



Universidad Católica del Norte  
ver más allá

## **INFORME FINAL**

### **PROYECTO FIP N° 2008-49**

**“Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culengue del norte de Chile (Regiones XV, I y II)”**

Universidad Católica del Norte  
Facultad de Ciencias del Mar  
Departamento de Biología Marina

Jefe de Proyecto: María Soledad Romero Bastías

Octubre, 2011



<b>AUTORES</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Función</b>	<b>Tema</b>
María Soledad Romero Bastías	Jefe de Proyecto	Reproducción Parasitación Diseño Plan de Manejo
Wolfgang Stotz Uslar	Investigador	Análisis Pesquería Diseño Plan de Manejo Crecimiento
Pablo Araya	Investigador	Crecimiento
Francisco Ruiz	Investigador	Crecimiento
Jaime Aburto	Investigador	Análisis Pesquería Diseño Plan de Manejo

<b>COLABORADORES</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Función</b>	<b>Tema</b>
Luciana Loto	Técnico	Muestreo Terreno
Sebastián Torres	Técnico	Análisis de muestra
Ximena Salinas	Técnico	Procesamiento de muestras
Antonia Covarrubias	Técnico	Análisis de muestras

## Resumen ejecutivo

En Chile la pesquería artesanal extrae desde bancos naturales al menos diez especies de moluscos bivalvos enterradores tipo “almejas” desde la I a la XII Región. Esta pesquería de almejas se caracteriza por desarrollarse en un régimen de libre acceso con una única restricción de veda por tamaño. Otra veda extractiva en la I región de los recursos Almeja y Culengue, se estableció a contar del día 15 de marzo de 2007 por dos años, y exceptuaba las AMERBs. Actualmente, la única restricción de la pesquería es el tamaño mínimo de captura.

El desembarque informado por el Servicio Nacional de Pesca en los últimos años, indica que la captura de estas especies ha sido relativamente estable a excepción del período 2002-2003, en el cual las especies denominadas “almejas” sufrieron un brusco descenso. El recurso denominado en forma genérica “almejas”, ha sido históricamente más extraído en la II Región que en la I Región, a diferencia del culengue, *Gari solida*, cuyo desembarque fluctúa en proporción, año a año entre ambas regiones. Debido a que estos recursos se han convertido en una alternativa de diversificación a la extracción de los recursos tradicionales del sector pesquero artesanal, se planteó la necesidad de contar con un estudio que establezca parámetros de reproducción y crecimiento de las almejas y culengue y eventualmente, regular su captura. El presente informe entrega los resultados y conclusiones obtenidos de dicho estudio.

Respecto al ciclo reproductivo se determinó que *P. thaca* en las XV, I y II Regiones está reproductiva todo el año a excepción de marzo en la XV y I Región, mes en que predomina el estado madurante. *G. solida* en la XV Región se encuentra reproductiva todo el año con máximos de madurez entre agosto y noviembre. En la I Región, se encuentra reproductiva todo el año excepto mayo y junio. En la II Región, se encuentra reproductiva todo el año con mínimos en junio y julio. La parasitación intestinal tiene por céstodos baja prevalencia: En *P. thaca*, 0,36 % en la XV y I Región y en *G. solida*, 1,09% en la XV Región.

La talla de primera madurez se pudo estimar para *P. thaca*., En Camarones, XV Región la TPMS individual correspondió a 26.4 mm de longitud máxima para hembras y 31.9 mm para machos. En San Marco, I Región, la TPMS individual correspondió a 26.4 mm de longitud máxima para hembras y 31.4 mm para machos

La parasitación gonadal por tremátodo afectó a *P. thaca* en un 1,07% en la XV y II Regiones y 2,5% en la I Región. En *G. solida* la castración alcanzó 0,7% en la XV y I Regiones. Todos los ejemplares de *P. thaca* se encuentran parasitados por tremátodo en el manto lo que determina un 100% de prevalencia en todas las regiones estudiadas.

La especie de parásito que invade el manto y altera la concha pertenece a la Familia Gymnophallidae.

El análisis de crecimiento arrojó los siguientes parámetros para *P. thaca*: Camarones Loo=57,8, K 0,34; San Marco Loo 61,7 y K=0,29; Cifuncho Loo=78,2 y K=0,23. *G. solida*: Camarones Loo=72,1, K 0,23; San Marco Loo 67,8 y K=0,27

Mediante encuesta de los usuarios se determinó que las especies más extraídas en las XV, I y II Región corresponden a dos especies, “almeja” o “taca” *Protothaca thaca* y el “culengue”, *Gari solida*, sin embargo, la información recabada indica que desde varios años a la fecha, el recurso almeja no es muy atractivo para los pescadores y su recolección es menor. Se recomienda promover que el recurso no se extraiga en forma masiva, si no solo en forma ocasional y en pequeños volúmenes. Además, restringir la pesquería de estos recursos solo a pescadores locales, debido a que actualmente, esta pesquería se realiza por pescadores foráneos.

## INDICE

<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
<b>1.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>19</b>
<b>1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>19</b>
<b>2 METODOLOGÍA</b>	<b>20</b>
<b>2.1 COORDINACIÓN EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>20</b>
<b>2.2 PRESENTACIÓN INICIAL DE PROYECTO FIP 2008-49</b>	<b>21</b>
<b>2.3 SELECCIÓN SITIOS DE ESTUDIO</b>	<b>21</b>
<b>2.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 1. ESTIMAR LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE REPRODUCCIÓN, TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL Y FECUNDIDAD RELATIVA DE ALMEJAS Y CULENGUE</b>	<b>24</b>
2.4.1 MUESTREO REPRODUCCIÓN	24
2.4.2 ANÁLISIS CUALITATIVO	24
2.4.2.1 Escala de Estados de Madurez de <i>Protothaca thaca</i> (almeja)	25
2.4.2.2 Escala de Estados de Madurez de <i>Gari solida</i> (culengue)	30
2.4.2.3 Índice de Madurez Gonadal (IMG)	35
2.4.2.4 Estimación de Coeficiente Gamético	35
2.4.2.5 Índice de Condición (IC)	35
2.4.3 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL (TPMS)	36
2.4.4 FECUNDIDAD POTENCIAL	36
<b>2.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 2. DETERMINAR LA PARASITACIÓN POR TREMATODOS (SOBREFERTA)</b>	<b>38</b>
2.5.1 MUESTREO Y ANÁLISIS	38
<b>2.6 OBJETIVO ESPECÍFICO 3. DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO (<math>L_{\infty}</math>, K Y <math>T_0</math>) DE ALMEJAS Y CULENGUE</b>	<b>38</b>
2.6.1 PROCEDIMIENTOS DE TERRENO. SELECCIÓN DE BANCOS Y ESPECIES	38
2.6.2 TOMA DE LA MUESTRA	39
2.6.3 PROCESAMIENTO DE LA DATA	39
<b>2.7 OBJETIVO ESPECÍFICO 4. ESTIMAR LA MORTALIDAD NATURAL (M), POR PESCA (F) Y TOTAL (Z) SOBREFERTA</b>	<b>43</b>
<b>2.8 OBJETIVO ESPECÍFICO 5. DETERMINAR LA TALLA CRÍTICA (<math>T_c</math>) (SOBREFERTA)</b>	<b>43</b>
<b>2.9 OBJETIVO ESPECÍFICO 6. PROPONER MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN QUE PROPENDAN A LA EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS ALMEJAS Y CULENGUE EN LA MACROZONA NORTE DE CHILE</b>	<b>45</b>
2.9.1 MEDIDAS REGULATORIAS EXISTENTES	45
2.9.2 ENCUESTA Y RECOPIACIÓN DE DATOS EN TERRENO	45
2.9.3 TALLER DE DIFUSIÓN FINAL	48
<b>3 RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>3.1 ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>49</b>
<b>3.2 OBJETIVO 1. ESTIMAR LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL PROCESO DE REPRODUCCIÓN, TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL Y FECUNDIDAD RELATIVA DE ALMEJAS Y CULENGUE</b>	<b>51</b>
3.2.1 CICLO REPRODUCTIVO	51
3.2.1.1 <i>Protothaca thaca</i> , XV Región	51

3.2.1.2 <i>Protothaca thaca</i> , I Región	56
3.2.1.3 <i>Protothaca thaca</i> , II Región	62
3.2.1.4 <i>Gari solida</i> , XV Región	68
3.2.1.5 <i>Gari solida</i> , I Región	74
3.2.1.6 <i>Gari solida</i> , II Región	80
3.2.2 TALLA DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL (TPMS) DE <i>PROTOTHACA THACA</i>	86
3.2.3 FECUNDIDAD POTENCIAL	90
<b>3.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2. DETERMINAR LA PARASITACIÓN POR TREMATODOS (SOBREFERTA)</b>	<b>91</b>
3.3.1 PARÁSITOS DE <i>PROTOTHACA THACA</i> (ALMEJA)	91
3.3.1.1 <i>P. thaca</i> , XV Región	91
3.3.1.2 <i>P. thaca</i> , I Región	93
3.3.1.3 <i>P. thaca</i> , II Región	94
3.3.2 PARÁSITOS DE <i>GARI SOLIDA</i> (CULENGUE)	97
3.3.2.1 <i>G. solida</i> , XV Región	97
3.3.2.2 <i>G. solida</i> , I Región	99
3.3.2.3 <i>G. solida</i> , II Región	100
<b>3.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3. DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO (<math>L_{\infty}</math>, K Y <math>T_0</math>) DE ALMEJAS Y CULENGUE</b>	<b>101</b>
3.4.1 MARCAJE Y RECAPTURA	101
3.4.2 LECTURA DE ANILLOS	107
3.4.3 AJUSTE MODELO VB <i>PROTOTHACA THACA</i> COMPARACIONES ENTRE ZONAS	112
3.4.4 COMPARACIONES ENTRE ZONAS AJUSTE MODELO VB <i>GARI SOLIDA</i>	112
<b>3.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4. ESTIMAR LA MORTALIDAD NATURAL (M), POR PESCA (F) Y TOTAL (Z) (SOBREFERTA)</b>	<b>120</b>
<b>3.6 OBJETIVO 5. DETERMINAR LA TALLA CRÍTICA (<math>T_c</math>) (SOBREFERTA)</b>	<b>124</b>
<b>3.7 OBJETIVO ESPECÍFICO 6. PROPONER MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN QUE PROPENDAN A LA EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS ALMEJAS Y CULENGUE EN LA MACROZONA NORTE DE CHILE</b>	<b>129</b>
3.7.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS ACTUALES MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN	129
3.7.2 PESQUERÍA EN LA ZONA NORTE DE CHILE	130
3.7.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EN TERRENO	132
<b>4 DISCUSIÓN</b>	<b>136</b>
4.1 CICLO REPRODUCTIVO DE <i>PROTOTHACA THACA</i>	136
4.2 CICLO REPRODUCTIVO DE <i>GARI SOLIDA</i>	138
4.3 TALLA DE PRIMERA MADUREZ	139
4.4 FECUNDIDAD RELATIVA	140
4.5 PARASITOSIS	140
4.6 MEDIDAS DE ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS ALMEJAS Y CULENGUE	141
4.7 PROPUESTA DE ORDENAMIENTO	143
<b>5 CONCLUSIONES</b>	<b>146</b>
<b>6 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>148</b>
<b>7 ANEXOS</b>	<b>150</b>
7.1 ANEXO I D.O. N° 38.666	150

<b>7.2 ANEXO II</b>	<b>D. E. 659 2007</b>	<b>152</b>
<b>7.3 ANEXO III</b>	<b>LISTA ASISTENCIA A TALLER DE DIFUSIÓN FINAL</b>	<b>154</b>
<b>7.4 ANEXO IV</b>	<b>PRESENTACIÓN GRÁFICA DE OBJETIVOS Y RESULTADOS DE PROYECTO</b>	<b>156</b>
<b>7.5 ANEXO V</b>	<b>POSTER DE DIFUSIÓN</b>	<b>163</b>
<b>8 ASIGNACIÓN HORARIA AL PROYECTO</b>		<b>164</b>

**Índice de Tablas**

Tabla I. Toneladas de desembarque de los principales moluscos “tipo almeja” extraídos en Chile en el período 1998-2007 (SERNAPESCA, 2007).....	17
Tabla II. Coordinación de equipo de trabajo FIP 2008-49. Participantes y labores asignadas.....	20
Tabla III. Localidades visitadas en las XV, I y II Regiones para seleccionar los sitios de estudio. (A) Ocurrencia (B) Registros de SERNAPESCA (C) Factibilidad .....	22
Tabla IV. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).....	51
Tabla V. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.....	52
Tabla VI. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>P. thaca</i> en Punta Arenas y San Marco, I Región. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).....	57
Tabla VII. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>P. thaca</i> en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ).....	57
Tabla VIII. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>P. thaca</i> en Cifuncho, II Región. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar) .....	63
Tabla IX. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>P. thaca</i> en la II Región, Cifuncho en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	63
Tabla X. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>G. solida</i> en la XV Región, Camarones. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).....	69
Tabla XI. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>G. solida</i> en la XV Región, Camarones en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.....	69
Tabla XII. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>G. solida</i> en la I Región, Punta Arena y San Marco. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes	

Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).....	75
Tabla XIII. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>G. solida</i> en la I Región, Camarones en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	75
Tabla XIV. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de <i>G. solida</i> en la II Región, Cifuncho y La Chimba. LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).....	81
Tabla XV. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de <i>G. solida</i> en Cifuncho y La Chimba, II Región. Los muestreos en Cifuncho se realizaron entre 29 de junio y el 2 de noviembre de 2009 y en la Chimba, entre el 16 de diciembre de 2009 y el 26 de mayo de 2010. ....	81
Tabla XVI. Estados de de madurez gonadal de ejemplares menores a 50 mm recolectados en Camarones el 8 de noviembre de 2009. (H= hembra; I= Indeterminado; M: Macho; MM: Madurez Máxima; Mte: Madurante) .....	87
Tabla XVII. Estados de de madurez gonadal de ejemplares menores a 50 mm recolectados en Camarones el 14 de enero de 2010. (Ev P= Evacuación parcial; H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; MM: Madurez Máxima) .....	87
Tabla XVIII. Estados de de madurez gonadal de ejemplares menores a 50 mm recolectados en San Marco el 10 de noviembre de 2009. (H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; Mte: Madurante) .....	88
Tabla XIX. Estados de de madurez gonadal de ejemplares menores a 50 mm recolectados en San Marco el 17 de enero 2010. (H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; MM: Madurez Máxima; Mte: Madurante) .....	89
Tabla XX. Fecundidad Potencial (FP) para <i>Protothaca thaca</i> provenientes de Camarones, XV Región, San Marco, I Región y Cifuncho, II Región. (HM= Altura máxima, LM: Longitud máxima; PPB= Peso partes blandas; PT= Peso total).....	90
Tabla XXI. Fecundidad Potencial (FP) para <i>Gari solida</i> provenientes de Camarones, XV Región, San Marco, I Región y La Chimba, II Región. (HM= Altura máxima, LM: Longitud máxima; PPB= Peso partes blandas; PT= Peso total). ....	91
Tabla XXII. Características de ejemplares parasitados por cestodos de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.....	92
Tabla XXIII. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>P. thaca</i> de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.....	93
Tabla XXIV. Características de ejemplares parasitados por cestodos de <i>P. thaca</i> en la I	

Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	94
Tabla XXV. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>P. thaca</i> en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	94
Tabla XXVI. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>P. thaca</i> en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	95
Tabla XXVII. Características de ejemplares parasitados por cestodos de <i>G. solida</i> de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010...98	98
Tabla XXVIII. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>G. solida</i> de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. ....	99
Tabla XXIX. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>G. solida</i> en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	100
Tabla XXX. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de <i>G. solida</i> en la II Región, Cifuncho, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010. ....	100
Tabla XXXI. Número de anillos y medidas morfométricas <i>Protothaca thaca</i> sector de Cifuncho .....	107
Tabla XXXII. Número de anillos y medidas morfométricas <i>Protothaca thaca</i> sector de San Marcos .....	108
Tabla XXXIII. Número de anillos y medidas morfométricas <i>Protothaca thaca</i> sector de Camarones .....	109
Tabla XXXIV. Número de anillos y medidas morfométricas <i>Gari solida</i> sector de San Marcos.....	110
Tabla XXXV. Número de anillos y medidas morfométricas <i>Gari solida</i> sector de Camarones.....	111
Tabla XXXVI. Parámetros de VB estimados para <i>Protothaca thaca</i> y <i>Gari solida</i> ...117	117
Tabla XXXVII Resumen de los parámetros de crecimiento y mortalidad total estimados mediante las diferentes metodologías de obtención de muestras (marcaje y recaptura, muestreo poblacional) y de estimación (análisis de incrementos, lectura de anillos, seguimiento de progresión modal) para los diferentes sitios de estudio. ....	125
Tabla XXXVIII. Pesquería actual en la zona Norte de Chile informada por recolectores e intermediarios.....	131

Tabla XXXIX. Lista de caletas donde se entrevistó a pescadores, indicando el número de pescadores entrevistados.....132

Tabla XL. Respuestas dadas por los pescadores a la pregunta ¿Por qué no extraen almeja? Los números corresponden a la cantidad de veces que la respuesta fue dada, indicando la prioridad asignada por los pescadores.....133

Tabla XLI. Desembarque del recurso “almejas” previo y posterior a la imposición de veda por tamaño mínimo en 1980 entre la I y XII Regiones (en ton). .....142

Tabla XLII. Desembarque del recurso “culengue” previo y posterior a la imposición de veda por tamaño mínimo en 1995 entre la I y XII Regiones (en ton).....142

**Índice de Figuras**

Figura 1. Desembarco de los recursos almejas y culengue entre 1966 y 2008 informado por el Boletín de Pesca y Caza y el Anuario de Estadísticas de SERNAPESCA..... 16

Figura 2. Desembarques de los recursos almejas y culengue en Chile en el período 1998-2006 ..... 17

Figura 3. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Madurante (Mte). ..... 25

Figura 4. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Madurez Máxima (MM). (ov: ovocitos vitelogénicos; ei: espacio interacinar; pa: pared del acino). ..... 26

Figura 5. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (f: fagocitos; ov: ovocitos vitelogénicos; ei: espacio interacinar; ee: espacio intracinar; pa: pared del acino)..... 26

Figura 6. Corte histológico de gónada de hembra de *Prototaca thaca* en estado de Evacuación Total (Ev T) y regresión gonadal. (ee: espacio interacinar; ei: espacio intracinar f: células fagocíticas; ov: ovocitos vitelogénicos)..... 27

Figura 7. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado Madurante (Mte). ..... 28

Figura 8. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Madurez Máxima (MM). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo)..... 28

Figura 9. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar). ..... 29

Figura 10. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación total (Ev T). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas)..... 29

Figura 12. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Madurez Máxima (MM). (o: ovocitos; c: cápsula de gelatina; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo)..... 31

Figura 13. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (o: ovocitos; ei: espacio interacinar)..... 31

Figura 14. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Evacuación Total. (Ev T) (o: ovocitos; ei: espacio interacinar). ..... 32

Figura 15. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado Madurante (Mte). (e: espermatozoides; tc: tejido conectivo; flechas indican acinos). ..... 33

Figura 16. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Madurez Máxima (MM). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; m: células musculares). ..... 33

Figura 17. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo)..... 34

Figura 18. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Evacuación Total (Ev T). (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas; tc: tejido conectivo)..... 34

Figura 19. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de

2009 al 19 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión) .....	53
Figura 20. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. 54	
Figura 21. Coeficiente Gamético de hembras de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.....	55
Figura 22. Índice de Condición de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. 56	
Figura 23. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de <i>P. thaca</i> en la, I Región Punta Arenas y San Marco en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión).....	59
Figura 24. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	60
Figura 25. Coeficiente Gamético de hembras de <i>P. thaca</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	61
Figura 26. Índice de Condición de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	62
Figura 27. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de <i>P. thaca</i> en la II Región Cifuncho, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión) .....	65
Figura 28. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	66
Figura 29. Coeficiente Gamético de hembras de <i>P. thaca</i> en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	67
Figura 30. Índice de Condición de hembras y machos de <i>P. thaca</i> en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	68
Figura 31. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de <i>G. solida</i> en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión) .....	71
Figura 32. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de <i>G. solida</i> en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. ....	72
Figura 33. Coeficiente Gamético de hembras de <i>G. solida</i> en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. ....	73
Figura 34. Índice de Condición de hembras y machos de <i>G. solida</i> en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. ....	74
Figura 35. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de <i>G. solida</i> en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión).....	77
Figura 36. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de <i>G. solida</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	78
Figura 37. Coeficiente Gamético de hembras de <i>G. solida</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. ....	79
Figura 38. Índice de Condición de hembras y machos de <i>G. solida</i> en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.....	80
Figura 39. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de <i>G. solida</i> en la II Región, Cifuncho y La Chimba. Los muestreos en	

Cifuncho se realizaron entre 29 de junio y el 2 de noviembre de 2009 y en la Chimba, entre el 16 de diciembre de 2009 y el 26 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión) ..... 83

Figura 40. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010..... 84

Figura 41. Coeficiente Gamético de hembras de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010. .... 85

Figura 42. Índice de Condición de hembras y machos de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010. .... 86

Figura 43. Céstodo en intestino de *Protothaca thaca*..... 92

Figura 44. Castración gonadal por esporocisto de tremátodo en *Protothaca thaca*. ..... 93

Figura 45. A) Vista interna de valvas de *P. thaca* con horadaciones causadas por quistes de metacercaria. B) Corte transversal de manto de *P. thaca*..... 96

Figura 19. A) Metacercaria del tremátodo presente en el manto de *P. thaca*. B) Superficie espinada del cuerpo. C) Ventosa oral. D) Ventosa ventral..... 97

Figura 45. Céstodo en el lumen del intestino de *Gari solida*..... 98

Figura 46. Castración gonadal por esporocisto de tremátodo en *G. solida*..... 99

Figura 47. *Protothaca thaca*. Ajustes de Gulland & Holt (izquierda) y Munro (derecha) para diferentes sitios a los datos de individuos marcados y recapturados..... 103

Figura 48. *Gari solida*. Ajustes de Gulland & Holt (izquierda) y Munro (derecha) para diferentes sitios a los datos de individuos marcados y recapturados. .... 104

Figura 49. *Protothaca thaca*. Análisis de progresión modal con ELEFAN para los sitios en que se realizaron muestreos poblacionales mensuales..... 105

Figura 50. *Gari solida*. Análisis de progresión modal con ELEFAN para los sitios en que se realizaron muestreos poblacionales mensuales ..... 106

Fig. 51. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de Cifuncho a través del método de lectura de anillos. LPA= longitud penúltimo anillo..... 107

Figura 52. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de San Marcos a través del método de lectura de anillos..... 108

Figura 53. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de Camarones a través del método de lectura de anillos..... 109

Figura 54. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Gari solida* en el sector de San Marcos a través del método de lectura de anillos..... 110

Figura 55. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Gari solida* en el sector de Camarones a través del método de lectura de anillos. .... 111

Figura 56. Curvas de von Bertalanffy registradas para *Protothaca thaca* en diferentes localidades de estudio obtenida por el método de lectura de anillos.. 112

Figura 57. Curvas de von Bertalanffy registradas para *Gari Solida* en diferentes localidades de estudio obtenida por el método de lectura de anillos..... 113

Figura 58. Relación entre longitud umbo-borde y n° total de anillos para *Protothaca thaca* en los sectores de Cifuncho, San Marcos y Camarones ..... 114

Figura 59. Relación entre longitud umbo-borde y n° total de anillos para *Gari Solida* en los sectores de San Marcos y Camarones ..... 114

Figura 60. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para <i>Protothaca thaca</i> en el sector de Cifuncho. ....	115
Figura 61. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para <i>Protothaca thaca</i> en el sector de San Marcos.....	115
Figura 62. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para <i>Protothaca thaca</i> en el sector de Camarones. ....	116
Figura 63. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para <i>Gari Solida</i> en el sector de San Marcos. ....	116
Figura 64 Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para <i>Gari Solida</i> en el sector de Camarones.....	116
Figura 65. Valva de <i>Protothaca thaca</i> , ejemplar de 5 anillos extraído desde sector de Cifuncho. Muestra A94 LU 53,7 mm; LAP 64,4 mm. ....	117
Figura 66. Valva de <i>Protothaca thaca</i> , ejemplar de 5 anillos extraído desde sector de Cifuncho. Muestra B97 LU 55,9 mm ; LAP 62 mm.....	118
Figura 67. Valva de <i>Protothaca thaca</i> , ejemplar de 2 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra Z146 LU 33,3 mm ; LAP 40,5 mm.....	118
Figura 68. Valva de <i>Protothaca thaca</i> , ejemplar de 2 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra A62 LU 40 mm ; LAP 50,1 mm.....	119
Figura 69. Valva de <i>Gari solida</i> , ejemplar de 4 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra E6 LU 40,5 mm ; LAP 60,9 mm. ....	119
Figura 70. Valva de <i>Gari solida</i> , ejemplar de 8 años extraído desde sector de San Marcos. Muestra E6 LU 50,1 mm ; LAP 68,3 mm.....	120
Figura 71. Curvas de captura para <i>Protothaca thaca</i> en varias localidades y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento. Se indica en cada figura los parámetros (K y Loo) utilizados y la mortalidad (Z) resultante. ....	122
Figura 72. Curvas de captura para <i>Gari solida</i> en varias localidades y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento. Se indica en cada figura los parámetros (K y Loo) utilizados y la mortalidad (Z) resultante. ....	123
Figura 71. Relaciones talla peso para <i>Protothaca thaca</i> y <i>Gari solida</i> en cada uno de los sitios de estudio. En cada figura se indica la ecuación de la línea de tendencia y su R <sup>2</sup> .....	126
Figura 72. Estimación de talla crítica para <i>Protothaca thaca</i> en cada uno de los sitios de estudio y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento y mortalidad. En cada figura se indican los parámetros utilizados. La flecha identifica el punto de inflexión de la curva y marca la talla crítica en el eje x.....	127
Figura 74. Respuestas dadas por los pescadores ante la pregunta ¿Por qué no extraen almeja?, indicando el número de respuestas y la prioridad dada.....	134
Figura 75. Cronograma de principales sucesos que explicarían la situación de la pesquería de almeja en la zona norte, indicando el año de ocurrencia. Las etiquetas verdes señalan el origen de los pescadores que dieron la respuesta..	135

## 1 ANTECEDENTES

En Chile existen registros de pesquería artesanal de moluscos bivalvos enterradores tipo “almejas” desde 1966. Este grupo incluía un gran número de especies, entre la que cabe destacar la “taquilla”, *Mulinia edulis*, el “tumbao” *Semele solida*, la “taca” *Protothaca thaca* y el “culengue”, *Gari solida*. Otras especies, como *Venus antiqua*, *Retrotapes lenticularis*, *R. rufa*, *R. exalbidus* son referidas en forma general como “almejas”. Estos recursos se han considerado, en general, secundario en la mayoría de las regiones y hasta 1977 la pesquería fluctuaba entre 5.000 y 11.000 ton al año, sin embargo, a partir de 1978 se registra un aumento brusco alcanzando en 1988 y 1989 máximos de 43.761 ton de almejas y 31.372 de culengue, respectivamente. La captura se realiza en casi todas las regiones, pero destaca la X Región y luego la XI, donde se extrae principalmente *Venus antiqua*, *Semele solida* y *Gari solida*.

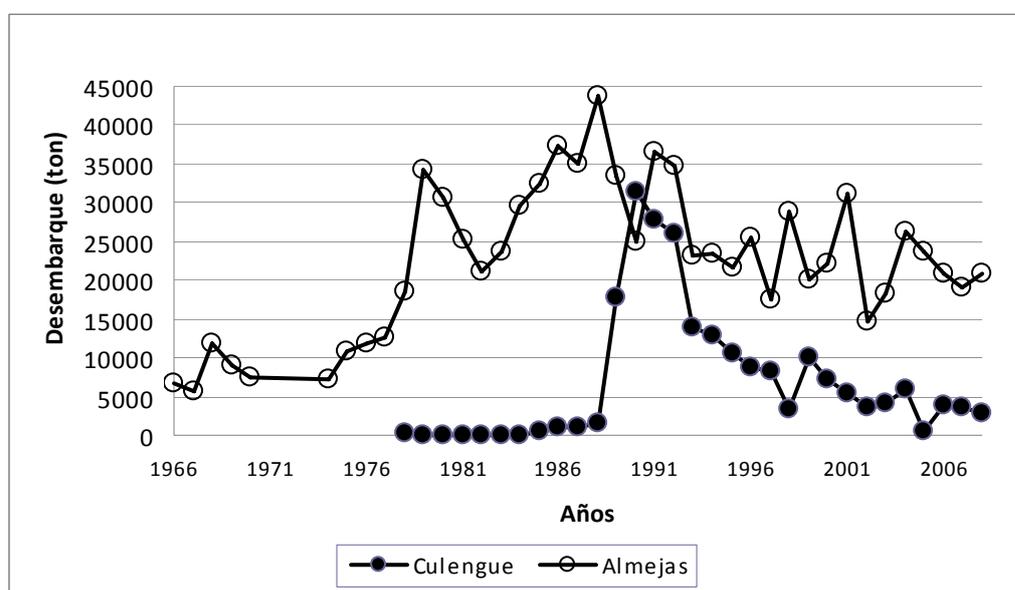


Figura 1. Desembarco de los recursos almejas y culengue entre 1966 y 2008 informado por el Boletín de Pesca y Caza y el Anuario de Estadísticas de SERNAPESCA

En los últimos años, el registro sistemático de datos informado por el Servicio Nacional de Pesca, indica que la captura de estas especies ha sido relativamente estable a

excepción del período 2002-2003, en el cual las especies denominadas “almejas” sufrieron un brusco descenso (Fig. 1; Tabla I).

Tabla I. Toneladas de desembarque de los principales moluscos “tipo almeja” extraídos en Chile en el período 1998-2007 (SERNAPESCA, 2007)

Recurso	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Almejas	24,254	16,429	16,303	26,483	5,360	8,345	18,914	14,113	13,868	15,816
Culengue	3,287	9,931	7,262	5,281	3,596	4,235	5,864	2,407	3,811	3,585
Taquilla	4,877	1,536	1,491	1,699	7,034	7,401	4,329	6,971	5,307	5,805
Tumbao	1,900	2,071	4,212	3,054	2,162	2,402	3,046	2,640	1,685	1,522

En la zona norte de Chile, los valores de desembarco indican que esta pesquería es secundaria y no alcanza la importancia que se registra en el sur.

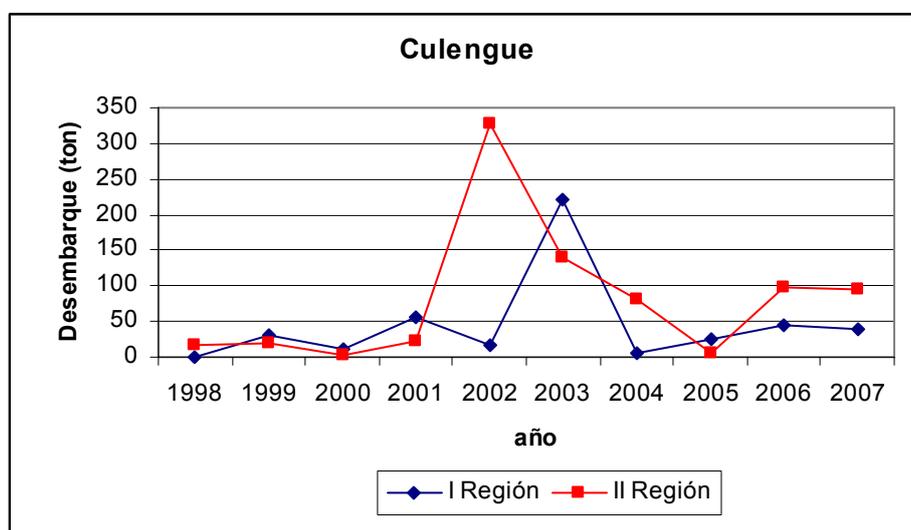


Figura 2. Desembarques de los recursos almejas y culengue en Chile en el período 1998-2006

El recurso denominado en forma genérica “almejas”, ha sido históricamente más extraído en la II Región que en la I Región, a diferencia del culengue, *Gari solida*, cuyo desembarque fluctúa en proporción, año a año entre ambas regiones.

La captura de almejas en la I Región informados por SERNAPESCA, refleja en forma reiterada que tras un año de intensiva extracción, por ejemplo 2001 y 2004, la captura subsiguiente sufre un fuerte descenso alcanzando apenas el orden de 5 a 9 toneladas por año. Algo similar se registra para la II Región, pero de manera menos drástica. Allí, después de un máximo de 154 ton extraídas el año 2001, el descenso en cantidad ha sido paulatino y constante alcanzando un mínimo de apenas 22 ton el año 2007.

El culengue, en general, ha sido capturado en forma creciente. Entre los años 2002 y 2003 las capturas alcanzaron su máximo valor en las I y II Regiones, 221 y 327 ton, respectivamente. Posteriormente, al igual que el grupo de almejas, las capturas descendieron notoriamente aunque en general, duplican o triplican el desembarque de almejas actual. Cabe destacar que existen 2.563 pescadores inscritos para la pesquería del recurso almeja y 1.715 para el culengue. Sin embargo, la sumatoria de ambos recursos desde 1998 a 2007 y en ambas regiones, arroja 1.275 ton de “almejas” y 1.260 ton del recurso culengue lo que indicaría que este último, constituido por una sola especie, estaría sufriendo mayor presión de captura que el grupo de “almejas” (Fig. 2).

Estas particulares fluctuaciones en la captura, sugieren que las poblaciones no se recuperan tan rápidamente como para mantener una pesquería sustentable.

Ante esta realidad, actualmente las autoridades han establecido algunas medidas. Fundamentados en los Informes Técnicos evacuados por la Subsecretaría de Pesca y el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones y enmarcados en la Ley General de Pesca y Acuicultura, se decretó que a partir del 15 de marzo de 2007 y por el lapso de dos años quedaba establecida en la I Región, exceptuando las AMERBs, una veda extractiva de los siguientes recursos: Almeja (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Retrotapes rufa*, *Retrotapes lenticularis*) y Culengue (*Gari solida*).

Con el fin de evaluar si las pocas medidas que hoy regulan la pesquería de los recursos almeja y culengue en el norte de Chile se ajustan a las características biológicas de estos recursos de tal manera que se pueda extraer de manera sustentable, este grupo de investigación estudió los parámetros de reproducción, parasitación, crecimiento, y analizó el efecto de las medidas regulatorias con el fin de corroborar las establecidas o proponer nuevas medidas que permitan una adecuada administración de los recursos “almejas y “culengue” en la macrozona norte de Chile.

### 1.1 Objetivo general

Estudiar los parámetros de reproducción y crecimiento, que permitan proponer medidas de administración de los recursos almejas y culengue.

### 1.2 Objetivos específicos

- **Objetivo específico 1.** Estimar la dinámica espacio-temporal del proceso de reproducción, talla de primera madurez sexual y fecundidad relativa de almejas y culengue
- **Objetivo específico 2.** Determinar la parasitación por tremátodos (Sobreoferta)
- **Objetivo específico 3.** Determinar los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ , K y  $t_0$ ) de almejas y culengue
- **Objetivo específico 4.** Estimar la Mortalidad Natural (M), por Pesca (F) y Total (Z) (Sobreoferta)
- **Objetivo específico 5.** Determinar la talla crítica ( $T_c$ ) (Sobreoferta)
- **Objetivo específico 6.** Proponer medidas de administración que propendan a la explotación sustentable de los recursos almejas y culengue en la macrozona norte de Chile

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Coordinación Equipo de Trabajo

Con el fin de llevar a cabo los muestreos y recolección para estudiar ciclo reproductivo, parasitación y crecimiento de almejas y culengue, se realizaron tres reuniones en el mes de marzo de 2009 en las cuales se organizó el equipo de trabajo asignando labores y planificando las fechas de muestreos. Se determinó la realización de una visita prospectiva en terreno con el fin de identificar y seleccionar los sitios de estudio y posteriormente un muestreo mensual la última semana de cada mes. Se organizó el equipo de trabajo asignando labores para dar cumplimiento a los seis objetivos comprometidos (Tabla II).

Tabla II. Coordinación de equipo de trabajo FIP 2008-49. Participantes y labores asignadas

<b>Determinación Sitios de Estudio</b>	
Ma. Soledad Romero	Recopilación Antecedentes
Wolfgang Stotz	Recopilación Antecedentes, Visita terreno
Luciana Loto	Visita terreno y consulta a pescadores
Florian Shneider	Visita terreno
Claudio Cerda	Conductor, Asistente en terreno
<b>Recolección de muestras y datos de terreno</b>	
Luciana Loto	Muestreo de ejemplares y marcaje
Florian Shneider	Muestreo de ejemplares y marcaje
Pescadores locales	Muestreo de ejemplares
Claudio Cerda	Conductor y Asistente
<b>Determinación Aspectos Reproductivos y Parasitación</b>	
Ma. Soledad Romero	Recopilación Antecedentes, toma y análisis de muestras
Ximena Salinas	Ayudante toma de muestras
Jorge Alvanes	Asistente en toma de muestras
Antonia Covarrubias	Asistente análisis de datos
<b>Determinación de Crecimiento y parámetros pesqueros</b>	
Wolfgang Stotz	Análisis de datos
Ma. Soledad Romero	Análisis de información
Luciana Loto	Ingreso de datos
<b>Proponer medidas de administración</b>	
M. Soledad Romero	Análisis de información aspectos reproductivos y crecimiento, Medidas de Administración
Wolfgang Stotz Uslar	Análisis Pesquería, Diseño Plan de Manejo, Crecimiento
Francisco Ruiz	Análisis Pesquería, Crecimiento
Pablo Araya	Análisis Pesquería, Diseño Plan de Manejo
Jaime Aburto	Análisis Pesquería, Diseño Plan de Manejo
Carlos Tapia Jopia	Coordinación Talleres, Diseño Plan de Manejo,

## **2.2 Presentación Inicial de Proyecto FIP 2008-49**

La presentación inicial del proyecto FIP 2008-49 se realizó el 23 de septiembre de 2009 en las dependencias de la Subsecretaría de Pesca en Valparaíso. La fecha se estableció con el objetivo de coordinar la presentación simultánea de otro proyecto del mismo concurso (FIP 2008- 51), iniciado en una fecha similar y ejecutado por el mismo equipo de trabajo. En la reunión se presentó la metodología propuesta, información de los sitios de muestreos, los bancos detectados y las especies encontradas. También se informó de los resultados preliminares del ciclo reproductivo y parásitos. En la reunión participaron, el equipo de Recursos Bentónicos de la Subsecretaría de Pesca, Sr. Gustavo San Martín, Sr. Javier Rivera y por parte de la Universidad Católica del Norte, Srta. Ma. Soledad Romero, Dr. Wolfgang Stotz y Sr. Jaime Aburto.

## **2.3 Selección Sitios de Estudio**

Para establecer los lugares de estudio se consideró como requisito poseer el mayor número de especies de interés y en número suficiente para asegurar la toma de muestras para ciclo reproductivo y crecimiento a lo largo de 13 meses de muestreo. Para ello un equipo de trabajo recorrió la costa desde Cifuncho, II Región, hasta Arica, IV Región, visitando un total de 30 Localidades (Tabla III). Para establecer la selección del sitio de estudio se recabó información sobre algunos criterios principales (A) la ocurrencia actual de las especies, su número estimativo según lo informado verbalmente por pescadores del lugar (el detalle de la pesquería informada se entrega en Resultados), (B) Registros de SERNAPESCA entre enero de 2008 y mayo de 2009 y (C) factibilidad real de obtener las muestras dependiendo esta de la accesibilidad al sitio de muestreo y la cooperación de pescadores del lugar. Secundariamente, se consideró también la ocurrencia de valvas en la playa, la información entregada por personas que comercializan estos recursos. Además, se realizaron buceos de prospección en Camarones, San Marco y Cifuncho con el fin de determinar el número de especie, la composición cualitativa de tallas, el substrato del hábitat y otros. Se escogió los sitios que cumplieran con los tres criterios principales, excepto San Marco, donde si bien, SERNAPESCA no informa captura en el período indicado, si existen registros en años anteriores.

Tabla III. Localidades visitadas en las XV, I y II Regiones para seleccionar los sitios de estudio. (A) Ocurrencia (B) Registros de SERNAPESCA (C) Factibilidad

	Región	Caletas visitadas	Ubicación	(A)	(B)	(C)	Caleta elegida	Especie muestreada
1	XV	Arica	18°28'29.91" S 70°19'13.90" O	X				
2		Camarones	19°12'52" S 70°16'47" O	X	X		X	<i>Taca Culengue</i>
3	I	Pisagua	19°35'58.30"S 70°12'58.13"O					
4		Iquique		X		X		
5		Los Verdes	20°25'23.03"S 70° 9'54.08"O	X				
6		Caramucho		X		X		
7		Chanavayita	20°42'18.52"S 70°11'16.97"O					
8		Caleta Cañamo	20°47'46.26"S 70°11'4.68"O					
9		Chanavaya	20°53'24.50"S 70° 8'1.86"O	X				
10		Rio Seco	20°59'53.82"S 70° 9'49.09"O					
11		San Marcos	21°02'43 " S 70°09'39 " O	X	X	X	X	<i>Taca Culengue</i>
12		Chipana	21°20'34.90"S 70° 4'54.46"O					
13	II	Huachan	21°33'11.29"S 70° 5'22.61"O	X		X		
14		Punta Arenas	21°38'8.22"S 70° 8'26.67"O	X				
15		Caleta Urco	21°45'31.70"S 70° 9'11.92"O	X				
16		La Cuchara	21°54'0.47"S 70°10'30.79"O	X				
17		Tocopilla	22° 4'56.34"S	X		X		

			70°11'45.34"O					
18		Caleta Indígena		X				
19		Caleta Buena	22°26'25.10"S 70°15'20.13"O	X				
20		Cobija	22°32'54.78"S 70°15'32.66"O	X				
21		Hornitos	22°55'11.67"S 70°17'36.56"O	X				
22		Mejillones	23° 6'46.83"S 70°28'23.22"O	X		X		
23		Constitución		X				
24		Juan López	23°32' 70°33'	X				
25		La Chimba	23°31'41" S 70°24'39" O	X	X	X	X	<i>Culengue</i>
26		Antofagasta	23°37'19.40" S 70°24'34.59" O	X		X		
27		Coloso		X				
28		Paposo	25° 0'25.60"S 70°27'54.09"O	X				
29		Taltal	25°24'38.44"S 70°29'14.38"O	X				
30		Cifuncho	25°39'11" S 70°38'43" O	X	X		X	<i>Taca Culengue</i>

## **2.4 Objetivo específico 1. Estimar la dinámica espacio-temporal del proceso de reproducción, talla de primera madurez sexual y fecundidad relativa de almejas y culengue**

### **2.4.1 Muestreo Reproducción**

Para el establecer el ciclo reproductivo de *P. thaca* y *G. solida* se recolectó en cada sitio de estudio una muestra mensual de al menos 30 ejemplares. El período muestreado abarcó desde el 26 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010. Cabe destacar que por razones climáticas o de fuerza mayor, algunos muestreos se aplazaron se realizaron entre los últimos días de un mes y en los primeros de mes siguiente, debido a lo cual la representación gráfica indica algunas diferencias entre los meses analizados, sin embargo, los muestreos se realizaron regularmente, dentro de un plazo de una semana.

La maduración gonadal de los reproductores se determinó mediante el análisis histológico de la gónada. La muestra para histología consistió en una sección transversal de 0.5 cm de grosor de la región media del complejo gónada-hepatopáncreas. El trozo disecado se fijó en Davidson durante 24 horas. Después de ese tiempo la muestra fue traspasada a alcohol de 70°, deshidratada en una batería de alcohol creciente, aclarada en Xilol e incluida en parafina líquida. De cada bloque se obtuvo dos cortes paralelos al eje de la gónada de 5 a 7  $\mu\text{m}$  de espesor cada uno. Las preparaciones fueron teñidas con Hematoxilina-Eosina (Martoja & Martoja-Pierson, 1970) y montadas con Permont.

### **2.4.2 Análisis Cualitativo**

#### **Escala microscópica de madurez sexual**

Las preparaciones histológicas fueron observadas mediante microscopía fotónica con aumento de 10x a 40x. Se corroboró el sexo y se asignó la preparación a un estado de madurez. Los estados de madurez se caracterizaron en base las observaciones realizadas con las muestras y a las descripciones previamente confeccionadas para las mismas especies por Reyes *et al.*, (1995), Jaramillo *et al.*, (2001) y similares (Brousseau, 1987). Se descartaron del análisis, Se consideró ocurrencia de gametos femeninos y masculinos en diferentes estados de la gametogénesis, espacios inter e intracinar,

abundancia relativa de tejido conectivo interacinar y presencia de fagocitos. De este modo se construyó una escala de estados de madurez para *G. solida* y *P. thaca* que incluyó 4 estados.

#### 2.4.2.1 Escala de Estados de Madurez de *Protothaca thaca* (almeja)

Hembras

Mte: Madurante

Espacio interacinar y tejido conectivo en cantidades variables. Los acinos poseen gran número de ovogonias y ovocitos previtelogénicos, en diversos grados de maduración. Las ovogonias se caracterizan por su citoplasma homogéneo carente de gránulos de vitelo y se tiñe homogéneamente con la hematoxilina. El núcleo es central y uninucleolado. Los ovocitos previtelogénicos se mantienen unidos a la pared del folículo mediante un pedúnculo que determina su apariencia piriforme con el núcleo en la región más ensanchada. El centro del acino está vacío. Es frecuente la presencia de células ameboides (Fig. 3).

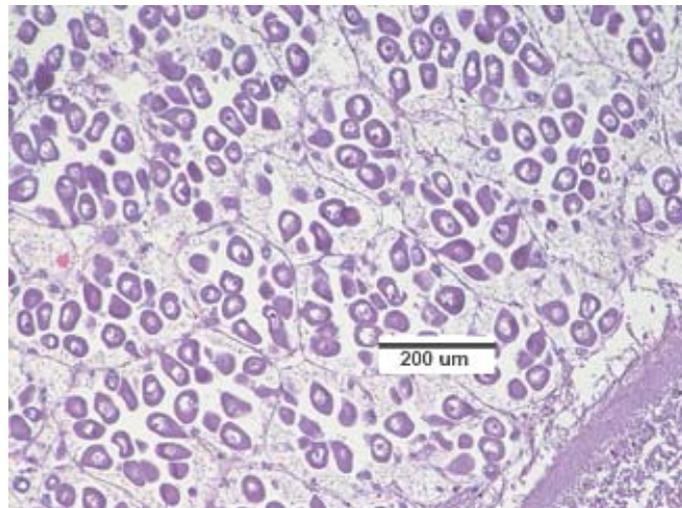


Figura 3. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Madurante (Mte).

MM: Madurez Máxima

No hay espacio interacinar o es muy reducido. Los acinos se encuentran repletos de ovocitos vitelogénicos, de forma poliédrica, en su mayoría, desprendidos de la pared de

los folículos. El citoplasma está repleto de gránulos de vitelo, el núcleo es redondo, céntrico y uninucleolado (Fig. 4).

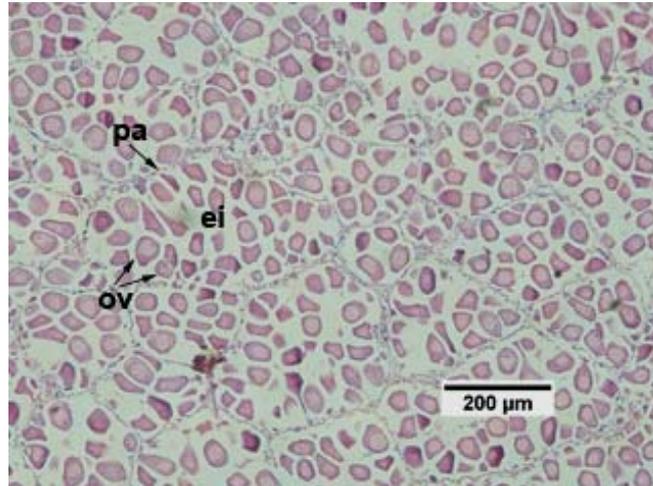


Figura 4. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Madurez Máxima (MM). (ov: ovocitos vitelogénicos; ei: espacio interacinar; pa: pared del acino).

Ev P: Evacuado Parcial

Espacio y tejido interacinar variable en diferentes zonas de la misma sección. En este estado coocurren 2 tipos de acinos. Acinos de paredes delgadas, de gran tamaño con ovocitos maduros remanentes, libres en el lumen y acinos de tamaño menor. Se observan abundantes fagocitos en el interior de los acinos (Fig.5).

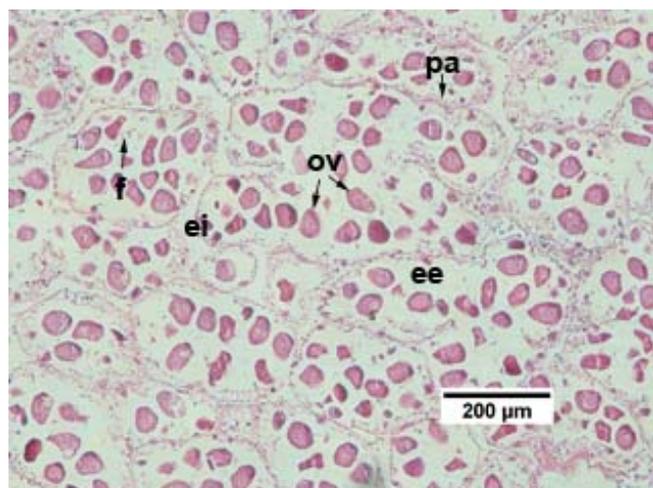


Figura 5. Corte histológico de gónada de hembra de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (f: fagocitos; ov: ovocitos vitelogénicos; ei: espacio interacinar; ee: espacio intracinar; pa: pared del acino).

## Ev T: Evacuación Total

Espacio y tejido interacinar variable amplio. Los acinos poseen paredes delgadas y de perímetro irregular. Permanecen algunos ovocitos maduros remanentes, libres en el lumen. En algunos se observan células ameboides en proceso de fagocitar restos celulares (Fig. 6).

