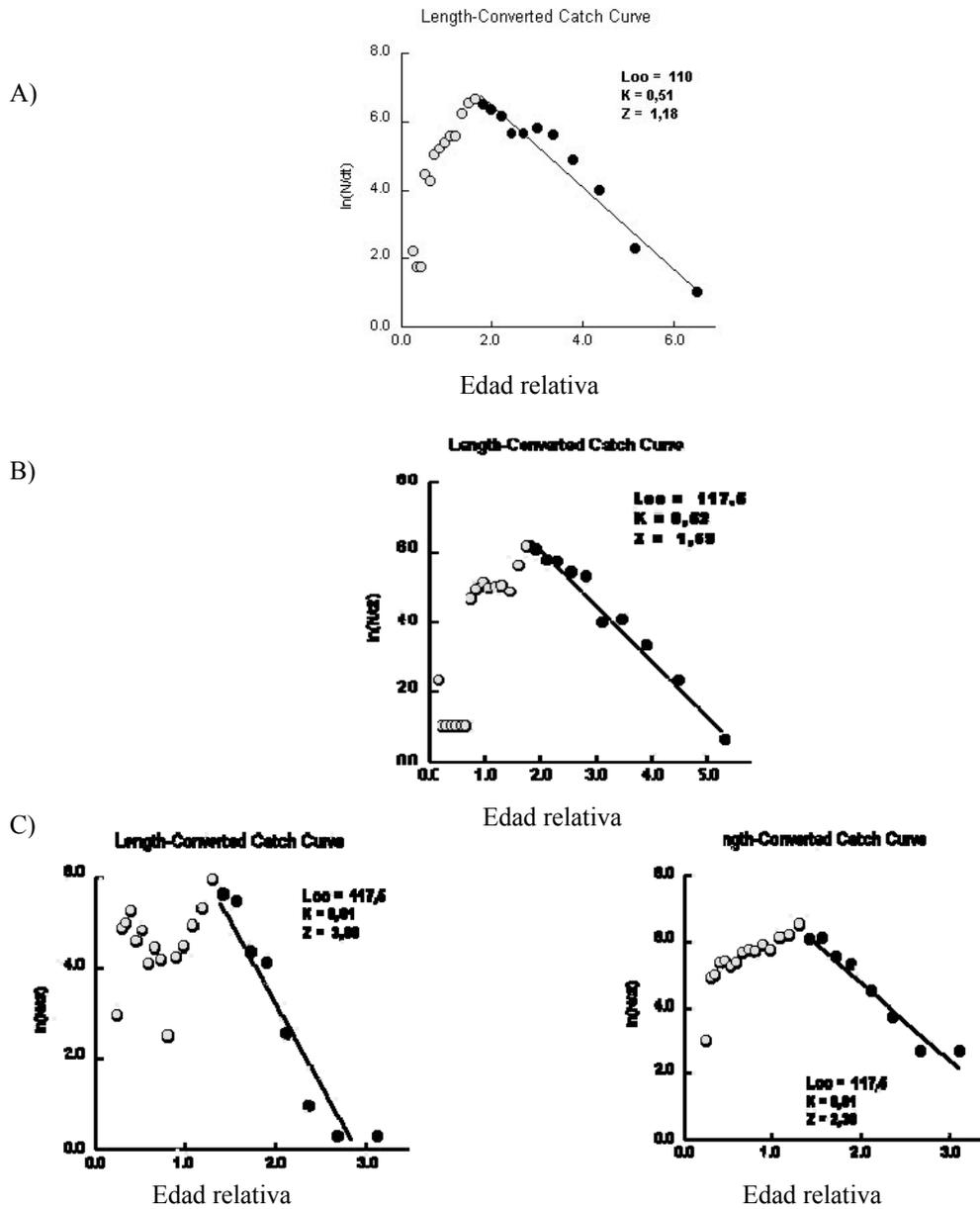


Fig. 53: Curva de mortalidad linealizada para *Fissurella latimarginata* para los sectores estudiados en la III Región: A) Pan de Azúcar B) Carrizal Bajo C) Chañaral de Aceituno. Para Chañaral de Aceituno se calcula la mortalidad para el periodo previo a la pesca.

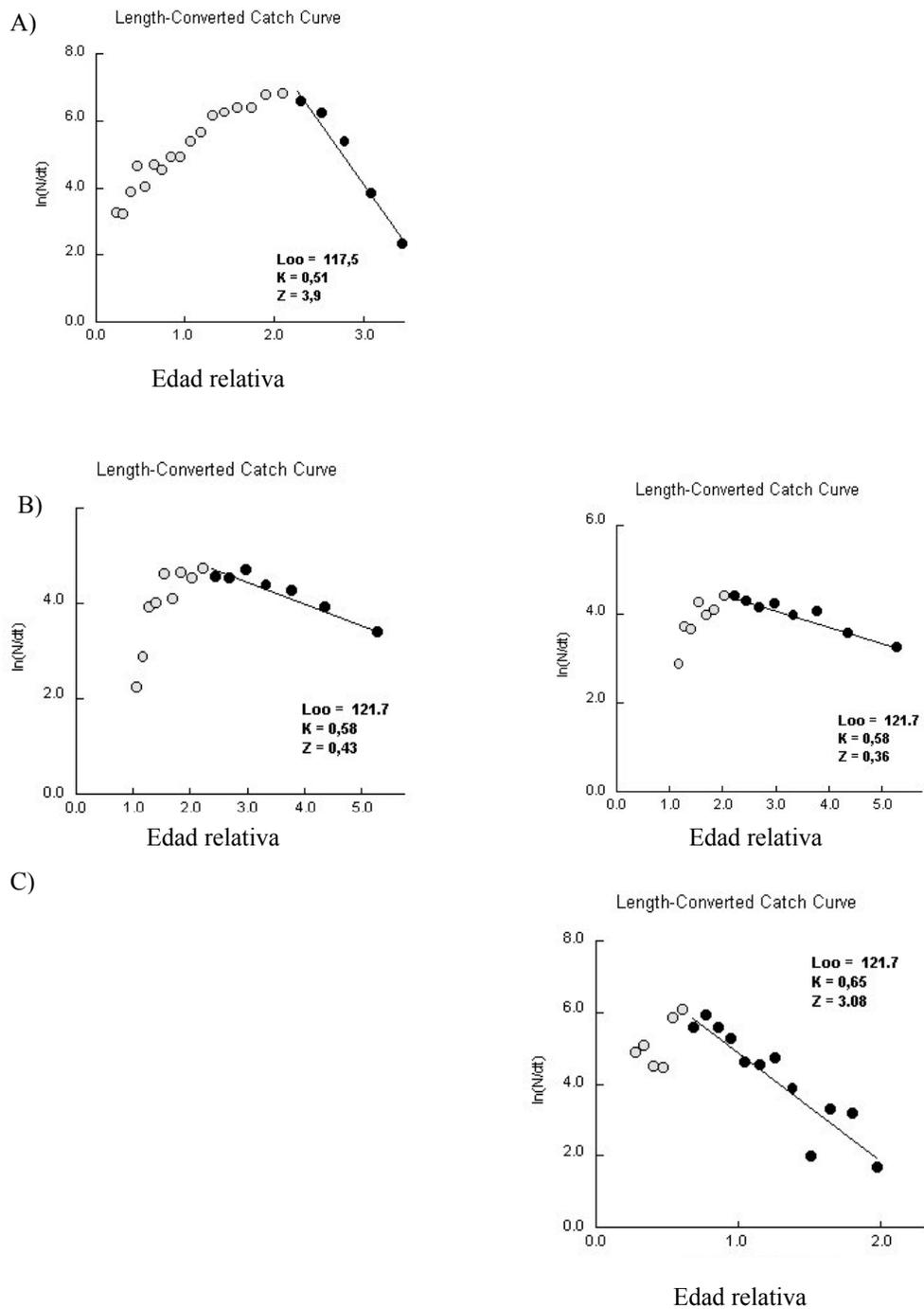


Fig. 54: Curva de mortalidad linealizada para *Fissurella latimarginata* para los sectores estudiados en la IV Región: A) Totalillo Norte B) El Sauce y C) Los Vilos

