

# INFORME FINAL

**PROYECTO FIP N° 2005-18**

**“DEFINICIÓN DE CRITERIOS BIOLÓGICOS, AMBIENTALES,  
SANITARIOS Y OPERATIVOS PARA LA INSTALACIÓN DE  
COLECTORES DE MOLUSCOS BIVALVOS EN LA X REGIÓN”**



Elaborado por:



Diciembre de 2007

## AUTORES:

Germán Leiva Zelada

Director del Proyecto

Claudio Santibañez V.

Encargado de operaciones en terreno

José Luis Bartheld

Asistente de terreno y laboratorio

## CONSULTORES:

Carlos Molinet (UACH)

Modelo matemático

Jorge Navarro A. (UACH)

Asentamiento y calidad de semillas

## Resumen ejecutivo

En el presente informe se presentan los resultados obtenidos del Proyecto FIP 2005-18 "Definición de criterios biológicos, ambientales, sanitarios y operativos para la instalación de colectores de moluscos bivalvos en la Xa región" (centrado en el estudio de la captación natural del bivalvo *Mytilus chilensis*).

En base a encuestas realizadas a los mitilicultores de la región y a la información disponible en Sernapesca, se seleccionaron cinco localidades de la Xª región (Yaldad, Metri, Pichicolo, Chauquear y Cochamó), que en su conjunto concentran sobre el 70% de la captación de semillas en la Xª región.

En los sitios seleccionados se desarrolló un programa de monitoreo regular para registrar en forma temporal las variables abióticas (temperatura y salinidad) las variables bióticas (clorofila, seston, IGS) asociadas a la presencia y abundancia de larvas y asentados de mitílicos cuantificados en el agua y mediante la instalación de colectores.

En cada una de las localidades se definieron áreas de estudio y de referencia, donde se desarrollaron los monitoreos. En las áreas de estudio se realizó además una caracterización del sitio registrando la batimetría y corrientes principales, además de realizar una prospección de bancos naturales de *M chilensis* presentes en el área.

Se observó una gran variabilidad en la abundancia de larvas presentes dentro y entre los sitios de estudio, las que asociadas a los registros de asentamiento permiten establecer la predominancia de sectores como Pichicolo, Cochamó y Metri, en términos de densidad de asentamiento, respecto a Yaldad y Chauquear. Se observó una marcada tendencia estacional en la aparición de las larvas en la columna de agua, y los valores de seston orgánico, clorofila y temperatura. La salinidad fue bastante similar entre las localidades salvo la capa superficial de Cochamó donde se detectó una importante influencia de agua dulce.

Los datos de asentamiento larval registrados en los diferentes tipos de colectores permitieron establecer que las larvas no muestran preferencias por algún tipo de colector en especial.

El modelo matemático construido en base a un modelo de poblaciones abiertas para determinar la abundancia de larvas y asentados en el agua respecto del potencial reproductivo obtenido de la prospección de los bancos naturales y un GLM diseñado para relacionar las variables cuantificadas con la presencia de larvas y asentados de mitílidos en cada localidad, mostró valores subestimados de asentamiento, respecto de lo observado principalmente en Cochamó y Pichicolo. EN el caso del GLM, las variables que explicaron la mayor parte de la varianza fueron las localidades, la fecha y la temperatura.

El cuarto capítulo del informe consta de una revisión bibliográfica de los factores ambientales y antropogénicos que podrían afectar la actividad de captación de semillas desde el ambiente natural. Esta revisión incorpora un análisis de los potenciales factores ambientales que podrían afectar la captación de semillas, como la presencia de Floraciones Algales Nocivas (FAN) en las áreas. También se incorporan otros agentes contaminantes, como riles y metales pesados derivados de la actividad industrial. Se confeccionó una matriz de riesgo para las distintas localidades en función de antecedentes bibliográficos y los recopilados mediante el desarrollo del estudio. Surgen de aquí como las localidades con mayor riesgo o nivel de impacto Yaldad y Chauquear, que fueron las localidades donde se observó el menor número de larvas y asentados.

Se realizó un Seminario-Taller para dar a conocer los resultados del proyecto. Se recogieron las observaciones y posiciones de instituciones públicas y privadas asociadas a la actividad de captación de semillas, con el fin de aportar antecedentes a la generación de una estrategia de desarrollo sustentable de esta actividad.

Finalmente, se propone un marco estratégico con las acciones que se deberían implementar para un ordenamiento y desarrollo sustentable de la captación de semillas en la X región.

---

## Índice General

<b>I.- Antecedentes Generales</b>	1
<b>II.- Introducción</b>	3
<b>III.- Objetivo General</b>	4
<b>IV.- Objetivos Específicos</b>	4
<b>4.1. Identificar y caracterizar las principales áreas de captación larval de mitílidos en la Xa región.</b>	4
4.1.1. Metodología	4
Batimetría	5
Correntometrías	5
Prospección de bancos	5
4.1.2. Resultados	9
4.1.2.1. Definición de las áreas de captación	9
Asociación de mitilicultores	9
Servicio Nacional de Pesca	11
Subsecretaría de Pesca	11
4.1.2.2. Caracterización de las áreas de captación larval	14
Ubicación geográfica	14
Prospección de bancos	15
Batimetría y correntometría lagrangeana	16
Correntometría euleriana	18
<b>4.2. Identificar los factores que inciden sobre el desove y fijación larval y que permiten estimar la abundancia de larvas y semillas a capturar a lo menos para las áreas de Estero Reloncaví, seno Reloncaví, Chiloé insular y Chiloé Continental.</b>	19
4.2.1. Metodología	19
Cruceros oceanográficos	19
Asentamiento	21
Calidad de semilla	22
4.2.2. Resultados	23

---

4.2.2.1.	Índice gonadosomático	23
4.2.2.2.	Abundancia total de larvas	24
4.2.2.3.	Abundancia relativa de estadios larvales	26
4.2.2.4.	Determinación de clorofila	27
4.2.2.5.	Determinación de seston orgánico e inorgánico	29
4.2.2.6.	Temperatura y Salinidad	31
4.2.2.7.	Asentamiento	33
4.2.2.8.	Condición de la Semilla	37
<b>4.3.</b>	<b>Diseñar y validar un modelo matemático que integre los factores identificados en el objetivo anterior y permita estimar la abundancia de larvas y semillas a captar dentro del período de desove, para las áreas mencionadas en el objetivo anterior.</b>	<b>38</b>
	Consideraciones para la aplicación de un modelo matemático	41
	Ajuste del Modelo	42
	Resultados	43
<b>4.4.</b>	<b>Identificar los factores naturales y antropogénicos que pudieran afectar la captación a largo plazo.</b>	<b>45</b>
4.4.1.	Factores ambientales que afectan la captación larval en mitílidos	46
4.4.2.	Factores antropogénicos que afectan la captación larval	49
4.4.3.	Matriz de Riesgo	51
<b>4.5.</b>	<b>Proponer una estrategia de operación destinada a velar por que la actividad de captación de semilla sea sustentable</b>	<b>53</b>
4.5.1.	Resultados	53
	Seminario-taller	53
4.5.2.	Estrategia de operación sustentable para la captación de <i>M. chilensis</i> desde el medio natural	56
<b>V.-</b>	<b>Discusión General</b>	<b>59</b>
<b>VII.-</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>64</b>
<b>VIII.-</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>65</b>

**Índice de Tablas y Figuras en el texto**

Tabla 1.- Resumen de resultados de la Encuesta aplicada a los mitilicultores	10
Tabla 2.- Resumen de la evaluación de los bancos naturales en las localidades	16
Tabla 3.- Tabla de riesgo para sustentabilidad de la actividad	53
Figura 1.- Distribución de colectores en áreas seleccionadas y en la región según encuesta	10
Figura 2.- Mapa general de la Décima región donde se ubican las estaciones seleccionadas	13
Figura 3.- Curva de regresión de larvas v/s asentados por localidad y crucero	37
Figura 4.- Diagrama de Ishikawa con árbol de factores asociados a la captación sustentable de semillas	57

**Anexo Tablas y Figuras** 72**Tablas**

Tabla 4.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Cochamó	73
Tabla 5.- Proyección de abundancia y biomasa en el banco natural de Cochamó	74
Tabla 6.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Metri	75
Tabla 7.- Proyección de abundancia y biomasa en el banco natural de Metri	76
Tabla 8.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Pichicolo	77
Tabla 9.- Proyección de abundancia y biomasa en el banco natural de Pichicolo	78
Tabla 10.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Yaldad	79
Tabla 11.- Proyección de abundancia y biomasa en el banco natural de Yaldad	80
Tabla 12.- Velocidades de la corriente registrada en Chauquear	81
Tabla 13.- Velocidades de la corriente registrada en Metri	82
Tabla 14.- Velocidades de la corriente registrada en Cochamó	83
Tabla 15.- Velocidades de la corriente registrada en Pichicolo	84
Tabla 16.- Velocidades de la corriente registrada en Yaldad	85
Tabla 17.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Chauquear	86
Tabla 18.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Metro	87
Tabla 19.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Cochamó.	88
Tabla 20.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Pichicolo	89
Tabla 21.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Yaldad	90

Tabla 22.- ANOVA comparando número de semillas de mitilidos fijadas por localidades	91
Tabla 23.- Estimación de abundancia de huevos esperada	92
Tabla 24.- Estimación de número de asentados esperados	93
Tabla 25.- Resultados del GLM aplicado a las variables bióticas y abióticas	94

## Figuras

Figura 5.- Ranking de áreas utilizadas para la captación de semillas	95
Figura 6.- Captación de semillas desde centros de cultivo	96
Figura 7.- Cantidad de semilla registrada en comunas mas importantes (2003-2005)	97
Figura 8.- Plano de ubicación de concesiones y estaciones de muestreo en Bahía Yaldad	98
Figura 9.- Plano de ubicación de concesiones y estaciones de muestreo en Cochamó.	100
Figura 10.- Plano de ubicación de concesiones y estaciones de muestreo en Chauquear	102
Figura 11.- Plano de ubicación de concesiones y estaciones de muestreo de Metri	104
Figura 12.- Plano de ubicación de concesiones y estaciones de muestreo en Pichicolo	106
Figura 13.- Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Cochamó	108
Figura 14.- Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Metri	109
Figura 15.- Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Pichicolo	110
Figura 16.- Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Yaldad	111
Figura 17 - 20.- Batimetría y Correntimetría Lagrangeana en Chauquear	112-113
Figura 21- 22.- Batimetría y Correntimetría Lagrangeana en Metri	114
Figura 23 - 27.- Batimetría y Correntimetría Lagrangeana en Cochamó	115-117
Figura 28.- 31.- Batimetría y Correntimetría Lagrangeana en Pichicolo	118-119
Figura 32 - 38.- Batimetría y Correntimetría Lagrangeana en Yaldad	120-123
Figura 39.- Gráfico de dirección y velocidad de la corriente en Chauquear	124
Figura 40.- Gráfico de dirección y velocidad de la corriente en Metri	125
Figura 41.- Gráfico de dirección y velocidad de la corriente en Cochamó	126
Figura 42.- Gráfico de dirección y velocidad de la corriente en Pichicolo	127
Figura 43.- Gráfico de dirección y velocidad de la corriente en Yaldad	128
Figura 44.- Índice Gonado somático <i>Mytilus chilensis</i> sector Cochamó	129
Figura 45.- Índice Gonado somático <i>Mytilus chilensis</i> sector Chauquear	130
Figura 46.- Índice Gonado somático <i>Mytilus chilensis</i> sector Metri	131
Figura 47.- Índice Gonado somático <i>Mytilus chilensis</i> sector Pichicolo	132

---

Figura 48.- Índice Gonado somático <i>Mytilus chilensis</i> sector Yaldad	133
Figura 49.- Fotografías de Larvas de la Familia Mitilidae	134
Figura 50.- Variación temporal de larvas de Mitilidos en Cochamó	135
Figura 51.- Variación temporal de larvas de Mitilidos en Chauquear	136
Figura 52.- Variación temporal de larvas de Mitilidos en Metri	137
Figura 53.- Variación temporal de larvas de Mitilidos en Pichicolo	138
Figura 54.- Variación temporal de larvas de Mitilidos en Yaldad	139
Figura 55.- Variación temporal de larvas de Mytilidae por localidad	140
Figura 56.- Variación de la densidad larval por estadios en Cochamó	141
Figura 57.- Variación de la densidad larval por estadios en Chauquear	142
Figura 58.- Variación de la densidad larval por estadios en Metri	143
Figura 59.- Variación de la densidad larval por estadios en Pichicolo	144
Figura 60.- Variación de la densidad larval por estadios en Yaldad	145
Figura 61.- Variación temporal de Clorofila en Cochamó	146
Figura 62.- Variación temporal de Clorofila en Chauquear	147
Figura 63.- Variación temporal de Clorofila en Metri	148
Figura 64.- Variación temporal de Clorofila en Pichicolo	149
Figura 65.- Variación temporal de Clorofila en Yaldad	150
Figura 66.- Variación temporal de Seston Orgánico en Cochamó	151
Figura 67.- Variación temporal de Seston Orgánico en Chauquear	152
Figura 68.- Variación temporal de Seston Orgánico en Metri	153
Figura 69.- Variación temporal de Seston Orgánico en Pichicolo	154
Figura 70.- Variación temporal de Seston Orgánico en Yaldad	155
Figura 71.- Variación temporal de Seston Inorgánico en Cochamó	156
Figura 72.- Variación temporal de Seston Inorgánico en Chauquear	157
Figura 73.- Variación temporal de Seston Inorgánico en Metri	158
Figura 74.- Variación temporal de Seston Inorgánico en Pichicolo	159
Figura 75.- Variación temporal de Seston Inorgánico en Yaldad	160
Figura 76.- Variación temporal de la Temperatura en Cochamó	161
Figura 77.- Variación temporal de la Temperatura en Chauquear	162
Figura 78.- Variación temporal de la Temperatura en Metri	163
Figura 79.- Variación temporal de la Temperatura en Pichicolo	164

---

Figura 80.- Variación temporal de la Temperatura en Yaldad	165
Figura 81.- Variación temporal de la Salinidad en Cochamó	166
Figura 82.- Variación temporal de la Salinidad en Chauquear	167
Figura 83.- Variación temporal de la Salinidad en Metri	168
Figura 84.- Variación temporal de la Salinidad en Pichicolo	169
Figura 85.- Variación temporal de la Salinidad en Yaldad	170
Figura 86.- Asentamiento octubre según tipo de colector Cochamó	171
Figura 87.- Asentamiento octubre según tipo de colector Chauquear	172
Figura 88.- Asentamiento octubre según tipo de colector Metri	173
Figura 89.- Asentamiento octubre según tipo de colector Pichicolo	174
Figura 90.- Asentamiento octubre según tipo de colector Yaldad	175
Figura 91.- Asentamiento noviembre según tipo de colector Cochamó	176
Figura 92.- Asentamiento noviembre según tipo de colector Chauquear	177
Figura 93.- Asentamiento noviembre según tipo de colector Metri	178
Figura 94.- Asentamiento noviembre según tipo de colector Pichicolo	179
Figura 95.- Asentamiento noviembre según tipo de colector Yaldad	180
Figura 96.- Asentamiento dic-enero según tipo de colector Cochamó	181
Figura 97.- Asentamiento dic-enero según tipo de colector Chauquear	182
Figura 98.- Asentamiento dic-enero según tipo de colector Metri	183
Figura 99.- Asentamiento dic-enero según tipo de colector Pichicolo	184
Figura 100.- Asentamiento dic-enero según tipo de colector Yaldad	185
Figura 101.- Resumen de asentamiento por crucero y localidad	186
Figura 102.- Densidad de asentamiento mes a mes y acumulada en Cochamó	186
Figura 103.- Densidad de asentamiento mes a mes y acumulada en Pichicolo	187
Figura 104.- Densidad de asentamiento mes a mes y acumulada en Metri	187
Figura 105.- Densidad de asentamiento mes a mes y acumulada en Yaldad	188
Figura 106.- Densidad de asentamiento mes a mes y acumulada en Chauquear	188
Figura 107.- Histograma de frecuencia de semillas acumuladas en Chauquear	189
Figura 108.- Histograma de frecuencia de semillas acumuladas en Cochamó	189
Figura 109.- Histograma de frecuencia de semillas acumuladas en Pichicolo	190
Figura 110.- Histograma de frecuencia de semillas acumuladas en Metri	190
Figura 111.- Histograma de frecuencia de semillas acumuladas en Yaldad	191

---

Figura 112.- Abundancia poblacional por localidad según evaluaciones de stock	192
Figura 113.- Densidad de larvas competentes esperada y observada por localidad	193
Figura 114.- Estimación de colectores con semilla por localidad	194
Figura 115.- Probabilidad de encuentro, densidad esperada y corregida de larvas	195
Figura 116.- Concentración de larvas precompetentes y asentados cuarto monitoreo	196
Figura 117.- Concentración de larvas precompetentes y asentados quinto monitoreo	197

---

## I.- Antecedentes generales

La extracción de mitílidos en grandes volúmenes ha sido registrada desde que se empezaron a llevar estadísticas pesqueras en Chile en la década del 30.

Ya en la década de los 60, se empezaron a evidenciar claros signos de agotamiento de los bancos naturales de mitílidos en el sur de Chile. Esto motivo que el estado comenzara un programa de investigación enfocado a desarrollar cultivos en algunas localidades de la décima región, específicamente en la isla de Chiloé. Las experiencias realizadas en estos sitios fueron retomadas por Universidades y el IFOP en la década de los 70, cuando el estado traspasó en comodato estas áreas para fines de investigación.

A comienzos de los 80, los privados comenzaron a desarrollar el cultivo comercial de *Mytilus chilensis* debido a la permanente disminución de los volúmenes de desembarque provenientes de bancos naturales y a la creciente demanda de este recurso.

En Chile se han explotado comercialmente 3 especies de mitílidos: la Cholga (*Aulacomya ater*), el Choro zapato (*Choromytilus chorus*) y el Chorito (*Mytilus chilensis*). De estas tres especies, es el chorito la que ha presentado una mayor demanda para su cultivo comercial debido principalmente a la coloración de la gónada de las hembras (naranja intenso) que en el caso de la Cholga y Choro zapato son de un color café oscuro que las hace poco atractivas para el mercado.

El cultivo de mitílidos está dominado por el chorito con un 90 % del desembarque, del cual el 99 % proviene de la actividad acuícola.

En el contexto mundial, Chile con sus 75.000 ton anuales de desembarque, se ubica en el sexto lugar, donde los principales productores de mitílidos son China y España.

La mayor parte de la producción se destina al mercado internacional, lo que genera retornos al país por U\$ 25 millones al año.

Hasta el año 2004 (Plaza *et al.*, 2005) existían 509 concesiones de acuicultura autorizadas para producir mitílidos en la región, de los cuales el 73% se ubicaban en Chiloé y el resto en las Comunas de Calbuco, Puerto Montt y Hualaihue. Por otra parte hasta diciembre del 2004 existían casi 500 concesiones otorgadas con Resolución de Calificación Ambiental (RCA), por parte de la CONAMA en la décima región para el pronto funcionamiento de nuevos centros de cultivo. El espacio concesionado para el cultivo de mitilidos en la actualidad es de

---

aproximadamente 2.500 há. Mientras que los nuevos proyectos aprobados que ingresarán a la actividad cubren un espacio superior a las 5.000 há.

Con estos antecedentes, es posible dimensionar el desarrollo potencial de esta actividad en los próximos años, cuyas proyecciones para el 2010 son de 175.000 ton, lo que llevaría a Chile al tercer puesto como productor mundial.

La industria mitilicultora puede dividirse en tres etapas productivas: Captación de semillas, Engorda y Procesamiento del producto.

En términos generales, no se observa una integración vertical de estas fases productivas coexistiendo en el rubro, captadores de semilla, pequeños y grandes productores e industrias procesadoras.

La captación de semillas se realiza exclusivamente desde el medio natural en localidades ubicadas en Chiloé, Calbuco, Puerto Montt, Cochamó y Hualaihue. Se estima que en la actualidad se instalan más de un millón de colectores por temporada en la Décima Región. Los colectores se colocan en sistemas suspendidos (long-line), separados por una distancia de 10 a 15 cm, entre los meses de octubre y marzo de cada año, comercializándose la semilla a una talla promedio de 25 mm.

Luego de la captación, los colectores son trasladados a centros de engorda donde se realiza el encordado de semillas (1 colector sirve para confeccionar dos cuelgas de engorda como promedio). Los choritos son cultivados hasta alcanzar su talla comercial (5 cm) luego de permanecer por 8 a 12 meses en ellas.

Finalmente el producto es trasladado a las industrias procesadoras donde pasa a las diferentes líneas de procesamiento y es distribuida principalmente a los mercados internacionales.

---

## II.- Introducción

En Chile, el desarrollo de la actividad mitilicultora ha estado determinado desde sus inicios por el abastecimiento natural de semillas provenientes del medio natural.

A pesar de la importancia de la actividad de captación, existen pocos estudios enfocados a comprender la dinámica de la distribución temporal y espacial de larvas y asentados en los sitios utilizados por los cultivadores como lugares de captación. Los estudios existentes (López *et al.* 1980, Winter *et al.* 1988) están circunscritos a la localidad de Yaldad, que fue el principal semillero de mitílidos en los años 80.

De acuerdo a estudios realizados sobre la evolución y proyecciones de la mitilicultura en Chile (Plaza *et al.* 2005) esta actividad debería continuar expandiéndose en los próximos años para pasar de las 75.000 a las 175.000 ton de desembarque anual. Entre 1993 y 2004 los volúmenes de desembarque de *Mytilus chilensis* aumentaron 25 veces (3.000 a 75.000 ton).

El progresivo aumento en la demanda de semillas para abastecer los centros de cultivo reafirma la necesidad de profundizar el conocimiento sobre los aspectos biológicos y ecológicos asociados al desarrollo larval y asentamiento.

El presente estudio ha sido diseñado para aportar al conocimiento sobre la actividad de captación larval de mitílidos en la Décima Región. Se han determinado y caracterizado las principales áreas de captación larval para poder realizar un seguimiento temporal de las principales variables bióticas y abióticas asociadas a la presencia de larvas y asentados. Con datos recogidos en terreno se construyó un modelo matemático que permitió evaluar el grado de asociación entre estos factores (Tº, Salinidad, Clorofila, Sestón, Etc) y la presencia, abundancia de larvas y asentados en las diferentes áreas seleccionadas para el estudio.

Se revisó también la densidad de asentamiento de diferentes tipos de colectores colocados en las áreas de captación.

Los resultados de estas experiencias fueron expuestos en un seminario taller que contempló la participación de los principales actores públicos y privados involucrados con la actividad mitilicultora en la X región.

Finalmente se esbozan los elementos a considerar para el desarrollo de una estrategia de operación para la actividad de captación que permita articular los intereses del mundo público y privado en función de los requerimientos y regulaciones necesarias para darle sustentabilidad a esta actividad productiva en el tiempo.

### **III.- Objetivo General**

**Definir criterios biológicos, ambientales, sanitarios y operativos para la autorización de la instalación de colectores de mitílidos en la Xa Región.**

### **IV.- Objetivos específicos: Metodología y Resultados**

**4.1.- objetivo específico I: Identificar y caracterizar las principales áreas de captación larval de mitílidos en la Xa región.**

#### **4.1.1. Metodología**

se aplicó una encuesta a los mitilicultores organizados (Asociación Gremial de Mitilicultores de Calbuco y Asociación Gremial de Mitilicultores de Chiloé). y se revisó la información oficial disponible (Sernapesca) respecto de la captación de semillas en la Décima Región.

Se establecieron tres criterios para la selección de los puntos específicos donde realizar los monitoreos.

- La presencia de centros de captación establecidos en el espacio circundante a las áreas de estudio
- Presencia de bancos naturales de *Mytilus chilensis* en el sector.
- Presencia de centros de cultivo

Una vez seleccionadas las localidades se definieron en cada una de ellas las áreas de estudio y de referencia procediéndose al levantamiento cartográfico en concordancia con el siguiente procedimiento:

### Batimetría

La batimetría se confeccionó mediante una transecta de navegación a través de toda el área de estudio, el cual fue longitudinal o transversal dependiendo del lugar. Se marcaron los puntos geográficos con GPS en el mismo momento que se registró la profundidad con un Ecosonda. Los registros de ubicación y profundidad se hicieron de manera continua, aproximadamente cada 5 a 10 segundos.

Los datos obtenidos en terreno fueron procesados mediante un programa computacional para finalmente construir la batimetría del fondo.

### Corrientes

Los análisis de corrientes se realizaron utilizando las metodologías euleriana y lagrangiana.

El análisis euleriano se realizó mediante la medición de corrientes por 12 hrs con un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) instalado en cada sitio de estudio durante la fase mareal correspondiente a cuadratura.

la correntometría langrangiana se realizó con derivadores para 0, 5 y 10 m de profundidad, los cuales fueron situados en las áreas de estudio y seguidos utilizando un GPS para identificar la variación espacial de estos en el tiempo. Se registró la hora entre cada punto de GPS para incorporar al análisis la velocidad de los derivadores. Los datos fueron procesados para obtener una representación gráfica de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes.

### Prospección de bancos naturales

Para la toma de datos en cada localidad, se utilizaron transectos de 100 m paralelos a la línea de costa ubicados en las franjas con presencia de *Mytilus chilensis*. A lo largo de cada transecta se establecieron 5 estaciones de muestreo realizadas con cuadrantes de 50x50 cm.

Los individuos recolectados en cada estación fueron llevados al laboratorio donde fueron medidos y pesados para establecer los parámetros necesarios para realizar la evaluación de stock,

Se calculó la densidad del banco natural adyacente al área de estudio de acuerdo a la siguiente relación:

$$\hat{x}_b = Ad$$

donde:

$$d = \frac{\sum_{r=1}^k \left( \frac{n_r}{a_r} \right)}{k}, r = 1, 2, \dots, k$$

- A = Superficie del banco  
 d = Densidad media de ejemplares por m<sup>2</sup>  
 nr = Número de ejemplares dentro de la transecta r.  
 ar = Superficie de la transecta r.  
 k = Número de transectas

La varianza del estimador de la abundancia esta dada por:

$$\hat{V}(\hat{x}_b) = \left\{ A \sum_{r=1}^k \left( \frac{nr}{ar} - d \right)^2 / k - 1 \right\}$$

El intervalo de confianza de la abundancia es estimado de la siguiente manera:

$$\left[ \hat{x}_b - t_{(k-1)} \sqrt{\hat{v}(\hat{x}_b)} \right]$$

$$\left[ \hat{x}_b + t_{(k-1)} \sqrt{\hat{v}(\hat{x}_b)} \right]$$

#### Estimación de la estructura de talla poblacional.

La estimación de la estructura de tallas poblacional se efectuó mediante el estimador:

$$P_k = \frac{n_k}{n}$$

donde:

n : corresponde al tamaño de muestra para estimar la estructura de tallas

n<sub>k</sub> : es el número de ejemplares de talla "k" presentes en la muestra

Una estimación de la varianza del estimado P<sub>k</sub>, está dado por el estimador

$$V_{(P_k)} = \frac{p_k(1 - P_k)}{n}$$

Estimación del peso medio de ejemplares de talla "lk".

Junto a la estimación de la estructura de tallas se realizó la estimación de la relación longitud - peso dado por el estimador:

$$\bar{W}_k = al_k^b$$

donde "a" y "b" corresponden a los estimadores mínimos cuadráticos derivados de esta relación linealizada.

La varianza de  $\bar{W}_k$  fue calculada mediante el estimador:

$$V_{(\bar{W}_k)} = \frac{1}{n_k} * \frac{\sum_{i=1}^{n_k} (w_{ik} - \bar{W}_k)^2}{n_k - 1}$$

Estimación del número de ejemplares de talla "lk".

La estimación del número de ejemplares de talla "lk" será estimada mediante el estimador:

$$\hat{x}_k = \hat{x}p_k$$

La varianza del estimador  $X_k$  es estimada mediante la relación dada por:

$$\hat{V}_{(\hat{x}_k)} = X^2 \hat{v}_{(\hat{p}_k)} + p_{kk}^2 \hat{v}_{(\hat{x})} - \hat{v}_{(\hat{x})} \hat{v}_{(p_g)}$$

Estimación de la biomasa por clase de talla - k:

La estimación de la biomasa por clase de tallas se estima haciendo uso de los estimadores,  $X_k$  y  $W_k$ , previamente definidos como sigue:

$$b_k = \hat{x}_k \times \bar{w}_k$$

Varianza del estimador de la biomasa por clase de talla  $b_k$ 

La varianza de este estimador será obtenida como sigue:

$$\hat{v}_{(bg)} = x_k^2 \hat{v}_{(wg)} + \bar{w}^2 \hat{v}_{(\hat{x}_g)} - \hat{v}_{(w_1)} \hat{v}_{(x_1)}$$

Estimación de la biomasa del recurso en el área evaluada.

La estimación de la biomasa del recurso en el área evaluada será estimada mediante el estimador:

$$b = \sum_{k=i}^k b_k$$

donde:

- $b_k$  : es la biomasa de la talla k  
 k : el número total de clases de talla

La varianza del estimador de "b" será obtenida mediante la relación:

$$\hat{v}_{(b)} = \sum_{k=i}^k \hat{v}_{(bg)}$$

Esto implica la obtención de las siguientes variables:

- Número total de individuos presentes dentro del área (Abundancia Total).
- Frecuencia de longitud (mm) de la población del recurso.
- Frecuencia de peso (g) de la población del recurso.
- Biomasa total de los ejemplares (kg).
- Densidad media total del área con sus respectivos parámetros [ $n^\circ$  ind./m<sup>2</sup>].

---

## 4.1.2. Resultados

### 4.1.2.1. Definición de las áreas de captación

Entre los meses de enero a abril del año 2006 se realizó un proceso de acercamiento a los diferentes actores públicos y privados involucrados con el tema de captación larval de mitilidos en la Décima Región.

Las entidades con las cuales se desarrolló el diálogo y traspaso de información fueron la Asociación Gremial de Mitilicultores de Chiloé y la Asociación Gremial de Mitilicultores de Calbuco, el Servicio Nacional de Pesca (Sernapesca) y la Subsecretaría de Pesca (Subpesca) además de otros mitilicultores no asociados a estas entidades.

Ante cada una de estas instituciones, se procedió a detallar los objetivos perseguidos por el proyecto y se recogieron sus expectativas y requerimientos. A continuación se presentan los resultados obtenidos de esta integración.

#### a) Asociaciones de Mitilicultores

En enero del 2006 se tomó contacto con la Asociación Gremial de Mitilicultores de Chiloé. En esta reunión, junto con hacer una presentación formal del proyecto, se repartieron encuestas para ser llenadas por los participantes. Durante el mes de abril se hizo lo propio con la asociación de mitilicultores de Calbuco, que junto con la Asociación de Mitilicultores de Chiloé conforman el total de mitilicultores asociados en la región.

La encuesta buscó recabar información respecto de las localidades de captación de semillas más utilizados por los mitilicultores en la Región. Los datos generales obtenidos con la aplicación de la encuesta y de la información entregada por Sernapesca se presentan en la tabla 1.

Respecto de las áreas de captación más utilizadas, se puede observar que Yaldad y Cochamó lideran la lista con 10 y 9 menciones. Luego sigue un grupo intermedio donde se incluyen Putemún, Metri, Pichicolo, Ilque y Chauquear que contemplan entre 4 y 2 nominaciones. Finalmente un largo listado de áreas que solo aparecen nombradas una vez (anexo fig. 5).

Tabla 1. Resumen de las principales áreas de captación establecidas a través de las encuestas (\*) y la información disponible de Sernapesca (\*\*)

Localidad	Comuna	Nº de registros en la encuesta	Nº de colectores instalados (*)	Nº de semillas declaradas (**)
Yaldad	Quellon	10	145,000	10,009
Cochamó	Cochamó	9	163,700	1,793
Metri	Pto Montt	4	86,500	8,374
Pichicolo	Hualaihue	4	77,200	1,547
Chauquear	Calbuco	2	10,000	8,287
Ilque	Pto Montt	3	57,500	8,374
Putemun	Castro	4	7,400	649
Curaco de Velez	Curaco de Velez	1	15,000	108
Total Región			619,700	41,139

Respecto del número de colectores instalados se observa una gran diferencia entre las empresas y no se observan correspondencias significativas entre el número de colectores y los volúmenes de producción declarados por las empresas en las encuestas.

En la figura 1 se grafican el total de colectores instalados en el 2005 en los sitios seleccionados en relación con el número total de colectores instalados en la región considerando los datos aportados en la encuesta. En esta figura es posible apreciar que sobre el 70% de los colectores instalados se ubican en las localidades seleccionadas.

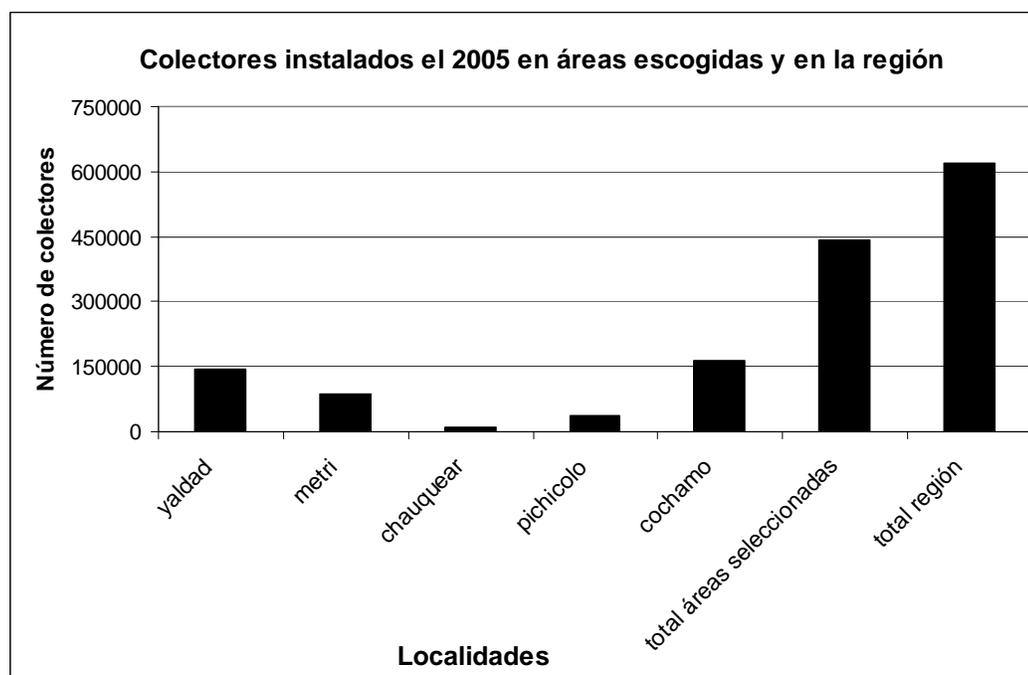


Figura 1.- Número de colectores instalados en las localidades seleccionadas para el estudio en relación con el número total de colectores (Datos extraídos de la encuesta).

---

Los colectores artificiales, confeccionados preferentemente con red anchovetera, varían en largo y ancho dependiendo de la empresa y de igual modo que el tiempo de permanencia de los colectores en el agua es variable según el propietario (3 a 6 meses).

#### b) Servicio Nacional de Pesca

Se tomó contacto con funcionarios de Sernapesca a nivel nacional y regional buscando información relevante respecto de las áreas principales de captación, para contrastar la información entregada por los mitilicultores.

En el anexo fig. 6 se muestran los resultados de captación de semillas declarados por centros de cultivo desglosado por comuna en el período 2003 al 2005. En el gráfico se destacan cuatro comunas como las principales productoras de semillas durante el período de análisis. Estas son Quellón, Puerto Montt, Calbuco y Ancud las que superan con creces a los valores reportados en el resto de comunas de la región.

En el anexo fig. 7 se observa la variación interanual de la semilla declarada para las seis comunas con los mayores volúmenes registrados por Sernapesca. Cabe destacar que las 5 localidades seleccionadas en el presente estudio están dentro de las 6 comunas más importantes desde el punto de vista del volumen de semilla declarado.

#### c) Subsecretaría de Pesca

En la Subsecretaría de Pesca se solicitó información respecto de las autorizaciones temporales para captación de mitílicos en los últimos años. Los datos fueron remitidos en planos de Autocad con las principales zonas existentes en la Décima Región.

La Subsecretaría de Pesca planteó la necesidad de encontrar localidades aptas para la captación ubicadas fuera de las Áreas Aptas para la Acuicultura (AAA). En vista de la escasa información disponible se acordó utilizar las estaciones de referencia en las áreas finalmente seleccionadas ubicadas fuera de las AAA.

En base a la información recopilada se definieron cinco áreas de captación para incorporarlas al estudio en función de los siguientes criterios (Fig. 2):

- 
- a) Bahía de Yaldad. Esta localidad ocupa desde fines de los años 70 un rol protagónico en la actividad mitilicultora de Chiloé y la Décima Región en general. Es la localidad que presenta el mayor número de apariciones en las encuestas como lugar de captación de semillas. La comuna de Quellón es además la comuna con mayor volumen de captación de semillas en sus centros según los datos recopilados por Sernapesca
  - b) Cochamó. Es la segunda localidad más utilizada por los mitilicultores de la región para captar semillas. Ocupa además el quinto lugar entre las comunas en relación a los volúmenes de captación registrados por Sernapesca.
  - c) Chauquear. Es una de las localidades de Calbuco con mayores volúmenes de desembarque siendo esta comuna la segunda en importancia respecta de la captación de semillas informadas a Sernapesca. Respecto de su aparición en las encuestas esta localidad presenta un rol secundario, con sólo dos menciones.
  - d) Metri. Esta localidad junto con Cochamó y Pichicolo parece jugar un rol cada vez mas dominante como abastecedor de semillas en la Décima Región. Además Puerto Montt es la principal comuna productora de semillas según los registros de Sernapesca y con 4 apariciones en las encuestas ocupa un lugar de importancia como abastecedor de semillas.
  - e) Pichicolo. Con 4 apariciones en las encuestas esta localidad es relativamente importante dentro del ámbito regional por lo cual fue integrada a las áreas monitoreadas

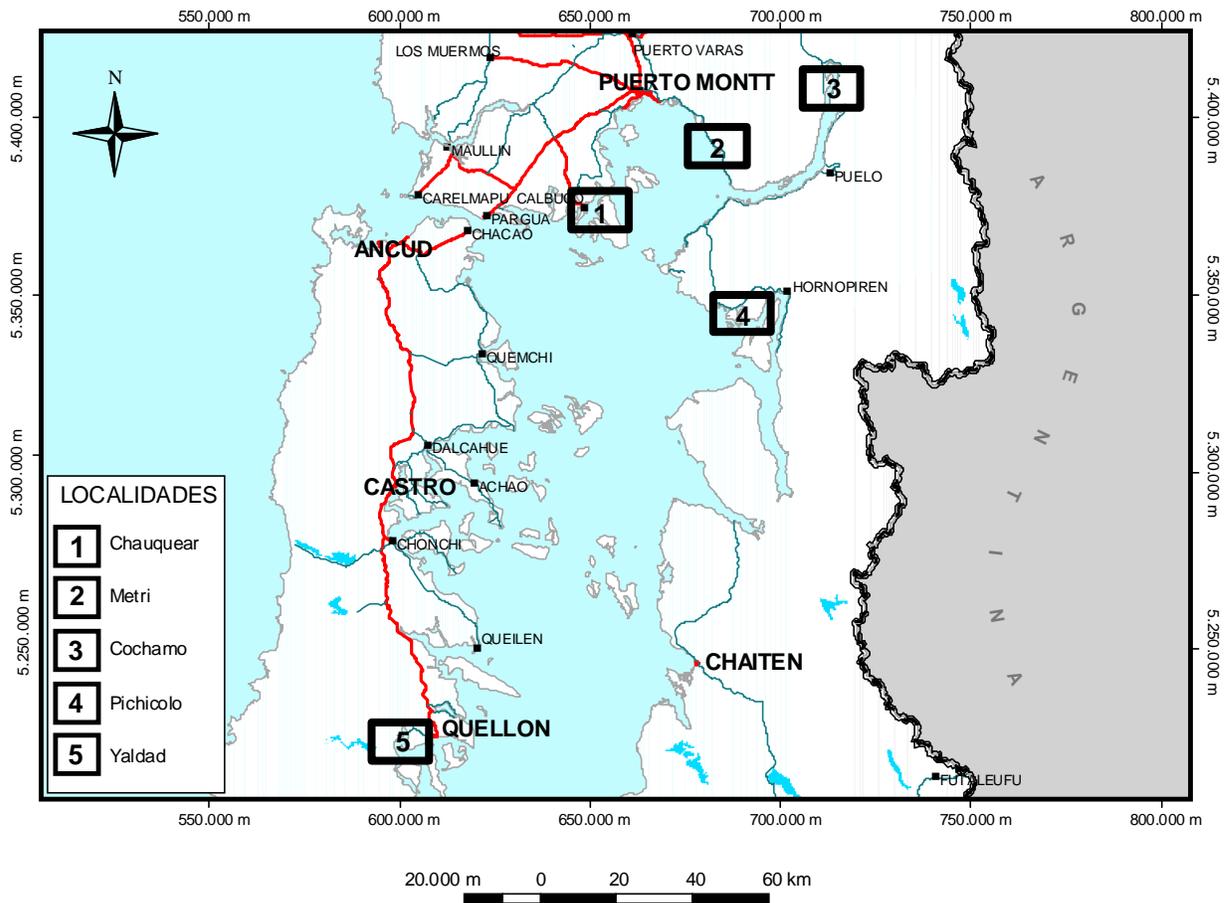


Figura 2.- Ubicación de las localidades monitoreadas en la Décima Región durante el desarrollo del proyecto

Todas las localidades seleccionadas, excepto Chauquear, presentan presencia de bancos naturales de *Mytilus chilensis*, centros de engorda y captación de semillas en sus inmediaciones. La localidad de Chauquear aunque presenta un gran número de concesiones dedicados a la engorda, no posee bancos naturales ni centros de captación de semillas en sus inmediaciones. Esta localidad fue considerada en el estudio atendiendo a los antecedentes indirectos aportados por sernapesca respecto de los volúmenes de semilla declarados por los centros de cultivo en la comuna de Calbuco, y como una manera de contrastar los resultados de esta localidad con los observados en las otras localidades seleccionadas que presentan bancos naturales.

---

#### 4.1.2.2. Caracterización de las áreas de captación larval

##### Ubicación geográfica

###### a) Cochamó

Las estaciones de muestreo se ubican en el sector medio- superior del estero Reloncaví, cerca de la localidad de Cochamó (anexo fig. 8). Las estaciones se encuentran ubicadas en un punto de fuerte actividad de cultivo de mitílicos y de captación natural. No existen asentamientos humanos de importancia en las cercanías del lugar, presentando el sector una actividad económica de carácter rural basado en la agricultura y pesquería.

###### b) Chauquear

El estero Chauquear se encuentra ubicado en la isla Puluqui cerca de Calbuco. Las estaciones de muestreo se ubican en la zona media del estero mientras que las estaciones de referencia se ubican en el exterior del mismo (anexo fig. 9). La actividad de cultivo de mitílicos es intensa. La Isla Puluqui tiene un carácter rural, sin industrias u otras fuentes productoras de riles, siendo el único centro urbano de importancia la ciudad de Calbuco ubicado al noroeste del área de estudio.

###### c) Metri

El sector de Metri se encuentra ubicado en el seno de Reloncaví, a 20 km al sureste de la ciudad de Puerto Montt (anexo fig. 10). En esta localidad existe una importante actividad acuícola principalmente asociada al cultivo de mitílicos. No existen asentamientos humanos de importancia en las cercanías del lugar, presentando el sector una actividad económica de carácter rural

###### d) Pichicolo

El estero Pichicolo se ubica en la comuna de Hualaihue. En el sector existe actividad de acuicultura centrada principalmente en el cultivo de mitílicos aunque también existe cultivo de salmones. (anexo fig. 11). Las estaciones se ubican en la cabeza y boca del estero. No existen asentamientos humanos de importancia en las cercanías del lugar, presentando el sector una actividad económica de carácter rural

---

e) Bahía Yaldad

Yaldad se ubica en el sur de la isla de Chiloé cerca de la ciudad de Quellón. La bahía del mismo nombre se abre hacia el sur de la isla y en su interior se observa una intensa actividad de cultivo de mitílidos. Para la realización de los estudios se definieron tres puntos de muestreo al interior de la bahía y tres en el exterior (anexo fig. 12). No existen asentamientos humanos de importancia en las cercanías del lugar, presentando el sector una actividad económica de carácter rural sin evacuación de riles en forma directa a la bahía. El asentamiento humano más próximo es la ciudad de Quellón ubicada al este de esta localidad.

Prospección de bancos naturales

Los resultados de la prospección de los bancos naturales se resumen en la Tabla 2.

a) Cochamó

Se realizaron 5 transectos paralelos a la línea de costa, muestreando 5 cuadrantes por cada transecto. Los transectos fueron establecidos en las dos riveras de la costa ya que el banco se presenta en forma de una franja continua de aproximadamente cuatro metros de ancho, que se extiende a todo lo largo del área de estudio en las dos riveras muestreadas. Las estimaciones de abundancia y biomasa fueron calculadas solamente para el área cubierta por las transectas. Se estimó una abundancia de 688.000 individuos (anexo Tabla 4) con una biomasa promedio de 8,09 ton y una densidad de 348 indiv/m<sup>2</sup> (anexo Tabla 5, fig.13).

B) Chauquear

En Chauquear se muestrearon 6 transectos (30 estaciones) encontrándose ejemplares de *Mytilus chilensis* en una sola estación. Debido a estos resultados no se realizó la evaluación del banco ya que el número de ejemplares es muy reducido.

c) Metri

La prospección del banco natural se realizó en las rocas aledañas al sitio de estudio. Se cubrió un total de tres transectos de 100 m de largo en cada una en los cuales se realizaron 5 muestreos con cuadrantes. Se estimó una abundancia de 577.680 individuos (anexo Tabla 6) y una biomasa promedio de 4,27 toneladas en la superficie cubierta por los transectos (anexo Tabla 7, Fig. 14). La densidad de individuos fue de 642 indiv/m<sup>2</sup>

## d) Pichicolo

En Pichicolo se muestrearon 6 transectos (30 estaciones) (tres en cada rivera del sitio). Al igual que en Cochamó el banco de Pichicolo se presenta como dos franjas ubicadas paralelamente a la línea de costa que se extienden hacia todo el largo del estero. Para la franja cuantificada, se estimó una abundancia promedio de 182.400 individuos (anexo tabla 8) y una biomasa de 1,99 ton (anexo tabla 9, fig.15) La densidad de individuos encontrada fue de 76 indiv/m<sup>2</sup>

## e) Yaldad

Se muestrearon 3 transectos en el margen occidental de la bahía de Yaldad donde se encuentra ubicado el banco natural de *Mytilus chilensis*. La abundancia estimada en los tres transectos fue de 148.500 ejemplares (anexo Tabla 10) y la biomasa calculada fue de 3 toneladas (anexo tabla 11, fig. 16). La densidad encontrada fue de 99 indiv/m<sup>2</sup>

Tabla 2.- Resumen con los resultados de la evaluación de bancos naturales de *Mytilus chilensis* por localidad.

Localidad	Abundancia (n)	Biomasa (kg)	Densidad ind/m <sup>2</sup>
Cochamó	695680	8176.1	348
Pichicolo	182400	1992.1	76
Metri	577680	4272.0	642
Yaldad	148500	2996.4	99

Batimetría y Correntometría lagrangeana

## a) Chauquear (anexo fig. 17-20, Tabla 12)

El plano batimétrico de esta localidad nos muestra que la profundidad en el sitio correspondiente a las estaciones de muestreo no supera los 40 m.

La corriente encontrada presentó una magnitud promedio de 4,49 cm/s, con un máximo de 9,54 cm/s registrado en el cuarto lance con los derivadores de superficie y un mínimo de 1,57 cm/s durante el tercer lance con los derivadores correspondientes a los 10 m de profundidad.

---

La dirección predominante de la corriente es en sentido S-E.

B) Metri (anexo fig. 21-22, Tabla 13)

La profundidad en el sitio correspondiente a las estaciones del área de estudio no supera los 40 metros. Se observa un atenuado aumento de la profundidad mar adentro.

La corriente varió entre 1,28 cm/s en el derivador de 10 metros con marea llenante hasta 6,24 cm/s en el derivador de 10 m con marea vaciante. Con marea llenante la dirección de la corriente fue S-N mientras que con la vaciante fue de N-S.

c) Cochamó (anexo fig. 23- 27, Tabla 14)

El plano batimétrico de esta localidad nos muestra que la profundidad en el sitio correspondiente a las estaciones de muestreo bordea los 30-40 m, aumentando con una pendiente pronunciada hasta sobrepasar los 90 m en la parte media del estuario.

La corriente encontrada presentó una magnitud promedio de 14,35 cm/s, con un máximo de 51,27 cm/s registrado en el cuarto lance con los derivadores de superficie y un mínimo de 0,74 cm/s durante el segundo lance con los derivadores correspondientes a los 10 m de profundidad.

La dirección predominante de la corriente durante el periodo muestreado es en sentido N.

d) Pichicolo (anexo fig. 28-31, Tabla 15)

El plano batimétrico de esta localidad nos muestra que la profundidad en el sitio correspondiente a las estaciones de muestreo bordea los 45 m, aumentando con una pendiente pronunciada hasta alcanzar los 50 m en el centro del estero.

Con marea llenante la máxima velocidad de la corriente fue de 11,18 cm/s en el derivador de 5 m, mientras que con marea vaciante la máxima velocidad llegó a los 19,61 cm/s en el derivador de 0 m de profundidad. Con marea llenante la dirección de la corriente fue S-N mientras que con la vaciante fue de N-S.

---

e) Yaldad (anexo fig. 32-38) (Tabla 16)

El plano batimétrico de esta localidad nos muestra que la profundidad en el sitio correspondiente a las estaciones de muestreo bordea los 15 m, aumentando con una pendiente leve.

La corriente encontrada presentó una magnitud promedio de 6,56 cm/s, con un máximo de 28,70 cm/s registrado en el séptimo lance con los derivadores correspondientes a los 10 m de profundidad y un mínimo de 1,19 cm/s durante el tercer lance con los derivadores correspondientes a los 5 m.