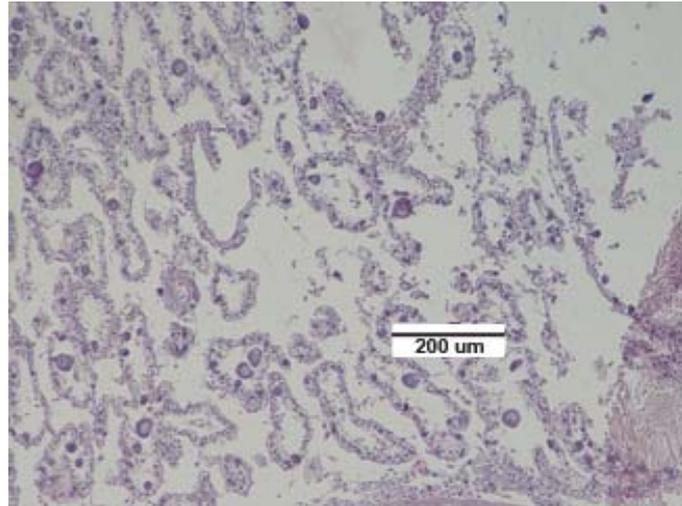


Figura 6. Corte histológico de gónada de hembra de *Prototaca thaca* en estado de Evacuación Total (Ev T) y regresión gonadal. (ee: espacio interacinar; ei: espacio intracinar f: células fagocíticas; ov: ovocitos vitelogénicos).

## Machos

## Mte: Madurante

Espacio interacinar y tejido conectivo disminuido. Acinos de diámetro reducido y en estados más avanzados, de aspecto lobulado. Las espermatogonias y espermatocitos ocupan la mayor parte del lumen del acino. En estados más avanzados se encuentran abundantes espermátidas y espermatozoides cercanos a lumen (Fig. 7).

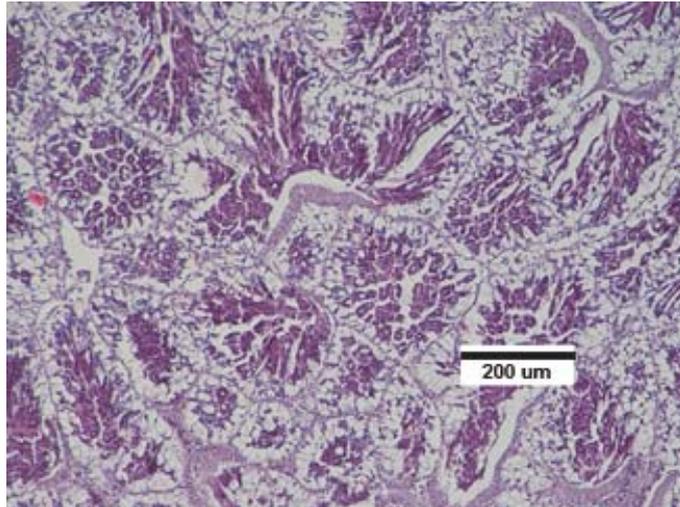


Figura 7. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado Madurante (Mte).

MM: Madurez Máxima

No hay espacio interacinar o es muy reducido. El diámetro de los acinos es mayor que en el estado precedente. Las capas de espermatogonias y espermatocitos están reducidas a capas delgadas. El interior del acino está tapizado por espermátidas, y en mayor número, por espermatozoides que abarcan todo el lumen del acino formando agrupaciones circulares (Fig. 8).

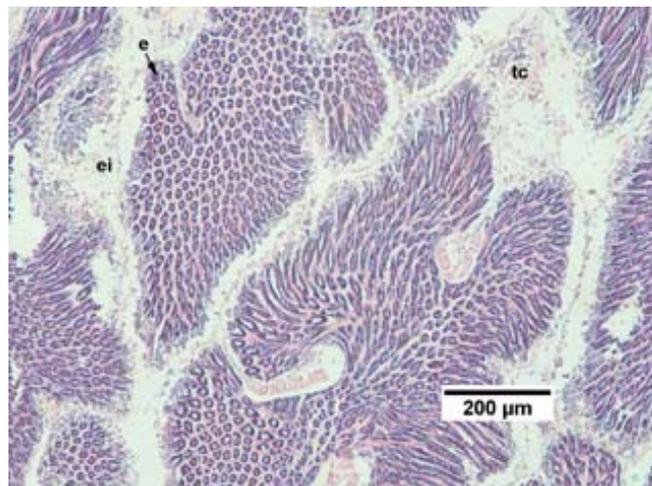


Figura 8. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Madurez Máxima (MM). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo).

Ev P: Evacuado Parcial

Acinos desorganizados de perímetro irregular. Tejido intracinar en cantidades variables. En una misma sección coocurren acinos repletos de gametos maduros, acinos vacíos y otros a medio vaciar en estado de regresión (Fig. 9).

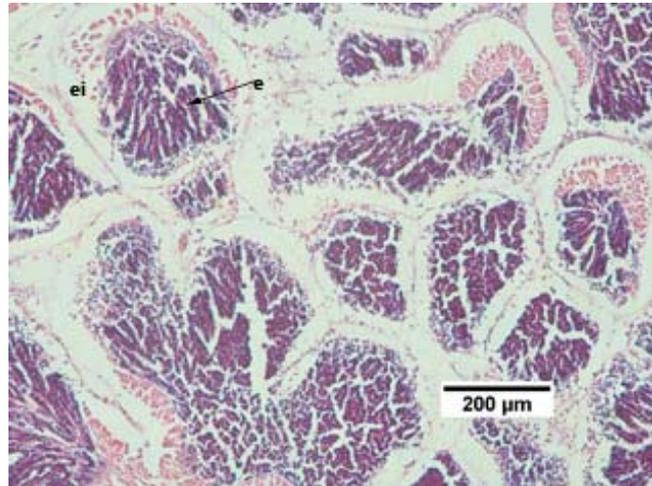


Figura 9. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar).

Ev T: Evacuación Total

Acinos desorganizados de perímetro irregular y de tamaño reducido. Abundante células somáticas ameboides en el lumen del acino en proceso de fagocitosis (Fig. 10)

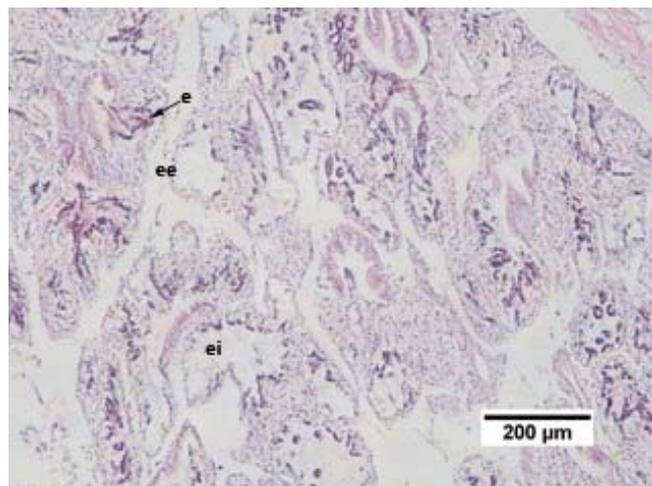


Figura 10. Corte histológico de gónada de macho de *Protothaca thaca* en estado de Evacuación total (Ev T). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas).

#### 2.4.2.2 Escala de Estados de Madurez de *Gari solida* (culengue) Hembras

Mte: Madurante

Espacio interacinar y tejido conectivo en cantidades variables. Los acinos poseen gran número de ovogonias y ovocitos previtelogénicos, en diversos grados de maduración. Las ovogonias se caracterizan por su citoplasma homogéneo carente de gránulos de vitelo y se tiñe homogéneamente con la hematoxilina. El núcleo es central y uninucleolado. Los ovocitos previtelogénicos se mantienen unidos a la pared del folículo mediante un pedúnculo que determina su apariencia piriforme con el núcleo en la región más ensanchada. El centro del acino está vacío. Es frecuente la presencia de células ameboides (Fig. 11).

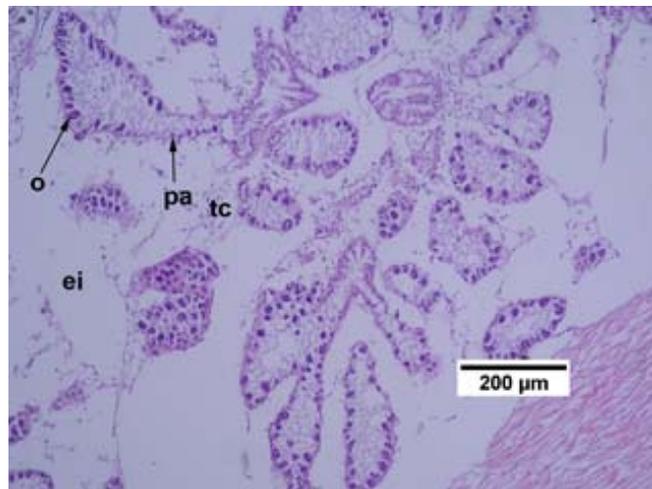


Figura 11. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado Madurante (Mte). (ei: espacio interacinar; o: ovocitos previtelogénicos; pa: pared de acino; tc: tejido conectivo).

MM: Madurez Máxima

No hay espacio interacinar o es muy reducido. El diámetro de los acinos es mayor que en el estado precedente. El interior de ellos se encuentra repleto de ovocitos vitelogénicos, de forma poliédrica, en su mayoría, desprendidos de la pared de los folículos. El citoplasma está repleto de gránulos de vitelo, el núcleo es redondo, céntrico y uninucleolado (Fig. 12).

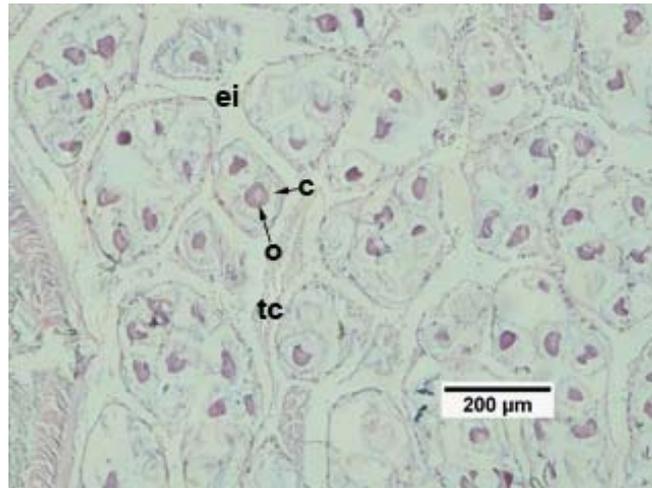


Figura 12. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Madurez Máxima (MM). (o: ovocitos; c: cápsula de gelatina; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo).

Ev P: Evacuado Parcial

Espacio y tejido interacinar variable en diferentes zonas de la misma sección. En este estado coocurren 2 tipos de acinos. Acinos de paredes delgadas, de gran tamaño con ovocitos maduros remanentes, libres en el lumen y acinos de perímetro irregular de pequeño tamaño con abundante células ameboides en proceso de fagocitar restos celulares. Adheridos a las paredes de estos mismos acinos en proceso de regresión, se encuentran ovocitos pedunculados en diferente grado de desarrollo (Fig. 13).

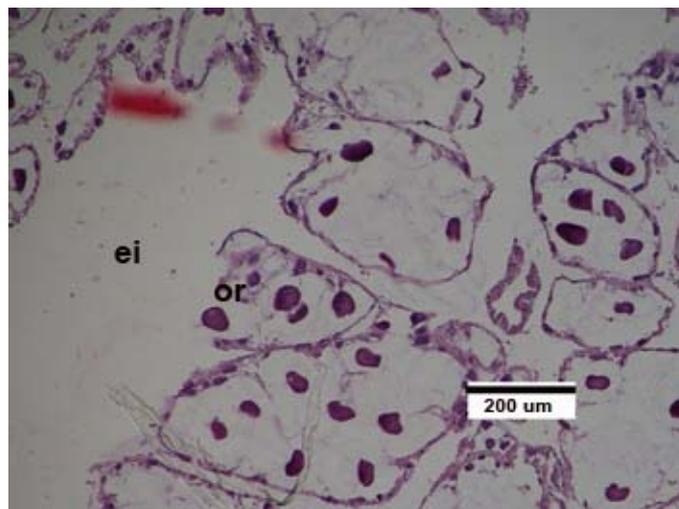


Figura 13. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (o: ovocitos; ei: espacio interacinar).

Ev T: Evacuación Total

Espacio y tejido interacinar variable amplio. Los acinos poseen paredes delgadas y de perímetro irregular. Permanecen algunos ovocitos maduros remanentes, libres en el lumen. En algunos se observan células ameboides en proceso de fagocitar restos celulares (Fig. 14)

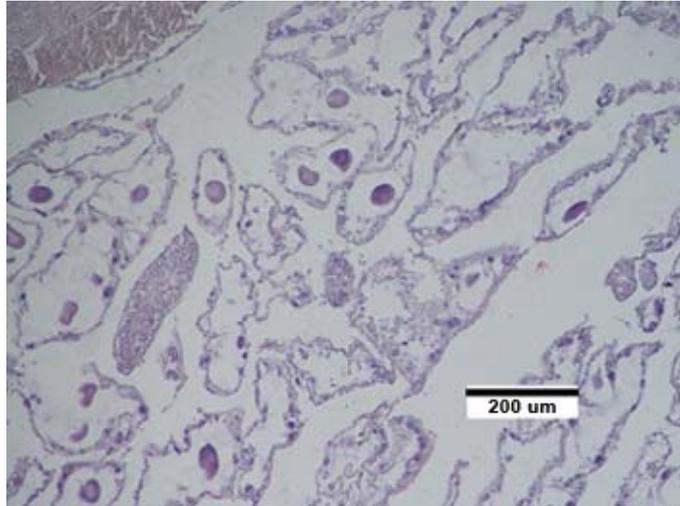


Figura 14. Corte histológico de gónada de hembra de *Gari solida* en estado de Evacuación Total. (Ev T) (o: ovocitos; ei: espacio interacinar).

Machos

Mte: Madurante

Espacio interacinar y tejido conectivo disminuido. Acinos de diámetro reducido y en estados más avanzados, de aspecto lobulado. Las espermatogonias y espermatocitos ocupan la mayor parte del lumen del acino. En estados más avanzados se encuentran abundantes espermátidas y espermatozoides cercanos a lumen (Fig. 15).

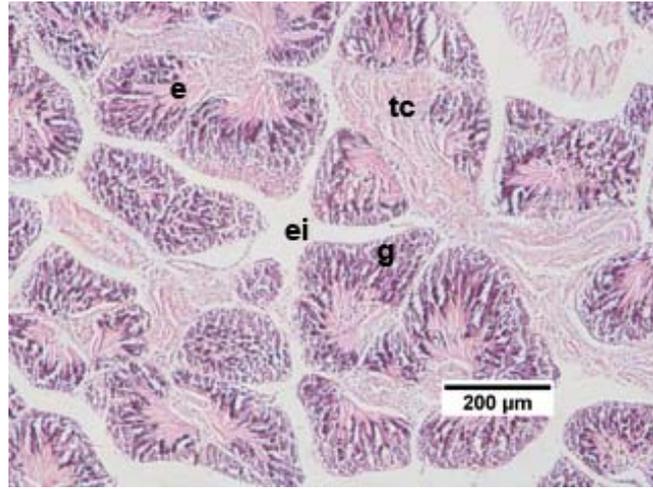


Figura 15. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado Madurante (Mte). (e: espermatogonias; tc: tejido conectivo; flechas indican acinos).

MM: Madurez Máxima

No hay espacio interacinar o es muy reducido. El diámetro de los acinos es mayor que en el estado precedente. Las capas de espermatogonias y espermatocitos están reducidas a capas delgadas. El interior del acino está tapizado por espermátidas, y en mayor número, por espermatozoides que abarcan todo el lumen del acino (Fig. 16).

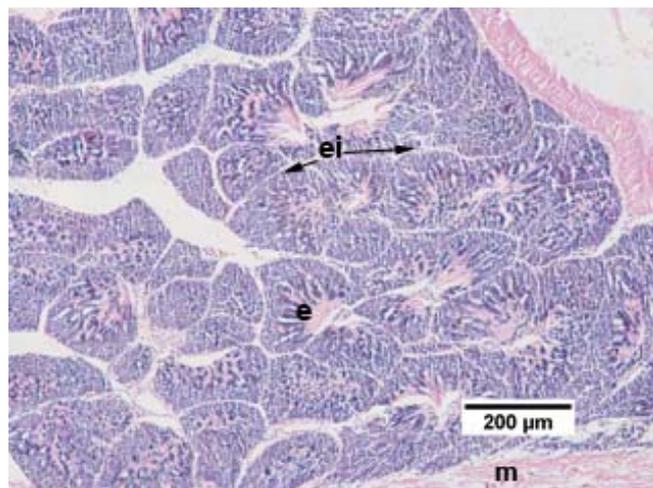


Figura 16. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Madurez Máxima (MM). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; m: células musculares).

Ev P: Evacuado Parcial

Acinos desorganizados de perímetro irregular. Tejido intracinar en cantidades variables. En una misma sección coocurren acinos repletos de gametos maduros, acinos vacíos y otros a medio vaciar en estado de regresión (Fig. 17).

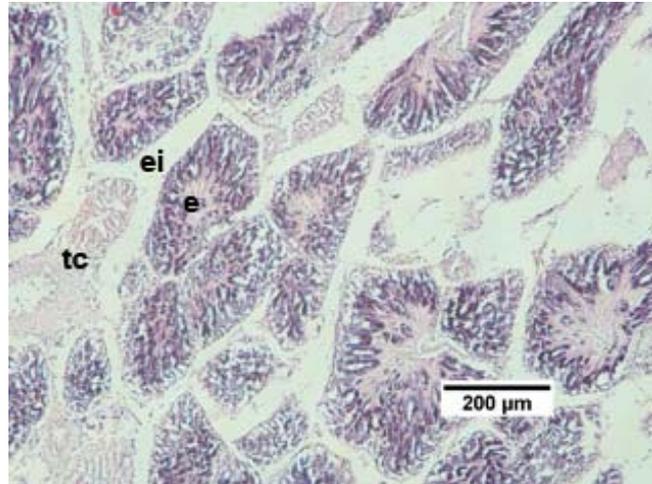


Figura 17. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (e: espermatozoides; ei: espacio interacinar; tc: tejido conectivo).

Ev T: Evacuación Total

Acinos desorganizados de perímetro irregular y de tamaño reducido. Lumen de acinos vacíos o con gametos residuales asociado a células fagocíticas (Fig. 18)

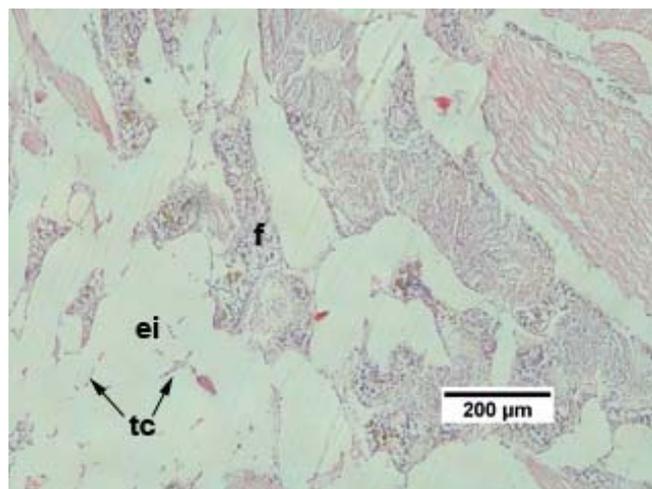


Figura 18. Corte histológico de gónada de macho de *Gari solida* en estado de Evacuación Total (Ev T). (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas; tc: tejido conectivo).

**2.4.2.3 Índice de Madurez Gonadal (IMG)**

Los estados definidos a partir del análisis histológico de las muestras fueron empleados para el cálculo del Índice de Madurez Gonadal (IMG), de acuerdo a Yoshida (1952):

$$\text{IMG} = \frac{\sum (nxF)}{N}$$

donde :

IMG = índice de madurez gonadal

F = Estado de desarrollo gametogénico

n = Número de animales en estado F

N = Número de animales en la muestra

**2.4.2.4 Estimación de Coeficiente Gamético**

Se estimó contabilizando los ovocitos maduros contenidos en el lumen del acino ováricos seccionados transversalmente y promediando el recuento de 10 lóbulos por hembra:

$$\text{CG} = \frac{\text{número de ovocitos}}{\text{diámetro de la sección del acino}} \times 1000$$

**2.4.2.5 Índice de Condición (IC)**

Debido a que las muestras fueron trasladadas en fijador para su mejor conservación, se determinó el Índice de Condición usando el peso de las muestras fijadas

$$\text{IC} = \frac{\text{Peso partes blandas} \times 100}{\text{Peso húmedo total del ejemplar}}$$

### 2.4.3 Talla de Primera Madurez Sexual (TPMS)

A partir del segundo muestreo mensual (21 al 28 de julio de 2009) se revisó la ocurrencia de tallas pequeñas junto a los reproductores y en lugares alejados del sitio donde estos se encontraban.

Debido a que no se registró ejemplares pequeños en ninguno de los buceos mensuales de *Gari solida* no se pudo estimar la TPMS en esta especie. Para *P. thaca* solo se pudo recolectar tallas pequeñas, inferiores a 50 mm (sobre la talla determinada en la literatura) en:

Camarones 8 Nov 2009 (20 ejemplares)

Camarones 14 Ene 2010 (10 ejemplares)

San Marco 10 Nov 2009 (25 ejemplares)

San Marco 17 Ene 2010 (32 ejemplares)

Para estimar la primera madurez sexual, se analizó el estado gonadal de todos los ejemplares obtenidos. Debido a: a) el bajo número de ejemplares, b) algunas tallas no estaban representadas o estaban representadas con muy pocos individuos y c) algunos muestreos no coincidieron con la mayor proporción de ejemplares adultos en madurez máxima, no se establecieron intervalos de clase y no se determinó talla de primera madurez poblacional. En vez de ello, se determinó la talla de primera madurez sexual individual y se presenta la totalidad de los datos.

### 2.4.4 Fecundidad Potencial

Una vez realizado el ciclo reproductivo y habiendo determinado los meses con mayor proporción de ejemplares en madurez máxima, se estimó la fecundidad potencial de almejas y culengues utilizando la técnica cuantitativa microscópica esterométrica, utilizando la fórmula de Weibel y Gómez (1962)

$$N_v = K (N_a)^{3/2} / \beta (V_v)^{1/2}$$

donde:

$N_v$  : número de ovocitos contenidos en el volumen unitario

$K$  : coeficiente relacionado con la distribución de tamaños de los ovocitos ( $K=1$ )

$\beta$  : coeficiente relacionado con la forma de los ovocitos

$N_a$  : densidad areal en la superficie unitaria

$V_v$  : densidad volumétrica en el volumen unitario

Para determinar el coeficiente relacionado con la forma de los ovocitos se utilizó un gráfico para formas ovocitarias elipsoides de Weibel (1969) interpolando  $\beta$  en la ordenada con el valor de  $\lambda$  obtenido a partir de la medición de 100 ovocitos maduros (20 mediciones de cinco ejemplares). El valor de  $\lambda$  correspondió  $b/a$  donde  $a$  y  $b$  corresponden al eje mayor y menor de los ovocitos.

Para estimar NA se contó los ovocitos dentro del área del retículo de Karl Zeiss 1:25 de  $0.25 \text{ mm}^2$ . Para el cálculo de  $V_v$  se consideraron las células coincidentes con los puntos del retículo. Se contabilizaron al azar cuatro campos de cada sección transversal.

El volumen unitario ( $V_u$ ) se estimó como el área del retículo por el espesor del corte histológico. La fecundidad potencial (FP) se estimó extrapolando el  $N_v$  del  $V_u$  al volumen de la gónada como la siguiente relación.

$$FP = VG \times N_v / V_u$$

donde:

VG : volumen gónada

$V_u$  : volumen unitario

$N_v$  : número de ovocitos contenidos en el volumen unitario

Debido a que los bivalvos tipo almejas poseen gónadas incluidas entre las partes del sistema digestivo, la estimación de su volumen se realizó de manera indirecta basándose en la metodología de Brousseau (1978) que utiliza el área de la gónada respecto al resto de los tejidos estimada a partir de las preparaciones histológicas.

Para ello, se utilizaron hembras de cada especie y localidad en el rango de talla más representativo de los muestreos. Se determinó volumen del mesosoma como volumen desplazado en una probeta con una precisión de 0.1 mL, luego se seccionaron tres partes equidistantes entre sí y se procesaron para histología según la técnica usual. Una vez obtenido los cortes se seleccionó los ejemplares clasificables en el estado madurez máxima y que no estuvieran parasitados. Los cortes fueron fotografiados bajo

lupa con una cámara digital Leica, modelo C5050Z. Mediante el programa Image Pro-Plus de cada imagen se estimó el área total de la sección transversal del corte y el área correspondiente a tejido gonadal disperso en diferentes partes de la sección. Debido a que “la relación de los volúmenes de los componentes es la misma que la relación de los volúmenes de esos componentes en la totalidad del cuerpo” (Schaefer, 1970 en Christiansen *et al.*, 1973) se estimó el volumen de la gónada como el promedio de la proporción de la gónada de los tres cortes.

## **2.5 Objetivo específico 2. Determinar la parasitación por tremátodos (sobreoferta)**

### **2.5.1 Muestreo y Análisis**

Para determinar algún grado de parasitación en las poblaciones estudiadas, se agregó en los reproductores estudiados un segundo análisis. Se observó macroscópicamente la ocurrencia de quistes, ampollas u otras anomalías en las partes blandas y concha. Además, en los mismos cortes medios de mesosoma utilizados para la descripción del ciclo reproductivo se registró la presencia de tremátodos y también de céstodos en la región de la gónada, pared del cuerpo, glándula digestiva e intestino. Una segunda preparación histológica incluye, branquias, sifones y manto. Se registró ocurrencia de tremátodos y número de céstodos observados en los cortes. También se consultó a los recolectores por varazones, sabor amargo y depredadores que eventualmente pudieran ser segundos hospedadores.

## **2.6 Objetivo específico 3. Determinar los parámetros de crecimiento ( $L^\infty$ , K y $t_0$ ) de almejas y culengue**

### **2.6.1 Procedimientos de terreno. Selección de bancos y especies**

Para estimar los parámetros de crecimiento se trabajó para cada especie en 3 sitios, distribuidos uno en cada una de las regiones que cubre el proyecto. En cada sitio se muestrearon todas las almejas presentes, pero en definitiva sólo hubo muestras suficientemente grandes para las especies *Protothaca thaca* y *Gari solida*. Para *P. thaca* se trabajó en Caleta Camarones (Región XV), Caleta San Marcos (Región I) y Caleta Cifuncho (Región II). En el caso de *G. solida*, los lugares fueron Caleta Camarones (Región XV), Caleta San Marcos (Región I) y Caleta La Chimba (Región II).

### **2.6.2 Toma de la muestra**

La toma de muestras se realizó mediante buceo semi-autónomo, en colaboración con los pescadores artesanales de cada una de las caletas. El trabajo consistió en realizar en forma mensual un muestreo poblacional. Para ello se recolectan todos los ejemplares observados (recogiéndose todas las tallas presentes en el banco) hasta obtener un mínimo de 300, o hasta completar una hora de buceo. El buceo siempre fue realizado por dos buzos biólogos en forma simultánea. Una vez terminado el proceso de la toma de la muestra, se procedía a medir la longitud y altura de la concha con un pie de metro, con precisión de 0,1 mm, y se registraron su peso fresco con una balanza con precisión de 0,1 g. Luego todos los ejemplares eran marcados en sus dos valvas con un número usando un rotulador grueso (punta 4 mm) indeleble y luego eran devueltas al lugar de muestreo. En el lugar de muestreo se removía aproximadamente 10 cm de sedimento, se depositaban las almejas y se tapaban, de modo de ayudarles a quedar enterradas de nuevo. En el siguiente muestreo se volvía al mismo sitio, muestreándolo por completo, recogiendo tanto los ejemplares marcados como no marcados. Se le registraba a cada uno sus medidas y peso, marcando luego las no marcadas, devolviendo todas de nuevo al sitio de muestreo. Esto se fue repitiendo de esta manera durante todo el año. En el último muestreo se conservaron todos los ejemplares, que fueron luego usados en el laboratorio para hacer la lectura de anillos.

### **2.6.3 Procesamiento de la data**

Con el muestreo señalado se obtuvieron tres tipos de datos, remitiendo estimaciones de crecimiento mediante métodos directos e indirectos:

- 1) De los individuos marcados y recuperados se obtuvo los Incrementos de talla en el tiempo, los cuales permitieron estimar el crecimiento mediante el Plot de Gulland & Holt y el método de Munro, para lo cual se utilizaron las rutinas respectivas incluidas en el paquete computacional FISAT II.
- 2) La estructura de talla poblacional en diferentes periodos del año, que permitió estimar crecimiento mediante el análisis de progresión modal. Para ello se utilizó la rutina de ELEFAN I, incluida en el paquete computacional FISAT II (Gayanilo & Pauly, 1997).
- 3) Las conchas de los individuos marcados capturados en el último muestreo fueron utilizados para estimar incrementos anuales mediante la lectura de anillos.

### 2.6.3.1 Análisis de incrementos de talla de individuos marcados y recapturados

Los datos obtenidos de los individuos marcados y recapturados se analizaron usando dos procedimientos, el Plot de Gulland & Holt y el Método de Munro. En ambos casos se utilizaron para ello las rutinas incluidas en FISAT II (Gayanilo & Pauly, 1997).

**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.

**Método de Munro:** en esta rutina, basada en Munro (1982) se estimaron los 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 la rutina utiliza la siguiente ecuación, la cual deriva de LVB:

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

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

### 2.6.3.2 Análisis de Progresión Modal usando ELEFAN I

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 a lo que es un 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.

### 2.6.3.3 Metodología lectura de anillos

La obtención de las muestras para el análisis de lectura de anillos de *Protothaca thaca* ( $n= 639$ ) se realizó desde las localidades de Camarones, San Marcos y Cifuncho. En el caso de la especie *Gari solida* ( $n= 141$ ) las muestras utilizadas en las lecturas fueron recolectadas desde San Marcos y Camarones.

Para la identificación de los anillos en ambas especies se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Observación general del estados de las valvas y código de identificación
- b) Observación en lupa de la valva derecha a fin de conservar el patrón de análisis de ambos lectores. En el caso del culengue se utilizó luz transmitida para la identificación de los anillos y luz reflejada en el caso de *Protothaca thaca*, debido a que esta última presentó una concha más espesa.
- c) Marca con lápiz gráfico sobre los anillos observados que reflejaron un hundimiento o cambios de tonalidad en la concha, generados producto de una disminución prolongada en la tasa de crecimiento experimentada por el organismo.

d) Registro de las siguientes mediciones: Longitud umbo-borde (LUB), Longitud antero-posterior (LAP) y longitud desde el umbo hasta cada anillo registrado (L1, L2, L3,...Ln)

#### 2.6.3.4 Preparación de las valvas

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Ecología de la Universidad Católica del Norte. Una vez en el laboratorio las muestras de *Protothaca thaca* fueron sumergidas en cloro por 12 horas, a fin de facilitar la lectura de sus anillos. En el caso del Culengue no se realizó este tratamiento debido a que la especie presenta una mayor fragilidad en sus valvas.

Para considerar los anillos de crecimiento, el criterio empleado fue identificar las líneas más marcadas durante todo el recorrido de la concha y que ellas se presentarán de extremo a extremo de la valva (dirección antero- posterior). Una vez seleccionados los anillos según el criterio descrito anteriormente se marcaron con una marca de lápiz grafito a fin de facilitar su medición de forma posterior. Finalmente, las muestras fueron medidas con un pie de metro de 0,01 mm de precisión a fin de registrar las relaciones morfométricas.

La LUB fue la utilizada en los análisis de lectura, producto de que esta relación morfométrica otorga mayor estabilidad a las mediciones, producto de que LAP dificulta la lectura de los anillos por encontrarse muy próximos entre sí (FIP 97). Posteriormente, se procedió a medir la distancia en línea recta entre el umbo y cada uno de los anillos observados, donde el 1er anillo correspondió al que se encontraba más próximo al umbo, así sucesivamente hasta llegar a la medición desde el umbo hasta el último anillo.

#### 2.6.3.4 Ajuste al modelo de VB

El análisis de los procedimientos anteriores entregó información de la edad del ejemplar, bajo el supuesto de que se forma un anillo por año, y la longitud del individuo a esa edad, lo que permitió la estimación de los parámetros de crecimiento. Se ajustó el modelo general de crecimiento de von Bertalanffy (Beverton & Holt, 1957), el que está dado por la siguiente expresión:

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

Donde,  $L_t$ = longitud promedio umbo-borde a tiempo  $t$ ;  $L_\infty$  es la longitud asintótica;  $t$ = tiempo;  $K$ = coeficiente de crecimiento y representa cuán rápido se alcanza  $L_\infty$ .

## **2.7 Objetivo específico 4. Estimar la Mortalidad Natural (M), por pesca (F) y Total (Z) Sobreoferta**

Para estimar la mortalidad se utilizaron los datos de la estructura de talla del muestreo poblacional realizado para *Protothaca thaca* y *Gari solida* en cada uno de sus tres sitios de estudio. Esos datos se usaron para construir una curva de captura, utilizando la rutina que para tal efecto está en el paquete computacional FISAT II. Se usaron en cada caso el total de datos de todos los muestreos, sin hacer selección alguna, como lo tiene como opción el programa.

La estimación de mortalidad mediante la curva de captura utiliza como insumos los parámetros de crecimiento. En este caso se utilizaron los parámetros estimados en el objetivo anterior. No obstante, considerando la gran variabilidad de parámetros de crecimiento estimados, dependiendo del sitio o del método de estimación (ver resultados del objetivo específico 3), para construir la curva de captura se utilizaron sólo los parámetros de crecimiento estimados mediante el método de lectura de anillos (que generalmente entregó la estimación más conservadora) y aquellos obtenidos del Plot de Gulland & Holt, que se consideró como el método más directo para extraer información de los incrementos de talla de los individuos marcados y recuperados. Con esas dos estimaciones por lo general se cubrió toda la variabilidad en los parámetros, desde una estimación que probablemente subestima el crecimiento a otra que probablemente sobreestima (ver resultados del objetivo específico 3).

Con la curva de captura se estimó la mortalidad total o Z. Considerando que las poblaciones muestreadas no tuvieron pesca en el período de estudio, ni tampoco previamente, considerando que en general ya hace bastante tiempo no existe pesquería de almejas en las regiones de estudio, la mortalidad total es equivalente a la mortalidad natural, es decir  $Z = M$ . No hay mortalidad por pesca, la cual por tanto tampoco se puede estimar.

## **2.8 Objetivo específico 5. Determinar la talla crítica (Tc) (Sobreoferta)**

Para estimar la talla crítica se proyectó para una cohorte teórica, compuesta por 100 individuos al momento de nacer, su número a edades sucesivas, en incrementos de 0,1 año. Para estimar el número de sobrevivientes en cada momento se utilizó la mortalidad natural estimada mediante la curva de captura, usando la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0 * e^{-M*\Delta t}, \text{ en la cual}$$

$N_t$  = número individuos en el momento  $t$

$N_0$  = número de individuos al inicio del periodo analizado

$M$  = mortalidad natural

$\Delta t$  = período de tiempo transcurrido entre  $N_0$  y  $N_t$ . En este caso se usó 0,1 año

Para el número de individuos resultantes se estimó luego su talla, para lo cual se usaron los parámetros de crecimiento y la ecuación de van Bertalanffy:

$$L_t = L_\infty * [1 - e^{(-K*(t-t_0))}], \text{ en que}$$

$L_t$  = talla a la edad  $t$

$L_\infty$  = talla asintótica

$K$  = coeficiente de crecimiento

$t$  = edad  $t$

$t_0$  = tiempo teórico, en el cual de acuerdo a la proyección de la curva de crecimiento esta corta el eje x. Para los efectos de las estimaciones realizadas acá, se supuso que  $t_0 = 0$ , lo cual lleva a una subestimación de la talla, pero que fue considerada insignificante.

Luego se estimó para cada talla, el peso promedio, de acuerdo a las relaciones de talla peso que se estimaron para cada especie y sitio (ver en resultados de este objetivo). Finalmente se multiplicó el número de individuos en cada edad, por su peso promedio, con lo cual se obtiene la biomasa que representa la cohorte a esa edad. Se graficó la evolución de la biomasa en función a la talla, obteniendo una curva, cuya inflexión en el punto más alto representa la talla desde la cual hacia la izquierda el crecimiento individual agrega mas biomasa de la que la mortalidad quita, mientras que hacia la derecha representa las tallas a partir de las cuales la mortalidad resta mas biomasa a la cohorte de la que el crecimiento individual agrega. Es decir, ese punto representa al momento en que la cohorte aporta más biomasa, que sería el momento óptimo para su cosecha, considerando la captura que se podría obtener.

Considerando la variabilidad de los parámetros de crecimiento, de la mortalidad y relaciones talla peso entre localidades y métodos de estimación, se realizaron dos estimaciones para cada sitio. Una fue utilizando los parámetros de crecimiento y la mortalidad obtenida cuando el crecimiento se estimó mediante lectura de anillos, y la otra utilizando los mismos, pero cuando la estimación se realizó utilizando el Plot de Gulland & Holt (Tabla 1). Para ambas estimaciones de un mismo sitio se utilizaron en cada caso los parámetros de la relación talla peso del sitio al que corresponden los parámetros de crecimiento y mortalidad.

## **2.9 Objetivo específico 6. Proponer medidas de administración que propendan a la explotación sustentable de los recursos almejas y culengue en la macrozona norte de Chile**

### **2.9.1 Medidas Regulatorias existentes**

Las principales medidas regulatorias impuestas sobre los bivalvos denominados recursos “almejas” y “culengue” están referidas a talla mínima de extracción y veda.

Para recopilar información sobre la legislación enunciada en decretos y artículos, se investigó en las diferentes fuentes públicas que a continuación se indican.

- a) Página oficial del Servicio Nacional de Pesca
- b) Boletín Informativo Marítimo  
*www.directemar.cl/reglamar/publica-es/bolinfo/2007/BIM09.pdf*
- c) Publicación del Diario Oficial
- d) La base de datos pública Global Legal Information Network (GLIN)  
<http://www.glin.gov/view.action?glinID=198128>.

### **2.9.2 Encuesta y recopilación de datos en terreno**

El diseño metodológico está hecho para ser aplicado en diversos sectores de la costa, facilitando el diálogo con pescadores de cada sector visitado

Este diseño considera sectores donde se extrae y donde no se extrae almeja. En cada caso se tuvo el cuidado de explicarles a los pescadores con claridad los propósitos de la actividad, y las potenciales consecuencias de los resultados. Estas actividades se diseñaron de tal manera que tuvieran sentido para los pescadores que participaron.

Para sectores donde se extrae almeja

**Objetivo 1:** Identificar elementos claves para el manejo sustentable de la almeja.

**Pregunta clave 1:** ¿Por qué extraen almeja? (motivaciones, incentivos, etc.)

- Se hizo un listado libre (lluvia de ideas verbal o usando tarjetas)
- Se priorizaron los elementos identificados, haciendo un ranking de prioridad de los elementos identificados. Cuando el número de elementos fue mayor a 8, se utilizó la

siguiente matriz para realizar la priorización, la cual se construyó poniendo en la primera columna y la primera fila, los elementos en el mismo orden. Luego, se hacen comparaciones entre pares, determinando qué elemento es más importante entre los dos comparados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Total Repeticiones
A		AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	A =
B			BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	B =
C				CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	C =
D					DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	D =
E						EF	EG	EH	EI	EJ	EK	E =
F							FG	FH	FI	FJ	FK	F =
G								GH	GI	GJ	GK	G =
H									HI	HJ	HK	H =
I										IJ	IK	I =
J											JK	J =
K												K =

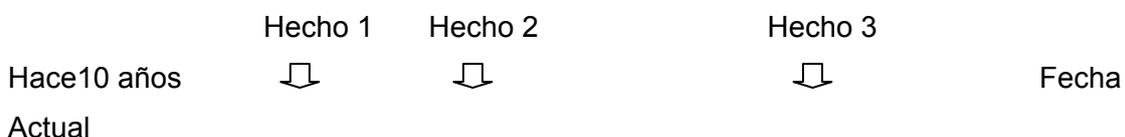
Una vez completada la matriz, se registra en la última columna (Total repeticiones) el número de veces que cada elemento fue seleccionado en la matriz.

Se ordena de mayor a menor, lo que determina el orden de importancia de los elementos identificados.

**Pregunta clave 2:** ¿Está conforme con la forma en cómo se maneja actualmente la almeja?

**Si la respuesta es negativa,** describir la situación con la cual no está de acuerdo, y posteriormente identificar hechos relevantes que han ocurrido los últimos diez años que tengan algún grado de incidencia en la situación actual o que expliquen la situación actual.

Para este propósito se ocupó la técnica Línea de tiempo, para lo cual se dibujó en un papel una línea horizontal, poniendo en el extremo derecho la fecha actual, y en el extremo izquierdo, el límite de diez años atrás.



---

  
Hecho 4  
Hecho 5

Para su llenado se hacía la siguiente pregunta: **¿Qué hechos relevantes ocurrieron durante este período que pudiesen estar relacionados con la situación actual?** (Indagar en función de las respuestas dadas por los pescadores).

A partir del resultado obtenido, se identificaron al menos dos acciones para mejorar la situación actual de manejo del recurso.

**Si la respuesta es positiva**, en cuanto a la forma de cómo se maneja actualmente la almeja: se buscó identificar los elementos que los llevan a tener ese juicio.

Para sectores donde no se extrae almeja

**Objetivo:** Comprender por qué actualmente no se está explotando la almeja

**Pregunta clave:** ¿Qué toman en cuenta para decidir si extraen o no un recurso? (Si es necesario, apoyar con pregunta adicional, consultando específicamente por la almeja: ¿Por qué no están sacando almeja? e identificar elementos que consideran para no extraer – pero registrarlos en neutro. Por ejemplo, si dicen bajos precios, el elemento será PRECIO DEL RECURSO)

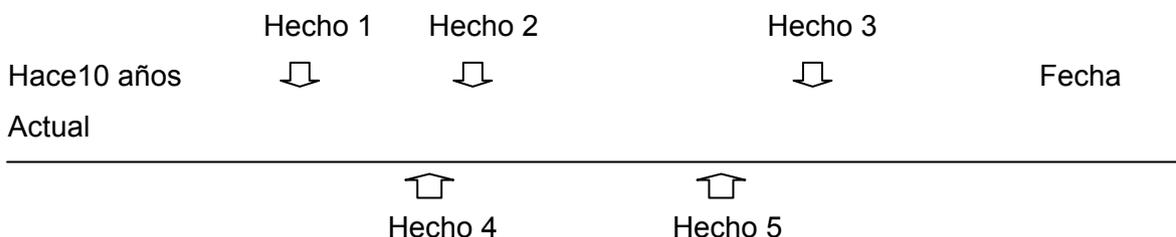
- Hacer listado libre (lluvia de ideas verbal o usando tarjetas)
- Priorizar los elementos identificados, haciendo un ranking de prioridad de los elementos identificados, que ellos consideran al momento de decidir extraer o no un recurso. Si el número de elementos es mayor a 8, utilizar la siguiente matriz para realizar la priorización, la cual se construye poniendo en la primera columna y la primera fila, los elementos en el mismo orden. Luego, se hacen comparaciones entre pares, determinando qué elemento es más importante entre los dos comparados, en su decisión.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Total Repeticiones
<b>A</b>		AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	A =
<b>B</b>			BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	B =
<b>C</b>				CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	C =
<b>D</b>					DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	D =
<b>E</b>						EF	EG	EH	EI	EJ	EK	E =
<b>F</b>							FG	FH	FI	FJ	FK	F =
<b>G</b>								GH	GI	GJ	GK	G =
<b>H</b>									HI	HJ	HK	H =
<b>I</b>										IJ	IK	I =
<b>J</b>											JK	J =
<b>K</b>												K =

Una vez concluida la actividad anterior, pedir que describan por qué no extraen hoy almeja, que describan la situación actual.

Posteriormente identificar hechos relevantes que han ocurrido los últimos diez años que tengan algún grado de incidencia en la situación actual o que expliquen la situación actual.

Para este propósito ocupar la técnica Línea de tiempo, para lo cual hay que dibujar en un papel una línea horizontal, poniendo en el extremo derecho la fecha actual, y en el extremo izquierdo, el límite de diez años atrás.



Para su llenado utilizar la siguiente pregunta: **¿Qué hechos relevantes ocurrieron durante este período que pudiesen estar relacionados con la situación actual?** (Indagar en función de las respuestas dadas por los pescadores). A partir del resultado obtenido, identificar al menos acciones para mejorar la situación actual antes descrita

### 2.9.3 Taller de difusión final

La última actividad desarrollada con el fin de establecer medidas de administración y difundir los resultados del proyecto fue la realización de un taller de difusión de los resultados y propuestas del proyecto y discusión en la Dirección Zonal de Pesca, Iquique. Para ello se invitó a miembros de la SUBPESCA, SERNAPESCA y pescadores provenientes de caletas en donde se realiza o ha realizado extracción de almejas.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Zona de Estudio

Analizada la información otorgada por las autoridades, los recolectores, la observación directa de las especies en venta y las dimensiones de los bancos, se establecieron al inicio del proyecto tres sitios definitivos para la recolección de la almeja taca, *Protothaca thaca* y el culengue, *Gari solida*. Durante el transcurso de los muestreos se detectó dificultad para obtener ejemplares de *G. solida* de tamaños mayores a la talla mínima establecida en la localidad de Cifuncho. Debido a esta razón se estableció un cuarto sitio de muestreo ubicado en La Chimba, II Región para la recolección de *G. solida*, completando la de Cifuncho. Esta última localidad se mantuvo como sitio inicial para la obtención de *Protothaca thaca*. Las características de los sitios de muestreo se describen a continuación:

- a) Camarones, XV Región 19°12'35" S 70°16'31" O (*Protothaca thaca* y *Gari solida*)

Los bancos se encuentran generalmente entre 12 y 15 metros de la orilla y desde 1 a 10 metros de profundidad de agua, pero más concentradas entre 3 y 5 metros de profundidad. El sustrato se caracteriza por rocas medianas, bolones, piedras medianas de 2 a 10 K sobre arena fina. Las especies que se encuentran juntas, y en mayor abundancia, son la *Gari solida* y *Protothaca thaca*. Según indican los recolectores, la primera se encuentra más enterrada que la segunda, entonces están separadas hacia profundidad pero en la misma zona.

- b) San Marcos, I Región 21°06'18 " S 70°07'22 " O (*Protothaca thaca* y *Gari solida*)

El banco se encuentra en una zona rodeada de bolones de piedras lo bastante grandes como para formar una pileta en marea baja. Durante la marea alta corresponde a la zona de rompiente. Las almejas y culengues se encuentran a 1, 5 de profundidad y el banco se extiende hasta 5 m de profundidad. El tipo de fondo es arena gruesa, con un poco de conchilla molida. Las dos especies se encuentran juntas en la misma zona, pero el culengue a mayor profundidad en la arena.

c) Cifuncho, II Región 25°39'11" S 70°38'43" O (*Protothaca thaca* y *Gari solida*)

El banco de almeja se encuentra en la bahía de la caleta, lo que determina poco oleaje. Las almejas se encuentran a una profundidad de 5 a 7 metros, sobre fondo de arena gruesa con bolones medianos y en una zona con arena más fina, sin bolones. Si bien se puede encontrar ambas especies juntas, el culengue se encuentra en menor número que la *P. thaca* lo que ha dificultado los muestreos poblacionales.

d) La Chimba, II Region 23°31'41" S 70°24'39" (*Gari solida*)

El banco se caracteriza por encontrarse en una zona de alta energía, con mucho oleaje. Los individuos se encuentran a 6 metros de profundidad, aproximadamente a 300 metros de la orilla. El tipo de fondo es de conchilla molida con bolones medianos. En esta zona se encuentran las dos especies más abundantes juntas (taca y culengue). En esta localidad se muestrea solamente culengue para completar el muestreo de la especie en la II Región.

**3.2 Objetivo 1. Estimar la dinámica espacio-temporal del proceso de reproducción, talla de primera madurez sexual y fecundidad relativa de almejas y culengue**

**3.2.1 Ciclo Reproductivo**

**3.2.1.1 *Protothaca thaca*, XV Región**

***Protothaca thaca*, Camarones, XV Región: Reproductores**

En Camarones, el período de muestreo abarcó desde el 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. Los reproductores de *P. thaca* midieron en promedio entre 52,54 mm y 68,65 mm de longitud máxima y 8,7 gr y 22,14 gr de peso de partes blandas (Tabla IV). Para realizar análisis de ciclo reproductivo se descartaron los ejemplares castrados parcial o totalmente por tremátodos.

Tabla IV. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *P. thaca* en la XV Región, Camarones (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar)

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
23 Jun. 2009	66,11	4,22	58,79	3,54	91,92	13,26	22,14	4,11	30
21 Jul. 2009	62,94	3,48	54,23	3,87	63,59	12,78	15,83	3,99	30
24 Ago. 2010	60,31	3,70	51,29	3,91	56,37	13,33	16,02	3,84	30
02 Oct. 2009	56,86	6,66	48,26	7,48	50,59	17,31	16,24	5,97	24
08 Nov. 2009	55,14	6,58	46,35	5,77	45,73	12,97	11,84	3,65	30
12 Dic. 2009	60,66	3,65	52,20	3,04	60,12	11,66	14,36	3,07	30
14 Ene. 2010	52,54	8,37	45,59	7,50	42,37	16,84	8,70	3,77	30
08 Feb. 2010	62,33	4,69	54,03	4,24	68,46	13,93	14,16	3,41	30
08 Mar. 2010	56,94	3,70	47,94	3,53	45,24	8,74	11,21	2,88	30
17 Abr. 2010	65,15	5,40	56,12	5,73	75,77	20,29	16,54	4,29	30
19 May.2010	62,19	3,59	53,23	3,62	64,95	12,60	17,24	3,37	30

***Protothaca thaca*, XV, Camarones: Ciclo Reproductivo**

Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Protothaca thaca* de la XV Región se utilizaron un total de 278 preparaciones, 152 de hembras y 126 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla V).