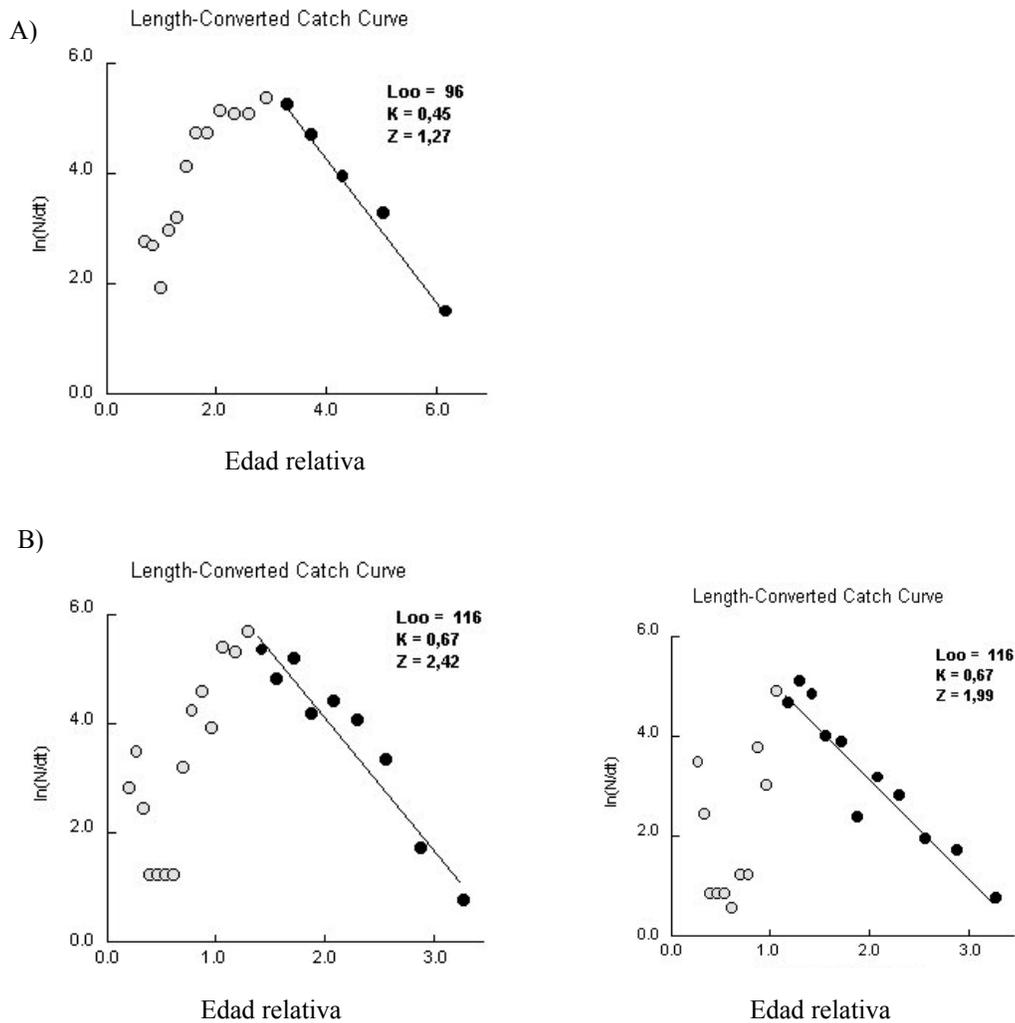


Fig. 55: Curva de mortalidad linealizada para *Fissurella cumingi* para los sectores estudiados en la III Región: A) Pan de Azúcar B) Chañaral de Aceituno, a la izquierda mortalidad de todo el periodo de tiempo y a la derecha la mortalidad calculada antes de pesca.

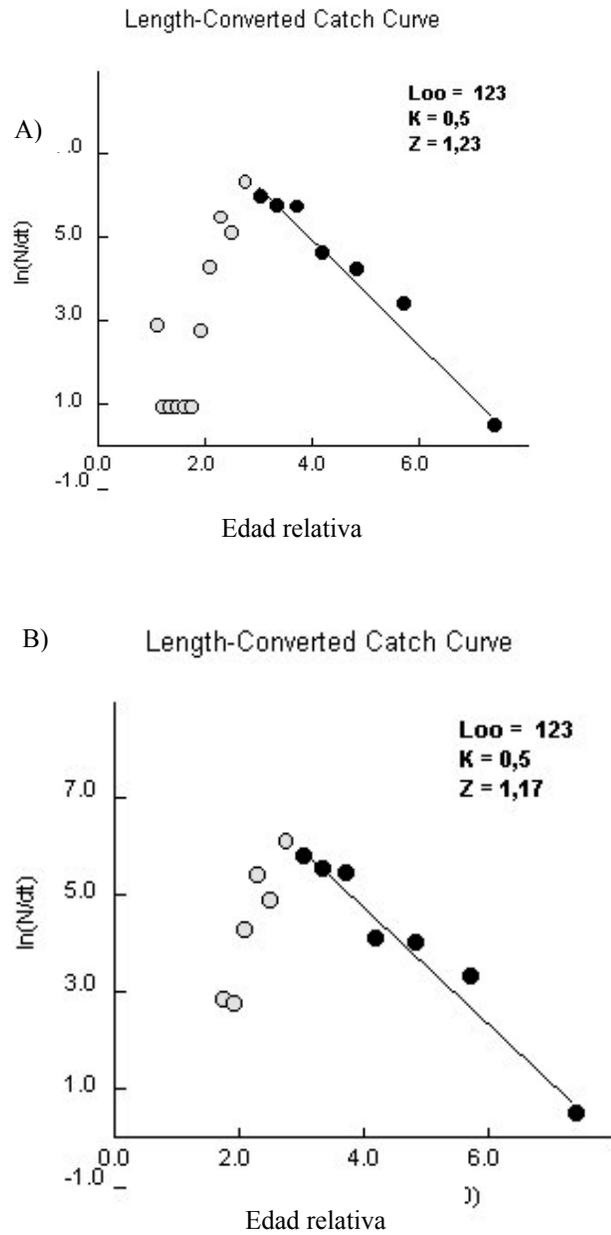


Fig. 56: Curva de mortalidad linealizada para *Fissurella cumingi* para el sector de caleta El Sauce. A) Mortalidad para todo el periodo, B) Mortalidad antes de pesca.

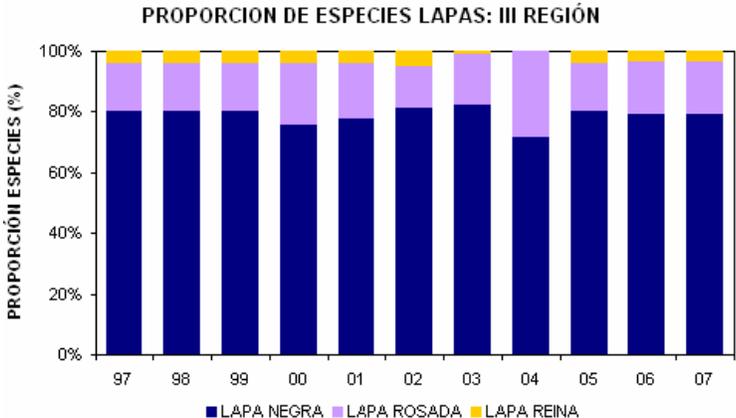


Fig.57. Proporción de las especies de *Fissurella* spp. en los desembarques totales anuales oficiales en la III Región entre 1997 y 2007.

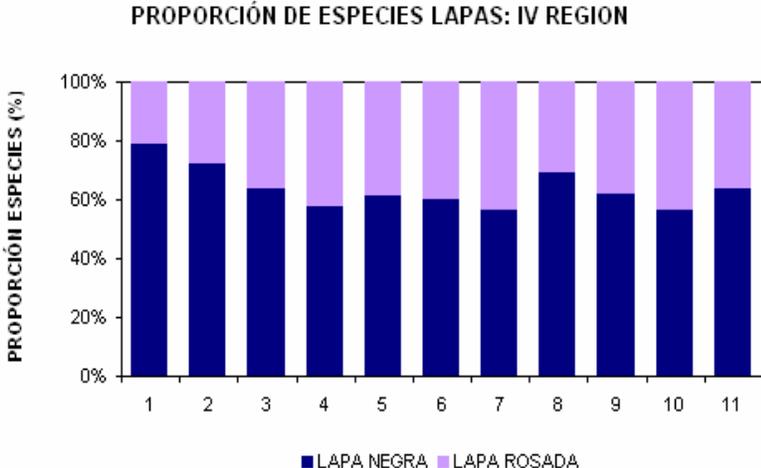


Fig.58. Proporción de tres especies de *Fissurella* spp. en los desembarques totales anuales oficiales en la IV Región, entre 1997 y 2007.

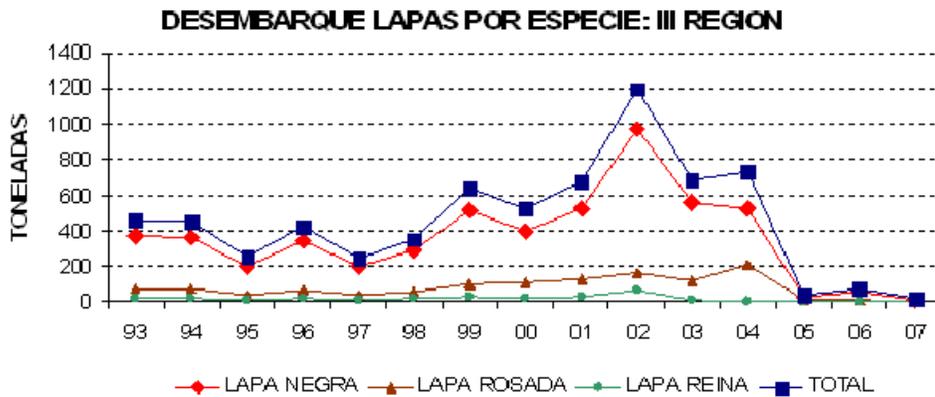


Fig.59. Serie temporal de desembarques de especies de *Fissurella* spp. en toneladas por año, entre 1993 y 2005 de la III Región.