La dirección predominante de la corriente durante el periodo muestreado es el sentido N-O (lances 1-4) y S-O (lances 5-7).

Correntometría euleriana

a) Chauquear. (anexo fig. 39, Tabla 17)

Los datos de la correntometría muestran que los valores más frecuentes en términos de velocidad son los registros de 5,1 a 10 cm/s. En términos de dirección la orientación de las corrientes fue de este a oeste siguiendo la geomorfología del estero. Los valores máximos de velocidad se registraron en la cuarta capa con 18,81 cm/s.

b) Metri (anexo fig.40, Tabla 18)

Los datos de Correntometría muestran que los rangos más frecuentes de velocidad ocurren entre los 5,1 y 10 cm/s. Las direcciones predominantes son variables, observándose una mayor incidencia de las corrientes N, NE, W y NW.

c) Cochamó (anexo fig. 41, Tabla 19)

En Cochamó la dirección predominante de la corriente es en sentido N, con una componente S mas reducida. La velocidad de la corriente es menor a la observada en los sitios anteriores con valores más frecuentes en el rango de los 1,5 a 3 cm/s.

d) Pichicolo (anexo fig. 42, Tabla 20)

Los datos de la correntometría muestran que los valores más frecuentes en términos de velocidad son los registros de 5,1 a 10 cm/s. En términos de dirección, la orientación de las corrientes fue predominantemente hacia el sur con una segunda componente en dirección

---

norte, lo cual es coincidente con la geomorfología costera de la localidad. Los valores máximos de velocidad se registraron en las capas subsuperficiales con valores que superaron los 55 cm/s.

e) Yaldad (anexo fig. 43, Tabla 21)

Los datos de la correntometría muestran que los valores más frecuentes en términos de velocidad son los registros de 5,1 a 10 cm/s. En términos de dirección la orientación de las corrientes fue predominantemente hacia el sur y sur este. Los valores máximos de velocidad se registraron en las capas subsuperficiales con valores que superaron los 67 cm/s.

**4.2.- objetivo específico II: Identificar los factores que inciden sobre el desove y fijación larval y que permiten estimar la abundancia de larvas y semillas a capturar a lo menos para las áreas de Estero Reloncaví, Seno Reloncaví, Chiloé insular y Chiloé Continental.**

#### **4.2.1. Metodología**

Para identificar los factores que inciden en el desove y fijación larval se definieron dos actividades.

La primera fue una revisión bibliográfica sobre el tema presentada en el primer informe de avance.

La segunda consistió en el monitoreo de las áreas de estudio mediante la realización de cruceros oceanográficos

##### *Cruceros oceanográficos*

En cada localidad se efectuaron cruceros de intensidad bimensual durante los meses de otoño e invierno, cuando la actividad reproductiva es reducida, y mensual en los meses de primavera y verano cuando se observa el pick reproductivo en los mitilidos (Navarro & Jaramillo, 1995).

Para tener valores de referencia respecto de las áreas de estudio, se definieron sitios ubicados fuera del área de influencia de la actividad con el objetivo de poder evaluar el rango de dispersión de las larvas (ver fig. 8-12)

---

El seguimiento de los principales factores bióticos y abióticos asociados a la presencia de larvas en la columna de agua se realizó de acuerdo al siguiente diseño:

En cada crucero se realizaron tres arrastres de red dentro de cada área de estudio más tres en los sitios de referencia

Las variables a cuantificar fueron:

a) Factores Abióticos:

Se tomaron perfiles de temperatura y salinidad utilizando un CTD modelo YSI 6600 al comienzo de cada arrastre, es decir 6 perfiles por área.

b) Factores Bióticos:

Clorofila a y seston orgánico e inorgánico: se tomaron muestras de agua con botella niskin a dos profundidades (5 y 10 m). Se determinó seston total, orgánico e inorgánico, utilizando un equipo de filtración al vacío, como lo detalla la metodología gravimétrica descrita por Strickland y Parsons (1972). Para la determinación de clorofila a, se utilizaron filtros. Una vez obtenidas las muestras fueron lavadas con formiato de amonio 3 % (en el caso del seston) y almacenadas a -18 °C hasta su posterior análisis). Las muestras de clorofila fueron enviadas al laboratorio de la Universidad Austral de Valdivia, para su determinación mediante la utilización de un fluorómetro. La determinación de clorofila a y feopigmentos fueron realizadas mediante fluorometría, utilizando el método de extracción de cloropigmentos de Yentch & Menzel (1963). Para esto se suspendieron los filtros de fibra de vidrio conteniendo la muestra en 10 ml de acetona al 90%, se almacenaron en frío por 16-20 horas, para luego ser centrifugados a 4000 rpm durante 10 minutos. El sobrenadante fue leído en un fluorómetro marca Turner Designs modelo TD-700, que fue calibrado con una solución de clorofila pura (Sigma).

Las muestras de seston fueron secadas y quemadas en el laboratorio de Litoral Austral Ltda. para determinar los valores de la fracción orgánica e inorgánica del seston

---

Plancton: Este muestreo se realizó con arrastres de aproximadamente 100 m de extensión con redes de plancton de 63 micras de apertura a 5 y 10 m de profundidad, con el objetivo de abarcar todo el rango de tamaño de las larvas. La red de plancton fue provista con un flujómetro para determinar la densidad de larvas en la columna de agua ( $N^{\circ}$  de larvas/m<sup>3</sup>). Las muestras de plancton recolectadas se conservaron en alcohol y fueron rotuladas para su posterior análisis en el laboratorio bajo lupa estereoscópica y microscopio óptico. Las larvas de mitílidos fueron identificadas y cuantificadas con apoyo bibliográfico y por 2 profesionales que realizaron un entrenamiento en el laboratorio de la Dra. Bernardita Campos en la Estación Costera de Montemar.

A partir del 4to muestreo se identificaron tres categorías de larvas de acuerdo al tamaño y desarrollo de estructuras larvales. Se identificaron como "Larvas D" aquellas larvas con tamaños entre 150 y 200  $\mu$ m. "Larvas velígeras" de 200 a 250  $\mu$ m y "larvas precompetentes" con presencia de mancha ocular.

Índice Gonadosomático (IGS): Se determinó el índice Gonadosomático "Peso húmedo de la gónada/ peso húmedo de las partes blandas) $\times 100$ ", de *Mytilus chilensis* muestreando durante cada crucero) 50 ejemplares por localidad con el objetivo de evaluar el ciclo gametogénico y su relación con las variables medidas en el transcurso del estudio. Las muestras fueron tomadas de bancos naturales y/o centros de cultivo (Chauquear), dependiendo de la presencia o ausencia de reproductores de banco natural para cada área de estudio.

### Asentamiento

Para evaluar el asentamiento de larvas en las diferentes localidades, se colocaron colectores artificiales contruidos con cuatro diferentes tipos de malla (utilizadas por los mitilicultores) para determinar si algún tipo de colector presenta un mayor nivel de asentamiento.

Los colectores fueron confeccionados con:

- a.- Red Anchovetera con nudo: Red reciclada de la pesca, de poliamida, 15-25 cm de ancho con baño primolitado y 1 cm de abertura.

- 
- b.- Red Anchovetera estampada: Reciclada de la actividad pesquera, 15-25 cm de ancho, 1 cm de abertura y con baño primolitado.
- c.- Red Salmonera: Reciclada de la salmonicultura, 2 pulgadas de abertura, 15-25 cm de ancho. Ocupada en la etapa de engorda de salmones.
- d.- Red tipo Rachel: De nylon 15-25 cm de ancho y 1 cm de abertura de malla.

Se definió una longitud de de 10 m para cada colector, en cada área de estudio se instalaron 5 colectores de cada tipo, desde el mes de Septiembre en adelante, procediéndose a cuantificar la fijación larval a los 5 y 10 m de profundidad.

Los colectores fueron monitoreados mensualmente para comparar la tasa de asentamiento y de esta forma establecer la eficiencia de los diferentes tipos. Para esto, en cada monitoreo se tomaron tres replicas "trozos de cada colector" de tres por tres centímetros, a los 5 y 10 metros de profundidad, los que fueron fijados en alcohol para su posterior recuento bajo lupa estereoscópica en el laboratorio del Instituto de Biología Marina de la Universidad Austral de Chile bajo la supervisión del Dr. Jorge Navarro.

Para tener una visión mas clara de la dinámica del proceso de fijación larval, en cada mes (desde Octubre hasta Enero) se colocaron nuevos colectores (5 por cada tipo), los que fueron revisados mes a mes igual como el procedimiento anteriormente descrito.

Los mismos colectores fueron utilizados para obtener la semilla necesaria para realizar los estudios de calidad de las semillas, de acuerdo a lo siguiente:

#### Calidad de la semilla

Se definió la calidad de la semilla como una combinación entre la relación longitud/peso de los asentados y la tasa de mortalidad.

Con el fin de evaluar en forma comparativa la calidad de las semillas provenientes de los diferentes lugares de estudio, se determinó cada mes el crecimiento (longitud y peso seco de la carne) de los ejemplares fijados.

Para realizar el análisis del crecimiento en longitud y peso seco de tejidos blandos de las semillas fijadas desde septiembre-octubre de 2006 a febrero-marzo 2007, se seleccionaron 50 individuos por tipo de colector, por profundidad y por lugar. El método de selección de las muestras fue al azar, para lo cual las fotografías de los individuos fueron escogidos mediante muestreo de conglomerados, donde la muestra es dividida en sub-unidades. Para ello se dividió

---

una placa Petri en nueve partes las que fueron enumeradas consecutivamente; previamente se escogieron los números de donde serian tomados los individuos estos números fueron 1, 5, 9 para completar los 50 individuos en los casos en los cuales no se alcanzo a completar este número. Los individuos que se encontraban en los números restantes fueron recogidos y puestos nuevamente sobre la placa hasta completar los 50 individuos. Cuando el numero de individuo pasó los 50 se muestreó por orden numérico, por ejemplo si se recogieron 45 individuos y con los del número 5 se sobrepasaba los 50 se procedió a recoger los individuos que estaba mas cerca del cuadrante número 1.

Una vez seleccionados los 50 individuos por colector, sus imágenes fueron digitalizadas mediante una cámara digital Nikon, en formato JPEG. Posteriormente estas imágenes fueron procesadas por medio del software Image-Pro Plus 4.5 para obtener la longitud de las semillas.

Para la determinación del peso seco de los tejidos blandos de las semillas, se retiraron completamente todos los tejidos desde las valvas y debido a la poca abundancia se juntaron los de los 50 ejemplares en una sola muestra. El peso seco se cuantificó en una balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

## **4.2.2. Resultados**

### **4.2.2.1. Índice Gonado Somático**

#### a) Cochamó

El índice gonadosomático IGS de los choritos presentes en el banco natural de Cochamó no muestra variaciones notorias entre los meses de abril (2006) y marzo (2007). Se puede apreciar un ligero incremento del IGS a medida que se avanza en los muestreos hasta situarse en el mes de enero en un valor de 28,3. En marzo el índice baja hasta alcanzar los 21,54 (ver anexo fig. 44)

#### B) Chauquear

El IGS de Chauquear se obtuvo muestreando choritos de cultivo debido a que se encontró un escaso número de choritos fijados en el ambiente natural. El IGS presenta su valor más bajo al inicio del monitoreo (18,07) para luego subir en septiembre y experimentar una leve

---

declinación en el mes siguiente. Al igual que en Cochamó no se observan diferencias notorias a través del tiempo (ver anexo fig. 45)

c) Metri

El IGS de Metri tampoco muestra diferencias notorias a lo largo del estudio. Se puede apreciar un incremento del IGS desde un valor de 24,69 en abril hasta 28,3 en diciembre. (anexo fig. 46).

d) Pichicolo

Los valores de IGS en Pichicolo muestran un sostenido incremento desde mayo (26,66) a diciembre (31,58), para luego decaer ligeramente en enero y recuperarse en marzo (anexo fig. 47). En términos generales los valores de IGS en esta localidad son superiores a los observados en los sitios anteriores.

e) Yaldad

En Yaldad es posible observar una evolución temporal del IGS parecida a la observada en Cochamó con un aumento regular entre mayo y enero para luego decaer en febrero (anexo fig. 48).

#### **4.2.2.2. Abundancia total de larvas**

a) Cochamó

Si bien se detectó presencia de larvas en todo el período de muestreo (anexo fig. 49), el pick de abundancia de larvas es evidente durante el mes de diciembre alcanzando valores de hasta 230 larvas/m<sup>3</sup> en las estaciones ubicadas en el área de estudio a 10 m de profundidad. En términos generales los sitios con mayor número de larvas registradas se encuentran en las estaciones dentro del área de estudio a 10 m de profundidad (anexo fig. 50)

B) Chauquear

En esta localidad se observan dos pick de abundancia en los sitios de referencia (control) en los meses de abril y diciembre. En las estaciones ubicadas dentro del área de estudio es

---

posible observar un pick en el mes de diciembre con valores de densidad larval promedio cercanos a 100 larvas/m<sup>3</sup>. No se observan diferencias significativas entre la densidad larval encontrada a 5 y 10 m de profundidad (anexo fig.51).

c) Metri

El pick de densidad larval en metri se observa en el mes de noviembre tanto en las estaciones dentro del área de estudio como en las estaciones de referencia (controles). Los valores de densidad en noviembre fluctúan entre los 120 y 200 larvas/m<sup>3</sup> con un registro mayor de larvas en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio (anexo fig.52).

d) Pichicolo

Junto con Cochamó esta localidad presenta los mayores valores de abundancia de larvas entre las localidades estudiadas. El principal pick de abundancia ocurre en el mes de Noviembre para luego decrecer un poco en diciembre y subir nuevamente en enero. Los valores de densidad promedio en estos meses fluctúan entre 28,3 y 1.236,3 larvas/m<sup>3</sup>. No se observa un patrón definido entre las estaciones de referencia y las del área de estudio ni tampoco entre los 5 y 10 m de profundidad. (anexo fig. 53).

e) Yaldad

En Yaldad se aprecia un significativo incremento de las larvas en el agua a partir del mes de noviembre para llegar a diciembre con los valores más altos de densidad larval registrados en esta localidad (224 a 369 larvas/m<sup>3</sup> promedio en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio). En el muestreo de enero y febrero las concentraciones de larvas bajan ostensiblemente en esta localidad al igual que en todos los sitios estudiados salvo Pichicolo. (anexo fig. 54).

f) Resumen de las diferentes localidades

En la figura 55 (anexo) se contrastan los diferentes registros de densidad larval por localidad en las estaciones de referencia y las estaciones ubicadas dentro del sitio de estudio. En esta figura se observa que Pichicolo y Cochamó presentan los valores más altos de densidad larval seguidos por Yaldad y finalmente Metri y Chauquear con los valores más bajos. En términos generales se observa que las mayores densidades de larvas se presentan en las

---

estaciones ubicadas dentro de los sitios de estudio. La mayor abundancia de larvas en todas las localidades se presenta en los meses de octubre y noviembre

#### **4.2.2.3 Abundancia relativa de estadios larvales**

##### a) Cochamó

La mayor abundancia de larvas pre competentes coincide con el máximo pick larval encontrado en el mes de diciembre. La relación entre los diferentes estadios es proporcionalmente similar entre las estaciones control y las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. Los sitios con mayor número de larvas registradas se encuentran en las estaciones dentro del área de estudio (anexo fig. 56).

##### B) Chauquear

Al igual que en Cochamó el pick de abundancia larval se observa en el mes de diciembre (aunque significativamente menor al observado en Cochamó) con una mayor intensidad en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. En las estaciones control se observa una mayor abundancia de larvas pre competentes mientras que en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio las velíferas son dominantes. En todo caso, no hay diferencias significativas entre los diferentes estadios observados (anexo fig. 57).

##### c) Metri

El pick de densidad larval en Metri se observa en el mes de noviembre (5to muestreo) con valores similares tanto en las estaciones dentro del área de estudio como en las estaciones de referencia (controles). A diferencia de lo observado en Cochamó y Chauquear en estos muestreos dominan las larvas D (anexo fig. 58).

##### d) Pichicolo

Junto con Cochamó esta localidad presenta los mayores valores de abundancia de larvas entre las localidades estudiadas. Si bien el principal pick de abundancia ocurre en el mes de Noviembre, este se encuentra repartido entre las tres categorías de larvas. Sin embargo si

---

observamos la abundancia por estadíos tenemos que las larvas pre competentes son más dominantes en el mes de enero, cuando casi no aparecen larvas d y velígeras (anexo fig. 59).

e) Yaldad

En Yaldad el pick de abundancia larval ocurre en el mes de diciembre en las estaciones ubicadas dentro del sitio de estudio. Dominan en este pick las larvas menos desarrolladas (tipo larva D). En las estaciones de referencia la cantidad de larvas es menor (anexo fig. 60).

#### **4.2.2.4 Determinación de clorofila**

a) Cochamó

Los valores de clorofila a aumentan significativamente a partir del mes de octubre, especialmente a los 5 metros de profundidad con valores que fluctúan entre los 3,27 y 21,35 ug/l. Los datos obtenidos en cada estación muestran amplias fluctuaciones durante los meses con mayores concentraciones de clorofila a (octubre y noviembre). En diciembre y enero los valores caen ostensiblemente en relación a lo observado en los meses precedentes (anexo fig. 61).

b) Chauquear

Los valores de clorofila a en las estaciones control muestran una curva ascendente desde los inicios del estudio hasta el final del 5to muestreo con valores que fluctúan entre 0,06 y 7,72 ug por litro, sin observarse diferencias significativas entre los 5 y 10 m. En el mes de enero los valores a 5 y 10 m bajan significativamente. En las estaciones ubicadas dentro del área de estudio la situación es similar hasta el cuarto muestreo ya que durante el quinto muestreo, en diciembre se observa una caída moderada de la concentración de clorofila a a valores cercanos a 3 ug/l, valores que se mantienen en el mes de enero (anexo fig. 62).

---

c) Metri

La tendencia de esta localidad es similar a la observada en Chauquear con un aumento sostenido en las concentraciones de clorofila a en las estaciones control y una significativa caída en la concentración de clorofila a en el 5to muestreo de noviembre en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. Los valores de clorofila a fluctúan entre los 0,16 ug/l y 6,34 ug/l. Salvo en las estaciones control durante el mes de octubre no se observan diferencias significativas entre las dos profundidades monitoreadas. En el sexto crucero se observa un aumento moderado de la concentración de clorofila a en las estaciones ubicadas dentro del área y un descenso en los valores registrados en las estaciones de referencia (anexo fig. 63)

d) Pichicolo

En Pichicolo no se observa un aumento tan ostensible de los valores de clorofila a como en las otras localidades. En efecto, en las estaciones ubicadas a 5 metros del sitio de referencia no existen diferencias significativas entre ninguno de los muestreos realizados en el transcurso del estudio. En el caso de las otras estaciones (control 10 m y área de estudio 5 y 10 m) se observa un aumento en el mes de noviembre para caer nuevamente en el mes de diciembre e incrementar sus valores en enero. Los rangos de clorofila a fluctúan 0,28 ug/l y 3,82 ug/l para esta localidad (anexo fig. 64).

e) Yaldad

Los valores de clorofila a en la localidad de Yaldad tienden a aumentar a partir de los muestreos del mes de octubre para decaer durante el mes de enero. Prácticamente no se observan diferencias significativas entre las dos profundidades y entre las estaciones control y las ubicadas dentro del sitio de estudio salvo en el 5to muestreo donde las estaciones a los 10 m de profundidad ubicadas dentro del sitio de estudio muestran una caída significativa en relación a las otras, y en el sexto muestreo cuando se observan diferencias significativas entre los valores registrados a 5 y 10 m de profundidad en los sitios de referencia. Los valores de clorofila a varían entre 0,34 y 11,34 ug/l (anexo fig. 65).

---

#### 4.2.2.5 Determinación de seston orgánico e inorgánico

##### Seston orgánico

###### a) Cochamó

Los valores máximos de la fracción orgánica del seston se observan en el monitoreo del mes de octubre y enero. En los meses de noviembre y marzo la concentración orgánica del seston cae notoriamente. No existen diferencias significativas entre los valores registrados a las dos profundidades monitoreadas, ni entre las estaciones control y las ubicadas dentro del área de estudio (anexo fig. 66).

###### B) Chauquear

En la localidad de Chauquear se observa un incremento paulatino de la fracción orgánica del seston que aumenta de 0,63 hasta 22,2 mg/l en el mes de enero. En el mes de marzo se aprecia una ostensible caída en la concentración de seston orgánico. No se observan diferencias significativas entre las estaciones control y las estaciones ubicadas dentro del área de estudio ni entre las diferentes profundidades (anexo fig. 67)

###### c) Metri

En esta localidad también se observa una tendencia ascendente en los valores del seston orgánico a partir de septiembre con una tenue caída de octubre para seguir repuntando en diciembre y enero. Los valores registrados van desde los 0,93 a los 17,7 mg/l. En el último crucero al igual que en las localidades anteriores la concentración de seston cae fuertemente sobre todo en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. No se aprecian diferencias importantes entre los sitios y tampoco entre las profundidades (anexo fig. 68)

###### d) Pichicolo

La tendencia en pichicolo es la misma observada en Metri y Chauquear. Hay un incremento paulatino del seston orgánico de 1,2 mg/l en los inicios del monitoreo hasta 24,6 mg/l en el muestreo del mes de enero, para luego caer abruptamente en marzo (1,47 mg/l) . Los valores registrados son similares entre las dos profundidades monitoreadas y entre las estaciones control y las estaciones ubicadas dentro del área de estudio (anexo fig. 69)

## e) Yaldad

Las estaciones control muestran una curva similar a la observada en las localidades anteriores con valores que fluctúan entre los 1,23 y 18 mg/l cayendo ligeramente en enero para finalizar en el último muestreo con valores similares a los observados al inicio del estudio. Las estaciones ubicadas dentro del área de estudio muestran una caída en los valores de seston orgánico en noviembre para luego repuntar en enero (anexo fig. 70).

**Seston inorgánico**

## a) Cochamó

Los valores de la fracción inorgánica del seston son en general menores que los registrados para la orgánica. Existe un amplio rango de dispersión entre las estaciones durante el período de muestreo. No se observa una tendencia clara en los monitoreos realizados. Los valores de seston inorgánico fluctúan entre los 0,5 y 4,07 mg/l (anexo fig. 71)

## B) Chauquear

Tampoco se observa una tendencia clara respecto de los valores de seston inorgánico reportados en esta localidad. El rango de valores fluctúa entre los 0,23 y 2,75 mg/l (anexo fig. 72)

## c) Metri

Con rangos de valores que van 0,1 a los 3,23 mg/l no es posible apreciar una tendencia regular en los datos que además fluctúan considerablemente entre las estaciones (anexo fig. 73)

## d) Pichicolo

Los valores de la fracción inorgánica del seston tienden a mantenerse estables a partir del 2do monitoreo con valores que van 0,3 a 2,73 mg/l (anexo fig. 74)

## e) Yaldad

En esta localidad se repite la misma irregularidad observada en los otros sitios. Los valores de seston inorgánico registrados van de los 0,6 a los 2,3 mg/l. No se aprecian

---

diferencias significativas entre las estaciones control y las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. Tampoco se observan diferencias entre los 5 y 10 m de profundidad (anexo fig. 75).

#### **4.2.2.6. Temperatura y Salinidad**

##### **Temperatura**

###### a) Cochamó

Se observa un descenso en la temperatura entre el muestreo de abril y el de agosto para incrementarse paulatinamente hasta el mes de enero. Las temperaturas fluctúan entre 11,02 y los 13,64 °C. No se observan diferencias significativas entre las estaciones controles y las del área de estudio. A partir del muestreo de diciembre se aprecia una estratificación en la temperatura del agua lo que genera una diferencia significativa entre los valores observados a 5 y 10 m de profundidad. Los valores registrados en el séptimo monitoreo muestran una caída de la temperatura (anexo fig 76).

###### B) Chauquear

En esta localidad se aprecia una tendencia muy similar a la de Cochamó. Hay un incremento de la temperatura a partir de agosto, con una ligera baja en enero en las estaciones del área de muestreo. Los valores de temperatura varían entre los 10,17 y 14,97 °C. Sólo se observan diferencias significativas entre las temperaturas registradas a 5 y 10 m de noviembre. En el último monitoreo de marzo se observa una disminución de la temperatura (anexo fig. 77).

###### c) Metri

La tendencia en la variación de la temperatura es la misma que la observada en las dos localidades anteriores. En el último monitoreo hay una clara disminución en la temperatura registrada en las estaciones a 5 m ubicadas en el sitio de referencia. Los rangos de temperatura fluctúan entre 10 y 14,50 °C. En el último monitoreo de febrero la temperatura ha vuelto a incrementar, alcanzando los valores registrados en el mes de noviembre (anexo fig. 78).

###### d) Pichicolo

Con valores de temperatura que fluctúan entre los 10,26 y 15,27 °C, esta localidad presenta la misma tendencia en la variación de la temperatura que las localidades anteriores. En

---

el quinto monitoreo existen diferencias significativas entre los valores observados a 5 y 10 metros de profundidad, lo que refleja una estratificación en la columna de agua. En el último monitoreo de marzo la temperatura también tiende a descender (anexo fig. 79).

e) Yaldad

La variación de la temperatura en Yaldad es similar a la de los sitios anteriores, aunque los valores de temperatura hacia el final de los monitoreos son significativamente menores a los observados en las otras localidades (entre 10,24 y 13,30 °C) (anexo fig. 80).

### **Salinidad**

a) Cochamó

Se observan variaciones significativas en los valores de salinidad entre los 5 y 10 m lo que evidencia la presencia de una capa de agua de mas baja salinidad en la superficie y una cuña de agua salada mas abajo, situación que es típica de los ambientes estuarinos como el estuario del Reloncaví. Los valores de salinidad fluctúan entre los 15,53 y 32,09 ‰ (anexo fig. 81).

B) Chauquear

Los valores de salinidad se mantienen estables a lo largo de los muestreos con rangos de variación que van de los 29,73 a 32,51 ‰. Se observa una ligera disminución de los valores de salinidad entre los 10 y 5 m aunque esta variación en ningún caso es significativa como lo observado en Cochamó. Los datos caracterizan un cuerpo de agua principalmente marino (anexo fig. 82).

c) Metri

En Metri se observa una disminución de la salinidad en el quinto monitoreo se aprecia una diferencia significativa entre los valores reportados a 10 y 5 m, tanto en los sitios control como en las estaciones ubicadas dentro del área de estudio. El sitio de estudio se encuentra ubicado justo en la desembocadura de un río, cuya influencia se hace notar a la luz de los resultados obtenidos. Los rangos de salinidad varían entre un 26,6 y un 32,43 ‰ (anexo fig. 83)

d) Pichicolo

El estero de Pichicolo presenta valores similares a lo observado en el estero Chauquear aunque durante los meses de invierno la salinidad disminuye un poco lo que puede evidenciar cierta influencia de los ríos que desembocan en este estero. Los valores de salinidad fluctúan entre 27,62 y 32,67‰ (anexo fig. 84).

e) Yaldad

Al igual que en Chauquear la Bahía de Yaldad presenta una influencia marina predominante a lo largo de todo el año. Los valores de salinidad fluctúan entre los 31,65 y 33,25‰ (anexo fig. 85)

#### **4.2.2.7. Asentamiento**

En el presente informe se presentan los resultados de asentamiento obtenidos entre octubre del 2006 y enero del 2007 en las diferentes localidades estudiadas.

##### **Asentamiento Octubre 2006 (Cuarto crucero)**

a) Cochamó

Se observa un amplio rango de variación en el asentamiento, para los distintos tipos de colectores utilizados y entre las diferentes profundidades (1,1 a 230,0 ind/10 cm<sup>2</sup>). Hay un mayor número de asentados a 10 m de profundidad, especialmente en los colectores confeccionados con red salmonera (anexo fig. 86).

B) Chauquear

Si bien los rangos de asentamiento entre los distintos tipos de colectores son menores a los observados en Cochamó, el número de asentados es muy inferior al encontrado en esta localidad (0,6 a 3,8 ind/10 cm<sup>2</sup>). Se observa un mayor número de asentados a 10 m de profundidad sin encontrarse diferencias significativas entre los distintos tipos de colectores utilizados (anexo fig. 87).

## c) Metri

Los valores de asentamiento promedio por tipo de colector y profundidad varían entre 1,48 y 14,22 ind/10 cm<sup>2</sup>, lo que pone a esta localidad en una situación intermedia entre Cochamó y Chauquear. Salvo en el caso de la malla ratchell, los colectores ubicados a 10 m de profundidad presentan un mayor número de asentados que los colectores ubicados a 5 m (anexo fig. 88).

## d) Pichicolo

En Pichicolo se observa una elevado número de asentados en todos los tipos de colectores utilizados y a las dos profundidades (entre 76,8 y 266,9 ind/10 cm<sup>2</sup>). A diferencia de Cochamo en Pichicolo los niveles de asentamiento son mucho mas parejos y no se observan amplias diferencias entre los distintos tipos de colectores y entre las dos profundidades (anexo fig. 89)

## e) Yaldad

Al igual que en Chauquear los valores de asentamiento son muy bajos en relación a las otras localidades, con promedios que fluctúan entre los 0,9 y 2,3 ind/10 cm<sup>2</sup>. Tampoco se observan diferencias significativas entre los diferentes tipos de colectores ni entre las diferentes profundidades (anexo fig. 90).

**Asentamiento Noviembre 2006 (Quinto crucero)**

## a) Cochamó

Nuevamente se observa una gran cantidad de asentados en los colectores. Los rangos de asentamiento promedio van de 29,9 a 372,1 ind/10 cm<sup>2</sup>. el mayor número de asentados nuevamente se observa en la red salmonera, aunque no se observan diferencias significativas con los otros tipos de red. Aunque se observan mas asentados a 10 que a 5 m, esta diferencia no es significativa como se observó en el mes de octubre (anexo fig. 91).

## B) Chauquear

En este período se observa un significativo aumento en la cantidad de larvas respecto del monitoreo de octubre, sin embargo los valores todavía son inferiores a los registrados en

---

Cochamó y Pichicolo. El número de asentados fluctúa entre 18,4 y 91,9 ind/10 cm<sup>2</sup> con una cantidad significativamente mayor de asentados a 5 m que a 10 metros (anexo fig. 92).

c) Metri

Al igual que en Chauquear se observa un gran aumento en el número de asentados registrado en este período respecto del anterior. Los valores de asentamiento promedio por tipo de colector y profundidad varían entre 50,7 y 371,8 ind/10 cm<sup>2</sup>, lo que pone a esta localidad en una situación similar a la observada en Cochamó durante este período. La malla ratchell es la que presenta el menor número de asentados en ambas profundidades mientras que a cinco metros domina la malla salmonera y a 10 m la anchovetera estampada (anexo fig. 93).

d) Pichicolo

Nuevamente es Pichicolo donde se observa el mayor número de asentados entre las localidades con valores que superan los registrados en el mes de octubre en esta misma localidad (entre 50,6 y 680,3 ind/10 cm<sup>2</sup>). La densidad de asentamiento es significativamente mayor a 5 que a 10 m y no se observan diferencias significativas entre los distintos tipos de red (anexo fig. 94)

e) Yaldad

Yaldad nuevamente muestra un bajo nivel de asentamiento en todos los tipos de colectores en relación a las otras localidades, con promedios que fluctúan entre los 1,0 y 11,0 ind/10 cm<sup>2</sup>. No se observan diferencias significativas entre los diferentes tipos de colectores ni entre las diferentes profundidades excepto en el caso de la red anchovetera con nudo a 10 m de profundidad donde se registra el mayor valor de asentamiento (anexo fig. 95).

### **Asentamiento Diciembre-Enero 2007 (sexto crucero)**

a) Cochamó

En este mes disminuye ostensiblemente el número de asentados por colector con valores máximos promedio de 80 ind/10 cm<sup>2</sup>, en la red anchovetera con nudos a 5 m de profundidad (anexo fig. 96).

---

## B) Chauquear

Entre el quinto y sexto crucero se observa una disminución en el número de asentados que se concentran en la red anchovetera estampada a 10 m de profundidad (16 ind/10 cm<sup>2</sup>). Los valores observados en esta localidad son significativamente inferiores a los registrados en Cochamó, Pichicolo y Metri durante el mismo período (anexo fig. 97).

## c) Metri

En Metri se observa un considerable aumento en el número de asentados que en la red anchovetera con nudos ubicada a 5 metros supera los 600 ind/10 cm<sup>2</sup> (anexo fig. 98).

## d) Pichicolo

Al igual que en Cochamó en Pichicolo disminuye en forma importante el número de asentados que baja a los 90 a 100 ind/10 cm<sup>2</sup>. La densidad de asentamiento es mayor a 5 que a 10 m y no se observan diferencias significativas entre los distintos tipos de red (anexo fig. 99)

## e) Yaldad

Yaldad nuevamente muestra bajos niveles de asentamiento en todos los tipos de colectores en relación a las otras localidades, con máximos que solo alcanzan los 10,0 ind/10 cm<sup>2</sup>. No se observan diferencias significativas entre los diferentes tipos de colectores ni entre las diferentes profundidades excepto en el caso de la red anchovetera con nudo a 10 m de profundidad donde se registra el mayor valor de asentamiento (anexo fig. 100).

El resumen de todas las localidades con los diferentes meses de asentamiento se muestra en la figura 101 (anexo). La anova realizada con los datos de semillas fijadas entre localidades y profundidades y el test de Tukey (Tabla 22) muestra dos grupos de localidades en el estudio. Yaldad y Chauquear con los valores más bajos, Metri, Cochamó y Pichicolo con el número más elevado de semillas fijadas.

Existe una correlación positiva entre la densidad de larvas pre-metamórficas vs la densidad de asentamiento para las diferentes localidades durante los cruceros de primavera-verano ( $r^2 = 0,677$ ) (fig. 3). El análisis de varianza de la regresión mostró una relación estadísticamente significativa al 99% del intervalo de confianza entre el número de larvas competentes/ m<sup>3</sup> y el Número de asentados / m<sup>2</sup> ( $F=26,12$ ;  $P=0,002$ ).

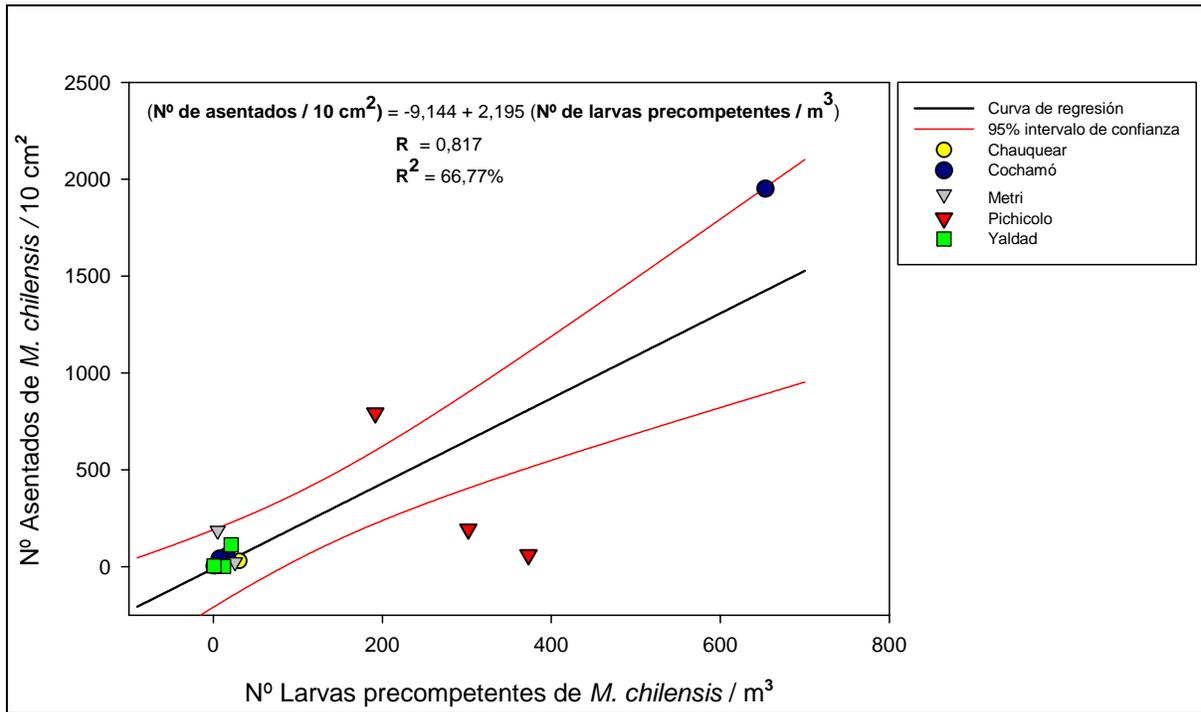


Fig 3. Curva de regresión del nº de larvas precompetentes presentes en las estaciones de muestreo v/s densidad de asentados, por localidad registrada durante el 4to, 5to y 6to crucero.

#### 4.2.2.8. Condición de las semillas

A través del análisis de la densidad de asentamiento en los colectores puestos mes a mes en cada localidad y su comparación con los colectores acumulados, es posible inferir que existe una elevada tasa de mortalidad/desprendimiento de los asentados, con valores cercanos al 80% (anexo fig. 102-105). Chauquear es la única localidad que muestra una sobrevivencia mas alta (60 %), pero es la que presenta el menor número de asentados por superficie de colector (anexo fig. 106). Esto podría indicar que la mortalidad esta ligada preferentemente a un carácter densodependiente (competencia interespecífica por sustrato).

Dado que no se observó un patrón definido entre las diferentes profundidades y tipos de colector utilizados, se agruparon los valores de peso y longitudes para cada una de las localidades a fin de poder establecer con mayor claridad las diferencias en tamaño y peso entre los sitios en estudio.

Los datos obtenidos del experimento de calidad de semillas se presentan en las figuras 107 a 111 (anexos). Se observan dos tipos de estructura de tallas en las diferentes localidades.

---

Cochamó y Pichicolo muestran una mayor distribución de las longitudes de semillas seleccionadas, lo que debería estar asociado directamente al inicio y mantención de los niveles de asentamiento a lo largo del período de muestreo. Sin embargo el peso seco acumulado de las semillas es significativamente mas bajo en Cochamó que en Pichicolo, lo que sugiere que entre estas dos localidades Pichicolo presenta una mejor condición de las semillas que en Cochamo.

Las localidades de Metri, Chauquear y Yaldad muestran el mayor número de ejemplares entre los 0,1 y 0,25 cm. Con solo una moda claramente visible. Esta estructura de tallas esta asociada al carácter más tardío de los niveles de asentamiento, que determinan semillas de menor tamaño que las obtenidas en las localidades de Cochamó y Pichicolo. De igual manera, el peso acumulado de las semillas en estos sitios es un orden de magnitud inferior a lo observado en las otras localidades. Si comparamos los valores de Peso seco entre estas tres localidades tenemos que en relación al número de semillas pesadas la condición (peso longitud) es mayor en Metri seguido por Yaldad y finalmente Chauquear con los valores mas bajos.

#### **4.3.- Objetivo específico III: Diseñar y validar un modelo matemático que integre los factores identificados en el objetivo anterior y permita estimar la abundancia de larvas y semillas a captar dentro del período de desove, para las áreas mencionadas en el objetivo anterior.**

La distribución larval en invertebrados marinos con desarrollo planctónico es importante ya que la posición de la larva en la columna de agua puede influenciar su transporte neto y consecuentemente el éxito en el asentamiento (Wing *et al.* 1995).

La distribución larval puede ser afectada por variables físicas, químicas y biológicas del ambiente (Thorson 1950; Levin and Bridges 1995; Shanks 1995; Young 1995), influenciando la sobrevivencia larval (Thorson 1950; Johnson and Shanks 2003) y el transporte larval (Shanks 1995). Además, el potencial de dispersión de larvas planctónicas puede ser modificado por cambios en la distribución de la larva (Scheltema 1986; Levin and Bridges 1995).

Bajas temperaturas y baja disponibilidad de alimento pueden influenciar el desarrollo larval en la naturaleza (Thorson 1950, Levin & Bridges 1995). Mientras que gradientes verticales

---

de salinidad han demostrado controlar la distribución de organismos planctónicos, creando barreras físicas o químicas para los organismos que intentan migrar a través de estos gradientes (Young 1995; Lougee *et al.* 2002; Gallagher *et al.* 2004). Estos gradientes de densidad pueden ser importantes para la distribución de plancton en sistemas estratificados como los que se observan en el mar interior de Chile. (Molinet *et al.* 2005). En estos sectores se ha observado una pycnoclina bien definida en la columna de agua (Pickard 1971; Silva *et al.* 1995). Los patrones de circulación parecen ser dominados por flujos mareales fuertes y por el forzante de vientos (Valle-Levinson *et al.* 2001; Cáceres *et al.* 2003; Cáceres and Valle-Levinson 2004; Molinet *et al.* 2004; Valle-Levinson and Blanco 2004).

*Mytilus chilensis* (Hupe, 1854), es un molusco bivalvo que forma densos bancos sobre fondos duros y fangosos hasta una profundidad de 4 m, aunque se ha observado hasta 25 m de profundidad (Lorenzen *et al.* 1979, Zagal y Hermosilla 2001). Su distribución geográfica comprende toda la Costa chilena y parte de la costa Argentina, aunque sus mayores densidades se observan en zonas litorales con marcadas variaciones de salinidad por aporte de aguas lluvias y escurrimiento de ríos, por lo que es abundante en los fiordos y canales del mar interior de Chile (Lorenzen *et al.* 1979). *M. chilensis* tiene sexos separados y los huevos son fertilizados en la columna de agua. El tamaño de los huevos es 70  $\mu\text{m}$  aproximadamente, y se producen alrededor de  $8 \times 10^6$  huevos  $\text{ind}^{-1}$  (Bayne *et al.*, 1978; Widdows, 1991). En Yaldad (Chiloé) se ha observado hasta  $10,9 \times 10^6$  ovocitos hembra $^{-1}$ , produciéndose los desoves preferentemente entre primavera y verano (Chaparro & Winter, 1983).

*Mytilus chilensis* posee un ciclo de vida complejo, con un desarrollo planctónico que se divide en 3 fases:

- a) Fase lecitotrófica: la cual dura pocos días e implica la formación de cilios (trocófora), un velum y la glándula de la concha. Esta fase finaliza con la larva D de 100-120  $\mu\text{m}$  de longitud.
- b) Fase de crecimiento: la larva D comienza a alimentarse e incrementa en peso, dando origen a una larva veliconcha, la cual permanece algunas semanas en el plancton.
- c) Fase de asentamiento: la larva mide aproximadamente 270  $\mu\text{m}$ , y se observa un pie desarrollado con el cual la larva busca el sustrato para asentarse (Sprung, 1984, Winter *et al.* 1988), caracterizándose el último estadio larval (pediveliger) por su fototáctismo negativo y geotáctismo positivo (Bayne, 1971, Winter *et al.* 1988), comportamiento relacionado con la fijación al sustrato y metamorfosis.

---

La dispersión larval motiva la mayoría de los modelamientos sobre la dinámica de especies marinas. La mayoría de los invertebrados marinos y peces tienen un estado larval planctónico que puede dispersarse grandes distancias. En estas especies, los juveniles producidos por los adultos en cualquier lugar son emigrantes que se dispersan hacia donde sea. De manera similar, los juveniles que reclutan en poblaciones locales adultas son mayoritariamente inmigrantes (el producto de la reproducción de adultos en otras poblaciones locales). La escala de esta dispersión y la prevalencia de dispersión a través de todas las comunidades marinas son diferenciadas en otros hábitats, por lo que se necesitan modelos específicamente adaptados a las historias de vida de especies marinas (Gaines and Lafferty 1995).

Hay sólo cuatro formas por las que el tamaño de una población cambia; nacimientos, muertes, migración y emigración. Las primeras dos fuentes de cambio son procesos locales, mientras que las dos últimas son procesos regionales que acoplan la dinámica de muchas poblaciones locales. La mayoría de la teoría ecológica fue fundada sobre la presunción de que las dinámicas poblacionales son sólo una función de procesos locales, es decir  $dn/dt=f$  (tasa de nacimientos, tasa de muertes) (Gaines and Lafferty 1995).

La simplificación que niega la migración en estos modelos, no es concordante con la mayoría de los ciclos de vida de especies marinas, donde la dispersión entre poblaciones locales es un proceso dominante, por lo que se habla de poblaciones abiertas y/o metapoblaciones Levins (1970).

En una población abierta el ingreso de nuevos individuos es independiente del tamaño poblacional local ( $n$ ). Suponiendo que  $s$  es la tasa de asentamiento de la larva por unidad de espacio en la población local y  $A$  es el área total de hábitat local, un modelo de población abierta podría escribirse de la siguiente manera:

$dn/dt = sA - \mu n$  , donde  $\mu$  es la tasa de mortalidad. Este es un modelo básico densodependiente (Hughes 1984).

Algunos modelos predicen un tamaño poblacional estable, proporcional al asentamiento, mientras en otros modelos el asentamiento se sugiere constante, lo que ha sido puesto en duda por los datos empíricos (Gaines and Lafferty 1995). Por otro lado se propone la existencia de fluctuaciones periódicas en el tamaño poblacional, lo que provoca inestabilidad en las poblaciones. Esta inestabilidad ocurre en espacios de tiempo intermedio y la existencia de fluctuaciones depende cuantitativamente de tres parámetros biológicos clave; a) la tasa de

crecimiento individual, b) tasa de asentamiento y c) mortalidad denso-dependiente (Gaines and Lafferty 1995). El parámetro relevante en este caso es el asentamiento, aunque el crecimiento individual y la mortalidad denso dependiente podrían afectar su resultado.

Aunque los modelos locales consideran dinámicas sobre escalas espaciales apropiadas para la mayoría de los estudios de campo, ellos son solo predefinidos como pasos hacia la verdadera meta; los modelos metapoblacionales. La escala de dispersión de muchas larvas pelágicas es tan grande (Scheltema 1986; Levin and Bridges 1995) que un número de poblaciones locales potencialmente interactúa a través de un agrupamiento de larvas compartido. Desde la perspectiva de las metapoblaciones la presunción de una tasa de asentamiento constante local es difícil de justificar (Gaines and Lafferty 1995).

### **Consideraciones para la aplicación de un modelo matemático**

Para modelar el asentamiento y/o captación de semillas en colectores artificiales se utilizó la aproximación de Rougharden and Iwasa (1986). En esta aproximación las poblaciones locales contribuyen con larvas al agrupamiento larval común (L). Larvas de este agrupamiento son posteriormente distribuidas entre las poblaciones locales. El asentamiento ocurre solamente en espacio desocupado ( $F_y$  = espacio libre en la población local y).

Por lo tanto, la dinámica de cada población local puede ser descrita por:

$$dn/dt = c_y L F_y - \mu_y n_y$$

Donde L es el número de larvas en el agrupamiento larval y  $c_y$  es una constante que mide ya sea la accesibilidad del sitio a la larva o la preferencia larval por el sitio.

El espacio libre es el área total del sitio ( $A_y$ ) menos el área ocupada por los adultos ( $a_y$  = es el tamaño promedio de los adultos en la población local).

$$F_y = A - a_y n_y$$

En el caso de la captación de mitílicos el sustrato es ofrecido de manera artificial, por lo que en este caso  $F_y = A + A_a - a_y n_y$ , donde  $A_a$  es el sustrato artificial. Generalmente se estima que uno de los recursos limitantes en el ambiente es el espacio, por lo que considerando la actividad de captación de semillas se podría asumir que la superficie disponible para el asentamiento es la superficie ofrecida (superficie de colectores ofrecida,  $F_y = A_a$ ).

De esta forma, para la captación de semillas de mitílicos se puede sostener que  $dn/dt$  depende de la superficie de colectores ofrecida.

Así tenemos que:

$$\text{Asentamiento} = \frac{dn}{dt} = c_y L A a$$

La variable  $c_y$ , puede ser expresada como la probabilidad de que la larva tenga acceso al colector, lo que a su vez estará dado por la circulación y su efecto sobre el transporte larval. Por lo general los colectores de mitilidos son instalados en áreas donde históricamente se captan larvas, aunque los parches pueden variar su densidad en la dimensión horizontal y vertical. De esta manera la probabilidad debería ser siempre superior a 0, llegando a valores cercanos a 1 en sitios en que la abundancia de larvas es muy alta y/o donde todas las larvas tienen acceso a los colectores.

Para describir la metapoblación completamente Roughgarden e Iwasa incluyen una ecuación para el número de larvas. Cambios en el tamaño del agrupamiento larval común ocurren sólo a través de nuevos nacimientos ( $m_y$  = tasa de nacimientos per capita en sitio  $y$ ), asentamiento en áreas determinadas y mortalidad durante el desarrollo larval ( $v$  = tasa de mortalidad larval). De esta forma la ecuación sería:

$$dL/dt = \text{Suma}(mn) - \text{Suma}(c_y L_y)(\text{asentados}) - vL$$

### Ajuste del modelo

Para ajustar el modelo de Roughgarden & Iwasa (1985) modificado se utilizará los siguientes elementos:

- a) La tasa de nacimientos será obtenida considerando la estimación de reproductores observada en cada sector de estudio y cantidad de huevos producida por cada hembra en estado reproductivo (Bayne et al, 1978; Widdows, 1991). Se considerará que el 50 % de los reproductores es hembra y el 50% macho. La intensidad de desove será incorporada por la variación en el índice gonadal, lo que permitirá tener una mejor aproximación a los nacimientos. Ya que la frecuencia de muestreo no permitió observar el estado de huevos, el valor esperado no podrá ser contrastado con el valor observado, sin embargo será un valor referencial.
- b) Los asentados serán obtenidos de los resultados de los colectores instalados en las áreas de estudio. Este valor será comparado con el valor esperado aplicando el modelo descrito anteriormente y con los resultados de Winter et al. (1988), observados en la Bahía de Yaldad.

- c) La tasa de sobrevivencia larval para cada sitio será estimada considerando los nacimientos obtenidos en a) y la densidad larval obtenida en cada muestreo (por estado de desarrollo) hasta asentado. Esta tasa de sobrevivencia por sitio será comparada con lo observado por Winter *et al.* (1988).