Tabla V. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>		4	11	2	<b>17</b>		1	8	3	<b>12</b>
<b>Jul</b>	5	6	3		<b>14</b>	7	8			<b>15</b>
<b>Ago</b>	1	13	7	2	<b>23</b>	1	5	1		<b>7</b>
<b>Oct</b>		15	3	1	<b>19</b>		6	1		<b>7</b>
<b>Nov</b>		8	5		<b>13</b>	2	11	4		<b>17</b>
<b>Dic</b>		4	4	1	<b>9</b>		6	2		<b>8</b>
<b>Ene</b>		1	5	3	<b>9</b>		2	6	3	<b>11</b>
<b>Feb</b>		5	1	4	<b>10</b>	3		5	5	<b>13</b>
<b>Mar</b>	10				<b>10</b>	10				<b>10</b>
<b>Abr</b>	6	6	1		<b>13</b>	11	2		1	<b>14</b>
<b>May</b>		10	3	2	<b>15</b>		5	7		<b>12</b>

En la XV Región, *P. thaca* tiene un ciclo reproductivo casi continuo a través del año. En este estudio, la reproducción fue interrumpida solo en el mes de marzo en que todos los ejemplares se encontraban en estado madurante. En junio la población está desovando y entre maduros y en evacuación parcial se cuenta el 88,2 % de las hembras y el 75% de los machos. En julio se nota una recuperación y el 35,7 y 46,7 % de hembras y machos, respectivamente, se encuentran en estado madurante. Entre agosto y noviembre predomina el estado de madurez máxima el que alcanza el mayor valor del año, en octubre, 78,9% en hembras y 85,7% en machos. Durante un largo período, agosto a febrero, se registra evacuaciones continuas. En marzo el 100% de los ejemplares de ambos sexos, se encuentra en estado de madurante lo que evidencia un evento de desove mayor entre febrero y marzo. Hacia abril y mayo aumenta la proporción de ejemplares en máxima madurez y evacuación parcial. En mayo se registró el segundo porcentaje más alto de hembras en máxima madurez, 66,7%. Suponiendo una regularidad del ciclo anual, esto sería coherente con la alta proporción de ejemplares en evacuación parcial encontrados en junio, al inicio del estudio (Fig. 19).

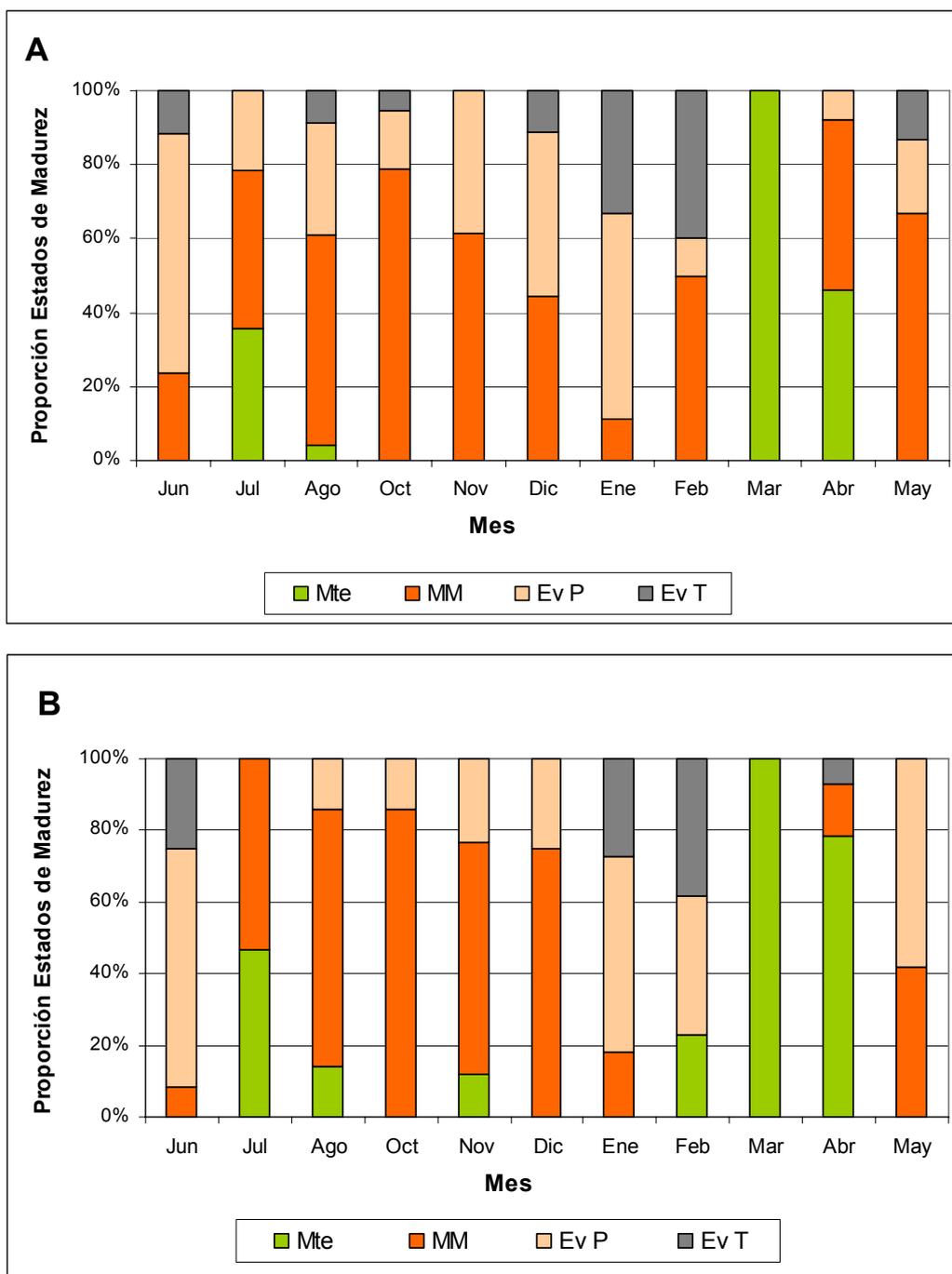


Figura 19. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** varió entre 2 y 3,9 en machos y hembras. En hembras, los valores más altos, sobre 3, se alcanzaron entre agosto y diciembre período en que los ejemplares en madurez máxima fueron más frecuentes, de 44% a 79%,

aproximadamente. Entre febrero y abril los valores más bajos, de 2 a 2,7, coinciden con una alta proporción de ejemplares evacuados totalmente y en estado madurante. En machos los valores de IMG variaron entre 2 y 3,9. Los valores más altos correspondieron a octubre y diciembre, 3,9 y 3,8, respectivamente, coincidiendo con el alto porcentaje de ejemplares en máxima madurez, 85,7% y 75%. Los valores más bajos, entre 2 y 2,2, corresponden al período febrero a abril. La comparación del IMG permite determinar una amplia coincidencia en el grado de madurez gonadal entre ambos sexos. El período de menor reproducción se ubica entre febrero y marzo y los valores de IGM en esos meses varían de 2 a 2,7 (Fig. 20).

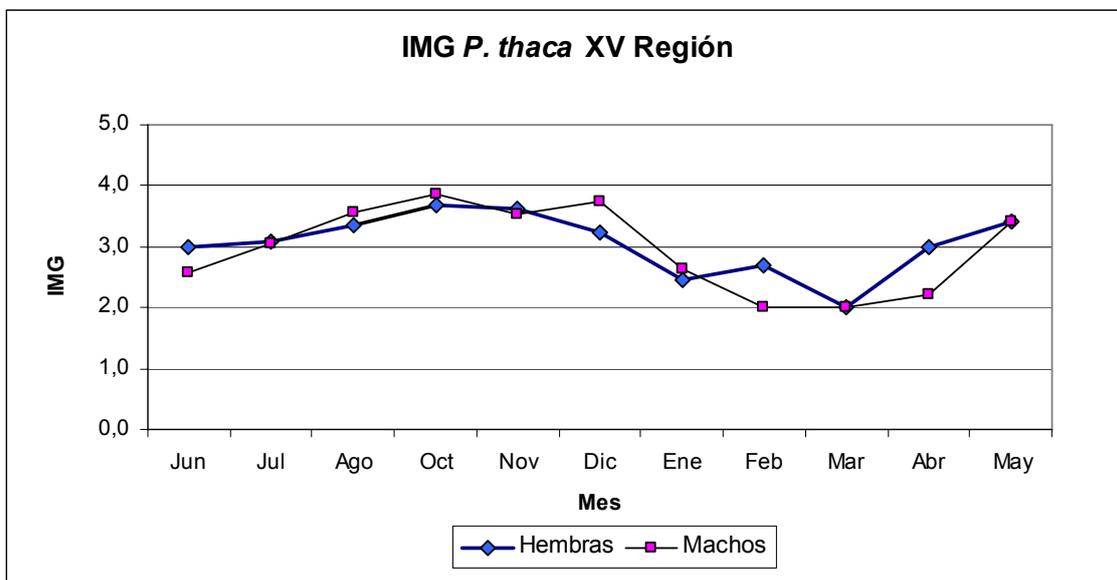


Figura 20. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

El **Coefficiente Gamético (CG)** en hembras de *P. thaca* en la XV Región, varió de 8,1 a 36,5. Los valores más altos se registraron en octubre febrero y mayo. Octubre y mayo correspondieron a los meses de mayor proporción de ejemplares en máxima madurez. En diciembre y enero, el CG alcanzó 9,9 y 8,1 coincidiendo con una alta proporción de ejemplares en evacuación parcial y total (Fig. 21).

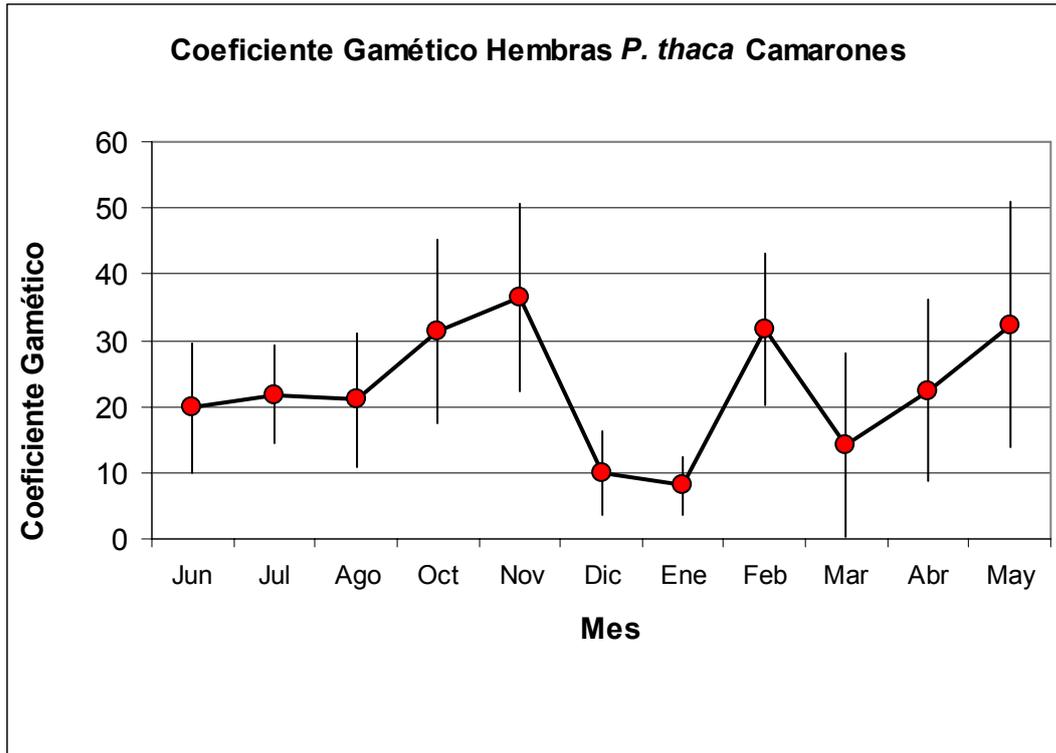


Figura 21. Coeficiente Gamético de hembras de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *P. thaca* en la XV Región, varió de 20,9 a 31,7. Los valores más altos, 25,8 a 31,7, coinciden con los meses en que un mayor número de ejemplares se encuentra en estado de máxima madurez y en evacuación parcial. Por otro lado, los valores más bajos, enero, 21,9 y febrero, 20,9, coincidieron con la mayor proporción de ejemplares, hembras y machos en evacuación total (Fig. 22).

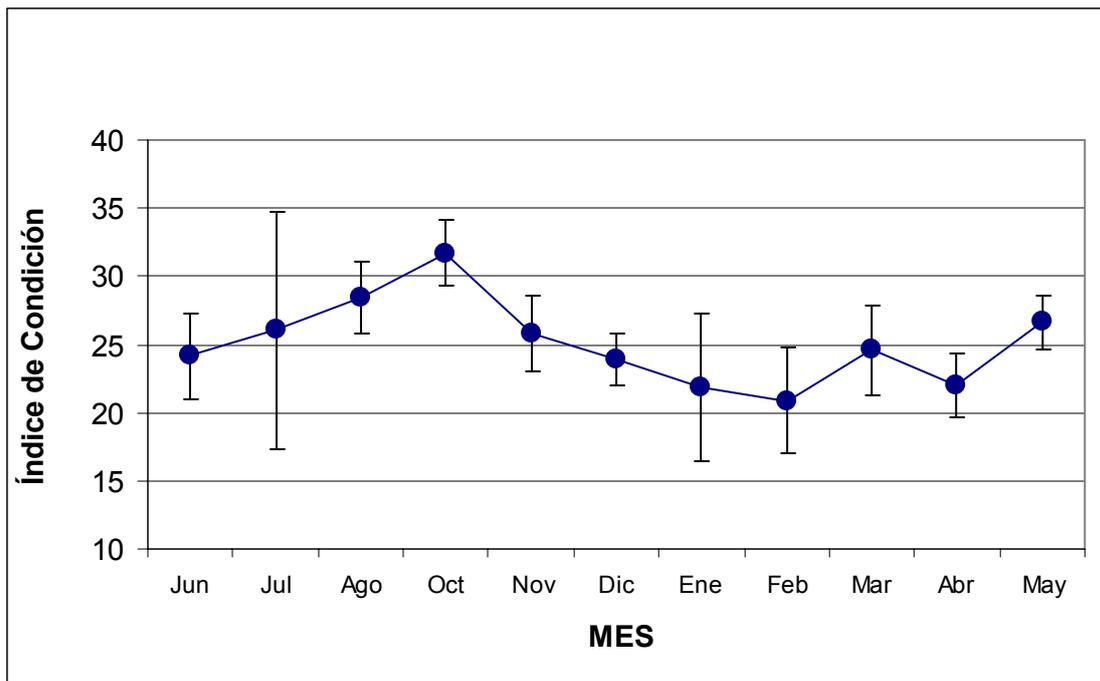


Figura 22. Índice de Condición de hembras y machos de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

**3.2.1.2 *Protothaca thaca*, I Región**

***Protothaca thaca*, I Región, Punta Arenas - San Marco: Reproductores**

En la I Región, el primer muestreo se realizó en Punta Arenas y se continuó en forma definitiva en San Marco. El período de muestreo abarcó desde el 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. Los reproductores midieron en promedio entre 50,79 mm y 61,75 mm de longitud máxima y 9,2 gr y 19,2 gr de peso de partes blandas (Tabla VI).

Tabla VI. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *P. thaca* en Punta Arenas y San Marco, I Región. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar)

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
26 Jun. 2009*	61,42	2,53	51,11	3,21	68,86	13,44	19,24	2,73	30
26 Jul. 2009	59,74	4,03	50,06	3,99	55,81	10,74	16,19	2,92	30
31 Ago. 2010	55,93	4,04	46,85	4,05	45,59	11,85	12,65	3,38	23
05 Oct. 2009	57,40	6,70	48,24	3,88	62,64	7,10	15,14	2,98	24
10 Nov. 2009	61,75	5,44	51,62	4,77	71,73	17,08	18,19	4,56	30
08 Dic. 2009	53,94	4,80	45,68	4,23	44,40	11,02	12,83	3,28	30
17 Ene. 2010	59,99	4,16	50,87	4,21	59,20	11,61	14,44	3,88	30
20 Feb. 2010	57,77	3,06	48,67	2,59	48,59	7,61	14,37	2,42	30
10 Mar. 2010	58,10	4,79	49,09	11,35	49,57	12,57	13,64	3,63	30
18 Abr. 2010	61,72	5,73	51,38	5,23	60,40	16,54	16,13	4,76	30
18 Mayo.2010	50,79	6,25	42,47	5,38	34,54	13,31	9,13	3,60	30

\*Corresponde a Punta Arenas

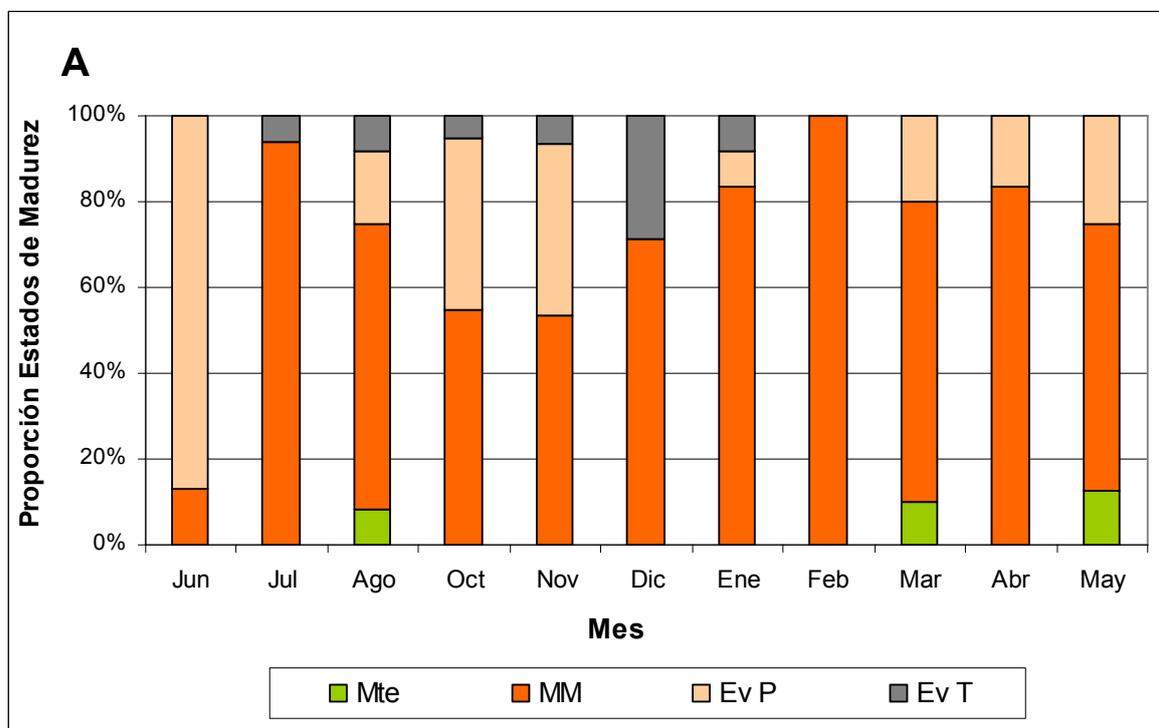
### ***Protothaca thaca*, I Región, San Marco: Ciclo Reproductivo**

Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Protothaca thaca* de la I Región se utilizaron un total de 275 preparaciones, 140 de hembras y 135 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla VII).

Tabla VII. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *P. thaca* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>		3	20		<b>23</b>			7		<b>7</b>
<b>Jul</b>		15		1	<b>16</b>		8		2	<b>10</b>
<b>Ago</b>	1	8	2	1	<b>12</b>	6	2	1		<b>9</b>
<b>Oct</b>		11	8	1	<b>20</b>	4	3		3	<b>10</b>
<b>Nov</b>		8	6	1	<b>15</b>	1	7	4		<b>12</b>
<b>Dic</b>		5		2	<b>7</b>		6	2		<b>8</b>
<b>Ene</b>		10	1	1	<b>12</b>		2	8		<b>10</b>
<b>Feb</b>		5			<b>5</b>		18			<b>18</b>
<b>Mar</b>	1	7	2		<b>10</b>	1	9	5		<b>15</b>
<b>Abr</b>		10	2		<b>12</b>		9	7		<b>16</b>
<b>May</b>	1	5	2		<b>8</b>	7	7	6		<b>20</b>

En la I Región *P. thaca* tiene un ciclo reproductivo continuo a través del año. Al inicio del estudio, el 87% y el 100% de hembras y machos respectivamente, se encuentran en evacuación parcial y el resto, en madurez máxima indicando un evento de evacuación importante en la población. En los meses restantes predominan ejemplares hembras en madurez máxima correspondiendo al 100% en febrero. Entre febrero y mayo un porcentaje variable, de 16,7 a 25%, se encuentran desovados parcialmente. En los machos se observa una tendencia similar, sin embargo, en agosto y septiembre, el 66,7 y 40 %, respectivamente se encontró en estado madurante, lo que indica que la evacuación de julio a octubre fue más intensa en machos que en hembras (Fig. 23).



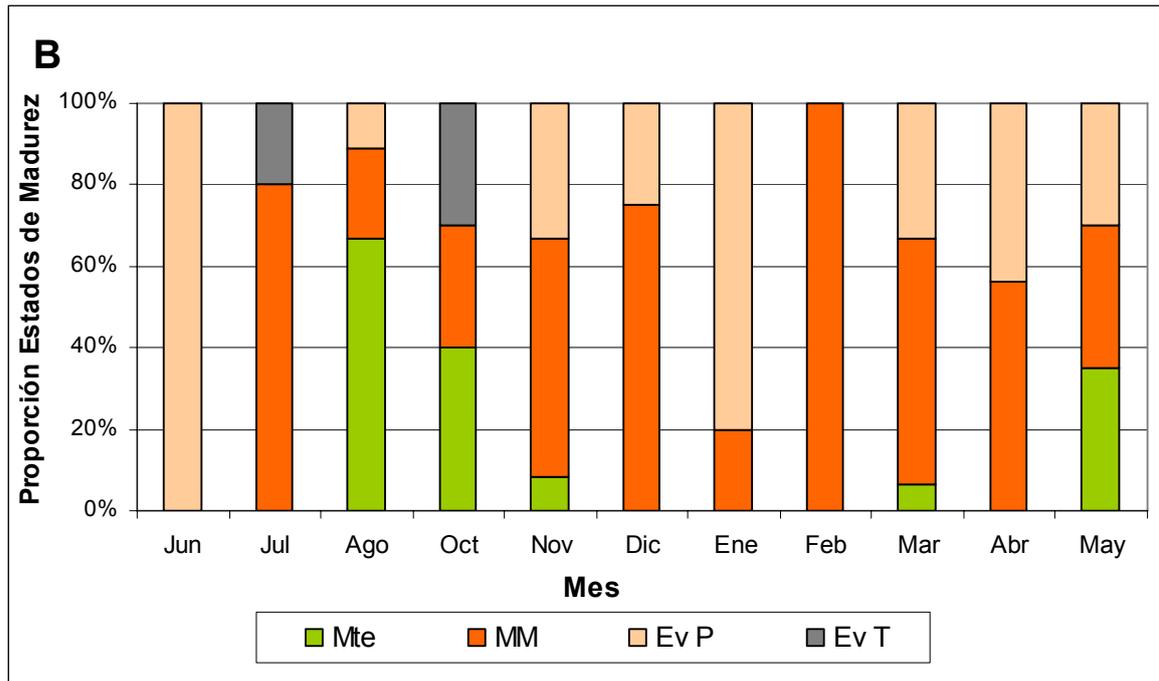


Figura 23. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *P. thaca* en la I Región Punta Arenas y San Marco en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** en la I Región varió entre 2,3 y 4 en machos y hembras. En hembras, los valores siempre se ubicaron sobre 3 y eso tiene relación con la alta proporción de ejemplares en estado de máxima madurez en todos los meses. El valor más alto alcanzado en febrero, 4,0, coincide con el 100 % de hembras y machos en máxima madurez registrados ese mes. Los valores más bajos en hembras, 3,1 en junio y diciembre, coincide con la alta proporción de ejemplares en evacuación parcial y total, respectivamente. Igualmente en machos, el valor más bajo de 2,3 en octubre se relaciona con el mayor número de ejemplares en evacuación total y en estado madurante indicando ese mes como el menos reproductivo (Fig. 24).

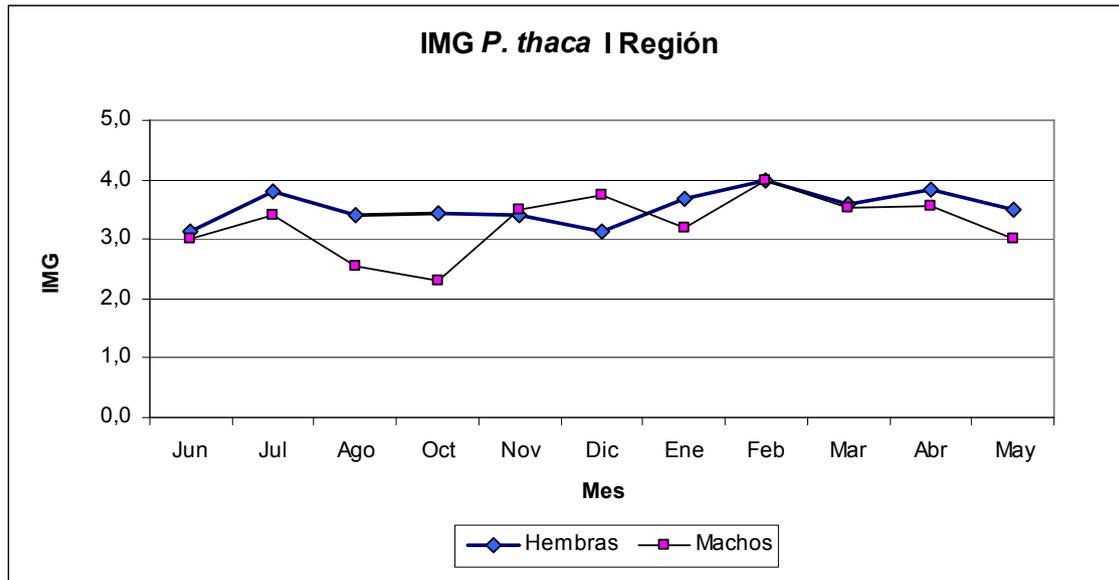


Figura 24. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *P. thaca* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Coefficiente Gamético (CG)** en hembras de *P. thaca* en la I Región, varió de 19,7 a 46,0. Los valores más altos se registraron en febrero, abril y mayo, de 40,5 a 46. En febrero se registró un 100% de hembras en madurez máxima, sin embargo, si bien, en abril y mayo se registraron altas proporciones de ejemplares en madurez máxima, no fueron los mayores. El valor más bajo de CG se registró en agosto en que el porcentaje de ejemplares en madurez máxima alcanzó 66,7% y tampoco correspondió a la menor proporción del ciclo (Fig. 25).

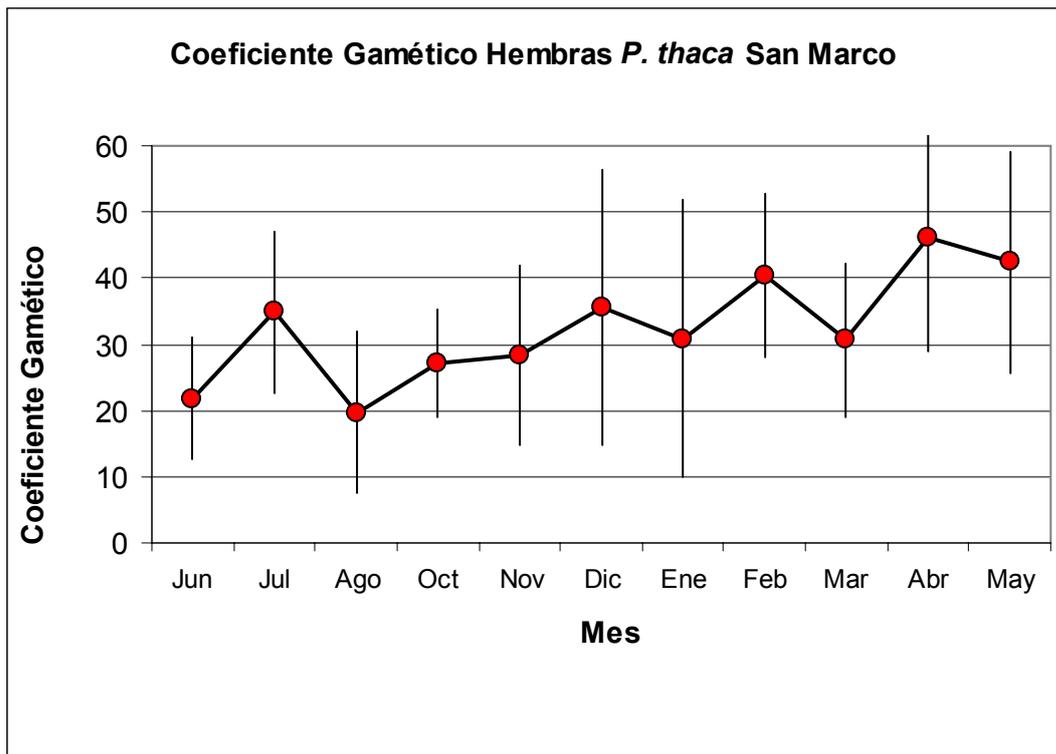


Figura 25. Coeficiente Gamético de hembras de *P. thaca* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *P. thaca* en la I Región, varió de 24,1 a 29,7. Los valores más altos, sobre 28, coinciden con proporciones altas de ejemplares en madurez máxima, a excepción de enero, en que las hembras alcanzaron un 83,3 %, pero en machos predominó el estado de evacuación parcial, en un 80%. En junio, a pesar de que el IC es alto, 28,4 con una desviación alta, 3,6, coincide con un alto número de ejemplares de ambos sexos en estado de evacuación parcial (Fig. 26).

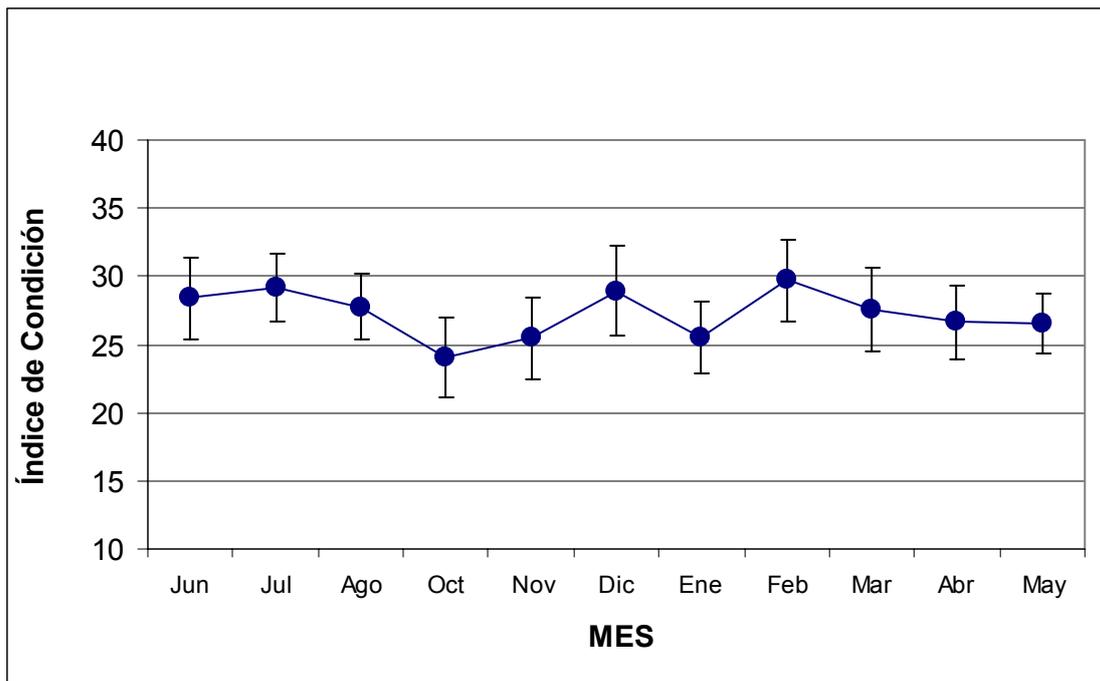


Figura 26. Índice de Condición de hembras y machos de *P. thaca* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

### 3.2.1.3 *Protothaca thaca*, II Región

#### *Protothaca thaca*, II Región, Cifuncho: Reproductores

En la II Región, Cifuncho, el período de muestreo abarcó desde el 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. Los reproductores midieron en promedio entre 61,78 mm y 68,55 mm de longitud máxima y 16,6 gr y 27,0 gr de peso de partes blandas (Tabla VIII).

Tabla VIII. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *P. thaca* en Cifuncho, II Región. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar)

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
29 Jun. 2009	66,55	3,99	58,20	3,14	98,49	15,98	27,00	4,14	30
28 Jul. 2009	68,55	2,32	58,64	2,89	100,29	14,72	26,73	4,14	30
23 Ago. 2009	67,25	3,18	59,70	2,71	87,80	13,80	20,29	4,02	29
30 Sept. 2009	66,02	3,71	55,97	3,57	85,16	19,11	21,49	4,00	30
02 Nov. 2009	62,82	12,04	54,90	5,31	78,91	23,38	18,89	5,49	30
04 Dic. 2009	66,61	4,07	58,39	2,92	80,96	10,91	20,05	3,06	30
08 Ene. 2010	63,32	6,27	53,63	5,00	70,89	21,31	17,38	6,34	30
05 Feb. 2010	64,84	5,52	55,48	5,40	70,48	19,44	18,70	5,11	30
13 Mar. 2010	65,67	6,46	56,36	5,91	77,49	25,45	20,20	6,90	30
02 Abr. 2010	61,8	7,9	51,5	6,4	69,6	23,3	16,6	5,1	30
18 May. 2010	63,6	5,2	54,1	5,6	75,5	21,5	18,0	5,6	30

### ***Protothaca thaca*, II Región, Cifuncho: Ciclo Reproductivo**

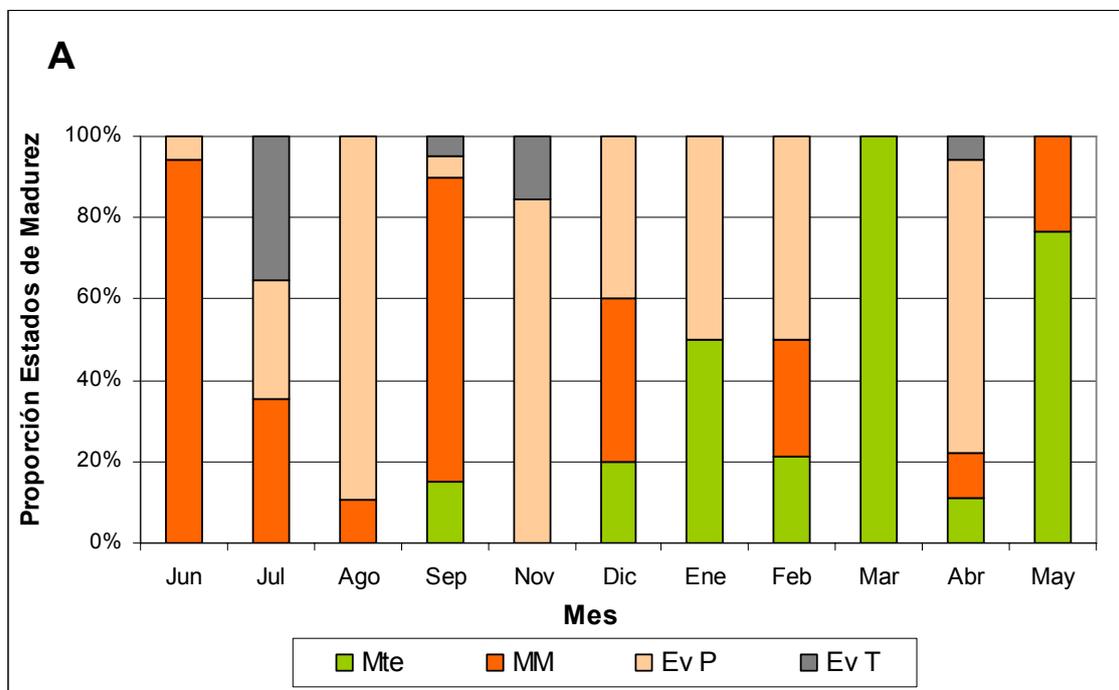
Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Protothaca thaca* de la II Región se utilizaron un total de 280 preparaciones, 158 de hembras y 122 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla IX).

Tabla IX. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *P. thaca* en la II Región, Cifuncho en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>		16	1		<b>17</b>		11	2		<b>13</b>
<b>Jul</b>		6	5	6	<b>17</b>		8	1	4	<b>13</b>
<b>Ago</b>		2	17		<b>19</b>			10		<b>10</b>
<b>Sep</b>	3	15	1	1	<b>20</b>	2	6	3		<b>11</b>
<b>Nov</b>			11	2	<b>13</b>		4	9	3	<b>16</b>
<b>Dic</b>	1	2	2		<b>5</b>	2		4		<b>6</b>
<b>Ene</b>	1		1		<b>2</b>	4	1	7		<b>12</b>
<b>Feb</b>	3	4	7		<b>14</b>	1		9	1	<b>11</b>
<b>Mar</b>	16				<b>16</b>	14				<b>14</b>
<b>Abr</b>	2	2	13	1	<b>18</b>		1	5		<b>6</b>
<b>May</b>	13	4			<b>17</b>	10				<b>10</b>

En la II Región se determinó un ciclo reproductivo casi continuo con eventos de desove más importantes entre febrero y marzo y entre abril y mayo. Al inicio del estudio, el 84,6% de las hembras y 61,5% de los machos se encontraban en máxima madurez. Hacia agosto, este estado disminuyó aumentando el estado de evacuación parcial hasta un 89,5% en hembras y 100% en machos. Se registró una rápida recuperación ya que en septiembre el 75% de las hembras se encuentran nuevamente en madurez máxima y el restante, se encuentra madurante, en evacuación parcial o total. Entre noviembre y febrero se registra mayoritariamente ocurrencia de evacuaciones parciales con porcentajes importantes en noviembre, 84,6% de las hembras y el restante en evacuación total. En los meses siguientes se nota una continua recuperación y evacuaciones parciales hasta febrero. En marzo, tanto en hembras como en machos se registró un 100% de ejemplares en estado madurante lo que indica un evento de desove importante entre febrero y marzo. En abril, un alto porcentaje de ambos sexos se encontró en evacuación parcial, 72,2 % de hembras y 83,3 % de machos. Este desove sería intenso, debido a que en el mes siguiente, mayo, el 76,5 % de las hembras y el 100% de los machos se encuentra madurante (Fig. 27).

El mayor porcentaje de ejemplares madurantes a lo largo del ciclo indica que los desoves totales dentro de un ejemplar son más frecuentes que en las localidades anteriores.



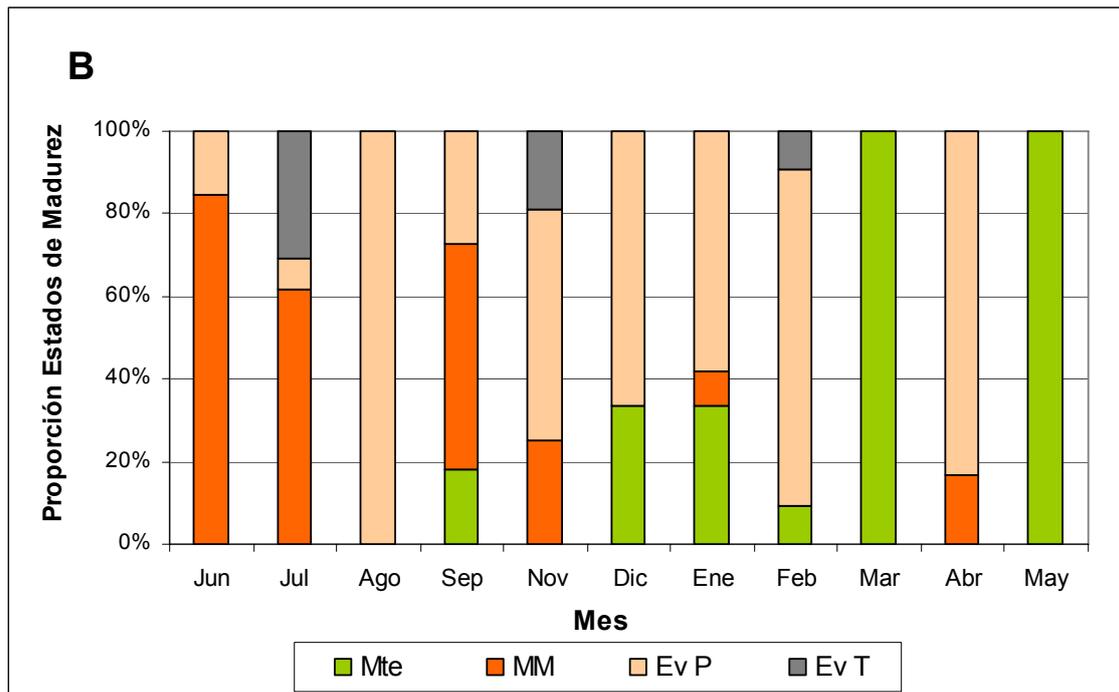


Figura 27. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *P. thaca* en la II Región Cifuncho, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** en la II Región varió entre 2,0 y 3,9 en machos y hembras. En hembras, los valores más alto, 3,9 y 3,5 se alcanzaron en junio y septiembre, únicos meses en que predominaron ejemplares en máxima madurez. Por otro lado, el valor más bajo, 2,0, se registró en marzo, mes en que todos los ejemplares se encontraban en estado madurante. En machos, los valores altos, sobre 3,8 y 3,4, se alcanzaron en los meses con mayor porcentaje de ejemplares maduros y el más bajo, al igual que en las hembras, en marzo, cuando el 100% de los ejemplares se encontraba madurante (Fig. 28).

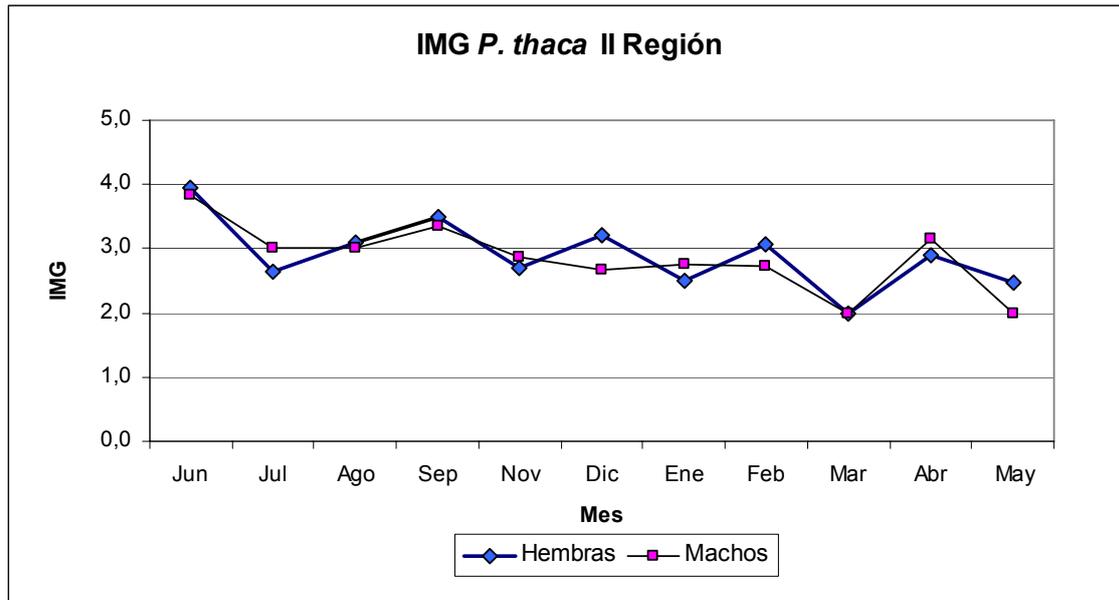


Figura 28. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *P. thaca* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Coficiente Gamético (CG)** en hembras de *P. thaca* en la II Región, varió de 8,2 a 41,3. El valor más alto se registró en junio, 41,3 y correspondió al mes con mayor proporción de ejemplares en máxima madurez. Cabe indicar que en esta región los porcentajes de hembras en máximas madurez fueron menos frecuentes que en las anteriores, sin embargo, en la mayoría de los meses se registró ejemplares en evacuación parcial, los que contenían aún un número importante de ovocitos maduros en sus acinos. El valor más bajo, se registró en diciembre, 8,2, en el que se registró un número importante de ejemplares en máxima madurez y evacuados parcialmente (Fig. 29).

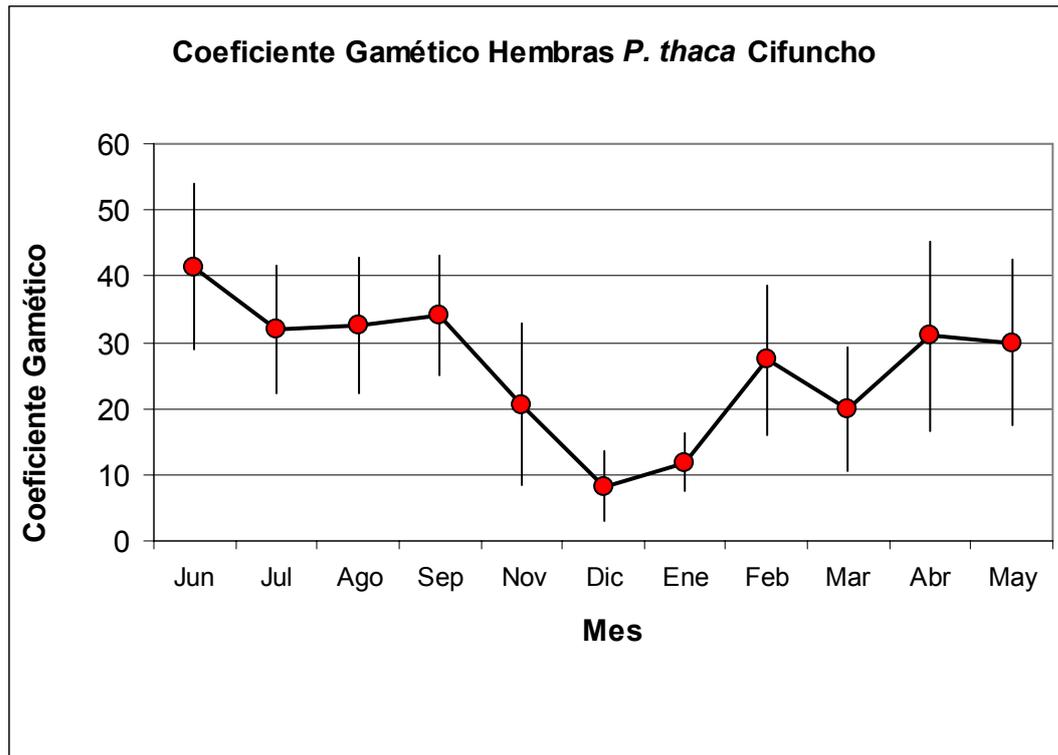


Figura 29. Coeficiente Gamético de hembras de *P. thaca* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *P. thaca* en la II Región, varió de 23,1 a 27,6. Los valores más altos de junio y julio, 27,6 y 26,8, respectivamente, coinciden con la mayor proporción de ejemplares de ambos sexos en máxima madurez. En septiembre, otro mes con una alta proporción de ejemplares maduros, el valor fue de 25,6. Los valores más bajos de agosto y mayo, 23,1 y 23,8 coinciden con una alta proporción de ejemplares en evacuación parcial y madurante. Los valores intermedios no se relacionan tan claramente con el grado de madurez, por ejemplo, en marzo, el valor es relativamente alto, 26,1, pero los ejemplares se encuentran en estado madurante, lo que probablemente dé cuenta de la acumulación de peso para el desarrollo gonadal, que no se refleja en el mayo, mes en el que también se encontraban en estado madurante (Fig. 30).