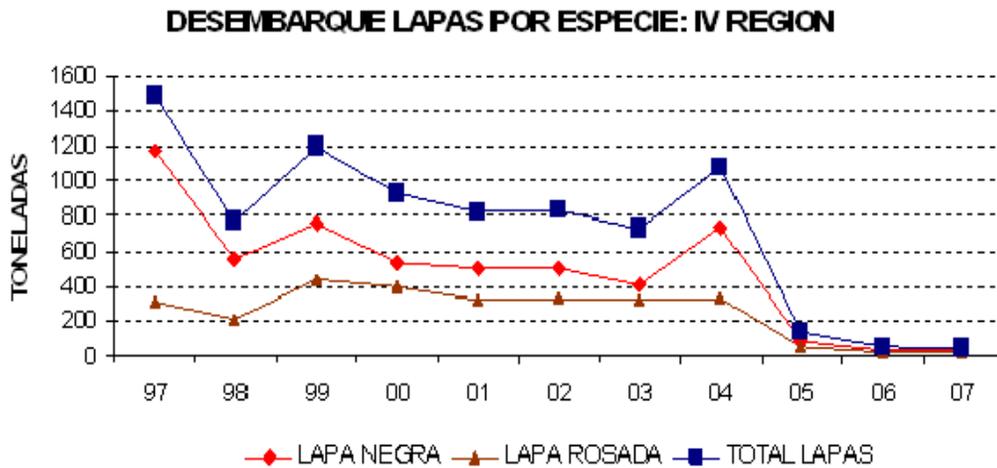


Fig.60. Serie temporal de desembarques de especies de *Fissurella* spp. en toneladas por año, entre 1997 y 2005 de la IV Región.

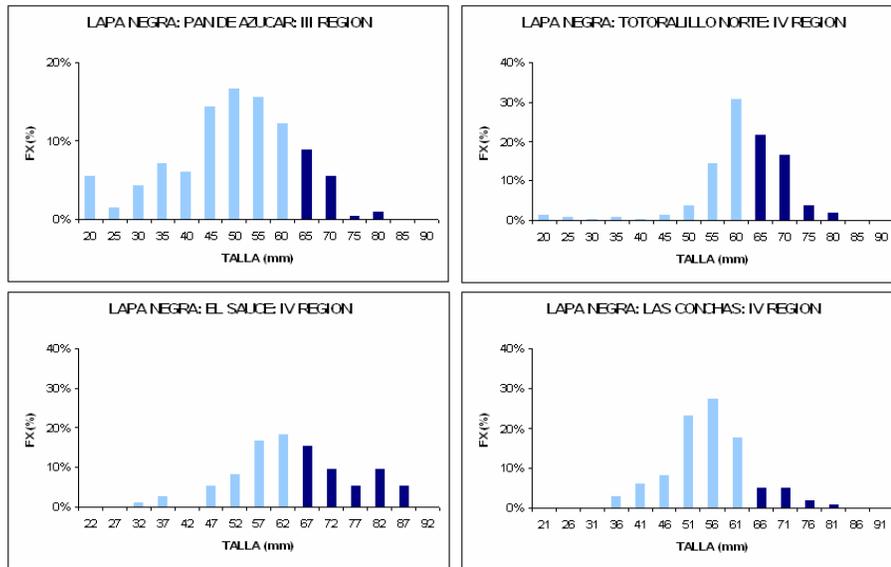


Fig.61: Estructura de talla poblacional de *Fissurella latimarginata* en el sector Pan de Azúcar, III Región, Totoralillo Norte, El Sauce y Las Conchas, IV Región, utilizadas en la aplicación del método AC. Las barras oscuras corresponden al rango de tallas seleccionadas para el análisis, a partir de la talla mínima legal ( $\geq 65$  mm).

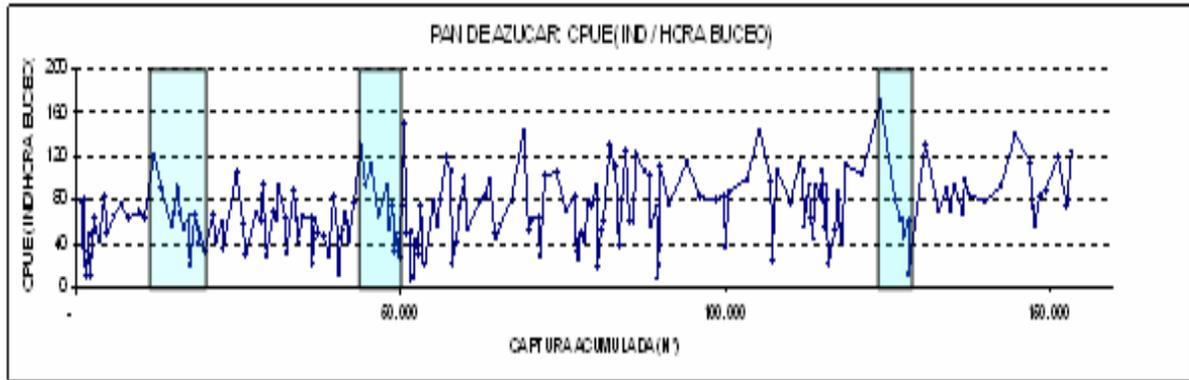


Fig.62: Serie temporal de datos de cpue (nº/h-buceo) de *Fissurella latimarginata* en el sector de Pan de Azúcar en el período 24-abril-2006 y el 18-nov-2007, destacándose un subset de datos utilizados para la estimación de la abundancia (No) del stock al inicio del período seleccionado.

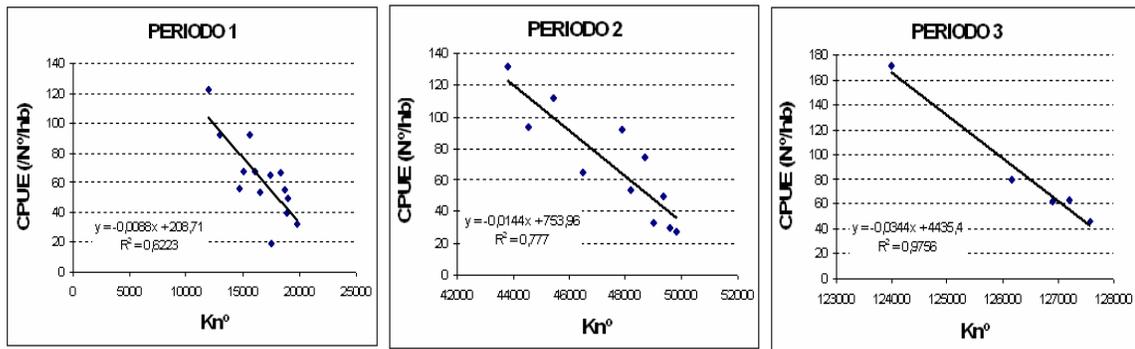


Fig.63: Curvas de éxito de captura del modelo de Leslie para el recurso *Fissurella latimarginata* en el sector de Pan de Azúcar, III Región, aplicado en tres períodos diferentes, entre el 15 de julio de 2006 y el 17 de noviembre de 2007.