La variación en los nacimientos, asentamiento y tasa de sobrevivencia larval estimados serán estudiados utilizando un modelo general lineal (GLM) con las siguientes variables: profundidad, temperatura, salinidad, seston orgánico y clorofila,

Para evitar problemas de colinearidad las variables serán evaluadas una a una, escogiendo la que provea el mayor ajuste de acuerdo al criterio de información de Akaike. Presencia y ausencia de larvas en las muestras serán analizadas como una variable dicotómica ( $p$ ) en el marco de un modelo general lineal, usando una función logit y asumiendo una distribución binomial del error (Littel et al. 1996). La densidad larval corregida ( $d_c$ ) será calculada usando las aproximaciones de Aitchison (1955) y Pennington (1983), en las que la densidad positiva observable ( $d_p$ ) es considerada una variable aleatoria con una probabilidad de masa en el origen, tratada separadamente de las observaciones nulas y entonces combinada con  $p$  de tal forma que:

$$d_c = p \cdot d_p \quad v(d_c) = p^2 \cdot v(d_p) + v(p) \cdot d_p^2$$

Las densidades positivas serán calculadas usando un procedimiento GLM con una función log asumiendo una distribución gamma de los errores.

## RESULTADOS

### *Modelo matemático:*

La abundancia poblacional observada fue mayor en el sector Cochamó, seguida por Metri, Pichicolo y Yaldad (anexo fig. 112, Tabla 23 (2)). En Chauquear no se obtuvo información de bancos naturales.

Los resultados de índice gonádico no fueron significativos, por lo que la abundancia de huevos esperada se estimó empíricamente. El total de huevos producidos en cada sector se estimó considerando que el 80% de la población fue mayor a 4 cm de longitud y puesto que a esa longitud las poblaciones naturales están maduras, se estimó que el 40% fueron hembras

---

desovantes. Para estimar la abundancia total de huevos en cada sector se consideró el volumen de agua entre 0 y 10 m de profundidad en toda el área de influencia hembras desovantes, lo que dio un total de huevos producidos por sector (anexo Tabla 23 (4)). De esta forma se esperó encontrar la mayor abundancia de huevos y larvas en Cochamó, Metri, Pichicolo y Yaldad respectivamente (anexo Tabla 23 (6)). Suponiendo una sobrevivencia de 0,027 de huevo a larva competente, la máxima densidad de larvas competentes se esperó en Pichicolo y Cochamó, en una unidad de magnitud superior a lo esperado en Metri y Yaldad (Tabla 23 (6)). Al comparar la densidad de larvas competentes observadas versus las esperadas, se apreció que la última fue relativamente coincidente en el caso de Metri y Yaldad, pero inferior en un orden de magnitud en Cochamó y Pichicolo (anexo Tabla 21 (6) y (8), Fig. 113).

La cantidad de semillas se estimó considerando una sobrevivencia de 0,007 % desde huevo a semilla y un 0,5 % del estado competente a semilla (Winter *et al.* 1988) (anexo Tabla 24 (7)).

De esta forma se obtuvo que la cantidad de colectores esperada fue ampliamente superada por la cantidad de colectores observada (anexo Tabla 24 (3) (7)).

Así por ejemplo, en Cochamó se esperó alrededor de 11000 colectores con una cantidad promedio de 24.000 semillas c/u, mientras que lo proyectado de acuerdo a las larvas competentes observadas fue alrededor de 220.000 colectores con la misma cantidad por colector (anexo Tabla 22 (3) (7), figura 114). Debido a que la densidad de semillas por colector fue variable, ésta fue estandarizada considerando que 8200 semillas constituyen una cantidad apropiada para una producción cosechable (Winter *et al.* 1988). Con esta estandarización se observó que en el sector de Cochamó (por ejemplo) se esperó una producción de alrededor de 32.000 colectores, mientras que lo estimado desde larvas competentes fue de alrededor de 640.000 colectores (Tabla 24 (4) (8), Fig 114).

Finalmente se observó diferencias en la cantidad de semillas acumulada, principalmente en Pichicolo y Cochamó, entre la suma de las densidades mensuales de semillas acumuladas en los colectores versus colectores que se mantuvieron durante todo el periodo de estudio. En este caso se observó que la densidad de los colectores que permanecieron todo el periodo de estudio fue menor.

*Modelo probabilístico:*

Al aplicar el modelo lineal generalizado sólo se observó que las variables localidad, crucero (asociado al periodo de muestreo) y temperatura fueron significativas (anexo Tabla 25).

La variable temperatura y crucero estuvieron autocorrelacionadas y utilizando el criterio del índice de Akaike se optó por la variable crucero.

De esta forma las variables localidad y crucero dieron cuenta del 59 % de la desviación.

Al aplicar este modelo se obtiene que para el periodo de estudio la mayor probabilidad de encuentro de larvas se observó entre los meses de diciembre y enero, mientras que la menor probabilidad se observó entre abril y septiembre. En la localidad de Chauquear se registró la menor probabilidad de encuentro de larvas (entre 0,4 y 0,9), mientras que en el sector de Pichicolo prácticamente durante todo el periodo de muestreo la probabilidad de encuentro fue cercana a 1 (anexo fig. 115).

Por otro lado, la densidad predicha es mayor en el mes de diciembre en Pichicolo, Yaldad y Metri, mientras que en Cochamó, la mayor densidad se predijo para el mes de Noviembre (anexo fig. 115).

La densidad corregida es muy similar a la densidad predicha debido a que la probabilidad de encuentro predicha es en general mayor que 50% (anexo fig. 115).

#### **4.4.- Objetivo específico IV. Identificar los factores naturales y antropogénicos que pudieran afectar la captación a largo plazo.**

Para identificar los principales factores naturales y antropogénicos que pudieran afectar la captación a largo plazo se realizó una revisión bibliográfica, se puso especial atención a los factores que afectan el área de salud animal y salud pública.

La estructura de los desembarques mundiales de recursos marinos, durante los últimos 30 años, muestran un sostenido incremento de la acuicultura en la producción mundial. Mientras los volúmenes de la pesca extractiva se han mantenido relativamente constantes durante los últimos años, la acuicultura ha crecido a tasas anuales promedio de 8,9% desde principios de los 70. Las proyecciones hechas respecto de esta tendencia muestran que la producción de la acuicultura superará al volumen de la captura para el año 2020 (Brugère and Ridler, 2004).

---

La producción mundial de mitílicos no ha estado ajena a esta realidad. En el último decenio la producción proveniente de la acuicultura ha crecido sostenidamente hasta alcanzar en el año 2002 a 1,4 millones de toneladas, lo que representó casi el 85% de la producción total mundial de mitílicos (Arriagada, 2006).

De acuerdo a las estadísticas pesqueras del 2002 (Fishstat plus, 2005), Chile es el octavo productor mundial de mitílicos en el mundo, después de China, España, Italia, Tailandia, Nueva Zelanda, Francia y Holanda.

En el decenio 1993-2003 la producción nacional de mitílicos aumento 20 veces sus desembarques desde 3.000 a 60.000 toneladas (Sernapesca, 2004). Siguiendo la tendencia mundial, la mitilicultura aportó el 90,6 % del total de mitílicos extraídos en el 2003. Durante el año 2003 se exportó un volumen de 13.400 toneladas con un ingreso estimado de US\$ 28,4 millones.

El cultivo de mitílicos en Chile está concentrado principalmente en la décima región. Desde una perspectiva operativa la actividad está dividida en productores de semilla, centros de engorda y plantas de proceso. Sin embargo no existen registros confiables respecto de la actividad productora de semilla ya que esta se sobrepone con la producción de los centros de engorda.

Dado que en la actualidad toda la producción de mitílicos está sustentada en la captación natural de semillas, la expansión de esta actividad estaría limitada por la oferta de semillas del medio natural, ya que el desarrollo de "hatcheries" es incipiente.

#### **4.4.1 Factores ambientales que afectan la captación larval en mitílicos**

Los mitílicos al igual que la mayoría de los bivalvos, tienen fecundación externa con desarrollo larval de tipo planctotrófico, es decir con larvas que se alimentan activamente de fitoplancton durante su fase de vida planctónica.

El periodo de desarrollo larval en mitílicos puede durar entre 3 y 5 semanas dependiendo de la especie, la temperatura del agua y de la oferta alimentaria (Beaumont & Budd, 1982; Olavarria, 1986; Pechenik *et al.* 1990, Jorgensen, 1981).

---

Si bien la biología reproductiva en mitílidos está bastante bien documentada (Bayne, 1976; Gosling, 2003), los aspectos asociados a la ecología larval y mecanismos de asentamiento en poblaciones naturales, permanecen aun poco estudiados.

Los procesos de metamorfosis y asentamiento larval están asociados a una serie de complejas transformaciones físicas, fisiológicas y bioquímicas. Uno de los factores determinantes del asentamiento para las larvas pre-competentes es la presencia de un sustrato óptimo de fijación.

Es reconocida la habilidad de los mitílidos para asentarse en sustratos de tipo filamentoso (Tumanda *et al.* 1997), lo que ha sido mundialmente aprovechado por los mitilicultores que ofrecen este tipo de sustrato en las épocas con mayor presencia de larvas en el agua (Fuentes & Molares, 1994).

En Chile el desarrollo de la mitilicultura está exclusivamente sustentado en la obtención de semillas provenientes del medio natural. Sin embargo existen muy pocos estudios sobre la distribución y abundancia de larvas en la naturaleza, así como también respecto de la magnitud y variación del asentamiento en el tiempo. Los primeros registros sistematizados de larvas se llevaron a cabo en la Bahía de Yaldad (López *et al.* 1980), reconociéndose la presencia de larvas de mitílidos en los meses de abril y agosto. Winter *et al.* (1988) detectaron en la Bahía de Yaldad una masiva presencia de larvas en el mes de diciembre y enero, utilizando este indicador para instalar los colectores artificiales en los centros de cultivo.

Los mecanismos que determinan la variación temporal y espacial de larvas en el agua pueden ser complejos. Una vez producida la fertilización de los gametos en el agua las larvas quedan sujetas a la dinámica de las corrientes marinas.

Se han identificado una serie de mecanismos de retención y transporte de larvas hacia y desde la costa. Frentes de surgencia (Wing *et al.* 1995; Shanks, 2000), transporte por olas internas (Pineda, 1991; Leichter *et al.* 1998), corrientes de marea (Shanks, 1986), procesos de advección (Incze *et al.* 2000) entre otros, han sido probados como mecanismos de transporte para diferentes larvas de invertebrados marinos.

Son estos mecanismos de transporte que asociados a la entrada de larvas al sistema y la configuración geomorfológica de la costa, los que en definitiva determinan los lugares más propicios para el asentamiento de las larvas (Poulin *et al.* 2002a y 2002b).

En Chile no existen registros históricos sobre abundancia de larvas y asentamiento de semillas, por lo que el reconocimiento de sitios apropiados para la captación larval responde a

---

mecanismos empíricos surgidos de la observación directa de los mitilicultores y sus años de experiencia en el oficio.

Dadas las actuales exigencias del mercado nacional e internacional, el éxito de la mitilicultura no está solamente determinado por un apropiado nivel de asentamiento y captación larval; además se requiere que el sitio escogido esté libre de agentes contaminantes que afecten la calidad de la producción.

Uno de los fenómenos naturales con mayor incidencia en la mitilicultura son las floraciones de algas nocivas (FAN) conocidas también como marea roja.

Si bien las concentraciones de estas toxinas en el agua son inocuas para el hombre, la bioacumulación que se produce en los tejidos blandos de organismos filtradores como los mitílidos, provoca que las toxinas alcancen concentraciones letales para el hombre y otros organismos vertebrados.

La normativa sanitaria actual impide el traslado de colectores con semilla desde lugares donde se ha detectado la presencia de FAN.

Los primeros registros de FAN en el país se remontan a principios de los años setenta en la zona de Magallanes (Guzmán et al. 1975), para luego ampliar progresivamente su distribución hacia el norte (Guzmán et al., 2002; Molinet *et al.* 2003).

A partir del año 2002 la distribución de *Alexandrium catenella* (especie responsable del VPM o veneno paralizante de los mariscos) alcanzó la décima región, detectándose su presencia hasta la zona de Dalcahue, Chiloé (Molinet *et al.* 2003)

En los últimos 4 años se han detectado focos aislados de *A. catenella* (VPM), *Dinophysis acuta* (VDM o veneno diarreico de los mariscos) y *Pseudonitzschia australis* (VAM o veneno amnésico de los mariscos) en diversas áreas de extracción y/o cultivo de mitílidos en la décima región.

Los graves efectos de estas toxinas y otros agentes patógenos en la salud humana han generado el desarrollo de un programa especial de monitoreo administrado por Sernapesca a lo largo del país conocido como el programa de sanidad de moluscos bivalvos (PSMB).

El PSMB ha definido una serie de procedimientos a efectuar en caso de detectar la presencia de FAN o toxinas marinas en áreas de extracción o cultivo de moluscos bivalvos a través de toda la cadena productiva, desde el traslado de semillas hasta la destinación final de los productos procesados en las plantas (PSMB Norma técnica Sección 3). Entre las medidas establecidas están el cierre temporal o permanente de áreas de extracción y/o cultivo, la

---

prohibición de trasladar semillas, la eliminación de lotes de productos y otras medidas que tienen un impacto directo en el ámbito económico y social vinculado a esta actividad productiva.

Las razones de la expansión de las FAN a nivel mundial son aún materia de especulación entre los científicos, sin embargo existen factores como la circulación local y la generación de frentes que podrían explicar el desplazamiento paulatino de algas y quistes desde zonas de alta concentración hacia zonas de baja presencia.

Algunos autores han asociado la aparición de estas floraciones de microalgas a el aporte de nutrientes al medio por parte de la industria salmonera (Buschmann, 2005), sin embargo aun no existen estudios que confirman esta tesis.

Las FAN no sólo son preocupantes desde el punto de vista de la salud humana, sino que también representan una amenaza directa para una actividad económica que en promedio exporta US\$ 83 millones anuales de organismos potencialmente transvectores de las toxinas marinas (Suárez Isla *et al.* 2002).

#### **4.4.2. Factores antropogénicos que afectan la captación larval**

El mecanismo de alimentación de los mitílidos y otros organismos filtradores genera un efecto de bioacumulación de diferentes compuestos químicos y organismos patógenos presentes en la columna de agua en los tejidos blandos de estos animales.

Es así como agentes patógenos y otros contaminantes derivados de la actividad humana, que son eliminados como desechos al mar, son capturados y concentrados por los organismos filtradores desde su entorno, lo que conlleva un serio problema para la salud humana.

En Chile microorganismos como el *Vibrio parahaemolyticus* bioacumulados por bivalvos han sido responsables de intoxicaciones masivas de seres humanos en los últimos años, generando serios problemas de salud pública que han provocado incluso la muerte de algunos afectados (Hernández *et al.* 2005).

El mismo efecto de bioacumulación ha sido comprobado en mitílidos de la zona norte respecto de la descarga de metales pesados provenientes de la actividad domiciliaria y minera (Salamanca *et al.* 2004).

El gobierno ha realizado importantes esfuerzos por asegurar la calidad de los productos marinos derivados de los moluscos bivalvos mediante la implementación del PSMB. Uno de los

---

aspectos claves que serán incorporados en el futuro a esta actividad productiva es la trazabilidad de estos productos desde los centros productores de semilla hasta la obtención del producto final, ya que en las últimas dos décadas ha aumentado el interés en el control de bacterias, parásitos, virus, aditivos químicos y contaminantes que pueden ser peligrosos para el hombre cuando estos son introducidos en la cadena alimentaria, ya sea durante la producción o el procesamiento (Mc Kean, 2001), de aquí la importancia de mantener la calidad de las aguas donde se realiza la captación natural y el cultivo extensivo.

Otro aspecto interesante de abordar es la explotación de los bancos naturales asociados a los centros de captación. No hay estudios que revelen la importancia de los bancos naturales en la captación de semillas, ya que no es posible definir con claridad si las larvas presentes en el plancton provienen de ejemplares cultivados o son de los mitilidos que conforman el banco natural.

Finalmente, existe un problema potencial aun no cuantificado para el desarrollo de la actividad: la Capacidad de Carga de los cuerpos de agua donde se efectúa el cultivo de mitilidos.

De acuerdo a Monte-Luna *et al.* (2004) la "*capacidad de carga*" (CC) puede ser definida como *el límite de crecimiento o desarrollo de cada y todos los niveles jerárquicos de interacción biológica, comenzando con la población, formado por procesos y relaciones interdependientes entre recursos finitos y los consumidores de esos recursos.*

Las relaciones de CC con los cambios ocurridos entre poblaciones, comunidades, y ecosistemas dependen tanto de la escala de medición, como de las propiedades emergentes de cada nivel (Monte-Luna *et al.* 2004). Desde una perspectiva funcional, según Inglis *et al.* (2000) propone las siguientes categorías de capacidad de carga:

Capacidad de carga física: La cantidad total de centros de cultivo que pueden ser acomodados en un espacio determinado.

Capacidad de carga de la producción: La densidad de stock a la cual la producción se maximiza.

Capacidad de Carga ecológica (ambiental): La densidad de centros de cultivo cuyo aumento causa un daño inaceptable en los ecosistemas.

Capacidad de carga social: El nivel de desarrollo acuícola que causa un impacto social inaceptable.

---

Si bien, en la parte sur de Chile y la Patagonia Argentina, existen antecedentes sobre estudios de capacidad de carga ambiental de cuerpos de agua, estos se circunscriben principalmente a lagos (Campos, 1995, 1997a y 1997b)

#### **4.4.3. Matriz de riesgo**

##### **Metodología**

En base a los datos aportados por la literatura y la experiencia recopilada durante el desarrollo del estudio se construyó una matriz de riesgo respecto de los potenciales factores naturales y antropogénicos capaces de afectar la sustentabilidad de la captación de larvas a mediano plazo.

A cada variable se le asignó una ponderación en función del grado de importancia hasta completar en su conjunto un valor de 1.

Una vez ponderados en orden de importancia, a cada variable se le asignó un valor entre 0 y 3 de acuerdo a la siguiente escala

0 = inexistente

1 = Bajo

2 = Medio

3 = Alto

Finalmente se cruzaron los valores de ponderación de las variables con el grado de impacto, para tener una apreciación cualitativa del efecto de las variables identificadas sobre cada localidad

Las variables incorporadas a la matriz fueron:

a) Capacidad de Carga (0,3): Esta variable considera la agregación de centros de cultivo en las localidades estudiadas, con especial énfasis en la producción de mitilidos. Si bien hasta el momento no existen en Chile estudios publicados sobre la capacidad de carga de cuerpos de agua marinos o estuariales, existe un extenso número de publicaciones que dan cuenta del impacto que puede generar un sobredimensionamiento de los niveles productivos para el medio ambiente y la actividad productiva en particular (Campos, 1995, 1997a y 1997b). De acuerdo a

---

los mapas proporcionados por Subpesca es posible apreciar que la mayor concentración de centros de cultivos se encuentran en las localidades de Yaldad y Chauquear

b) Floraciones Algas Nocivas FAN (0,3): Si bien las FAN no tienen un efecto perjudicial directo en los choritos, su presencia en áreas de captación afecta directamente la actividad mitilicultora ya que los colectores no pueden ser trasladados desde lugares con FAN hacia otras localidades. Los antecedentes históricos aportados por la literatura (hasta el año 2004) señalan a la zona sur de Chile como la distribución más al norte de *Alexandrium catenella*, dinoflagelado responsable del VPM. En las localidades de captación ubicadas más al norte sólo se han registrado episodios esporádicos de FAN, sin observarse una presencia más permanente de ellos en los últimos 15 años.

c) Bancos Naturales (0,2): Si bien no se ha comprobado la importancia de los bancos naturales en relación a los reproductores provenientes de cultivo como potenciales fuentes de larvas, la presencia de los bancos naturales en los centros de captación más importantes de la región es recursiva. Por esto se destaca a la localidad de Chauquear como la más vulnerable respecto de los otros sitios dada la despreciable concentración de choritos en el fondo marino. En un nivel intermedio de riesgo se encuentran las localidades de Metri y Yaldad que poseen bancos intermareales susceptibles de una mayor presión extractiva respecto de los bancos submareales de Pichicolo y Cochamó que se presentan con un nivel de riesgo más bajo respecto de las demás localidades.

d) Riles (0,1): Si bien las localidades estudiadas no presentan en sus proximidades presencia de residuos líquidos industriales esta variable fue considerada como una amenaza potencial ya que la instalación de industrias cercanas a estas localidades podría generar impacto directo sobre la calidad de las semillas obtenidas en dichos centros de captación

e) Desechos domiciliarios (aguas servidas) (0,1): Esta variable antrópica tampoco es de importancia en las localidades estudiadas debido a la reducida población que habita en sus inmediaciones. Del mismo modo los niveles de impacto potencial para la actividad son reducidos dado que la carga de contaminantes que pueden adquirir los individuos puede ser rápidamente eliminada mediante técnicas de depuración.

## Resultados

Los resultados se presentan en la siguiente tabla

Nivel de riesgo de variables asociadas a la captación de mitilidos

	Bancos naturales	FAN	Capacidad de Carga	RILES	Deshecos domiciliarios
Chauquear	3	1	3	0	0
Cochamo	1	1	2	0	1
metri	2	0	1	0	1
Pichicolo	1	0	1	0	0
Yaldad	2	3	3	0	1

Nivel de riesgo

0	inexistente
1	bajo
2	medio
3	alto

Tabla 3.- Tabla de Riesgo construida en base a niveles de riesgo y ponderación de los mismos

	Bancos naturales	FAN	Capacidad de Carga	RILES	Deshecos domiciliarios	total
Chauquear	0.6	0.3	0.9	0	0	1.8
Cochamo	0.2	0.3	0.6	0	0.1	1.2
metri	0.4	0	0.3	0	0.1	0.8
Pichicolo	0.2	0	0.3	0	0	0.5
Yaldad	0.4	0.9	0.9	0	0.1	2.3

Ponderación

Bancos Naturales	0.2
Floraciones Algales Nocivas	0.3
Capacidad de Carga	0.3
Riles	0.1
residuos domiciliarios	0.1
total	1

### 4.5.- objetivo específico V: Proponer una estrategia de operación destinada a velar para que la actividad de captación de semilla sea sustentable

#### 4.5.1.- Resultados

##### Seminario-Taller

El día Lunes 22 de enero se realizó un seminario-taller en la ciudad de Puerto Montt en el cual se presentaron los resultados del proyecto junto con ponencias de la asociación gremial de mitilicultores de Chiloé y de la Subsecretaría de Pesca.

---

El seminario estuvo dividido en dos partes. La primera con la presentación de las cinco ponencias preparadas para el seminario y la segunda donde se discutieron aspectos relevantes sobre el tema de captación natural de mitilidos en la región donde se consideraron los alcances realizados por los diferentes actores que participaron del evento (IFOP, Universidad de los Lagos, Universidad Austral de Chile, Amichiloe, Asociación Gremial de mitilicultores de Calbuco, Subsecretaría de Pesca, Trusal, Pesquera San José y otros productores independientes).

Los contenidos generales, títulos de las ponencias y los expositores fueron los siguientes:

- Selección de áreas de estudio y variables ambientales. José Luis Bartheld. Litoral Austral Ltda. Se caracterizaron los sitios de estudio definidos de acuerdo a los criterios establecidos en los resultados del proyecto. Se presentaron los datos con las variaciones temporales de las variables bióticas y abióticas registradas durante el curso del estudio.
- Distribución temporal y espacial de larvas y asentados de mitilidos en la décima región. Germán Leiva. Litoral Austral Ltda. Se presentaron los resultados obtenidos sobre la densidad de larvas y asentados analizados hasta esa fecha, realizando un análisis exploratorio de las relaciones existentes entre asentados y larvas y respecto de las implicancias prácticas de los niveles de asentamiento encontrados en los sitios de estudio.
- Análisis de las variables ambientales, factores bióticos, abundancia y distribución larval. Carlos Molinet. Universidad Austral de Chile. Se presentaron las bases conceptuales del modelo matemático definido para poder estimar la abundancia larval y asentamiento de mitilidos en una zona determinada, poniendo especial énfasis en las variables necesarias para alimentar el modelo.
- Desarrollo y Perspectivas de la Mitilicultura en Chile. Patricia Sanzana, Asociación Gremial de Mitilicultores de Chiloe. Se presenta la evolución de la mitilicultura en Chile en el último decenio, con datos de n° de centros, superficie concesionada, evolución de los desembarques en el contexto mundial, principales empresas relevantes en el ámbito de las exportaciones y los actores que se encuentran integrándose fuertemente a esta actividad en la actualidad.

- 
- Reglamento para la instalación de colectores. Marisol Álvarez, Dpto. De Acuicultura, Subsecretaría de Pesca. Se presento el nuevo reglamento elaborado por la Subsecretaría de Pesca para la instalación de colectores de moluscos bivalvos (mitílidos y pectínidos). El ámbito de aplicación, los títulos, las definiciones, las áreas aptas para la instalación, los requerimientos y obligaciones del titular, etc.).

Estas presentaciones permitieron abrir un debate sobre los conflictos y requerimientos de los usuarios para el desarrollo de una actividad de captación sustentable en el tiempo.

Entre los puntos discutidos en la última etapa del seminario destacan:

- a) **Marco Regulatorio.** Se realizo una profunda crítica al nuevo reglamento para la instalación de colectores de moluscos bivalvos. Una de las discrepancias de fondo fue la falta de participación en la elaboración de este reglamento por parte de los mitilicultores. En apariencia aún no existe una información confiable respecto de criterios y definiciones aplicadas a este nuevo reglamento, y no existe un apropiado sistema que permita un acceso equitativo para la obtención de permisos temporales definidos en las áreas establecidas para desarrollar esta actividad. El tema de la distancia de estos polígonos a las concesiones de acuicultura ya instaladas y la competencia desleal que estarían ejerciendo los pescadores artesanales que comienzan a desarrollar el cultivo y captación de semillas en sus áreas de manejo también fueron discutidos.
- b) **Estudios y monitoreos permanentes.** Hubo concordancia en el seminario, sobre la necesidad de contar con monitoreos y estudios científicos regulares en las zonas de captación larval más importantes y de profundizar en la búsqueda de conocimiento orientado a desarrollar herramientas tecnológicas aplicables al desarrollo de la actividad. Se discutió la necesidad de contar con fondos de financiamiento para el desarrollo de estos estudios.
- c) **Abastecimiento de semillas.** La mayoría de los participantes están concientes de la necesidad de buscar mecanismos que permitan asegurar un abastecimiento de semillas apropiado a los crecientes requerimientos de esta industria. Se discutieron aspectos como la importante variabilidad interanual en las captaciones y el ostensible

---

decrecimiento en la captación de semillas de localidades históricas como Putemun y Yaldad.

- d) **Factores de riesgo para la actividad.** La presencia de Floraciones de Algas Nocivas (FAN) o marea roja, también fue destacado como uno de los temas mas relevantes que deberían ser tomados en cuenta para el desarrollo de la actividad. También se mencionó el problema de falta de estudios sobre la capacidad de carga de los esteros y bahías donde se desarrolla la actividad de captación y producción para poder desarrollar una actividad sustentable sin deteriorar las condiciones que el medio natural. Finalmente se abordó el conflicto que existe entre mitilicultores y pescadores artesanales en relación con el tema del robo hormiga y de la competencia desleal, que a juicio de los mitilicultores, desarrollan los pescadores al utilizar parte de sus áreas de manejo como centros de captación y engorda de choritos.

#### **4.5.2 Estrategia de operación sustentable para la captación de *Mytilus chilensis* desde el medio natural**

Con el fin de lograr que la actividad de captación de semillas sea sustentable en el tiempo, es necesario identificar las causas que pueden afectar esta condición. En la figura 4 se presenta un Diagrama de Ishikawa (“causa - efecto”) donde se integran los principales factores asociados a la captación de semillas.

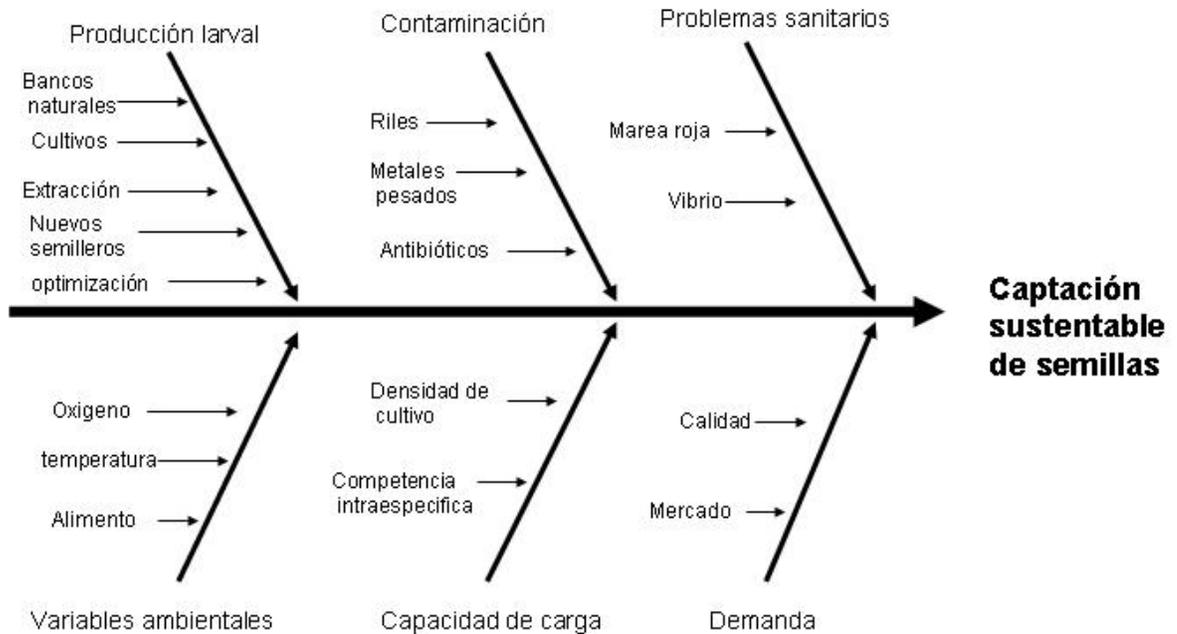


Figura 4. Diagrama de ishikawa con relaciones causales asociadas a la captación sustentable de semillas de mitílidos en la décima región

Al descomponer los factores, se evidencian dos tipos de condicionantes. Por un lado tenemos factores como las variables ambientales y los problemas sanitarios (vibrio y FAN) cuyos efectos no pueden ser modificados o requieren de medidas de control que afectan directamente el desarrollo de la actividad. Por otro lado, tenemos un grupo de variables “causas” que pueden ser abordados mediante el desarrollo de medidas de operación y regulación aplicadas directamente al sistema.

En relación al primer grupo de variables es imperioso desarrollar estudios sobre la presencia y evolución de las FAN, conocidas como marea roja, para la detección temprana de focos que pudieran afectar esta actividad productiva.

De acuerdo a las proyecciones hechas por Plaza et al. (2005) se espera una producción de 175.000 ton anuales hacia finales del presente decenio. La reciente evolución en las capturas refuerza esta proyección (87.000 ton anuales el 2005). Las proyecciones del mercado internacional indican que la actividad continuará su tasa actual de crecimiento sin generar una sobre demanda por este producto. Por otro lado, factores como la calidad, trazabilidad y certificación de las partidas exportadas y el posicionamiento del producto a nivel internacional

---

pueden ampliar los actuales mercados de destino y generar un proceso expansivo de la demanda. Aun sin considerar este último punto la producción de semillas de aquí al 2010 deberá ser duplicada.

Para satisfacer esta demanda es necesario generar un apropiado abastecimiento de semillas, siendo esto el elemento principal de la estrategia. En este sentido resulta imprescindible asegurar la protección de los bancos naturales aledaños a los centros de captación existentes e investigar y determinar en qué grado contribuye el aporte de semillas proveniente de los reproductores de los centros de captación. Además se hace indispensable desarrollar nuevas tecnologías para optimizar el proceso de captación e identificar nuevas localidades favorables para la captación natural, a través de estudios enfocados a conocer la concentración de larvas y densidad de asentamiento. De esta manera se optimizará la actividad de captación, mediante el desarrollo de técnicas de manejo destinadas a maximizar la producción potencial de semillas en los centros de captación ya instalados. Tales como: la determinación de densidades óptimas de asentamiento

Es necesario desarrollar estudios aplicados a la mitilicultura en general y a la captación de semillas en particular para poder responder a preguntas como la capacidad de carga de los cuerpos de agua utilizados por esta actividad, y el dimensionamiento de la cantidad de colectores a instalar en cada área de captación con el fin de maximizar la captación.

Se debe generar un proceso de certificación de calidad de origen para las áreas donde se producen semillas para ser utilizadas en el cultivo de mitílicos incorporando en esta actividad el concepto de trazabilidad desarrollado en las otras etapas del proceso productivo

Importante es normar la compatibilidad de las diversas actividades que se desarrollan en el borde costero, ya que los centros de captación deben ser protegidos de las actividades productivas que pudieran generar impactos negativos en la calidad y viabilidad de las semillas, la contaminación proveniente de riles y otros productos tóxicos y/o bioacumulables debe ser evitada en las zonas cercanas a la actividad de captación e implementar medidas precautorias para mitigar el impacto derivado de la extracción de recursos en estos bancos.

Es necesario monitorear periódicamente la variación espacial y temporal de larvas y asentados de las principales localidades donde se desarrolla la actividad de captación, para poder generar series de tiempo que permitan conocer, y en lo posible, predecir los eventuales cambios en los niveles de asentamiento en función de la modificación de las condiciones ambientales del medio ambiente entre un año y otro.

---

Todas las medidas definidas para desarrollar la actividad debieran incorporar en su diseño y aplicación la participación de los actores públicos y privados relacionados con la actividad.

## **V.- Discusión General de los objetivos**

En términos generales la actividad de captación se encuentra restringida a un número limitado de localidades en la décima región (25). Sobre el 60% de la captación se realiza en las localidades seleccionadas para realizar el presente estudio. En general la calidad de la semilla es considerada como buena (>80% de choritos) o regular (80>50% de choritos)

Las áreas de captación seleccionadas en el presente estudio se caracterizan por ubicarse en sectores protegidos, tales como bahías, esteros y estuarios, que salvo Chauquear, presentan bancos naturales de *Mytilus chilensis* en sus inmediaciones.

Estas localidades se ubican en zonas rurales donde el impacto de los desechos humanos e industriales es muy reducido o no existente (riles, emisarios). En las áreas escogidas existe una intensa actividad acuícola, con un importante número de concesiones de mitilidos ubicadas en las inmediaciones de cada sitio de estudio. Destacan por la concentración de centros de cultivo, las localidades de Yaldad y Chauquear.

En los bancos naturales, salvo el caso de Metri, la mayor parte de la biomasa estimada esta compuesta por individuos con una talla igual o superior a los 50 mm (talla reproductiva).

El patrón de variación térmica del agua es el típico de climas templados con un aumento sostenido de la temperatura desde principios de primavera hasta el verano. Los rangos de variación térmica son similares en todas las localidades ubicadas en las inmediaciones del seno de Reloncavi. El área de Yaldad ubicada en el sur de Chiloé presenta durante los meses de primavera valores de temperatura significativamente menores a lo observado en las localidades de más al norte, esto podría determinar el ligero desfase observado en la aparición de larvas en esta localidad respecto de las otras ubicadas más al norte.

La salinidad presenta variaciones locales asociadas al aporte de agua dulce por parte de ríos que convergen en las cuencas hidrográficas donde están situados los sitios de estudio. Así en Chauquear y Yaldad se observa una influencia netamente marina, mientras que Metri y Pichicolo muestran evidencia de aportes de agua dulce durante el invierno y principios de primavera. En Cochamó se observa un claro aporte de agua dulce en los metros superficiales de la columna de agua debido a sus características de estuario. Dado el amplio rango de tolerancia

---

a la salinidad de los mitílidos (Bayne, 1976), no se observaron diferencias entre los sectores con mayor o menor salinidad.

Respecto de las variables biológicas encontramos que a diferencia de lo reportado para *Aulacomya ater* por Jaramillo y Navarro (1995), el IGS no presenta diferencias temporales significativas en ninguno de los sitios de estudio. Si bien es posible detectar un ligero aumento del IGS promedio a medida que avanza el estudio en las localidades, existe un amplio rango de variación entre los individuos analizados en cada muestra. Este fenómeno podría indicar que en los bancos de *Mytilus chilensis* los individuos no desovarían sincrónicamente sino en pulsos lo cual explicaría la presencia en las muestras de individuos aparentemente desovados con individuos en plena madurez. Estudios específicos deben ser realizados para poner a prueba esta hipótesis. Los resultados sobre la captación y presencia de larvas apoyan esta hipótesis ya que se evidencian en nuestros resultados la presencia de pulsos de asentamiento durante la primavera y principios del verano en todas las localidades monitoreadas.

La clorofila a, muestra un amplio rango de valores que va de los 0,34 hasta 17,69 ug/l. En general los datos obtenidos muestran un rango bastante variable entre las estaciones ubicadas a las dos profundidades sin observarse diferencias significativas dentro de las localidades estudiadas. Datos reportados por Toro *et al.* (1995) entregan valores de entre 0,11 a 12,7 ug/l en el transcurso de un ciclo anual en la zona de Chiloé, similares resultados son reportados para Putemun, Chiloé por Toro *et al.* (1999) donde los valores de clorofila a no superan los 8 ug/l, durante los meses de primavera verano. La tendencia general de los valores en todas las localidades monitoreadas en el presente estudio, es a aumentar a medida que se avanza hacia los meses de primavera. Cochamó destaca por presentar los valores más altos de clorofila a 5 m durante los meses octubre y noviembre cuando fue posible observar a simple vista la decoloración de las aguas producto de un bloom de microalgas. Si bien no se detectó una relación entre la concentración de clorofila a y la presencia de larvas y asentados a través de la aplicación del GLM, el aumento de clorofila a a partir de la primavera es un factor que debería contribuir al desarrollo y crecimiento de las larvas. Un estudio localizado con alta frecuencia de monitoreos podría revelar la importancia de esta variable en la aparición y desarrollo de las larvas.

Respecto de los valores de seston orgánico e inorgánico los datos caen dentro de los rangos obtenidos por Toro *et al.* (1999). Sin embargo la fracción orgánica del seston es bastante superior a la registrada por este autor en Putemun, Chiloé. Los máximas

---

concentraciones de seston orgánico en el agua se observa en la localidad de Cochamó a principios del mes de octubre, lo que es coincidente con los máximos valores de clorofila a registrados en esta localidad en la misma fecha. Este fenómeno puede estar asociado a un bloom de microalgas focalizado en la zona del estuario Reloncaví en esta fecha. La tendencia general del seston orgánico es a aumentar a partir del muestreo de octubre en adelante. Los valores de seston orgánico son muy similares a los reportados por Navarro et al. (1993) en la localidad de Yaldad, aunque la concentración de la fracción inorgánica del seston es sustancialmente menor, lo que puede estar explicado por la resuspensión de material particulado desde el fondo en este estudio. Navarro y Jaramillo (1994) reportan valores considerablemente menores de seston orgánico e inorgánico en un estudio realizado a menos de 1500 m de distancia de el sitio estudiado por Navarro *et al.*(1993). Sin embargo se mantiene la tendencia estacional de un aumento del seston orgánico durante los meses de primavera y verano.

La densidad larval muestra un marcado aumento de las concentraciones de larvas a partir de noviembre y diciembre en todas las localidades. En Chauquear se registró un pick larval en el mes de abril, lo que podría estar asociado a un desove de otoño como ha sido reportado en *Mytilus galloprovincialis* en las costas de España (Cáceres & Martínez *et al.* 1993).

Las localidades de Pichicolo y Cochamó son los sitios donde se observan las mayores concentraciones de larvas. Le siguen Yaldad y Metri con concentraciones intermedias, mientras que Chauquear presenta los valores más bajos. La aparición de las larvas ocurre cuando las concentraciones de clorofila a y seston orgánico han aumentado significativamente del mismo modo que la temperatura promedio del agua.

Cabe destacar que, por las características del desarrollo larval de *Mytilus chilensis*, el proceso de transporte y asentamiento de las larvas ocurre dentro de un rango de distribución de mesoescala, ya que las diferentes subpoblaciones de reproductores presentes en cada localidad aportan a la conformación de un pool larval que se comporta como una unidad y cuyo asentamiento final esta mediado por la presencia de condiciones optimas de asentamiento (flujo, sustrato) en el conjunto de la localidad.

La densidad de asentamiento varía entre 0,15 y 30 ind/cm<sup>2</sup> al mes en las distintas localidades. La densidad de asentamiento registrada en el 4to monitoreo de Octubre-Noviembre se correlaciona positivamente con la concentración de larvas precompetentes presentes en el agua (fig. 116). En el 5to muestreo la situación se modifica. Si bien siguen dominando Cochamó

---

y Pichicolo con larvas y asentados, se observa un notorio incremento de los asentados en Metri y Chauquear lo cual no esta asociado a un incremento en el número de larvas precompetentes (fig. 117).

La explicación a este fenómeno puede estar asociada al hecho de que la densidad de asentamiento es el reflejo de un proceso que tiene lugar en un espacio de tiempo de un mes, mientras que la densidad larval sólo refleja lo ocurrido en el momento. De esta manera, y sabiendo que el período de desarrollo larval toma lugar en un período de tiempo de 3 a 4 semanas, existen eventos de asentamiento que pasan desapercibidos entre los monitoreos los cuales quedan reflejados en el asentamiento acumulado mes a mes en los sitios de estudio.

En relación a los tipos de colectores ofrecidos como sustrato no se observan en general diferencias significativas en la tasa de asentamiento entre estos, a diferencia de los observado en otros estudios con bivalvos (Nuñez *et al.* 2006), aunque en términos de densidad los valores máximos encontrados en nuestro estudio son muy superiores a los observados por estos autores. Por su durabilidad seria recomendable utilizar los colectores de red de desecho que son más económicos que los de malla ratchell

Las bajas concentraciones de larvas y asentados en localidad de Yaldad revisten especial atención ya que esta localidad fue el principal centro de abastecimiento de semillas junto con Putemun en las décadas de los 80 y 90 (Winter *et al.* 1988). Al contemplar los mapas con las concesiones de acuicultura se aprecia que tanto Yaldad como Chauquear presentan una mayor cantidad de centros de cultivos dentro del área de estudio analizada. Es posible que exista en estas localidades un sobredimensionamiento de la capacidad de carga en estos lugares. Esta situación podría llevar a una limitación del alimento disponible en el agua producto de la actividad de filtración intensiva de los individuos distribuidos en espacios reducidos. Esta situación podría tener dos efectos en el cultivo. El primero sería una reducción en las tasas de crecimiento y biomasa de los ejemplares adultos. El segundo sería una disminución en la producción y sobrevivencia de las larvas, derivadas de reproductores mal alimentados y de la competencia interespecífica de larvas y adultos por el alimento. Una confirmación de esta tesis esta sujeta al desarrollo de estudios futuros sobre el particular.

Los resultados de la aplicación del modelo matemático subestiman los resultados observados, tanto de densidad larval como de densidad de larvas competentes, particularmente en los sectores de Cochamó y Pichicolo. Una posible explicación de esto esta asociada a la

---

subestimación de los bancos naturales resultante de la aplicación de un muestreo circunscrito al área de estudio analizada en cada localidad.

En el caso de Cochamó, se ha descrito que existirían al menos 2 bancos más de choritos en el polígono de estudio (Lizama, 2003), lo que podría explicar la mayor densidad observada. Además si se considera la teoría de metapoblaciones, se podría sumar la influencia de la restante porción del estuario que no fue considerado en este estudio y donde se ha descrito una población de choritos 300 veces mayor que la registrada (Lizama, 2003). Esto podría explicar en parte la diferencia entre los resultados obtenidos versus los esperados.

En el caso de Pichicolo, el área de estudio es más pequeña que Cochamó y con una forma semicerrada, por lo que la abundancia de larvas podría estar explicada por procesos de recirculación al interior del estero. Al igual que en Cochamó, aquí tampoco se cuenta con información del número de colectores y las densidades de semillas por colector.

En el caso de Metri el área de estudio es más abierta que Cochamó y Pichicolo, por lo que los aportes de larvas pueden ser más difusos. Sólo en este lugar se observó que la abundancia esperada fue mayor que la registrada. Por otro lado, comunicaciones personales de lugareños informaron que una empresa instaló 80.000 colectores y cosechó aproximadamente 40.000. Estos valores están muy por encima de lo esperado y de lo observado. En este caso particular, se estima que la captación de semillas de mitílicos debe estar muy asociada a lo que pasa al interior del estuario Reloncaví, considerando algunos rasgos de la circulación descritos por Gebauer (2004) para el seno Reloncaví. En este ámbito es necesario intensificar los estudios de conectividad larvaria en lo que se podría denominar la cuenca del Seno Reloncaví, ya que en esta aérea se identifican al menos tres centros importantes de captación de semillas (estuario del Reloncaví, Metri e Ilque) y cada una de estas aéreas podría estar influenciada por patrones de circulación particulares (Irairte *et al.* 2007; Valle-Levinson *et al.* 2007).

En relación a la aplicación del modelo probabilístico, las principales diferencias se obtuvieron en las localidades de Pichicolo y Cochamó, sitios donde se encontraron las mayores abundancias de larvas y asentados.

Por otro lado se observó que existe probabilidad de encontrar larvas de mitílicos desde abril a febrero y que no existieron diferencias entre los muestreos cercanos a los bancos naturales y los alejados. Lo anterior es difícil de explicar ya que la presencia de larvas puede estar influenciada por la presencia de otros bancos naturales que no fueron detectados o el

---

transporte de estas, o ambas. Como sea, lo concreto es que en general en el ámbito del área de estudio (sectores) la densidad de larvas fue homogénea.

Concretamente se puede predecir que la densidad de larvas será mayor en Cochamó y Pichicolo y que el periodo de mayor densidad es entre noviembre y diciembre.

A pesar de que ninguno de los factores abióticos evaluados explicó significativamente la densidad de larvas en el ambiente, la temperatura estuvo correlacionada con la temporalidad de la presencia de larvas en todas las localidades (Bayne, 1976; Beaumont & Budd, 1982).

La diferencia observada entre el valor potencial de asentados en una cuelga y la densidad observada en los colectores que permanecieron durante todo el estudio (acumulado) muestra una significativa pérdida de semillas por efectos de mortalidad/desprendimiento derivada de los sucesivos pulsos de asentamiento que se generan en el transcurso de la época reproductiva. Estos factores pueden ser aprovechados para optimizar la producción de semillas mediante el aprovechamiento de diferentes pulsos de asentamiento mediante la reposición de colectores a lo largo de una estación reproductiva.

La correlación encontrada entre la densidad de larvas y asentados puede ser utilizada para estimar el número potencial de asentados de una localidad determinada en función de la densidad de larvas encontradas en el agua. Esto puede ser utilizado para identificar potenciales centros para la captación de semillas en el futuro.

## VII.- CONCLUSIONES

- Existen grandes vacíos de información dentro de la actividad de captación natural a nivel público y privado, conservándose las mismas condiciones de operación utilizadas hace mas de 30 años en esta actividad.
- Existe una gran variación temporal y espacial en el número de larvas y asentados entre los distintos sitios de estudio. Llama la atención que Chauquear, la única localidad sin bancos naturales en sus inmediaciones, muestre los niveles mas bajos de asentamiento. Lo que podría denotar la importancia de los bancos como fuente de larvas.

- No se observa una relación entre la variación del IGS en los reproductores y los pick de larvas y asentados en los sitios de estudio.
- Existe una correlación positiva entre la concentración de larvas y la densidad de asentamiento al considerar todas las localidades y cruceros.
- La presencia de larvas y asentados es consistente con el aumento de la oferta alimentaria en el sistema (Clorofila a y Seston orgánico) y con el incremento de la temperatura del agua durante los meses de primavera.
- La falta de participación en el origen del marco regulatorio, la presencia de marea roja y la competencia con pescadores artesanales aparecen como las principales fuentes de conflicto para el desarrollo de la actividad de captación por parte de los mitilicultores.
- Existe una gran demanda por parte de los mitilicultores para el financiamiento y desarrollo de programas de investigación destinados a mejorar las condiciones de captación y de cultivo de mitílicos en general.

## VIII.- BIBLIOGRAFIA

Bayne BL (1976) Marine Mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press.

Beaumont AR, Budd MD (1982) Delayed growth of mussel (*Mytilus edulis*) and scallop (*Pecten maximus*) veligers at low temperatures. Mar. Biol. 71: 97-100.

Buschmann A (2005) Marea roja y salmonicultura en el sur de Chile. Oceana 14 pp.

Cáceres M, Valle-Levinson A (2004) Transverse variability of flow on both sides of a sill/contraction combination in a fjord-like inlet of southern Chile. Estuarine Coastal and Shelf Science 60: 325-338

Cáceres M, Valle-Levinson A, Fierro J, Bello M, Castillo M (2003) Variabilidad longitudinal del flujo en canales con influencia batimétrica y topográfica. In: CONA (ed) Resultados Crucero Cimar 8 Fiordos, Informes Preliminares. Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso, Chile, pp 17-24

- 
- Cáceres-Martínez J, Robledo JAF, Figueras A. (1993) Influencia de factores ambientales en la fijación del mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) de Galicia. Actas IV Congreso Nac. Acuicult. 377-382 pp.
- Campos H (1995). Determinación de la capacidad de carga (stock exportable) y balance de fósforos y nitrógeno en el lago Rupanco, Xa Región. FIP. Subsecretaría de Pesca
- Campos H (1997a). Determinación de la capacidad de carga y balance de fósforo y nitrógeno de los lagos Natri, Cucao, Huillinco, Tepuhueico y Tarahuín. Fondo de Investigación pesquera (FIP). Subsecretaría de Pesca.
- Campos H (1997b). Determinación de la capacidad de carga y balance de fósforo y nitrógeno del lago Riñihue. Fondo de Investigación Pesquera (FIP). Subsecretaría de pesca.
- Churchill JH, Blanton JO, Hench JL, Werner FE (1999) Flood tide circulation near Beaufort inlet, North Carolina: implications for larval recruitment. Estuaries 22: 1057-1070
- Fuentes J, Molares J (1994) Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from rafts in the Ria de Arousa (NW of Spain): annual pattern and spatial variability. Aquaculture 122: 55-62.
- Gallager SM, Yamazaki H, Davis CS (2004) Contribution of fine-scale vertical structure and swimming behavior to formation of plankton layers on Georges Bank. Marine Ecology Progress Series 267: 27-43
- Gebaguer, P. 2004. Factores físicos y biológicos involucrados en el cierre del eslabón larval y reclutamiento de *Petrolisthes laevigatus* (Guerin, 1835) (Decapoda: Porcellanidae) en el seno de Reloncaví. Tesis Doctorado en Ciencias, Mención Sistemática y Ecología. UACH. Agosto de 2004
- Gosling E (2003) Reproduction, settlement and recruitment. In: Bivalve Mollusc Biology, ecology and culture. Pp 131-168.
- Guzmán L, Campodónico I, Antunovic M (1975) Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes IV. Distribución y niveles de toxicidad del veneno paralizante de los mariscos. Anales del instituto de la Patagonia 6: 229-253.
- Guzmán L, Pacheco H, Pizarro G, Alarcón C. (2002) *Alexandrium catenella* y veneno paralizante de los mariscos en Chile. En Sar EA, Ferrario ME & Reguera B (eds) Floraciones algales nocivas en el cono sur americano. Instituto Español de Oceanografía Vigo España. 235-255 pp.