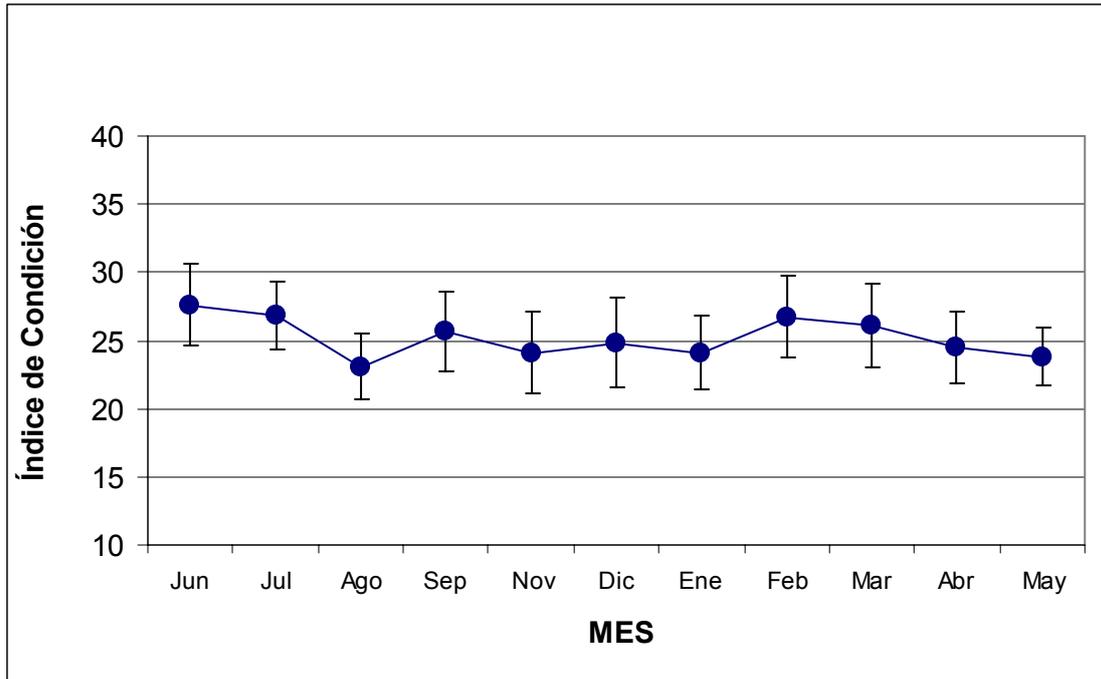


Figura 30. Índice de Condición de hembras y machos de *P. thaca* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

#### 3.2.1.4 *Gari solida*, XV Región

##### ***Gari solida*, XV Región, Camarones: Reproductores**

En Camarones, el período de muestreo abarcó desde el 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. Los reproductores de *G. solida* midieron entre 68,65 mm y 78,09 mm de longitud máxima y 20,81 gr y 41,75 gr de peso de partes blandas (Tabla X).

Tabla X. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *G. solida* en la XV Región, Camarones. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar)

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
23 Jun. 2009	77,85	6,05	57,89	4,52	87,42	17,38	35,18	7,46	30
21 Jul. 2009	69,82	3,87	48,98	2,72	56,60	10,41	23,83	4,06	30
24 Ago. 2009	73,18	3,46	52,63	3,46	69,07	11,39	29,01	4,02	30
02 Oct. 2009	75,00	6,96	53,08	5,68	76,31	22,29	33,00	9,38	30
09 Nov. 2009	68,65	6,93	48,60	4,36	55,54	13,24	24,15	6,35	30
12 Dic. 2009	78,09	6,04	56,22	4,12	81,26	17,08	32,45	6,23	30
14 Ene. 2010	70,15	5,38	49,85	6,18	57,90	14,26	20,81	4,89	30
08 Feb. 2010	74,83	7,72	54,49	5,97	73,41	20,19	27,21	7,14	30
08 Mar. 2010	77,89	5,09	56,16	3,75	80,64	19,99	31,35	6,40	30
17 Abr. 2010	74,75	8,49	53,78	7,30	72,49	25,80	27,68	8,71	30
19 May. 2010	73,27	4,98	53,15	4,15	74,45	15,85	28,84	10,00	30

### **Gari solida, XV Región, Camarones: Ciclo Reproductivo**

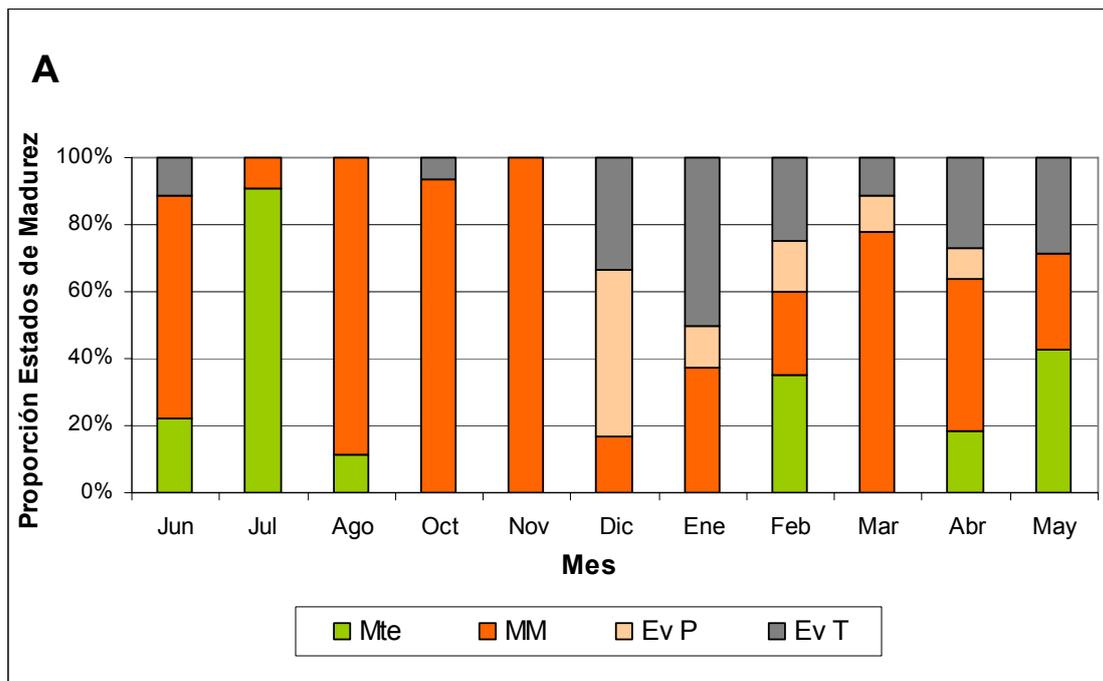
Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Gari solida* de la XV Región se utilizaron un total de 273 preparaciones, 128 de hembras y 145 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla XI).

Tabla XI. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *G. solida* en la XV Región, Camarones en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>	2	6		1	<b>9</b>	2	7	5	4	<b>18</b>
<b>Jul</b>	10	1			<b>11</b>	16	2			<b>18</b>
<b>Ago</b>	1	8			<b>9</b>	3	17	2		<b>22</b>
<b>Oct</b>		14		1	<b>15</b>		14			<b>14</b>
<b>Nov</b>		17			<b>17</b>		12	1		<b>13</b>
<b>Dic</b>		2	6	4	<b>12</b>		4			<b>4</b>
<b>Ene</b>		3	1	4	<b>8</b>			4	3	<b>7</b>
<b>Feb</b>	7	5	3	5	<b>20</b>	2	1		3	<b>6</b>
<b>Mar</b>		7	1	1	<b>9</b>		3	7	2	<b>12</b>
<b>Abr</b>	2	5	1	3	<b>11</b>	8			6	<b>14</b>
<b>May</b>	3	2		2	<b>7</b>	6			11	<b>17</b>

Los datos obtenidos en la XV Región indican que *Gari solida* se encuentra reproductiva a lo largo del año evacuando parcialmente sus gametos. Los estados más frecuentes fueron madurez máxima y evacuación parcial en ambos sexos. Al inicio del período de muestreo, en el mes de junio, predominó en hembras el estado de máxima madurez,

66,7%. En el mismo mes, el 38,9% de los machos se encontraba en ese estado y un 27,8% en evacuación parcial. En julio, en cambio, el estado madurante estuvo más representado, 90,9% en hembras y 88,9 % en machos. Esto indicaría un evento de desove importante entre esos meses. Posteriormente, el estado madurante fue poco frecuente en machos y hembras. Otros máximos madurez reproductiva se registraron en el período agosto-noviembre, entre 88,9 y 100 % de hembras y 77,3 y 100% de machos en máxima madurez. Seguido ese período, se registró un alto porcentaje de ejemplares en evacuación parcial y total en diciembre. En febrero aumenta nuevamente la proporción de hembras madurantes 35% y en marzo se alcanza otro máximo reproductivo, 77,8% en máxima madurez, al que le sigue un nuevo desove que se ve representado en el número de ejemplares evacuados parcial y totalmente y en un grupo que comienza de inmediato madurar nuevamente sus gónadas en los meses de abril y mayo. Si bien machos y hembras difieren en la proporción de estados de madurez, la tendencia es similar en los dos sexos (Fig. 31).



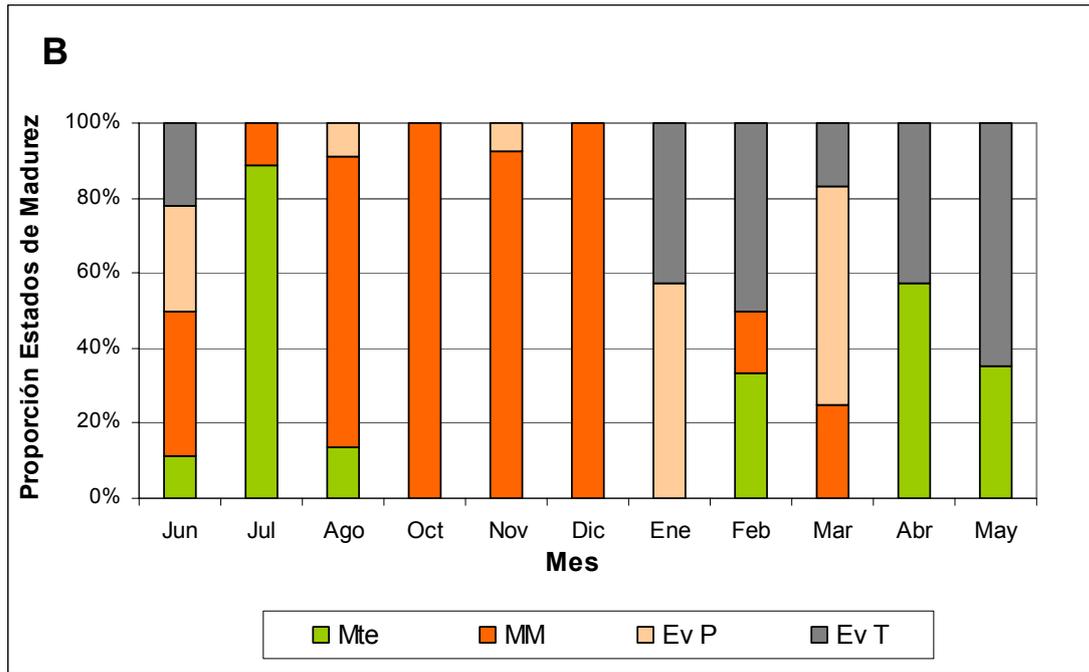


Figura 31. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *G. solida* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** de *G. solida* en la XV Región, varió entre 1,4 y 4 en machos y hembras. En hembras desde agosto a noviembre se registraron los valores más altos de ejemplares en máxima madurez, sobre 89% y nuevamente en marzo el IMG fue alto, 3,6 correspondiendo a un 78% de máxima madurez. Los valores inferiores a 2,4 de IMG corresponden a julio, y diciembre-febrero, coincidentemente con la mayor proporción de ejemplares en evacuación total. En machos Los valores más altos, sobre 3,9 se registraron en agosto-diciembre, período de mayor proporción de ejemplares en máxima madurez y los más bajos, menores a 2,0 se registraron en febrero y abril-mayo, coincidiendo con una alta proporción de ejemplares totalmente evacuado y en maduración (Fig. 32).

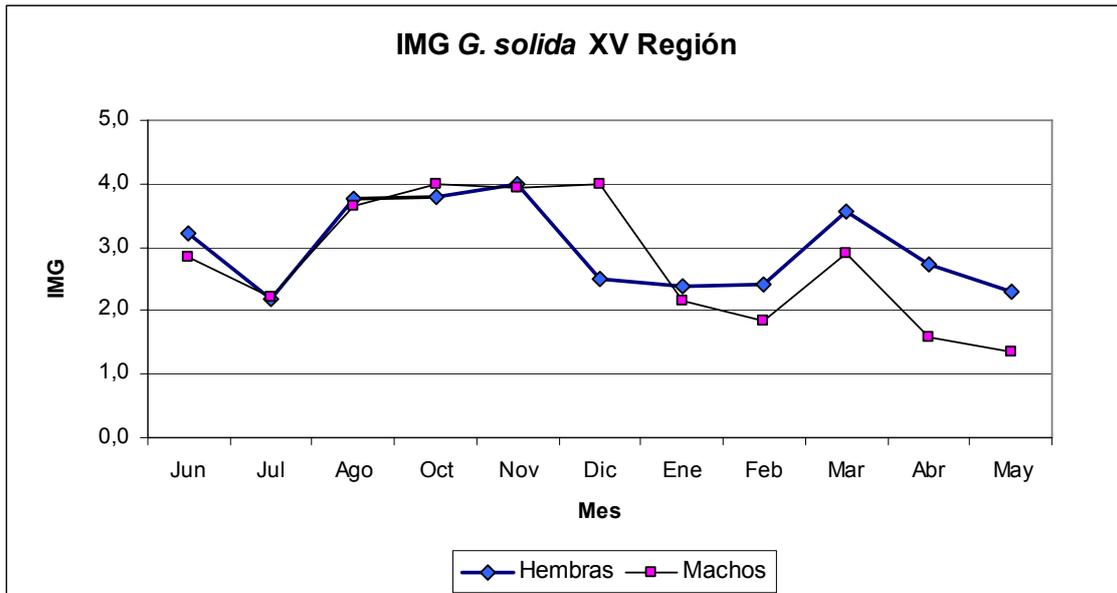


Figura 32. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *G. solida* en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

El **Coefficiente Gamético (CG)** en hembras de *G. solida* en la XV Región, varió de 0,5 a 26,8. Los valores más altos se registraron entre agosto y noviembre, coincidentemente con los valores más altos de madurez máxima. El valor más bajo, 0,5, coincidió con el mayor porcentaje de ejemplares en maduración, 90,9 (Fig. 33).

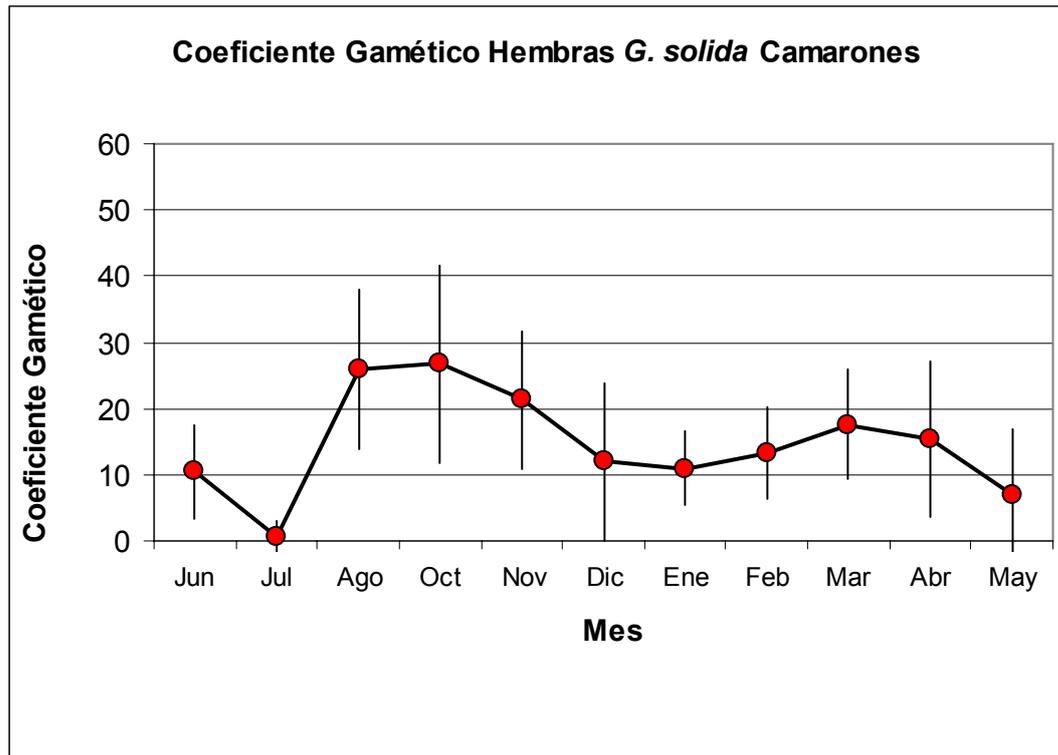


Figura 33. Coeficiente Gamético de hembras de *G. solida* en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *G. solida* en la XV Región, varió de 36,3 a 43,9. Los valores más altos de de 42,4 a 43,9 entre agosto y noviembre coinciden con la alta proporción de ejemplares de ambos sexos en máxima madurez, sin embargo, en julio, el valor también es alto, 43, pero en dicho mes se registró una alta proporción de ejemplares en estado madurante. Aunque la variación en el IC no es tan amplia como en *P. thaca*, los valores más bajos del IC de *G. solida*, menores de 39,2, coinciden con una menor proporción de ejemplares de ambos sexos en máxima madurez y una mayor proporción de ejemplares en evacuación parcial, total o madurantes (Fig. 34).

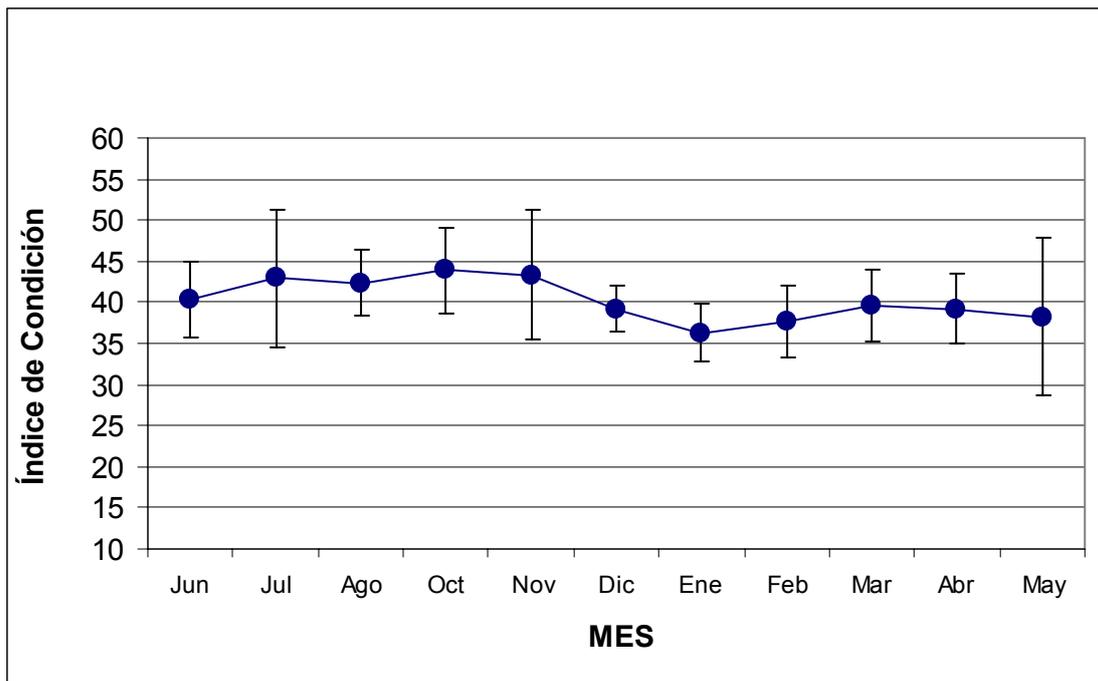


Figura 34. Índice de Condición de hembras y machos de *G. solida* en la XV Región, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

### 3.2.1.5 *Gari solida*, I Región

#### *Gari solida*, I Región, Punta Arenas San Marco: Reproductores

En la I Región, el primer muestreo se realizó en Punta Arenas y se continuó en forma definitiva en San Marco. El período de muestreo abarcó desde el 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. Los reproductores de *G. solida* midieron en promedio entre 63,39 mm y 77,72 mm de longitud máxima y 22,28 gr y 35,0 gr de peso de partes blandas (Tabla XII).

Tabla XII. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *G. solida* en la I Región, Punta Arena y San Marco. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar).

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
26 Jun. 2009*	73,75	3,07	51,64	3,16	70,32	9,14	25,55	3,19	30
26 Jul. 2009	73,57	4,69	53,53	5,41	73,27	17,13	30,46	5,83	30
31 Ago. 2009	75,62	6,13	53,57	3,74	79,24	17,42	30,95	5,82	30
05 Oct. 2009	70,35	6,29	50,07	5,16	61,80	20,63	25,62	7,23	27
10 Nov. 2009	77,72	3,85	54,93	2,99	90,25	14,85	35,00	5,35	30
08 Dic. 2009	69,39	6,13	47,76	4,48	62,19	16,45	26,05	6,16	30
17 Ene. 2010	69,75	4,66	48,97	3,61	62,14	14,61	22,28	3,71	30
20 Feb. 2010	67,40	4,83	47,13	3,48	53,24	13,22	24,95	4,59	30
10 Mar. 2010	70,21	11,92	49,80	9,26	66,61	29,43	27,39	10,17	30
18 Abr. 2010	76,74	2,53	53,83	2,98	81,46	15,33	33,64	3,74	30
18 May. 2010	73,55	5,96	52,63	2,98	75,76	18,92	29,52	6,11	30

\* Corresponde a Punta Arenas

### **Gari solida, I Región, Punta Arenas San Marco: Ciclo Reproductivo**

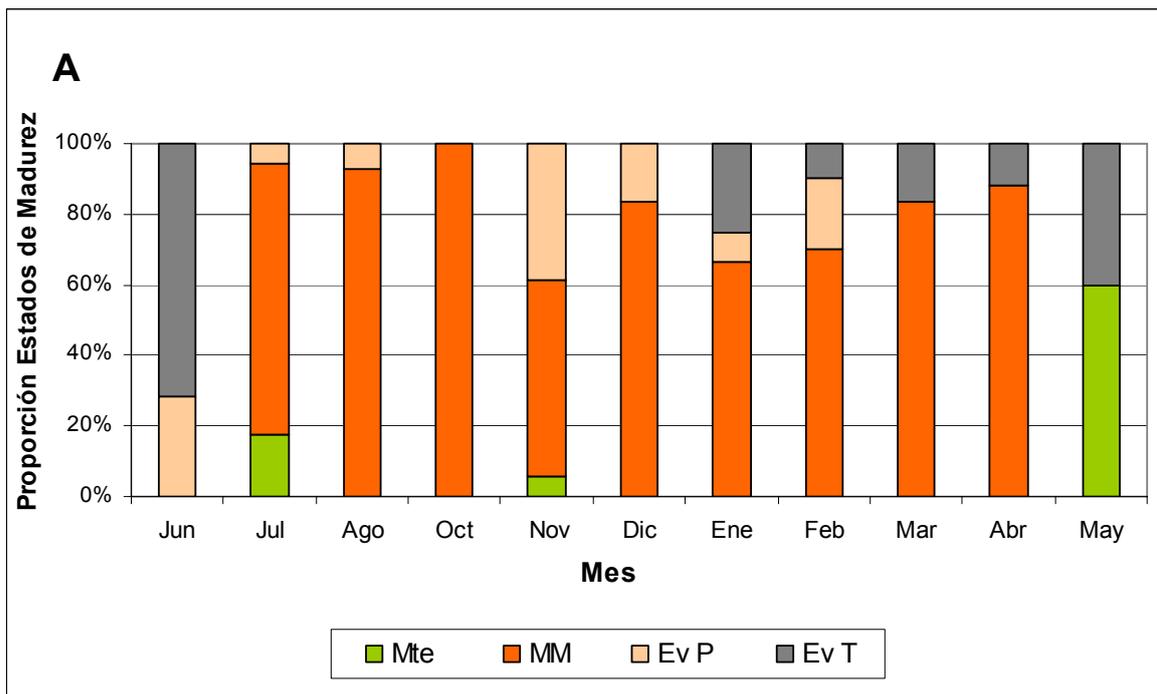
Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Gari solida* de la I Región se utilizaron un total de 270 preparaciones, 137 de hembras y 133 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla XIII).

Tabla XIII. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *G. solida* en la I Región, Camarones en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>			2	5	<b>7</b>			4	10	<b>14</b>
<b>Jul</b>	3	13	1		<b>17</b>		10	2		<b>12</b>
<b>Ago</b>		13	1		<b>14</b>	2	11	3		<b>16</b>
<b>Oct</b>		9			<b>9</b>	1	15	4		<b>20</b>
<b>Nov</b>	1	10	7		<b>18</b>		4	7		<b>11</b>
<b>Dic</b>		5	1		<b>6</b>		5	1		<b>6</b>
<b>Ene</b>		8	1	3	<b>12</b>		1	4	1	<b>6</b>
<b>Feb</b>		7	2	1	<b>10</b>		9	3		<b>12</b>
<b>Mar</b>		10		2	<b>12</b>		9	3	1	<b>13</b>
<b>Abr</b>		15		2	<b>17</b>		5	2	1	<b>8</b>
<b>May</b>	9			6	<b>15</b>	9	2	1	3	<b>15</b>

*G. solida* en la I Región se encuentra reproductiva a través del año. En junio, las hembras se encuentran parcial y totalmente evacuadas, 28,6 % y 71,4 %, respectivamente. Este evento de desove es seguido por una rápida recuperación y en julio, el 76,5 % se

encuentra en madurez máxima y el 5,9 % en evacuación parcial. A partir de ese mes la población entra en un período reproductivo importante reflejado en la alta proporción de ejemplares en máxima madurez que alcanzan un 100% en el mes de octubre. Posteriormente, ocurre un desove importante y en noviembre solo el 55,6 % se encuentra en máxima madurez. El resto se encuentra parcialmente evacuado o en maduración. En los meses siguientes, diciembre a abril, predomina el estado de máxima madurez variando entre 66,7 y 88,2 %. El resto de los individuos se encuentra parcial o totalmente evacuado. Entre abril y mayo ocurre otro desove mayor que se ve reflejado en la alta proporción de ejemplares totalmente evacuados, 40%, y madurantes, 60%. En los machos la tendencia es similar y en el primer muestreo, al igual que las hembras solo se registró evacuación parcial y total, 28,6 y 71,4, % respectivamente. En los meses posteriores, a excepción de noviembre y enero, predominaron ejemplares en madurez máxima. A diferencia de las hembras la evacuación parcial fue un estado más frecuente a lo largo del período de estudio (Fig. 35).



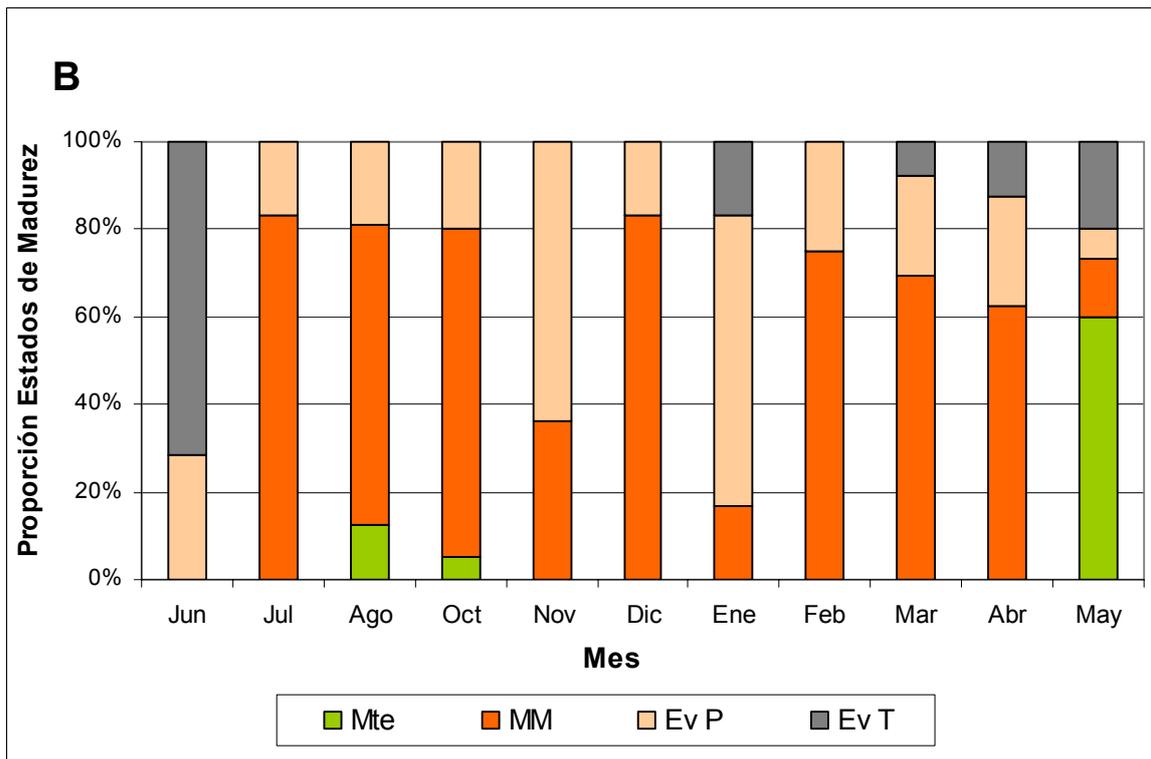


Figura 35. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *G. solida* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** de *G. solida* en la I Región varió entre 1,6 y 4 en machos y hembras. En las hembras los valores más altos de 3,9 y 4 se registraron en agosto y octubre con proporciones de ejemplares en máxima madurez, 93% y 100%, respectivamente. Los valores más bajos, 1,6, en junio y mayo, corresponden a meses con las más altas proporciones de ejemplares en evacuación total. En machos, los valores más altos, 3,8 en julio, diciembre y febrero, coinciden con la mayor proporción de ejemplares en máxima madurez y el menor valor, 1,6 registrado en junio, coinciden con la mayor proporción de ejemplares en evacuación total (Fig. 36).

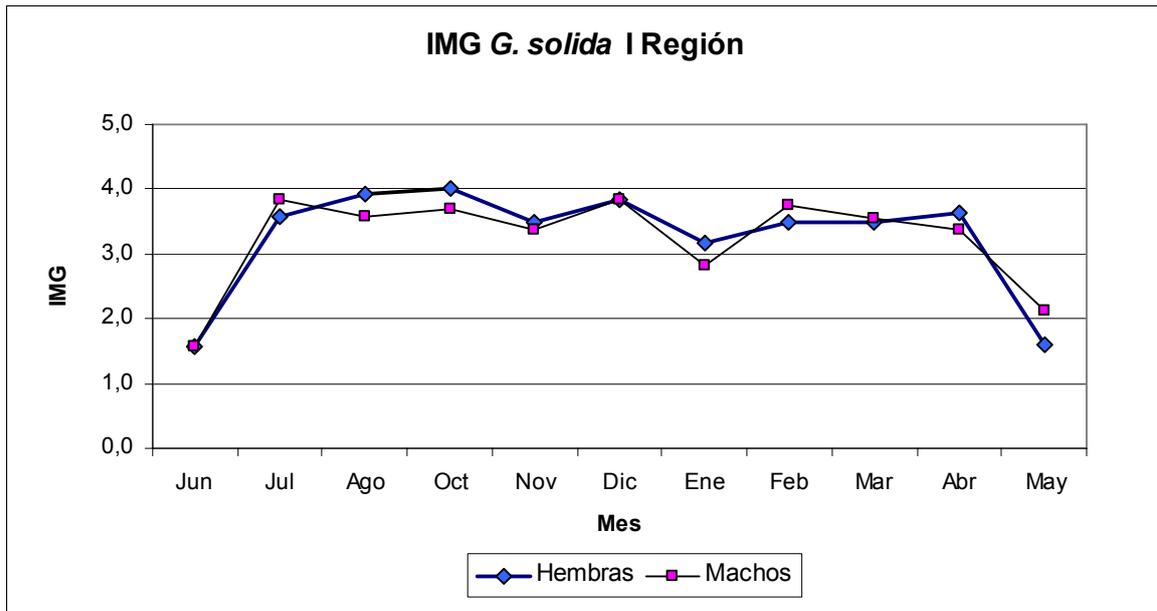


Figura 36. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *G. solida* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Coficiente Gamético (CG)** en hembras de *G. solida* en la I Región, varió de 4,1 a 29,2. Los valores más altos, sobre 24, aún cuando en octubre se alcanzó un 100% de madurez máxima y el CG, 25,5, no fue el más alto. Los valores más bajo, 4,1 en junio y mayo, coinciden con el predominio de ejemplares en maduración y evacuación total (Fig. 37).

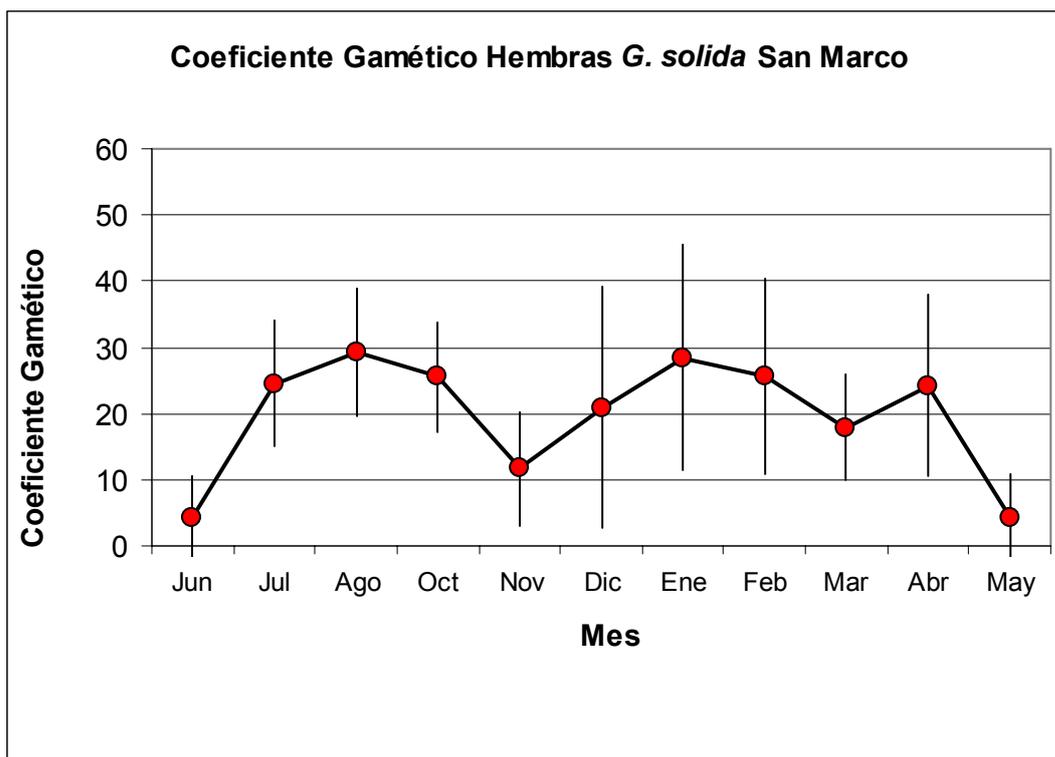


Figura 37. Coeficiente Gamético de hembras de *G. solida* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *G. solida* en la I Región, varió de 36,6 a 48,1. Los valores más altos de 42,4 a 43,9 coinciden con la mayor proporción de ejemplares en máxima madurez. En mayo también se registró un valor alto, 39,7 que al igual que en la XV Región, coincide con alta proporción de ejemplares madurante. Los valores más bajos, 36,6 en junio coincide con una alta proporción de hembras y machos en evacuación total, sin embargo, en enero, el IC alcanzó 36,7 y solo el 25% y 16,7% de hembras y machos se encontraba en ese estado. El resto correspondía a evacuación parcial y madurez máxima (Fig. 38).

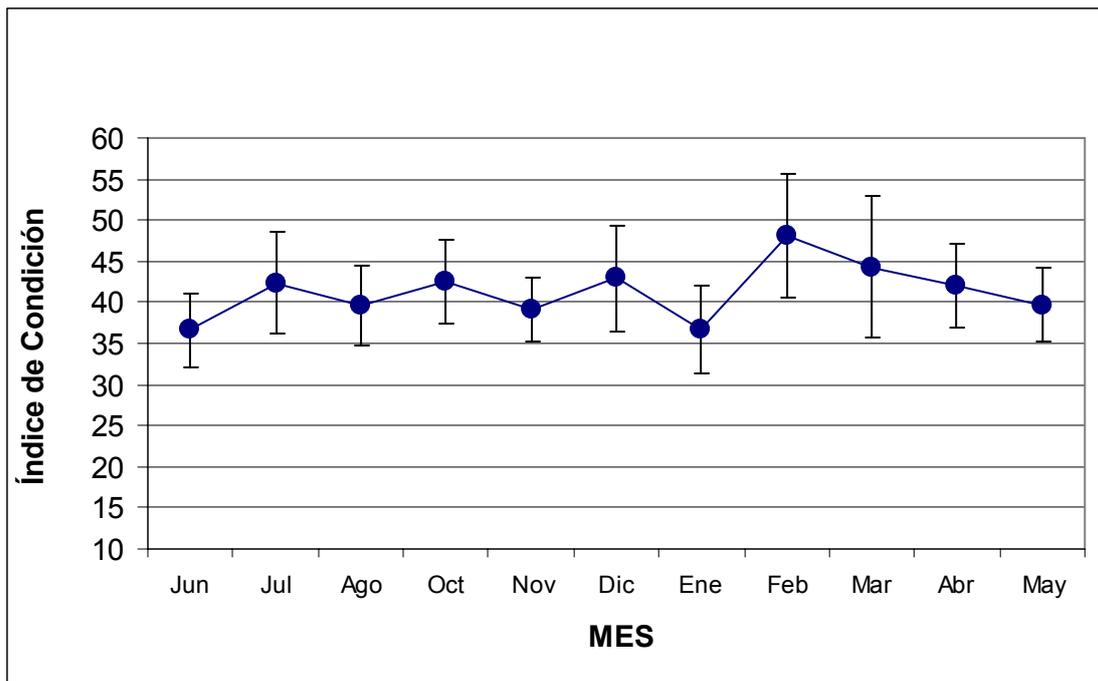


Figura 38. Índice de Condición de hembras y machos de *G. solida* en la I Región, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

### 3.2.1.6 *Gari solida*, II Región

#### *Gari solida*, II Región, Cifuncho La Chimba: Reproductores

En la II Región, se iniciaron los muestreos en Cifuncho, pero desde agosto se notó una dificultad progresiva para obtener el número de ejemplares requerido, debido a lo cual desde diciembre se complementó con muestreos de La Chimba. El período de muestreo completo en la II Región abarcó desde el 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010. Los reproductores midieron entre 57,16 mm y 71,86 mm de longitud máxima y 14,6 gr y 29,53 gr de peso de partes blandas (Tabla XIV).

Tabla XIV. Fechas de muestreo y datos morfométricos de los reproductores utilizados para el análisis de ciclo reproductivo de *G. solida* en la II Región, Cifuncho y La Chimba,. (LM: Longitud Máxima; HM: Altura Máxima; PT: Peso Total; PPB: Peso Partes Blandas; X: Promedio; DE: Desviación Estándar)

Fecha	LM		HM		PT		PPB		n
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	
29 Jun. 2009	69,66	7,66	53,00	9,23	60,19	23,67	22,29	6,71	30
28 Jul. 2009	57,16	11,60	44,29	11,45	38,37	23,52	14,58	8,32	16
23 Ago. 2009	71,45	4,81	64,05	2,67	84,33	12,21	23,73	6,32	6
30 Sep. 2009	69,70	6,24	61,85	5,48	91,34	22,18	27,93	7,19	10
02 Nov. 2009	70,94	5,25	52,95	4,39	70,90	17,00	26,99	5,94	30
16 Dic. 2009	70,32	2,73	50,62	2,38	59,12	8,66	24,40	2,97	30
10 Ene. 2010	66,36	5,56	49,73	10,17	49,45	14,13	24,02	10,04	30
04 Feb. 2010	59,22	5,55	42,67	4,22	37,86	13,75	18,36	5,36	30
03 Mar. 2010	67,40	4,05	50,68	4,86	61,18	13,31	23,86	4,13	30
21 Abr. 2010	70,48	5,77	52,01	4,48	69,20	15,68	28,89	6,19	30
26 May. 2010	71,86	5,05	53,05	3,94	81,63	18,78	29,53	5,22	30

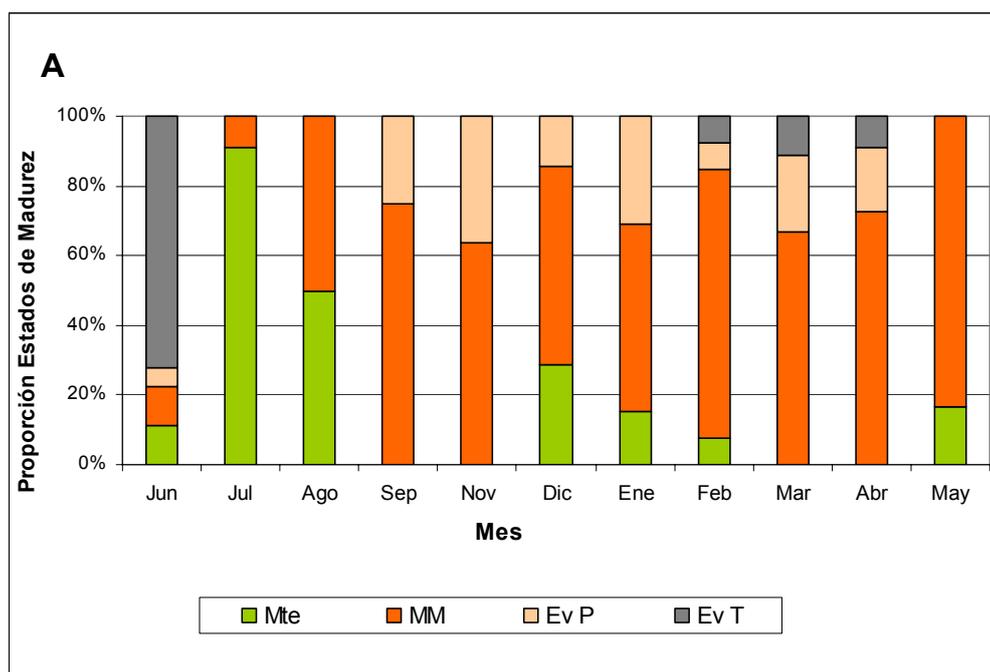
### **Gari solida, II Región, Cifuncho La Chimba: Ciclo Reproductivo**

Para describir los estados de madurez y el ciclo reproductivo de *Gari solida* de la II Región se utilizaron un total de 235 preparaciones, 111 de hembras y 124 de machos, que fueron asignadas a los diferentes estados de madurez (Tabla XV).

Tabla XV. Número de ejemplares por estado de madurez gonadal de *G. solida* en Cifuncho y La Chimba, II Región. Los muestreos en Cifuncho se realizaron entre 29 de junio y el 2 de noviembre de 2009 y en la Chimba, entre el 16 de diciembre de 2009 y el 26 de mayo de 2010.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Mte	MM	Ev P	Ev T	n	Mte	MM	Ev P	Ev T	n
<b>Jun</b>	2	2	1	13	<b>18</b>	1	1	4	6	<b>12</b>
<b>Jul</b>	10	1			<b>11</b>	8				<b>8</b>
<b>Ago</b>	1	1			<b>2</b>	4				<b>4</b>
<b>Sep</b>		3	1		<b>4</b>		6			<b>6</b>
<b>Nov</b>		7	4		<b>11</b>	1	13	3		<b>17</b>
<b>Dic</b>	2	4	1		<b>7</b>	2	5	4		<b>11</b>
<b>Ene</b>	2	7	4		<b>13</b>		4	5	1	<b>10</b>
<b>Feb</b>	1	10	1	1	<b>13</b>		7	7	1	<b>15</b>
<b>Mar</b>		6	2	1	<b>9</b>		11	3		<b>14</b>
<b>Abr</b>		8	2	1	<b>11</b>		14	3		<b>17</b>
<b>May</b>	2	10			<b>0</b>		10			<b>10</b>

En la II Región, en junio, la población de *G. solida*, se encuentra mayormente desovada. En hembras la evacuación parcial y total alcanza 72,2 % y 5,6 %, respectivamente. En machos un 50 % y 33,3 % corresponden a los mismos estados. Julio y agosto corresponden a meses de recuperación y la mayoría de los ejemplares se encuentra en estado madurante. A partir de agosto el estado de máxima madurez en hembras alcanza un 50% y en machos, el 100 % se encuentra en estado madurante. Cabe destacar, sin embargo, que en ese muestreo ya se reflejaba la escasez de ejemplares y solo se pudo coleccionar 4 machos y 2 hembras. En los meses siguientes la población se encuentra reproductiva y en ambos sexos se registran altos porcentajes de ejemplares en madurez máxima y evacuación parcial. Desde noviembre a febrero se registran ejemplares en maduración lo que indica que durante ese período ocurre una evacuación más intensa en parte de la población. El máximo de este estado se alcanza en diciembre con un 28,6 % de las hembras y un 18,2 % de los machos. Desde marzo a mayo, en ambos sexos predominan los estados de madurez máxima y evacuación parcial. La madurez máxima en hembras y machos varía alrededor del 70 % y el restante se encuentra en evacuación parcial a excepción de mayo en que el 100% de los machos se encuentran en madurez máxima y las hembras sobre un 83% (Fig. 39).



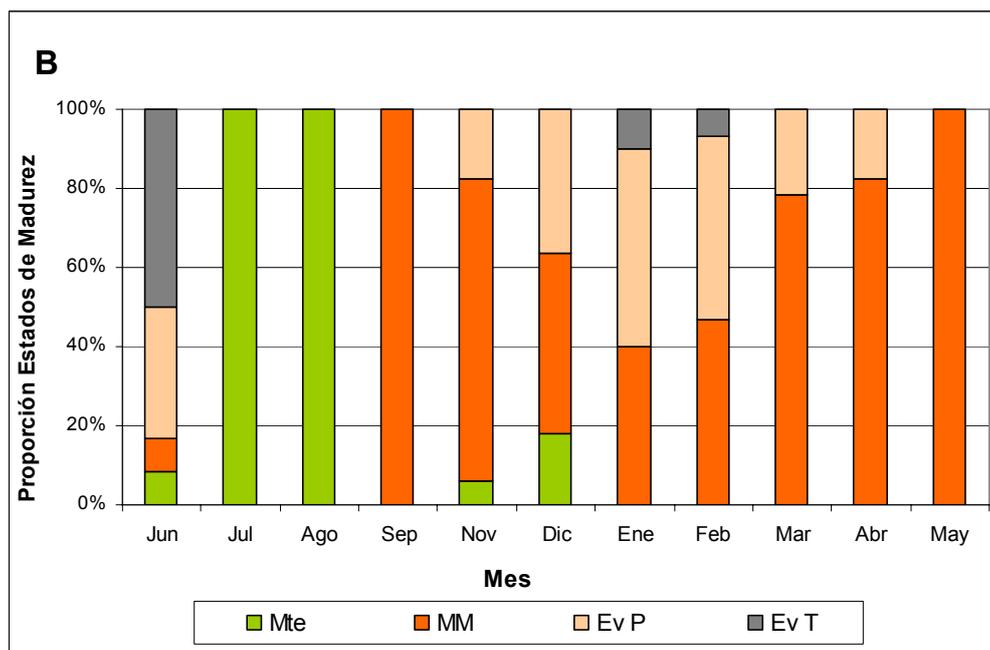


Figura 39. Proporción de estados de madurez gonadal de (A) hembras y (B) machos de *G. solida* en la II Región, Cifuncho y La Chimba. Los muestreos en Cifuncho se realizaron entre 29 de junio y el 2 de noviembre de 2009 y en la Chimba, entre el 16 de diciembre de 2009 y el 26 de mayo de 2010. (Mte: Madurante; MM: Máxima Madurez; Ev P: Evacuación parcial; Ev T: Evacuación Total y Regresión)

El **Índice de Madurez Gonadal (IMG)** de *G. solida* en la II Región varió entre 1,6 y 4 en machos y hembras. En las hembras los valores más altos de 3,6 a 3,8 se registraron en septiembre, noviembre y mayo, meses con las mayores proporciones de ejemplares en máxima madurez, sobre 64%. El valor más bajo, 1,6, de junio coincide con un alto porcentaje de ejemplares en evacuación total, 72,2%. En machos, los valores más altos, sobre 3,8, se registraron en los meses de septiembre y marzo-mayo. Estos coinciden con porcentajes de 72% a 100% de máxima madurez. Los valores más bajos, 2,0, corresponden a los meses de junio, julio y agosto. En junio, predominaron los ejemplares en evacuación total, y en los dos restantes, corresponden a un 100% de ejemplares madurantes, aún cuando se debe tener en cuenta que el número de ejemplares macho en esos meses era pequeño (Fig. 40).

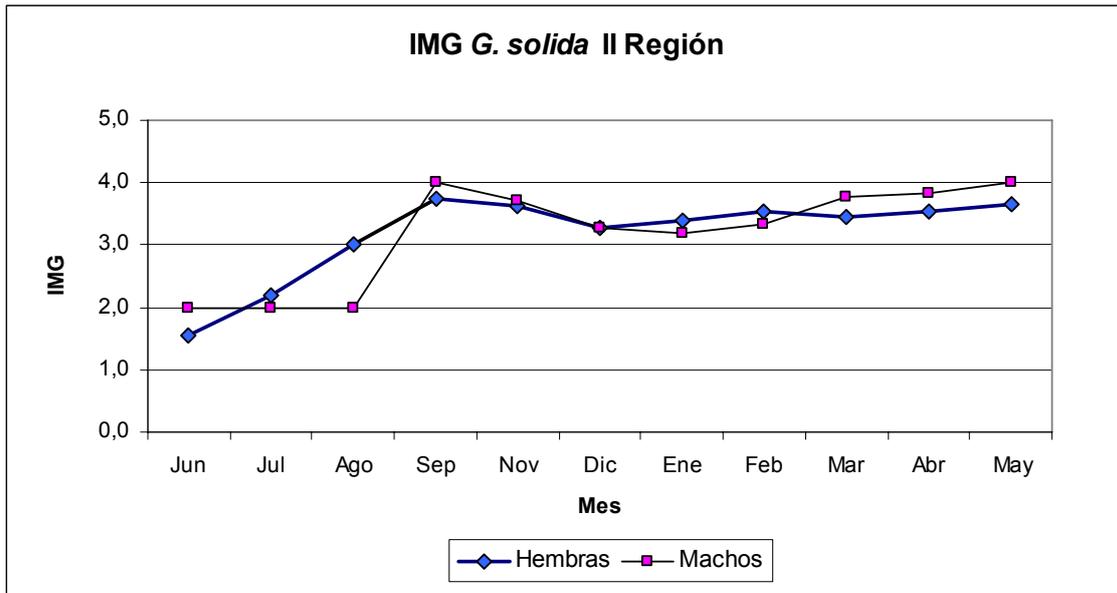


Figura 40. Índice de Madurez Gonadal de hembras y machos de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010.