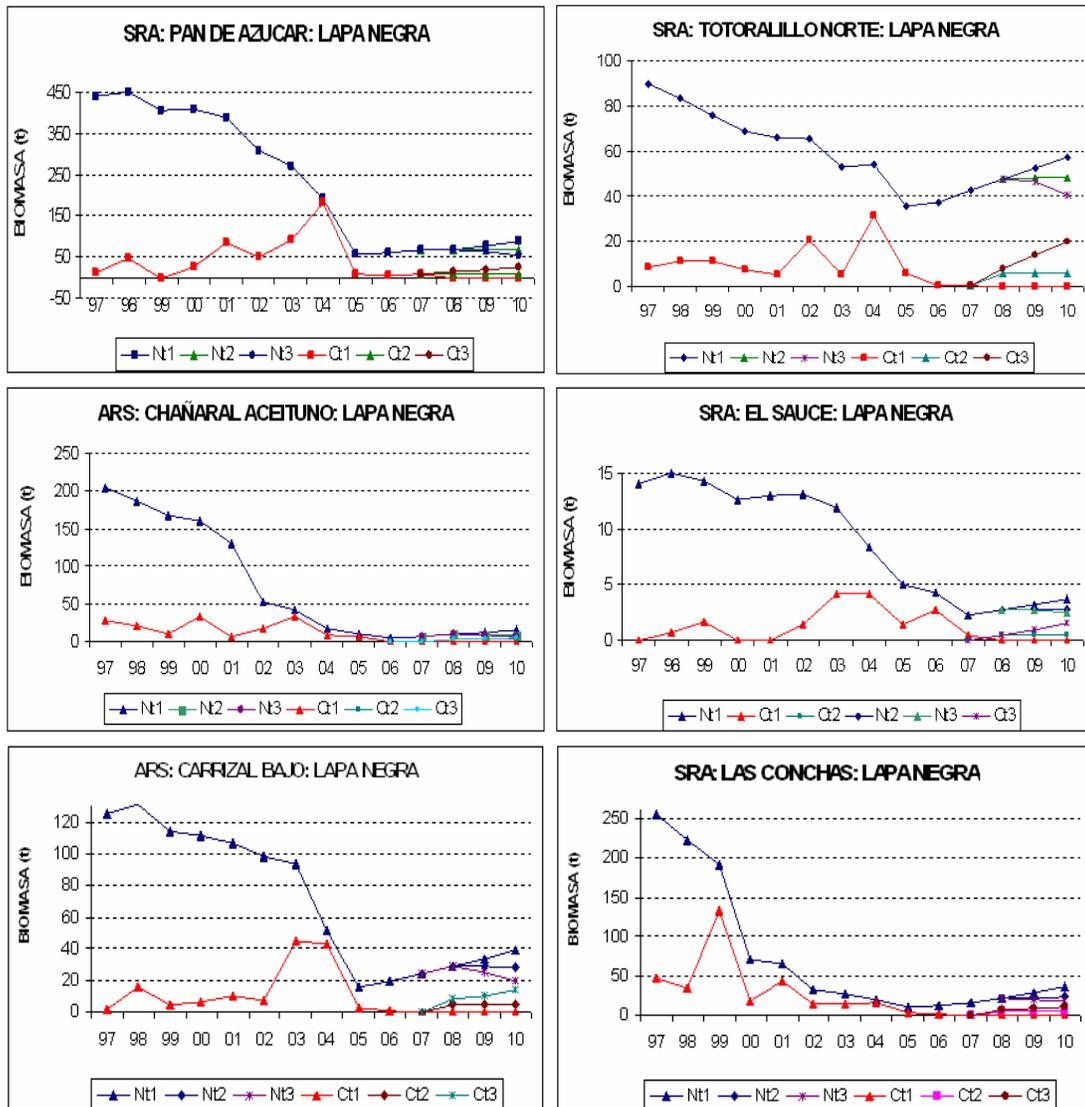


Fig.64: Trayectoria de la biomasa del stock y la captura del recurso *Fissurella latimarginata* en seis sectores de la III y IV Región, entre los años 1997 y 2007, proyectadas a los años 2008 al 2010, en función de tres escenarios de explotación. Los puntos del stock (N) en la proyección son similares a los de la captura para cada uno de los escenarios de explotación.

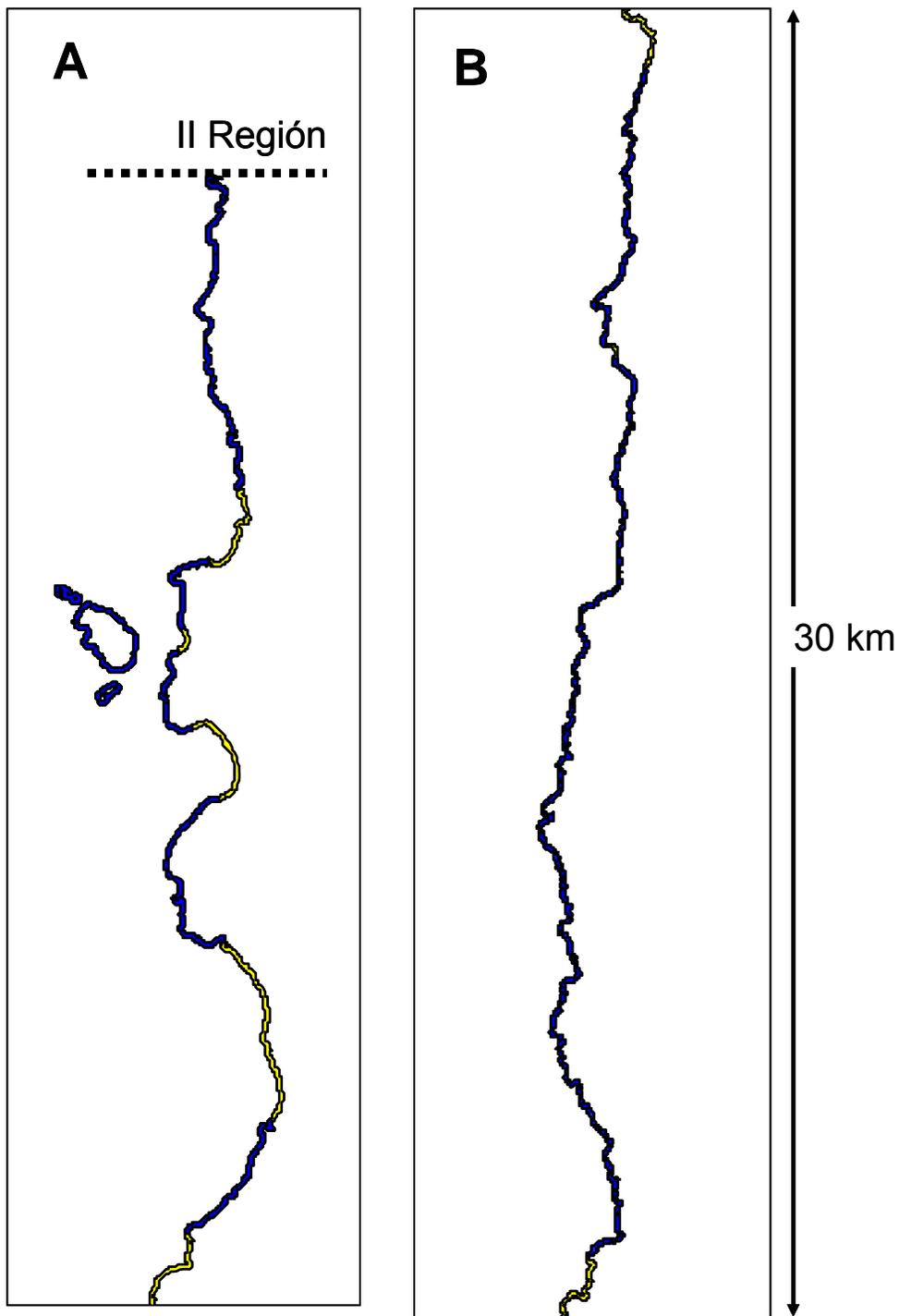
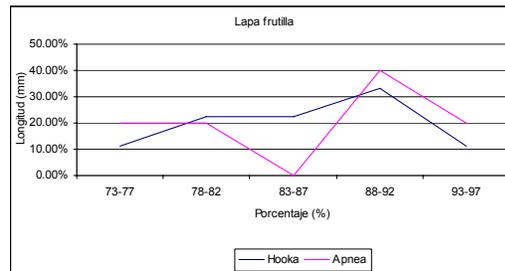
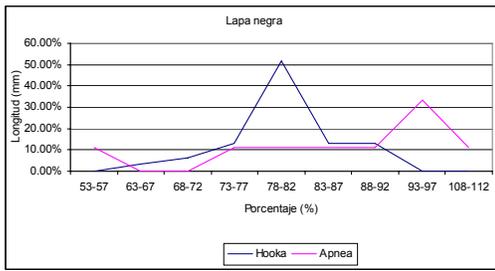
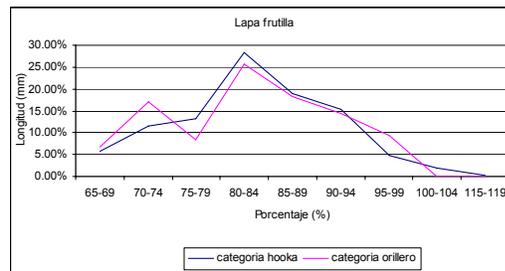
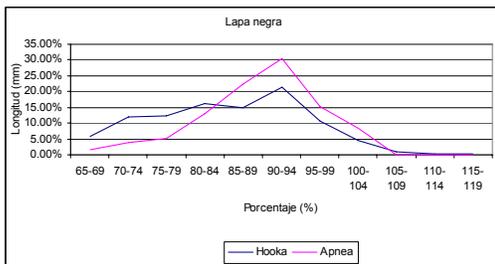


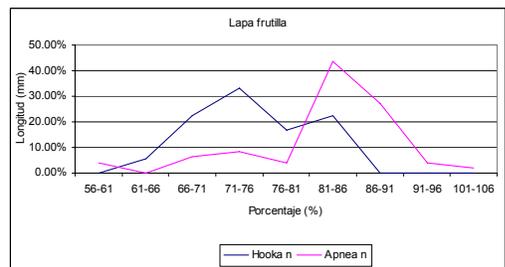
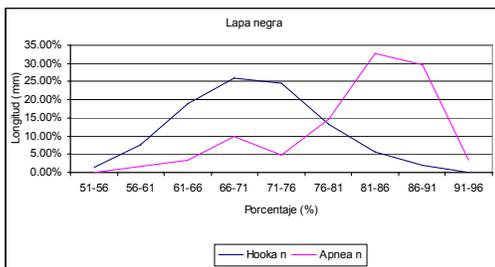
Fig. 65: Franja que expresa la superficie total de distribución del recurso lapa en un radio de 15 Km en Caleta Pan de Azucar (A) y caleta El Sauce (B).Las zonas amarillas indican campos de arena. El ancho de la franja es de 100 mt. Línea de costa 1:50.000



**HISTOGRAMA DE LONGITUD CAPTURA LAPAS ÁREA DE MANEJO PUNTADE CHOROS**



**HISTOGRAMA DE LONGITUD CAPTURA LAPAS ÁREA DE MANEJO APOLLILLADO**



**HISTOGRAMA DE LONGITUD CAPTURA LAPAS ÁREA HISTORICA COMUNA DE LA HIGUERA**

Fig. 66: Comparación de estructura de talla de las capturas de artes de pesca Hooka y Apnea, realizada en 3 zonas diferentes de la IV Región.