- 
- Hernández C, Ulloa J, Vergara JA, Espejo R, Cabello F (2005) Infecciones por *Vibrio parahaemolyticus* en intoxicaciones por algas: problemas emergentes de salud pública en Chile. Rev. Med. Chile 133(9): 1081-1088.
- Incze LS, Whale R & Palma A. 2000. Advection and settlement rates in a benthic invertebrate: recruitment to first benthic stage in *Homarus americanus*. Journal of Marine Science. 57: 430-437.
- Inglis G. J, Hayden B & Ross AH. (2000) An overview of factors affecting the carrying capacity of coastal embayments for mussel culture. Ministry for the Environment. 38 pp
- Iriarte JL, González HE, Liu KK, Rivas C, Valenzuela C (2007) Spatial and temporal variability of chlorophyll and primary productivity in surface waters of southern Chile Estuarine Coastal and Shelf Science 74: 471-480
- Jaramillo R & Navarro J (1995) Reproductive cycle of the chilean ribbed mussel *Aulacomya ater* (Molina, 1782). J. Shellf. Res. 14(1): 165-171
- Johnson KB, Shanks AL (2003) Low rates of predation on planktonic marine invertebrate larvae. Marine Ecology Progress Series 248: 125-139
- Jorgensen CB (1981) Mortality, growth and grazing impact of a cohort of bivalve larvae, *Mytilus edulis* L.
- Leichter JJ, Shellenbarger G, Genovese S, Wing S. (1998). Breaking internal waves on a Florida (USA) coral reef: a plankton pump at work? Mar. Ecol. Prog. Ser. 166: 83-97.
- Levin LA, Bridges TS (1995) Pattern and diversity in reproduction and development. In: McEdward L (ed) Ecology of marine invertebrate larvae. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 1-48
- Littel RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD (1996) SAS system for mixed models, Cary, N.C
- Lizana, O (2003). Catastro de bancos naturales en el estuario Reloncavi. Servicio País. Pp 42.
- López, M, T von Plessing, G Navarrete, G Lara, E. Ruiz, G Villaroel, M Donoso (1980) Presencia de larvas de mitílidos en el plancton y organismos adherentes en colectores de Yaldad Chiloé- X región. Informe final convenio intendencia x región- universidad de Concepción. Pp. 54
- Lorenzen S, Gallardo C, Jara C, Clasing E, Pequeño G, C.A. M (1979) Mariscos y peces de importancia comercial en el sur de Chile Universidad Austral de Chile, Valdivia
- Lougee LA, Bollens SM, Avent SR (2002) The effects of haloclines on the vertical distribution and migration of zooplankton. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 278: 111-134

- 
- Mckean JD (2001) The importance of traceability for public health and consumer protection. *Revue Scientifique et technique de l'Office international des Epizooties (OIE)*. Vol 20(2) 363-371.
- Molinet C, Lafon A, Lembeye G, Moreno C. (2003) Patrones de distribución espacial y temporal de floraciones de *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985, en aguas interiores de la patagonia noroccidental de Chile. *Rev. Ch. Hist Nat.* 76(4): 681-698
- Molinet C, Moreno C, Bello M, Cáceres M, Castillo M, Valle-Levinson A (2004) Coastal Fronts and their Effects on Larval Accumulation of *Concholepas concholepas* in Southern Chile XII International Conference on Physics of Estuaries and Coastal Seas: Hydrodynamics and morphodynamics in estuaries and coastal seas. Instituto de Ingenieria Universidad Autonoma de Mexico, Merida - México
- Molinet C, Arevalo A, Gonzalez MT, Moreno CA, Arata J, Niklitschek E (2005) Patterns of larval distribution and settlement of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in fjords and channels of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 409-423
- Monte-Luna, P; Brook, B; Zetina-Rejon, M; & Cruz-Escalona (2004) The Carrying capacity of ecosystems. *Global ecology and Biogeography*. 13: 485-495.
- Navarro JM, Clasing E, Urrutia G, Asencio G, Stead R, Herrera C (1993) Biochemical composition and nutritive value of suspended particulate matter over a tidal flat of southern Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 37: 59-73.
- Navarro JM & Jaramillo R (1994) Evaluación de la oferta alimentaria natural disponible a organismos filtradores de la Bahía de Yaldad (43°08' ; 73°44'), sur de Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaiso* 29(1): 57-75.
- Núñez P, C Lodeiros, V Acosta, I Castillo (2006) Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Caraiaco, Venezuela. *Zootecnia tropical* 24(4): 483-496.
- Olavarria, EA (1986) Desarrollo larval, fijación y crecimiento postlarval del choro zapato *Choromytilus chorus* (Molina 1782) bajo condiciones controladas. Tesis de título Instituto Profesional de Osorno. 53 pp.
- Pechenik JA, Eyster LS, Widdows J, Bayne BL (1990) The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. Larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 136: 47-64.

- 
- Pickard GL (1971) Some physical oceanographic features of inlets of Chile. Fisheries Research Board of Canada 28: 1077-1106
- Plaza, H., Y Ortúzar, M González, J. Aros (1995). Estado de situación y perspectivas de la industria del chorito. Fishing partners Ltda. Pp. 67.
- Pineda J (1991) Predictable Upwelling and the shoreward transport of planktonic larvae of internal tidal bores. Science 253: 548-551.
- Poulin, E., Palma, A.T., Leiva, G.E., Narvaez, D., Pacheco R., Navarrete, S. & Castilla, J.C. (2002a). Avoiding offshore transport of competent larvae during upwelling event: The case of the gastropod *Concholepas concholepas* in central Chile. Limnol. Oceanogr 47(4): 1248-1255.
- Poulin, E., Palma, A.T., Leiva, G.E., Hernández, E., Martínez, P., Navarrete, S. & Castilla, J.C. (2002b) Temporal and spatial variations in the distribution of epineustonic competent larvae of *Concholepas concholepas* along the central coast of Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 229: 95-104.
- Ramorino L, Campos B (1983). Larvas y postlarvas de Mytilidae de Chile (Mollusca: Bivalvia). Rev. Biol. Mar. Valparaíso. 19(2): 145-192.
- Salamanca MA, Jara B, Rodríguez T. (2004) Niveles de Cu, Pb y Zn en agua y *Perumytilus purpuratus* en Bahía San Jorge, Norte de Chile. *Gayana (Concepc.)*. 68(1):.53-62.
- Scheltema RS (1986) On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. Bulletin of Marine Science 39: 290-322
- Shanks AL .(1986) Tidal periodicity in the daily settlement of intertidal barnacle larvae and an hypothesized mechanism for cross-shelf transport of cyprids. Biol. Bull. 170: 429-440.
- Shanks AL (1995) Mechanisms of cross-shelf dispersal of larval invertebrates and fish. In: McEdward L (ed) Ecology of Marine Invertebrate Larvae. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, pp 323-368
- Shanks AL, Largier J, Brink L, Brubaker J, Hooff R. (2000) Demonstration of the onshore transport of larval invertebrates by the shoreward movement of an upwelling front. Limnol. Oceanogr. 45(1): 230-236.
- Silva N, Sievers HA, Prado R (1995) Características oceanográficas y una proposición de circulación para algunos canales Australes de Chile entre 41°20` S y 46°40` S. Revista de Biología Marina Universidad Católica de Valparaíso 30: 207-254

- 
- Sköld M, Wing SR, Mladenof PV (2003) Genetic subdivision of a sea star with high dispersal capability in relation to physical barriers in a fjordic seascape. *Marine Ecology Progress Series* 250: 163-174
- Strickland, J and Parsons, T (1972). A practical Handbook of Seawater Analysis. Bull. Fish Res. Bd Canada, Bull 167 (2<sup>nd</sup> ed.), 310 pp.
- Suárez-Isla B, López A, Hernández C, Clement A, Guzman L (2002) Capítulo 12. Impacto económico de las floraciones de microalgas nocivas en Chile y datos recientes sobre la ocurrencia de veneno amnésico de los mariscos. En: floraciones algales nocivas en el cono sudamericano. Sar, EA; Ferrario ME & B. Reguera. Instituto Español de Oceanografía. 257-268 pp.
- Thorson G (1950) Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 25: 1-45
- Toro, J.E., Sanhueza, M., Winter, J.E., Senn, C.M., Aguila, P. & A.M. Vergara. 1995. Environmental effects on the growth of the Chilean oyster *Ostrea chilensis* in five mariculture locations in the Chiloé Island, Southern Chile. *Aquaculture* 136: 153-164.
- Toro, J.E., Paredes, P. & D. Villagra. 1999. Phytoplankton distribution and oyster *Ostrea chilensis* (Philippi, 1845) growth at Putemun channel, southern Chile. *N. Zeal. J. Mar. Fresh. Res.* 33: 499-513.
- Tumanda MI, Yap HT, McManus LT, Ingles JA, López MG (1997). Growth, mortality and recruitment pattern of the brown mussel, *Modiolus metcalfei* (Bivalvia: Mytilacea), in Panguil Bay, Southern Philippines. *Aquaculture* 154: 233-245.
- Valle-Levinson A, Sarkar N, Sanay R, Soto D, Leon J (2007) Spatial structure of hydrography and flow in a Chilean fjord, Estuario Reloncaví. *Estuaries and Coasts* 30: 113-126
- Valle-Levinson A, Blanco J (2004) Observations of wind Influence on exchange flows in a strait of the Chilean inland sea. *Journal of Marine Research* 62: 721-741
- Valle-Levinson A, Jara F, Molinet C, Soto D (2001) Observations of intratidal variability of flows over a sill/contraction combination in a Chilean fjord. *Journal of Geophysical Research* 106: 7051-7064
- Wing S, Botsford L, Largier J, Morgan L (1995) Spatial structure of relaxation events and crab settlement in the northern California upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 128: 199-211.
- Wing SR, Largier JL, Botsford LW, Quinn JF (1995) Settlement and transport of benthic invertebrates in an intermittent upwelling region. *Limnology and Oceanography* 40: 316-329.

Wing SR, Gibbs MT, Lamare MD (2003) Reproductive sources and sink within a sea urchin *Evechinus chloroticus*, population of a New Zealand fjord. Marine Ecology Progress Series 248: 109-123

Young CM (1995) Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. In: McEdward L (ed) Ecology of Marine Invertebrate Larvae. CRC Press, Boca Raton, FL, pp 249-278.

# **ANEXO**

## **Tablas y Figuras**

Tabla 4.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Cochamó

Estratos	Promedio	Nh	nh	$\sigma^2 h$	$N_h y_h$	$(N_h/N)\sigma^2 h$	$((N.N_h)/N)\sigma^2 h$
	$y_h$						
1	1632,00	400	5	424280	652800,0	84856,0	339424,0
2	4,80	400	5	51	1920,0	10,2	41,0
3	0,00	400	5	0	0,0	0,0	0,0
4	83,20	400	5	3992	33280,0	798,4	3193,6
5	19,20	400	5	1843	7680,0	368,6	1474,6
N		2000	25		347,84000	86033,3	344133,1
		N	n		477,154	Var	3942,3
					218,5260	DS	62,8
						CV	18,1

Area	2.000
Linf-95%	437.052
Promedio	695.680
Lsup-95%	954.308

$(N-n)/nN:$	0,0395
$(1/n^2)(N-n)/(N-1)$	0,00158079

yh: número promedio de individuos por cuadrante (extendidos a 1 m<sup>2</sup>)

Nh: total unidades muestrales del estrato (superficie del banco cubierta por cada transecto m<sup>2</sup>)

N: total unidades de la población=suma (Nh)

nh: unidades muestrales del estrato h (número de cuadrantes muestreados)

h:estrato

n: número total de muestras=suma(nh)

Tabla 5.- Proyección de abundancia y biomasa por clase de tallas en el banco natural de Cochamó

aw 0,0003  
bw 2,7112

	<i>Frecuencia</i>	<i>frec relativa</i>	N1	N2	N3	Peso	B1	B2	B3
5	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
10	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
15	2	0,00093023	407	647	888	1	0,3	0,5	0,6
20	31	0,0144186	6302	10031	13760	1	8,8	13,9	19,1
25	102	0,04744186	20735	33004	45274	2	49,7	79,1	108,5
30	200	0,09302326	40656	64714	88773	4	153,2	243,9	334,5
35	281	0,13069767	57122	90924	124726	6	317,3	505,0	692,8
40	290	0,13488372	58951	93836	128721	8	459,7	731,8	1003,8
45	376	0,17488372	76433	121663	166893	11	805,9	1282,7	1759,6
50	339	0,15767442	68912	109691	150470	14	953,0	1517,0	2081,0
55	251	0,11674419	51023	81217	111410	18	903,0	1437,4	1971,8
60	154	0,07162791	31305	49830	68355	22	694,6	1105,6	1516,6
65	83	0,03860465	16872	26856	36841	27	461,2	734,1	1007,1
70	24	0,01116279	4879	7766	10653	33	161,9	257,7	353,5
75	10	0,00465116	2033	3236	4439	40	80,8	128,6	176,5
80	1	0,00046512	203	324	444	47	9,6	15,2	20,9
85	4	0,00186047	813	1294	1775	55	44,9	71,5	98,1
90	1	0,00046512	203	324	444	64	13,1	20,8	28,5
95	0	0	0	0	0	74	0,0	0,0	0,0
100	0	0	0	0	0	85	0,0	0,0	0,0
105	1	0,00046512	203	324	444	97	19,6	31,2	42,8
	2150	1	437052	695680	954308		5136,5	8176,1	11215,6

N1= limite inferior de la abundancia por clase de talla

N2= valor promedio de la abundancia por clase de talla

N3= limite superior de la abundancia por clase de talla

B1= limite inferior de la biomasa (kg) por clase de talla

B2= valor promedio de la biomasa (kg) por clase de talla

B3= limite superior de la biomasa (kg) por clase de talla

Tabla 6 Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Metri

Estratos	Promedio	Nh	nh	$\sigma^2h$	N <sub>h</sub> y <sub>h</sub>	$(N_h/N)\sigma^2_h$	$((N.N_h)/N)\sigma^2_h$
	y <sub>h</sub>						
1	617,60	300	5	150405	185280,0	50134,9	100269,9
2	562,40	300	5	75133	168720,0	25044,3	50088,5
3	745,60	300	5	53365	223680,0	17788,3	35576,5
L		900	15		641,9	92967,5	185934,9
		N	n		701,4	Var	6908,0
					582,3	DS	83,1
						CV	12,9

Area	900
Linf-95%	524.055
Promedio	577.680
Lsup-95%	631.305

(N-n)/nN:	0,065555556
$(1/n^2)(N-n)/(N-1)$	0,004375232

yh: número promedio de individuos por cuadrante (extendidos a 1 m<sup>2</sup>)  
 Nh: total unidades muestrales del estrato (superficie del banco cubierta por cada transecto m<sup>2</sup>)  
 N: total unidades de la población=suma (Nh)  
 nh: unidades muestrales del estrato h (número de cuadrantes muestreados)  
 h:estrato  
 n: número total de muestras=suma(nh)

Tabla 7.- Proyección de abundancia y biomasa por clase de tallas en el banco natural de Metri.

aw            0,0004  
 bw            2,6788

	<i>Frecuencia</i>	frec. relativa	N1	N2	N3	Peso	B1	B2	B3
	5	0,002077275	1089	1200	1311	0	0,0	0,0	0,1
	10	0,017449107	9144	10080	11016	0	2,0	2,2	2,4
	15	0,047777316	25038	27600	30162	1	15,5	17,0	18,6
	20	0,076859161	40278	44400	48522	1	52,6	58,0	63,4
	25	0,065641878	34400	37920	41440	2	80,6	88,9	97,1
	30	0,096800997	50729	55920	61111	4	192,1	211,7	231,4
	35	0,201495638	105595	116400	127205	6	600,4	661,9	723,3
	40	0,213959285	112127	123600	135073	8	907,4	1000,3	1093,2
	45	0,13336103	69889	77040	84191	11	772,6	851,6	930,7
	50	0,095970087	50294	55440	60586	15	735,1	810,3	885,5
	55	0,037806398	19813	21840	23867	19	372,9	411,1	449,2
	60	0,007893644	4137	4560	4983	24	98,1	108,1	118,2
	65	0,00249273	1306	1440	1574	29	38,3	42,2	46,2
	70	0,000415455	218	240	262	36	7,8	8,6	9,4
	75	0	0	0	0	43	0,0	0,0	0,0
	80	0	0	0	0	51	0,0	0,0	0,0
	85	0	0	0	0	60	0,0	0,0	0
	2407	1	524055	577680	631305		3875,5	4272,0	4668,6

N1= limite inferior de la abundancia por clase de talla

N2= valor promedio de la abundancia por clase de talla

N3= limite superior de la abundancia por clase de talla

B1= limite inferior de la biomasa (kg) por clase de talla

B2= valor promedio de la biomasa (kg) por clase de talla

B3= limite superior de la biomasa (kg) por clase de talla

Tabla 8.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Pichicolo

Estratos	Promedio		Nh	nh	$\sigma^2h$	N <sub>h</sub> y <sub>h</sub>	$(N_h/N)\sigma^2_h$	$((N.N_h)/N)\sigma^2_h$
	y <sub>h</sub>							
1	61,60		400	5	18973	24640,0	3162,1	15810,7
2	44,80		400	5	10035	17920,0	1672,5	8362,7
3	0,00		400	5	0	0,0	0,0	0,0
4	314,40		400	5	178381	125760,0	29730,1	148650,7
5	35,20		400	5	6195	14080,0	1032,5	5162,7
6	0,00		400	5	0	0,0	0,0	0,0
N			2400	30		76,0	35597,3	177986,7
			N	n		93,353	Var	1367,1
						58,6471	DS	37,0
							CV	48,7

Area	2.400
Linf-95%	140.753
Promedio	182.400
Lsup-95%	224.047

(N-n)/nN:	0,032916667
(1/n <sup>2</sup> )(N-n)/(N-1)	0,00109768

y<sub>h</sub>: número promedio de individuos por cuadrante (extendidos a 1 m<sup>2</sup>)

N<sub>h</sub>: total unidades muestrales del estrato (superficie del banco cubierta por cada transecto m<sup>2</sup>)

N: total unidades de la población=suma (N<sub>h</sub>)

n<sub>h</sub>: unidades muestrales del estrato h (número de cuadrantes muestreados)

h:estrato

n: número total de muestras=suma(n<sub>h</sub>)

Tabla 9.- Proyección de abundancia y biomasa por clase de tallas en el banco natural de Pichicolo

aw 0,0003  
bw 2,7112

	<i>Frecuencia</i>	<i>frec. Relativa</i>	N1	N2	N3	Peso	B1	B2	B3
5	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
10	3	0,005263158	741	960	1179	0	0,1	0,2	0,2
15	5	0,00877193	1235	1600	1965	1	0,6	0,8	1,0
20	4	0,007017544	988	1280	1572	1	1,1	1,4	1,7
25	9	0,015789474	2222	2880	3538	2	4,3	5,6	6,9
30	11	0,019298246	2716	3520	4324	3	8,6	11,2	13,7
35	43	0,075438596	10618	13760	16902	5	50,8	65,9	80,9
40	99	0,173684211	24447	31680	38913	7	167,3	216,8	266,3
45	142	0,249122807	35065	45440	55815	9	329,0	426,3	523,7
50	132	0,231578947	32595	42240	51885	12	405,7	525,8	645,8
55	77	0,135087719	19014	24640	30266	16	305,7	396,2	486,6
60	25	0,043859649	6173	8000	9827	20	125,4	162,5	199,6
65	12	0,021052632	2963	3840	4717	25	74,7	96,7	118,8
70	6	0,010526316	1482	1920	2358	31	45,6	59,1	72,5
75	2	0,003508772	494	640	786	37	18,3	23,7	29,1
80	0	0	0	0	0	44	0,0	0,0	0,0
85	0	0	0	0	0	52	0,0	0,0	0,0
	570	1	140753	182400	224047		1537,3	1992,1	2447,0

N1= limite inferior de la abundancia por clase de talla

N2= valor promedio de la abundancia por clase de talla

N3= limite superior de la abundancia por clase de talla

B1= limite inferior de la biomasa (kg) por clase de talla

B2= valor promedio de la biomasa (kg) por clase de talla

B3= limite superior de la biomasa (kg) por clase de talla

Tabla 10.- Estimación de la abundancia de individuos en el banco natural de Yaldad

Estratos	Promedio		Nh	nh	$\sigma^2h$	N <sub>h</sub> y <sub>h</sub>	$(N_h/N)\sigma^2_h$	$((N.N_h)/N)\sigma^2_h$
	y <sub>h</sub>							
1	136,40		500	5	33047	68200,0	11015,6	22031,2
2	107,40		500	5	6976	53700,0	2325,4	4650,9
3	53,20		500	5	4322	26600,0	1440,6	2881,1
N			1500	15		99,0	14781,6	29563,2
			N	n		121,1	Var	1105,8
						76,9	DS	33,3
							CV	33,6

Area	1.500
Linf-95%	115.394
Promedio	148.500
Lsup-95%	181.606

(N-n)/nN:	0,066
$(1/n^2)(N-n)/(N-1)$	0,004402935

y<sub>h</sub>: número promedio de individuos por cuadrante (extendidos a 1 m<sup>2</sup>)

N<sub>h</sub>: total unidades muestrales del estrato (superficie del banco cubierta por cada transecto m<sup>2</sup>)

N: total unidades de la población=suma (N<sub>h</sub>)

n<sub>h</sub>: unidades muestrales del estrato h (número de cuadrantes muestreados)

h:estrato

n: número total de muestras=suma(n<sub>h</sub>)

Tabla 11.- Proyección de abundancia y biomasa por clase de tallas en el banco natural de Yaldad

aw 0,00007  
bw 3,1232

	<i>Frecuencia</i>	<i>frec. relativa</i>	N1	N2	N3	Peso	B1	B2	B3
5	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
10	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
15	1	0,00067385	78	100	122	0	0,0	0,0	0,0
20	3	0,00202156	233	300	367	1	0,2	0,3	0,3
25	2	0,00134771	156	200	245	2	0,3	0,3	0,4
30	8	0,00539084	622	801	979	3	1,9	2,4	3,0
35	31	0,02088949	2411	3102	3794	5	11,7	15,1	18,4
40	65	0,04380054	5054	6504	7954	7	37,1	47,7	58,4
45	135	0,09097035	10497	13509	16521	11	110,8	142,6	174,4
50	282	0,19002695	21928	28219	34510	15	320,5	412,4	504,4
55	431	0,29043127	33514	43129	52744	20	657,8	846,5	1035,3
60	333	0,22439353	25894	33322	40751	26	665,4	856,3	1047,2
65	156	0,10512129	12130	15611	19091	33	399,4	514,0	628,6
70	34	0,02291105	2644	3402	4161	41	109,5	141,0	172,4
75	1	0,00067385	78	100	122	51	4,0	5,1	6,3
80	2	0,00134771	156	200	245	63	9,8	12,5	15,3
85	0	0	0	0	0	76	0,0	0,0	0,0
	1484	1	115394	148500	181606		2328,4	2996,4	3664,4

N1= limite inferior de la abundancia por clase de talla

N2= valor promedio de la abundancia por clase de talla

N3= limite superior de la abundancia por clase de talla

B1= limite inferior de la biomasa (kg) por clase de talla

B2= valor promedio de la biomasa (kg) por clase de talla

B3= limite superior de la biomasa (kg) por clase de talla

Tabla 12. Velocidades de la corriente registradas en Chauquear

Lance	Derivador	Velocidad (cm/s)	Velocidad (Nudos)
1	0m	3,92	0,08
	5m	1,85	0,04
	10m	2,40	0,05
2	0m	3,60	0,07
	5m	2,51	0,05
	10m	1,82	0,04
3	0m	9,51	0,18
	5m	7,11	0,14
	10m	1,57	0,03
4	0m	9,54	0,19
	5m	6,79	0,13
	10m	3,28	0,06

Tabla 13. Velocidades de la corriente registradas en Metri

Lance	Derivador	Velocidad (cm/s)	Velocidad (Nudos)
1	0 m	4.95	0.10
	5 m	5.02	0.10
	10 m	1.28	0.02
2	0 m	3.68	0.07
	5 m	3.49	0.07
	10 m	6.24	0.12

Tabla 14. Velocidades de la corriente registradas en Cochamó

Lance	Derivador	Velocidad (cm/s)	Velocidad (Nudos)
1	0m	10,22	0,20
	5m	3,05	0,06
	10m	3,97	0,08
2	0m	33,54	0,65
	5m	3,14	0,06
	10m	0,74	0,01
3	0m	42,60	0,83
	5m	4,31	0,08
	10m	7,54	0,15
4	0m	51,27	1,00
	5m	11,61	0,23
	10m	2,65	0,05
5	0m	29,94	0,58
	5m	8,31	0,16
	10m	2,40	0,05

Tabla 15. Velocidades de la corriente registradas en Pichicolo

Lance	Derivador	Velocidad (cm/s)	Velocidad (Nudos)
1	0 m	6.60	0.13
	5 m	11.18	0.22
	10 m	3.21	0.06
2	0 m	6.50	0.13
	5 m	7.83	0.15
	10 m	3.06	0.06
3	0 m	9.95	0.19
	5 m	3.55	0.07
	10 m	10.49	0.20
4	0 m	19.61	0.38
	5 m	4.32	0.08
	10 m	13.21	0.26

Tabla 16. Velocidades de la corriente registradas en Yaldad

Lance	Derivador	Velocidad (cm/s)	Velocidad (Nudos)
1	0m	7,40	0,14
	5m	2,95	0,06
	10m	1,32	0,04
2	0m	6,59	0,13
	5m	1,46	0,03
	10m	4,65	0,09
3	0m	5,10	0,10
	5m	1,19	0,02
	10m	5,00	0,10
4	0m	6,49	0,13
	5m	4,17	0,08
	10m	14,92	0,29
5	0m	1,90	0,04
	5m	3,98	0,08
	10m	5,63	0,11
6	0m	2,74	0,05
	5m	5,34	0,10
	10m	6,12	0,12
7	0m	5,88	0,11
	5m	16,17	0,31
	10m	28,70	0,56

Tabla 17.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Chauquear

<b>16,48</b>	<b>22,48</b>	<b>28,48</b>	<b>34,48</b>	<b>40,48</b>	<b>46,48</b>	<b>52,48</b>	<b>58,48</b>	<b>64,48</b>	<b>70,48</b>
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Capas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	16.48 m	22.48 m	28.48 m	34.48 m	40.48 m	46.48 m	52.48 m	58.48 m	64.48 m	70.48 m
Máximo (cm/s)	17,50	16,10	18,01	18,81	17,03	17,52	16,87	15,43	17,89	14,26
Mínimo (cm/s)	0,830	0,770	1,900	0,940	0,730	0,700	0,490	0,660	1,690	0,397
Promedio (cm/s)	6,85	7,61	7,97	6,97	6,15	5,84	5,66	5,50	6,82	4,53

Capas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	16.48 m	22.48 m	28.48 m	34.48 m	40.48 m	46.48 m	52.48 m	58.48 m	64.48 m	70.48 m
Máximo (Nds)	0,34	0,31	0,35	0,37	0,33	0,34	0,33	0,30	0,35	0,28
Mínimo (Nds)	0,0161	0,0150	0,0369	0,0183	0,0142	0,0136	0,0095	0,0128	0,0329	0,0077
Promedio (Nds)	0,13	0,15	0,15	0,14	0,12	0,11	0,11	0,11	0,13	0,09

Tabla 18.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Metri

	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
Máximo (cm/s)	207.20	75.60	249.60	189.90	312.20	240.60	212.80	232.70	211.10	239.20
Mínimo (cm/s)	0.300	1.000	0.800	0.900	1.400	1.100	0.800	1.000	0.000	0.600
Promedio (cm/s)	19.53	17.35	14.22	14.00	14.04	13.43	14.17	13.71	14.06	25.78

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
Máximo (Nds)	4.03	1.47	4.85	3.69	6.07	4.68	4.14	4.52	4.10	4.65
Mínimo (Nds)	0.0058	0.0194	0.0156	0.0175	0.0272	0.0214	0.0156	0.0194	0.0000	0.0117
Promedio (Nds)	0.38	0.34	0.28	0.27	0.27	0.26	0.28	0.27	0.27	0.50

Tabla 19.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Cochamó.

	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
Máximo (cm/s)	207.20	75.60	249.60	189.90	312.20	240.60	212.80	232.70	211.10	239.20
Mínimo (cm/s)	0.300	1.000	0.800	0.900	1.400	1.100	0.800	1.000	0.000	0.600
Promedio (cm/s)	19.53	17.35	14.22	14.00	14.04	13.43	14.17	13.71	14.06	25.78

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7 m	14 m	21 m	28 m	35 m	42 m	49 m	56 m	63 m	70 m
Máximo (Nds)	4.03	1.47	4.85	3.69	6.07	4.68	4.14	4.52	4.10	4.65
Mínimo (Nds)	0.0058	0.0194	0.0156	0.0175	0.0272	0.0214	0.0156	0.0194	0.0000	0.0117
Promedio (Nds)	0.38	0.34	0.28	0.27	0.27	0.26	0.28	0.27	0.27	0.50

Tabla 20.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Pichicolo

	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
Máximo (cm/s)	11,00	55,70	31,80	37,60	22,90	23,50	23,20	29,30	55,00	97,90
Mínimo (cm/s)	0,100	0,900	0,300	0,700	0,600	0,500	0,500	0,200	0,800	0,800
Promedio (cm/s)	4,36	10,75	8,47	10,11	8,15	7,64	7,49	8,52	14,74	20,04

	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
Máximo (Nds)	0,21	1,08	0,62	0,73	0,45	0,46	0,45	0,57	1,07	1,90
Mínimo (Nds)	0,0019	0,0175	0,0058	0,0136	0,0117	0,0097	0,0097	0,0039	0,0156	0,0156
Promedio (Nds)	0,08	0,21	0,16	0,20	0,16	0,15	0,15	0,17	0,29	0,39

Tabla 21.- Resumen estadístico de la corriente en la localidad de Yaldad

	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	18 m	21 m	24 m	27 m	30 m
	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
Máximo (cm/s)	46,66	67,76	53,97	57,09	55,83	49,26	70,20	53,35	56,73	47,51
Mínimo (cm/s)	0,630	0,540	0,640	0,660	0,590	0,320	1,100	1,190	0,640	1,220
Promedio (cm/s)	8,06	13,71	12,98	14,09	14,49	12,68	9,42	12,13	15,01	14,28

	Capas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
Máximo (Nds)	0,91	1,32	1,05	1,11	1,09	0,96	1,36	1,04	1,10	0,92
Mínimo (Nds)	0,0122	0,0105	0,0124	0,0128	0,0115	0,0062	0,0214	0,0231	0,0124	0,0237
Promedio (Nds)	0,16	0,27	0,25	0,27	0,28	0,25	0,18	0,24	0,29	0,28

Tabla 22.- ANOVA comparando número de semillas de mitilidos fijadas entre diferentes lugares y profundidades

Tukey HSD test; Variable: Marked differences are significant at  $p < .05000$

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}
<b>Chauquear 5 {1}</b>		0.043857	0.000158	0.000158	0.000158	0.000158	0.000158	0.000158	0.000158	0.000159
<b>Chauquear 10 {2}</b>	0.043857		0.000158	0.000158	0.000361	0.006523	0.000158	0.000158	0.020382	0.060554
<b>Cochamo 5 {3}</b>	0.000158	0.000158		0.923662	0.000357	0.000162	0.540920	0.453904	0.000159	0.000158
<b>Cochamo 10 {4}</b>	0.000158	0.000158	0.923662		0.013748	0.000641	0.999342	0.997370	0.000279	0.000185
<b>Metri 5 {5}</b>	0.000158	0.000361	0.000357	0.013748		0.980412	0.082312	0.111490	0.872218	0.630825
<b>Metri 10 {6}</b>	0.000158	0.006523	0.000162	0.000641	0.980412		0.004432	0.006486	0.999992	0.997286
<b>Pichicolo 5 {7}</b>	0.000158	0.000158	0.540920	0.999342	0.082312	0.004432		1.000000	0.001371	0.000468
<b>Pichicolo 10 {8}</b>	0.000158	0.000158	0.453904	0.997370	0.111490	0.006486	1.000000		0.002005	0.000636
<b>Yaldad 5 {9}</b>	0.000158	0.020382	0.000159	0.000279	0.872218	0.999992	0.001371	0.002005		0.999990
<b>Yaldad 10 {10}</b>	0.000159	0.060554	0.000158	0.000185	0.630825	0.997286	0.000468	0.000636	0.999990	

Tabla 23 Estimación de la abundancia de huevos esperada (3) a partir de la abundancia poblacional (2) y el volumen estimado del hábitat de distribución (4) en cada uno de los sectores (1). Con esto calculó la densidad de larvas competentes esperada (6) la que se compró con la densidad de larvas competentes observada en el presente estudio ((7) y (8).

Sector (1)	Abundancia poblacional (2)	Abundancia total huevos esperada (3)	Volumen estimado de habitat de distribución (4)	Densidad huevos esperada (larvas m <sup>3</sup> ) (5)	Densidad competente esperada (larvas m <sup>-3</sup> ) (6)	Densidad promedio competente observada larvas (m <sup>3</sup> ) (7)	Densidad maxima observada competente (larvas m <sup>-3</sup> ) (8)
COCHAMO	688000	2.2E+12	420000000	5242	126	88	2469
METRI	577680	1.8E+12	500000000	3697	89	6	54
PICHICOLO	182400	5.8E+11	600000000	9728	233	210	1747
YALDAD	148500	4.8E+11	300000000	1584	38	7	68
Chauquear						5	52

Tabla 24.- Estimación del número de asentados esperados (2) y el número de colectores esperado (de acuerdo a la densidad de semillas por colector observada) (3) y estandarizada (8200 semillas por colector) (4), comparado con la abundancia de larvas competentes observadas, el número de asentados y de colectores esperado de acuerdo a los resultados de este estudio.

Sector (1)	Abundancia asentados esperada (2)	colectores con semilla esperado (maximo) (3)	Esperado estandarizado (4)	abundancia competentes observada (5)	Abundancia asentados observada estimada (6)	Colectores con semilla estimado observado (7)	Estimado estandarizado (8)
COCHAMO	2.6E+08	1.1E+04	3.2E+04	1.0E+12	5.2E+09	2.2E+05	6.3E+05
METRI	2.2E+08	3.9E+04	2.7E+04	2.7E+10	1.4E+08	2.3E+04	1.6E+04
PICHICOLO	7.0E+07	2.9E+03	8.5E+03	1.0E+11	5.2E+08	2.2E+04	6.4E+04
YALDAD	5.7E+07	1.1E+04	7.0E+03	2.0E+10	1.0E+08	2.1E+04	1.2E+04

Tabla 25. Resultados del Modelo Lineal generalizado que muestra que sólo las variables localidad, crucero y temperatura fueron significativas.

	Grados de libertad	Desviación residual	Grados de libertad	Desviación
NULL			250	1049.26
Localidad	4	163.76	246	885.49
Crucero	6	437.85	240	447.64
Profundidad	1	0.04	239	447.61
Temperatura	1	18.25	238	429.36
Salinidad	1	0.34	237	429.02
Clorofila		2.20	236	425.81
Seston inorgánico	1	0.24	235	425.57
Seston orgánico	1	2.38	234	423.19
Índice gonádico	1	0.73	233	422.46

	GL	Desviación	GL Residuales	Desviación residual
NULL			264	215.599
localidad	4	37.293	260	178.306
crucero	6	88.219	254	90.086
salinidad	1	0.139	253	89.947

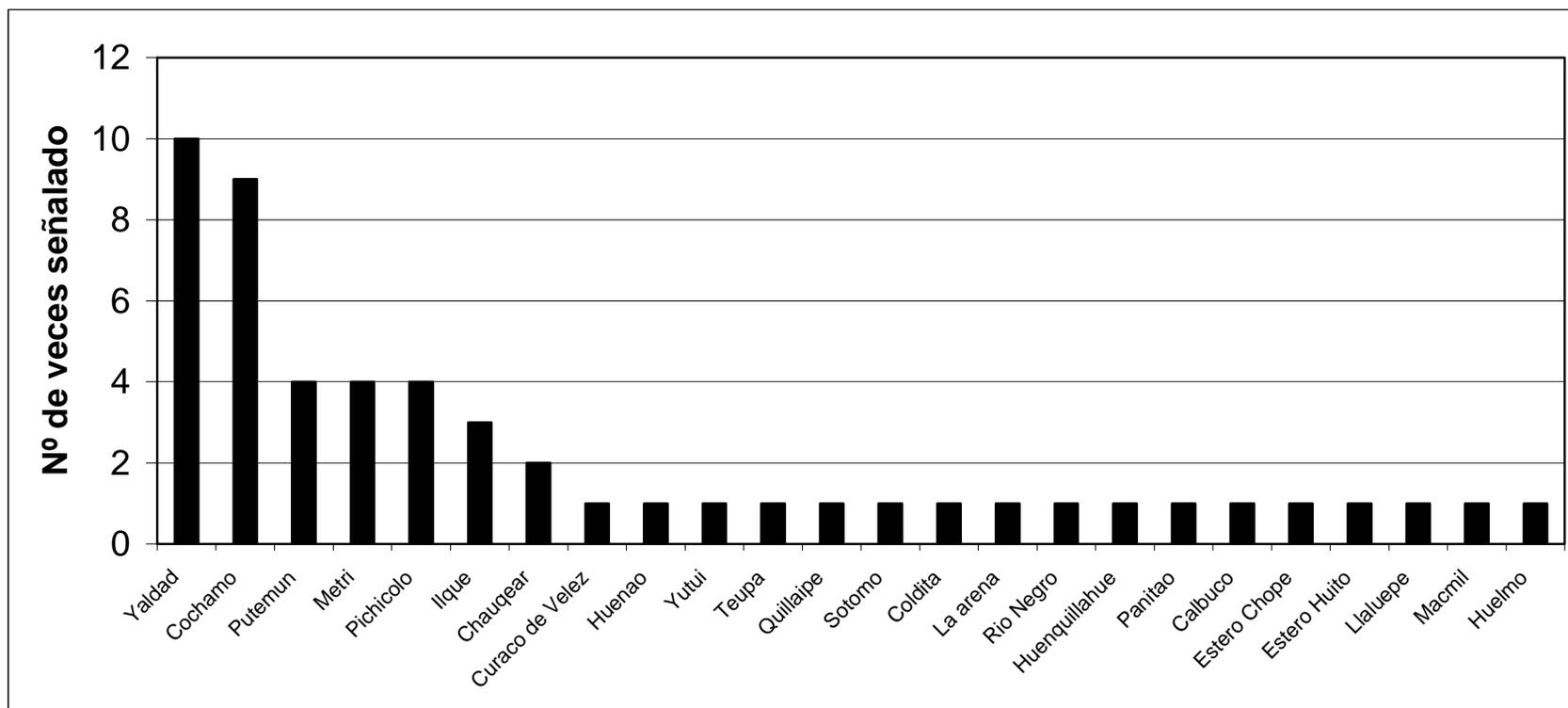


Figura 5.- Ranking de áreas utilizadas para la captación de semillas por mitilicultores según encuesta.

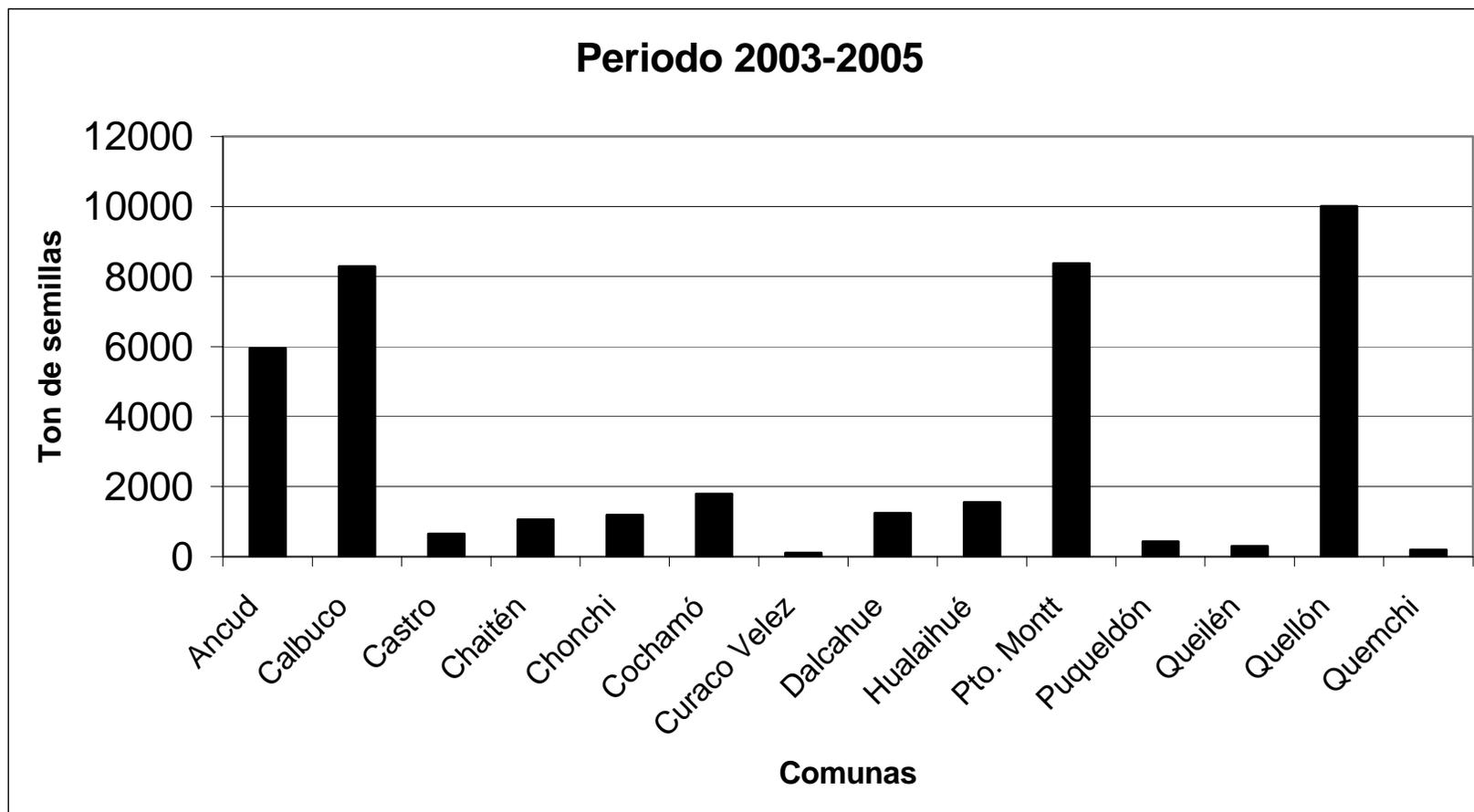


Figura 6.- Captación de semillas desde centros de cultivo desglosadas a nivel de comunas (SERNAPESCA).

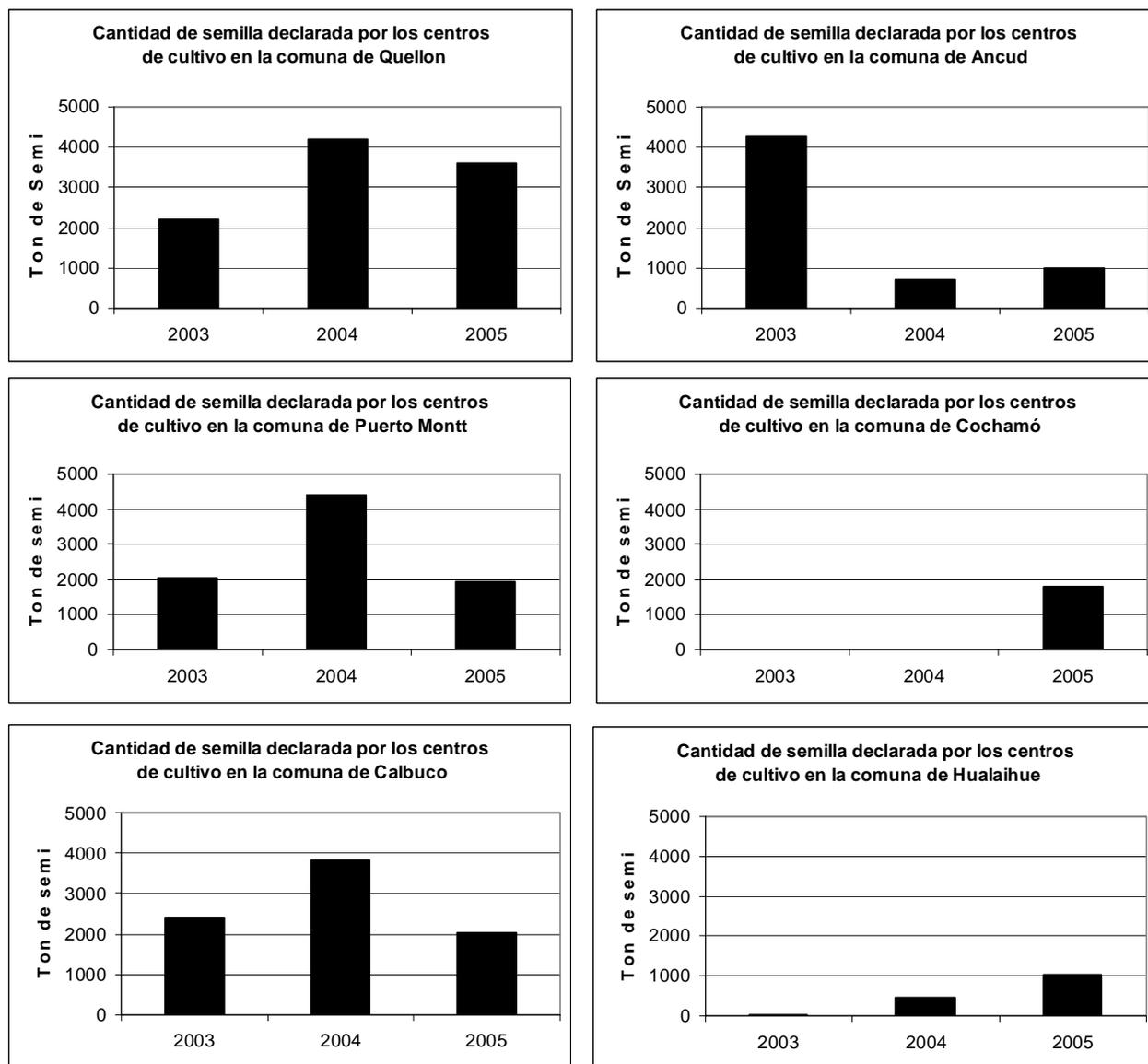


Figura 7.- Fluctuación anual de de la cantidad de semilla declarada por comuna en las seis localidades mas importantes de la Xa región. (sernapesca Xa región).

Figura 8. Plano de ubicación de las concesiones y estaciones de muestreo asociados a la mitilicultura en la localidad de Chauquear.

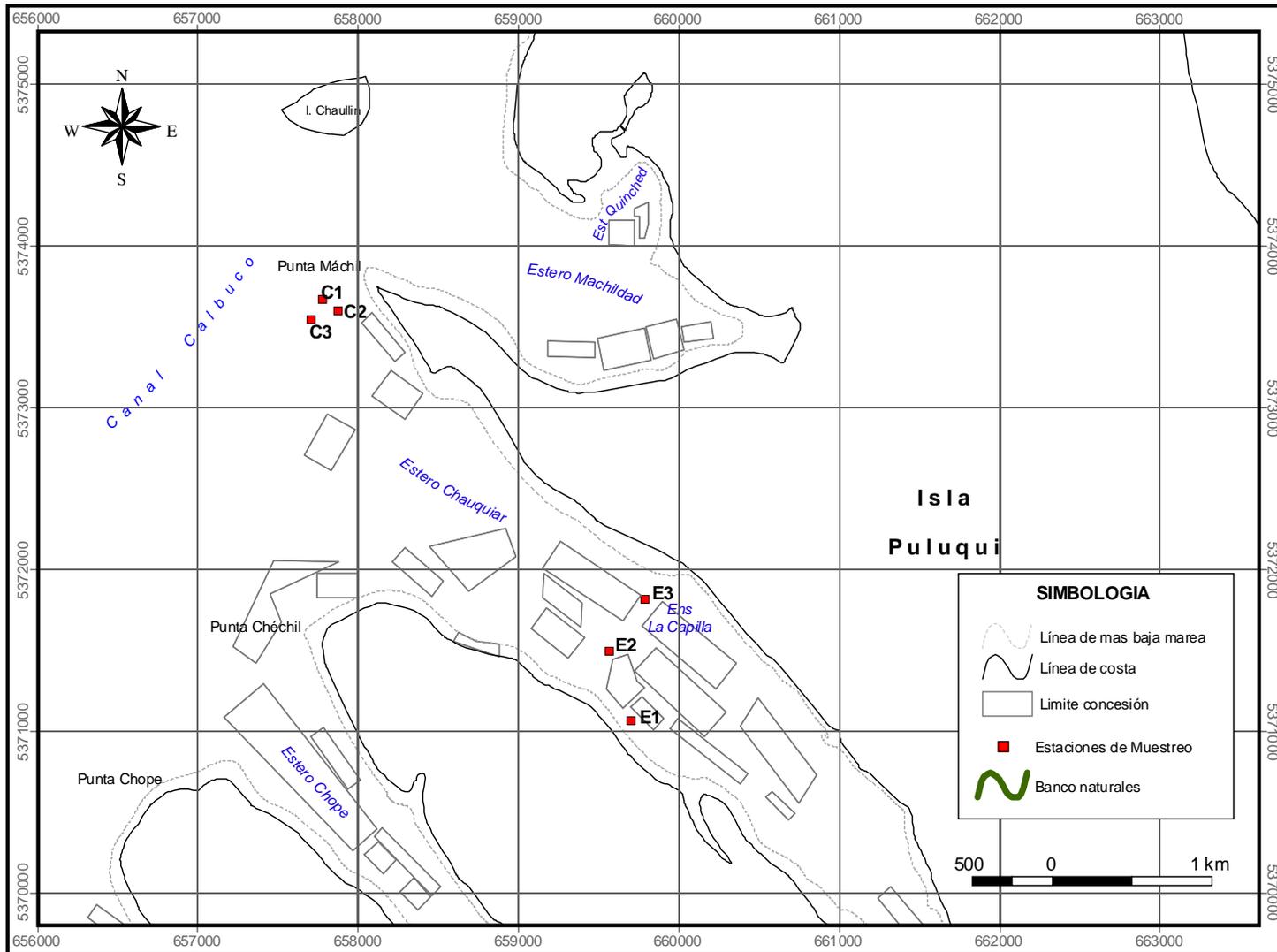


Figura 9. Plano de ubicación de las concesiones, estaciones de muestreo y bancos naturales asociados a la mitilicultura en la localidad de Metri.