El **Coefficiente Gamético (CG)** en hembras de *G. solida* en la II Región, varió de 4,2 a 25,6. Los valores más altos, 24,7 y 25,6, se registraron en agosto y abril. Abril correspondió a uno de los meses con mayor proporción de ejemplares en máxima madurez, pero no fue el mayor. Los valores más bajo, 5 y 4,2 en junio y julio, respectivamente, coinciden con un predominio de ejemplares en maduración y evacuación total (Fig. 41).

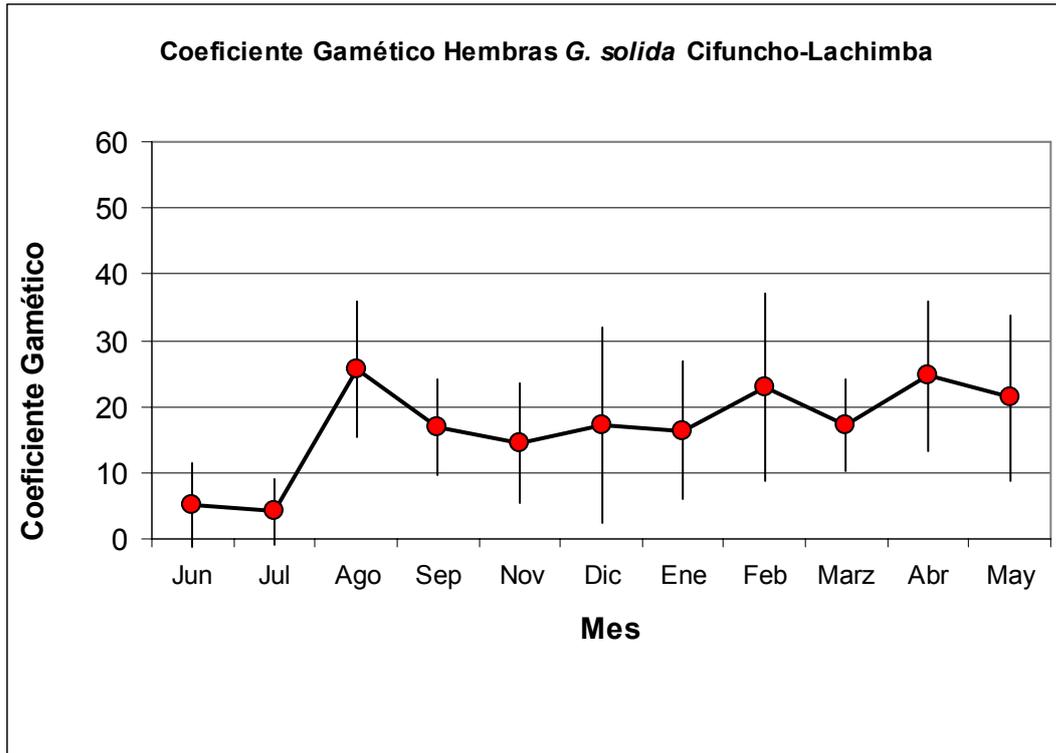


Figura 41. Coeficiente Gamético de hembras de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010.

El **Índice de Condición (IC)** de hembras y machos de *G. solida* en la I Región, varió de 28,0 a 49,4. El IC en esta región no tiene relación con la proporción de ejemplares en diferentes estados de madurez como se observó en las localidades anteriores. Los valores más altos de IC, enero y febrero, 46,9 y 49,4, respectivamente, no coinciden con los mayores porcentajes de ejemplares maduros encontrados durante el ciclo, pues solo alcanzan de 40 a 76% en hembras y machos, mientras que en septiembre y mayo, los ejemplares maduros variaban de 75% a 100% y el IC solo alcanzó 31 y 37, respectivamente. Por otro lado, en junio el IC es comparativamente alto, 38,9, pero la mayor proporción de ejemplares se encontraba evacuado totalmente, 72,2% hembras y 50% machos (Fig. 42).

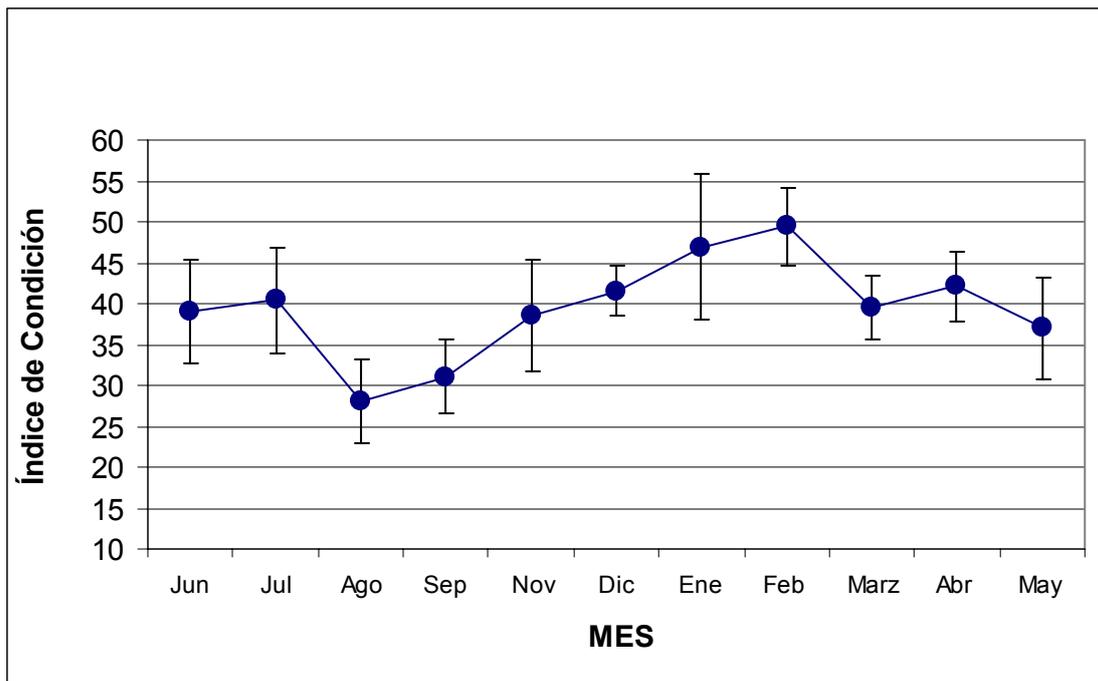


Figura 42. Índice de Condición de hembras y machos de *G. solida* en la II Región, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010.

### 3.2.2 Talla de Primera Madurez Sexual (TPMS) de *Protothaca thaca*

#### 3.2.2.1 Camarones, XV Región, 8 de Noviembre de 2009

En Camarones, XV Región, se recolectaron 20 ejemplares de *P. thaca* de tallas pequeñas en el muestreo del 8 de noviembre de 2009. El rango muestreado abarcó desde 22.7 mm a 35.9 mm de longitud máxima. Los ejemplares más pequeños en estado de madurez máxima correspondieron a una hembra de 26.4 mm de longitud máxima y 1.27 gr de peso de partes blandas y a un macho de 31.9 mm y 2.9 gr de peso. Sobre esta talla los ejemplares eran de sexo reconocible y se encontraban en estado de madurez máxima o madurante con gónada bien desarrollada (Tabla XVI).

Tabla XVI. Estados de de madurez gonadal de ejemplares de *P. thaca* menores a 50 mm recolectados en Camarones el 8 de noviembre de 2009. (H= hembra; I= Indeterminado; M: Macho; MM: Madurez Máxima; Mte: Madurante)

LM	HM	PT	PPB	Sexo	Estado
22.7	18.3	3.39	0.83	M	Mte
25.5	22.7	5.98	1.52	I	I
26.4	23	5.97	1.27	H	MM
26.7	22.5	5.19	1.38	H	MM
27.2	22.7	6.18	1.2	H	MM
28.4	22.9	6.81	1.45	M	Mte
28.7	24.9	6.75	1.43	H	Mte
30.6	25.8	9.05	2.33	H	MM
30.8	26.2	8.75	2.25	H	Mte
31.3	26.2	8.78	1.93	M	Mte
31.3	24.7	7.23	1.82	H	MM
31.5	25.1	6.69	1.59	H	Mte
31.7	27.3	10.75	2.56	M	Mte
31.8	26.2	8.03	2.04	I	I
31.9	26.2	9.32	2.11	M	MM
31.9	26.9	9.82	2.7	M	MM
32.3	26.1	8.97	2.29	H	MM
32.9	28.4	11.28	2.64	M	MM
34.2	29.4	12.18	2.93	M	MM
35.9	29.8	12.42	3.08	M	Mte

### 3.2.2.2 Camarones, XV Región, 14 de enero de 2010

En Camarones, XV Región, solo se recolectaron 10 ejemplares de tallas pequeñas en el muestreo del 14 de enero de 2010. El rango muestreado abarcó desde 30.4 mm a 47.8 mm de longitud máxima. Todos los ejemplares tenían sus gónadas bien desarrolladas y se encontraban en estado de madurez máxima o en estado de evacuación parcial (Tabla XVII).

Tabla XVII. Estados de de madurez gonadal de ejemplares de *P. thaca* menores a 50 mm recolectados en Camarones el 14 de enero de 2010. (Ev P= Evacuación parcial; H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; MM: Madurez Máxima)

LM	HM	PT	PPB	Estado	Estado
30.4	26.1	8.2	4.87	M	MM
35.2	28.8	10.39	2.85	H	MM
37.5	31.9	12.92	2.89	H	MM
37.7	33.5	14.9	3.99	H	MM
38.3	33.5	10.62	2.86	M	MM
42.7	35.4	20.73	5.09	H	Ev P
43.9	36.5	20.8	5.18	H	MM
44.9	40.9	20.94	4.86	H	Ev P
46.5	42	26.1	5.91	H	MM
47.8	40.4	27.39	6.81	M	Ev P

**3.2.2.3 San Marco, I Región, 10 de noviembre de 2009**

En San Marco, I Región, se pudo recolectar 25 ejemplares de tallas pequeñas en el muestreo del 10 de noviembre de 2009. En el rango muestreado de 13.9 mm a 25.4 no se pudo determinar el sexo de los ejemplares debido a que la gónada no se encontraba aún desarrollada, excepto en un ejemplar de 18.7 mm que poseía ovocitos en estados tempranos de desarrollo clasificado como madurante temprano. El ejemplar más pequeño en estado de madurez máxima correspondió a una hembra de 26.4 mm de longitud máxima y 1.37 gr de peso de partes blandas. En este grupo no se encontró ningún macho en estado de madurez máxima (Tabla XVIII).

Tabla XVIII. Estados de de madurez gonadal de ejemplares de *P. thaca* menores a 50 mm recolectados en San Marco el 10 de noviembre de 2009. (H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; Mte: Madurante)

LM	HM	PT	PPB	Sexo	Estado
13.9	11.7	0.85	0.08	I	I
15.3	12.3	0.95	0.22	I	I
16.6	13.8	1.31	0.17	I	I
16.6	14.1	1.4	0.27	I	I
16.9	12.9	1.04	0.24	I	I
17.3	14.5	1.51	0.34	I	I
17.3	14.1	1.25	0.31	I	I
18.1	15.6	1.91	0.45	I	I
18.2	15.1	1.82	0.33	I	I
18.7	15.2	1.71	0.44	H	Mte
20.4	16.5	2.35	0.51	I	I
20.8	16.9	2.53	0.58	I	I
20.9	17.2	2.43	0.71	I	I
21.2	17.3	2.78	0.6	I	I
21.4	17.2	2.67	0.62	I	I
21.43	17.8	2.88	0.49	I	I
22	17.7	2.89	0.62	I	I
22.3	17.6	2.82	0.55	M	Mte
22.8	19.3	3.81	1.11	I	I
23.2	19.1	3.61	0.8	H	Mte
25.4	21.3	4.85	1.1	M	Mte
26.4	20.1	4.99	1.37	H	MM
27.2	21.4	4.99	1.23	I	I
27.93	22.9	5.63	1.25	I	I
29.9	25	7.42	1.88	M	Mte

**3.2.2.4 San Marco, I Región 17 de enero de 2010**

En San Marco, I Región, se recolectaron 32 ejemplares menores a 42 mm en el muestreo del 17 de enero de 2010. El rango muestreado abarcó desde 12.3 mm a 42 mm. Desde 12.2 mm a 29.1 mm no se pudo determinar el sexo de los ejemplares, excepto en un par de ejemplares macho de 21.8 mm y 28.1 mm que poseía un desarrollo muy temprano de sus gónadas. Los ejemplares más pequeños en estado de madurez máxima correspondieron a un macho de 31.4 mm de longitud máxima y 3.37 gr de peso y una hembra de 33.0 mm y 1.93 gr de peso de partes blandas. (Tabla XIX).

Tabla XIX. Estados de de madurez gonadal de ejemplares menores de *P. thaca* a 50 mm recolectados en San Marco el 17 de enero 2010. (H= hembra; I= Indeterminado; M= Macho; MM: Madurez Máxima; Mte: Madurante)

LM	HM	PT	PPB	Sexo	Estado
12.3	10.6	0.44	0.09	I	I
12.8	10.8	0.57	0.09	I	I
13.9	12.1	0.81	0.16	I	I
16.3	13	1.08	0.22	I	I
16.5	13.9	1.14	0.24	I	I
16.6	13.6	1.21	0.25	I	I
17	14.1	1.34	0.27	I	I
17	14.1	1.24	0.27	I	I
17.7	14.1	1.37	0.27	I	I
18.2	16.3	1.66	0.36	I	I
18.5	15.2	1.73	0.38	I	I
18.6	15	1.97	0.41	I	I
18.9	16	1.67	0.36	I	I
19.3	15.8	1.82	0.4	I	I
19.4	16.3	1.92	0.39	I	I
19.4	14.9	1.24	0.23	I	I
19.8	16.1	2.14	0.41	I	I
21	16.2	2.09	0.45	I	I
21.8	17.4	2.26	0.51	M	Mte
23.3	19.8	3.48	0.69	I	I
24.7	20.3	3.25	0.64	I	I
24.9	21.3	4.4	0.95	I	I
25.4	21	4.1	0.97	I	I
26.1	22.2	4.97	0.79	I	I
28.1	23.4	6	1.27	M	Mte
29.1	24	5.62	1.27	I	I
30.5	25.1	7.56	1.51	M	MM
31.2	31.2	7.52	1.64	M	Mte
31.4	33.1	13.6	3.37	M	MM
33	26.9	9.48	1.93	H	MM
38.8	32	14.75	3.38	H	MM
42	35.1	19.82	4.88	M	MM

### 3.2.3 Fecundidad Potencial

La fecundidad potencial (FP) estimada para *Protothaca thaca* en Camarones, XV Región varió entre 5,181,030.15 y 15,967,810.39 en ejemplares adultos. Las tallas de los ejemplares varió entre 53.6 y 67.8 mm de longitud máxima. En San Marco, I Región la FP varió de 4,425,698.92 a 7,078,114.68 y el tamaño de los ejemplares varió entre 56.1 mm y 62.9 mm. En Cifuncho, II Región varió entre 4,222,436.68 y 15,030,866.62. En general, no se notó una relación clara entre el tamaño y la FP aún cuando cabe destacar que el rango de tamaños no fue muy amplio en cada localidad (Tabla XX).

Tabla XX. Fecundidad Potencial (FP) para *Protothaca thaca* provenientes de Camarones, XV Región, San Marco, I Región y Cifuncho, II Región. (HM= Altura máxima, LM: Longitud máxima; PPB= Peso partes blandas; PT= Peso total)

<i>Protothaca thaca</i> Camarones XV Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
60.6	50.4	43.51	14.73	5,181,030.15
58.3	48.4	40.53	9.74	5,229,329.21
67.8	56.9	74.26	19.86	7,163,062.24
65.5	56.8	75.82	18.7	9,187,851.16
53.6	47.9	39.92	9.89	12,206,472.14
68	57.7	70.67	21.04	15,967,810.39
<i>Protothaca thaca</i> San Marco I Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
62.9	47.8	43.81	14.28	4,425,698.92
61.1	51.9	57.89	17.79	6,574,667.72
56.1	49	47.33	16.38	6,835,337.69
60.9	48.5	48.5	16.42	7,078,114.68
<i>Protothaca thaca</i> Cifuncho II Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
67.7	55.3	72.66	19.51	4,222,436.68
59.7	52.1	58	18.46	6,881,793.37
60	49.6	53.39	12.18	8,205,089.81
62	54.5	50.73	16.05	8,837,442.81
69.3	56.2	85.85	19.55	13,165,235.07
64.1	55.1	91.09	25.16	15,030,866.62

La fecundidad potencial (FP) estimada para *Gari solida* en Camarones, XV Región varió entre 2,809,736.05 y 4,995,719.67 en ejemplares adultos. Las tallas de los ejemplares varió entre 70.1 y 70.8 mm de longitud máxima. En San Marco, I Región la FP varió de 4,317,017.86 a 13,696,976.79 y el tamaño de los ejemplares varió entre 56.1 mm y 62.9 mm. En La Chimba, II Región varió entre 3,299,931.866 y 11,027,826.22. Igualmente, no

se encontró una relación entre el tamaño y la FP aunque el rango de tamaños no fue muy amplio (Tabla XXI).

Tabla XXI. Fecundidad Potencial (FP) para *Gari solida* provenientes de Camarones, XV Región, San Marco, I Región y La Chimba, II Región. (HM= Altura máxima, LM: Longitud máxima; PPB= Peso partes blandas; PT= Peso total).

<i>Gari solida</i> Camarones XV Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
71.1	46.8	55.84	25.01	2,809,736.05
75.5	56	68.7	25.63	2,903,118.12
70.1	50.2	41.76	22.52	3,038,998.93
72.6	54	59.43	22.33	4,207,305.68
78	58.3	56.22	21.63	4,770,380.52
70.3	50.6	76.26	31.14	4,995,719.67
<i>Gari solida</i> San Marco I Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
73.1	50.4	63.22	31.31	4,317,017.86
75.1	51.4	81.29	32	8,469,196.66
69.4	48.6	59.67	31.01	10,893,161.29
72.4	50.8	63.22	31.31	13,696,976.79
<i>Gari solida</i> La Chimba II Región				
LM	HM	PT	PPB	FP
63.9	45.4	53.87	19.37	3,299,931.86
70.5	49.5	67.86	26.97	3,802,425.49
69.2	50.3	59.88	23.68	5,950,751.44
70	51.4	63.43	22.62	6,242,198.45
63.4	42.4	43.1	18.39	9,845,080.97
70.4	48.9	53.22	25.24	11,027,826.22

### 3.3 Objetivo específico 2. Determinar la parasitación por tremátodos (sobreoferta)

#### 3.3.1 Parásitos de *Protothaca thaca* (almeja)

##### 3.3.1.1 *P. thaca*, XV Región

**En la XV Región, Camarones,** se registró un solo ejemplar macho en evacuación total de *P. thaca*, infestado con un par de cestodos en el intestino que corresponde al 4,4% de ese mes (Fig. 43). Las medidas morfométricas corresponden al rango del resto de los ejemplares. La prevalencia de cestodos, determinada considerando todos los ejemplares de *P. thaca* analizados en la XV Región, alcanza 0,36% (Tabla XXII).

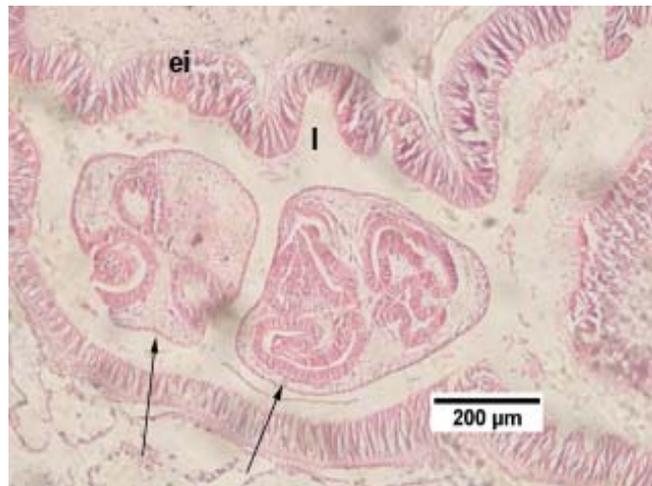


Figura 43. Céstodo en intestino de *Protothaca thaca*.

Tabla XXII. Características de ejemplares parasitados por cestodos de *P. thaca* en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010

Muestreo	Órgano	Sexo	Estado	LM	H	PT	PPB
Feb	Intestino	M	Ev T	67,5	47,3	50,42	9,21

En los órganos analizados de *P. thaca* se encontró que ocurren parásitos tremátodos en estado de metacercaria en baja frecuencia a excepción del manto que determina una prevalencia de 100%.

En la XV Región, Camarones se registró quistes de metacercaria en las branquias solo en el mes de junio en uno de 16 ejemplares revisados. En el manto, todos los ejemplares poseen quistes en todos los meses muestreados. En los sifones se encontró quistes de noviembre a enero entre 5,9% a 22,2% de los ejemplares revisados. En la gónada se determinó castración parcial en julio en una hembra (3,4%) (Fig. 44). En abril, se observó castración parcial en un macho y total en un ejemplar de sexo indeterminado (7,4%). No se registró parasitación en el pie, ni en el músculo abductor (Tabla XXIII) ni en la

glándula digestiva en igual número de ejemplares que los indicados en la columna Gónada.

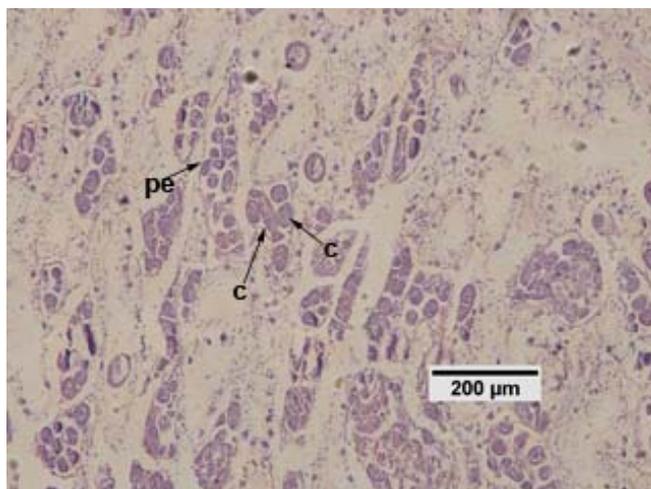


Figura 44. Castración gonadal por esporocisto de tremátodo en *Protothaca thaca*.

Tabla XXIII. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *P. thaca* de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun	16	6,3	23	100	14	0	0	0	2	0	29	0
Jul	24	0	21	100	3	0	14	7,1	13	0	29	3,4
Ago	24	0	22	100	1	0	4	0	12	0	30	0
Oct	13	0	13	100	17	0	16	0	11	0	26	0
Nov	26	0	29	100	29	0	27	22,2	28	0	30	0
Dic	15	0	17	100	14	0	17	5,9	13	0	17	0
Ene	21	0	20	100	15	0	22	9,1	19	0	20	0
Feb	14	0	22	100	21	0	22	0	16	0	23	0
Mar	19	0	21	100	19	0	21	0	20	0	20	0
Abr	25	0	25	100	22	0	23	0	15	0	27	7,4
May	26	0	27	100	26	0	26	0	19	0	27	0

### 3.3.1.2 *P. thaca*, I Región

En la I Región, en San Marco, se registró en julio un solo ejemplar macho en madurez máxima de *P. thaca*, infestado con un cestodo en el intestino que corresponde al 3,8% de ese mes. Las medidas morfométricas corresponden al rango del resto de los

ejemplares. La prevalencia de cestodos, determinada considerando todos los ejemplares de *P. thaca* analizados en la I Región, alcanza 0,36% (Tabla XXIV).

Tabla XXIV. Características de ejemplares parasitados por cestodos de *P. thaca* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

Muestreo	Órgano	Sexo	Estado	LM	H	PT	PPB
Jul	Intestino	M	MM	69,8	54,6	62,12	19,23

En la I Región, Punta Arenas San Marco, se registró quistes de metacercaria en las branquias en el mes de marzo, 4,2%. En el manto, todos los ejemplares poseen quistes en todos los meses muestreados. En los sifones se encontró quistes de septiembre a febrero entre 4.8% a 13.6% de los ejemplares revisados. En la gónada se determinó castración parcial en julio y agosto, en una hembra y un macho, respectivamente. En noviembre se registró el porcentaje más alto de castración total y parcial, 11,1%, y en marzo y mayo la parasitación ocurrió sobre un individuo cada mes. No se registró parasitación en el pie, en el músculo abductor (Tabla XXV) ni en la glándula digestiva en igual número de ejemplares que los indicados en la columna Gónada. Se determinó quiste de metacercaria en la pared del cuerpo de un ejemplar en julio, 3,3 %.

Tabla XXV. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *P. thaca* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun			25	100	24	0	3	0	1	0	30	0
Jul	28	0	25	100	4	0	6	0	18	0	26	3,8
Ago	17	0	17	100	1	0	6	0	13	0	21	4,8
Sep	19	0	20	100	19	0	19	5,3	13	0	30	0
Nov	29	0	29	100	30	0	30	6,7	30	0	27	11,1
Dic	15	0	18	100	19	0	21	4,8	18	0	15	0
Ene	22	0	23	100	18	0	22	13,6	17	0	22	0
Feb	25	0	30	100	29	0	30	0	26	0	23	0
Mar	24	4,2	24	100	23	0	23	0	22	0	25	4,0
Abr	26	0	28	100	24	0	28	0	20	0	28	0
May	30	0	32	100	32	0	32	0	20	0	28	3,6

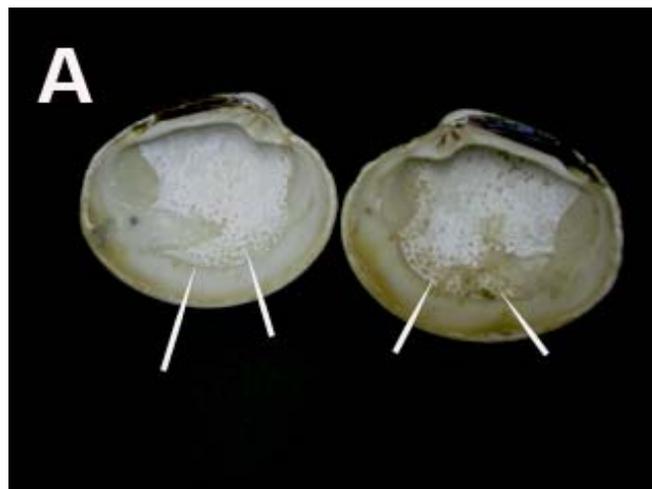
### 3.3.1.3 *P. thaca*, II Región

En la II Región, Cifuncho, se registró quistes de metacercaria en las branquias en el mes de junio, en un ejemplar (5,9%). En el manto, todos los ejemplares poseen quistes en

todos los meses muestreados. En los sifones se encontró quistes en noviembre y diciembre, 26,7% y 14,3%, respectivamente. En la gónada se determinó castración parcial en noviembre, abril, una hembra y un macho respectivamente y en diciembre un ejemplar con castración total. No se registró parasitación en el pie, en el músculo abductor (Tabla XXVI) ni en la glándula digestiva en igual número de ejemplares que los indicados en la columna Gónada. Se determinó quiste de metacercaria en la pared del cuerpo de un ejemplar en junio, 3,3 %.

Tabla XXVI. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *P. thaca* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun	17	5,9	19	100	13	0	0	0	1	0	30	0
Jul	20	0	25	100	7	0	5	0	10	0	30	0
Ago	17	0	21	100	1	0	3	0	8	0	29	0
Oct	10	0	11	100	16	0	16	0	10	0	31	0
Nov	28	0	28	100	30	0	30	26,7	29	0	29	4,8
Dic	13	0	19	100	17	0	21	14,3	13	0	11	4,8
Ene	18	0	19	100	17	0	17	0	13	0	14	0
Feb	25	0	25	100	24	0	24	0	24	0	25	0
Mar	25	0	26	100	24	0	26	0	22	0	30	0
Abr	21	0	25	100	25	0	26	0	15	0	24	4,8
May	24	0	26	100	23	0	25	8	24	0	27	0



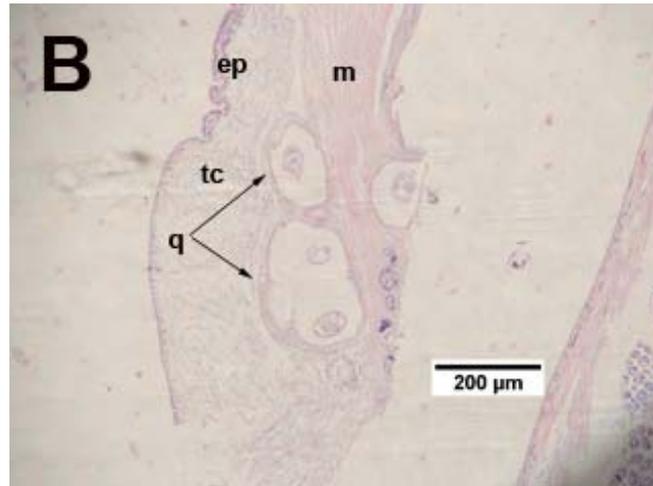


Figura 45. A) Vista interna de valvas de *P. thaca* con horadaciones causadas por quistes de metacercaria. B) Corte transversal de manto de *P. thaca*.

#### **Metacercaria del manto de *Protothaca thaca***

Las metacercaria de tremátodo presentes en el manto de *P. thaca* se encuentran enquistadas en forma individual en toda la superficie del manto. Los quistes coinciden con horadaciones en la parte interna de la concha. Las cercarias miden de 100 μm a 120 μm de longitud máxima, son de forma esférica a ovalada. La superficie del cuerpo está armada homogéneamente con espinas serradas. Posee una ventosa oral rodeada de papilas de número variable y una ventosa oral sin ornamentación externa.

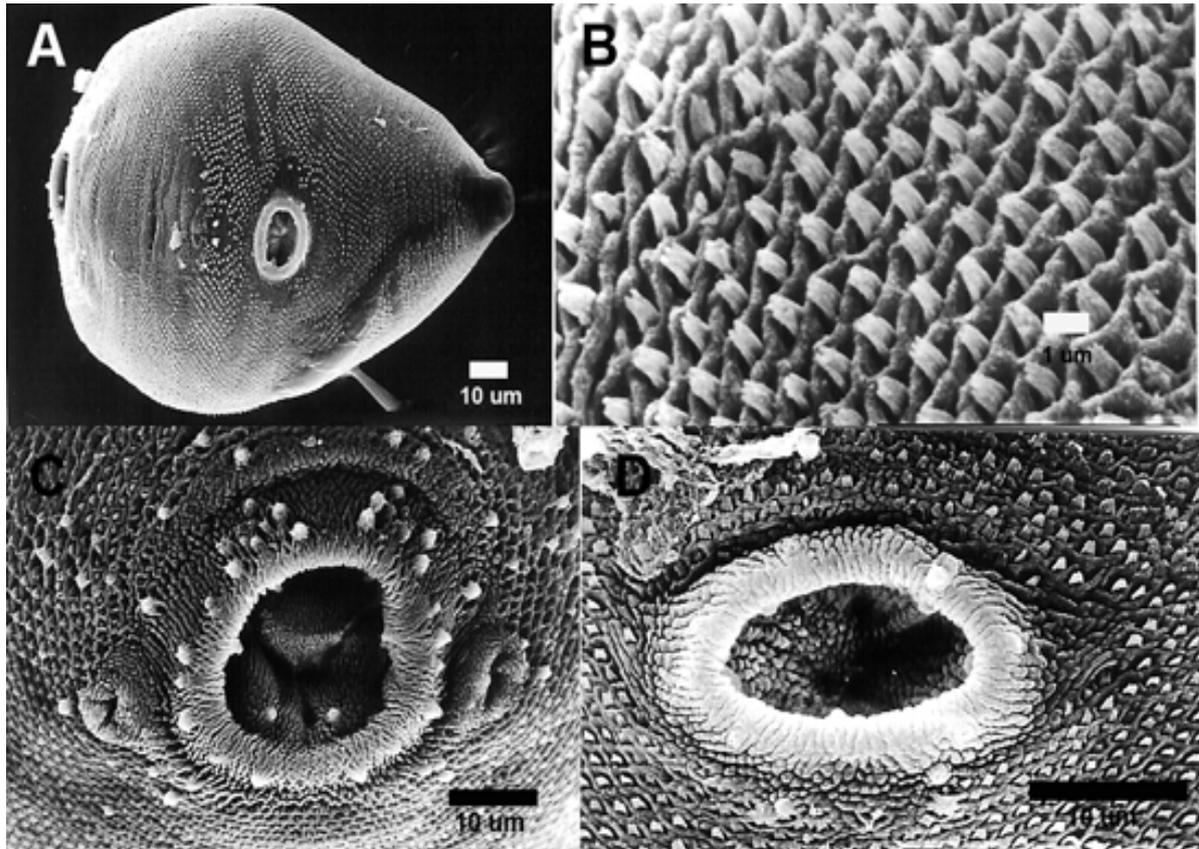


Figura 19. A) Metacercaria del tremátodo presente en el manto de *P. thaca*. B) Superficie espinada del cuerpo. C) Ventosa oral. D) Ventosa ventral.

### 3.3.2 Parásitos de *Gari solida* (culengue)

#### 3.3.2.1 *G. solida*, XV Región

En la XV Región, Camarones, la ocurrencia de parasitación por cestodos en *G. solida*, registrada con esta metodología, es muy baja. Solo en tres meses se detectó en cada ocasión, un ejemplar del muestreo parasitado con cestodos en el intestino: junio (3,7%), julio (3,5%) y Mayo (4,2%). Los ejemplares de almeja pertenecían a ambos sexos, sus medidas morfométricas estaban en el rango del resto de los ejemplares y se encontraban en diferentes estados de madurez gonadal. La prevalencia de cestodos, determinada considerando todos los ejemplares de *G. solida* analizados en la XV Región, alcanza 1,07% (Tabla XXVII).

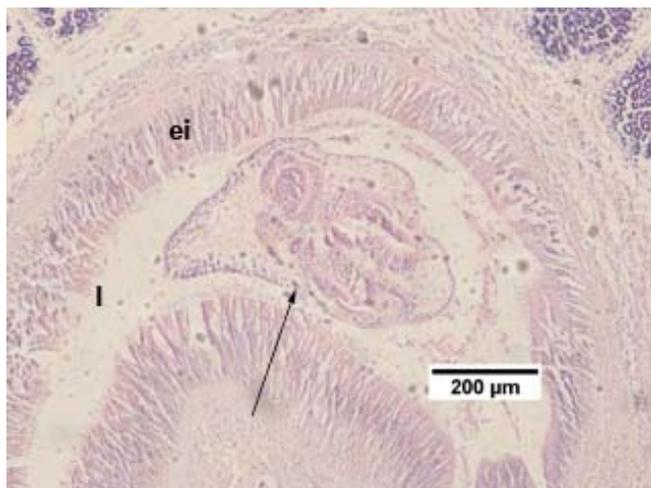


Figura 45. Céstodo en el lumen del intestino de *Gari solida*.

Tabla XXVII. Características de ejemplares parasitados por cestodos de *G. solida* de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

Muestreo	Órgano	Sexo	Estado	LM	H	PT	PPB
Jun	Intestino	M	Ev P	72,1	55,5	78,56	27,9
Jul	Intestino	H	Mte	72,2	47,6	57,57	20,07
May	Intestino	M	Reg	81,2	63	123,6	41,25

En la XV Región, Camarones se registró quistes de metacercaria en los sifones en agosto (3,6%), abril (14,3%), y mayo (3,4%). En la gónada se determinó bajo porcentaje de castración. En marzo se registró un ejemplar hembra parcialmente castrado y en abril otro, totalmente castrado de sexo indeterminado. No se registró parasitación en las branquias, en el pie, en el músculo abductor (Tabla XXVIII) ni en la glándula digestiva de igual número de ejemplares que los indicados en la columna Gónada.

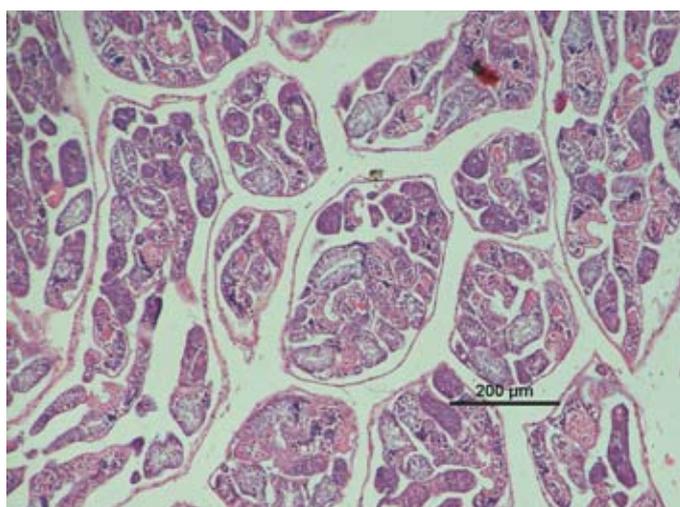


Figura 46. Castración gonadal por esporocisto de tremátodo en *G. solida*.

Tabla XXVIII. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *G. solida* de en la XV Región, Camarones, en el período 23 de junio de 2009 al 19 de mayo de 2010.

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun	26	0	18	0	17	0	2	0	3	0	27	0
Jul	30	0	25	0	23	0	16	0	24	0	29	0
Ago	30	0	28	0	3	0	7	14,3	13	0	31	0
Oct	15	0	14	0	16	0	17	0	14	0	29	0
Nov	28	0	29	0	29	0	30	0	27	0	30	0
Dic	15	0	15	0	16	0	17	0	14	0	16	0
Ene	20	0	22	0	22	0	19	0	19	0	15	0
Feb	23	0	22	0	21	0	23	0	19	0	26	0
Mar	21	0	21	0	22	0	22	0	20	0	21	4,8
Abr	24	0	28	0	26	0	28	3,6	19	0	25	4,0
May	26	0	27	3,7	28	0	29	3,4	20	0	24	0

### 3.3.2.2 *G. solida*, I Región

En la I Región, Punta Arenas San Marco, se registró quistes de metacercaria en los sifones en febrero, 5%. En la gónada se determinó castración total en dos individuos de sexo indeterminado. En marzo se registró un ejemplar hembra parcialmente castrado y en abril otro, totalmente castrado de sexo indeterminado. No se registró parasitación en las branquias, en el pie, en el músculo abductor (Tabla XXVIII) ni en la glándula digestiva de igual número de ejemplares que los indicados en la columna Gónada.

Tabla XXIX. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *G. solida* en la I Región, Punta Arenas y San Marco, en el período 26 de junio de 2009 al 18 de mayo de 2010.

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun	24	0	22	0	13	0	2	0	3	0	21	9,5
Jul	26	0	27	0	6	0	10	0	18	0	29	0
Ago	22	0	24	0	8	0	5	0	14	0	30	0
Oct	21	0	17	0	22	0	22	0	18	0	29	0
Nov	27	0	29	0	30	0	29	0	25	0	29	0
Dic	13	0	12	0	12	0	13	0	12	0	12	0
Ene	21	0	19	0	22	0	20	0	19	0	18	0
Feb	18	0	17	0	20	0	20	5	20	0	22	0
Mar	24	0	24	0	25	0	25	0	20	0	25	0
Abr	25	0	25	0	22	0	24	0	17	0	25	0
May	26	0	31	0	29	0	31	0	31	0	30	0

### 3.3.2.3 *G. solida*, II Región

En la II Región, Cifuncho, no se registró cercarias ni metacercaria en las branquias, el pie, los sifones, el músculo abductor, la gónada ni en la glándula digestiva. Un pequeño porcentaje se detectó en el manto en el mes de junio, 9,1% (Tabla XXIX)

Tabla XXX. Porcentaje de ejemplares parasitados por cercarias y metacercarias de Tremátodo en órganos de *G. solida* en la II Región, Cifuncho, en el período 29 de junio de 2009 al 26 de mayo de 2010.

Mes	Branquias		Manto		Pie		Sifones		Músculo Abductor		Gónada	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Jun	24	0	22	9,1	20	0	5	0	5	0	30	0
Jul	18	0	17	0	15	0	14	7	14	0	19	0
Ago	4	0	5	0	1	0	1	0	5	0	6	0
Sep	3	0	2	0	4	0	3	0	4	0	10	0
Nov	22	0	27	0	29	0	29	0	26	0	28	0
Dic	17	0	17	0	20	0	17	0	14	0	18	0
Ene	15	0	10	0	12	0	12	0	13	0	23	0
Feb	26	0	26	0	27	0	24	0	22	0	28	0
Mar	18	0	20	0	20	0	21	0	18	0	23	0
Abr	25	0	25	0	21	0	26	0	12	0	28	0
May	24	0	23	0	23	0	25	0	19	0	25	0

### **3.4 Objetivo específico 3. Determinar los parámetros de crecimiento ( $L^\infty$ , $K$ y $t_0$ ) de almejas y culengue**

#### **3.4.1 Marcaje y Recaptura**

El crecimiento de los individuos marcados y recapturados, tanto de *Protothaca thaca* (Fig. 47) como de *Gari solida* (Fig. 48) fue muy variable. Hubo muchos individuos que no crecieron. La dispersión de puntos generó dificultades en la estimación de parámetros. Sólo para *P. thaca* en San Marcos se observó el comportamiento esperado, con los individuos de tallas más pequeñas creciendo a mayores tasas que los más grandes.

Para *P. thaca* se observa para los tres sitios de estudios una estimación de  $L$  infinito que varía entre sitios entre 64 y 78 mm, sin una tendencia latitudinal muy clara (Fig. 47). El  $L$  infinito más alto se observa para Cifuncho. En cambio el  $K$  resulta muy variable, entre estimaciones y sitios. Los  $K$  más altos se estiman para San Marcos, los más bajos para Cifuncho.

Para *G. solida* también se observan diferencias entre sitios y estimaciones (Fig. 48). Sin embargo el  $L$  infinito tiende a variar menos, predominando las estimaciones con un  $L$  infinito entre 86 y 87 mm. El  $K$  resulta mucho más variable, con valores que van entre  $K = 0,18$  y  $K = 1,4$ . La gran dispersión de puntos, con muchos individuos que no crecieron es la que genera estas diferencias.

#### **Progresión Modal**

Las estimaciones de parámetros de crecimiento mediante el seguimiento de la progresión modal también muestran diferencias importantes entre sitios, para ambas especies (Figuras 49 y 50). En general no se forman cohortes muy evidentes que se puedan seguir en forma clara en el tiempo.

Para *Protothaca thaca* el  $L$  infinito no varía tanto, como si lo hace el  $K$  (Figura 49). De acuerdo a esta estimación, el menor crecimiento se observa para Cifuncho, y el mayor para San Marcos. Esto coincide con el patrón observado también con los individuos marcados y recapturados para esta especie en los mismos sitios.

*Gari solida* muestra una mayor variabilidad para el L infinito (Figura 50) que *P. thaca*. Para esta especie se observa el mayor crecimiento para La Chimba seguido de Camarones, siendo San Marcos donde menos crece. Sin embargo, la falta de cohortes muy evidentes, también en este caso dificultan mucho un ajuste que resulte muy convincente. En general las tres poblaciones muestran un amplio grupo de individuos de tamaño mediano y grande. Hay pocos individuos pequeños, en los cuales, cuando hay, generalmente resulta más evidente la formación de una cohorte más evidente.

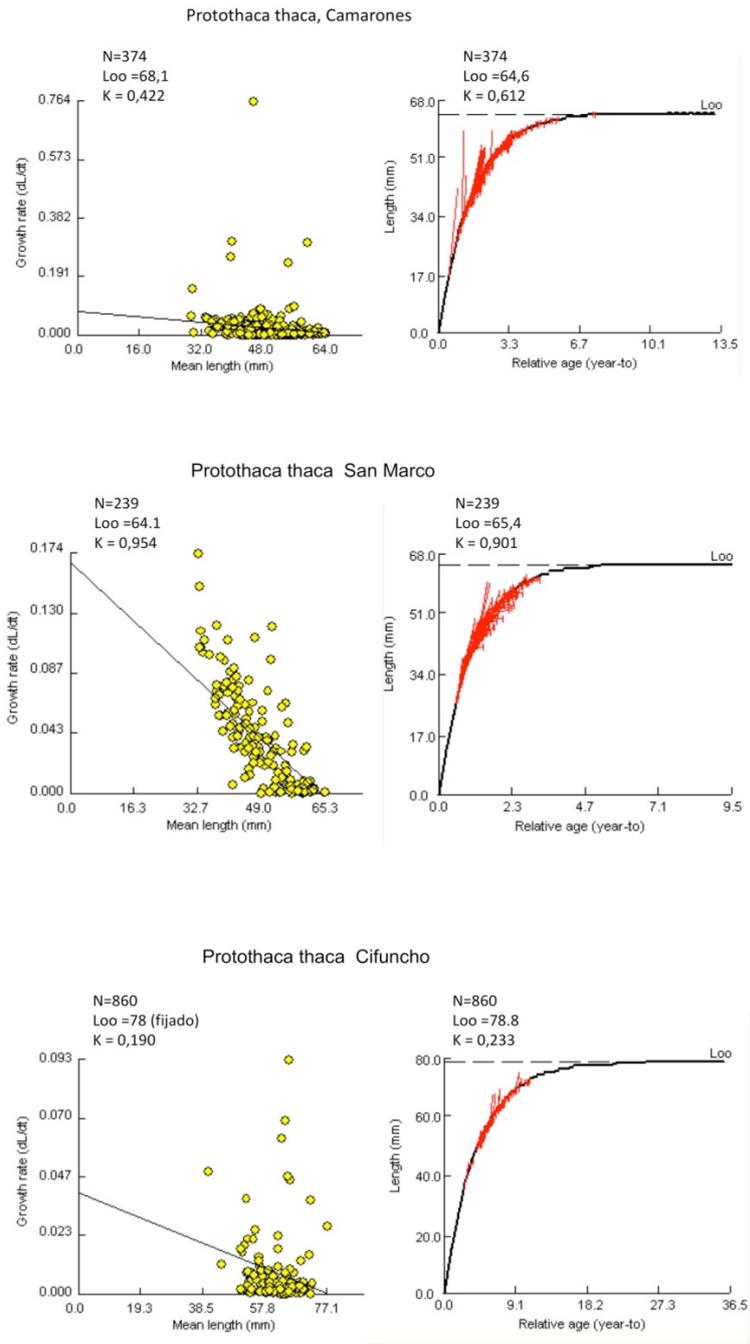


Figura 47. *Protothaca thaca*. Ajustes de Gulland & Holt (izquierda) y Munro (derecha) para diferentes sitios a los datos de individuos marcados y recapturados.

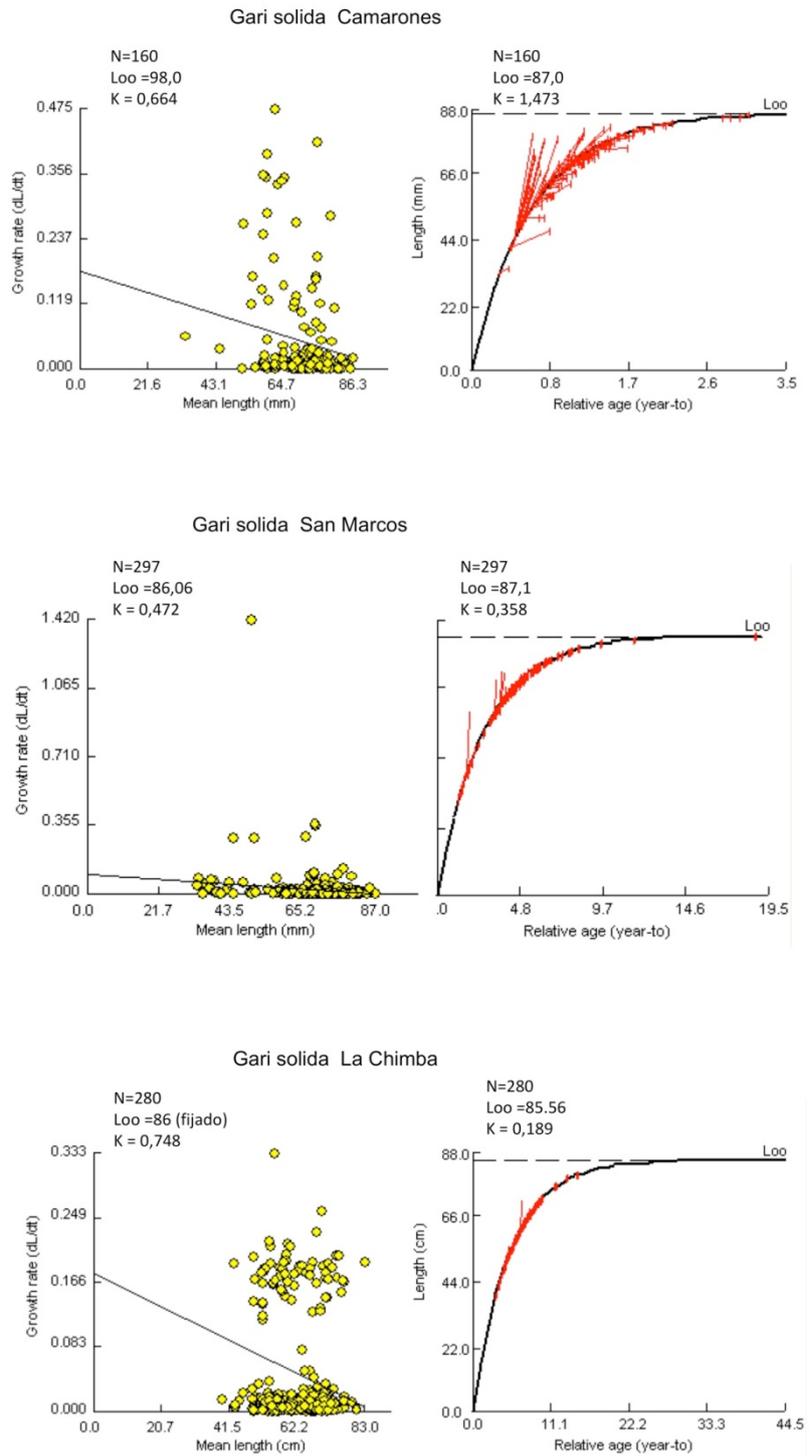


Figura 48. *Gari solida*. Ajustes de Gulland & Holt (izquierda) y Munro (derecha) para diferentes sitios a los datos de individuos marcados y recapturados.