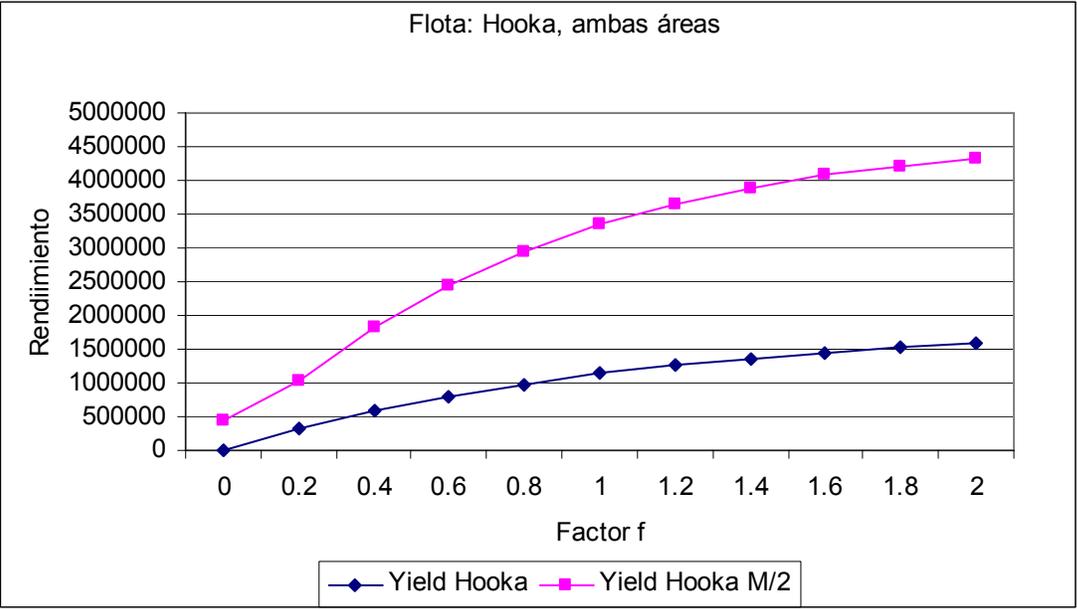


Fig. 67.- Estimación de rendimiento utilizando los valores de M obtenidos durante el proyecto y una estimación con un valor M 50% menor (magnitud que es frecuentemente utilizada en el cálculo de CTPs de diferentes áreas de manejo).

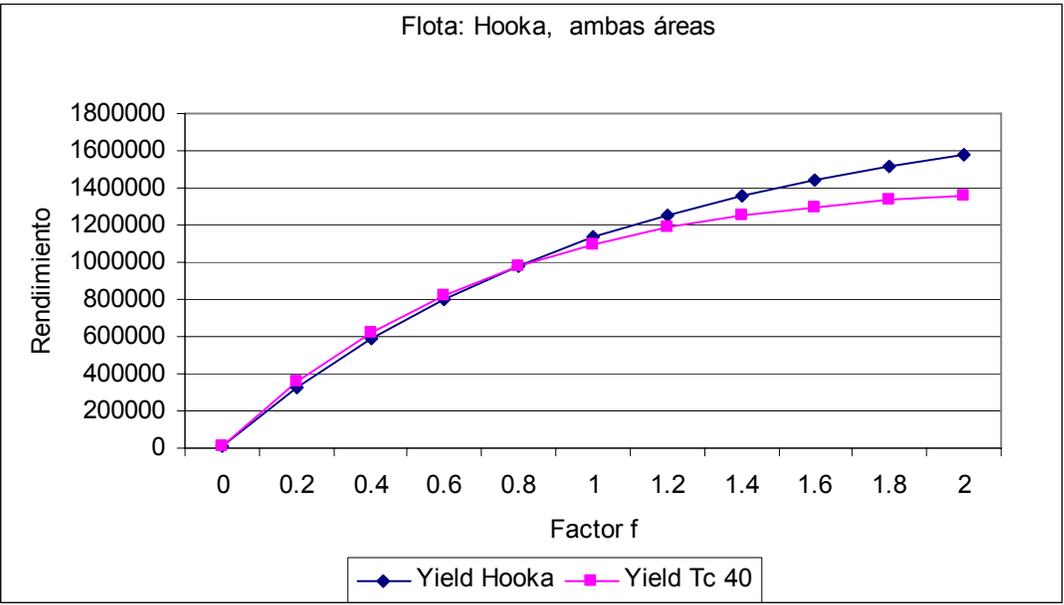


Fig. 68: Estimación de rendimiento utilizando los valores de Lc50% (50 mm) y Lc75%(60mm) y una reducción de Lc a 40 y 55 mm, respectivamente.

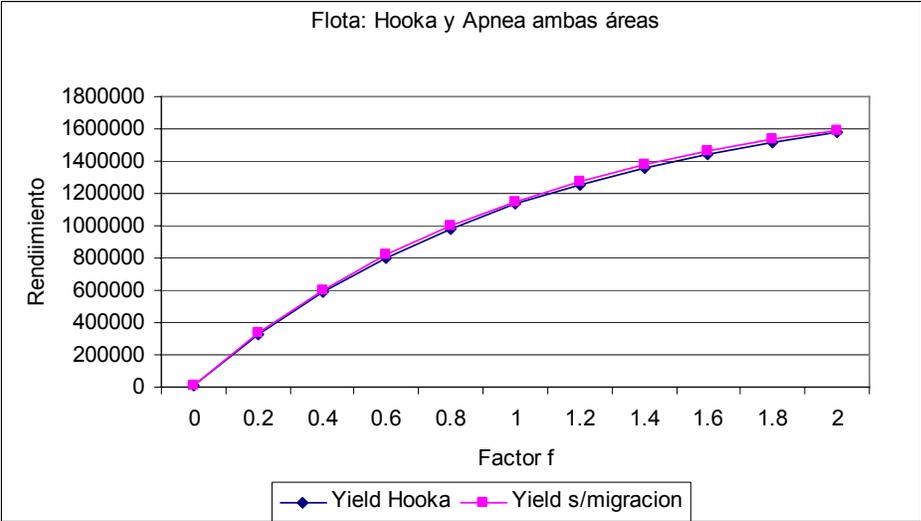


Fig. 69: Estimación de rendimiento en la Flota Hooka utilizando el modelo con y sin migración.

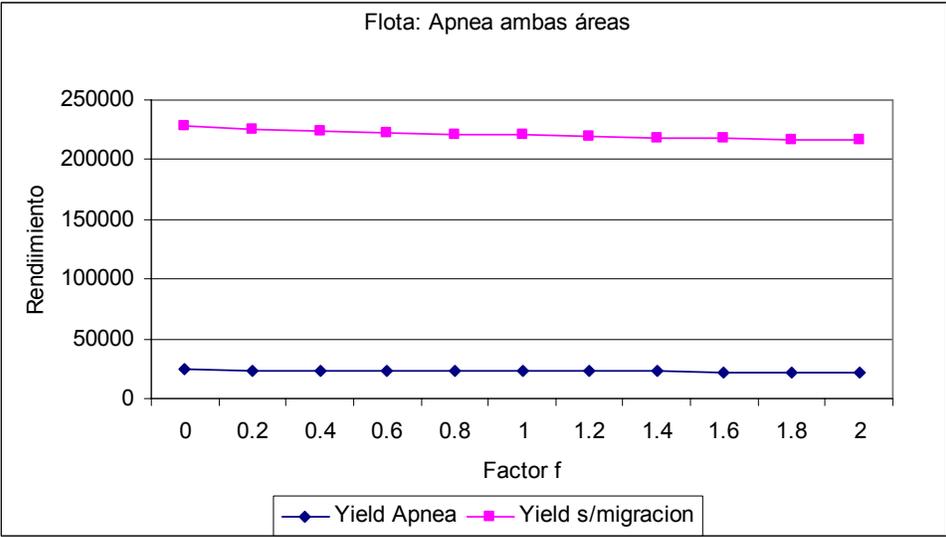


Fig. 70: Estimación de rendimiento en la Flota Apnea utilizando el modelo con y sin migración.

## 7.- ANEXO I: Personal participante

<b>Nombre</b>	<b>Número de horas</b>	<b>Función en el Proyecto</b>
<i>Profesionales</i>		
Wolfgang Stotz	516	Coordinación y control de información; Estimación de parámetros de crecimiento, mortalidad y reclutamiento; Jefe de Proyecto
Luis Caillaux	650	Parámetros poblacionales distintas especies de lapas, análisis datos reclutamiento, Muestreos
Jaime Aburto	593	Parámetros poblacionales distintas especies de lapas análisis datos reclutamiento, Toma encuestas
Domingo Lancellotti	550	Análisis estadísticos, procesamiento de datos, estimación de mortalidades
Marcelo Valdebenito	560	Estimación de parámetros poblacionales distintas especies de lapas. Muestreos
Gabriel Jerez	610	Evaluación indirecta de stock y estimación de estado de las poblaciones en las regiones
Emilio Figueroa	615	Evaluación indirecta de stock stock y estimación de estado de las poblaciones en las regiones
Claudio Cerda	610	Muestreos poblacionales y de reclutamiento, toma encuestas

Además han ayudado en los muestreos en terreno los Srs. Jhon Gajardo Biólogo Marino, Jorge Morales y Florian Shneider estudiantes de biología marina.