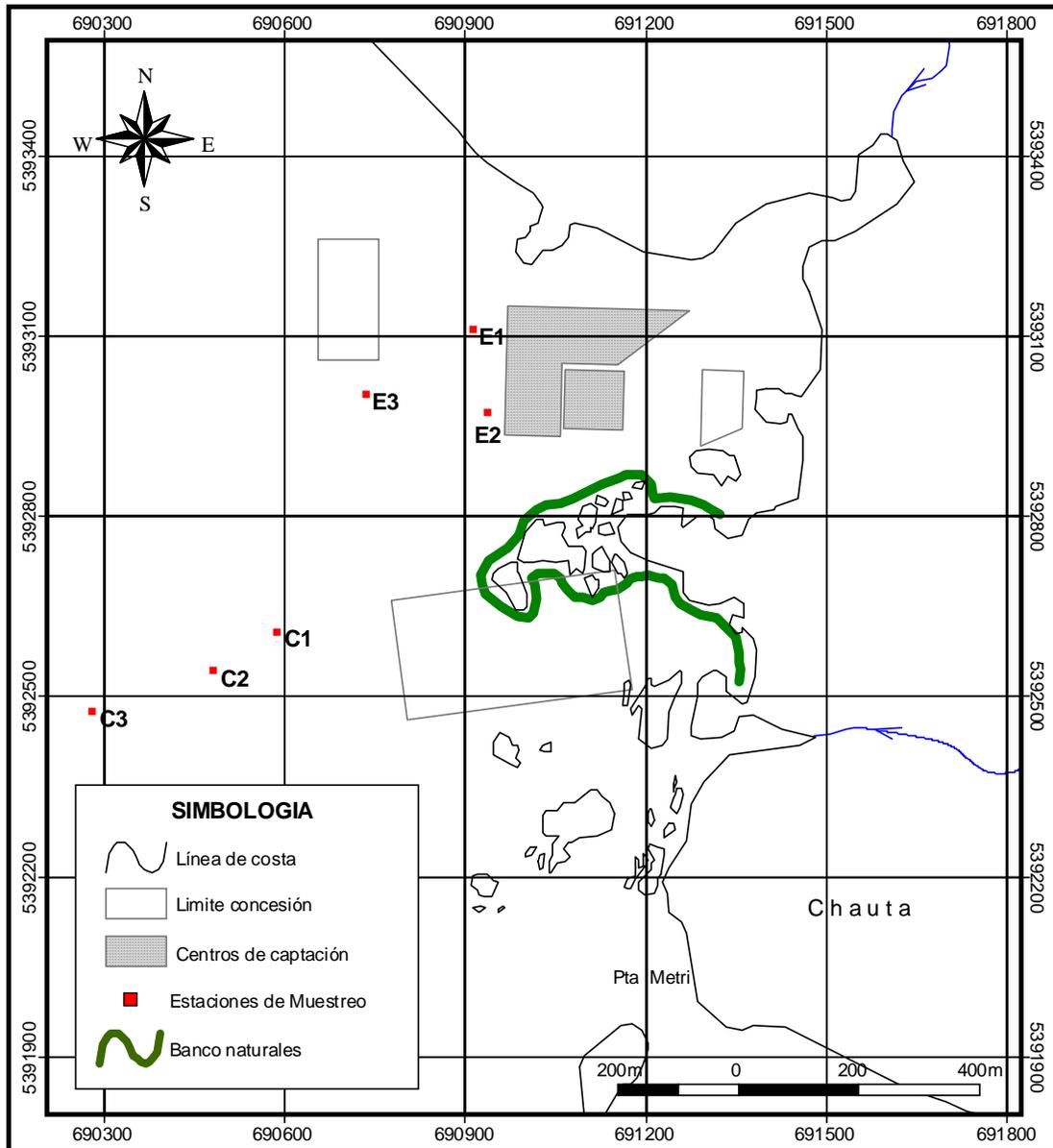


Figura 10. Plano de ubicación de las concesiones, estaciones de muestreo y bancos naturales asociados a la mitilicultura en la localidad de Cochamó.

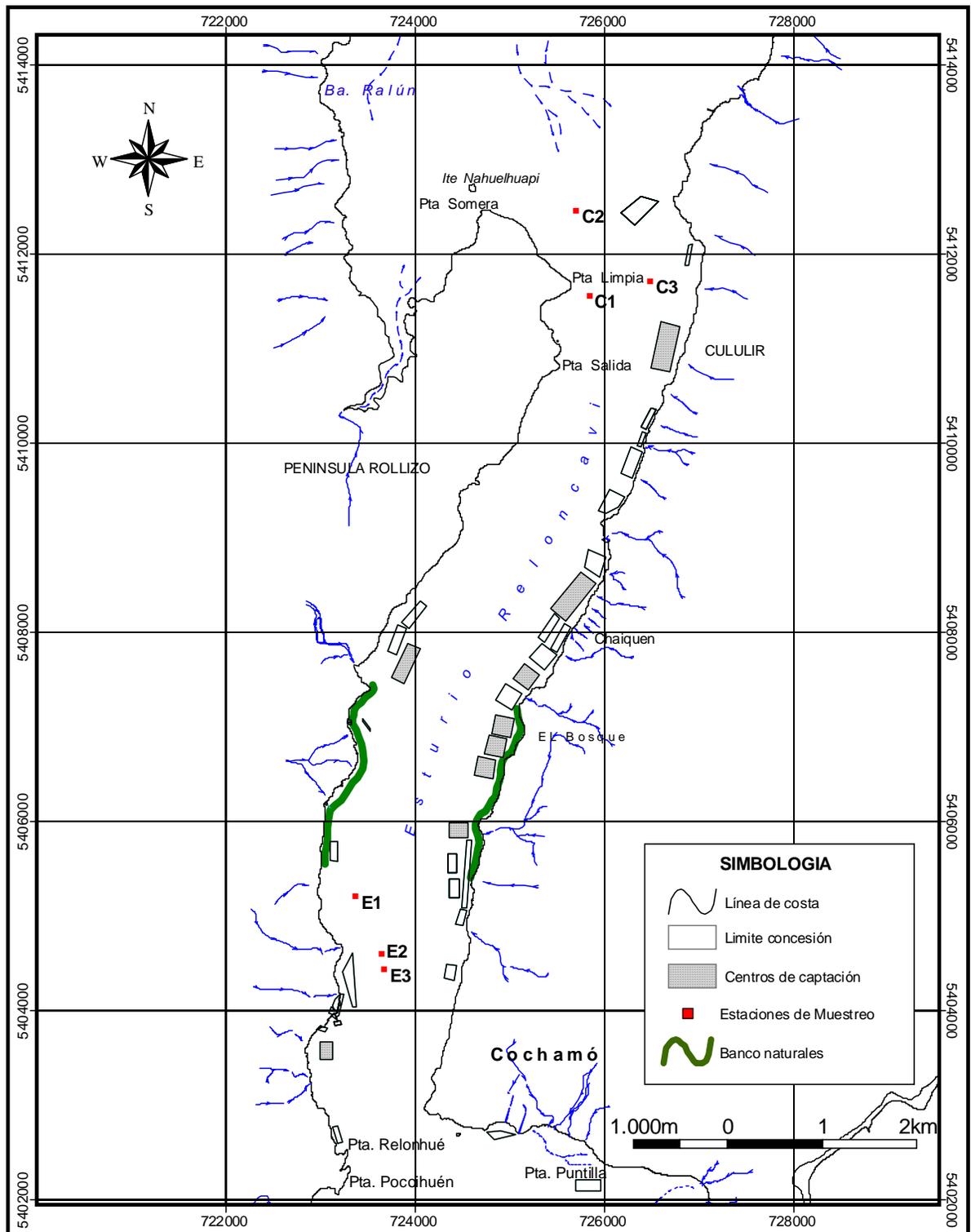
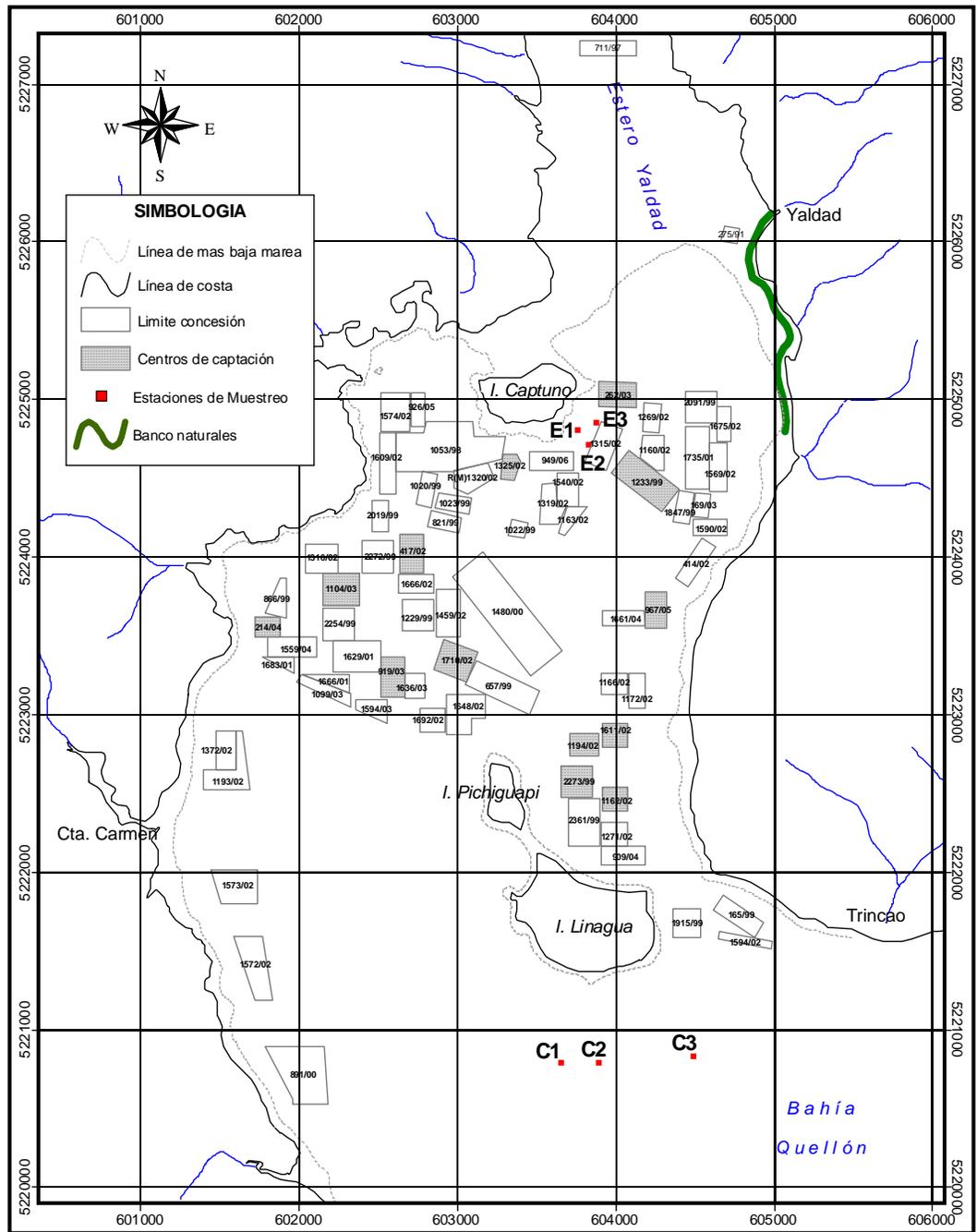


Figura 11. Plano de ubicación de las concesiones, estaciones de muestreo y bancos naturales asociados a la mitilicultura en la localidad de Pichicolo.



Figura 12. Plano de ubicación de las concesiones, estaciones de muestreo y bancos naturales asociados a la mitilicultura en la localidad de Yaldad.



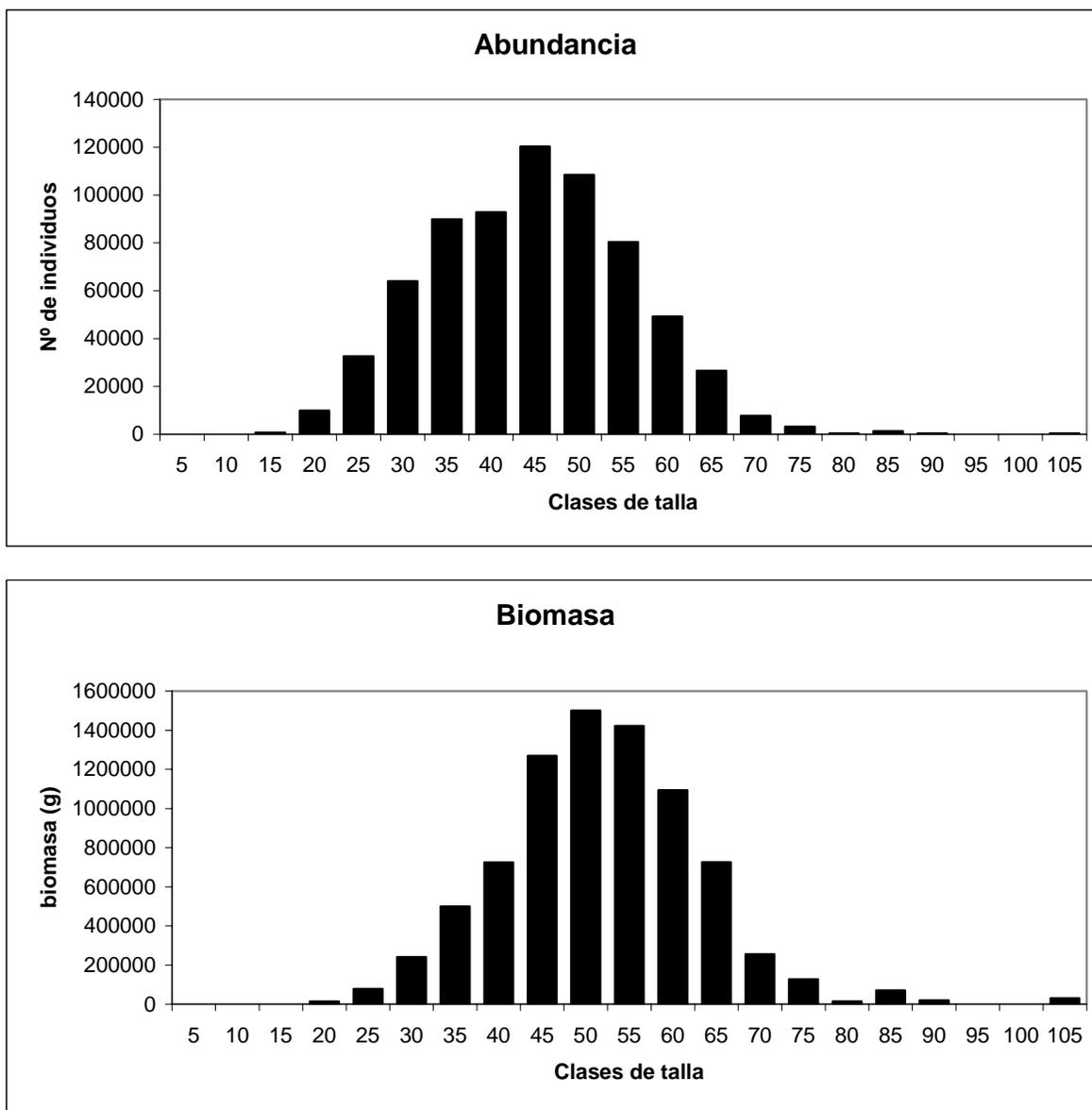


Figura 13. Abundancia y biomasa por clase de tallas en el banco natural de Cochamó.

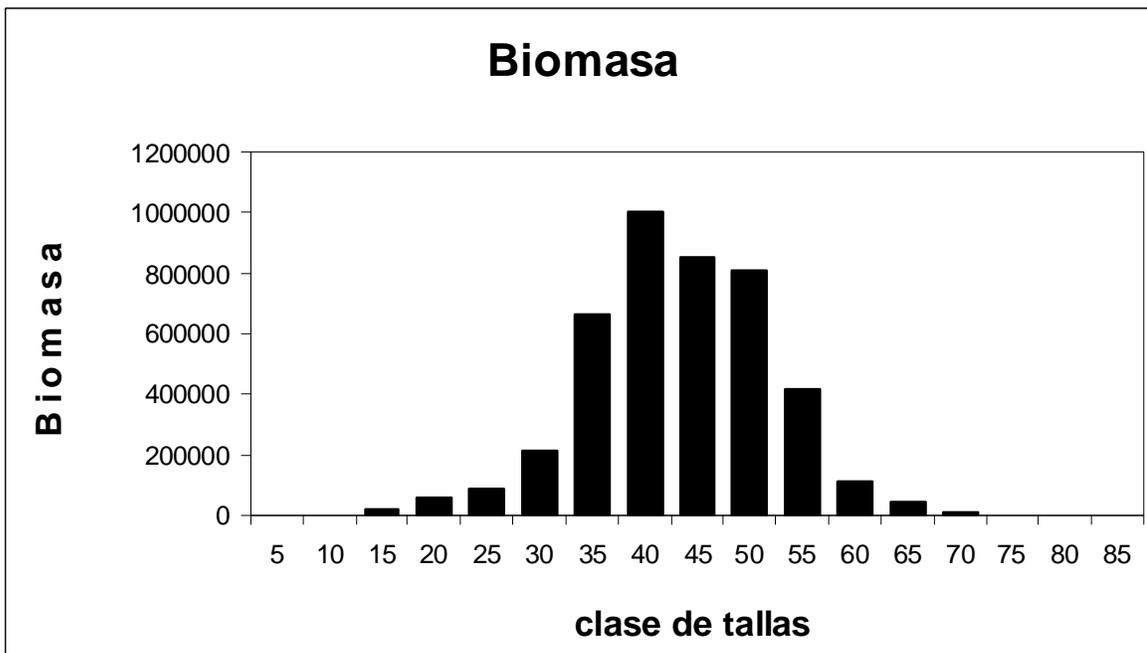
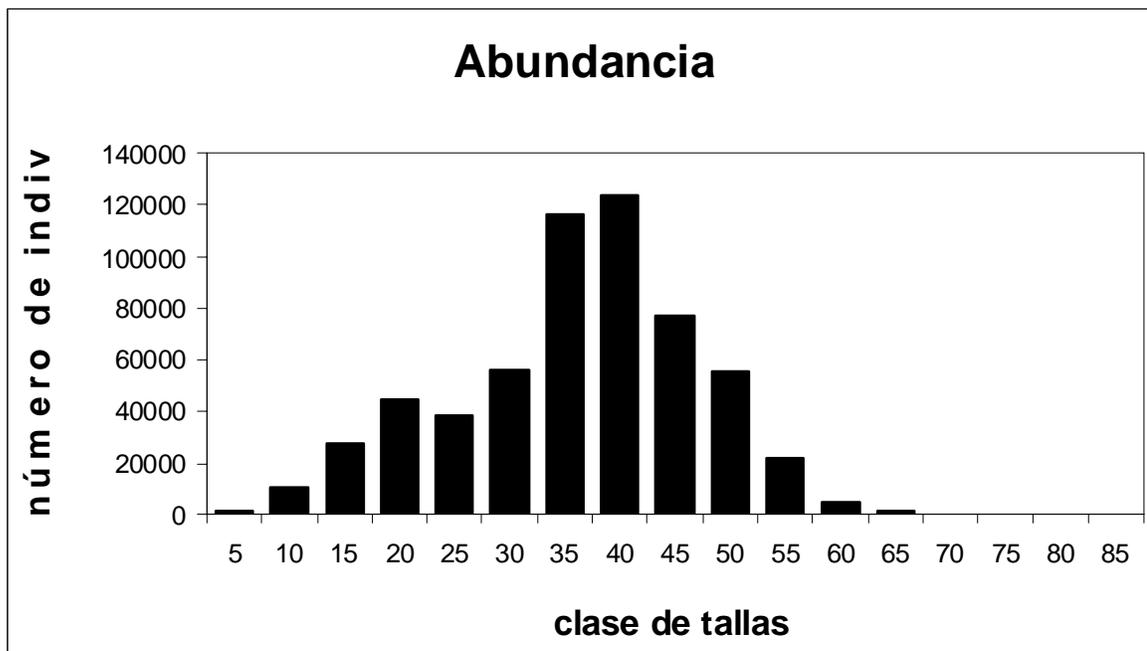


Figura 14. Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Metri .

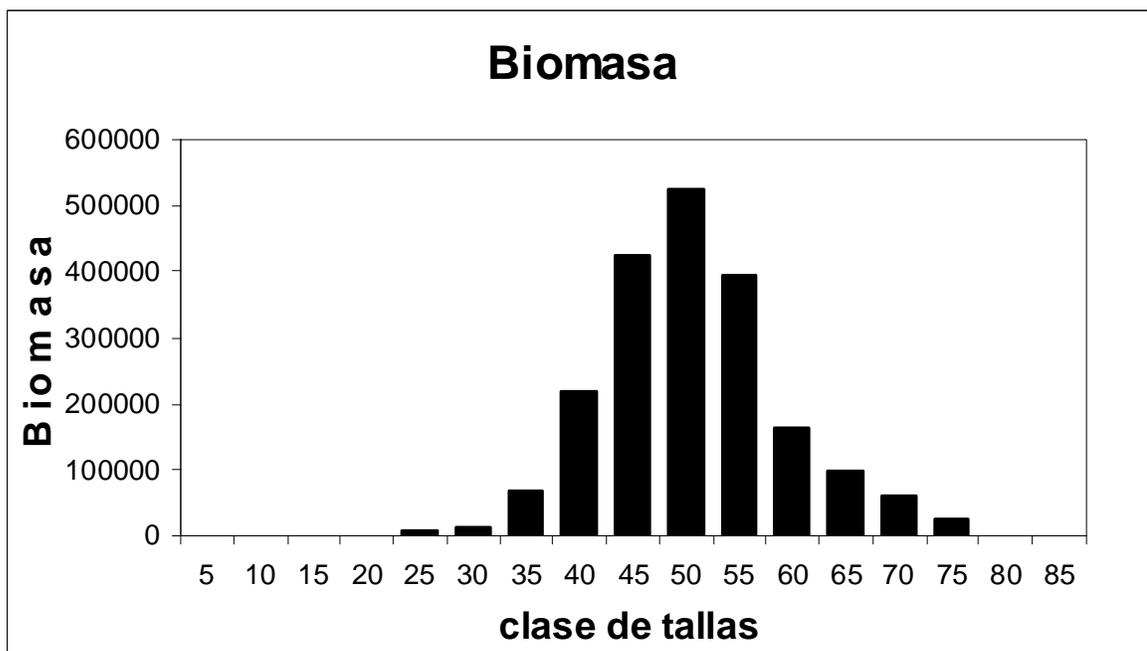
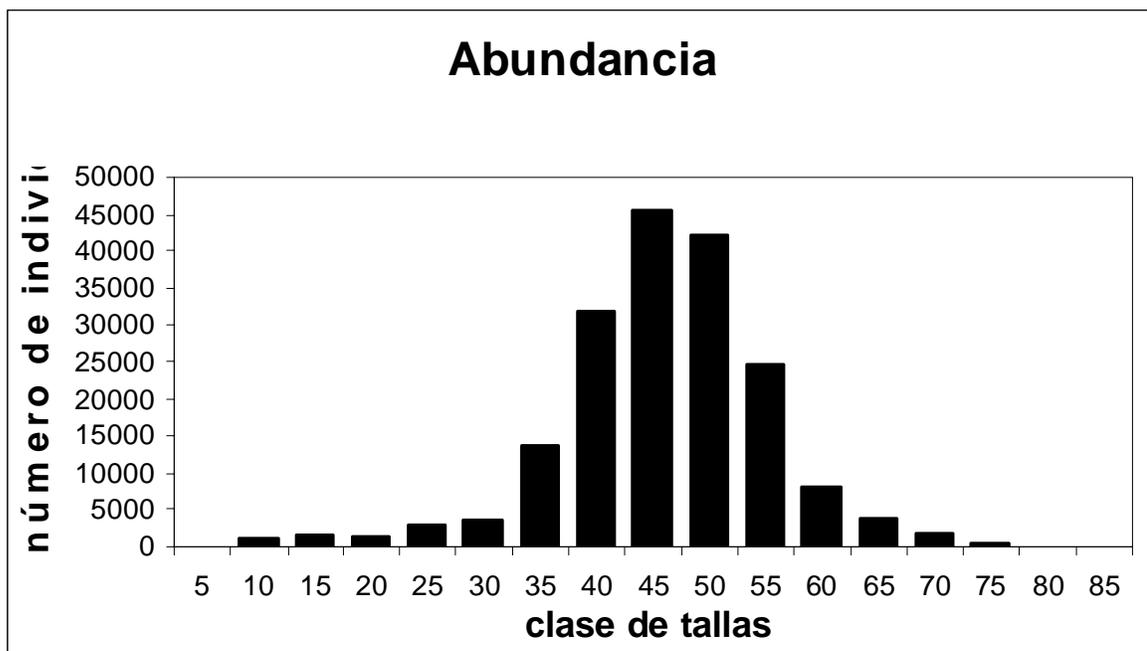


Figura 15. Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Pichicolo.

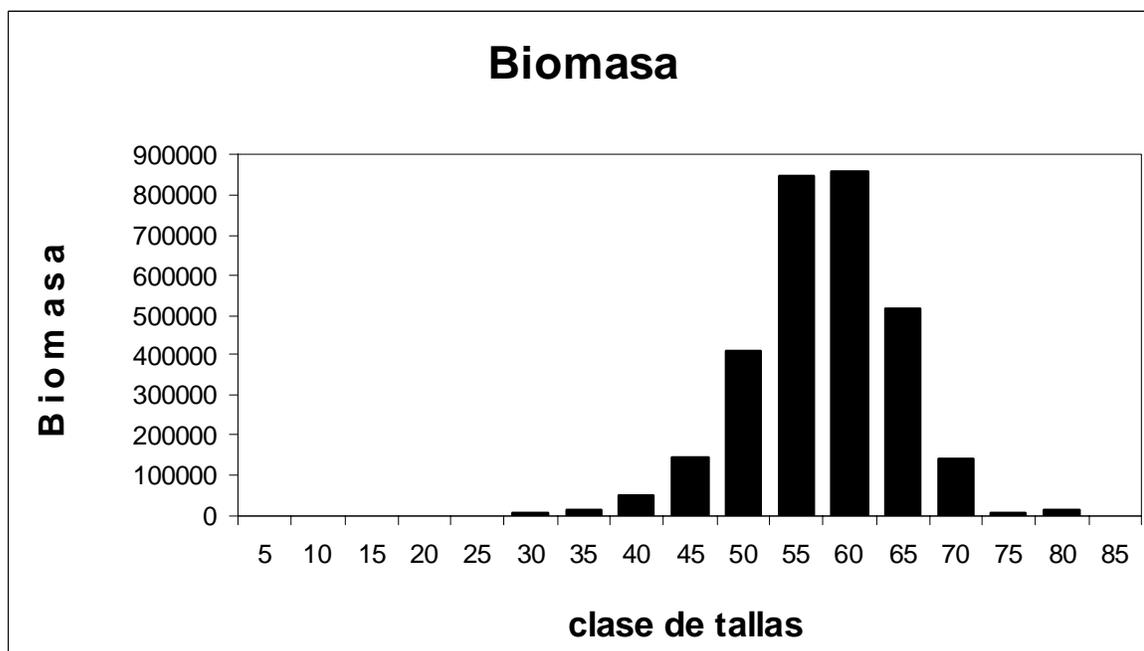
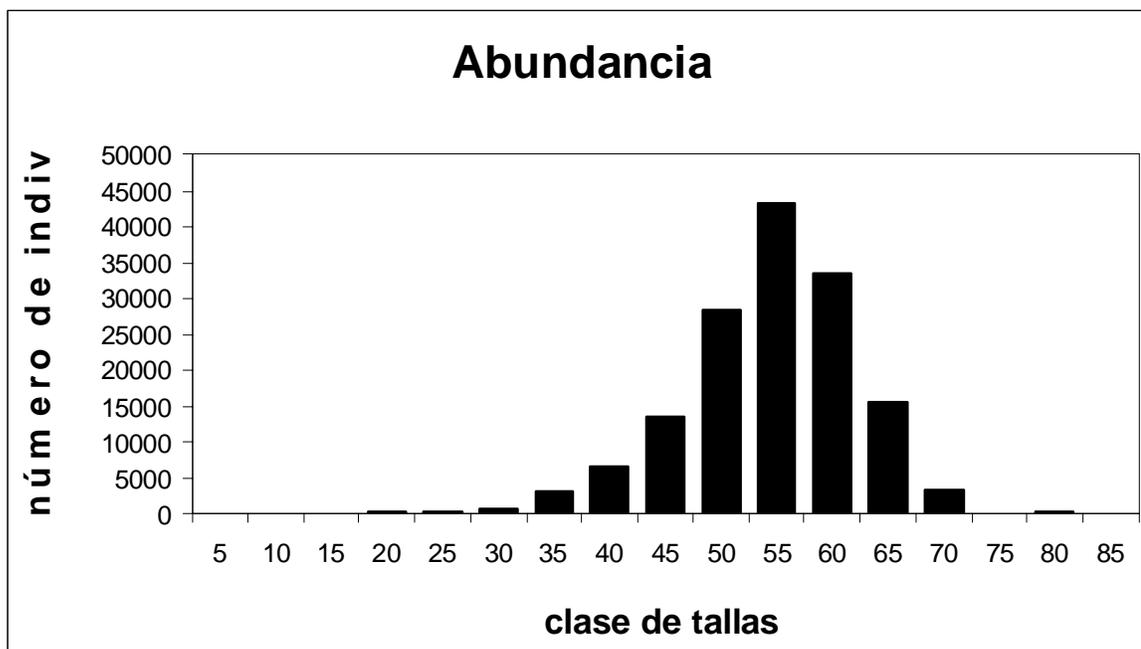


Figura 16. Abundancia y biomasa por clase de tallas en banco natural de Yaldad.

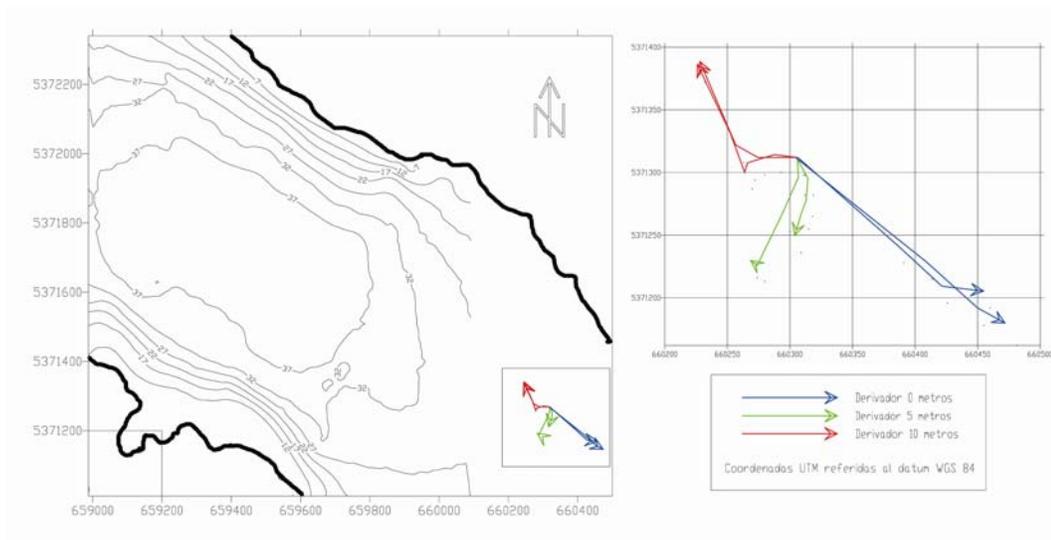


Figura 17. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el primer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Chauquear.

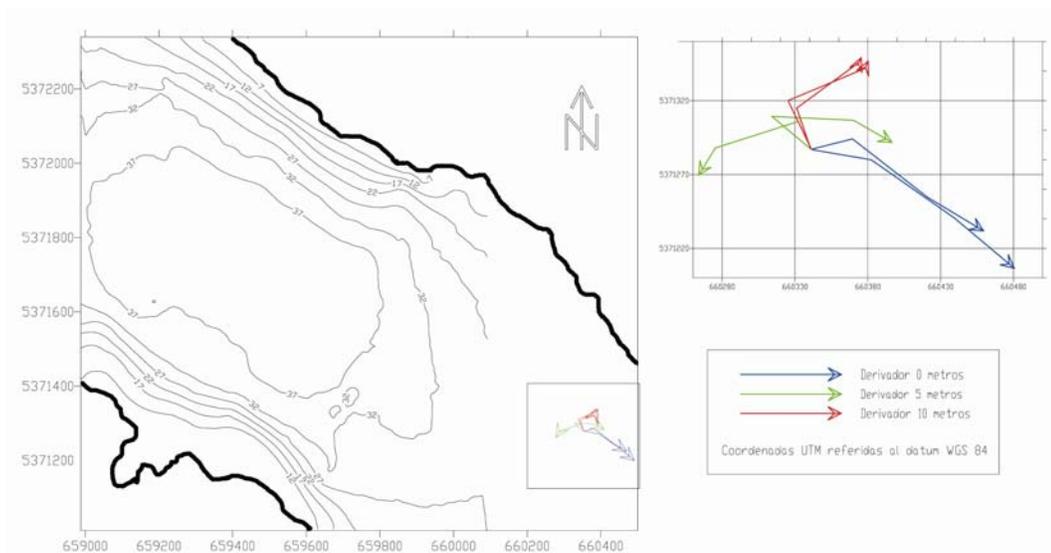


Figura 18. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el segundo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Chauquear.

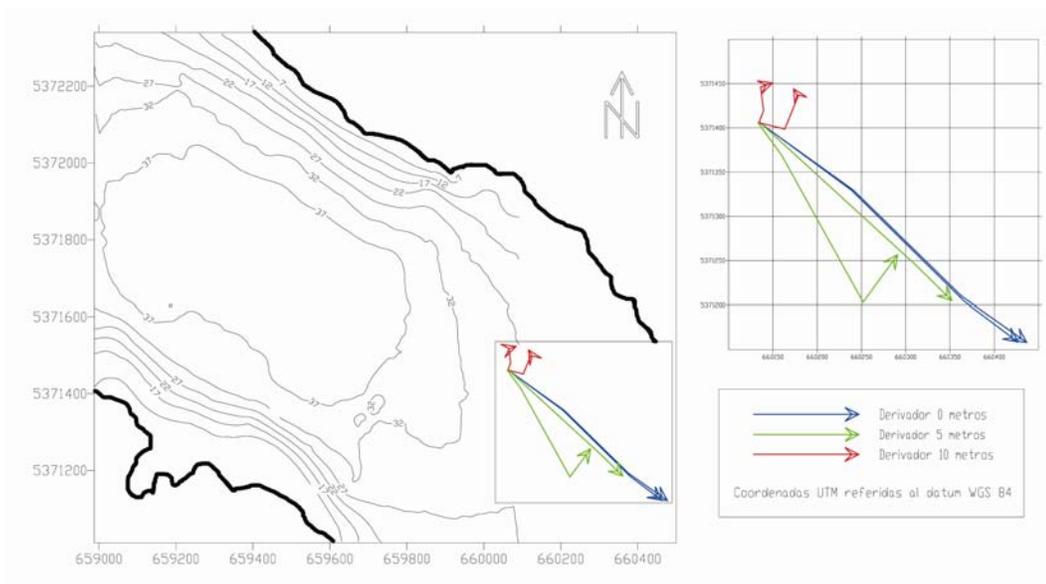


Figura 19. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el tercer lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Chauquear.

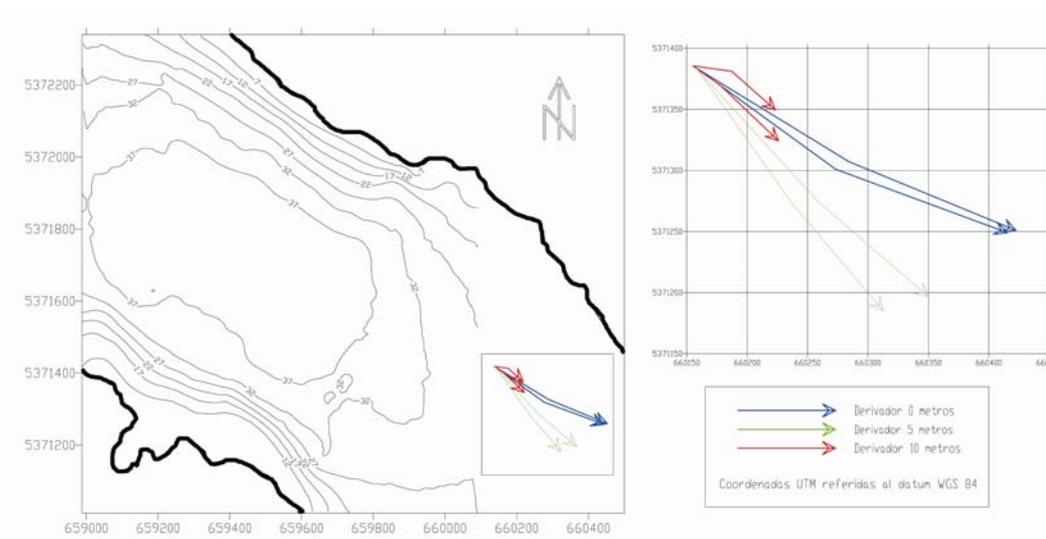


Figura 20. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el cuarto lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Chauquear.

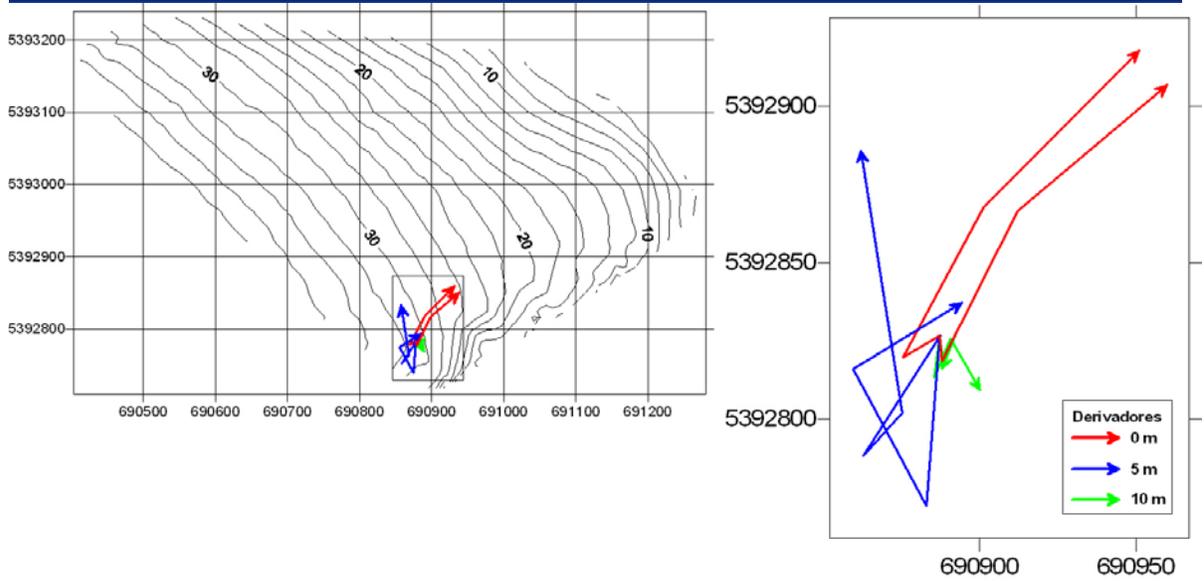


Figura 21. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el primer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Metri.

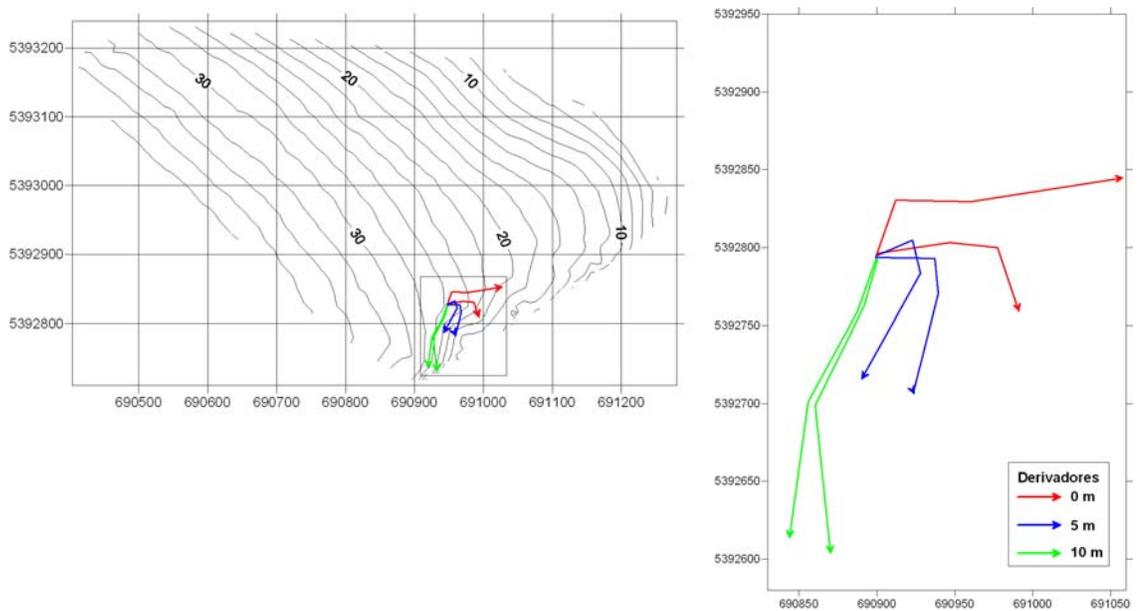


Figura 22. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el segundo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Metri.

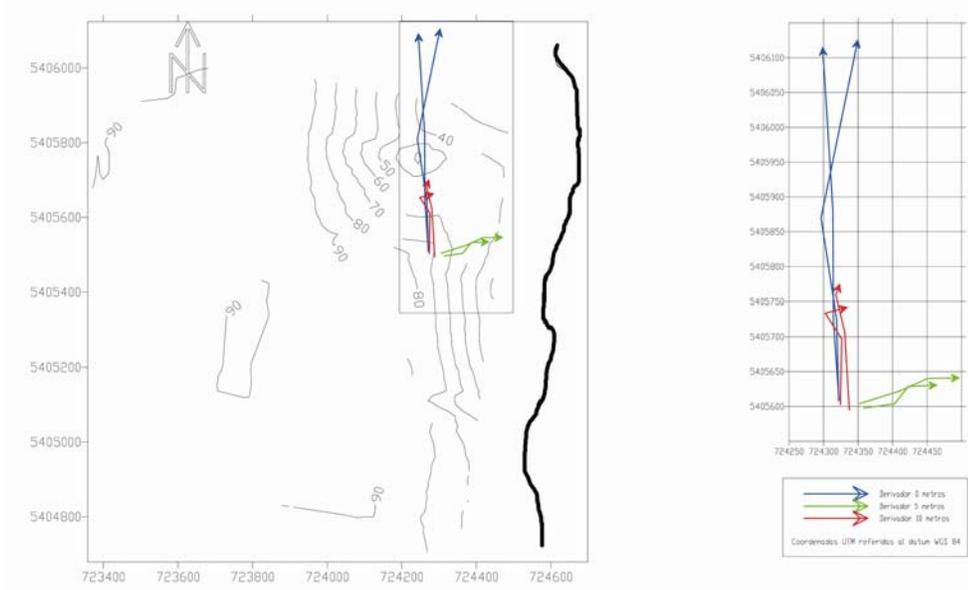


Figura 23. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el primer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Cochamó.



Figura 24. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el segundo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Cochamó.

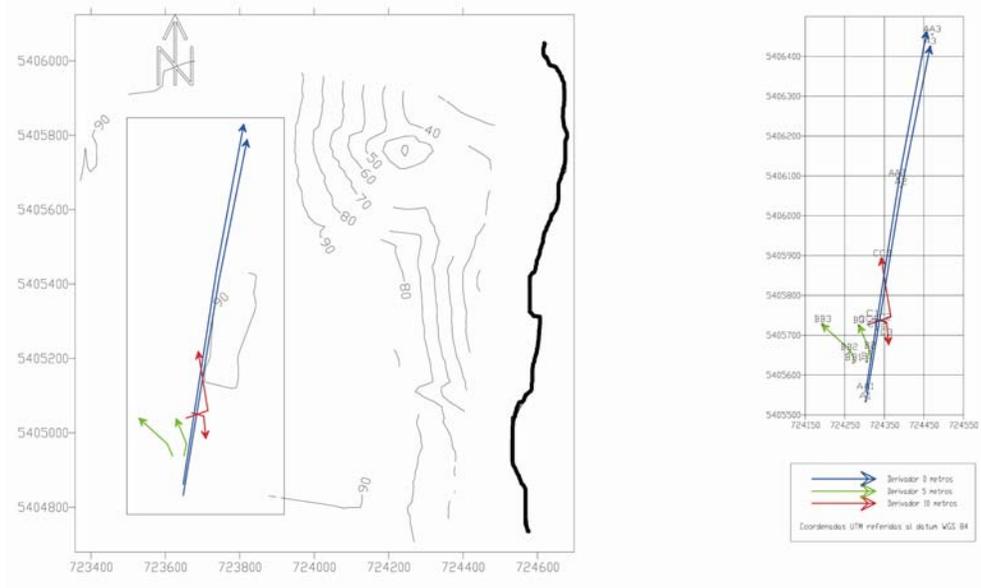


Figura 25. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el tercer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Cochamó.

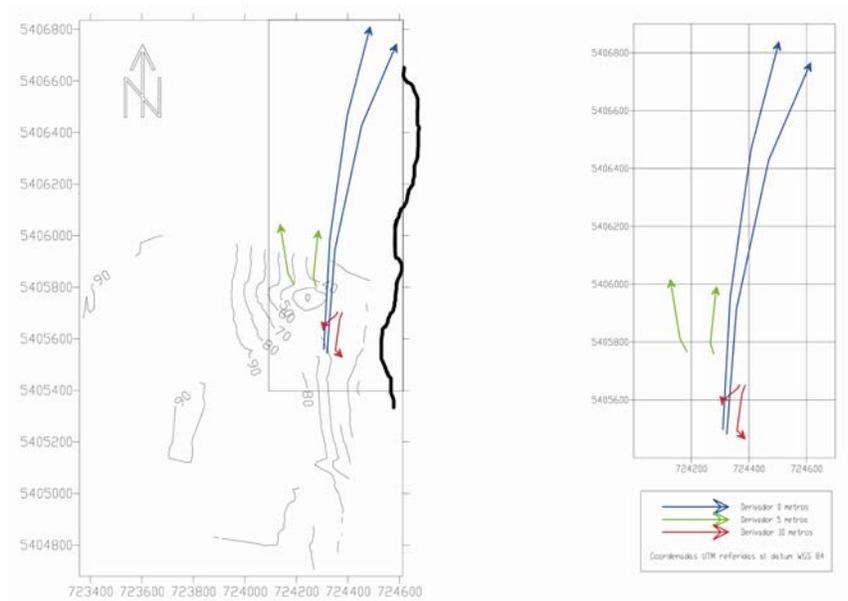


Figura 26. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el cuarto lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Cochamó.

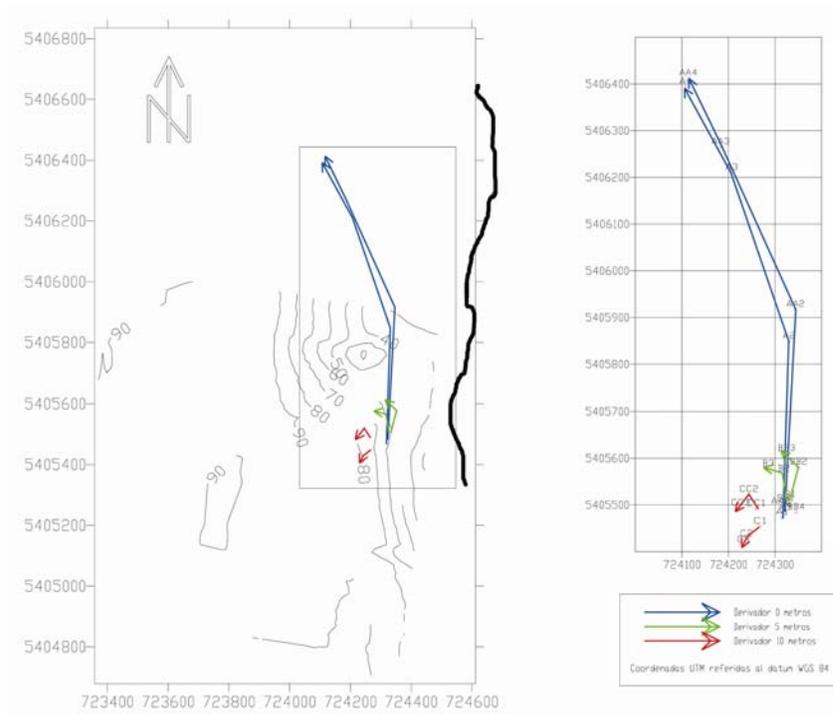


Figura 27. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el cuarto lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Cochamó.