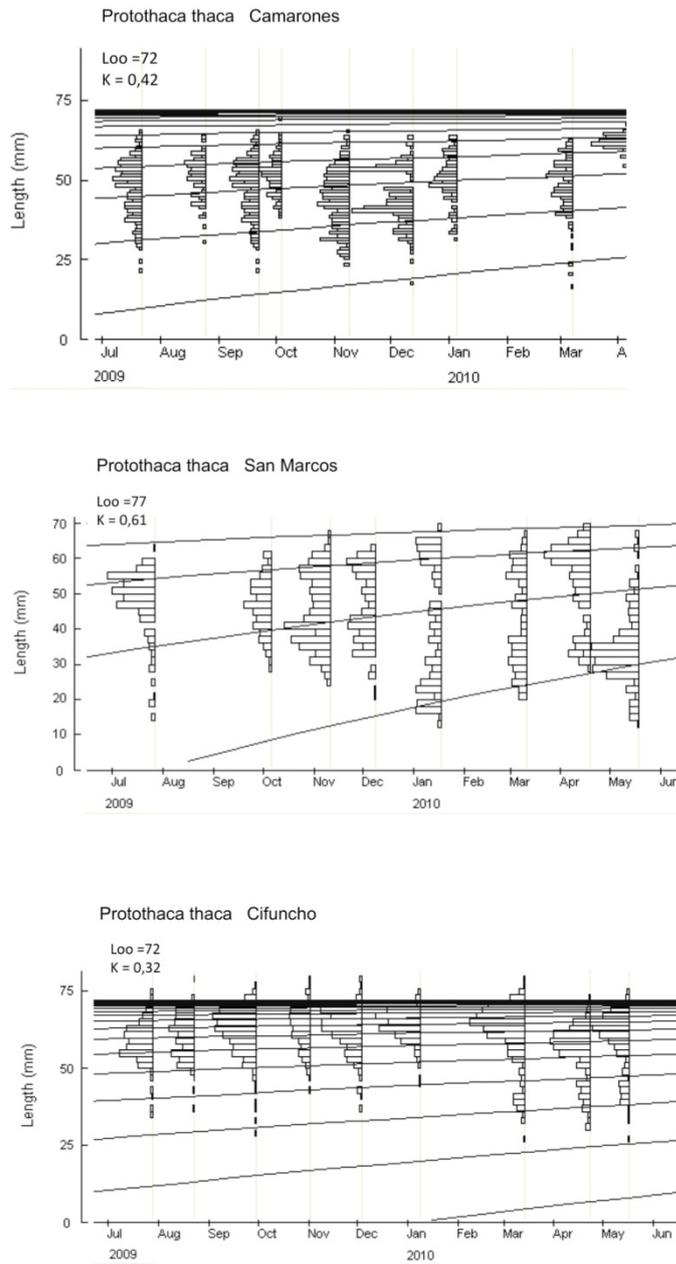


Figura 49. *Protothaca thaca*. Análisis de progresión modal con ELEFAN para los sitios en que se realizaron muestreos poblacionales mensuales

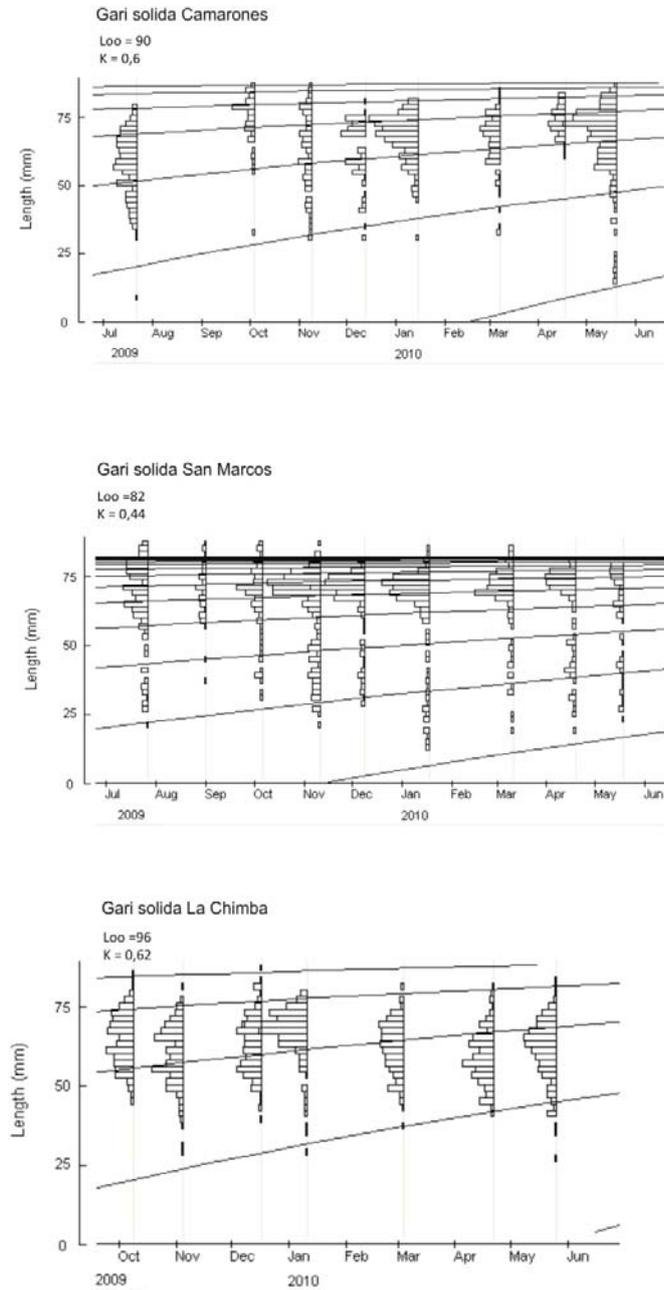


Figura 50. *Gari solida*. Análisis de progresión modal con ELEFAN para los sitios en que se realizaron muestreos poblacionales mensuales

### 3.4.2 Lectura de Anillos

#### ***Protothaca thaca* Cifuncho**

Se analizó un total de 290 ejemplares. En las muestras fue posible observar de 1 hasta 8 anillos de crecimiento (Tabla XXXI). El 62% del total de los ejemplares colectados presentó un total entre 4 y 5 anillos. Respecto a las medidas morfométricas se registro una Longitud Umbo-Borde (LUB) mínima promedio de 35,4 mm y una LUB máxima promedio de 57,4 mm (D.S. 3,5 mm). Los parámetros ajustados a la ecuación de Van Bertalanffy (VB) obtenidos correspondieron a Loo 78,2 mm y un k de 0,23 (P-value < 0,05) (Fig. 51).

Tabla XXXI. Número de anillos y medidas morfométricas *Protothaca thaca* sector de Cifuncho

Nº anillos	n	LUB		Long UB		LAP		Long AP	
		LUB min	max	Prom	DS	min	Max	Prom	DS
1 anillo	1	35,4	35,4	35,4	0	43,2	43,2	43,2	0
2 anillo	10	34,4	51	44,4	5,2	42,7	78,3	56,1	9,8
3 anillo	29	35,9	56,1	47,2	4,6	45,9	67,6	57,2	4,8
4 anillo	70	37,6	61,1	50,9	5,0	46,1	70,9	60,5	5,4
5 anillo	109	41	64,8	54,8	4,8	50,5	75,9	64,6	5,4
6 anillo	44	47,2	62,7	55,3	4,8	50,5	71,5	64,8	4,8
7 anillo	17	49,3	62,6	55,9	3,4	56,6	70,9	64,7	3,9
8 anillo	10	52,6	63,2	57,4	3,5	55,4	74,4	66,0	5,3

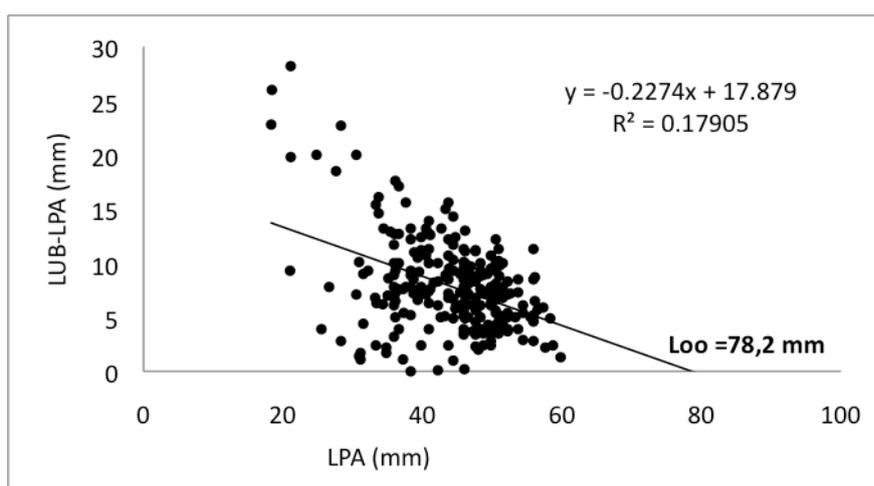


Fig. 51. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de Cifuncho a través del método de lectura de anillos. LPA= longitud penúltimo anillo.

**Protothaca thaca San Marcos**

Para este sector se analizó un total 192 ejemplares. En las muestras fue posible observar la presencia de 1 hasta 7 anillos de crecimiento. Ejemplares con 2, 3 y 4 anillos fueron los más frecuentes en las muestras, con un 83% del total (Tabla XXXII). El rango de LUB promedio para estos ejemplares fue de 46,1 mm (D.S. 4,6) hasta 50,9 mm. Los parámetros ajustados a la ecuación de VB obtenidos correspondieron a Loo 61,7 mm y un k de 0,29 (P-value < 0,05) (Fig. 52)

Tabla XXXII. Número de anillos y medidas morfométricas *Protothaca thaca* sector de San Marcos

Nº anillos	n	LUB		Long UB		LAP		Long AP	
		LUB min	max	Prom	DS	min	Max	Prom	DS
1 anillo	2	27,5	34,4	31,0	4,9	35,5	40,5	38,0	3,5
2 anillo	44	28,5	46,1	34,5	4,6	31,0	56,6	42,3	5,4
3 anillo	69	28,3	49,9	39,5	4,8	36,0	62,6	47,8	5,5
4 anillo	46	32,1	50,5	41,8	4,4	38,1	62,6	50,9	5,4
5 anillo	21	37,9	48,3	44,1	3,2	46,1	61,6	53,4	4,1
6 anillo	9	42,7	53,0	47,7	3,6	52,2	60,5	57,2	3,0
7 anillo	1	50,9	50,9	50,9	0,0	62,0	62,0	62,0	0,0

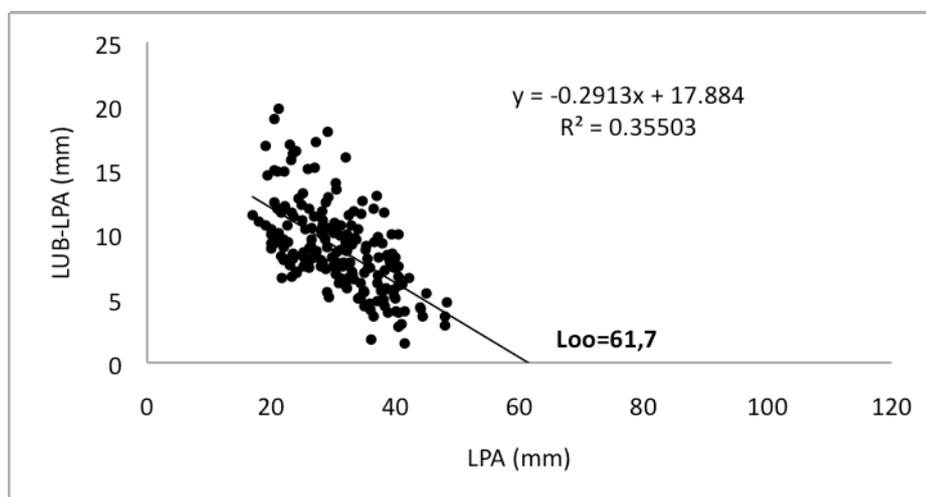


Figura 52. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de San Marcos a través del método de lectura de anillos.

**Protothaca thaca Camarones**

La lectura se realizó sobre un total 155 ejemplares. A diferencia de los sectores anteriores fue posible observar solo ejemplares que presentaron de 2 hasta 5 anillos de crecimiento, donde su LUB promedio se encontró dentro del rango de 36,4 mm (D.S.4, 8) hasta 44,2 mm (D.S. 4,5) (Tabla XXXIII). Los parámetros ajustados a la ecuación de VB obtenidos correspondieron a Loo 57,8 mm y un k de 0,34 (P-value < 0,05) (Fig. 53).

Tabla XXXIII. Número de anillos y medidas morfométricas *Protothaca thaca* sector de Camarones

Nº anillos	n	LUB		Long UB		LAP		Long AP	
		LUB min	max	Prom	DS	min	Max	Prom	DS
2 anillo	45	26,6	47,6	36,4	4,8	31,10	56,50	43,1	5,6
3 anillo	66	31,0	53,7	42,1	5,5	38,3	63,7	49,8	6,0
4 anillo	29	35,9	52,0	44,5	4,2	41,5	60,5	52,2	4,6
5 anillo	15	35,9	49,8	44,2	4,5	42,2	57,6	51,4	5,1

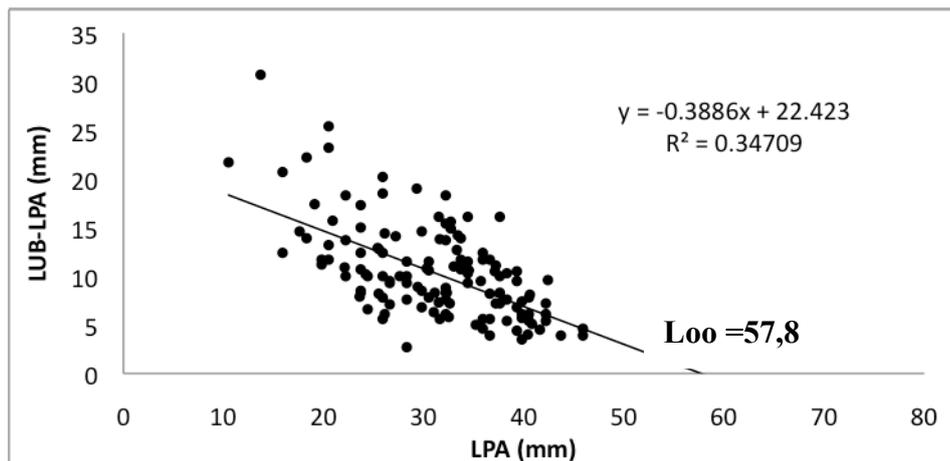


Figura 53. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Protothaca thaca* en el sector de Camarones a través del método de lectura de anillos.

### **Gari solida San Marcos**

Para el culengue en esta zona fueron analizados 79 ejemplares. En ellos fue posible identificar de 1 hasta 8 anillos de crecimiento (Tabla XXXIV). La mayor frecuencia en número total de anillos correspondió a aquellos ejemplares que presentaron 5, 6 y 7 anillos conteniendo el 80 % del total de la muestra, para dichos ejemplares sus LUB promedios observadas fueron desde los 46,7 mm (D.S. 3,4) hasta 53,7 mm (D.S.6,1). Los parámetros ajustados a la ecuación de VB obtenidos correspondieron a Loo 67,8 mm y un k de 0,27 (P-value < 0,05) (Fig. 54)

Tabla XXXIV. Número de anillos y medidas morfométricas *Gari solida* sector de San Marcos

San Marcos culenge	n	LUB		Long UB		LAP		Long AP	
		LUB min	max	Prom	DS	LAP min	Max	Prom	DS
1 anillo	1	24,6	24,6	24,6	0,0	35,1	35,1	35,1	0,0
2 Anillo	4	21,6	28,7	25,1	3,6	30,1	44,4	39,3	6,4
3 Anillo	4	23,7	39,1	32,6	6,7	34,5	49,4	44,9	7,1
4 Anillo	4	39,8	46,6	42,7	3,2	55,9	61,8	61,8	4,5
5 anillo	17	39,1	55	46,7	3,4	58,1	75,9	67,7	4,3
6 anillo	24	43,2	56,1	49,4	3,5	62	80	70,0	6,4
7 anillo	22	43,7	57,3	50,6	3,7	64,4	83,7	73,35	4,4
8 anillo	3	48,7	60,5	53,7	6,1	72,6	76,1	76,1	4,7

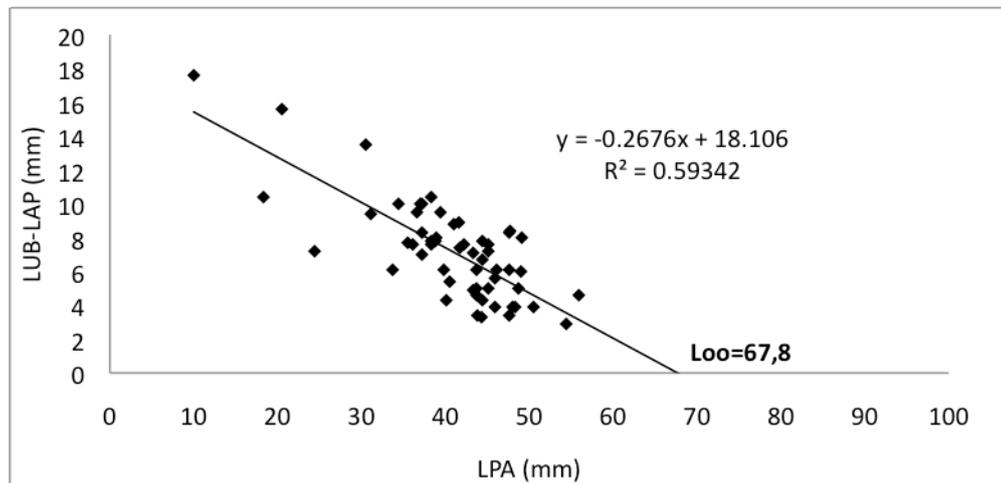


Figura 54. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Gari solida* en el sector de San Marcos a través del método de lectura de anillos.

***Gari solida* Camarones**

La lectura se realizó sobre un total de 62 ejemplares. En las muestras se observó ejemplares con 2 hasta 10 anillos de crecimiento. La mayor frecuencia en el número total de anillos correspondió a aquellos ejemplares que presentaron 5 y 6 anillos de crecimiento con un 65% del total de la muestra, donde sus medidas morfométricas oscilaron entre una LUB de 48,3 mm (D.S. 4,5) y 51,5 mm (D.S. 3,8) (Tabla XXXV). Las estimaciones de los parámetros ajustados a la ecuación de VB correspondieron a un Loo 72,1 mm y k de 0,23 (P-value < 0,05) (Fig. 55)

Tabla XXXV. Número de anillos y medidas morfométricas *Gari solida* sector de Camarones

Camarones culenge	n	LUB		Long UB		DS	LAP		Long AP	
		min	max	Prom	DS		min	Max	Prom	DS
2 anillo	1	25,5	25,5	25,5	0,0	41,1	41,1	41,1	0,0	
3 anillo	4	32,2	42,1	36,6	4,7	47,8	53,3	53,3	5,9	
4 anillo	6	40,5	46,6	43,5	2,6	58,3	66,6	63,0	3,3	
5 anillo	20	39,9	58,3	48,3	4,5	58,3	76,7	68,6	4,9	
6 anillo	20	46,6	56,6	51,5	3,8	64,5	80,5	72,4	4,9	
7 anillo	4	48	58,3	54,7	4,7	67,2	82,2	74,6	6,6	
8 anillo	2	50,1	52,2	51,2	1,5	68,3	79,8	74,1	8,1	
9 anillo	4	52,2	59,8	54,5	3,6	75,9	82,2	77,6	3,1	
10 anillo	1	55,1	55,1	55,1	0,0	79,4	79,4	79,4	0,0	

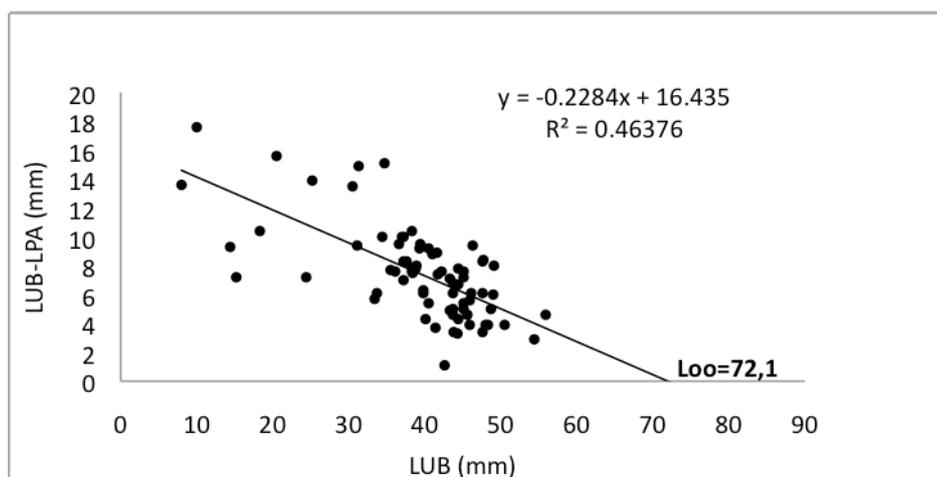


Figura 55. Estimación de Longitud máxima asintótica (Loo) para la especie *Gari solida* en el sector de Camarones a través del método de lectura de anillos.

### 3.4.3 Ajuste Modelo VB *Protothaca thaca* Comparaciones entre zonas

Los resultados de la estimación indicaron que los anillos de crecimiento observados en ambas especies tendrían un carácter anual. En las curvas de crecimiento ajustadas al modelo de VB se observa que el crecimiento de los ejemplares en los sectores de Camarones y San Marcos sería muy similares. Ambos bancos presentarían una mayor frecuencia de ejemplares de 3 a 4 años de edad. Se diferencia de ello el sector de Cifuncho, localidad que presenta una tasa de crecimiento más alta y hasta una longitud máxima asintótica mayor. Además su banco estuvo compuesto principalmente por ejemplares de entre 4 a 5 años de edad. (Fig. 56)

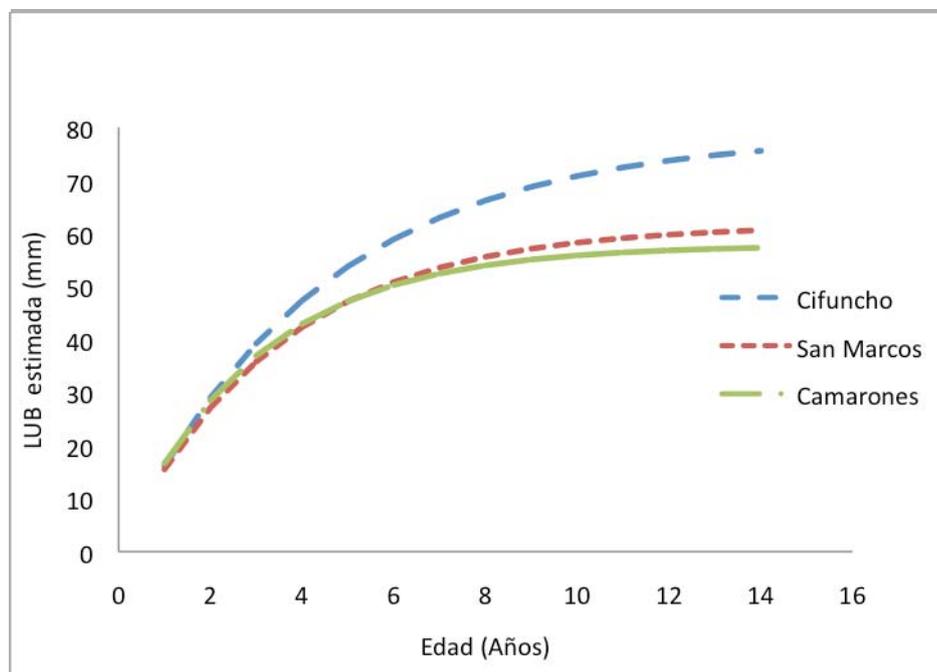


Figura 56. Curvas de von Bertalanffy registradas para *Protothaca thaca* en diferentes localidades de estudio obtenida por el método de lectura de anillos.

### 3.4.4 Comparaciones entre zonas Ajuste Modelo VB *Gari solida*

El ajuste de las curvas de crecimiento al modelo de VB para la especie *Gari solida* en los sectores San Marcos y Camarones se presentó muy similar. En ambas localidades la edad que presentaron las mayores frecuencias fueron los 5 y 6 años (Fig. 57).

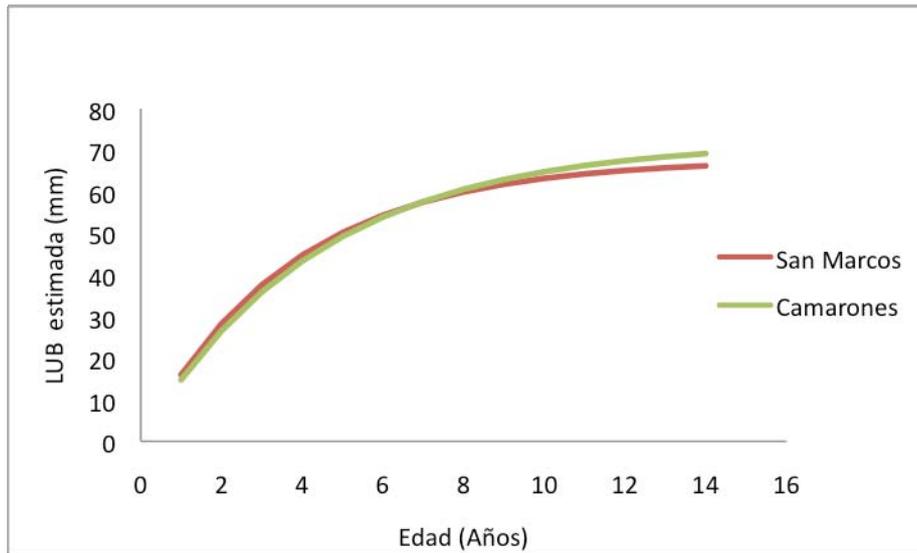


Figura 57. Curvas de von Bertalanffy registradas para *Gari Solida* en diferentes localidades de estudio obtenida por el método de lectura de anillos.

Relación LUB y N° de anillos para *Protothaca thaca* comparación entre localidades.

Al comparar los distintos sectores se observaron diferencias en la representación del número total de anillos de los ejemplares contenidos en la muestra. En las localidades de San Marcos y Cifuncho fue posible observar ejemplares de 1 hasta 7 y 8 anillos de crecimiento respectivamente, por el contrario, en la localidad de Camarones el número total de anillos observados fue más restringido, con ejemplares que presentaron desde 2 hasta 5 anillos, indicando que este banco estaría constituido por ejemplares de menor edad que los de San Marcos y Cifuncho. De la misma forma, la LUB de Cifuncho se diferenció a las otras zonas por presentar una mayor magnitud, la que se hace más evidente en el 5 anillo de crecimiento (Fig. 58).

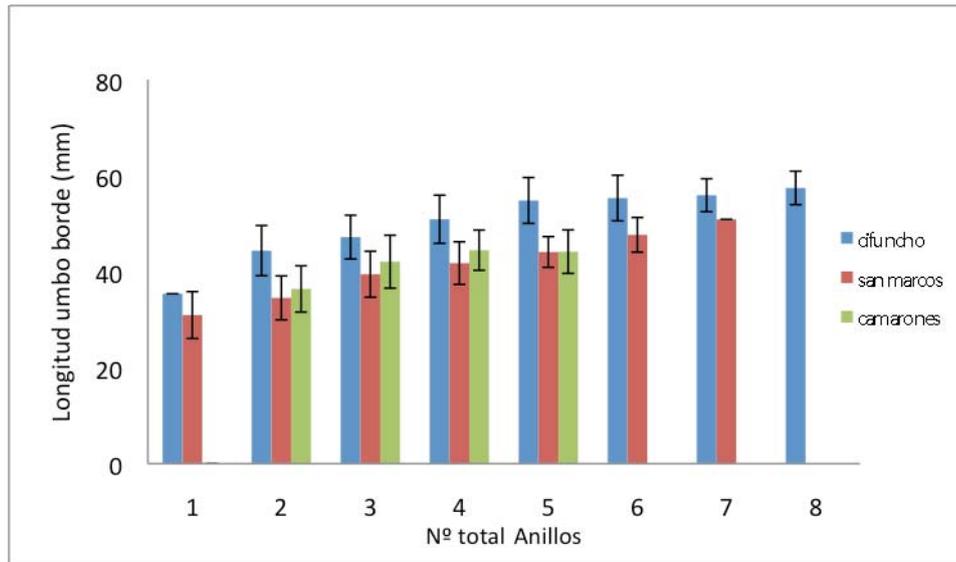


Figura 58. Relación entre longitud umbo-borde y nº total de anillos para *Protothaca thaca* en los sectores de Cifuncho, San Marcos y Camarones

Relación LUB y Nº total de anillos para *Gari solida* comparación entre localidades

En los bancos de San Marcos y Camarones es posible observar que la LUB para ambos sectores no presenta diferencias significativas. Por el contrario, en el número total de anillos del banco de Camarones evidenció presencia de organismos de 1 hasta 10 anillos de crecimiento. Diferenciándose del banco de San Marcos que presentó ejemplares de 2 hasta 8 anillos, indicando que el banco de Camarones estaría compuesto por ejemplares de mayor edad que los de la localidad de San Marcos (Fig. 59).

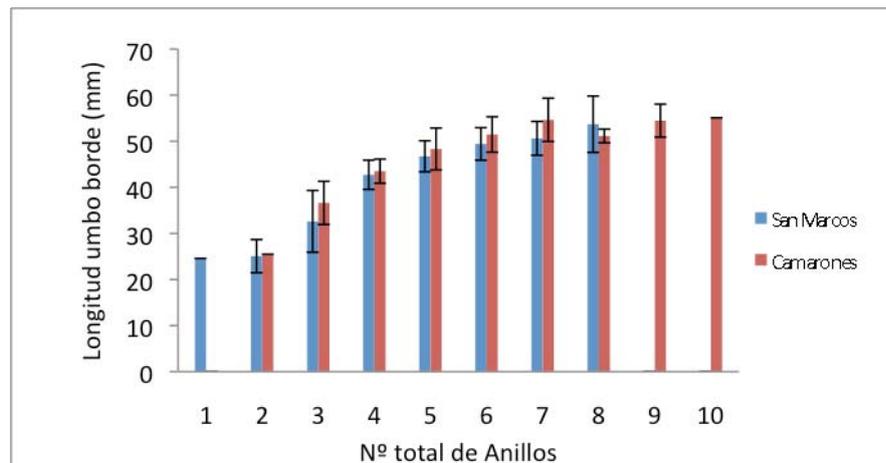


Figura 59. Relación entre longitud umbo-borde y nº total de anillos para *Gari Solida* en los sectores de San Marcos y Camarones

**Relación morfométrica LUB y LAP en ambas especies**

En general, las muestras de *Protothaca thaca* reflejaron una predominancia de LAP en magnitud por sobre la LUB de aproximadamente el 15%. En el caso de *Gari solida* esta relación morfométrica se hizo aún más evidente reflejando un mayor valor en las pendientes durante el ajuste de las variables, donde la LAP alcanzaría entre un 25 a un 30% de mayor magnitud que la LUB. Las relaciones somatométricas analizadas para ambas especies indicaron la relación entre la LUB y LAP lograron muy buenos ajustes indicando una fuerte relación entre ambas variables (Figs. 60 a 64)

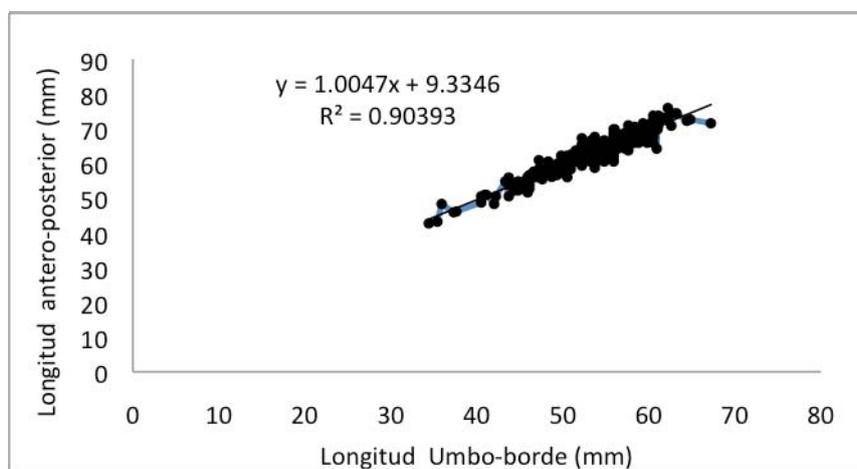


Figura 60. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para *Protothaca thaca* en el sector de Cifuncho.

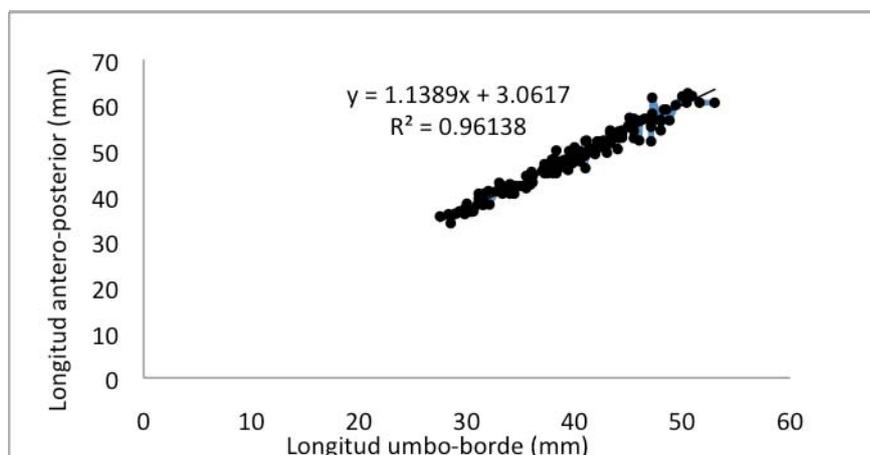


Figura 61. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para *Protothaca thaca* en el sector de San Marcos.

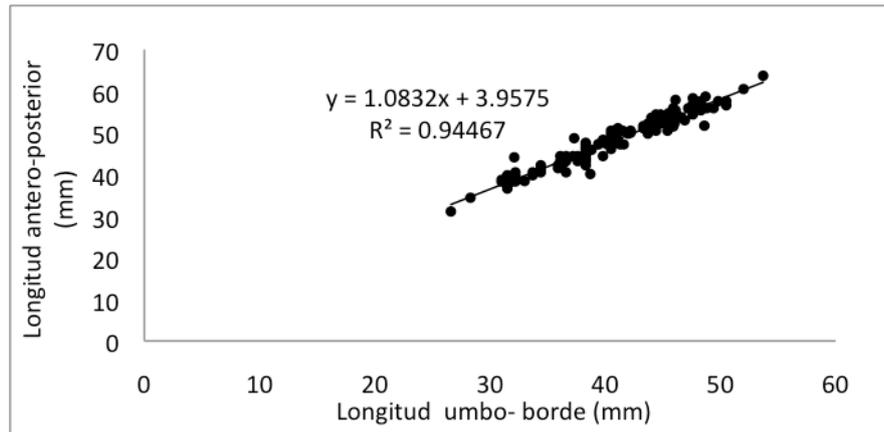


Figura 62. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para *Protothaca thaca* en el sector de Camarones.

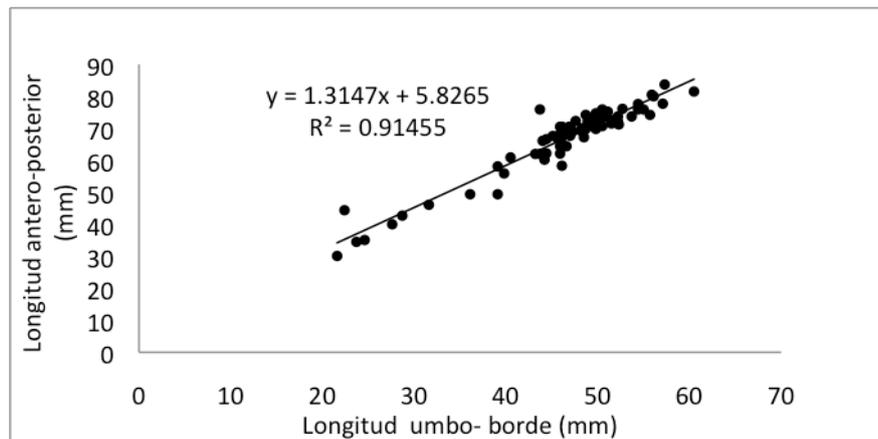


Figura 63. Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para *Gari Solida* en el sector de San Marcos.

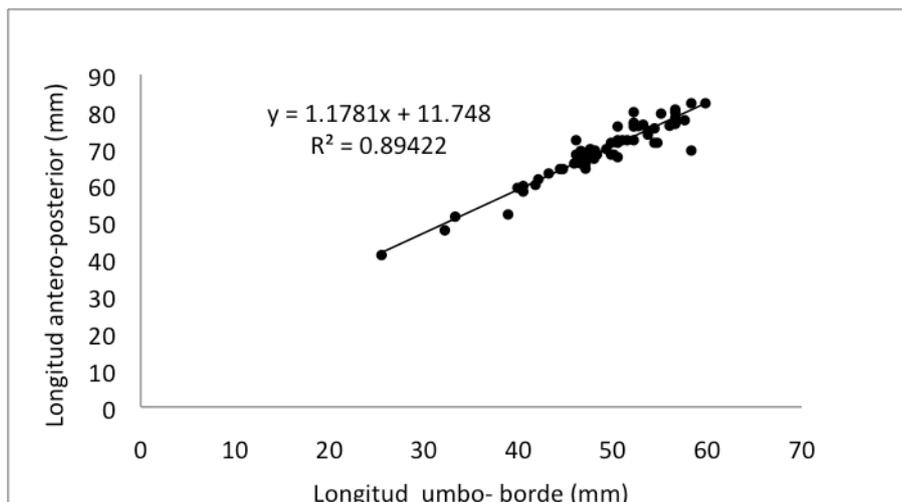


Figura 64 Relación morfométrica entre longitud antero-posterior y longitud umbo-borde para *Gari Solida* en el sector de Camarones.

Los parámetros de VB estimados para *P. thaca* y *G. solida* se resumen en la tabla XXXVI en las tres localidades estudiadas. Para *P. thaca*, El Loo varía de 61,7 a 78,2 y K de 0,23 a 0,34. Para *G. solida* El Loo varía de 67,8 a 72,1 y K de 0,23 a 0,27.

Tabla XXXVI. Parámetros de VB estimados para *Protothaca thaca* y *Gari solida*

<i>Protothaca thaca</i>			
	Loo	K	To
Camarones	57,8	0,34	0
San Marcos	61,7	0,29	0
Cifuncho	78,2	0,23	0
<i>Gari solida</i>			
	Loo	K	To
Camarones	72,1	0,23	0
San Marcos	67,8	0,27	0

Los anillos registrados para *P. thaca* y *G. solida* están destacados en las figuras 65 a 70.

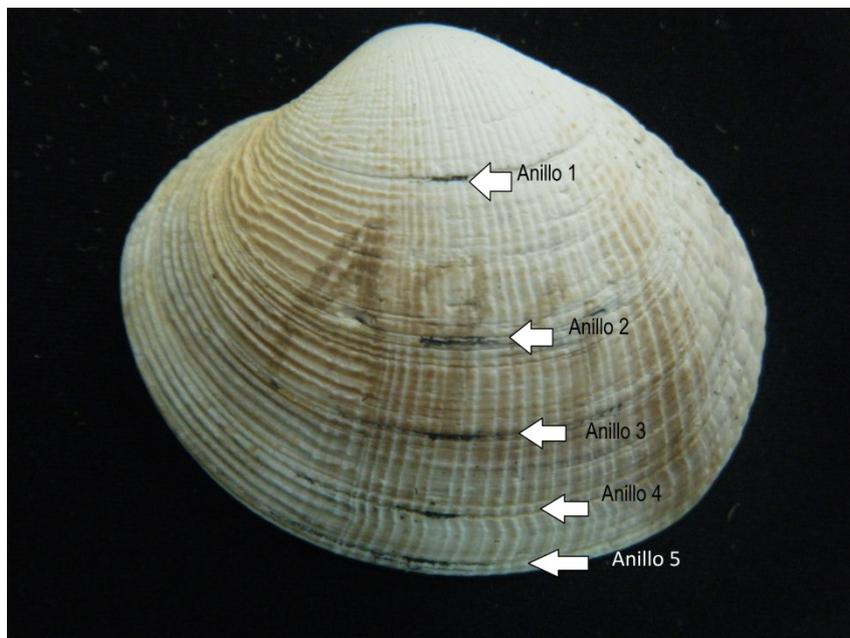


Figura 65. Valva de *Protothaca thaca*, ejemplar de 5 anillos extraído desde sector de Cifuncho. Muestra A94 LU 53,7 mm; LAP 64,4 mm.

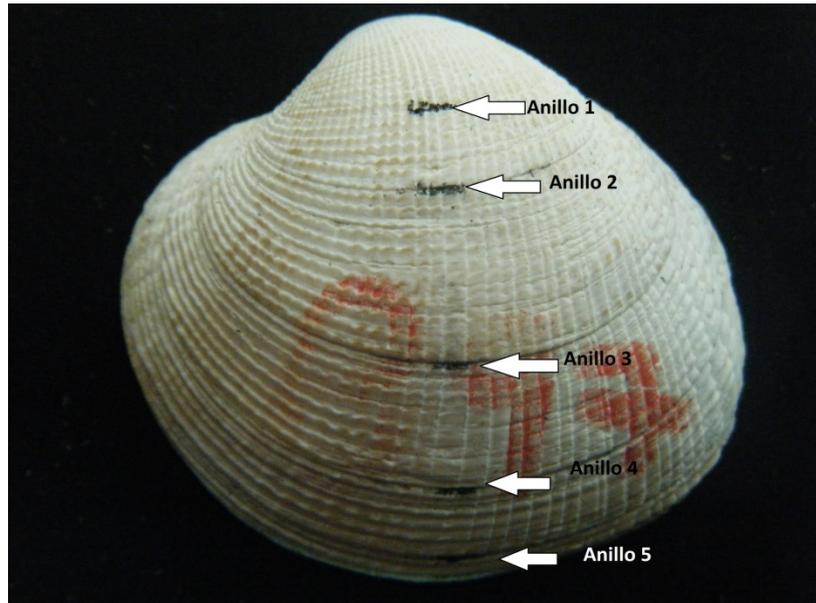


Figura 66. Valva de *Protothaca thaca*, ejemplar de 5 anillos extraído desde sector de Cifuncho. Muestra B97 LU 55,9 mm ; LAP 62 mm.

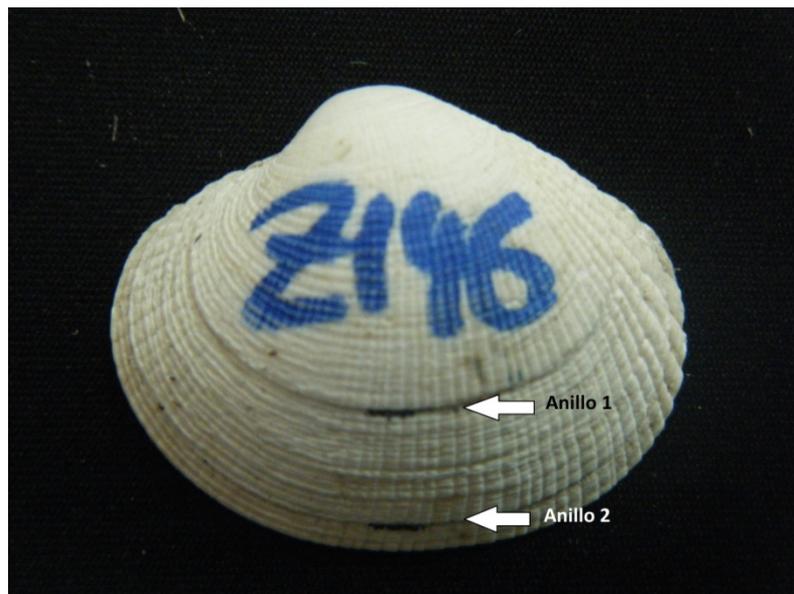


Figura 67. Valva de *Protothaca thaca*, ejemplar de 2 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra Z146 LU 33,3 mm ; LAP 40,5 mm.

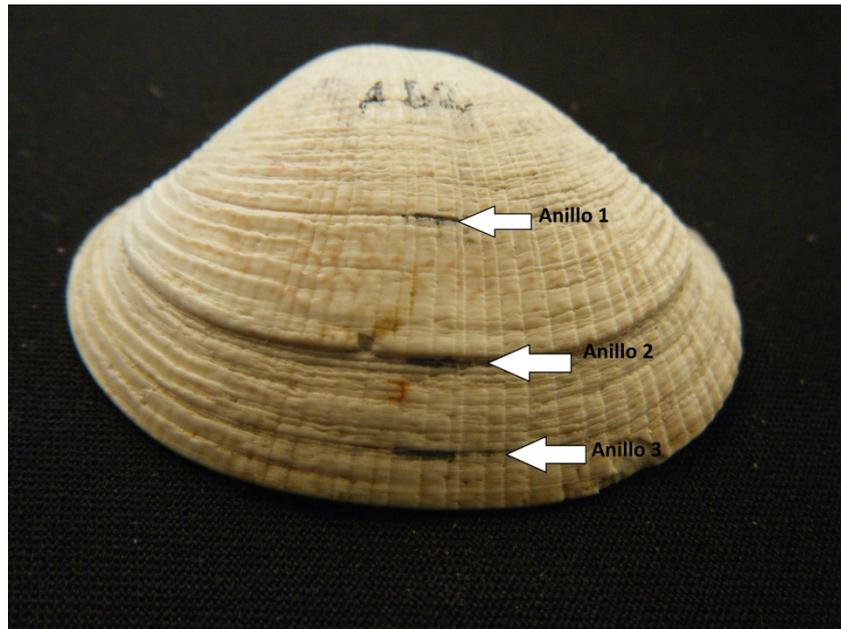


Figura 68. Valva de *Protothaca thaca*, ejemplar de 2 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra A62 LU 40 mm ; LAP 50,1 mm.

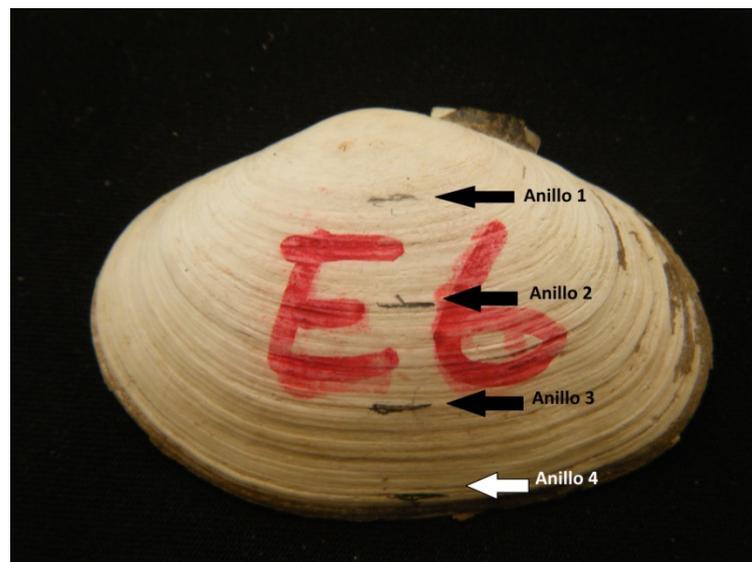


Figura 69. Valva de *Gari solida*, ejemplar de 4 anillos extraído desde sector de San Marcos. Muestra E6 LU 40,5 mm ; LAP 60,9 mm.



Figura 70. Valva de *Gari solida*, ejemplar de 8 años extraído desde sector de San Marcos. Muestra E6 LU 50,1 mm ; LAP 68,3 mm.

### 3.5 Objetivo Específico 4. Estimar la Mortalidad Natural ( $M$ ), por pesca ( $F$ ) y Total ( $Z$ ) (Sobreoferta)

Como era de esperar, considerando la gran variabilidad de los parámetros de crecimiento, la mortalidad también resultó muy variable. Para *Protothaca thaca* fluctúa entre  $Z = M = 0,27$  para San Marcos, estimado con los parámetros de crecimiento que resultaron de la lectura de anillos, y  $Z = M = 0,90$  también para San Marcos, pero con los parámetros que resultaron del marcaje y recaptura de individuos (Fig. 71). Comparando con los valores de Camarones y Cifuncho, sugiere que las dos estimaciones de crecimiento de San Marcos representan una sub y una sobreestimación, por lo que el valor de mortalidad probablemente debe estar entre los dos extremos señalados, probablemente cercano a los valores estimados para Cifuncho, que oscilan entre  $Z = M = 0,52$  y  $0,64$ . Sin embargo no hay elementos muy concretos para privilegiar una u otra estimación, por lo que, de usar estas mortalidades para algún otra estimación, siempre habrá que explorar con todas las posibilidades.