## **8.- ANEXO II: Presentación taller de presentación y difusión**

### 8.1.- Taller de presentación

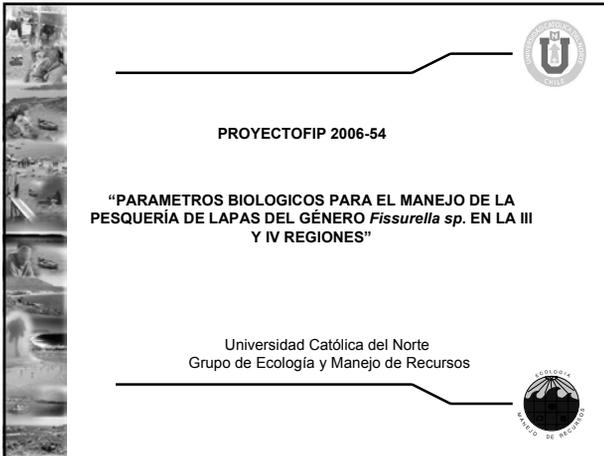
Se realizó un taller de presentación del proyecto durante el mes de marzo de 2007 en dependencias de la Subsecretaría de Pesca con presencia de representantes de la Subsecretaría de Pesca, del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y del grupo consultor. Durante el desarrollo del taller no se realizaron correcciones de fondo a la metodología planteada y sólo se realizaron aclaraciones respecto de dicha metodología.

### 8.2.- Taller de Difusión

El taller de difusión se realizó en las dependencias de la Universidad Católica del Norte en Coquimbo, con la asistencia de representantes de cada una de las caletas pesqueras en las que se realizaron los muestreos, con la excepción de los representantes de las caletas Carrizal Bajo y Totoral los que no pudieron asistir. Además estuvo presente un representante del SERNAPesca de la IV Región. Se excusaron de asistir los representantes de la Subsecretaría de Pesca, del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y del SERNAPesca de la III Región.

Durante el taller se entregaron los resultados del proyecto, los que fueron bien acogidos por los representantes de las caletas pesqueras.

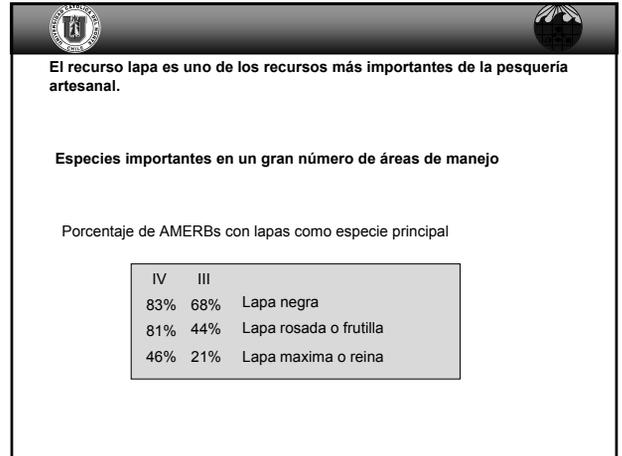
A continuación se entrega la presentación de resultados expuesta en dicho taller.



**PROYECTO FIP 2006-54**

**“PARAMETROS BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LAPAS DEL GÉNERO *Fissurella* sp. EN LA III Y IV REGIONES”**

Universidad Católica del Norte  
Grupo de Ecología y Manejo de Recursos

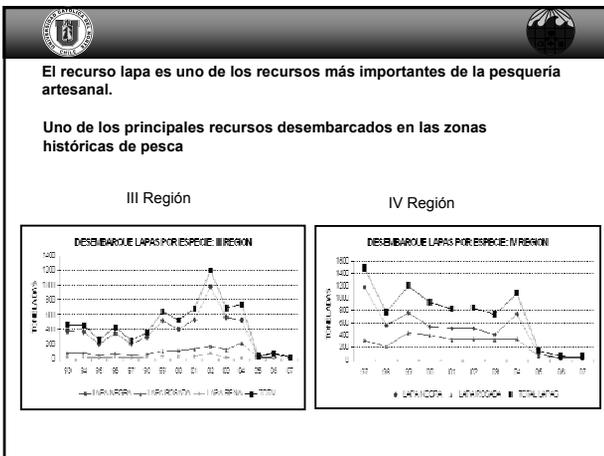


**El recurso lapa es uno de los recursos más importantes de la pesquería artesanal.**

**Especies importantes en un gran número de áreas de manejo**

Porcentaje de AMERBs con lapas como especie principal

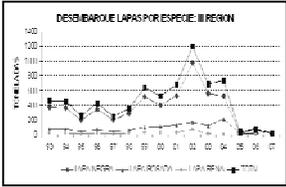
IV	III	
83%	68%	Lapa negra
81%	44%	Lapa rosada o frutilla
46%	21%	Lapa máxima o reina



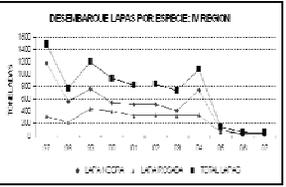
**El recurso lapa es uno de los recursos más importantes de la pesquería artesanal.**

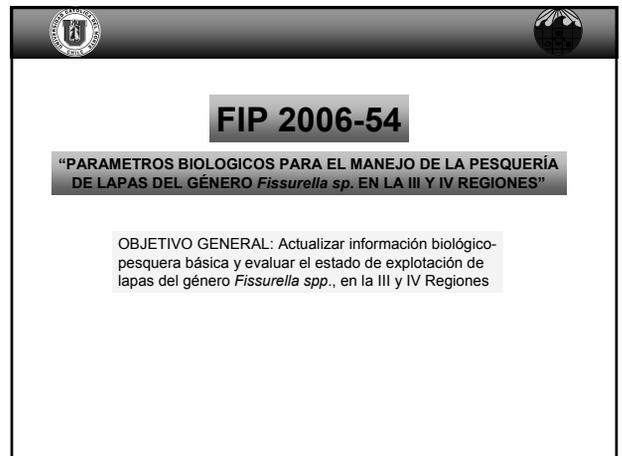
**Uno de los principales recursos desembarcados en las zonas históricas de pesca**

III Región



IV Región

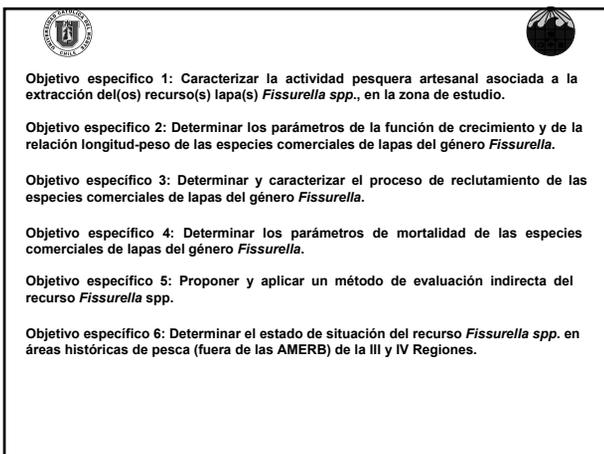




**FIP 2006-54**

**“PARAMETROS BIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DE LAPAS DEL GÉNERO *Fissurella* sp. EN LA III Y IV REGIONES”**

**OBJETIVO GENERAL:** Actualizar información biológico-pesquera básica y evaluar el estado de explotación de lapas del género *Fissurella* spp., en la III y IV Regiones



**Objetivo específico 1:** Caracterizar la actividad pesquera artesanal asociada a la extracción del(os) recurso(s) lapa(s) *Fissurella* spp., en la zona de estudio.

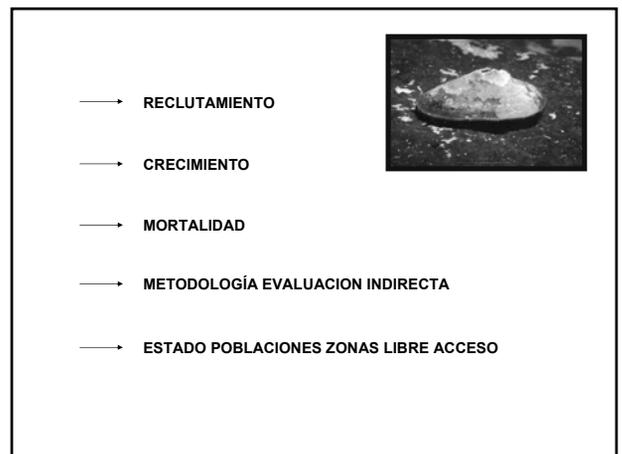
**Objetivo específico 2:** Determinar los parámetros de la función de crecimiento y de la relación longitud-peso de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

**Objetivo específico 3:** Determinar y caracterizar el proceso de reclutamiento de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

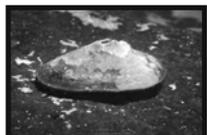
**Objetivo específico 4:** Determinar los parámetros de mortalidad de las especies comerciales de lapas del género *Fissurella*.