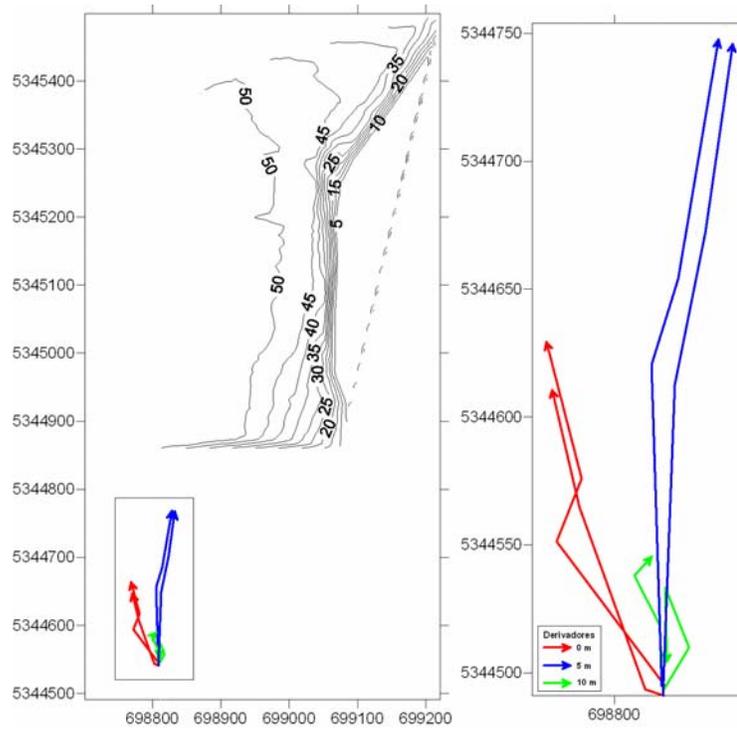


Figura 28. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el primer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Pichicolo.

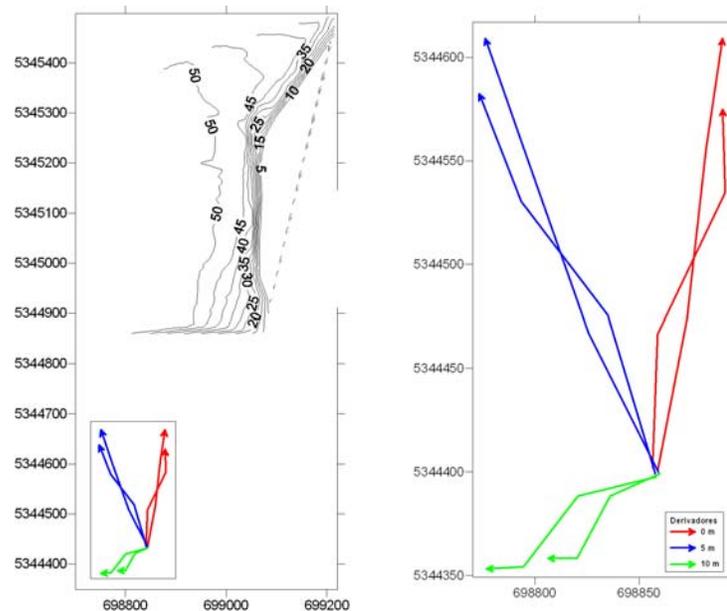


Figura 29. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el segundo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Pichicolo.

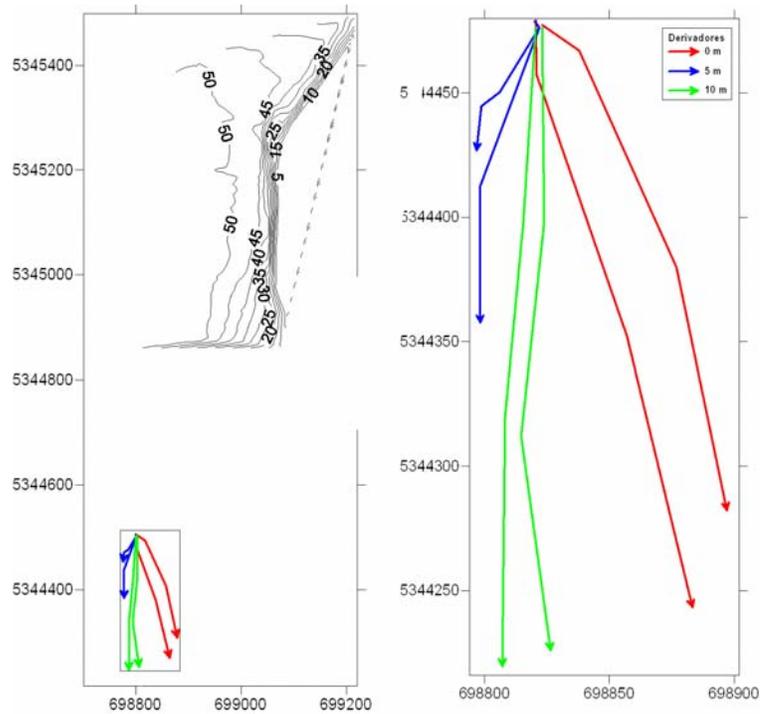


Figura 30. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el tercer lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Pichicolo.

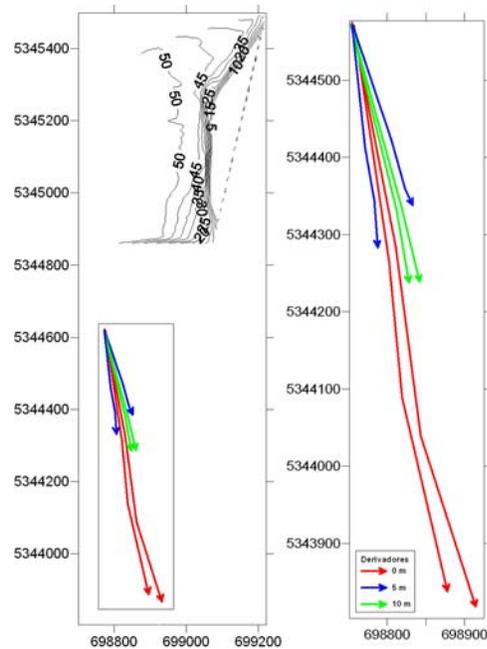


Figura 31. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el cuarto lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Pichicolo.

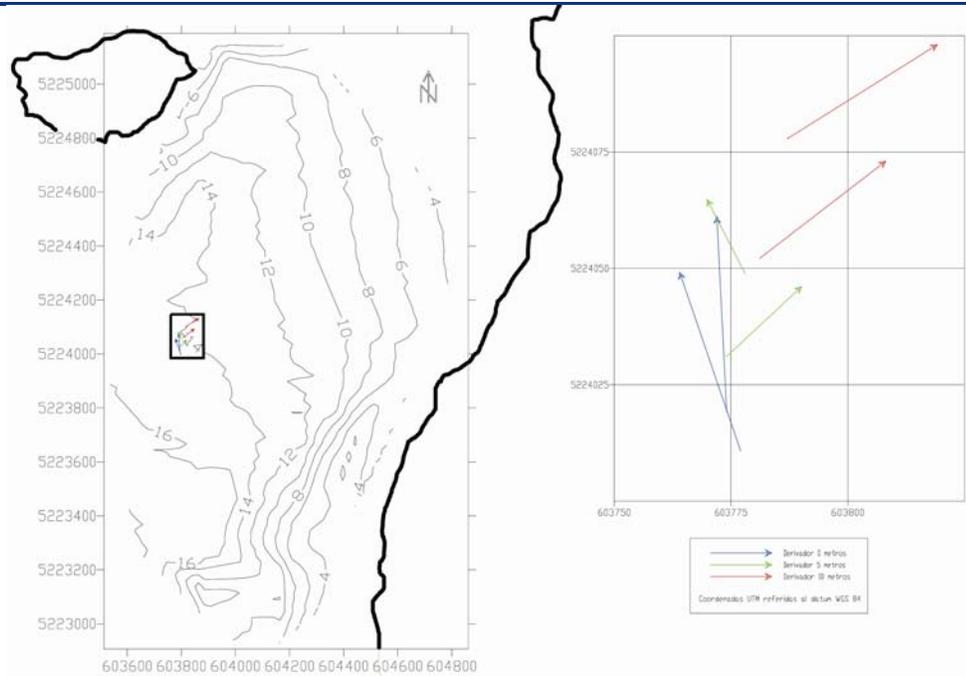


Figura 32. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el primer lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Yaldad.

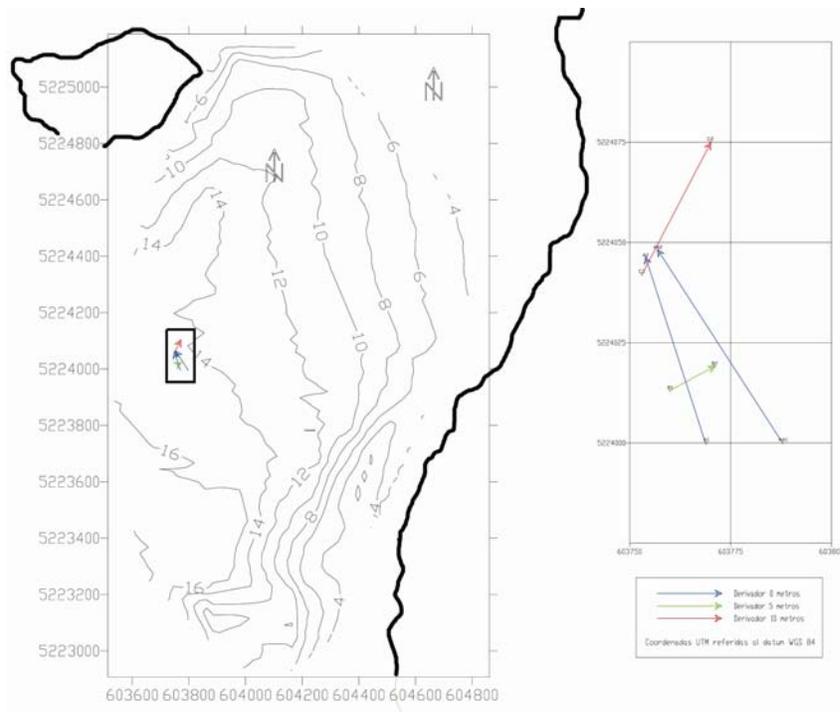


Figura 33. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el segundo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Yaldad.

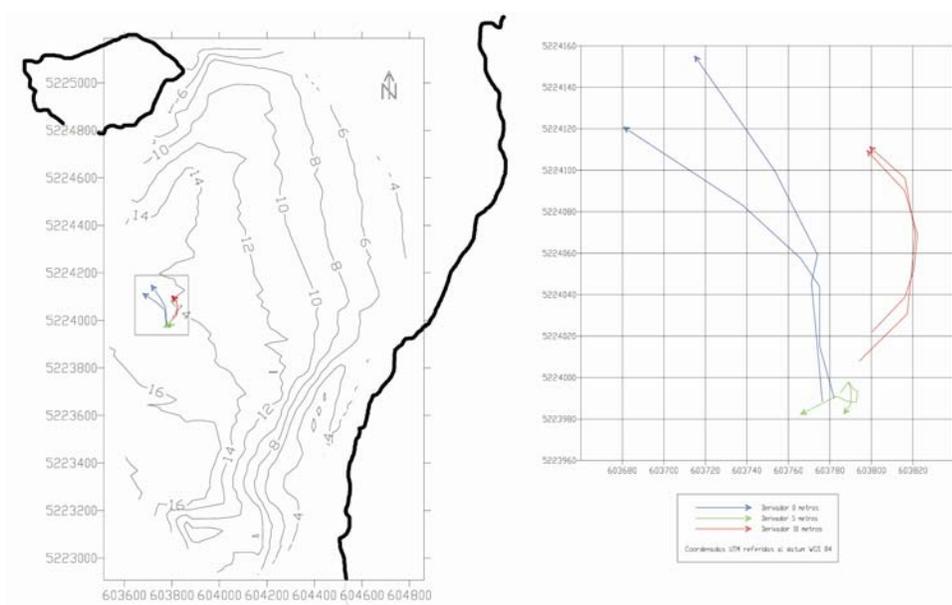


Figura 34. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el tercer lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Yaldad.

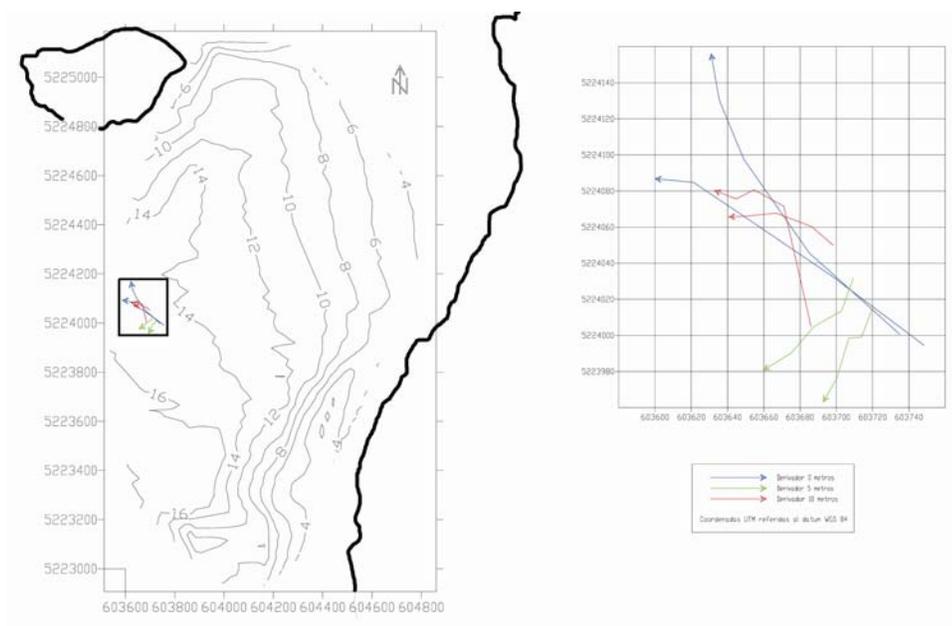


Figura 35. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el cuarto lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Yaldad.

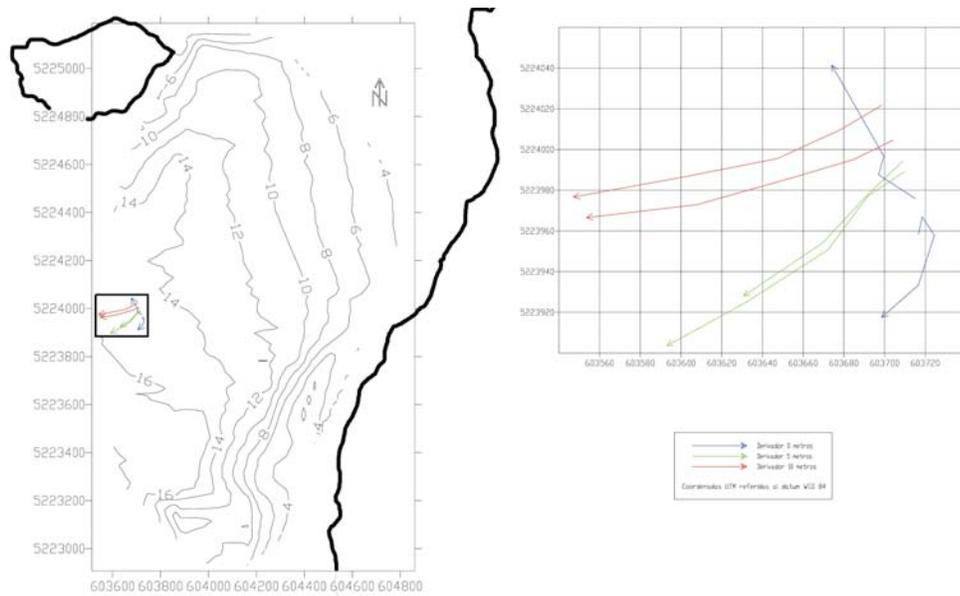


Figura 36. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el quinto lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Yaldad.

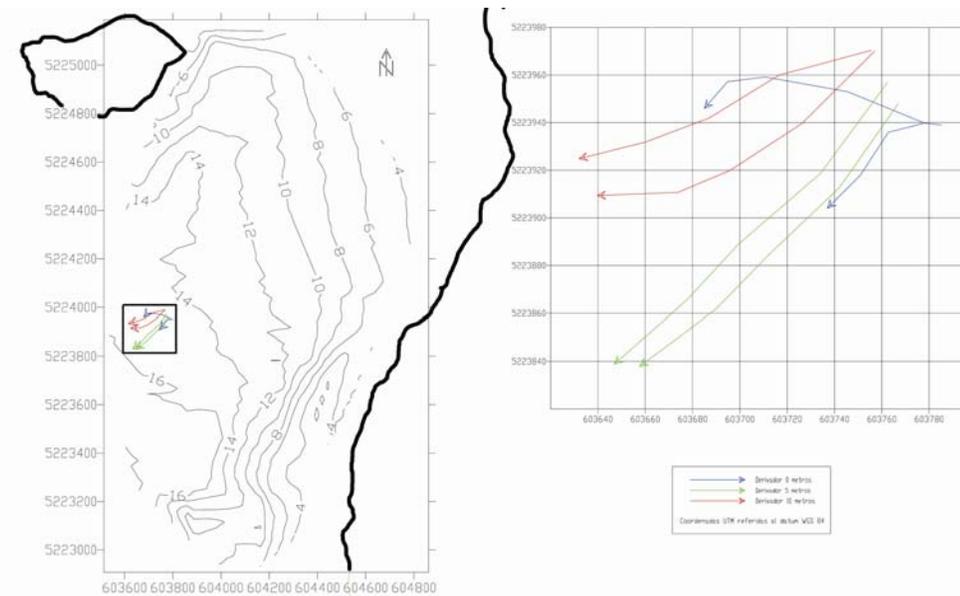


Figura 37. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el sexto lance de la correntimetría langrangeana en la localidad de Yaldad.

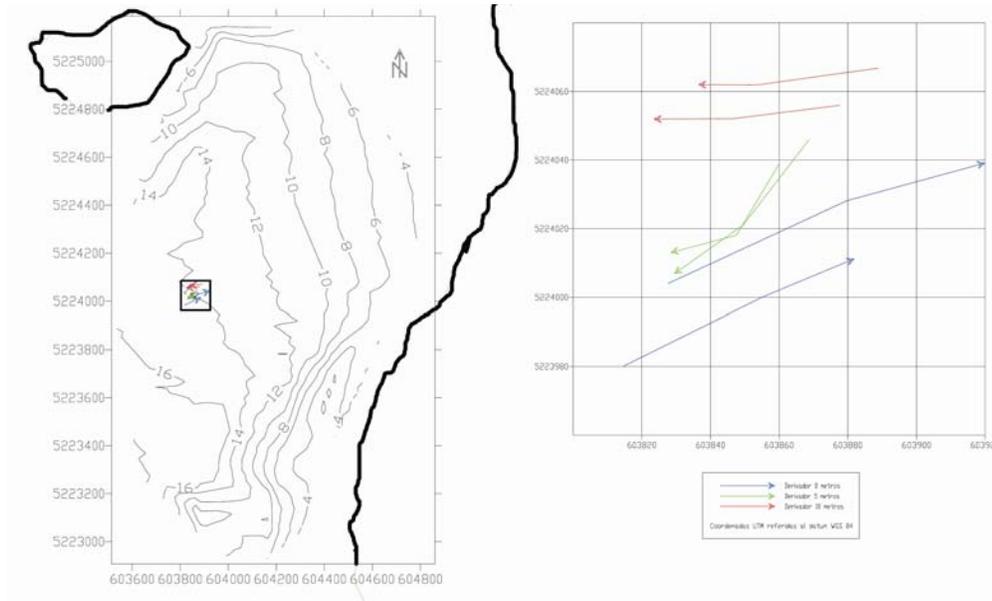


Figura 38. Batimetría y trayectoria de los derivadores durante el séptimo lance de la correntometría langrangeana en la localidad de Yaldad.

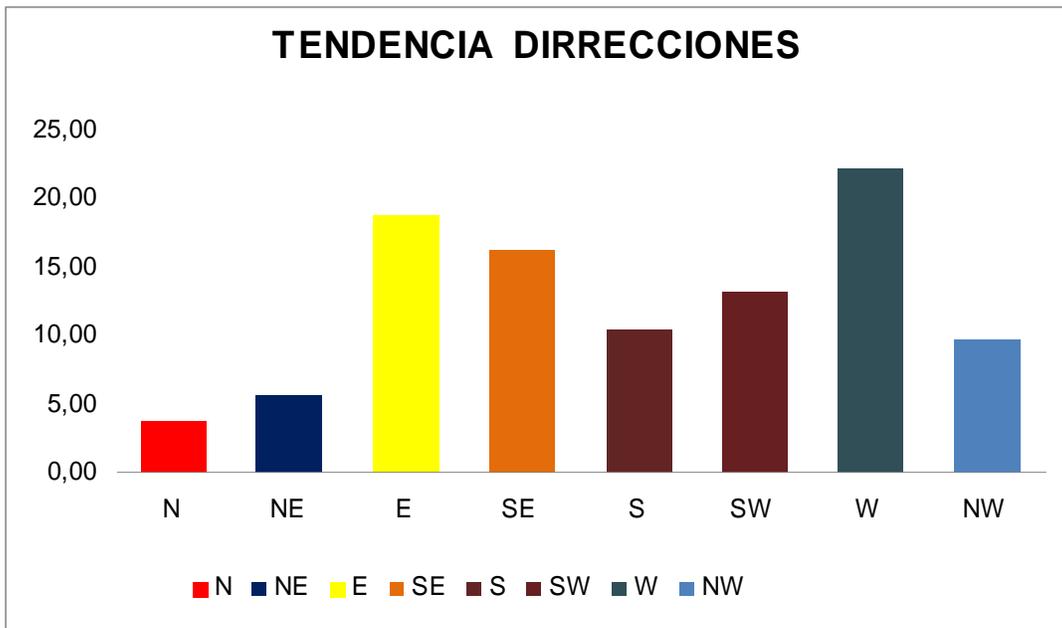
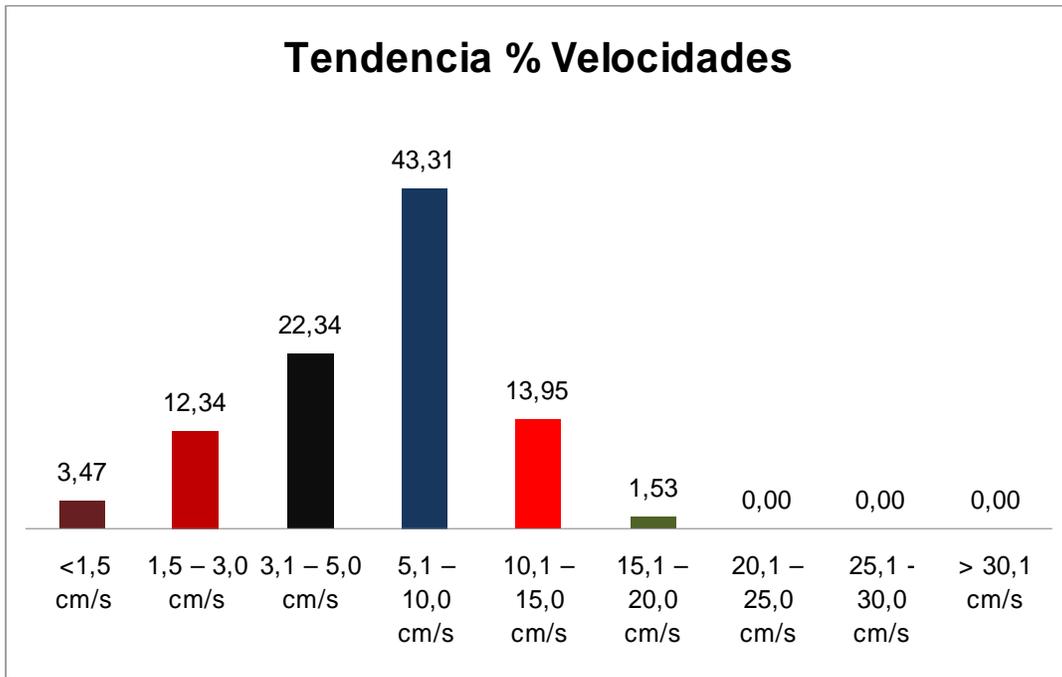


Figura 39.- Gráficos de dirección y velocidad de la correntometria euleriana en la localidad de Chauquear

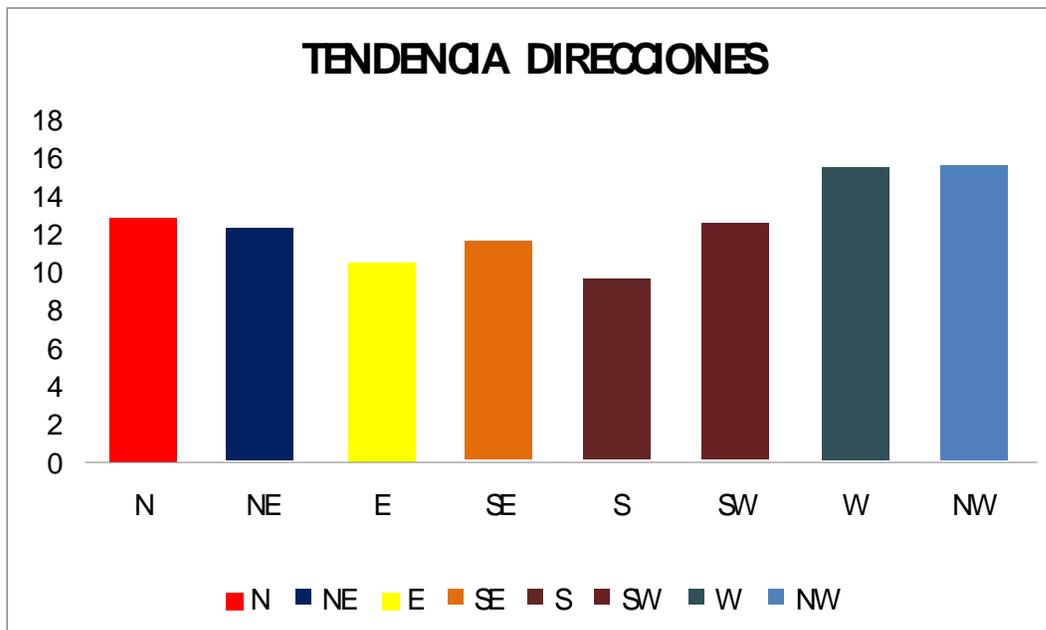
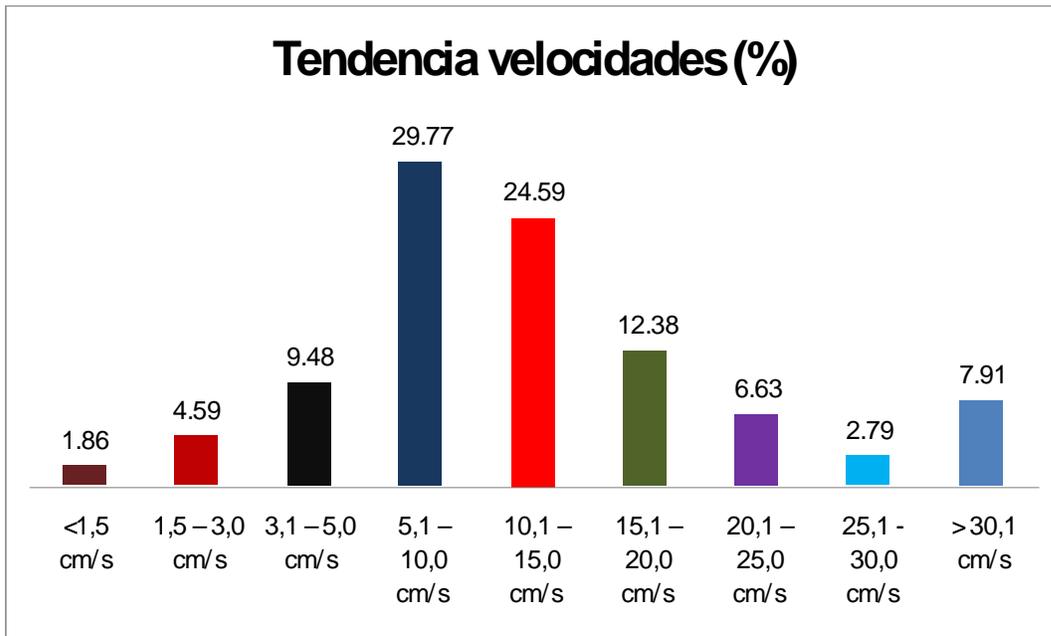


Figura 40.- Gráficos de dirección y velocidad de la correntometría euleriana en la localidad de Metri

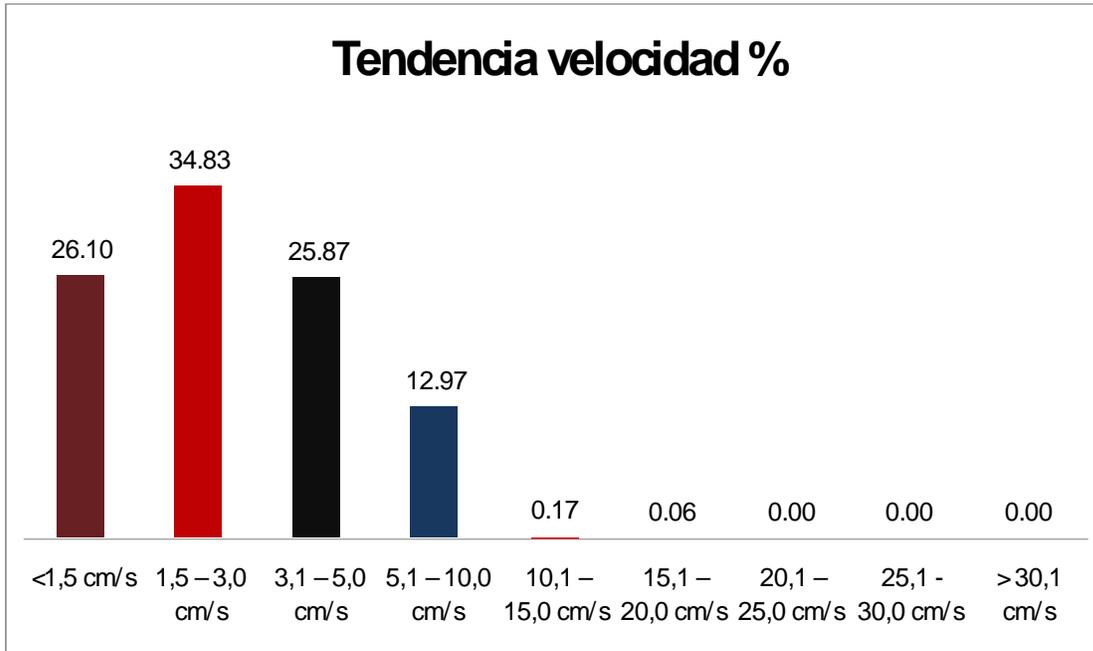


Figura 41.- Gráficos de dirección y velocidad de la correntometria euleriana en la localidad de Cochamó

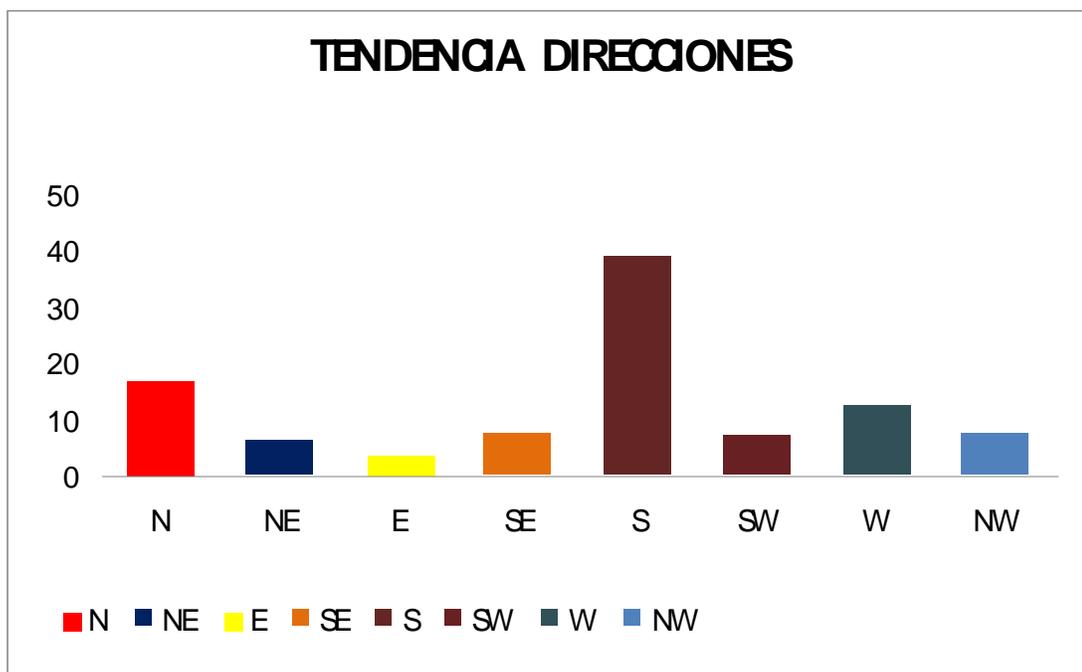
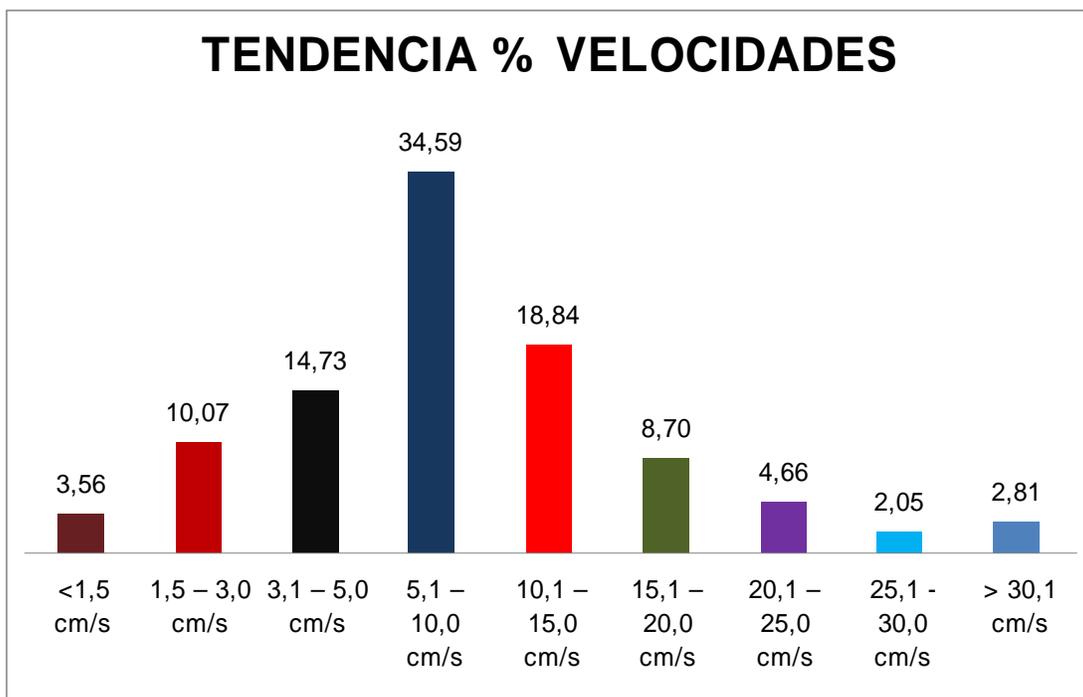


Figura 42.- Gráficos de dirección y velocidad de la correntometría euleriana en la localidad de Pichicolo

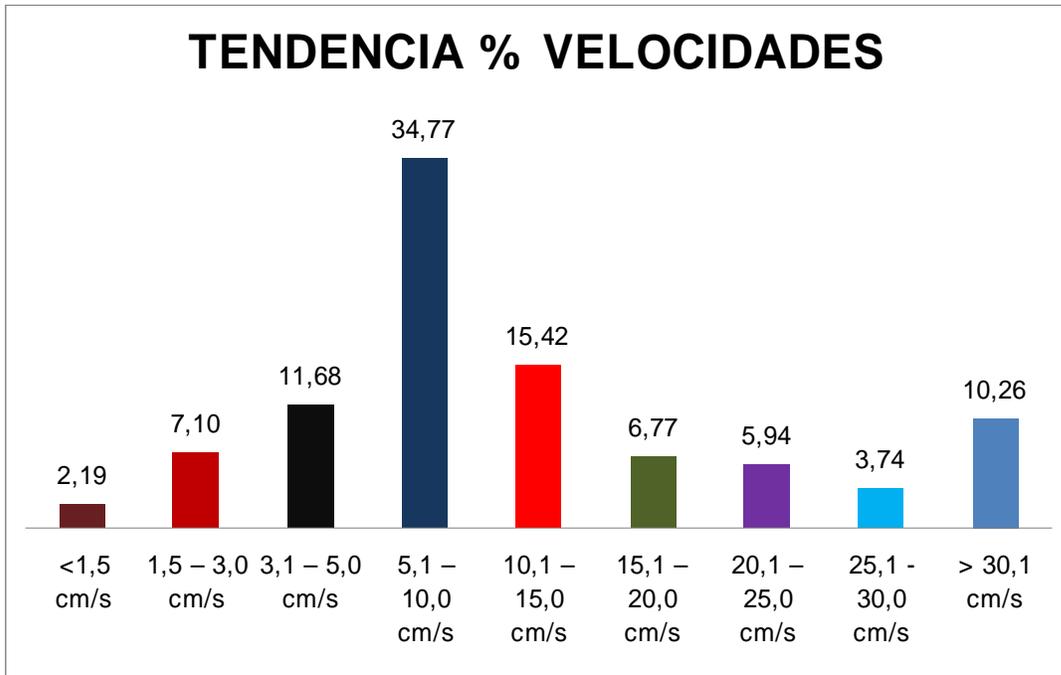


Figura 43.- Gráficos de dirección y velocidad de la correntometria euleriana en la localidad de Yaldad

Cruceros							
Fechas Nº	30/04/2006 1	15/08/2006 2	03/10/2006 3	05/11/2006 4	05/12/2006 5	16/01/2007 6	08/03/2007 7
IGS	20.08		20.57	23.49		28.29	21.54
ds IGS	8.42		5.63	8.67		7.18	3.81
Longitud	65.84		61.62	65.22		63.0	73.78
ds longitud	11.13		5.54	6.38		6.7	6.52
n ejemplares	42		50	49		50	50

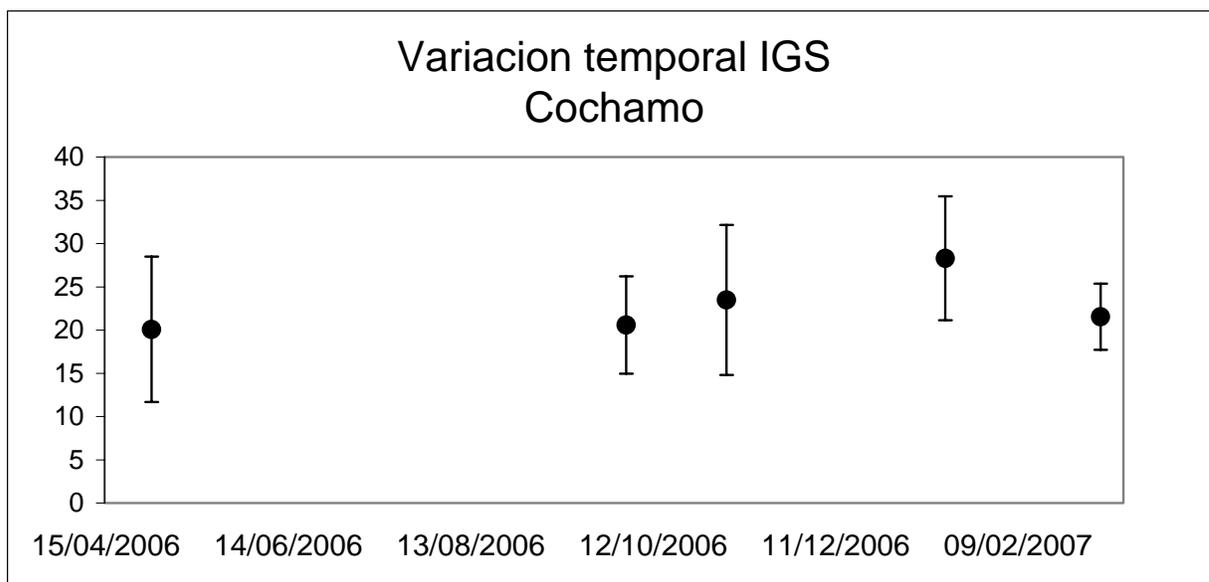


Figura 44. Índice Gonado Somático (IGS) de *Mytilus chilensis* obtenido de ejemplares provenientes de bancos naturales de la localidad de Cochamó. Los valores del IGS están expresados en porcentaje.

Cruceros

Fechas Nº	17/04/2006 1	02/08/2006 2	29/09/2006 3	31/10/2006 4	13/12/2006 5	11/01/2007 6	02/03/2007 7
IGS		18.07	27.54	23.80		27.13	28.50
ds IGS		9.18	5.73	5.30		4.10	5.89
Longitud		56.61	74.14	70.32		72.3	63.46
ds longitud		6.25	4.91	7.19		5.9	3.71
n ejemplares		38	49	50		50	50

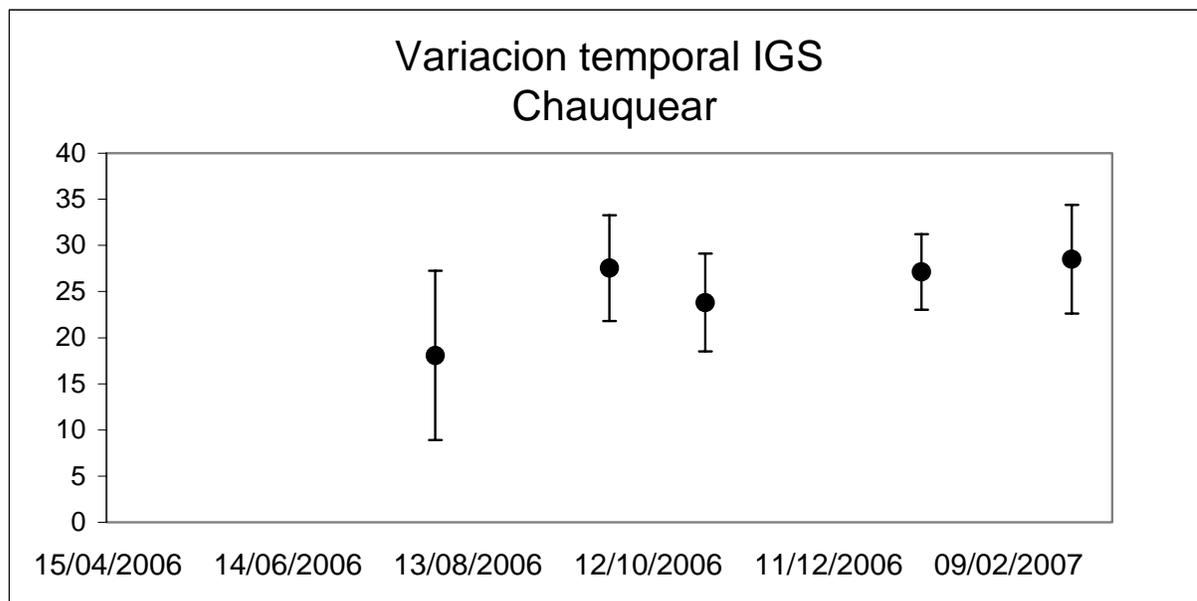


Figura 45. Índice Gonado Somático (IGS) de *Mytilus chilensis* obtenido de ejemplares provenientes de cultivos de la localidad de Chauquear. Los valores del IGS están expresados en porcentaje.

Cruceros

Fechas Nº	18/04/2006 1	01/08/2006 2	28/09/2006 3	30/10/2006 4	22/11/2006 5	27/12/2006 6	08/02/2007 7
IGS	24.69	23.07	26.52	24.63	30.86	28.28	
ds IGS	4.83	6.78	6.15	4.95	6.01	4.52	
Longitud	62.83	58.82	60.98	58.56	56.43	56.7	
ds longitud	4.06	5.23	4.89	3.99	4.15	3.2	
n ejemplares	49	50	50	50	50	50	

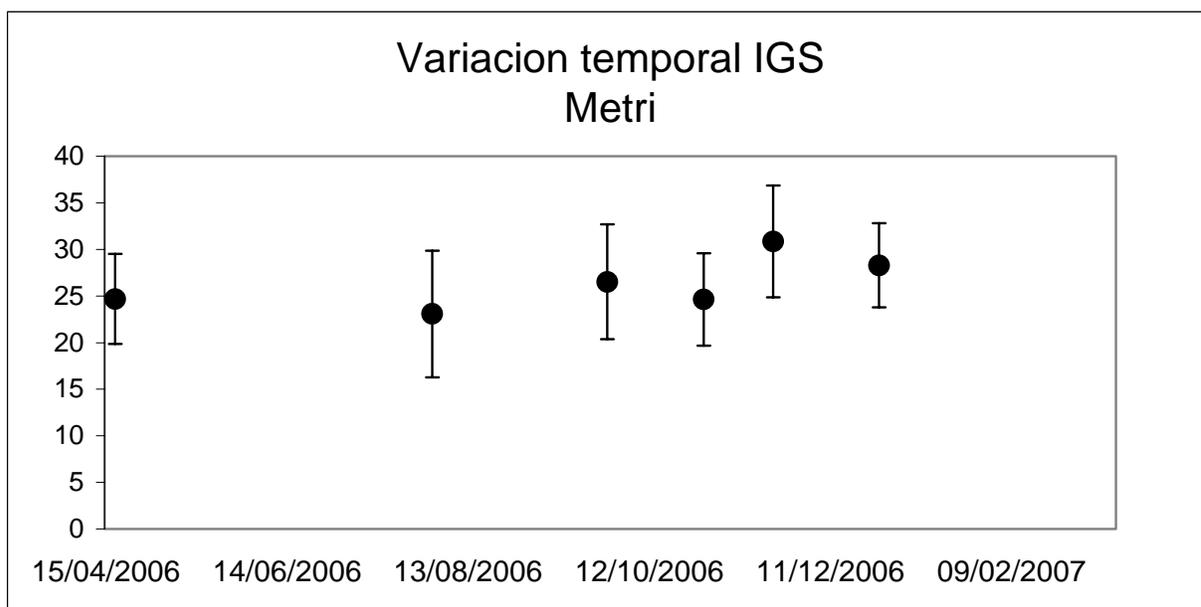


Figura 46. Índice Gonado Somático (IGS) de *Mytilus chilensis* obtenido de ejemplares provenientes de bancos naturales de la localidad de Metri. Los valores del IGS están expresados en porcentaje.

Cruceros

Fechas Nº	01/05/2006 1	14/08/2006 2	04/10/2006 3	07/11/2006 4	06/12/2006 5	19/01/2007 6	15/03/2007 7
IGS	26.66		30.15	30.69	31.58	26.32	31.26
ds IGS	6.48		5.82	5.65	4.74	7.94	5.68
Longitud	59.22		60.86	52.29	63.24	62.9	59.74
ds longitud	5.74		4.54	3.36	3.87	6.2	4.84
n ejemplares	50		50	48	50	50	50

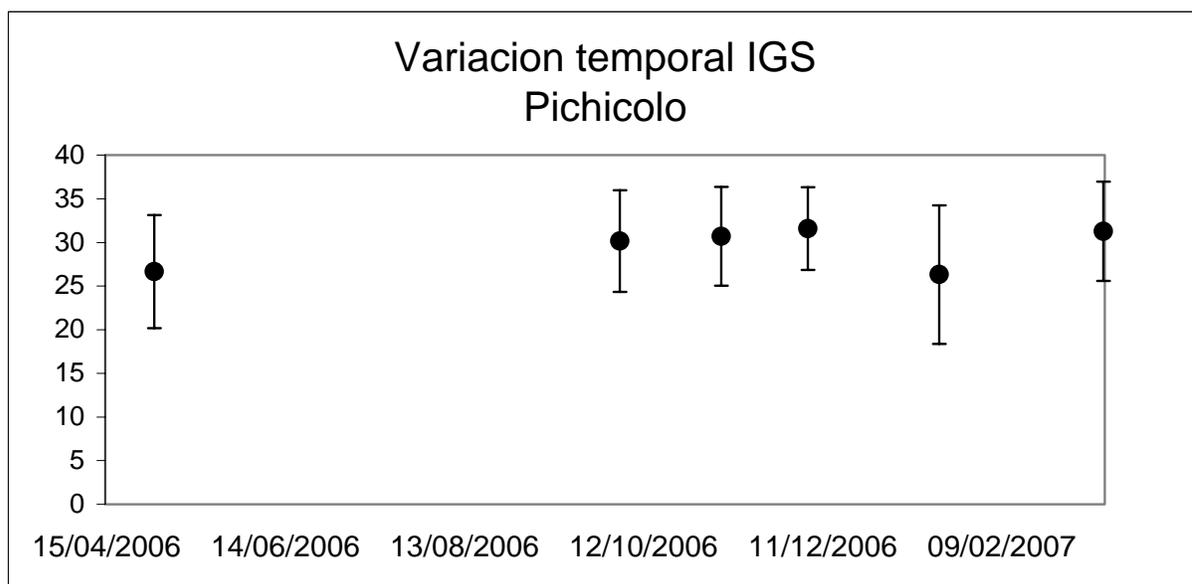


Figura 47. Indice Gonado Somático (IGS) de *Mytilus chilensis* obtenido de ejemplares provenientes de bancos naturales de la localidad de Pichicolo. Los valores del IGS están expresados en porcentaje.