Para *Gari solida* la variabilidad resultó aún más grande, con valores que fluctúan entre  $Z = M = 0,12$  y  $3,34$  (Fig. 72). En este caso siempre los parámetros de crecimiento estimados mediante lectura de anillos dieron una mortalidad muy baja ( $Z = 0,12$  y  $0,2$ ), mientras que aquellos que resultaron de los parámetros estimados mediante el marcaje y recaptura resultaron muy altos (Fig. 72). En este caso probablemente los valores de

mortalidad tan bajos, estimados con los parámetros de crecimiento que resultaron de la lectura de anillos, representan una subestimación, y los otros, resultantes de los parámetros de crecimiento estimados mediante marcaje y recaptura, una sobreestimación. Sin embargo, tampoco en este caso hay elementos para privilegiar la cercanía a una u otra estimación, por lo que de usar estos parámetros para otras estimaciones (como por ejemplo la talla crítica), habrá que explorar con varios de ellos.

### *Protothaca thaca*

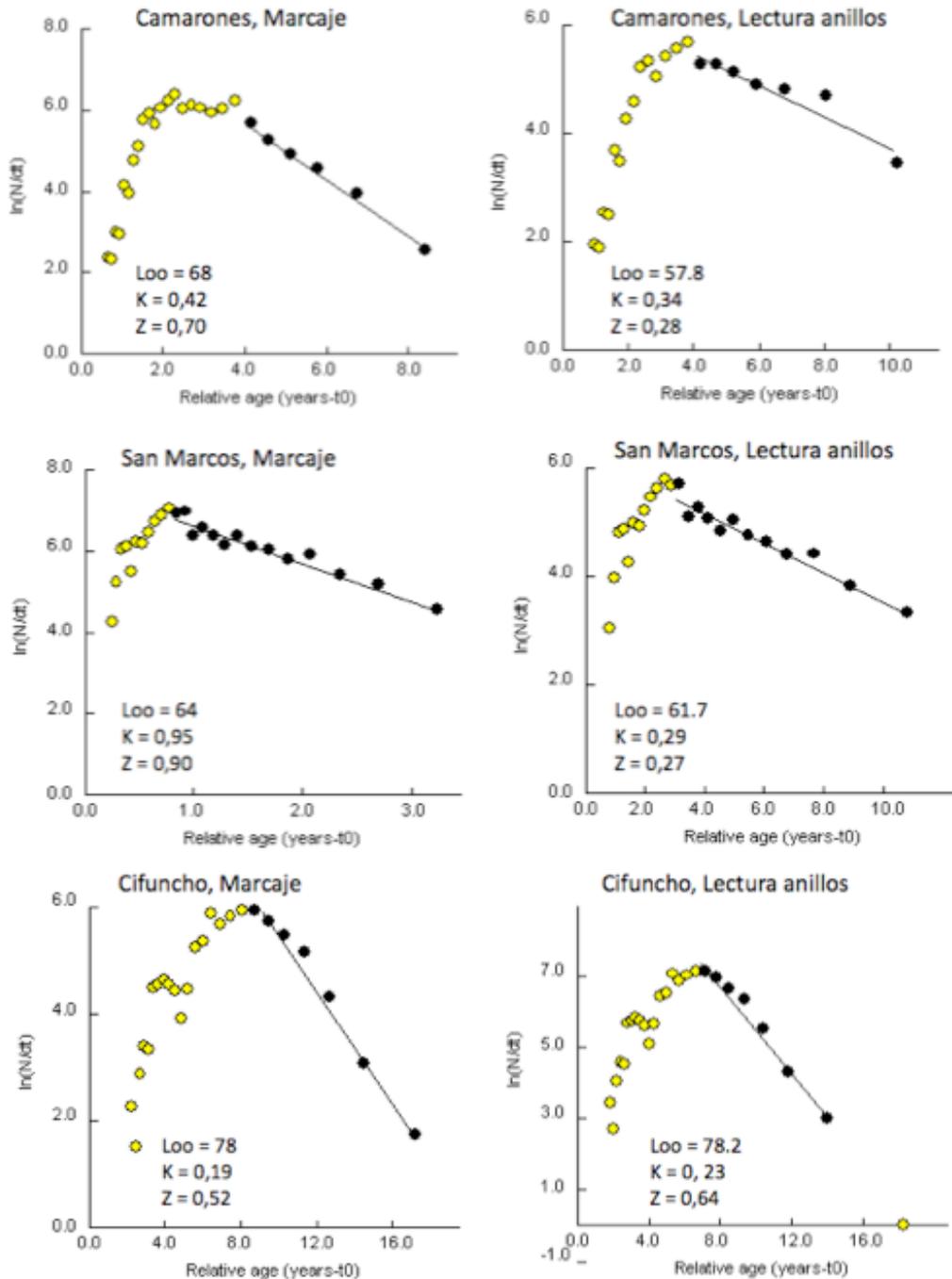


Figura 71. Curvas de captura para *Protothaca thaca* en varias localidades y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento. Se indica en cada figura los parámetros (K y Loo) utilizados y la mortalidad (Z) resultante.

### Gari solida

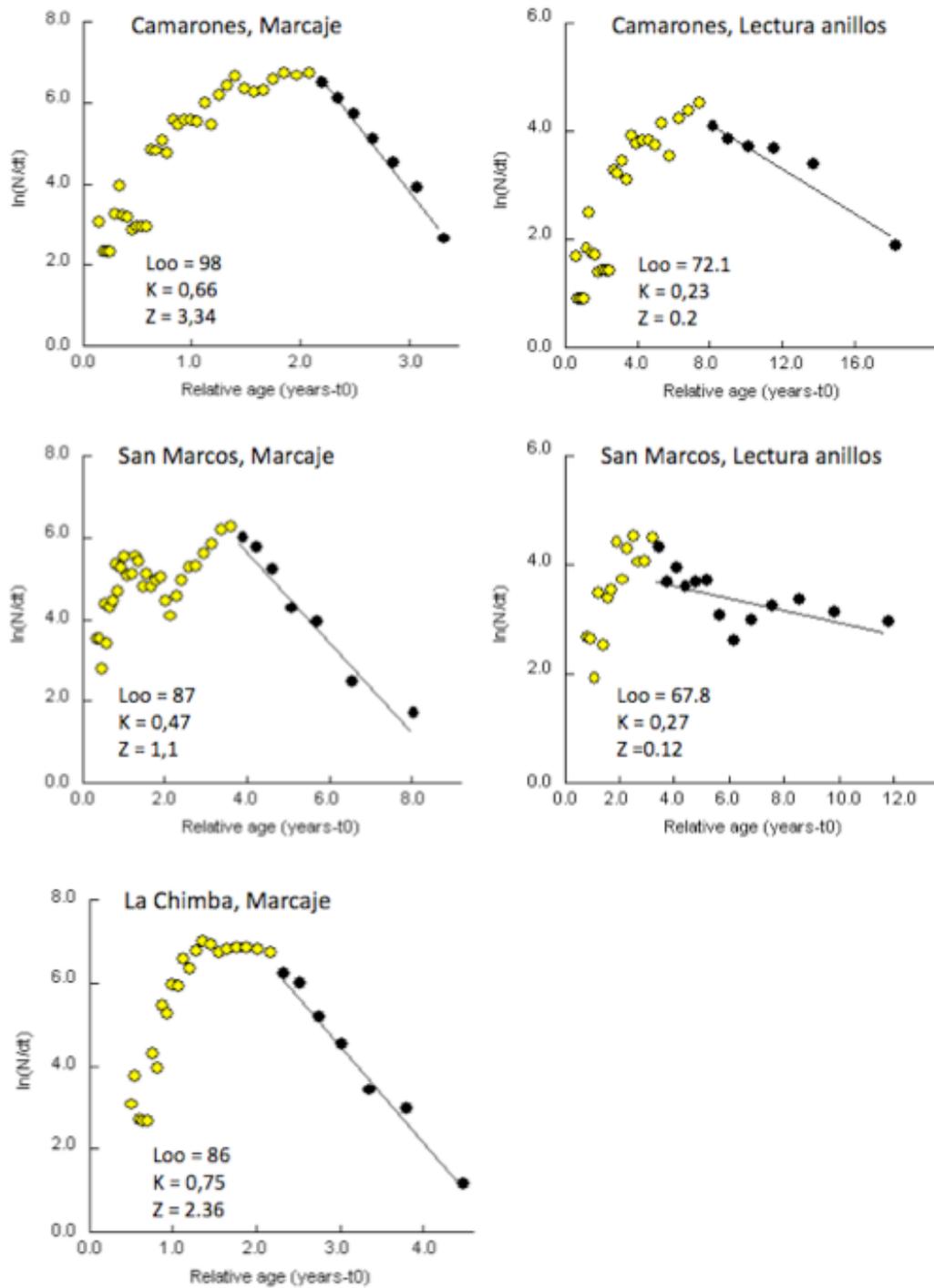


Figura 72. Curvas de captura para *Gari solida* en varias localidades y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento. Se indica en cada figura los parámetros (K y Loo) utilizados y la mortalidad (Z) resultante.

### **3.6 Objetivo 5. Determinar la talla crítica ( $T_c$ ) (Sobreoferta)**

Para poder realizar la estimación de talla crítica, además de los parámetros de crecimiento (objetivo 3) y la mortalidad (objetivo 4), se requería la relación talla peso para cada sitio y especie. Para ello se usaron los datos recogidos para cada especie en todos los muestreos, donde los individuos marcados cada vez se midieron y pesaron (peso total vivo). Con esa información se estimaron las relaciones de talla, obteniendo la ecuación respectiva. En la Fig. 71 se muestran los gráficos para cada especie en cada sitio, incluyendo en cada gráfico la ecuación de la relación que luego fue utilizada para la estimación de talla crítica. En general las relaciones de talla peso resultaron muy buenas, con la línea de tendencia explicando sobre el 90% de la variabilidad. Sólo en el caso de Cifuncho este valor decrece, probablemente por unos puntos que se escapan totalmente. Eventualmente son errores de medición, sin embargo se conservaron por no tener elementos concretos para poder eliminarlos (Fig. 71).

En la Tabla XXXVII se resumen los parámetros de crecimiento y mortalidades estimados en general, resaltando en negrita aquellos utilizados para la estimación de talla crítica.

Los resultados de las estimaciones de talla crítica para cada especie y sitio se muestran en las Figuras 72 y 73. Se hicieron dos estimaciones por sitio, utilizando cada vez otra combinación de parámetros de crecimiento y mortalidad. En cada figura se indica los parámetros utilizados en cada caso.

Respecto a la estimación de la talla crítica de *Protothaca thaca* llama la atención, que independiente del set de parámetros que se utilicen, la talla crítica resulta en un rango muy parecido. Siempre resulta entre los 40 y 50 mm (Fig. 72). Cuando se utilizan parámetros que probablemente representan una sobreestimación del crecimiento y de la mortalidad, la talla crítica se acerca a los 50 mm. Cuando se usan parámetros más conservadores en cuanto a crecimiento, la talla crítica se acerca más a los 40 mm. Pero en general la variación es menor, considerando lo variable que resultaron los parámetros de crecimiento y mortalidad.

Para *Gari solida* la situación es diferente, resultando estimaciones de talla crítica muy diferentes, dependiendo de los parámetros utilizados. Con los parámetros de crecimiento resultantes de la lectura de anillos, que resulta en mortalidades bajas, la talla crítica se acerca a 60 mm. Cuando se usan los parámetros de crecimiento que resultaron del marcaje y recaptura y que llevaron a una estimación de una mortalidad muy alta, la talla crítica se acerca a los 40 mm. Probablemente la talla crítica real se encuentra en algún

punto intermedio entre ambos, sin embargo, no se cuenta con elementos que permitan privilegiar el acercarse más a una u otra estimación.

Tabla XXXVII Resumen de los parámetros de crecimiento y mortalidad total estimados mediante las diferentes metodologías de obtención de muestras (marcaje y recaptura, muestreo poblacional) y de estimación (análisis de incrementos, lectura de anillos, seguimiento de progresión modal) para los diferentes sitios de estudio. En negrita se indican aquellas combinaciones de parámetros utilizados en la estimación de talla crítica.

*Protothaca thaca*

Lugar	Método	Estimación	Loo	K	Z
Camarones	Marcaje	Munro	64,6	0,612	
<b>Camarones</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland&amp;Holt</b>	<b>68,1</b>	<b>0,422</b>	<b>0,7</b>
<b>Camarones</b>	<b>Poblacional</b>	<b>Anillos</b>	<b>57,8</b>	<b>0,34</b>	<b>0,28</b>
Camarones	Poblacional	Elefan	72	0,42	
San Marcos	Marcaje	Munro	65,4	0,901	
<b>San Marcos</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland&amp;Holt</b>	<b>64,1</b>	<b>0,954</b>	<b>0,9</b>
<b>San Marcos</b>	<b>Poblacional</b>	<b>Anillos</b>	<b>61,7</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>
San Marcos	Poblacional	Elefan	77	0,61	
Cifuncho	Marcaje	Munro	78,8	0,233	
<b>Cifuncho</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland&amp;Holt</b>	<b>78</b>	<b>0,19</b>	<b>0,52</b>
<b>Cifuncho</b>	<b>Poblacional</b>	<b>Anillos</b>	<b>78,2</b>	<b>0,23</b>	<b>0,64</b>
Cifuncho	Poblacional	Elefan	72	0,32	

*Gari solida*

Lugar	Método	Estimación	Loo	K	Z
Camarones	Marcaje	Munro	87	1,473	
<b>Camarones</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland &amp; Holt</b>	<b>98</b>	<b>0,664</b>	<b>3,34</b>
<b>Camarones</b>	<b>Poblacional</b>	<b>Anillos</b>	<b>72,1</b>	<b>0,23</b>	<b>0,2</b>
Camarones	Poblacional	Elefan	90	0,6	
San Marcos	Marcaje	Munro	87,1	0,358	
<b>San Marcos</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland &amp; Holt</b>	<b>86,06</b>	<b>0,472</b>	<b>1,1</b>
<b>San Marcos</b>	<b>Poblacional</b>	<b>Anillos</b>	<b>67,8</b>	<b>0,27</b>	<b>0,12</b>
San Marcos	Poblacional	Elefan	82	0,44	
La Chimba	Marcaje	Munro	85,56	0,189	
<b>La Chimba</b>	<b>Marcaje</b>	<b>Gulland &amp; Holt</b>	<b>86</b>	<b>0,748</b>	<b>2,36</b>
La Chimba	Poblacional	Elefan	96	0,62	

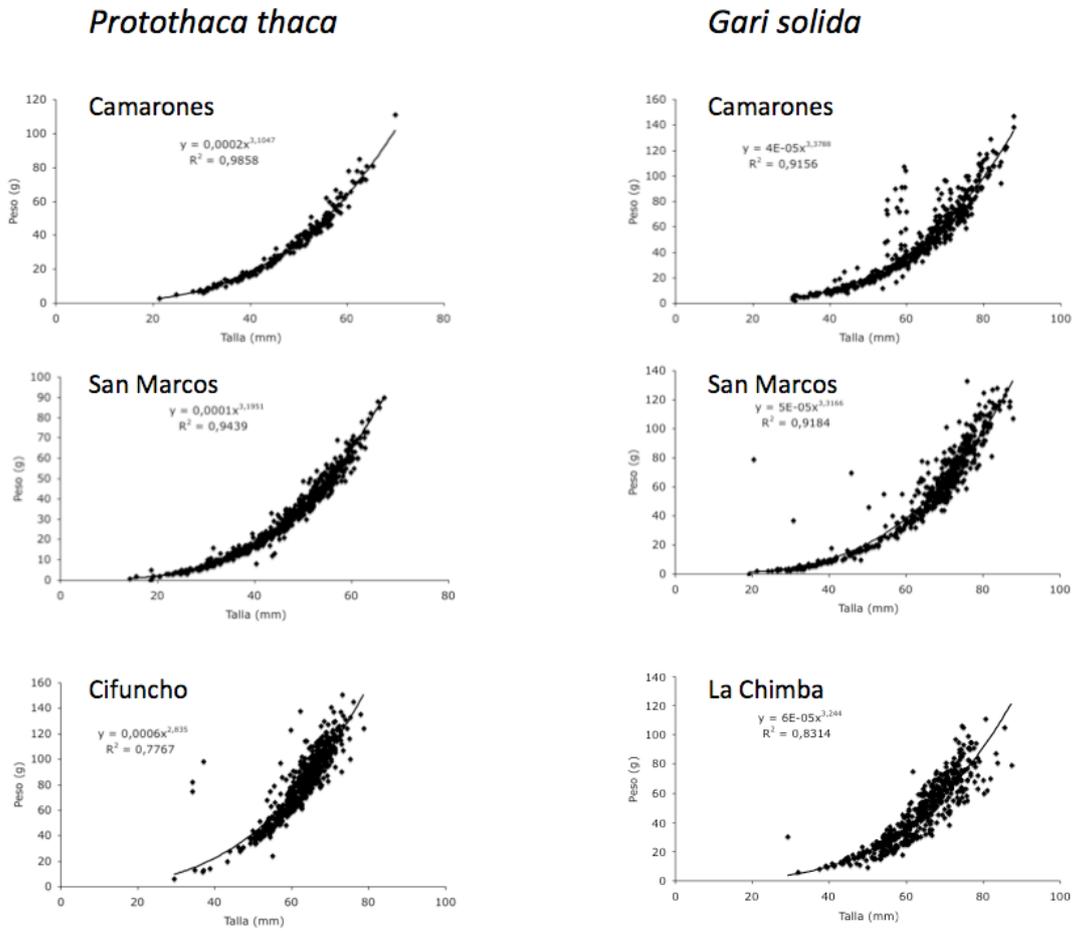


Figura 71. Relaciones talla peso para *Protothaca thaca* y *Gari solida* en cada uno de los sitios de estudio. En cada figura se indica la ecuación de la línea de tendencia y su  $R^2$ .

*Protothaca thaca*

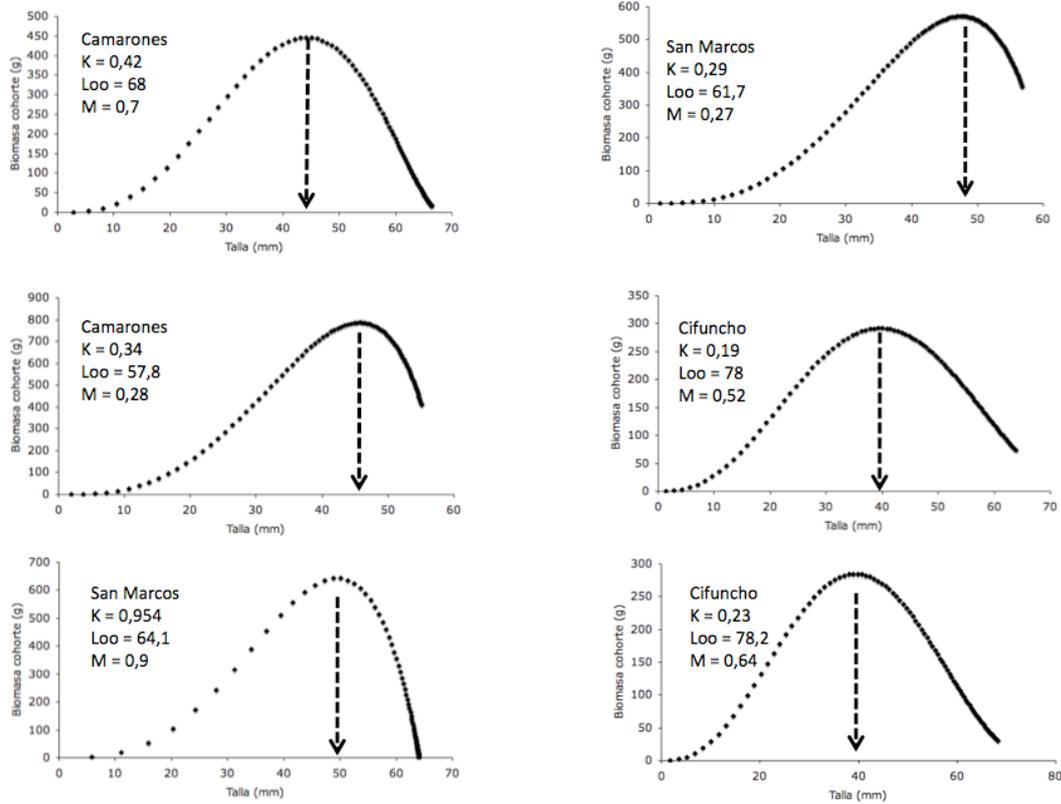


Figura 72. Estimación de talla crítica para *Protothaca thaca* en cada uno de los sitios de estudio y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento y mortalidad. En cada figura se indican los parámetros utilizados. La flecha identifica el punto de inflexión de la curva y marca la talla crítica en el eje x.

*Gari solida*

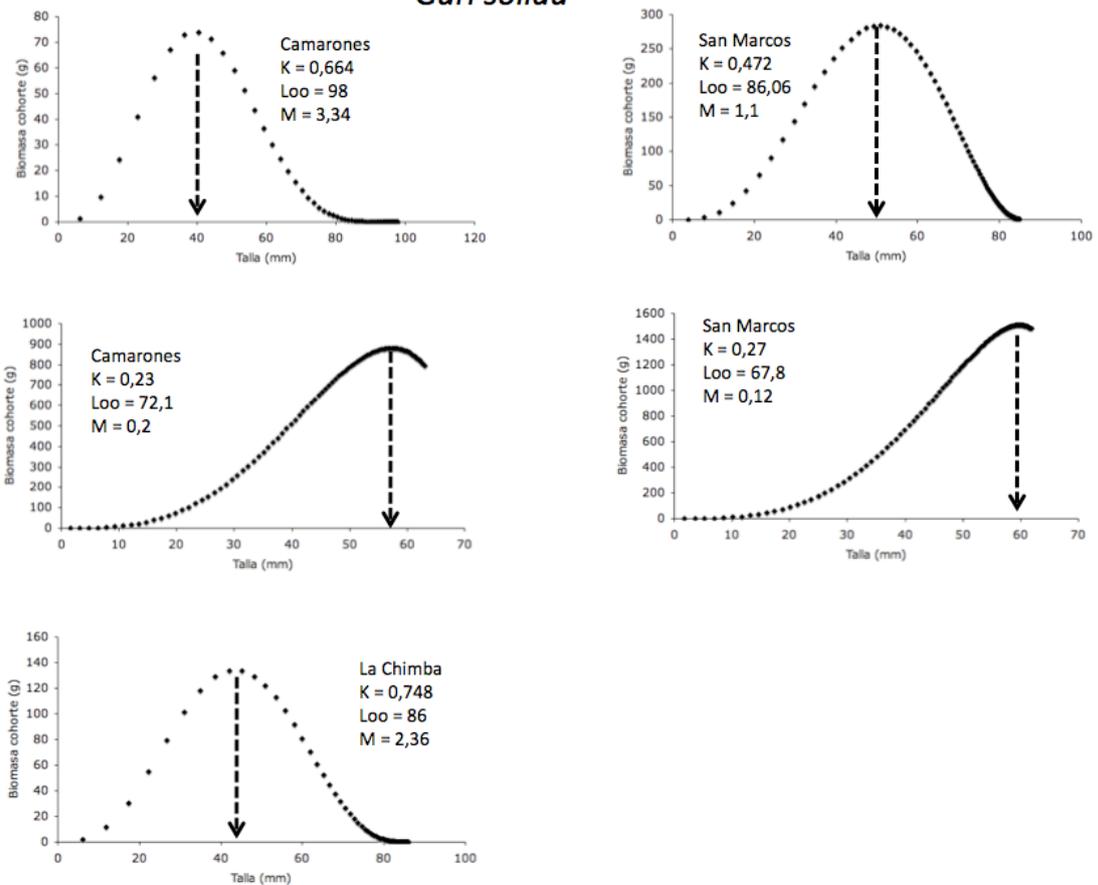


Figura 73. Estimación de talla crítica para *Gari solida* en cada uno de los sitios de estudio y con diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento y mortalidad. En cada figura se indican los parámetros utilizados. La flecha identifica el punto de inflexión de la curva y marca la talla crítica en el eje x.

### **3.7 Objetivo específico 6. Proponer medidas de administración que propendan a la explotación sustentable de los recursos almejas y culengue en la macrozona norte de Chile**

#### **3.7.1 Recopilación y análisis de las actuales medidas de administración**

La pesquería de los recursos almejas y culengue se ha informado a través del Anuario Estadístico de Pesca publicado por el Servicio Nacional de Pesca desde 1975. Antes de eso, referido como “almejas”, se informaba la captura a través de una publicación llamada Boletín de Pesca y Caza. De esta publicación se extrae que dicha pesquería se realizaba usualmente bajo un régimen de libre acceso y sin regulación hasta 1980, fecha en la cual mediante el Decreto Supremo N° 683 se estableció una talla mínima de extracción de 55 mm para el recurso “almejas” a lo largo de todo el país. Esta denominación agrupaba alrededor de diez especies entre las que destacaban *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Gari solida*, *Venus antiqua*, *Retrotapes lenticularis*, *R. rufa* y *R. exalbidus*. La aplicación homogénea en la talla mínima de captura resultaba inadecuada al considerar que las características morfológicas eran diferentes y particulares para cada especie. Esta situación en parte fue corregida al decretarse una nueva resolución que establecía una talla mínima de extracción para el recurso *Gari solida* (culengue) de 60 mm (Resolución N° 1102 de 1995).

Posteriormente, en la I Región de Iquique, las autoridades acogieron una denuncia realizada por los pescadores locales en relación a la recolección indiscriminada por parte de algunos pescadores foráneos, utilizando compresor para extraer las almejas. Este método permitía la extracción intensiva de un gran número de ejemplares en muy poco tiempo disminuyendo de manera drástica las poblaciones de almejas. Atendiendo esta denuncia y fundamentados en los Informes Técnicos evacuados por la Subsecretaría de Pesca y el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones, enmarcados en la Ley General de Pesca y Acuicultura, se decretó que a partir del 15 de marzo de 2007 y por el lapso de dos años quedaba establecida en la I Región, exceptuando las AMERBs, una veda extractiva de los siguientes recursos: Almeja (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Retrotapes rufa*, *Retrotapes lenticularis*) y Culengue (*Gari solida*) (Decreto N° 1688 de año 2006, ANEXO I). Posteriormente, se emitió mediante decreto N° 659 exento de abril de 2007, la suspensión de la veda extractiva indicada anteriormente entre el día hábil posterior a la publicación hasta el 30 de abril de 2007, inclusive (ANEXO II). De esta manera, actualmente la pesquería de los recursos almejas y culengue continúa en la modalidad de libre acceso.

### 3.7.2 Pesquería en la Zona Norte de Chile

Los pescadores de orilla, pescadores y compradores intermediarios informaron que, a diferencia de lo observado en el pasado, en la actualidad la pesquería de almejas no se desarrolla en forma intensiva en la zona de estudio. En aquellas caletas en las cuales se extrae este recurso la pesquería está básicamente destinada a satisfacer el mercado interno local, el cual es rápidamente saturado. La demanda de las almejas ha bajado, al igual que su precio por lo que es un recurso que ha dejado de ser atractivo, razón por la cual la extracción también ha disminuido. Las principales especies de almejas presentes en la zona de estudio son *Gari solida* y *Protothaca thaca* (culengue y taca, respectivamente), no obstante, el recurso que más se extrae es la taca.

Actualmente la pesquería se desarrolla en forma intensiva sólo por un grupo de cinco personas, de las cuales uno actúa como asistente de buzo, encargado del compresor y las mangueras, tres buzos que realizan la faena de extracción y una quinta persona que es la que contrató al resto y lleva a los buzos a los distintos sectores de la costa y se encarga de la comercialización. La pesquería se desarrolla en el sector de Punta Gruesa hasta Los Verdes y está centrada en la taca. Este equipo de trabajo puede llegar a extraer cerca de 800 kg en jornadas de 7 a 8 horas de buceo. En promedio trabajan tres días a la semana, esto condicionado por el estado del mar. Las tacas cosechadas son acopiadas en pozas naturales en la costa donde las acumulan hasta obtener el volumen deseado por el comerciante que generalmente es de 6.000 kg/mes. El principal comprador de las tacas extraídas por este grupo es de Tongoy, lugar hasta el cual llega el recurso para ser apozado y luego ser despachado a Valparaíso. Otro destino es un comerciante del sector de San Marcos, al cual le venden el recurso cuando el mercado de Tongoy está saturado. En este caso, el mercado es Calama y el terminal pesquero de Iquique.

Otro punto de extracción importante se ubica en las cercanías de Antofagasta. De acuerdo a lo señalado por un dirigente del lugar, en la caleta existe un buzo que extrae en forma quincenal entre 1.500 a 2.000 kg, los cuales son entregados a un comerciante de Tongoy. El destino final de estas almejas también es la ciudad de Valparaíso. En la Tabla XXXVIII se presenta un resumen de la información recopilada en cada una de las caletas.

Tabla XXXVIII. Pesquería actual en la zona Norte de Chile informada por recolectores e intermediarios

Caleta	Especies extraídas	Volumen	Precio (\$)	Destino	Observaciones
Arica	taca	600 docenas/mes	200-500 docena	Mercado local	
Camarones	Taca y culengue	Se saca poco, mercado saturado	250-300 docena	Mercado local	
Iquique	Taca	20 a 40 kg/día	400-500 docena	Mercado local	Orilleros de Iquique saturan el mercado
Punta gruesa	Taca y culengue	6.000 kg/mes	250-300 kg	Planta (Valparaíso)	
Caramucho	Taca y culengue	500 kg/semana		Mercado local	Orilleros de Iquique saturan el mercado
San Marcos	Taca	700 kg/semana		Copiapo-Calama	Trabajan dos embarcaciones cuando hay demanda
Chipana					No se saca porque no hay demanda
Huachán	Taca y culengue	Hasta 300 kg/día (ocasional)	400 kg/día	Mercado local	Se saca sólo en verano, ya que no hay demanda
Punta arenas					No se extrae almejas en la caleta. En la caleta existen pequeños bancos de taca y culengue
Cobija	Taca y culengue				Se extrae sólo para consumo doméstico. Los grandes bancos desaparecieron.
Mejillones					Actualmente no hay pesquería. Los antiguos bancos de taca y culengues desaparecieron. Se aprecia una lenta recuperación de bancos de tacas.
Juan López	Taca			Consumo local	Extracción sólo en el verano y en pequeña escala. En la caleta no hay buzos almejeros.
La chimba y Antofagasta	Taca	-250-400 kg/mes -3000-4000 kg/mes bote			En la caleta trabajan 10 buzos a resuello que extraen 15 a 20 kg/día. Además existe un buzo que se dedica a la extracción de la taca.
Paposo					No hay pescadores que

					se dediquen a la extracción de almejas.
Taltal					No permiten sacarlo debido a que es alimento para el pulpo. No hay orilleros en la caleta.

### 3.7.3 Recopilación de información en terreno

#### Resultados en relación al Ordenamiento

En la actualidad no se extraen regularmente almejas en ninguna de las caletas de la zona de estudio. Esto hace que no exista mayor motivación para discutir un plan de ordenamiento, como lo requiere el proyecto. Con el fin de evaluar esta situación se hizo un recorrido en la XV, I y II Regiones, entrevistando a pescadores en cada una de las caletas visitadas.

Con el propósito de comprender por qué la pesquería de almejas está en la situación actual se entrevistó a 82 pescadores artesanales (Tabla XXXIX).

Tabla XXXIX. Lista de caletas donde se entrevistó a pescadores, indicando el número de pescadores entrevistados

CALETA	Nº Pescadores
Arica	5
C. Buena	3
Camarones	3
Chanavaya	3
Chanavayita	4
Chimba	5
Chipana	3
Cifuncho	4
Cobija	5
Coloso	4
Constitucion	4
Hornitos	3
Huachan	2
Iquique Cavanca	3
Iquique Riquelme	4
Mejillones	3
Paposo	3
Pisagua	6
Pta. Arenas	3
Rio Seco	2
San Marcos	4
Tal-tal	3
Urco	3
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>

En estas caletas se contactó a los pescadores artesanales y se les hizo dos preguntas: (1) ¿Por qué no extraen almeja?, y (2) ¿Qué hechos ocurridos explican la situación actual de la pesquería de almejas?.

En la Tabla XL y Figura 74, se muestran los resultados, donde en la totalidad de las caletas (23), los pescadores indicaron que la principal causa para no extraer almeja es el “bajo precio”, concentrándose las respuestas en las prioridades 1 a 3. En segundo lugar estuvo el hecho de que “no hay compradores”, con 16 caletas indicando está respuesta, concentrándose también entre las prioridades 1 a 3. Del mismo modo, se sitúa en tercer lugar la respuesta hay “pocos recursos”. Las demás respuestas, presentaron una menor frecuencia. Sin embargo, la respuesta en cuarto lugar “prefieren sacar otros recursos”, es consecuencia de las respuestas anteriores, ya que los principales elementos que consideran los pescadores para decidir qué sacar son precio, disponibilidad de recursos y existencia de compradores.

Un elemento interesante que surge es que un aspecto a considerar para no extraer almeja es que ésta sería alimento del pulpo, el cual constituye un recurso de alto valor económico.

Tabla XL. Respuestas dadas por los pescadores a la pregunta ¿Por qué no extraen almeja? Los números corresponden a la cantidad de veces que la respuesta fue dada, indicando la prioridad asignada por los pescadores.

¿Por qué no extraen almeja?						
Respuesta	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3	Prioridad 4	Prioridad 5	Total
bajo precio	9	12	2			23
no hay compradores	6	4	6			16
Pocos recursos	8	2	1			11
prefieren sacar otros recursos		1	4	3	1	9
alimento del pulpo		2	2	3		7
difícil extraer		1	2	3		6
caleta muy aislada		1	1			2
crece muy lento				1		1
pocas zonas de pesca			1			1
recurso existente no alcanza la talla legal			1			1
sin interés por el recurso				1		1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>78</b>

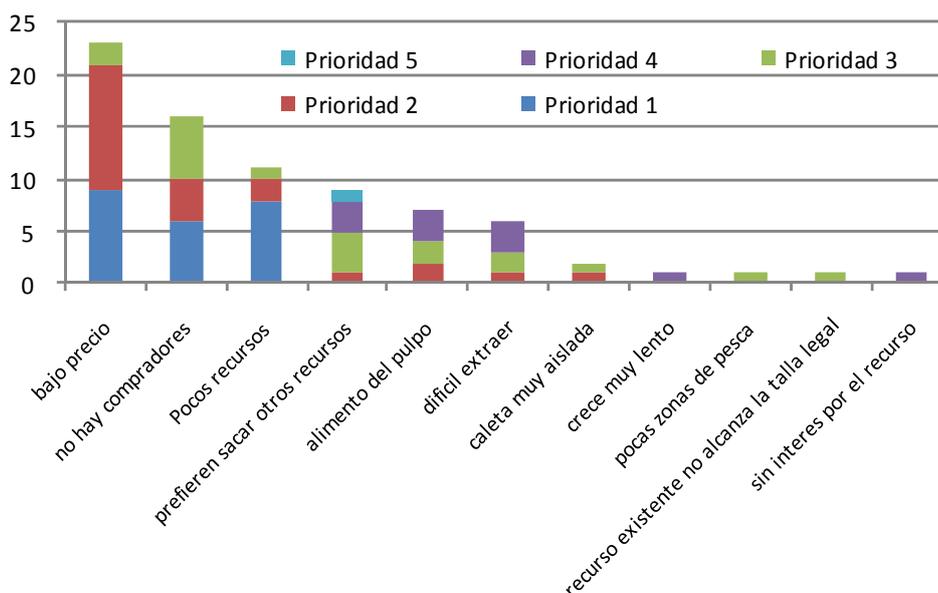


Figura 74. Respuestas dadas por los pescadores ante la pregunta ¿Por qué no extraen almeja?, indicando el número de respuestas y la prioridad dada.

En relación con la pregunta realizada para indagar en los hechos que explicarían la situación actual de la pesquería de almeja, los pescadores indicaron sucesos de migración de pescadores artesanales del sur, motivados por compradores de la zona de Tongoy, que habrían llegado a la zona a extraer almeja, generando una sobreexplotación

de la misma. Estos sucesos estarían concentrados en el año 2004, aun cuando son señalados desde el año 2000 al 2008 (Figura 75).

Además, en las caletas de Mejillones y Hornitos se menciona que las acciones de dragado habrían generado un impacto negativo sobre los bancos de almeja, situación que habría ocurrido el año 2003. Por otro lado, los pescadores de Arica plantean que la implementación de la veda de este recurso incidió negativamente en la empresa elaboradora, generando que las empresas decidieran no continuar con la compra de almeja, ya que debieron concentrar el proceso de maquila en una menor cantidad de meses, lo cual no les permitía responder a los compromisos comerciales (Figura 75).



Figura 75. Cronograma de principales sucesos que explicarían la situación de la pesquería de almeja en la zona norte, indicando el año de ocurrencia. Las etiquetas verdes señalan el origen de los pescadores que dieron la respuesta.

### Difusión y Taller final con pescadores y autoridades

Con el fin de difundir y discutir los resultados del proyecto, el 25 de julio, en la sede de Dirección Zonal de Pesca, en Iquique se realizó un taller participativo al que asistieron 14 personas incluyendo al Director Zonal de Pesca, miembros del SERNAPESCA, y

pescadores representate de las caletas San Marco, Chanavaya, Chanavayita, Caramucho y Los verdes. Estos incluían a miembros de la FEBUPESCA (ANEXO III).

En dicho taller los investigadores iniciaron la actividad realizando una presentación gráfica de los objetivos y los principales resultados del proyecto (ANEXO IV). Antes y durante este taller se repartió en las caletas y en la misma reunión un poster informativo de difusión que resume los resultados y la propuesta planteada en el presente informe (ANEXO V). Luego de responder las consultas de los presentes respecto a los resultados obtenidos, se procedió a discutir algunos puntos de interés tales como: ¿Qué grado de interés tienen los pescadores locales en el recurso almeja? ¿Quiénes deberían explotar el recurso almeja? ¿Se debería imponer algún tipo de veda?.

En la discusión mantenida con los investigadores, profesionales de SERNAPESCA y pescadores se corroboró las expresiones vertidas durante las encuesta referente a:

- a) El interés es menor en comparación a otros recursos (loco, pulpo)
- b) Se ejxtrae almejas solo en algunas temporadas o por encargo
- c) Los recolectores que han extraído el recurso en cantidades considerables son pescadores foráneos, de la IV Región
- d) Considerando el ciclo reproductivo, los datos limitados de talla de primera madurez, y el nivel de extracción, no se considera necesario establecer algún tipo de restricción, salvo la de regular que los recolectores pertenezcan a la Región.
- e) Sería favorable disminuir la talla de extracción para optimizar el uso del recurso

## 4 DISCUSIÓN

### 4.1 Ciclo Reproductivo de *Protothaca thaca*

El ciclo reproductivo de *P. thaca* en el norte de Chile es en general continuo en las tres regiones estudiados presentándose una pausa en el mes de marzo en la XV y II Regiones.

En Camarones, XV Región, *P. thaca* se determinó un ciclo reproductivo casi continuo a través del año presentándose una única pausa en el mes de marzo. En todos los restantes meses se determinó la ocurrencia de ejemplares en máxima madurez y

evacuación parcial. Según los resultados observados en este trabajo el desove de mayor intensidad ocurriría desde diciembre a febrero.

En la I Región *P. thaca* tiene un ciclo reproductivo continuo a través del año y en todos los meses se determinó una proporción alta de ejemplares en madurez máxima. Solo en el primer muestreo se registró un número mayor de ejemplares en evacuación parcial que en madurez máxima lo que sugiere que en esta región ocurriría una evacuación mayor entre mayo y junio.

En Cifuncho, II Región se determinó un ciclo casi continuo con eventos de desoves más intensos entre febrero y marzo y secundariamente, entre abril y mayo. De manera similar a lo observado en la I Región, el único mes en que no se registró ejemplares en madurez máxima o evacuación parcial fue marzo, correspondiendo a la única pausa reproductiva durante el año.

Estos resultados concuerdan cercanamente con lo informado para Antofagasta, II Región. En esta localidad, los autores indican que *P. thaca* está reproductiva durante todo el año con máximos de evacuación en marzo, mayo, agosto y febrero (Barboza *et al.*, en Lozada, 1989).

Otro estudio, aunque no concluido, se ha realizado en la zona central del país. Brown *et al.*, (1999) iniciaron un estudio sobre el ciclo reproductivo de *P. thaca* en Maitencillo, V Región, y posteriormente, en Punta de Choros, IV Región. Los muestreos no se pudieron continuar, sin embargo, los autores establecieron que en Maitencillo, cerca del 80% de los ejemplares machos y hembras se encontraba maduro en diciembre de 1997 y un porcentaje similar se encontraba evacuado en enero de 1998. Por otro lado, en Punta de Choros, en los meses de junio y julio de 1998, predominaron los individuos en estado de regresión.

Es difícil concluir respecto a lo que ocurre en la zona central debido a la parcialidad de los datos, sin embargo, la información sugiere que también se desarrolla un ciclo estacional con desoves en verano y receso reproductivo en invierno. Por el contrario en el sur de Chile, la tendencia es hacia un ciclo estacional con evacuaciones en meses templados. En Concepción, VIII Región, los desoves ocurrirían en forma parcial en primavera y total, en otoño (Fica *et al.*, en Lozada, 1989) y en la X Región, en cambio, *P. thaca* se encontraría en madurez máxima entre septiembre y octubre y evacuaría desde septiembre a febrero con un periodo de recuperación desde marzo a junio (Reyes *et al.*, 1995). Un periodo de recuperación tan prolongado no se registró en las poblaciones estudiadas en el presente trabajo.

#### **4.2 Ciclo Reproductivo de *Gari solida***

El análisis cualitativo de la evolución gonadal durante el período de muestreo de este estudio, permite determinar que *Gari solida* en las tres regiones estudiadas, si bien difiere en la proporción de estados de madurez, en general desarrolla un ciclo reproductivo continuo con emisiones parciales a lo largo del año.

En Camarones, XV Región, ocurriría un evento de desove importante entre junio y julio, lo que se vio reflejado en el alto porcentaje de hembras en maduración en el muestreo de julio. Desde agosto a noviembre predominan las hembras en máxima madurez para evacuar nuevamente de manera importante entre noviembre y diciembre. Aún en este último mes un porcentaje de los ejemplares se encuentra en máxima madurez.

En San Marco, I Región, de manera similar a lo observado en Camarones, en junio se registró un alto porcentaje de hembras evacuadas totalmente y algo menos en evacuación parcial. Posteriormente en julio, se registró un alto porcentaje en madurez máxima lo que nuevamente sugiere la característica de una rápida recuperación gonadal en esta especie. De manera menos evidente se registra un evento de desove un poco más temprano, entre octubre y noviembre y en los meses restantes se mantuvo la tendencia de los desoves parciales y totales en parte de la población.

En Cifuncho y posteriormente La Chimba, II Región se determinó un ciclo reproductivo continuo al igual que en las localidades anteriores. De manera similar al inicio de los muestreos, en junio, las hembras se encontraban mayoritariamente evacuadas y en el mes siguiente, la mayoría estaba en maduración. Cabe destacar que en esta localidad la recuperación de la población fue un poco más lenta y recién en agosto se registraron hembras maduras nuevamente.

Respecto a Cifuncho, se debe indicar que a pesar de las prospecciones previas al inicio de los muestreos, a partir de agosto se empezó a notar una gran dificultad para recolectar el número mínimo para ciclo reproductivo de 30 ejemplares. En diciembre se logró coleccionar solo 5 individuos, debido a lo cual se decidió continuar con muestreos en el lugar más accesible y en el que se encontrara una cantidad considerable para asegurar los muestreos restantes. Cabe mencionar, que no es inusual que los bancos de bivalvos varíen su densidad. Se ha informado de migraciones que pueden estar relacionadas con alimentación, edad, cambios climáticos estacionales y otros (Eshky, 1998; Hiddink, 2000; Hiddink *et al.*, 2002)

Estos resultados difieren del ciclo descrito en algunos estudios para el extremo sur del país. En Bahía Dichato, VIII Región, *G. solida* desarrollaría un ciclo anual con un período de máxima madurez entre noviembre y enero y desove entre junio a octubre. Un período de menor intensidad se ubicaría entre febrero y mayo del año siguiente (Urban & Campos, 1994). En Santo Domingo, XI Región, Jaramillo *et al.*, (2003) determinaron que esta especie se reproduce a inicios de verano desovando en el período diciembre-enero.

Sin embargo, esto no es una regla para la especie en las poblaciones del sur. En Carelmapu, X Región, *G. solida* desarrolla un ciclo reproductivo continuo a través del año. Dentro de ello, los meses de febrero, mayo y diciembre aumenta la proporción de individuos en madurez máxima y la evacuación de gametos incrementa en los períodos febrero-marzo, mayo-junio y diciembre-enero (Jerez *et al.*, 1999). Este ciclo se ajusta mejor a los resultados descritos en este informe que sugieren que durante el invierno se desarrolla un evento reproductivo importante en las poblaciones de *G. solida* en el norte de Chile.

En este trabajo se resolvió agrupar los ejemplares en estado de regresión y evacuación total, porque los primeros se encontraban en muy bajo número. Eso y el hecho de encontrar ejemplares en máxima madurez en casi todos los meses, evidencia que poblacionalmente *P. thaca* y *G. solida* y en el norte de Chile no presentan un período largo de recuperación gonadal. No se registró ocurrencia de atresia general en las hembras que condujera a pensar que los gametos femeninos no son evacuados y la presencia de ejemplares en evacuación parcial, apoya la hipótesis de un tipo de ciclo reproductivo continuo.

#### **4.3 Talla de Primera Madurez**

Debido a que no se logró recolectar ejemplares de *Gari solida* de tallas menores en ninguno de los muestreos mensuales, no se determinó la talla de primera madurez sexual. Respecto a *P. thaca*, cabe destacar que la talla de primera madurez individual determinada en San Marco y Camarones de 26,4 mm para hembra y 31,9 para macho (esta última en Camarones) es notoriamente menor a los 39.3 mm y 39.2 mm para hembra y macho respectivamente, informado por Reyes *et al.*, (1995) para la X Región. Más aún se aleja de el valor estimado por los autores para hembras y machos agrupados de 43.8 mm. Esta variación podría representar una variación clinal relacionada con la diferencia en el régimen de temperatura cercano a 11° en la X Región y de 18° a 23° en la zona norte. Sin embargo, la diferencia encontrada no es lo suficientemente grande

como para sugerir un cambio en el valor estipulado como talla mínima de captura de 55 mm.

#### **4.4 Fecundidad Relativa**

Para *G. solida* se han descritos valores de fecundidad potencial cercanos a los 11.000.000 (Ascencio & Norambuena, 1996; Jaramillo et al, 2003) en la X Región. Los valores registrados en la zona norte alcanzan esta magnitud en la Chimba, II Región, sin embargo, hacia el norte, en la XV Región los valores alcanzaron como máximo 4,995,719.67. Se debe mencionar que si bien, los organismos se clasificaron como maduro, no todas las secciones evaluadas, de cada ejemplar poseían ovocitos concentrados, lo que podría explicar en parte la variación observada.

#### **4.5 Parasitosis**

Aún teniendo en cuenta que el método histológico aquí descrito no permite analizar el ejemplar completo, si permite comparar la parasitosis entre especies y localidades y obtener una referencia de la ocurrencia de ella. De los resultados obtenidos se puede concluir que la parasitación por cestodos en ambas especies es muy baja. A causa de esta baja frecuencia no se pudo extraer cestodos del intestino debido a que los ejemplares examinados y disecados sin fijar, no contenían estos parásitos y por lo tanto, no se pudieron caracterizar íntegros. La castración por tremátodo también es baja tanto en *G. solida* como en *P. thaca* aunque en esta última es ligeramente más alta. La castración por tremátodos es un tema de mucho interés en especies comerciales debido a que está ampliamente estudiado que los trematodos causan infertilidad, porque ocupan la energía derivada a la reproducción del molusco en su beneficio (Oliva *et al.*, 1987; Sousa, 1983; Cremonte *et al.*, 2001). Sin embargo, en base a las proporciones determinadas en este estudio, cabría suponer que el impacto de estos tremátodos en la población es bajo.

Por el contrario, en *P. thaca*, la parasitación por tremátodo en estado de cercaria en el manto alcanza un 100%. Todos los ejemplares revisados poseen numerosos quistes de metacercarias en el manto y asociado a ello, se produce una horadación característica en la parte interna de ambas valvas. La identidad de la especie no se ha determinado, sin embargo, Ituarte et al (2001), describieron lesiones en el manto y valva del bivalvo *Gaimardia trapesina* producidas por especies aún no determinadas pero asignadas tentativamente a las familia Gymnophallidae y Lepocreadiidae. En base a las

características externas de las metacercarias observadas en este trabajo: cuerpo completamente armado de espinas, ventosa oral mayor a ventosa ventral, ventosa ventral en posición ecuatorial, se asignó la especie a la familia Gymnophallidae.