**Objetivo específico 5:** Proponer y aplicar un método de evaluación indirecta del recurso *Fissurella* spp.

**Objetivo específico 6:** Determinar el estado de situación del recurso *Fissurella* spp. en áreas históricas de pesca (fuera de las AMERB) de la III y IV Regiones.



- RECLUTAMIENTO
- CRECIMIENTO
- MORTALIDAD
- METODOLOGÍA EVALUACION INDIRECTA
- ESTADO POBLACIONES ZONAS LIBRE ACCESO



**Las lapas son una pesquería multiespecífica, la cual incluye diversas especies entre las cuales destacan:**

- F. latimarginata* (lapa negra)
- F. cumingi* (lapa rosada o frutilla)
- F. costata* (chochon)
- F. maxima* (lapa reina)
- F. pulchra*
- F. limbata*
- F. bridgesi*
- F. crassa*

**Las lapas son una pesquería multiespecífica, la cual incluye diversas especies entre las cuales destacan:**

*F. latimarginata*  
*F. cumingi*  
*F. costata*  
*F. maxima*  
*F. pulchra*  
*F. limbata*  
*F. bridgesi*

**III región**

**IV región**

**¿DONDE Y CUANDO RECLUTAN?**

**Reclutamiento**

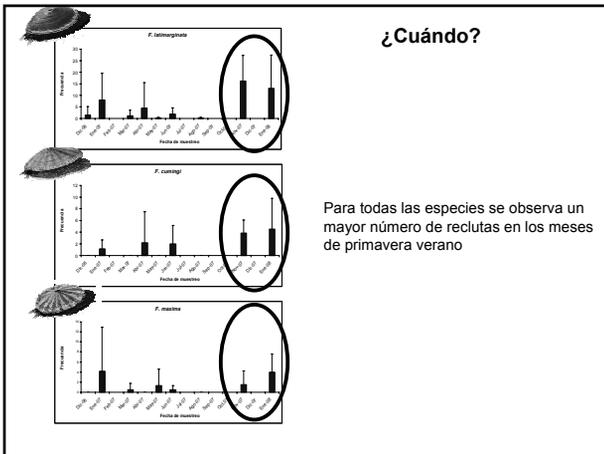
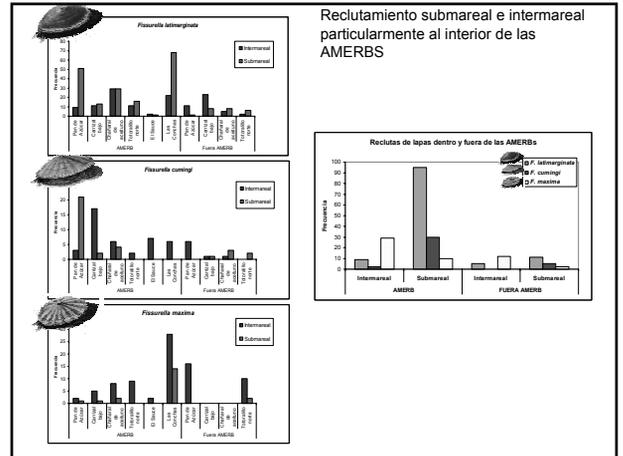
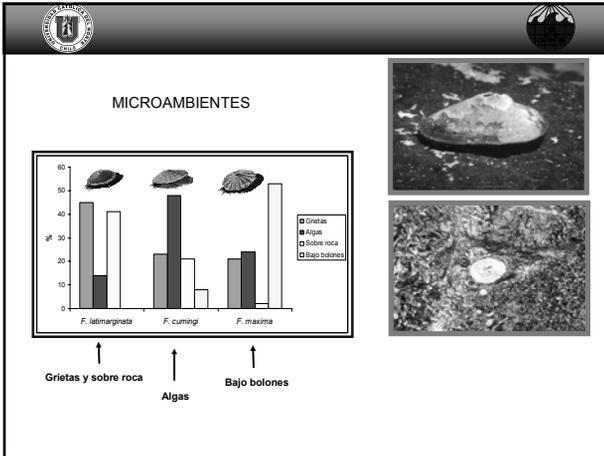
- Submareal
- Intermareal

**Comunidad**

- Dentro y fuera de AMERB
- Microambientes

**¿Donde?**

**Fondos blanqueados**      **Comunidad Lessonia**      **Comunidad de algas**

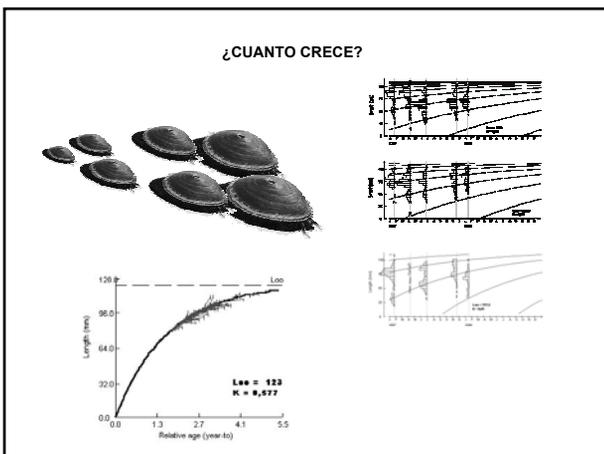


**CONCLUSIONES RESPECTO DEL RECLUTAMIENTO**

El reclutamiento de las distintas especies de lapas presenta segregación espacial, ya que *F. maxima* recluta principalmente en el intermareal, y *F. cumingi* *F. latimarginata* y en el submareal. Además, los microambientes donde reclutan las especies de lapas también son diferentes.

Se observa un mayor reclutamiento de todas las especies al interior de las AMERB respecto de las zonas de libre acceso

La presencia de reclutas de entre 1 y 3 cm durante primavera-verano y otoño indican que probablemente existen dos pulsos de reclutamiento al bentos a principios de primavera y a fines de verano.



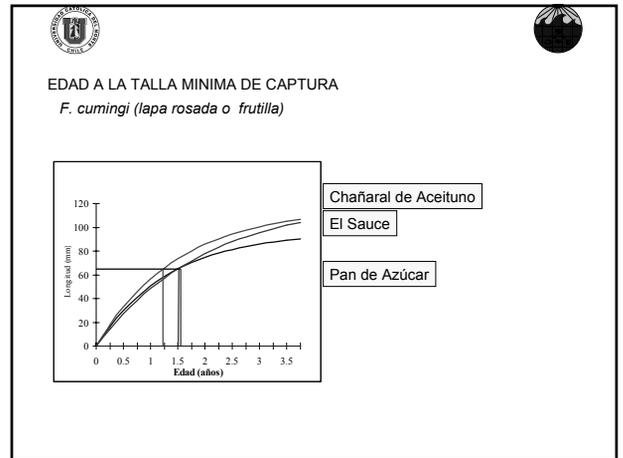
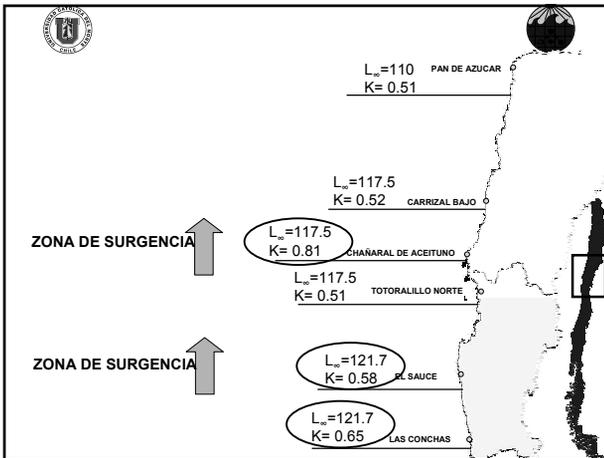
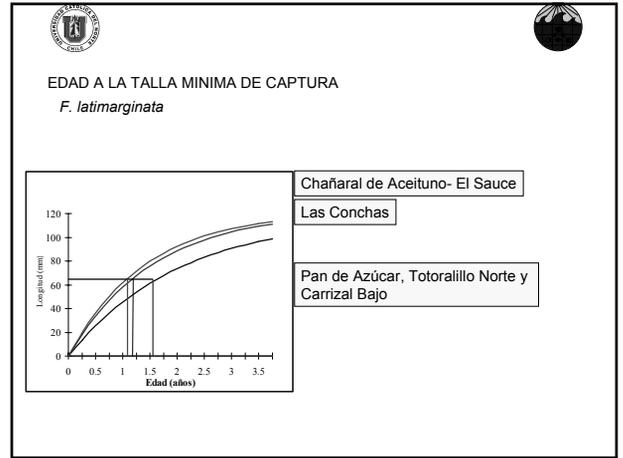
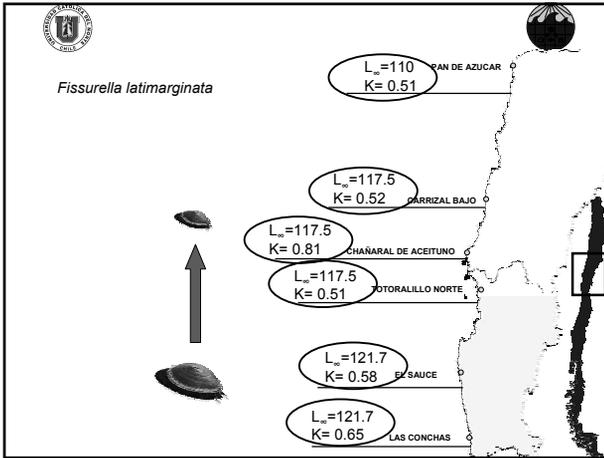
**Crecimiento**