Cruceros

Fechas Nº	09/05/2006 1	07/08/2006 2	12/10/2006 3	19/11/2006 4	28/11/2006 5	03/01/2007 6	09/02/2007 7
IGS	20.41	24.21	26.40	27.36	29.13	30.21	24.45
ds IGS	5.82	5.17	5.95	6.44	5.03	5.31	5.20
Longitud	56.20	60.23	62.71	6.38	63.28	63.1	61.27
ds longitud	2.74	5.42	4.87	0.76	6.68	4.0	6.19
n ejemplares	66	44	50	50	50	50	50

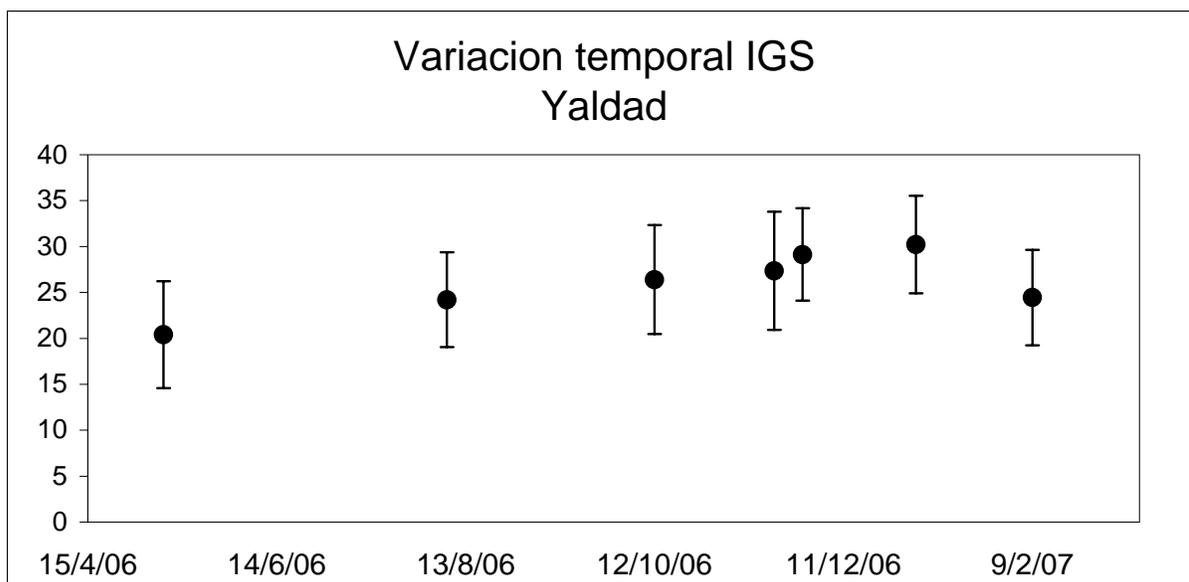


Figura 48. Índice Gonado Somático (IGS) de *Mytilus edulis chilensis* obtenido de ejemplares provenientes de bancos naturales de la localidad de Yaldad. Los valores del IGS están expresados en porcentaje.

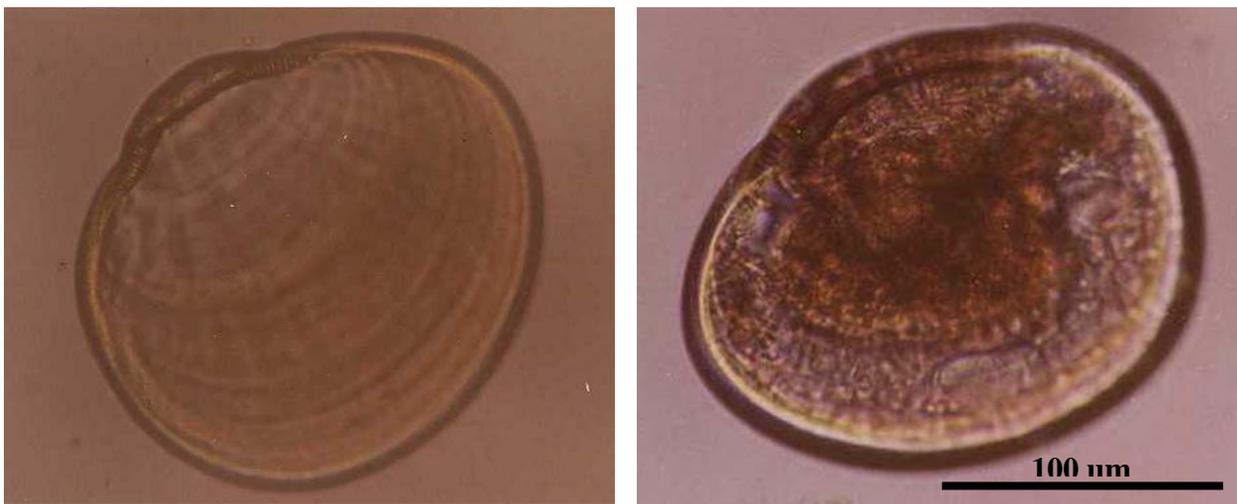


Figura 49. Larvas de Mitilidae en etapa de veliconcha tipo knobby obtenidas mediante arrastre de red para plancton en la localidad de chauquear durante el muestreo correspondiente al mes de abril del 2006. Estas larvas fueron identificadas en el Laboratorio de Malacología de la estación Montemar bajo la supervisión de la Dra. Bernardita Campos.

Controles

Fechas	30/04/2006	15/08/2006	03/10/2006	05/11/2006	05/12/2006	16/01/2007	08/03/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.67	0.00	0.52	57.12	473.68	86.52	42.17
Prom 10 m	4.76	0.63	5.30	30.13	44.97	109.68	6.87
ds 5m	1.38	0.00	0.30	48.56	770.40	88.08	32.43
ds 10m	5.58	0.13	8.49	26.52	53.01	10.60	5.96
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	30/04/2006	15/08/2006	03/10/2006	05/11/2006	05/12/2006	16/01/2007	08/03/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.81	0.19	0.43	68.77	89.06	40.85	4.14
Prom 10 m	14.20	0.12	0.00	29.32	2331.56	266.15	8.51
ds 5m	1.40	0.34	0.19	113.39	79.35	15.87	3.33
ds 10m	24.60	0.22	0.00	24.18	2396.87	32.48	13.81
n	3	3	3	3	3	3	3

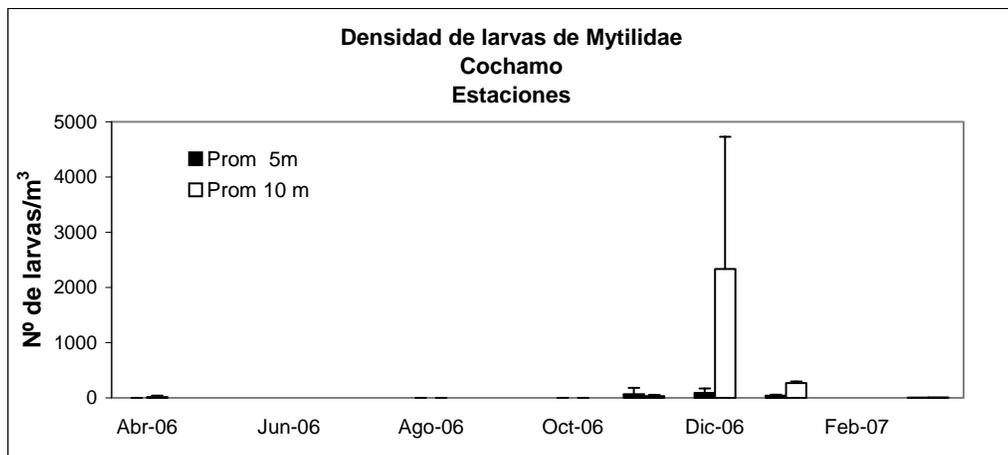
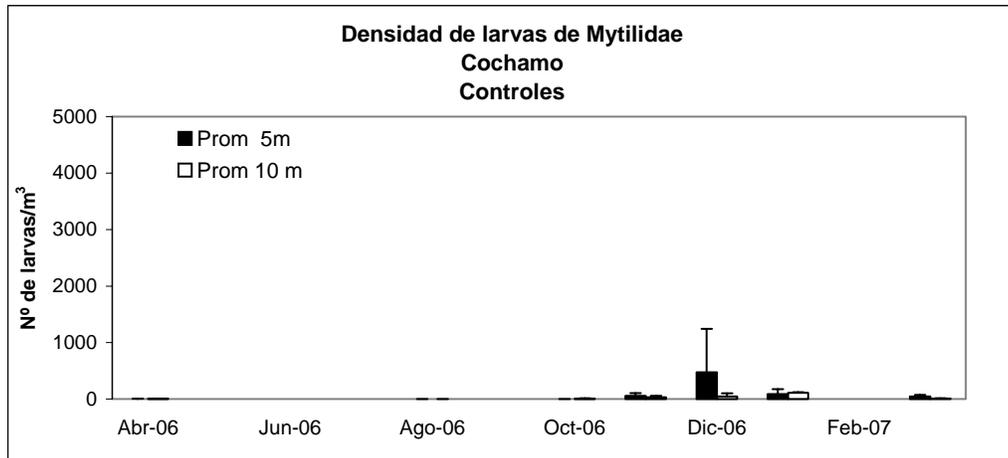


Figura 50. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Mytilidae presentes en la localidad de Cochamó.

Controles

Fechas	17/04/2006	02/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	13/12/2006	11/01/2007	02/03/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	11.57	0.03	0.18	4.89	42.51	2.06	4.40
Prom 10 m	67.23	2.20	0.17	3.15	26.89	1.36	4.55
ds 5m	10.70	0.06	0.31	4.26	23.09	1.61	0.21
ds 10m	37.23	2.03	0.30	2.23	23.29	0.63	0.92
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	17/04/2006	02/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	13/12/2006	11/01/2007	02/03/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.87	0.03	0.70	3.01	132.74	2.25	1.97
Prom 10 m	0.89	0.10	0.85	0.78	81.17	3.43	3.65
ds 5m	0.83	0.06	0.83	0.17	67.61	1.59	0.93
ds 10m	1.06	0.08	0.92	1.10	100.89	1.59	1.48
n	3	3	3	3	3	3	3

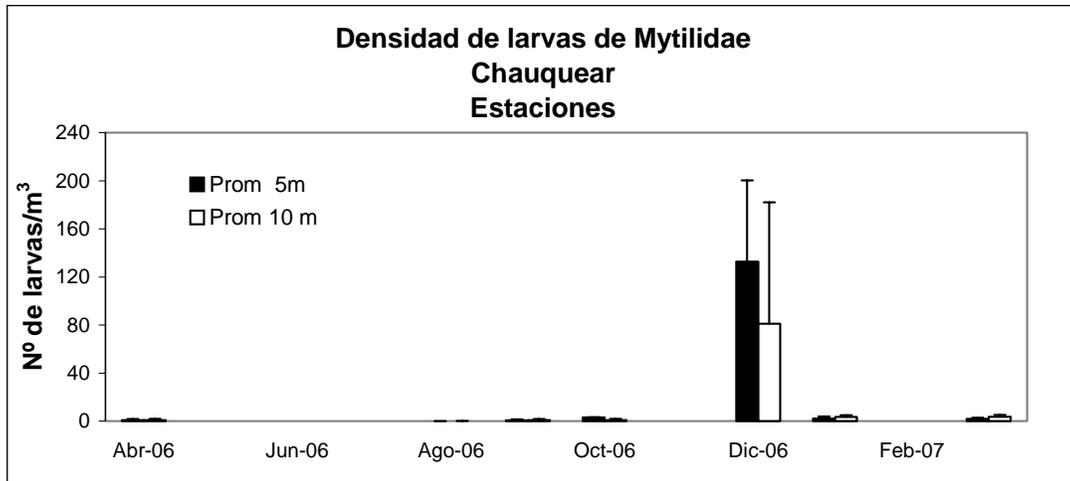
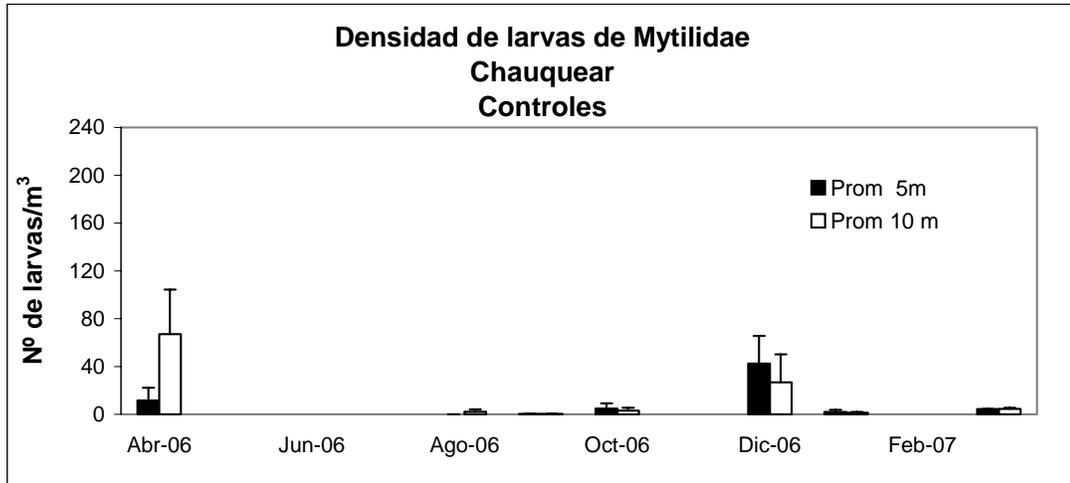


Figura 51. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Mytilidae presentes en la localidad de Chauquear

Controles							
Fechas	18/04/2006	01/08/2006	28/09/2006	30/10/2006	22/11/2006	27/12/2006	08/02/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	3.58	0.32	0.00	7.44	69.86	2.15	1.85
Prom 10 m	4.35	1.06	0.00	10.93	122.02	5.33	16.58
ds 5m	1.85	0.21	0.00	0.78	12.00	0.46	0.64
ds 10m	2.43	1.18	0.00	8.20	80.75	2.26	16.45
n	3	3	3	3	2	3	3

Estaciones							
Fechas	18/04/2006	01/08/2006	28/09/2006	30/10/2006	22/11/2006	27/12/2006	08/02/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	6.39	0.18	1.51	8.90	186.17	13.23	2.96
Prom 10 m	9.71	0.37	0.00	7.52	149.38	7.34	11.25
ds 5m	5.53	0.16	2.20	6.16	25.30	11.02	4.34
ds 10m	10.02	0.24	0.00	1.51	68.90	9.37	15.98
n	3	3	3	3	3	3	3

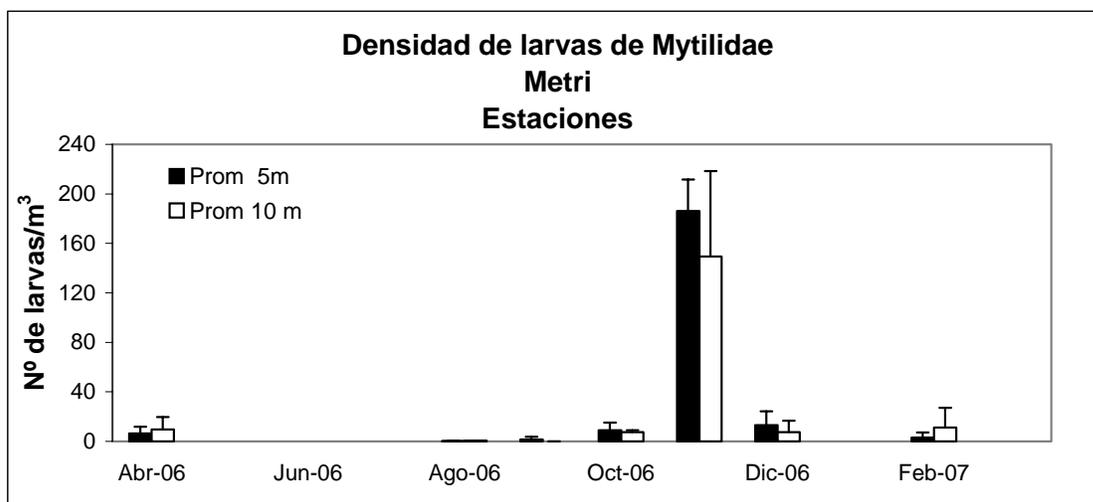
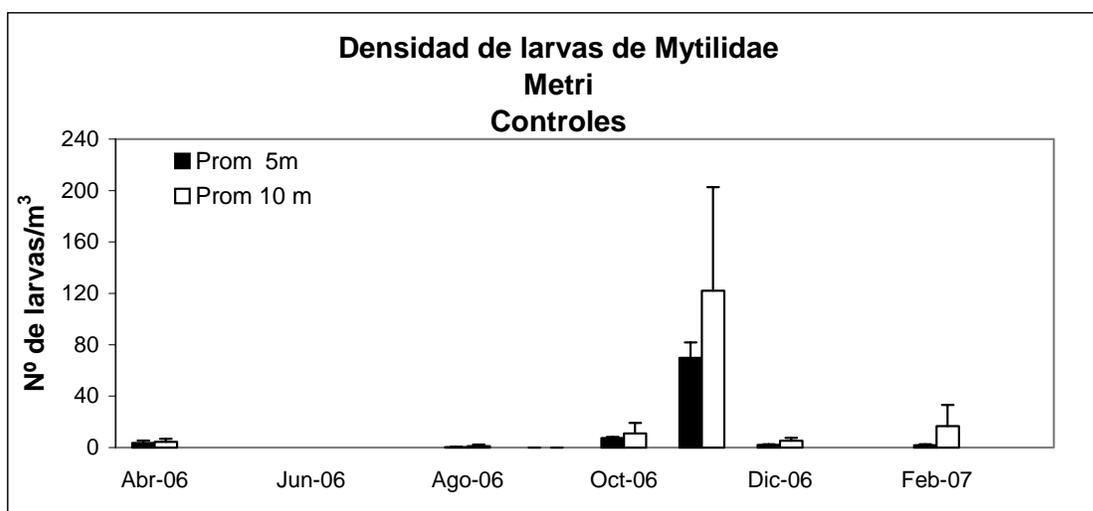


Figura 52. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Mytilidae presentes en la localidad de Metri

**Controles**

Fechas Nº Crucero	01/05/2006 1	14/08/2006 2	04/10/2006 3	07/11/2006 4	06/12/2006 5	19/01/2007 6	15/03/2007 7
Prom 5m	0.62	0.95	2.52	294.89	28.95	1236.29	12.82
Prom 10 m	4.16	3.65	0.67	808.04	239.83	438.42	4.08
ds 5m	0.46	1.30	2.53	240.59	14.29	498.28	19.62
ds 10m	2.67	3.47	0.11	593.22	125.04	333.84	0.86
n	3	3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas Nº Crucero	01/05/2006 1	14/08/2006 2	04/10/2006 3	07/11/2006 4	06/12/2006 5	19/01/2007 6	15/03/2007 7
Prom 5m	12.97	0.72	12.21	582.35	266.34	544.10	0.90
Prom 10 m	8.63	0.51	4.58	905.69	151.03	227.77	3.45
ds 5m	6.94	0.34	14.00	771.35	360.01	462.45	1.02
ds 10m	1.30	0.11	4.48	853.09	146.65	79.43	3.34
n	3	3	3	3	3	3	3

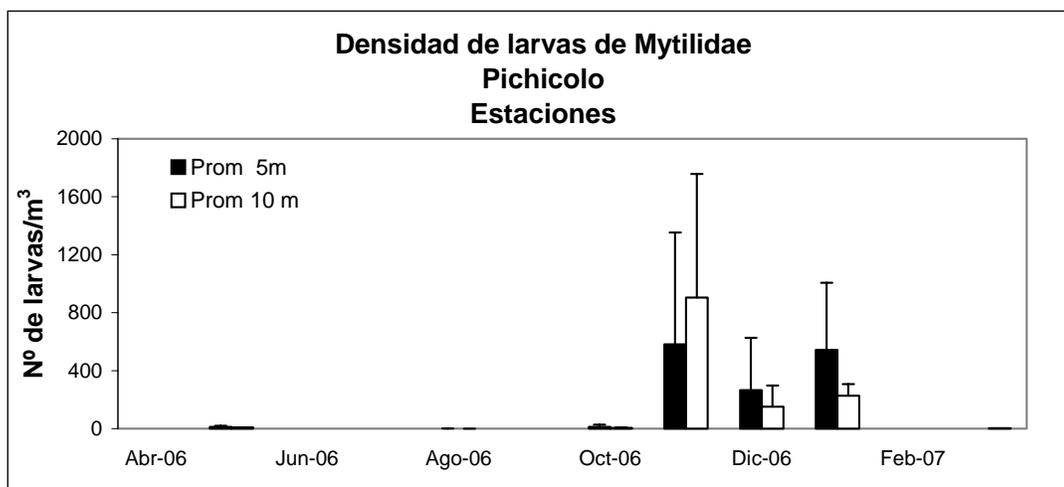
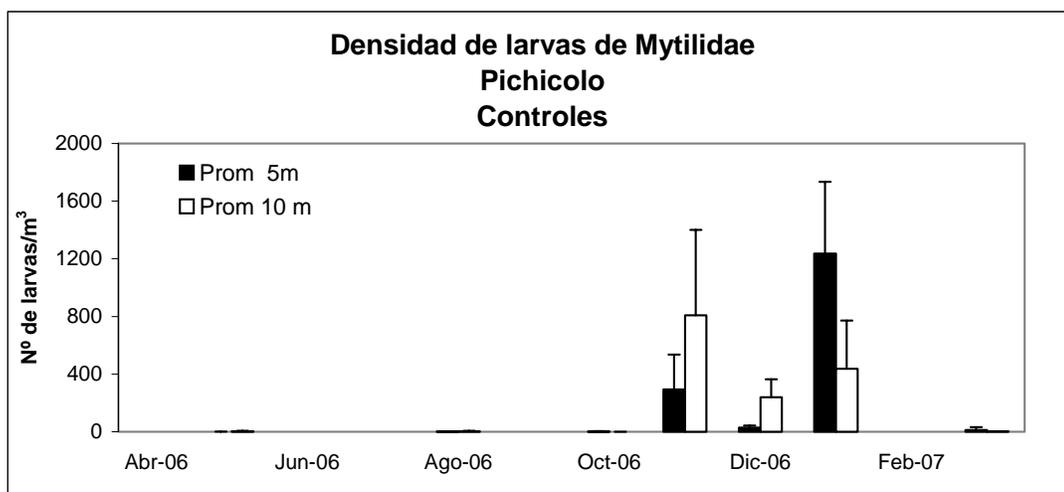


Figura 53. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Mytilidae presentes en la localidad de Pichicolo.

Controles

Fechas	09/05/2006	07/08/2006	12/10/2006	19/11/2006	01/12/2006	03/01/2007	09/02/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.00	0.69	0.00	62.68	22.73	4.00	1.44
Prom 10 m	0.00	0.98	0.00	36.86	43.85	4.91	2.55
ds 5m	0.00	0.76	0.00	90.01	6.26	0.81	1.04
ds 10m	0.00	0.74	0.00	12.31	13.48	2.04	2.18
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	09/05/2006	07/08/2006	12/10/2006	19/11/2006	01/12/2006	03/01/2007	09/02/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.00	0.78	0.00	101.37	224.81	4.34	19.21
Prom 10 m	0.09	1.76	0.44	39.33	369.02	2.23	13.75
ds 5m	0.00	0.32	0.00	62.71	36.00	2.01	14.03
ds 10m	0.16	1.40	0.76	47.86	108.94	0.80	4.87
n	3	3	3	3	3	3	3

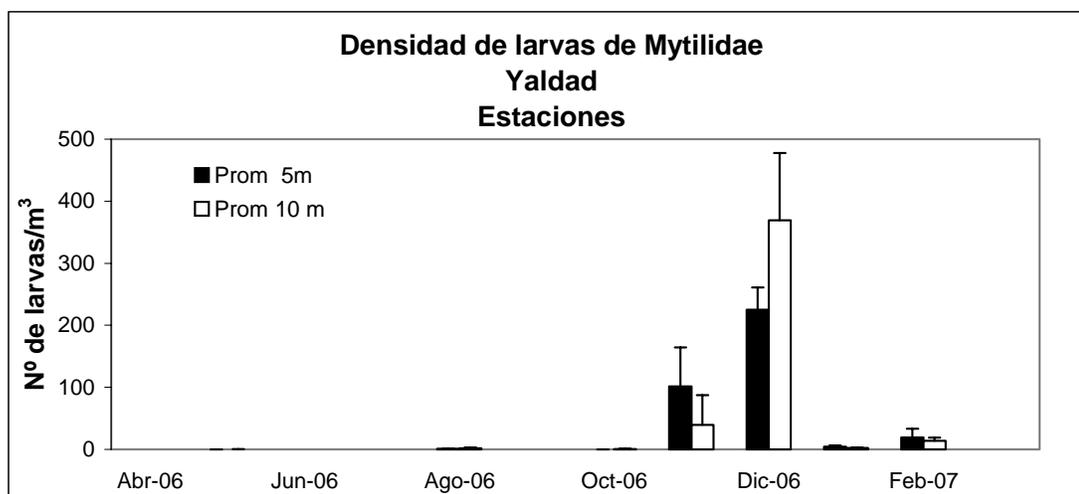
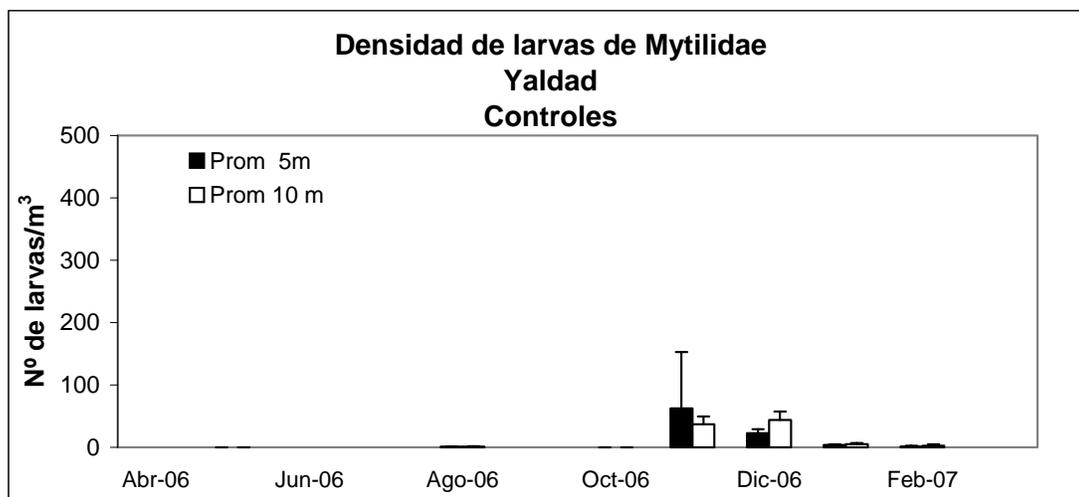


Figura 54. Variación temporal de la densidad de larvas de la familia Mytilidae presentes en la localidad de Yaldad

**Controles**

Fechas Nº Crucero	Abr-06 1	Ago-06 2	Sep-06 3	Oct-06 4	Nov-06 5	Ene-07 6	Mar-07 7
Chauquear	39,40	1,12	0,18	4,02	34,70	1,71	4,48
metri	3,96	0,69	0,00	9,18	95,94	3,74	9,22
cochamo	3,21	0,31	2,91	43,63	259,32	98,10	24,52
pichicolo	2,39	2,30	1,59	551,47	134,39	837,35	8,45
yaldad	0,00	0,83	0,00	49,77	33,29	4,45	1,99

**Estaciones**

Fechas Nº Crucero	Abr-06 1	Ago-06 2	Sep-06 3	Oct-06 4	Nov-06 5	Ene-07 6	Mar-07 7
Chauquear	0,88	0,06	0,77	1,89	106,95	2,84	2,81
metri	8,05	0,28	0,76	8,21	167,77	10,28	7,10
cochamo	7,51	0,16	0,22	49,05	1210,31	153,50	6,32
pichicolo	10,80	0,62	8,39	744,02	208,69	385,93	2,17
yaldad	0,05	1,27	0,22	70,35	296,91	3,29	16,48

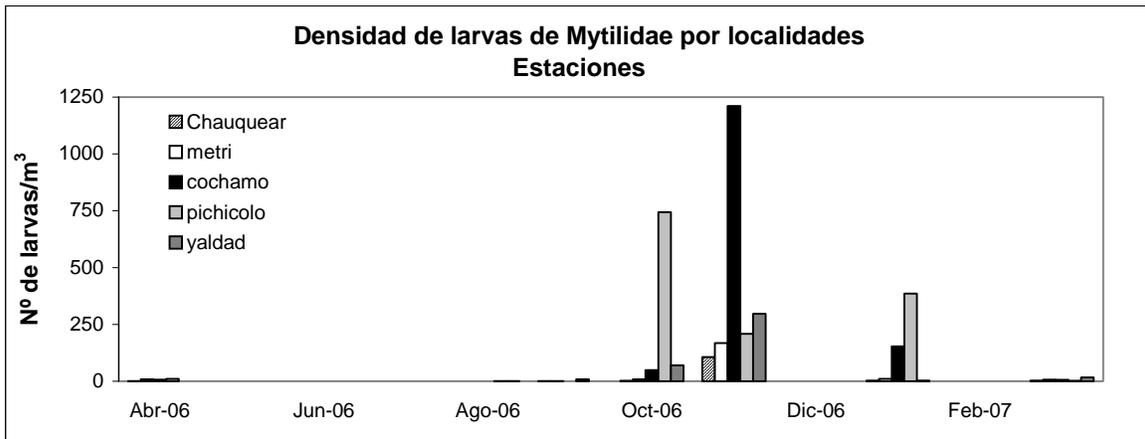
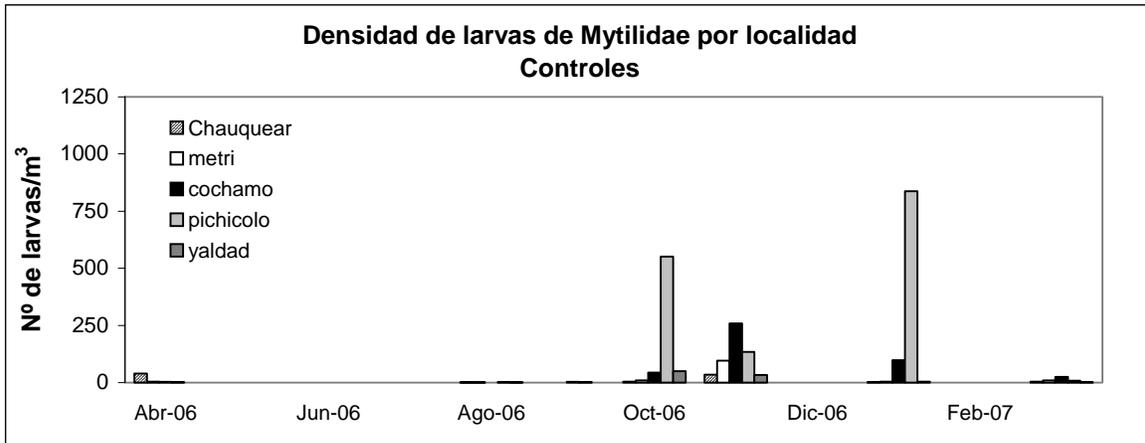


Figura 55. Densidad de larvas de Mytilidae por localidad

Controles							
Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			2.16	14.91	22.23	74.17	1.83
veligeras			0.68	12.53	78.18	9.79	4.34
precompetentes			0.07	16.18	158.92	14.14	18.97
ds larvas D			4.50	17.42	44.03	47.98	4.06
ds veligeras			1.52	12.03	164.88	6.73	5.62
ds precompetentes			0.17	11.93	333.46	11.92	23.36
n			6	6	6	6	6

Estaciones							
Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.00	17.96	96.05	134.71	0.60
veligeras			0.11	15.08	460.87	11.41	2.72
precompetentes			0.11	16.00	653.39	7.37	3.00
ds larvas D			0.00	34.60	149.65	117.63	1.41
ds veligeras			0.17	23.66	777.56	11.09	4.35
ds precompetentes			0.26	18.99	1030.82	4.77	5.15
n			6	6	6	6	6

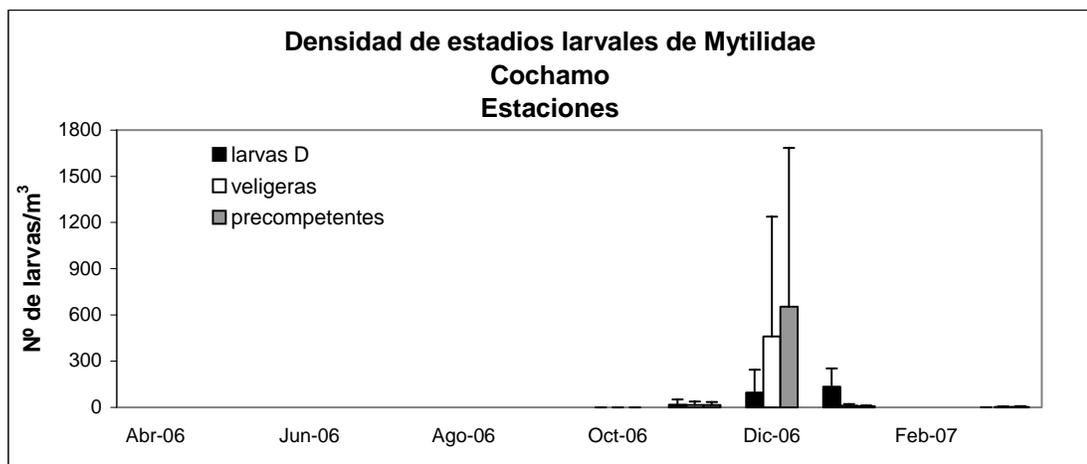
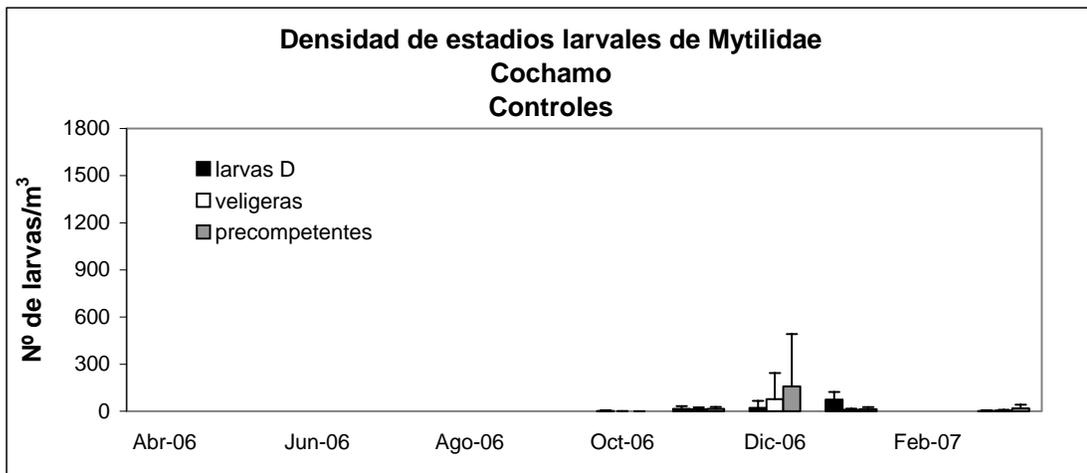


Figura 56. Densidad de estadios larvales de Mytilidae en Cochamó

Controles							
Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.18	0.98	9.72	0.05	2.49
veligeras			0.00	2.16	12.57	1.04	1.97
precompetentes			0.00	0.96	12.41	0.62	1.31
ds larvas D			0.27	1.24	7.04	0.13	4.14
ds veligeras			0.00	1.73	7.23	0.60	3.42
ds precompetentes			0.00	1.20	9.46	0.68	1.64
n			6	6	6	6	6

Estaciones							
Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.77	0.49	16.76	0.99	5.91
veligeras			0.21	1.00	59.47	1.11	4.59
precompetentes			0.00	0.40	30.72	0.74	4.28
ds larvas D			0.79	0.37	14.05	0.85	7.86
ds veligeras			0.33	0.77	56.06	0.67	4.49
ds precompetentes			0.00	0.42	21.17	0.37	6.21
n			6	6	6	6	6

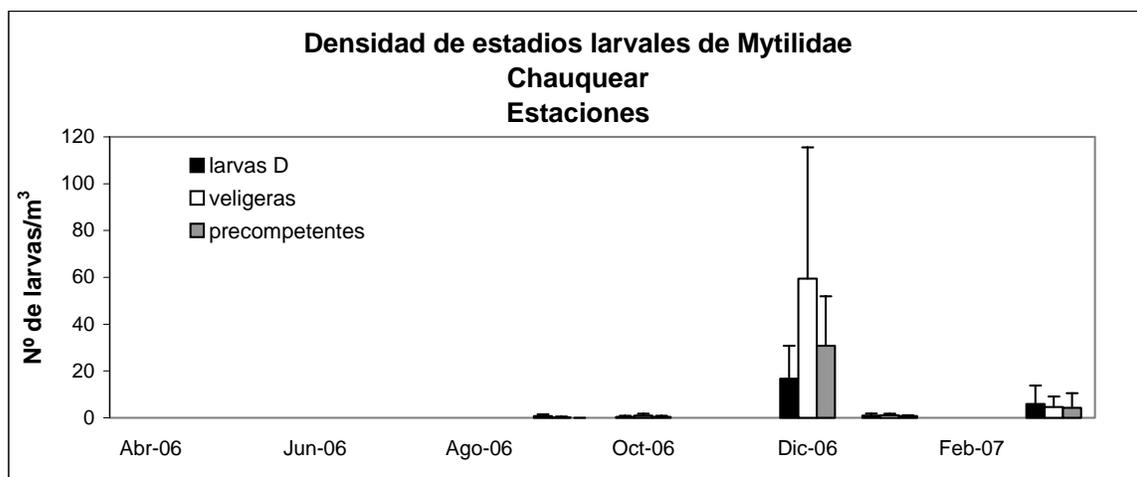
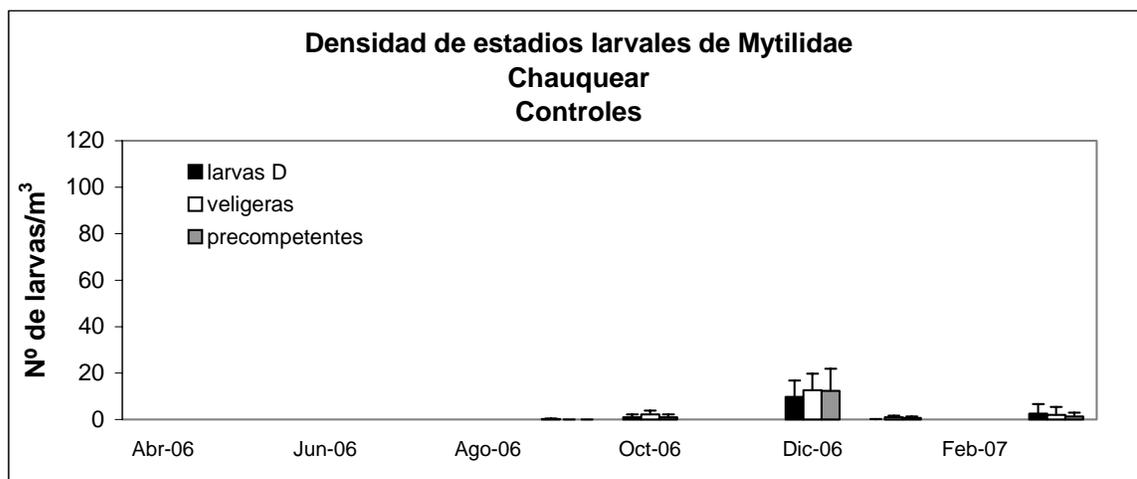


Figura 57. Densidad de estadios larvales de Mytilidae en Chauquear

**Controles**

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.00	2.40	64.65	0.19	1.02
veligeras			0.00	3.99	18.38	1.38	3.52
precompetentes			0.00	2.79	12.92	2.17	4.67
ds larvas D			0.00	1.72	52.70	0.29	1.68
ds veligeras			0.00	2.78	4.57	1.10	5.32
ds precompetentes			0.00	1.89	6.84	1.13	6.74
n			6	6	6	6	6

**Estaciones**

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.62	2.74	97.53	0.12	0.13
veligeras			0.13	3.19	44.71	5.13	4.05
precompetentes			0.00	2.28	25.54	5.03	2.86
ds larvas D			1.29	1.95	40.73	0.30	0.33
ds veligeras			0.33	1.46	26.49	5.53	6.51
ds precompetentes			0.00	0.95	17.15	4.41	4.96
n			6	6	6	6	6

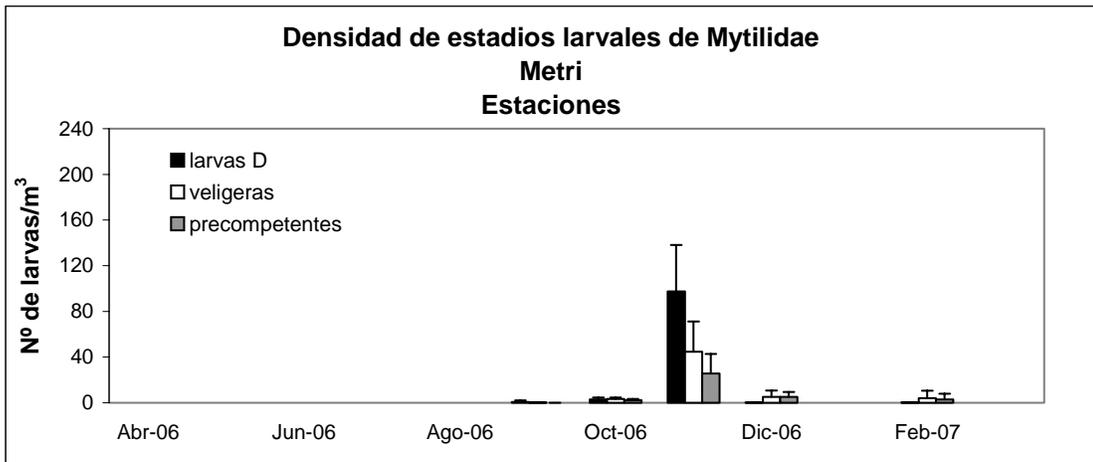
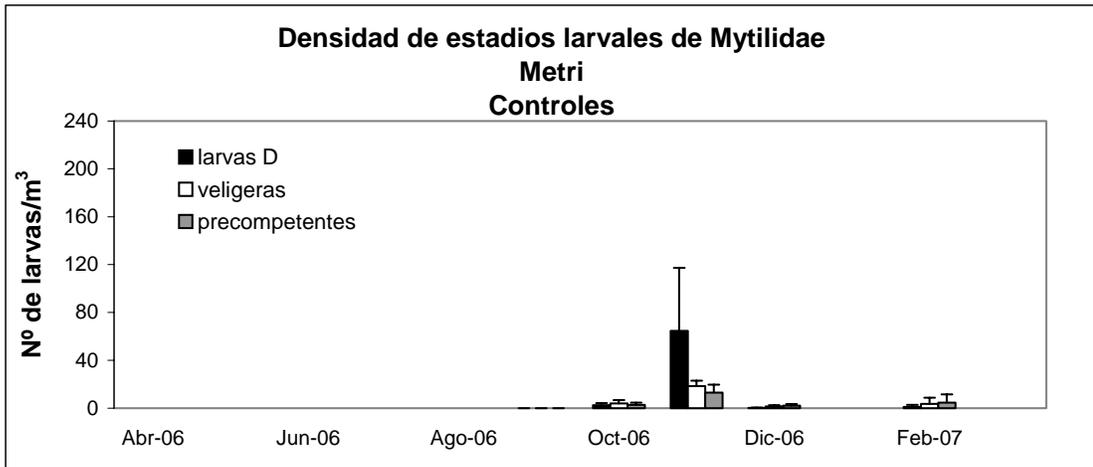


Figura 58. Densidad de estadios larvales de Mytilidae en Metri

Controles							
Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.49	139.52	0.00	0.66	7.97
veligeras			1.11	140.74	0.08	1.94	0.28
precompetentes			0.00	271.13	134.31	834.76	0.20
ds larvas D			0.29	139.21	0.00	1.18	12.82
ds veligeras			1.84	164.81	0.20	2.58	0.44
ds precompetentes			0.00	224.83	140.10	578.91	0.22
n			6	6	6	6	6

Estaciones							
Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			2.00	196.08	4.32	0.14	1.83
veligeras			6.39	246.26	12.80	12.86	0.09
precompetentes			0.00	301.68	191.57	372.93	0.26
ds larvas D			2.77	229.66	8.85	0.34	2.76
ds veligeras			7.52	244.89	22.73	30.51	0.21
ds precompetentes			0.00	288.16	222.87	353.45	0.63
n			6	6	6	6	6

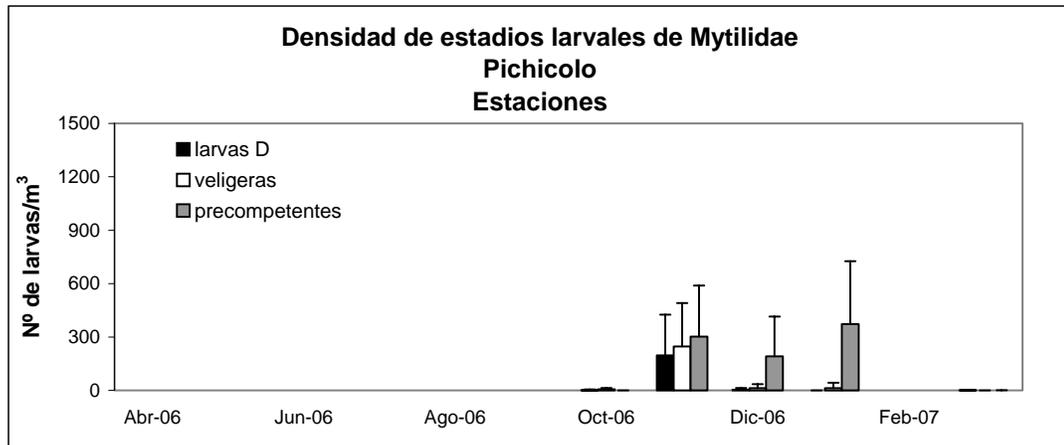
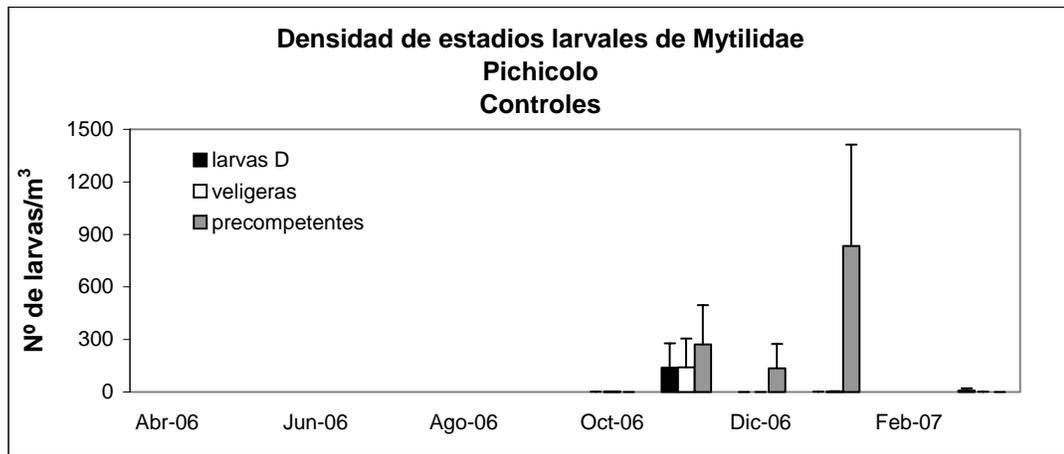


Figura 59. Densidad de estadios larvales de Mytilidae en Pichicolo

Controles							
Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	01/12/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.00	20.28	15.20	0.63	0.26
veligeras			0.00	13.37	10.56	1.72	0.60
precompetentes			0.00	15.52	7.53	2.10	1.13
ds larvas D			0.00	22.36	8.65	0.70	0.27
ds veligeras			0.00	11.87	5.92	0.87	0.54
ds precompetentes			0.00	25.70	5.35	0.90	0.97
n			6	6	6	6	6

Estaciones							
Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	01/12/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
larvas D			0.11	25.69	227.47	1.29	1.06
veligeras			0.11	32.74	48.46	1.23	5.32
precompetentes			0.00	11.92	20.98	0.76	10.10
ds larvas D			0.27	19.12	100.01	1.71	0.47
ds veligeras			0.27	33.12	10.33	0.72	2.96
ds precompetentes			0.00	10.20	9.81	0.26	7.03
n			6	6	6	6	6

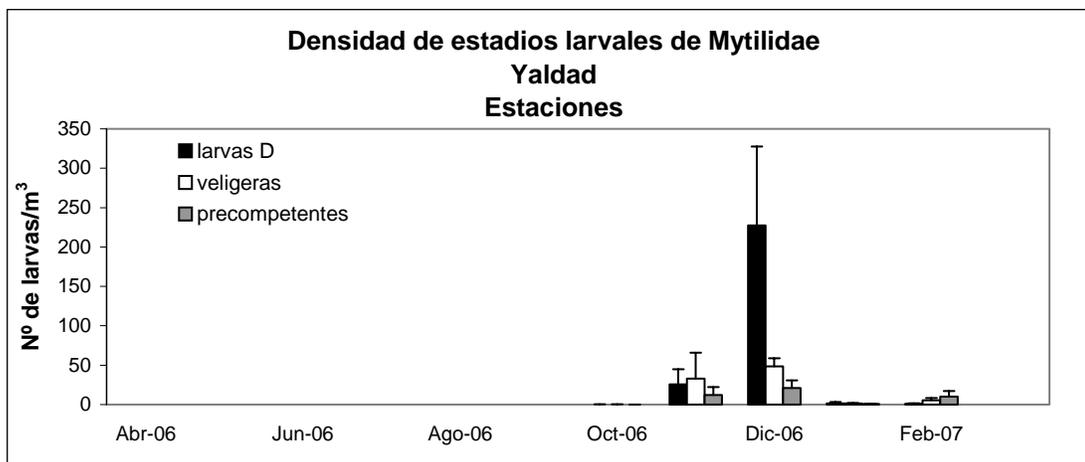
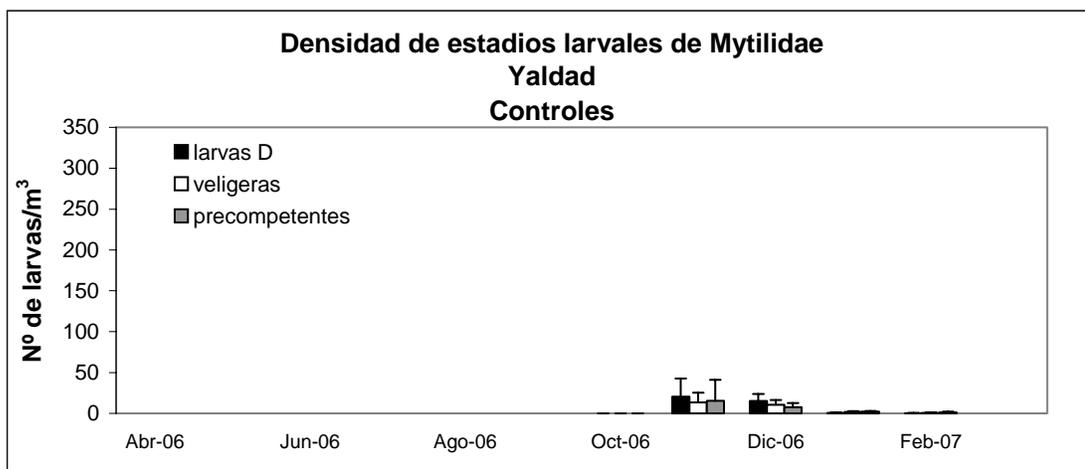


Figura 60. Densidad de estadios larvales de Mytilidae en Yaldad

Controles						
Fechas	30/04/2006	15/08/2006	03/10/2006	05/11/2006	05/12/2006	16/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	0.58	1.44	21.35	17.69	1.15	2.13
Prom 10 m	0.51	0.62	2.77	2.10	2.01	0.62
ds 5m	0.08	0.19	3.42	4.74	0.78	0.54
ds 10m	0.16	0.12	1.35	1.32	0.43	0.10
n	3	3	3	3	3	3

Estaciones						
Fechas	30/04/2006	15/08/2006	03/10/2006	05/11/2006	05/12/2006	16/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	0.58	0.97	17.43	7.67	1.47	1.18
Prom 10 m	0.69	0.61	3.27	15.08	2.40	0.89
ds 5m	0.17	0.06	14.06	6.40	0.90	0.37
ds 10m	0.08	0.05	1.02	16.95	0.51	0.08
n	3	3	3	3	3	3

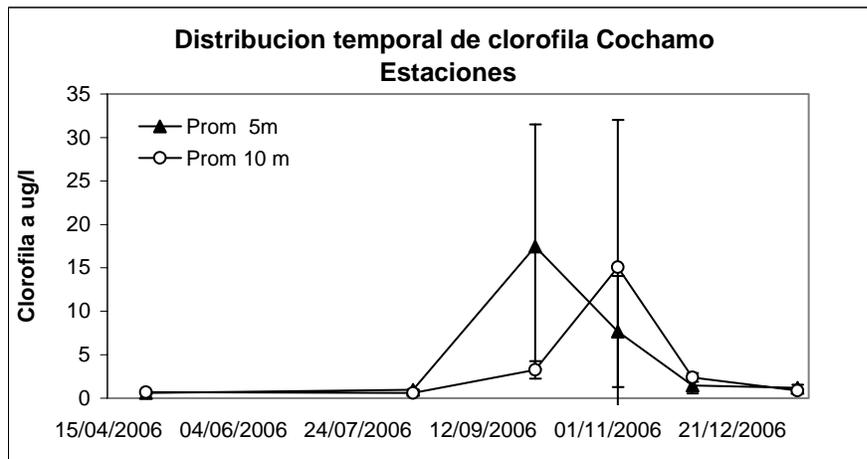
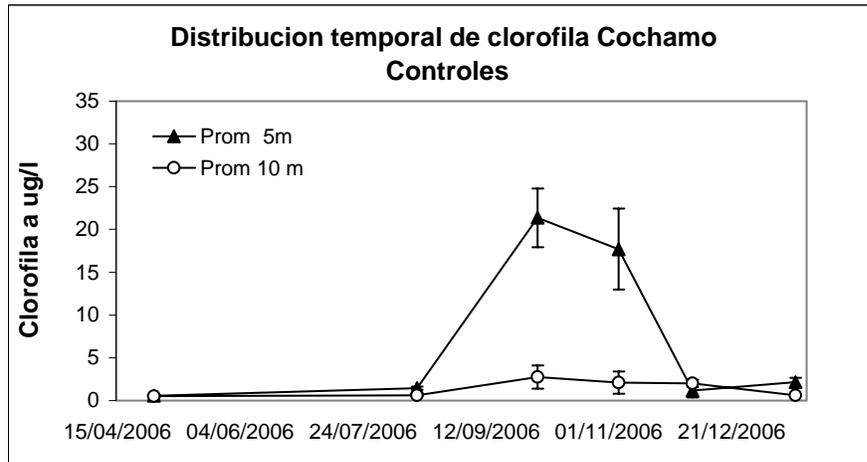


Figura 61. Variación temporal de la concentración de Clorofila a en las muestras de agua provenientes de la localidad de Cochamó.