La formación de cúpulas o iglú calcáreo alrededor de los parásitos y la alteración histológica del tejido del manto se ha asociado a la parasitación de estas familias. Se desconoce la influencia fisiológica de este tipo de parásitos sobre los bivalvos y la edad a la que se inicia la infestación. La ocurrencia de esta parasitación se determinó en las tres regiones estudiadas y en base a las características observadas en las cercarias, el parásito corresponde a la misma especie. La parasitación por cercaria también se determinó en otras estructuras del cuerpo, pero en muy baja proporción. Cabe si tener en cuenta, que la preparación observada corresponde solo a una pequeña sección de las estructuras, sin embargo, sirve como una referencia que permite hipotetizar que la infestación afecta de mayor manera solamente al manto y que no afecta el funcionamiento de branquias, sifón, músculo, pie, glándula digestiva ni otros de los observados. Debido a que la concha no presenta deformaciones mayores, no cabría esperar un efecto mayor sobre el crecimiento. Sin embargo, cabe preguntarse, sobre la continuación del ciclo de vida del en un segundo hospedador. Los pescadores artesanales encuestados, coincidieron en manifestar que en base a sus observaciones, las almejas son presas preferentes de los pulpos y de hecho, argumentan esa razón para no extraer almejas. Cabe hipotetizar que los pulpos podrían ser el segundo hospedador. La ocurrencia de tremátodos en cefalópodos ha sido descrita. Overstreet & Hochberg (1975) registraron la presencia de adultos de *Derogenes varicus* en *Sepia officinalis* y larvas de cuatro géneros de tremátodos en *Lolliguncula brevis* y *Octopus briareus*. La infestación se considera inusual porque frecuentemente los segundos o definitivos hospedadores son peces, sin embargo, existe un estudio que determinó la infestación de *Loligo gahi* en las Islas Falklands por un adulto de *Derogenes varicus* (Brikle *et al.*, 2001). Siendo el pulpo un recurso altamente cotizado en el norte de Chile, sería recomendable determinar la relación eventual de la parasitosis presente en *G. solida* y *P. thaca* descrita en este trabajo y su depredador frecuente.

#### **4.6 Medidas de Administración de los recursos almejas y culengue**

Las medidas regulatorias sobre los recursos almejas y culengue se pueden considerar mínimas. Existe registro de la pesquería de estos bivalvos desde 1966 y solo en 1980 y, bastante más tarde, en 1995, se establecieron tallas mínimas de captura para almejas y culengue, respectivamente. El efecto que estas medidas tuvieron en la población son difíciles de evaluar debido a que al momento no se cuenta con información de

seguimiento de una o varias poblaciones antes y después de las medidas. Lo que sí es posible visualizar es el comportamiento de la pesquería después de impuesta esta restricción por tamaño. En el norte, un año después de implementada la veda, el desembarque de almejas varía de manera heterogénea en las diferentes regiones. Disminuye en la I, V, VIII, X, XI y XII, aumenta en la II y VII, se inicia en la III y VI Regiones y se mantiene en la IV Región (Tabla XL).

Respecto al recurso culengue, la pesquería registra otro comportamiento. En la zona norte de Chile, en la II, III y VIII Regiones ocurrió un aumento en las toneladas de desembarque de culengue al año siguiente de impuesta la veda, particularmente en la II Región donde aumentó de 1 a 10 ton y posteriormente, siguió en aumento. En la IV, X y XI las capturas disminuyeron, en particular en la XI Región. Cabe especular que la imposición de la veda de tamaño mínimo de captura de sobre el culengue atrajo la atención sobre el recurso culengue en la II Región y de almejas en la II y VII Regiones, Por el contrario, en el sur de Chile, X y XI Regiones, donde las capturas han sido históricamente altas en comparación al norte, se observa una disminución en el desembarque (Tabla XLI), la que podría ser adjudicable a la porción faltante de ejemplares bajo la talla mínima que antes, sin veda, igualmente se extraían.

Tabla XLI. Desembarque del recurso “almejas” previo y posterior a la imposición de veda por tamaño mínimo en 1980 entre la I y XII Regiones (en ton).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1979	38	0	0	28	128	0	24	117	1	33.630	164	112
<b>1980</b>	107	31	0	17	201	0	9	218	0	29.755	131	102
1981	64	75	2	17	135	11	23	162	0	24.555	127	5
1982	64	56	2	57	70	0	22	255	0	20.427	143	28

Tabla XLII. Desembarque del recurso “culengue” previo y posterior a la imposición de veda por tamaño mínimo en 1995 entre la I y XII Regiones (en ton).

Año	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1994	0	15	11	86	0	0	0	226	0	11.651	912	0
<b>1995</b>	0	1	17	83	0	0	0	225	0	8.641	1.560	0
1996	0	10	19	79	0	0	0	267	0	7.703	624	0
1997	153	47	23	0	0	0	0	226	8	6.913	833	0

#### *4.7 Propuesta de Ordenamiento*

De acuerdo a lo señalado por los pescadores, no hay interés por la extracción del recurso almeja, por razones de precio, mercado y abundancia. El recurso se saca sólo ocasionalmente, para venta directa en los mercados locales. Pero resulta poco atractivo para los pescadores.

Considerando que los pescadores reconocen que la almeja es un importante alimento para el pulpo, que es un recurso de mayor valor y tiene un mercado establecido, resulta conveniente la actual situación descrita para la pesquería. Es conveniente que el recurso no se extraiga en forma masiva, si no solo en forma ocasional y en pequeños volúmenes. Es una situación que se debería tratar de mantener, para beneficiar la principal pesquería de la región, que es la del pulpo. Cabe considerar además, que de acuerdo a lo señalado por los pescadores, el recurso fue extraído en forma más masiva solamente por los pescadores provenientes de la IV Región, específicamente de Tongoy y se indica que ellos lo habrían “sobreexplotado”. Esto refuerza la idea de que no es un recurso de gran interés para los pescadores de la región, y para ser extraído, deben acudir a la zona pescadores de otras regiones. Sería recomendable que en el futuro esa situación pudiese ser evitada.

En ese marco, para un ordenamiento de la pesquería se debiera establecer medidas que favorezcan que se mantenga la situación actual. Sin embargo, lo que hace aquello es principalmente el precio y el mercado, sobre el cual no puede actuar la autoridad. Pero la autoridad si puede establecer y mantener medidas que desincentiven el establecimiento de un mercado y/o de plantas de proceso o poderes compradores. Eso se podría lograr manteniendo la pesquería cerrada la mayor parte del año. Por otro lado, se debería abrir en los períodos en que puede aumentar su venta en los mercados locales: épocas de vacaciones y/o afluencia de turistas a la zona, y en semana santa; y que esto sea realizado por los pescadores de la región. Ello permitiría que se aproveche el recurso, sin someterlo a mucha presión y desincentivaría el que vengan pescadores de otra región a extraer el recurso.

Como se aprecia de las estimaciones de crecimiento, el recurso es de crecimiento muy lento, por tanto, probablemente un banco, una vez extraído en forma intensiva, demora mucho en recuperarse. Puede ser esa la razón por la que los pescadores en general identifican a los bancos como “sobreexplotados”, producto de una época en que fueron extraídos en forma intensa. En este marco, la situación que el ordenamiento debe evitar, es que se vuelva a repetir una pesquería intensa en poco tiempo y que agote los bancos.

Al mantener la pesquería sólo para surtir mercados locales, en épocas restringidas, pero estratégicas en cuanto a momentos en que su aprovechamiento sea más beneficioso para los pescadores, este riesgo no existiría pues no existiría el incentivo de explotar intensamente un banco, sino sólo explotar aquellos sectores en que el recurso es más abundante y fácil de extraer. Ello se favorecería también por la mantención de un precio bajo: para que la extracción resulte conveniente, los pescadores tienen que sacar mucho en cada salida, por lo que necesariamente tendrán que buscar los sitios en que el recurso es muy abundante. En la actualidad, esta circunstancia podría estar favoreciendo que la pesquería se centre en los focos de abundancia más grande, evitando ejercer presión en sitios de menor abundancia. Esto se desprende de la opinión expresada por los pescadores, en cuanto a que no explotan el recurso por ser poco abundante. Sin embargo, el precio es algo que regula el mercado y que no puede ser controlado por la autoridad.

En el caso que si se quiera incentivar una pesquería mayor del recurso, diferente a lo recomendado en el texto precedente, habría que implementar medidas de ordenamiento adicionales. La recomendación sería en ese caso, establecer una rotación de áreas de pesca, cómo lo han planteado otros autores para el culengue (Jerez *et al.*, 1999) y *Mulinia edulis* (Stotz *et al.*, 2008). Es decir cada banco debería ser explotado en una ocasión y luego suspender la extracción por al menos 2 ó 3 años. Sin embargo, esto sólo resulta viable establecerlo al interior de Áreas de Manejo, donde la rotación se puede hacer cumplir. Resultaría muy difícil para la autoridad hacer cumplir una medida de esta naturaleza en Áreas de Libre Acceso, por la fiscalización que requiere. En ese contexto, esa recomendación, si bien pudiera ser razonable desde el punto de vista biológico y productivo, no lo es desde el punto de vista de la administración. El valor del recurso y el poco interés de los pescadores por él, no justificarían un esfuerzo tan grande para implementar un sistema de fiscalización que permita hacer cumplir una rotación de áreas en áreas de libre acceso. Considerando eso, el ordenamiento debería mantenerse de la forma actual, donde cada pescador busca dónde extraer, cuidando solo el cumplimiento de las tallas mínimas. Para el efecto, sin embargo, resultaría conveniente revisar la TMC de *Protothaca thaca*, ya que eventualmente la actual, al restringir la pesquería mas allá de lo necesario, induce a una conducta ilegal. Sería ahí necesario ajustar la TMC mejor a la realidad del recurso, para favorecer su cumplimiento. De acuerdo a la estimación de talla crítica del recurso, la talla mínima de captura se debería fijar en un valor entre 45 y 50 mm. Con ello se aprovecharía en forma óptima la productividad de la especie.

El hecho de dejar que cada pescador, al dedicarse a este recurso, busque por su cuenta los bancos más productivos, centrando su explotación en aquellos de mayor abundancia,

podría generar en forma natural una rotación de área. En la práctica, cuando un banco disminuye, deja de ser conveniente su explotación, y por eso es abandonado. En la medida que el precio se mantiene bajo y el incentivo para extraer este recurso sea moderado, como en la actualidad, probablemente induce a abandonar un banco mucho antes de que sea agotado. Pero, como ya se mencionó, el precio lo fija el mercado, por tanto podría cambiar, sin que la autoridad lo pueda impedir. Y si aumenta, la situación podría cambiar la conducta de los pescadores.

Ambas especies estudiadas se reproducen a lo largo del año y muestran una rápida recuperación, por lo cual no se considera necesaria una veda reproductiva. Además, la información sobre fecundidad corrobora una alta producción de huevos por hembra, particularmente de *P. thaca*. Cabe suponer entonces que manteniendo niveles bajos de extracción, no habría riesgo de generar una sobreexplotación por reclutamiento. No obstante, en este momento no existe mayor información acerca del tamaño actual de las poblaciones, ni tampoco cual es el límite de densidad en el cual se podría ver afectada la reproducción. Se requerirían por una parte estudios específicos sobre la estructura y abundancia de las poblaciones en estas regiones, y realizar experimentos para determinar la relación entre éxito de la reproducción y densidad

En síntesis, por el momento no es recomendable innovar en el ordenamiento. La única recomendación sería establecer cierres temporales de la pesquería, abriendo sólo en aquellos períodos en que el recurso resulta de interés para los mercados locales, como son por ejemplo el período de Semana Santa y los demás feriados más importantes, en que la afluencia de turistas podría favorecer un mejor mercado y precio. Sin embargo, se aprecia que, particularmente los pescadores locales, autorregulan la pesquería con el fin de favorecer el principal depredador de estos recursos, el pulpo, cuya pesquería es de mayor interés y valor. Para mantener esa situación, sería importante evitar en forma efectiva el que el recurso sea extraído por pescadores que pudieran venir a trabajar por temporadas desde otras regiones.

## 5 Conclusiones

1. *Protothaca thaca* en la XV Región se reproduce en todos los meses del año, excepto en el mes de marzo. Los desoves más importantes ocurren en febrero y entre mayo y junio.
2. *Protothaca thaca* en la I Región se reproduce en todos los meses del año. El desove mayor ocurre entre mayo y junio.
3. *Protothaca thaca* en la II Región se reproduce en todos los meses del año, excepto en el mes de marzo. Los desoves mayores ocurren entre febrero y marzo y secundariamente, entre abril y mayo.
4. *Gari solida* en la XV Región se reproduce en todos los meses del año. Desoves mayores ocurren entre mayo y junio y secundariamente, entre noviembre y diciembre.
5. *Gari solida* en la I Región se reproduce en todos los meses del año excepto en mayo y junio. Desoves mayores ocurren entre mayo y junio y secundariamente, entre octubre y noviembre.
6. *Gari solida* en la II Región se reproduce en todos los meses del año, pero en menor proporción en junio y julio. El desove mayor ocurriría entre mayo y junio.
7. Para *P. thaca*, en Camarones, XV Región la TPMS individual correspondió a 26.4 mm de longitud máxima para hembras y 31.9 mm para machos
8. Para *P. thaca*, en San Marco, I Región, la TPMS individual correspondió a 26.4 mm de longitud máxima para hembras y 31.4 mm para machos
9. La fecundidad potencial de *P. thaca* varió entre 4,425,698.92 y 15,967,810.39 de manera similar en las tres regiones
10. La fecundidad potencial de *G. solida* entre 2,809,736.05 y 13,696,976.79 siendo menor en la XI Región
11. *P. thaca* sufre una parasitación intestinal por céstodo que alcanza una prevalencia de 0,36 % en la XV y I. No se determinó parasitación por céstodo en la II Región.
12. *G. solida* sufre una parasitación intestinal por céstodo que alcanza una prevalencia de 1,09% en la XV Región. No se determinó parasitación por céstodo en las I y II Regiones.

13. La parasitación gonadal por tremátodo en *P. thaca* afectó a un 1,07% de la población muestreada en la XV y II Regiones y 2,5% en la I Región. La parasitación por metacercaria en el manto alcanza una prevalencia de 100 % prevalencia en la I, II y III Regiones y fue asignado a la Familia Gymnophallidae.

14. La parasitación gonadal por tremátodo en *G. solida* afectó a un 0,7% en la XV y I Regiones. No se registró en la II Región.

15. Actualmente, los recursos taca y culengue no representan un recurso prioritario para los pescadores artesanales y su extracción tiene como destino principal el consumo local y sólo en algunos casos también la industria de proceso de la IV Región.

16. Dentro de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos se debería explotar el recurso mediante rotación de áreas, dejando descansar cada banco entre 2 a 3 años entre explotación.

17. En las Áreas de Libre Acceso, para no afectar la pesquería del pulpo, que es un importante depredador de las almejas, resulta conveniente que la pesquería de almejas se mantenga en el bajo nivel de capturas actuales.

18. Para desincentivar un aumento de las capturas, se recomienda administrar la pesquería con cierres temporales, abriendo sólo en fechas en que el consumo local es importante, tales como semana santa y algunos feriados en que la afluencia de turistas podría generar un mercado local más interesante.

19. Adicionalmente se debe evitar en forma efectiva la extracción masiva del recurso por pescadores de otras regiones y para la industria de proceso de otras regiones.

20. En el caso de *P. thaca*, considerando el análisis de talla crítica, resulta conveniente revisar y disminuir la talla mínima de captura a un tamaño entre 45 y 50 mm.

**6 BIBLIOGRAFÍA**

- Brousseau, D. J. 1987 Gametogenesis and spawning in a population of *Macoma balthica* (Pelecypoda: Tellinidae) from Long Island Sound. *The Veliger* 29(3): 260-266
- Brickle P, PD Olson, DTJ Littlewood, A Bishop & A Arkhipkin. 2001. Parasites of *Loligo gahi* from waters off the Falkland Islands, with a phylogenetically based identification of their cestode larvae. *Canadian Journal of Zoology* 79:2289-2296
- Brown, D., B. Campos, L. Durán, C. Melo & J. Urban 1999 Estudio de edad y reproducción del recurso almeja en la IV y V Regiones. Informe Técnico Fondo Investigación Pesquera 115 pp.
- Cremonte, F. Kroeck, M. & Martorelli, S. 2001. A new monorchiid cercaria (Digenea) parasitising the purple clam *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) in the Southwest Atlantic Ocean, with notes on its gonadal effect. *Folia parasitologica* 48: 217-223.
- Eshky, A.A. 1998. Ecological behaviour & biology of the beach clam *Donax faba* (Gmelin) from the Red Sea. *JKAU Islamic Econ.* 10: 47-72
- 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.
- Gayanilo, F. C., P. Sparre & D. Pauly. 1996. *The FAO- ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT). User's Guide.* FAO Computerized Information Series (Fisheries). N° 8 Rome, FAO. 126 p.
- Hiddink, J.G. 2002. The adaptive value of migrations for the bivalve *Macoma balthica*. PhD Thesis. Rijksuniversiteit Groningen: Groningen, Netherlands. ISBN 90-9016102-3. 172 pp <http://irs.ub.rug.nl/ppn/240848039>
- Hiddink, J., R. Kock & W. Wolff. – 2002. Active pelagic migrations of the bivalve *Macoma balthica* are dangerous. *Mar. Biol.* (N Y), 140: 1149-1156

- Jaramillo, E., E. Clasing, M. Avellanal., P. Quijón, H. Contreras, P. Rubilar & G. Jeréz 1998 Estudio biológico-pesquero de los recursos almeja, navajuela y huepo en la VIII y X Regiones. PROYECTO FIP 96-46. Informe Final. 106 pp
- Jaramillo, E., O. Garrido, C. Gallardo & H. Contreras. 2003. Bases biológica para el ordenamiento de las pesquerías de almeja en la X y XI Regiones. PROYECTO
- Jeréz, G., N. Barhona, H. Miranda, V. Ojeda, D. Brown, C. Osorio, A. Olguín & J. Orensanz 1999 Estudio biológico pesquero de los recursos tawera (*Tawera gayi*) y culengue (*Gari solida*) en la X región PROYECTO FIP 96-46. Informe Final. 149 pp
- Lozada, E. & Bustos, H., 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua* (King and Broderip, 1835) en la Bahía de Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). Rev. Biol. Mar., Valparaíso 20, pp. 91–112.
- Lozada, E. 1989 Situación actual de los estudios sobre reproducción en moluscos bivalvos de importancia comercial en Chile. Rev. Pacífico Sur. Número Especial pp: 355-62
- Martoja, R. & Martoja Pierson, M. 1970 Técnicas de histología animal. Barcelona, Toray-Masson, 350 pp.
- Oliva, M., A. Velásquez & P. Cifuentes. 1987. Acción castradora de *Proctoeces humboldti* en *Fissurella crassa*: Análisis preliminar. VII Jornadas de Ciencias del Mar. Concepción, Chile. Resumen.
- Reyes, A. & N. Barhona 1995 Monitoreo de la pesquería del recurso almeja en la X región, 1994. Informe Técnico Fondo Investigación Pesquera 168 pp.
- Sousa, W.P. 1983. Host life history and the effect of parasitic castration on growth: a field study of *Cerithidea californica* Haldeman (Gastropoda: Prosobranchia) and its trematode parasites. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 73: 273–296.
- Stotz W., M. Valdebenito, M. Romero, G. Bernal, L. Caillaux, J. Aburto, H. Contreras, D. Lancellotti, N. Urriola, P. Guajardo, S. Baro, G. Aquea y C. Cerda. 2008. Estudio reproductivo del recurso almeja en la IV Región. Informe final, Universidad Católica del Norte. 139 pág.
- Urban HJ & B Campos. 1994. Population dynamics of the. bivalves *Gari solida*, *Semele solida* and *Protothaca thaca*. from a small bay in Chile at 36°S. Marine

## 7 Anexos

### 7.1 Anexo I D.O. N° 38.666

D.G.T.M. Y M.M.

BOL. INF. MARIT. 1/2007

117

#### MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN

Subsecretaría de Pesca

#### ESTABLECE VEDA EXTRACTIVA DE LOS RECURSOS ALMEJA Y CULENGUE EN AREA Y PERIODO QUE INDICA

(D.O. N° 38.666, del 18 de Enero de 2006)

Núm. 1.688 exento.- Santiago, 29 de diciembre de 2006.- Visto: Lo informado por la División de

Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca mediante memorándum técnico (URB) N° 145 de 2006, de 22 de noviembre de 2006; lo informado por el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones mediante oficios Ord. ZI N° 380014306 de 31 de agosto de 2006 y N° 380012106 de fecha 31 de julio de 2006; lo dispuesto en el artículo 32 N° 8 de la Constitución Política de la República; el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.S. N° 19 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; la resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República; la ley N° 19.880.

Considerando:

Que el artículo 48 letra a) de la Ley General de Pesca y Acuicultura sanciona la facultad y el procedimiento para establecer veda extractiva por especie en un área determinada.

Que de conformidad con los Informes Técnicos evacuados por la Subsecretaría de Pesca y el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones, citados en Visto, resulta necesario establecer una veda extractiva de los recursos Almeja y Culengue por el lapso de dos años a contar del día 15 de marzo de 2007,

D e c r e t o:

**Artículo 1°.-** Establécese una veda extractiva para los recurso Almeja (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Retrotapes rufa*, *Retrotapes lenticularis*) y Culengue (*Gari solida*), en el área marítima de la I Región, la que regirá por el término de dos años a contar del día 15 de marzo de 2007.

**Artículo 2°.-** Durante el período de veda extractiva, prohíbese la captura, comercialización, transporte, procesamiento, elaboración y almacenamiento de las especies vedadas y de los productos derivados de ellas, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 110, 119 y 139 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

**Artículo 3°.-** Se exceptúan de lo señalado en los artículos precedentes las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos establecidas o que se establezcan de conformidad con lo dispuesto en el artículo 48 letra d) de la Ley General de Pesca y Acuicultura, las que se regirán para estos efectos, por sus respectivos planes de manejo debidamente aprobados por la Subsecretaría de Pesca.

**Artículo 4°.-** El Servicio Nacional de Pesca podrá, mediante resolución, establecer medidas y procedimientos para permitir una adecuada fiscalización, tales como horarios y puertos de desembarques,

solicitar información de la actividad pesquera a las plantas de transformación, naves pesqueras u otros agentes del sector en los períodos y fechas que indique y efectuar los controles que sean necesarios, para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones del presente decreto.

*D.G.T.M. Y M.M.*

*BOL. INF. MARIT. 1/2007*

118

**Artículo 5°.-** La infracción a lo dispuesto en el presente decreto, será sancionada en conformidad con el procedimiento y las penas contempladas en la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Anótese, comuníquese y publíquese.- Por orden de la Sra. Presidenta de la República, Alejandro Ferreiro Yazigi, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Lo que transcribo para su conocimiento.- Saluda atentamente a Ud., Carlos Hernández Salas, Subsecretario de Pesca.

7.2 Anexo II

D. E. 659 2007

MINISTERIO DE ECONOMÍA  
FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN  
SUBSECRETARÍA DE PESCA

Suspende veda extractiva almeja y culengue I Región

892

SUSPENDE VEDA EXTRACTIVA  
PARA LOS RECURSOS ALMEJA Y  
CULENGUE EN EL AREA MARITIMA  
QUE INDICA.

D. EXENTO N° 659

SANTIAGO, 02 ABR. 2007

VISTO: Lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría de Pesca en Memorándum Técnico (URB) N° 23 fecha 9 de marzo de 2007; lo dispuesto en el artículo 32 N° 6 de la Constitución Política de la República; el D.F.L. N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido fue fijado por el D.S. N° 430 de 1991, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; el D.S. N° 19 de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; la Resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República; el D.S. N° 1688 de 2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; lo informado por el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones, mediante oficio ORD./ZI/N° 380005407, de fecha 16 de marzo de 2007.

**CONSIDERANDO:**

Que por D.S. N° 1688 de 2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se estableció una veda extractiva para los recursos almeja (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Retrotapes rufa*, *Retrotapes lenticularis*) y culengue (*Gari solida*) en el área marítima de la I Región, por el término de dos años a contar del día 15 de marzo de 2007.

Que el artículo 48 letra a) de la Ley General de Pesca y Acuicultura establece la facultad y el procedimiento para establecer vedas extractivas por especie en un área determinada.

Que la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca y el Consejo Zonal de Pesca de la I y II Regiones, mediante los informes técnicos citados en Visto, han

recomendado suspender la veda extractiva establecida para los recursos almeja y culengue en el área marítima de la I Región, hasta el día 30 de abril de 2007, inclusive.

**DECRETO:**

**Artículo Único.-** Suspéndase entre día hábil siguiente al de la publicación del presente Decreto en el Diario Oficial, en los términos establecidos en el artículo 25 de la Ley N° 19.880, y el 30 de abril de 2007, ambas fechas inclusive, la veda extractiva establecida en el D.S. N° 1688 de 2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, sobre los recursos almeja (*Venus antiqua*, *Protothaca thaca*, *Semele solida*, *Retrotapes rufa*, *Retrotapes lenticularis*) y culengue (*Gari solida*), en el área marítima de la I Región.

**ANOTESE, COMUNIQUESE Y PUBLIQUESE**

**POR ORDEN DE LA SRA. PRESIDENTA DE LA REPUBLICA**



**Lo que transcribo para su conocimiento**

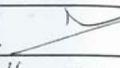
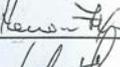
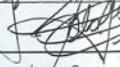
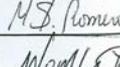
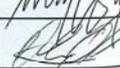
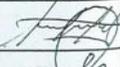
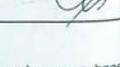


**7.3 Anexo III Lista asistencia a Taller de Difusión Final**



**REUNIÓN:** Taller FIP 2008-49 Almería y Wlenque

**LUGAR, FECHA Y HORA:** Iquique, 23/06/11, 18:00

Nombre	Organización	Fono	Correo electrónico:	Firma
PATRICIO RIVAS DEVIWE	SERNAPESCA	573349	PRIVAS@SERNAPE.SCA.CL	
HERNÁN ZOPEDA SARDIAs	SUD BAPTA #00 Febupesca	7100351		
José García López	SIT. BMAPA Chanauaya	97291339		
Sagrario Alvaroska - RZ	FIP pesca	81758835		
Adolfo Vargas Rojas	Febupesca (Promov)	573236	adolfo@promovpesca.cl	
Ma Solides Romero	UCN	209791	msromero@ucn.cl	
WOLFGANG STOTZ	UCN	51-209908	wstotz@ucn.cl	
Alberto Olaveres	st. DE CAQUILLO	96882666		
Pedro Veric	sot. los Vandez	90720388		
MARCO SOTO A	SUB PESCA		msoto@subpesca.cl	

Dirección Zonal de Pesca XV, I y II Regiones, Avda. Arturo Prat N°920, Iquique, CHILE. Fono: (57)413117 - 413919. Sitio web: www.subpesca.cl



REUNIÓN: TALLER FIP 2008-49 Almeria y Ulen Gue  
 LUGAR, FECHA Y HORA: Iquique, 29/06/11, 18:00

Nombre	Organización	Fono	Correo electrónico:	Firma
EMZO ROJAS C.	ASESOR CNG CONSEJO NOROCCIDENTAL	77309369	ERojas@CNG.cl	
JUAN C. VILLARROEL	SUBPESCA	57-413117	JVILLARROEL@SUBPESCA.CL	
Reul Madrid C	SIP SAN MARCOS	87 99 08 57	reul.madrid.c@gnoc.cl	
TOMAS RUIZ L.	SI P. CHANARIVITA SECRETARÍA	78 38 25 85	-	
Alfonso Orozco Pizarro	SIP. Chanarivita	82663223	-	
Herwan Colloso	SIP. CABOTA SAN MARCOS	83400334	-	

7.4 Anexo IV Presentación gráfica de objetivos y resultados de Proyecto



**PROYECTO FIP 2008-49**

"Estimación de parámetros reproductivos y determinación de parámetros de crecimiento en los recursos almejas y culengue del norte de Chile (Regiones XV, I y II)"

Universidad Católica del Norte  
Facultad de Ciencias del Mar  
Grupo de Ecología y Manejo de Recursos



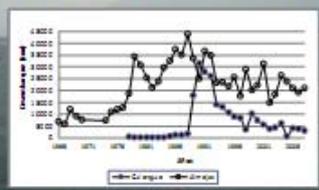
Históricamente, hasta 1980: Pesquería de libre acceso

1980: Decreto Supremo N° 653 talla mínima de extracción de 55 mm para "almejas"

1995: Resolución N° 1102 *Gari sólida* (culengue) de 60 mm

2007: veda extractiva en la I Región, excepto AMERBs, *Venus antiqua*, *P. thaca Semale sólida*, *Retrotapes rubra*, *Retrotapes lenticularis* y Culengue (*Gari sólida*)

Hoy la pesquería de almejas y culengue se realiza bajo un régimen de libre acceso

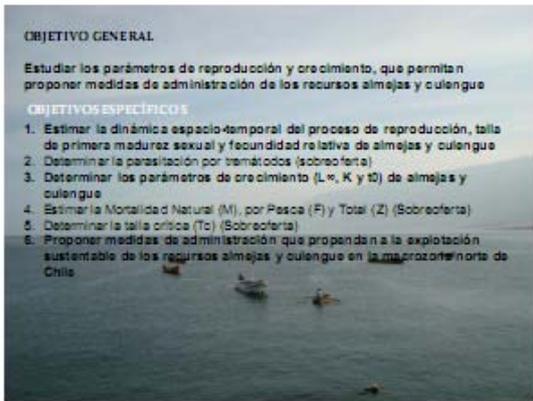


**OBJETIVO GENERAL**

Estudiar los parámetros de reproducción y crecimiento, que permitan proponer medidas de administración de los recursos almejas y culengue

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estimar la dinámica espacio-temporal del proceso de reproducción, talla de primera madurez sexual y fecundidad relativa de almejas y culengue
2. Determinar la parasitación por tremátodos (sobrecarga)
3. Determinar los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ , K y t0) de almejas y culengue
4. Estimar la Mortalidad Natural (M), por Pesca (F) y Total (Z) (Sobrecarga)
5. Determinar la talla crítica (Tc) (Sobrecarga)
6. Proponer medidas de administración que propendan a la explotación sustentable de los recursos almejas y culengue en la mayor parte norte de Chile



Obj. 1 Estimar la dinámica espacio-temporal del proceso de reproducción, talla de primera madurez sexual y fecundidad relativa de almejas y culengue



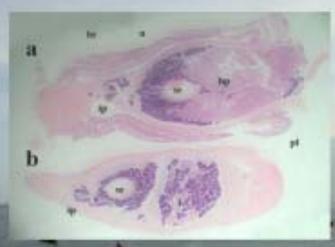
Período de muestreo: junio 2009 a mayo 2010

Caracterización morfométrica:

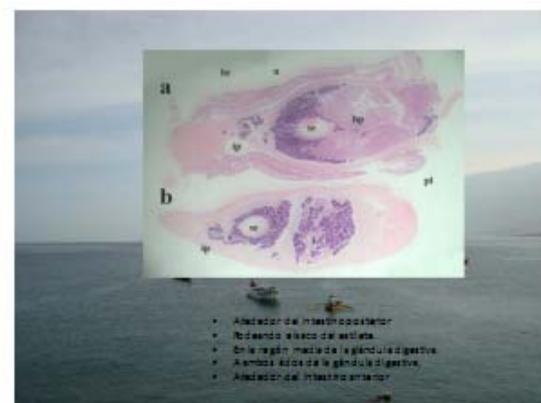


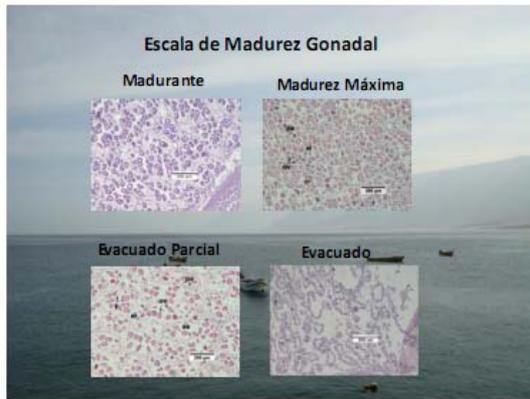
Muestreo de gónada:





- Alrededor de intestino posterior
- Alrededor de saco de estómago
- En la región media de la gónada digestiva
- Ambos lados de la gónada digestiva
- Alrededor del intestino anterior





**Prototheca thaca, "la taca"**

En todas las regiones la taca está madura y desovando todos los meses (excepto marzo en la XV y II Regiones).

**Los desoves más importantes ocurren:**  
 En la XV Región: en febrero y entre mayo y junio  
 En la I Región: entre mayo y junio  
 En la II Región: entre febrero y marzo

**Gari solida "el culengue"**

En todas las regiones el culengue está madura y desovando todos los meses.

**Los desoves más importantes ocurren:**  
 En la XV Región: entre junio y julio  
 En la I Región: entre mayo y junio  
 En la II Región: entre mayo y junio

**¿Qué tan pequeñas se reproducen estas especies?**

**Talla de Primera Madurez Sexual (TPMS)**

Camarones 8 Nov 2009  
 Camarones 14 Ene 2010  
 San Marco 10 Nov 2009  
 San Marco 17 Ene 2010

Para *P. thaca*, en Camarones, XV Región la TPMS individual  
 26.4 mm de longitud máxima para hembras  
 31.9 mm para machos

Para *P. thaca*, en San Marco, I Región, la TPMS individual  
 26.4 mm de longitud máxima para hembras  
 31.4 mm para machos

**¿ Cuantos huevos puede producir una hembra ?**

**Fecundidad Potencial**

$$FP = VG \times Nv / Vu$$

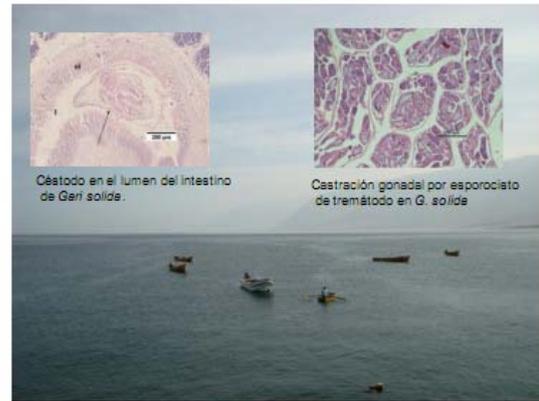
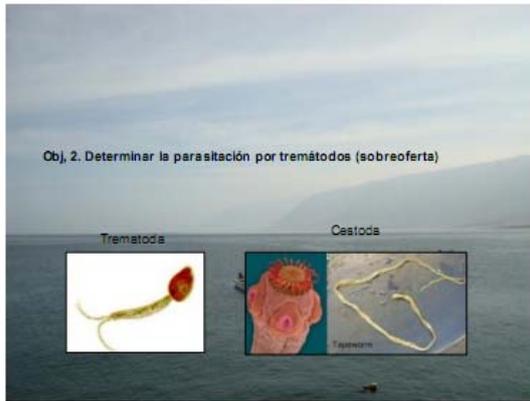
donde:  
 VG : volumen gonada  
 Vu : volumen unitario  
 Nv : número de ovocitos contenidos en el volumen unitario

**Resultados de Fecundidad Potencial**

		Prototheca thaca	
Camarones	XV Región	5,181,030.15	15,987,810.39
San Marco	I Región	4,425,698.92	7,076,114.88
Cifuncho	II Región	4,222,438.88	15,030,888.82

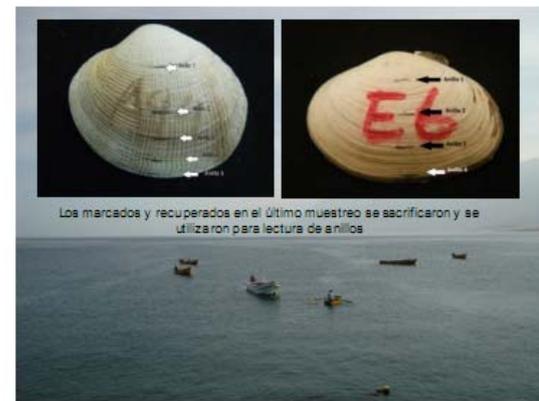
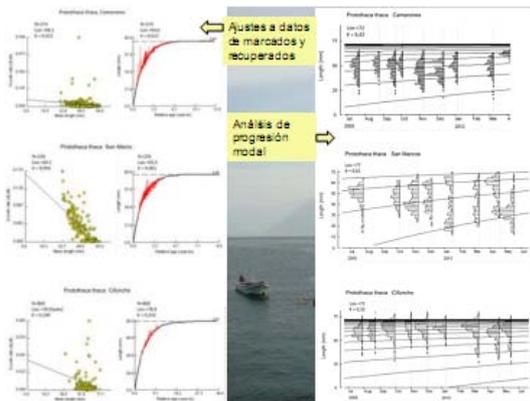
		Gari solida	
Camarones	XV Región	2,809,728.05	4,995,719.87
San Marco	I Región	4,317,017.88	13,896,976.79
Cifuncho	II Región	3,299,931.86	11,027,828.22



		Protothaca thaca	
		Cestoda	Tremátoda
Camarones	XV Región	0,36%	1,07%
San Marco	I Región	0,36%	2,50%
Cifuncho	II Región	0%	1,07%

		Gari solida	
		Cestoda	Tremátoda
Camarones	XV Región	100%	0,70%
San Marco	I Región	0%	0,70%
Cifuncho	II Región	0%	0%



**Protoboa thaise**

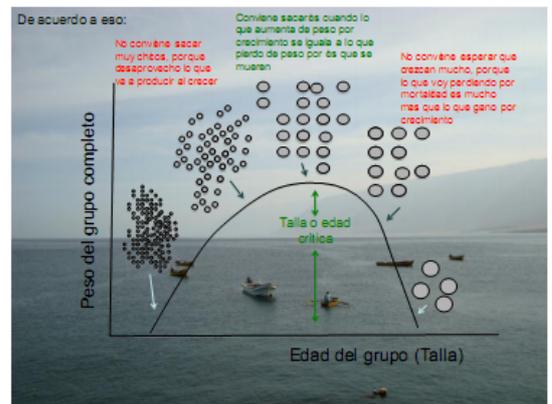
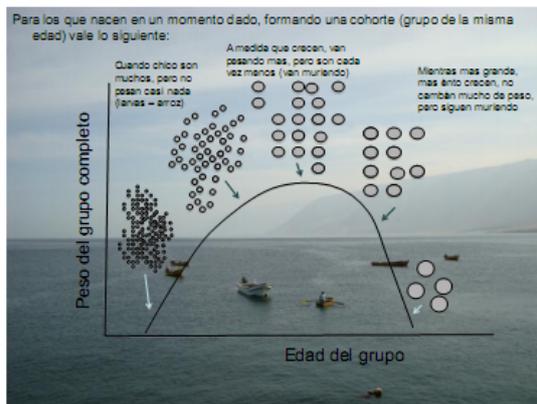
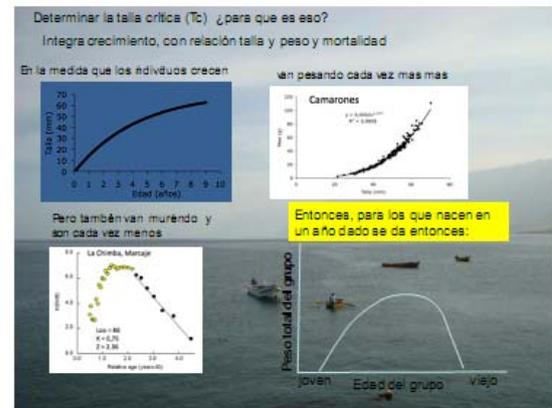
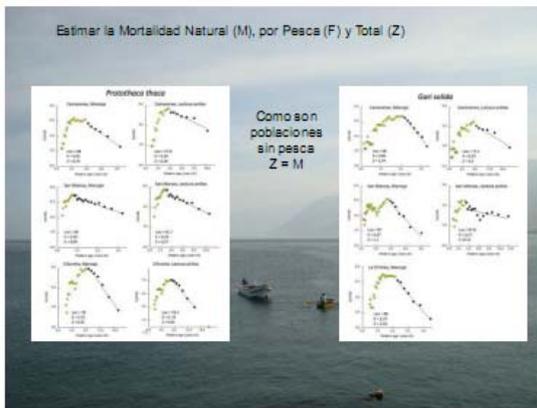
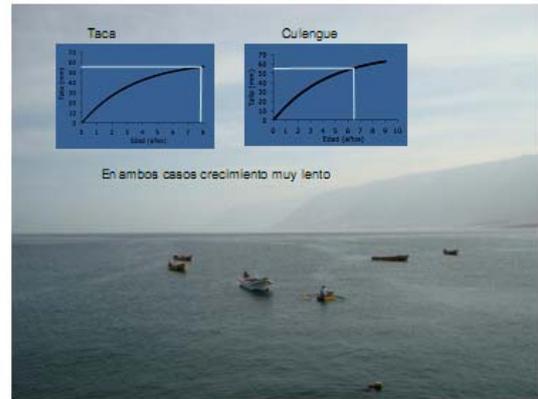
Lugar	Método	Estimación	Lo	K	Z
Camarones	Marcaje	Murro	64,6	0,612	
Camarones	Marcaje	GulfandSholt	68,1	0,422	0,7
Camarones	Pobaccional	Anillos	57,8	0,34	0,28
Camarones	Pobaccional	Esfan	73	0,42	
San Marcos	Marcaje	Murro	65,4	0,901	
San Marcos	Marcaje	GulfandSholt	64,1	0,954	0,9
San Marcos	Pobaccional	Anillos	61,7	0,29	0,27
San Marcos	Pobaccional	Esfan	77	0,61	
Cifuncho	Marcaje	Murro	78,8	0,213	
Cifuncho	Marcaje	GulfandSholt	78	0,19	0,52
Cifuncho	Pobaccional	Anillos	78,2	0,23	0,64
Cifuncho	Pobaccional	Esfan	77	0,32	

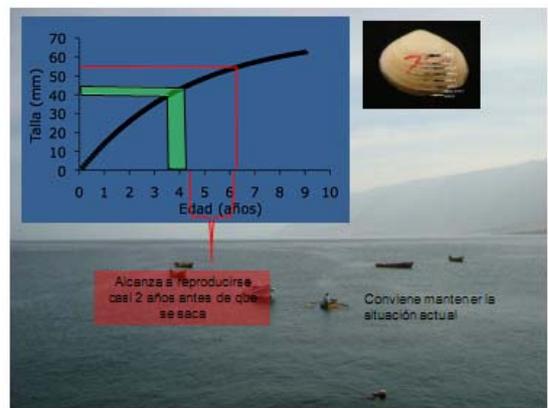
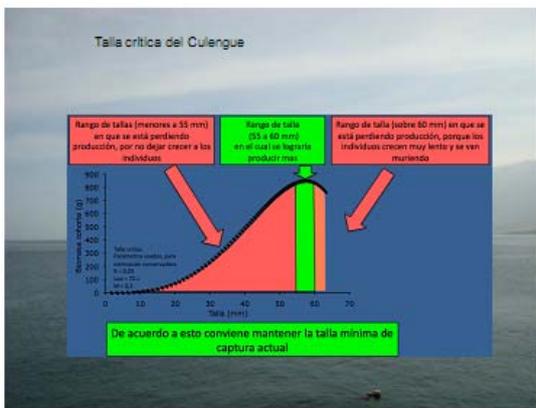
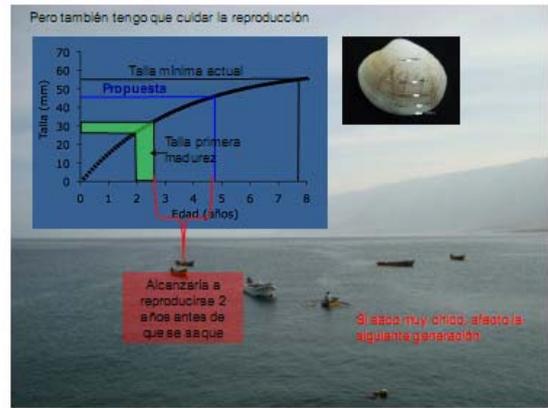
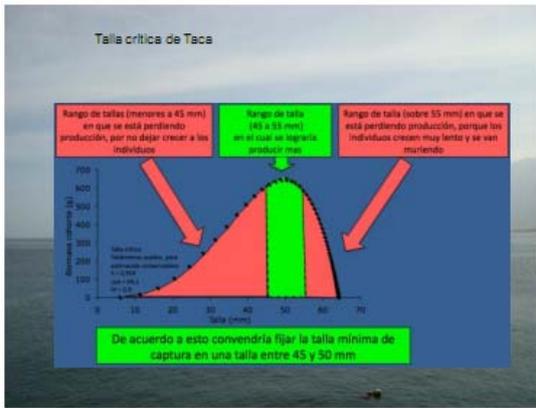
Mucha variación entre sitio y entre método en los parámetros

**San solista**

Lugar	Método	Estimación	Lo	K	Z
Camarones	Marcaje	Murro	87	1,473	
Camarones	Marcaje	GulfandSholt	98	0,664	3,34
Camarones	Pobaccional	Anillos	77,1	0,23	0,2
Camarones	Pobaccional	Esfan	90	0,6	
San Marcos	Marcaje	Murro	87,1	0,358	
San Marcos	Marcaje	GulfandSholt	86,08	0,472	1,1
San Marcos	Pobaccional	Anillos	67,8	0,27	0,12
San Marcos	Pobaccional	Esfan	82	0,44	
La Chomba	Marcaje	Murro	85,36	0,189	
La Chomba	Marcaje	GulfandSholt	86	0,748	2,36
La Chomba	Pobaccional	Anillos			
La Chomba	Pobaccional	Esfan	96	0,62	





6. Proponer medidas de administración que propendan a la explotación sustentable de los recursos almejas y culengue en la macrozona norte de Chile

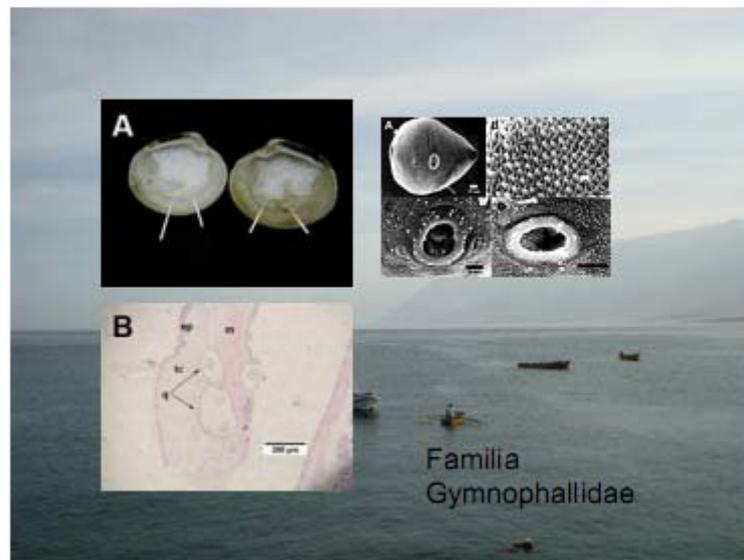
Para participación, en vez de un taller - focus group

CALETA	Nº Participantes
Arica	5
C. Buena	3
Camarones	3
Chanayaya	3
Chanavayita	4
Chumba	5
Chigüera	3
Chuncho	4
Cotija	5
Colosa	4
Constitución	4
Humbos	3
Huachan	2
Iquique Cavanoha	3
Iquique Riquelme	4
Mojilinas	3
Papelito	3
Prisagua	6
Rta. Arenas	3
Rio Seco	2
San Marcos	4
Tal-tal	3
Uta	3
TOTAL	82

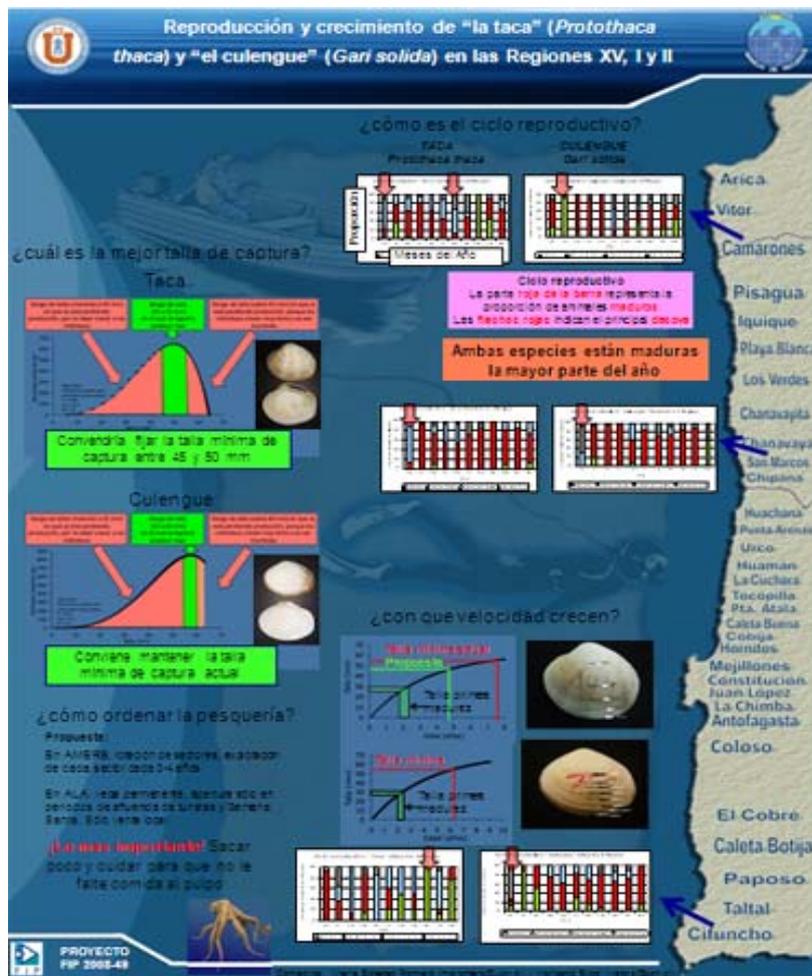
Para evitar problemas de comunicación y terminar tomando la opinión de muy pocos







7.5 Anexo V Poster de Difusión



**8 Asignación Horaria al Proyecto**

<b>Nombre</b>	<b>Función</b>	<b>Horas por semana</b>
María Soledad Romero Bastías	Jefe de Proyecto	20
Pablo Araya	Investigador	10
Francisco Ruiz	Investigador	10
Wolfgang Stotz Uslar	Investigador	10
Jaime Aburto	Investigador	10
Luciana Loto	Técnico	20
Jorge Alvanéz	Técnico	40
Florian Shneider	Técnico	20
Ximena Salinas	Técnico	20
Antonia Covarrubias	Técnico	2
Claudio Cerda	Técnico	5