**Marcaje y recaptura**

Métodos del Quinn and Deriso  
 Métodos del FISAT  
 Plot de Gulland y Holt  
 Método de Munro  
 Método de Appeldoorn

**Muestras poblacionales**

ELEFAN I  
 Estimación de parámetros basado en series de tiempo de estructura de talla con método propio.  
 Pruebas de Hipótesis  
 Estimación de la relación Longitud/Peso



Comparación de crecimiento con estudios anteriores

$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\psi$	Edad TMC (meses)	Autor	Región	Método
113	0.16	-0.049	3.31	63 - 64	Acuña (1977)	II	Curvas polimodales, lectura de anillos
119.5	0.35	0.371	3.70	31 - 32	Andrade et al. (1994)	IV	Progresión modal
118.1	0.26	-0.27	3.56	36 - 37	Olguín et al. (1996)	IV	Progresión modal
117.9	0.43	-0.004	3.78	22 - 23	Valdebenito & Stotz	IV	Marcaje y recaptura (datos no publicados)
119.8	0.86	0.002	4.09	11	Valdebenito, 2003	IV	Marcaje y recaptura
114.4	0.33	-0.03			González et al. 1997	III	
118.1	0.26	-0.27			Garrido et al. 1999	IV	
120	0.88	0.002	4.10	11	Valdebenito 2003	IV	Progresión modal
117.5-121	0.4-0.7			15-18			Este estudio

Crecimientos más rápidos que los reportados en la literatura

Comparación de crecimiento con estudios anteriores

$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\psi$	Edad TMC (meses)	Autor	Región	Método
114.9	0.37	0.636	3.69	35	Andrade et al. (1994)	IV	Progresión modal
116.5	0.25	-0.38	3.53	35	Olguín et al. (1996)	IV	Progresión modal
116.9	0.64	0.002	3.95	15	Valdebenito 2002	IV	Marcaje y recaptura
105.0	0.29	-0.88			González et al. 1997	III	
116.5	0.25	-0.38			Garrido et al. 2000	IV	
117	0.71	0.002	4.0	14	Valdebenito 2002	IV	Progresión modal
96-123	0.5-0.75			15-18			Este estudio

Crecimientos más rápidos que los encontrados en la literatura



### CONCLUSIONES RESPECTO DEL CRECIMIENTO

Los  $L_{\infty}$  estimados y/o las tallas más grandes de la población en general muestran un gradiente, disminuyendo de sur a norte

Los datos de crecimiento estimados muestran dos grupos de caletas con crecimiento distinto, probablemente asociado a focos de surgencia existentes en la región.

Talla mínima de captura entre 13 y 18 meses aproximadamente



### MORTALIDAD DE *FISSURELLA* SPP.

Para calcular la mortalidad total (Z) se utilizó la curva de captura linealizada convertida a longitudes de Pauly (1983, 1984a,b), inserta en las rutinas de FISAT (Gayanilo *et al.*, 1996).

#### MORTALIDADES ALTAS RESPECTO A LO REPORTADO



Z= 0.66 – 4.43  
M= 0.11 – 1.29

#### MORTALIDAD NATURAL CERCANA A 1 MORTALIDAD TOTAL CERCANA A 2



Z= 1.23 – 2.42

Biomasa se renueva una vez al año por lo tanto un 50% de la biomasa se podría extraer sin afectar la producción, lo que sería una forma conservadora de explotación.



### Metodología de evaluación indirecta

1. Método 1: MODELO DE ANÁLISIS DE COHORTE DE JONES (1984)
2. Método 2: MODELO DE ÉXITO DE CAPTURA DE LESLIE & DAVIS (1936)
3. Método 3: MODELO GENERALIZADO DE ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE STOCK DE KIMURA & TAGART. (1982)

Métodos que permiten calcular densidades a partir de datos pesqueros como Estructura de tallas, capturas, mortalidad, etc.

Más rápidos y menos costosos que realizar evaluaciones directas, pero necesitan buenos datos para obtener buenos resultados.

### 3. RESULTADOS

#### COMPARACION DE TRES METODOS DE EVALUACION

- COMPARACION ESTIMACIONES DE DENSIDAD APLICANDO LOS TRES METODOS DE EVALUACION INDIRECTA.
- AÑO 2007
- ESPECIE LAPA NEGRA, POBLACION Y STOCK (>65 mm)

LUGAR	METODO	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	DENSIDAD POBLACIONA Ind/m <sup>2</sup>	ABUNDANCIA POBLACIONAL Nº individuos	DENSIDAD STOCK Ind/m <sup>2</sup>	ABUNDANCIA STOCK Nº individuos
PAN DE AZUCAR	MET 1: JONES	3.154.000 m <sup>2</sup>	-	-	0,056	178.179
	MET 2: LESLIE	3.154.000 m <sup>2</sup>	0,403	1.271.082	0,041	128.820
	MET 3: SRA	3.154.000 m <sup>2</sup>	0,44	1.396.533	0,031	100.861

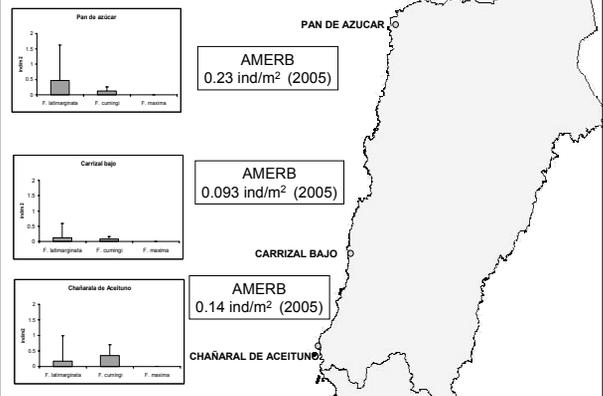
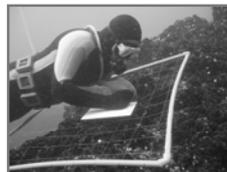


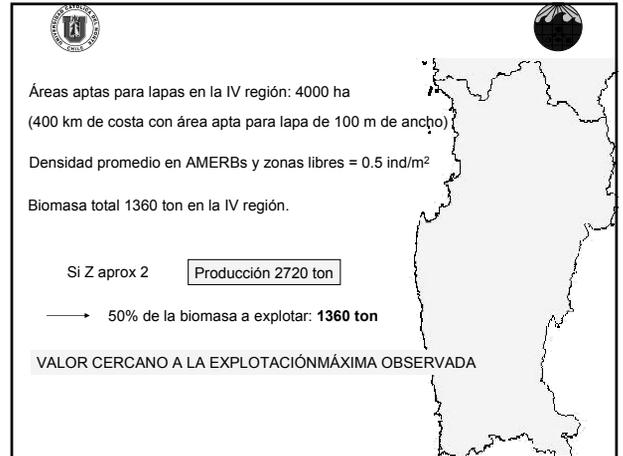
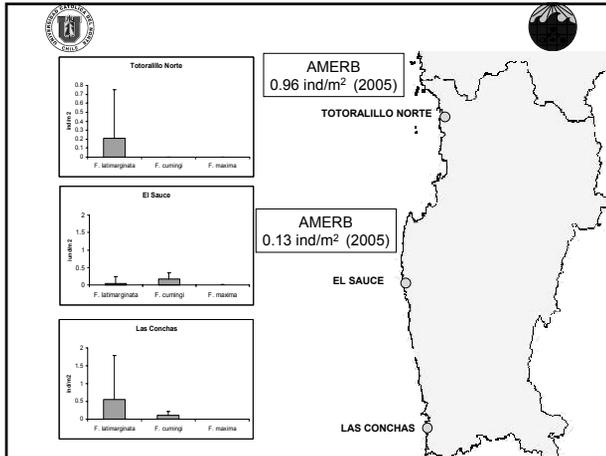
### ESTADO DE LAS POBLACIONES EN AREAS LIBRES

Evaluaciones directas en zonas de pesca aledañas a las AMERBs donde se desarrolló la evaluación de crecimiento

Zonas de pesca indicadas por los buzos del sector

Cuadratas de 1m<sup>2</sup> en transectos perpendiculares a la costa





**CONCLUSIONES GENERALES**

Las AMERB han permitido no sólo aumentar la abundancia de lapas, sino también producen un efecto positivo en el reclutamiento.

Crecimiento variable, pero más rápido que lo reportado en la literatura, con diferencias espaciales debido probablemente a factores ambientales

Densidad fuera de las AMERBs menor a la observada en las AMERBs que han entrado en régimen, pero no críticas.

La pesquería no ha puesto en peligro las poblaciones, principalmente por el rápido crecimiento, pero no se debería esperar mucho más de lo que se explotó en el pasado

**Agradecimientos**

**PROYECTO FINANCIADO POR FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA PROYECTO FIP 2006-54**