**Controles**

Fechas	17/04/2006	02/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	13/12/2006	11/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	0.09	0.85	2.78	3.78	7.72	1.65
Prom 10 m	0.06	0.56	0.86	6.35	7.11	0.70
ds 5m	0.02	0.12	0.84	3.43	3.10	1.38
ds 10m	0.01	0.15	0.27	6.62	0.94	0.20
n	3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas	17/04/2006	02/08/2006	29/09/2006	31/10/2006	13/12/2006	11/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	1.40	0.63	0.94	4.52	3.19	3.87
Prom 10 m	0.37	0.49	0.78	7.33	2.35	1.18
ds 5m	1.73	0.10	0.28	3.26	0.80	1.38
ds 10m	0.30	0.01	0.13	3.17	1.17	0.10
n	3	3	3	3	3	3

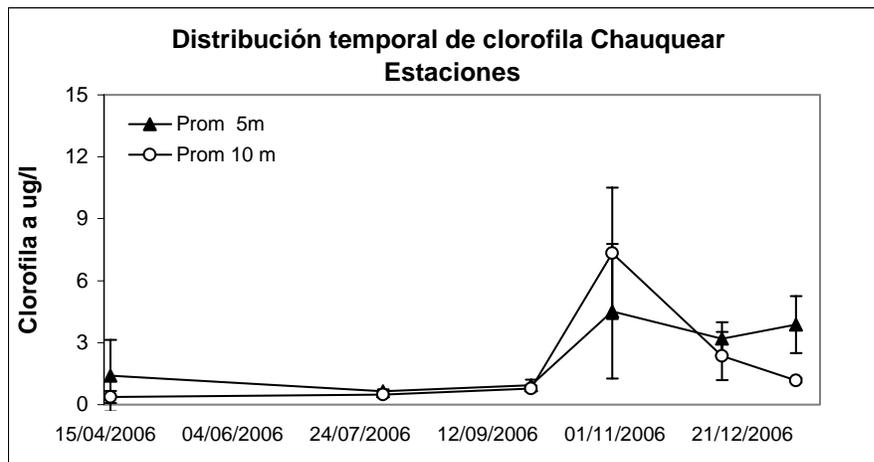
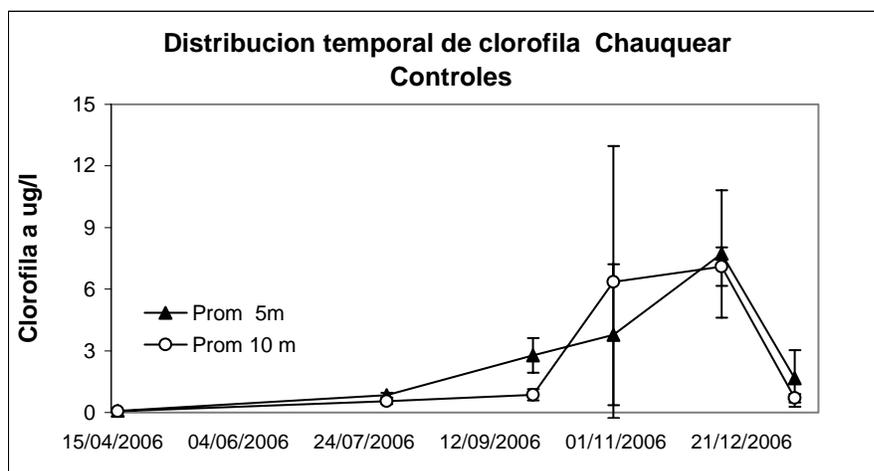


Figura 62. Variación temporal de la concentración de Clorofila a en las muestras de agua provenientes de la localidad de Chauquear.

Controles						
Fechas	18/04/2006	01/08/2006	28/09/2006	30/10/2006	22/11/2006	27/12/2006
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	1.69	0.69	0.58	5.69	6.34	3.46
Prom 10 m	0.61	0.66	0.66	0.93	4.15	2.10
ds 5m	0.61	0.24	0.20	2.80	6.65	2.03
ds 10m	0.19	0.02	0.57	0.23	2.13	0.68
n	3	3	3	3	3	3

Estaciones						
Fechas	18/04/2006	01/08/2006	28/09/2006	30/10/2006	22/11/2006	27/12/2006
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	0.69	0.80	0.37	3.06	0.56	3.18
Prom 10 m	0.65	0.75	0.39	1.19	0.16	2.14
ds 5m	0.24	0.33	0.21	1.66	0.37	1.26
ds 10m	0.07	0.10	0.13	0.68	0.09	1.01
n	3	3	3	3	3	3

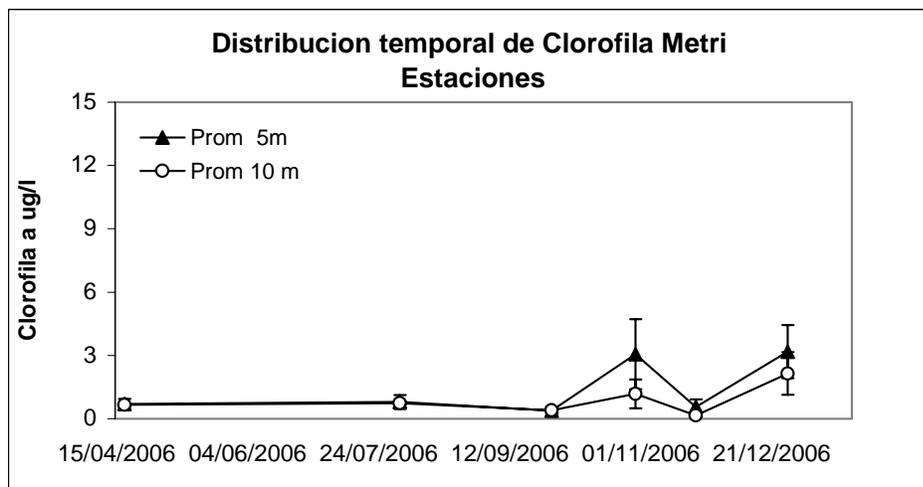
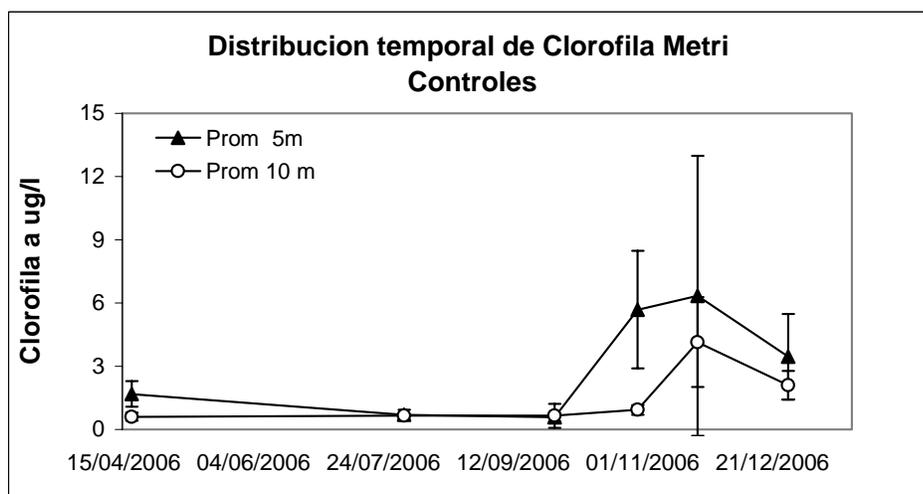


Figura 63. Variación temporal de la concentración de Clorofila a en las muestras de agua provenientes de la localidad de Metri.

Controles						
Fechas	01/05/2006	14/08/2006	04/10/2006	07/11/2006	06/12/2006	19/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	1.29	1.65	1.28	0.87	1.04	1.49
Prom 10 m	0.28	0.92	1.31	2.83	0.59	1.83
ds 5m	0.14	0.05	0.31	0.21	0.89	0.47
ds 10m	0.06	0.21	0.21	0.85	0.42	0.59
n		3	3	3	3	3

Estaciones						
Fechas	01/05/2006	14/08/2006	04/10/2006	07/11/2006	06/12/2006	19/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	0.81	0.93	1.94	3.82	3.00	3.40
Prom 10 m	0.35	0.41	1.74	2.80	1.06	1.57
ds 5m	0.51	0.16	0.46	0.51	1.25	1.05
ds 10m	0.08	0.10	0.74	1.10	0.50	0.30
n	2	3	3	3	3	3

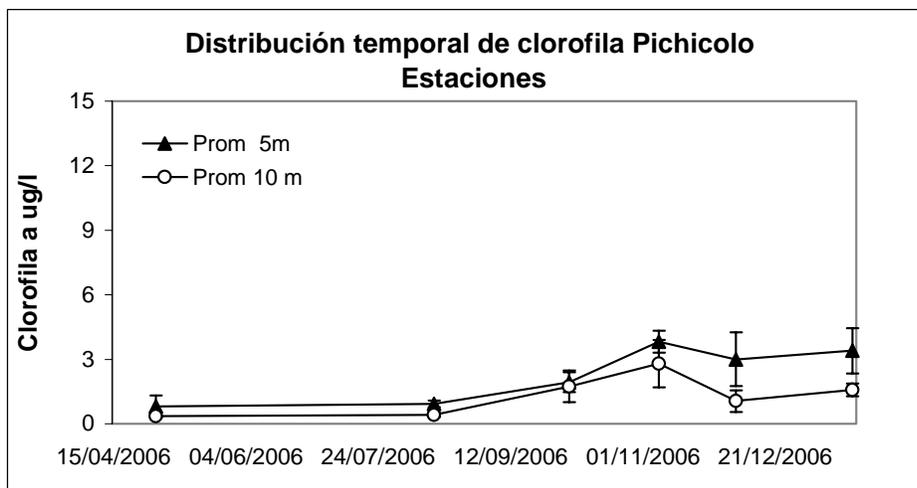
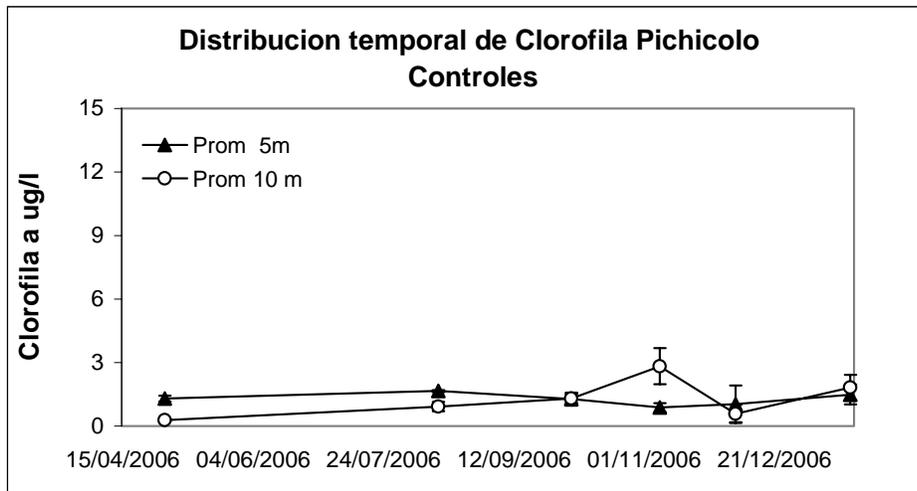


Figura 64. Variación temporal de la concentración de Clorofila a en las muestras de agua provenientes de la localidad de Pichicolo.

**Controles**

Fechas	09/05/2006	07/08/2006	12/10/2006	19/11/2006	28/11/2006	03/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	1.33	0.71	4.21	7.19	8.86	6.51
Prom 10 m	1.10	0.44	2.76	6.47	4.46	2.67
ds 5m	0.17	0.01	1.57	3.28	5.47	1.15
ds 10m	0.18	0.10	3.10	1.45	2.49	0.48
n	3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas	09/05/2006	07/08/2006	12/10/2006	19/11/2006	28/11/2006	03/01/2007
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6
Prom 5m	1.81	0.48	2.27	3.49	11.34	3.47
Prom 10 m	1.10	0.34	3.06	3.26	2.10	2.76
ds 5m	0.24	0.03	1.18	0.71	6.17	1.43
ds 10m	0.31	0.04	3.22	1.85	0.33	1.38
n	3	3	3	3	3	3

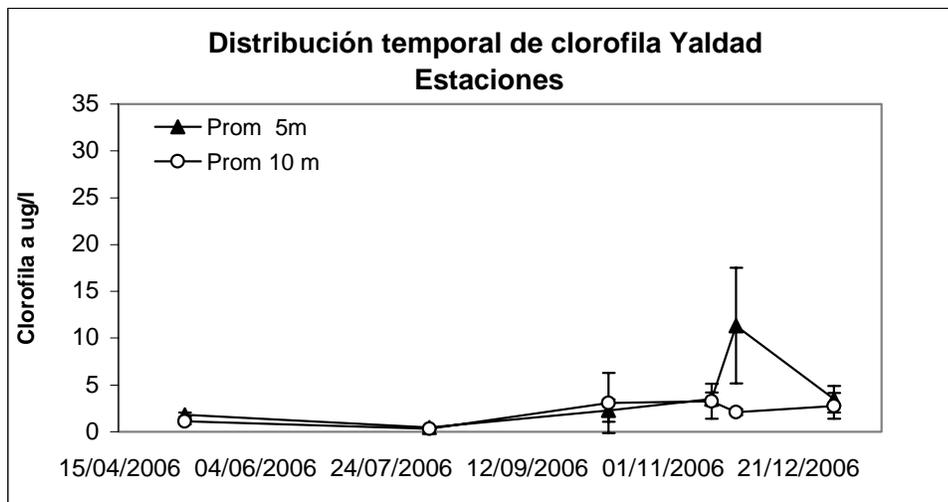
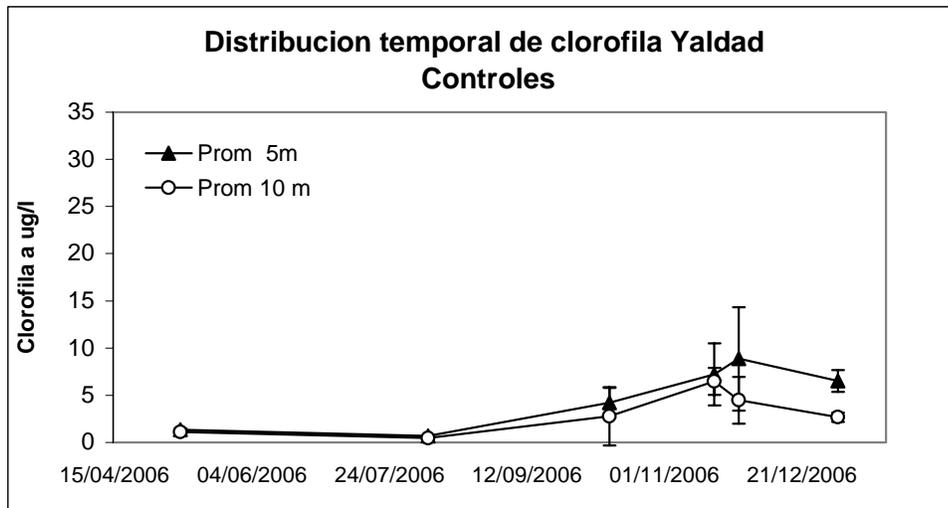


Figura 65. Variación temporal de la concentración de Clorofila a en las muestras de agua provenientes de la localidad de Yaldad.

Controles

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.77	2.33	21.60	4.90	8.97	26.27	2.70
Prom 10 m	1.63	1.57	19.77	1.67	11.73	21.87	1.77
ds 5m	0.61	1.12	6.24	1.48	2.39	0.90	1.73
ds 10m	0.15	1.10	3.75	0.85	1.76	0.31	0.50
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.37	4.80	27.77	0.83	11.57	26.50	1.67
Prom 10 m	1.70	1.13	30.80	3.07	11.43	25.50	1.77
ds 5m	0.55	7.28	4.48	0.06	0.93	6.50	0.70
ds 10m	0.53	0.85	9.90	1.15	1.12	6.62	1.10
n	3	3	3	3	3	3	3

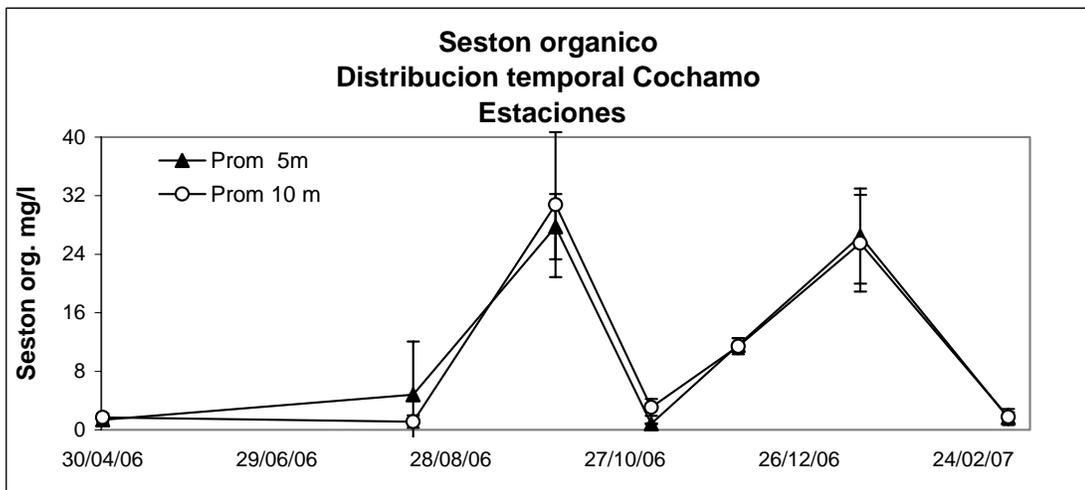
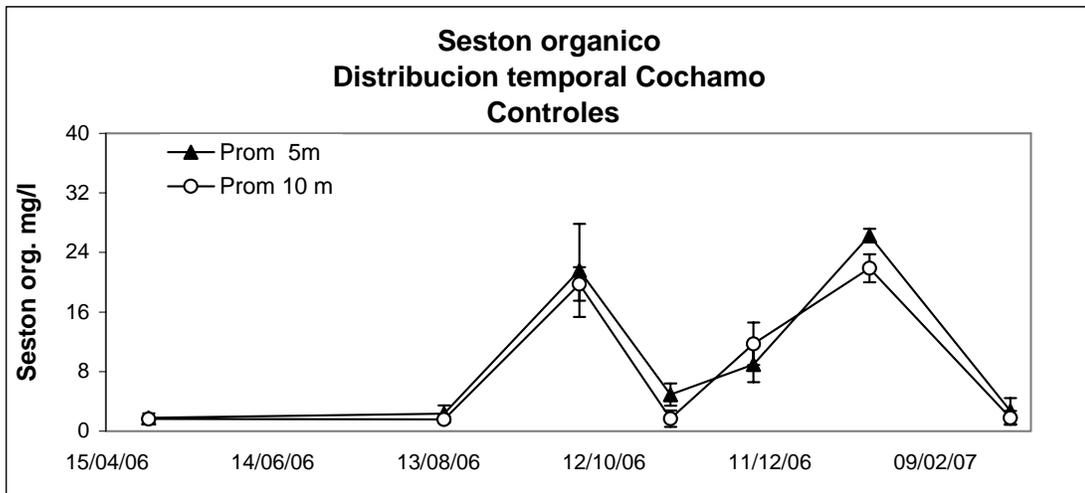


Figura 66. Variación temporal de la concentración de Seston orgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Cochamó.

**Controles**

Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		0.63	3.30	4.50	11.2	19.47	4.40
Prom 10 m		1.13	4.37	2.93	13.6	20.23	4.55
ds 5m		0.06	1.01	3.04	2.61	0.70	0.21
ds 10m		0.45	2.25	1.10	2.86	1.88	0.92
n		3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		0.70	2.73	4.60	13.2	22.17	1.97
Prom 10 m		0.70	4.43	5.03	11.57	21.23	3.65
ds 5m		0.00	0.98	1.47	2.98	4.27	0.93
ds 10m		0.20	1.21	0.78	1.12	8.71	1.48
n		3	3	3	3	3	3

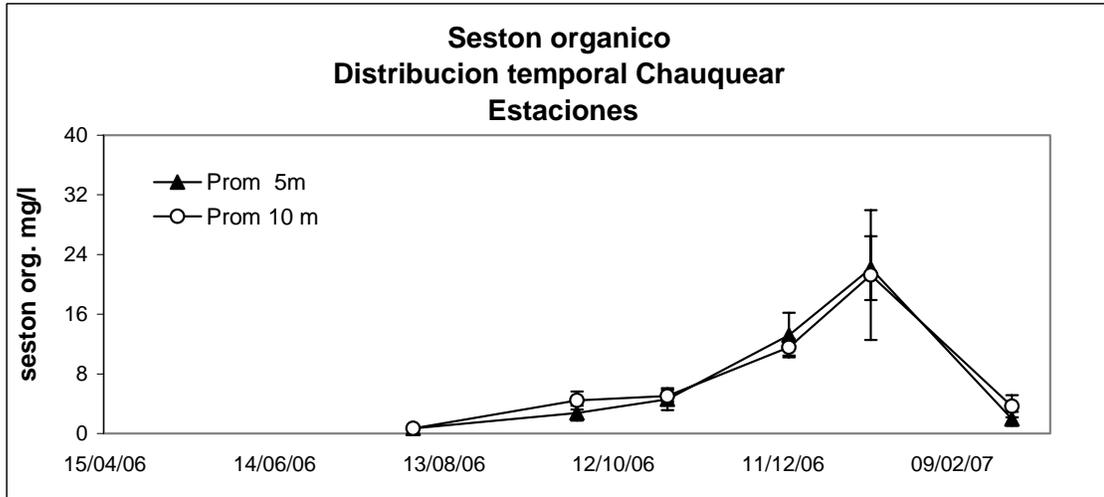
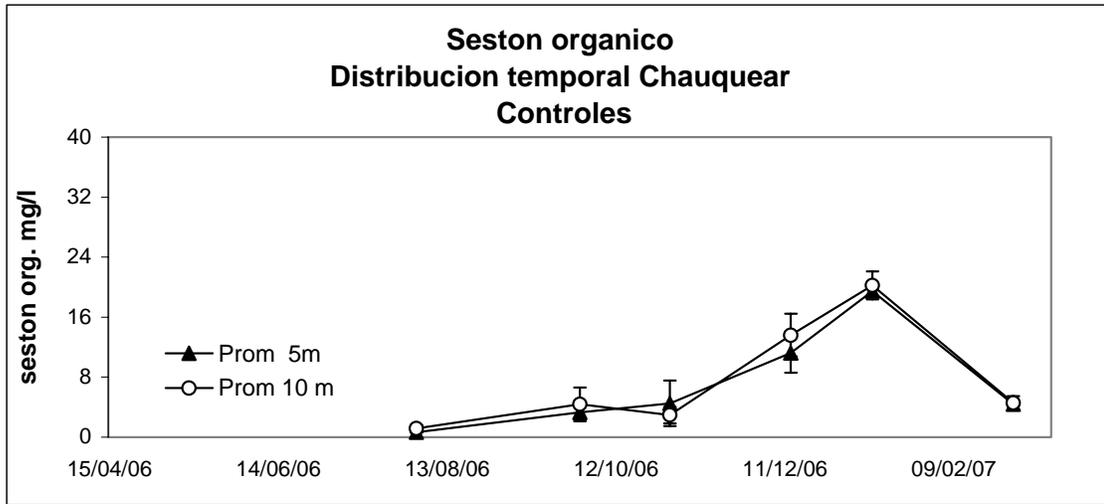


Figura 67. Variación temporal de la concentración de Seston orgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Chauquear.

Controles

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.83	0.93	4.03	4.17	12.2	16.40	10.23
Prom 10 m	1.40	1.33	5.00	3.83	10.7	15.53	8.40
ds 5m	0.42	0.21	2.04	1.94	0.42	1.39	2.20
ds 10m	0.10	0.55	3.12	3.20	0.85	0.67	1.45
n	3	3	3	3	2	3	3

Estaciones

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	2.07	1.00	11.27	1.87	7.4	16.50	1.00
Prom 10 m	2.47	1.07	5.77	2.43	5.50	17.67	1.13
ds 5m	0.96	0.71	5.10	0.29	0.70	0.62	0.44
ds 10m	1.46	0.06	5.43	0.93	0.50	0.95	0.15
n	3	3	3	3	3	3	3

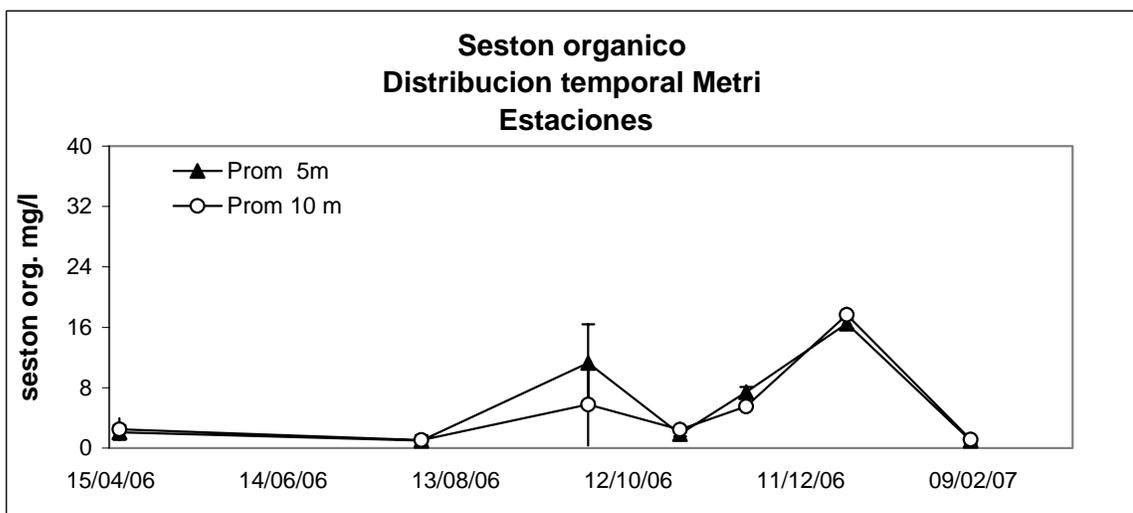
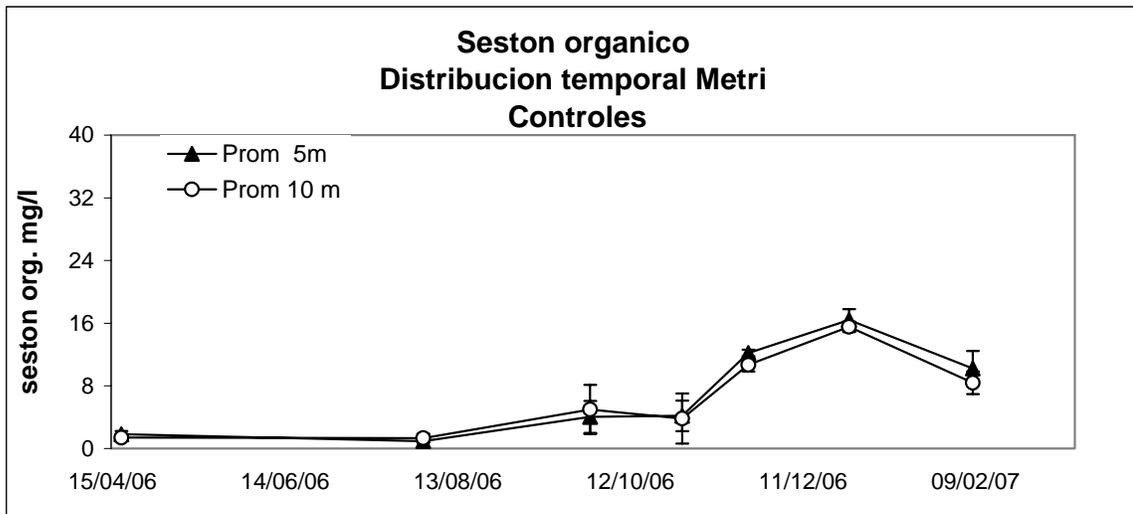


Figura 68. Variación temporal de la concentración de Seston orgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Metri.

Controles

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.03	3.27	2.37	4.30	6.40	24.63	0.93
Prom 10 m	1.17	2.93	4.37	0.50	10.17	18.57	1.43
ds 5m	0.06	0.76	1.29	3.61	0.89	4.56	0.23
ds 10m	0.72	0.45	2.25	0.28	3.01	0.35	0.23
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.27	3.23	1.63	1.20	10.73	20.40	1.47
Prom 10 m	1.33	2.93	4.23	4.37	15.50	18.83	0.70
ds 5m	0.57	1.29	0.21	1.40	6.97	3.08	0.31
ds 10m	0.25	1.40	1.15	6.88	0.85	2.05	0.36
n	3	3	3	3	3	3	3

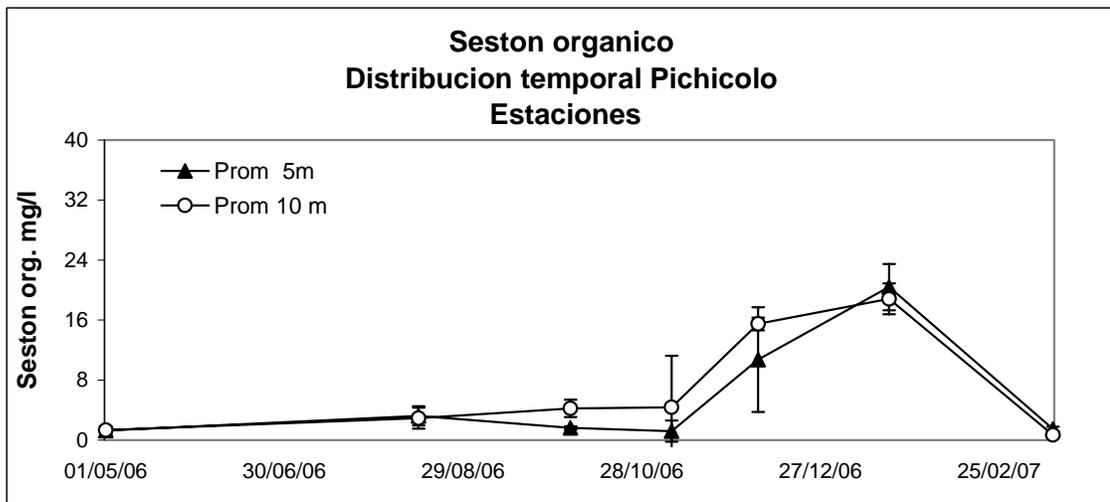
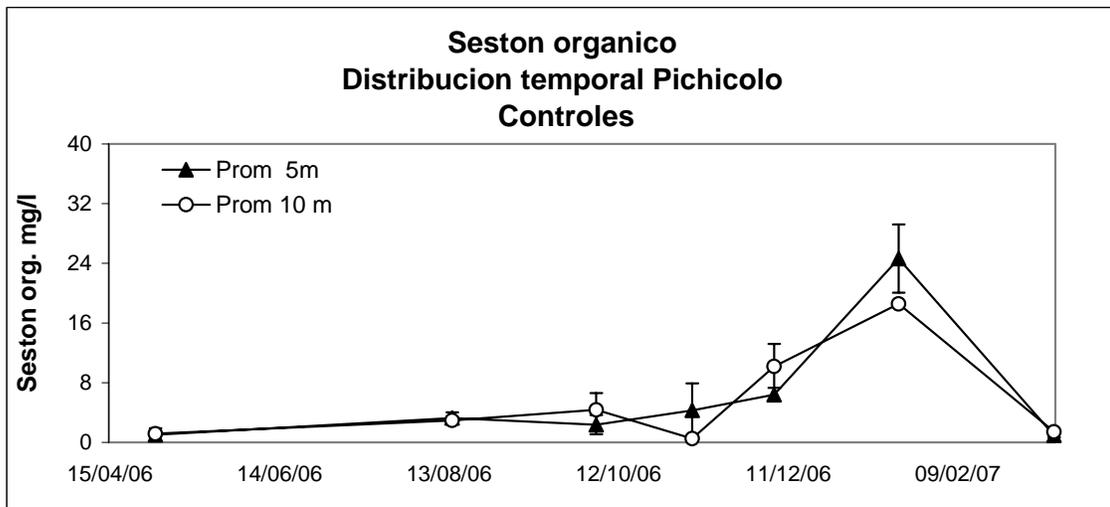


Figura 69. Variación temporal de la concentración de Seston orgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Pichicolo.

Controles

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.80	2.00	9.17	16.20	15.80	13.93	5.27
Prom 10 m	1.23	1.80	7.23	16.20	18.00	14.80	4.10
ds 5m	0.62	0.56	2.25	1.20	1.14	5.63	1.14
ds 10m	0.55	0.52	1.23	1.40	1.27	5.45	0.14
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.60	2.07	6.20	16.30	5.83	11.03	5.40
Prom 10 m	1.53	2.37	6.67	16.20	7.03	11.17	3.40
ds 5m	0.26	1.36	1.24	0.46	1.67	1.27	1.41
ds 10m	0.12	0.45	3.76	1.05	0.91	6.19	1.40
n	3	3	3	3	3	3	3

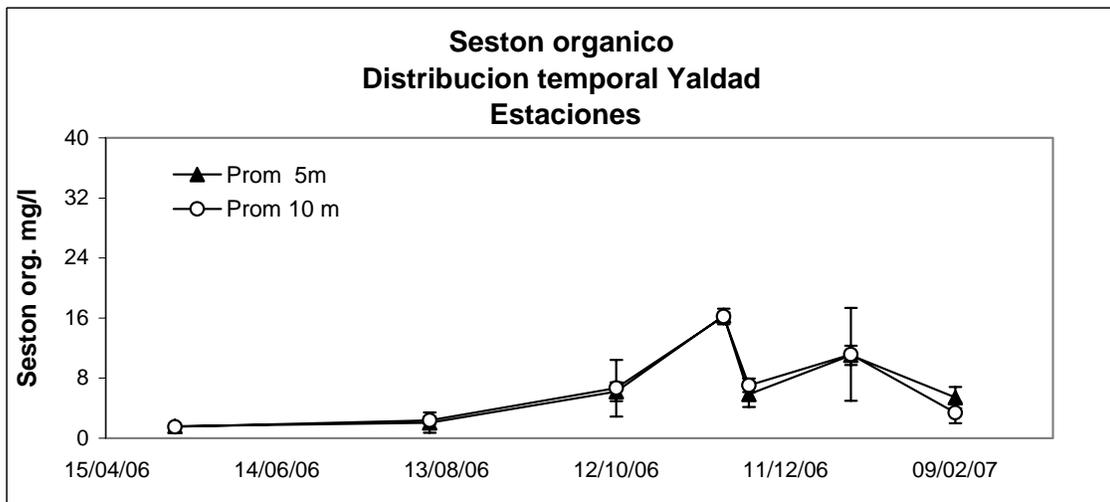
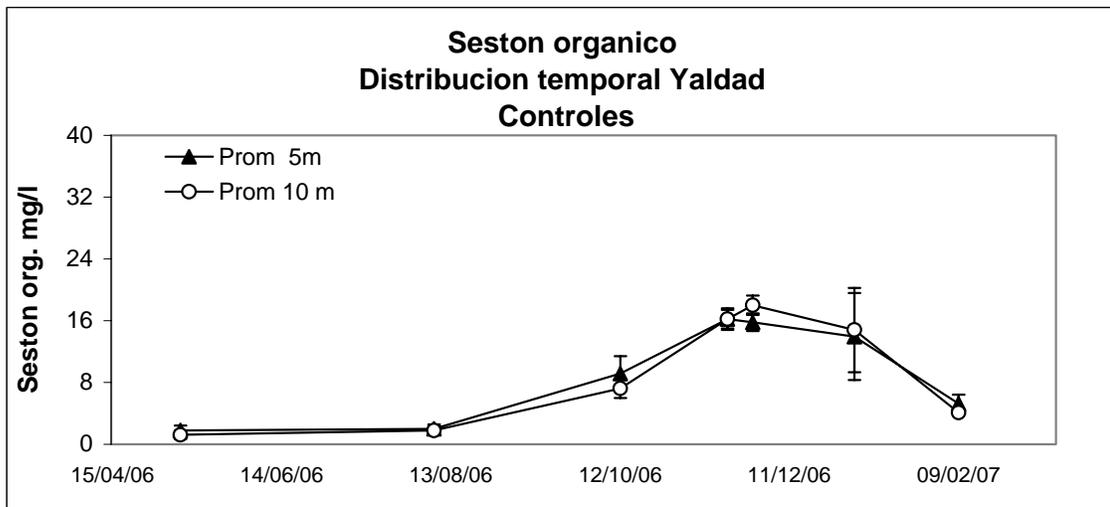


Figura 70. Variación temporal de la concentración de Seston orgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Yaldad.

Controles							
Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.93	1.47	1.30	4.07	3.43	0.30	3.27
Prom 10 m	0.63	0.50	0.87	0.53	2.50	2.17	2.87
ds 5m	0.51	1.35	1.22	2.38	1.01	0.26	0.81
ds 10m	0.31	0.17	0.51	0.32	1.01	2.15	0.71
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones							
Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.87	2.47	1.43	2.90	3.20	0.60	2.00
Prom 10 m	0.73	0.90	1.00	3.60	3.20	0.73	3.33
ds 5m	0.06	3.59	0.55	0.66	2.21	0.10	1.40
ds 10m	0.15	0.66	0.71	0.60	1.08	0.29	0.60
n	3	3	3	3	3	3	3

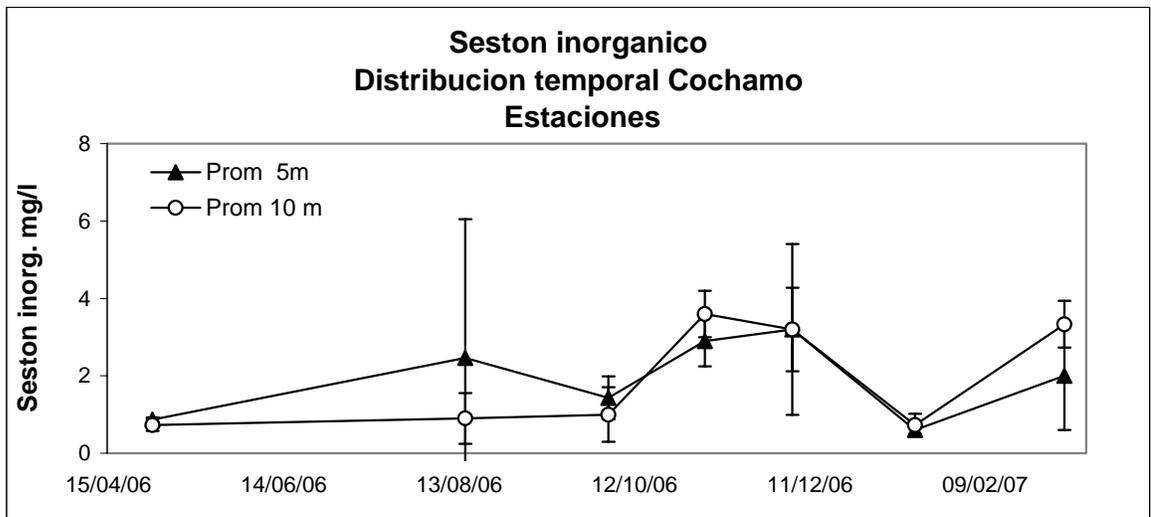
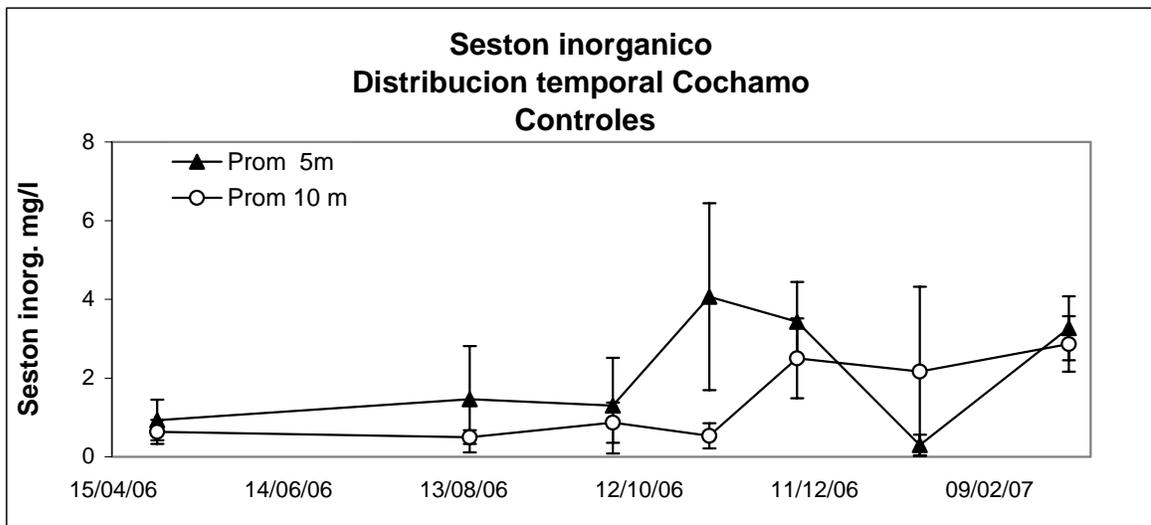


Figura 71. Variación temporal de la concentración de Seston inorgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Cochamó.

Controles

Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		0.30	0.77	0.70	1.13	0.63	2.75
Prom 10 m		0.33	2.13	0.57	0.77	0.47	1.45
ds 5m		0.36	0.06	0.10	0.68	0.42	0.21
ds 10m		0.32	2.66	0.21	0.42	0.38	0.92
n		3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	17/04/06	02/08/06	29/09/06	31/10/06	13/12/06	11/01/07	02/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		0.27	0.93	0.40	2.03	0.43	1.23
Prom 10 m		0.23	1.37	0.77	0.33	0.63	0.40
ds 5m		0.31	0.76	0.20	1.56	0.21	0.91
ds 10m		0.23	0.15	0.35	0.21	0.21	0.14
n		3	3	3	3	3	3

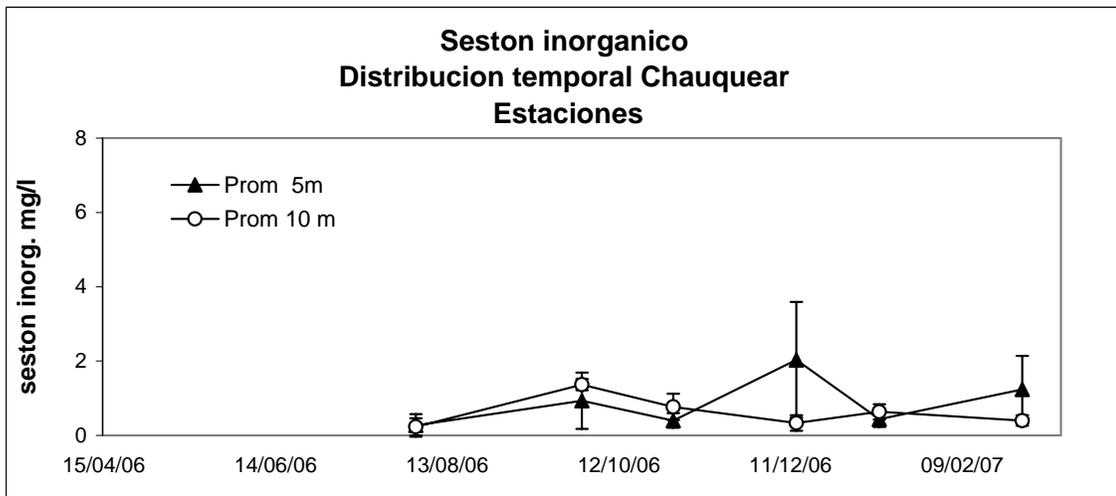
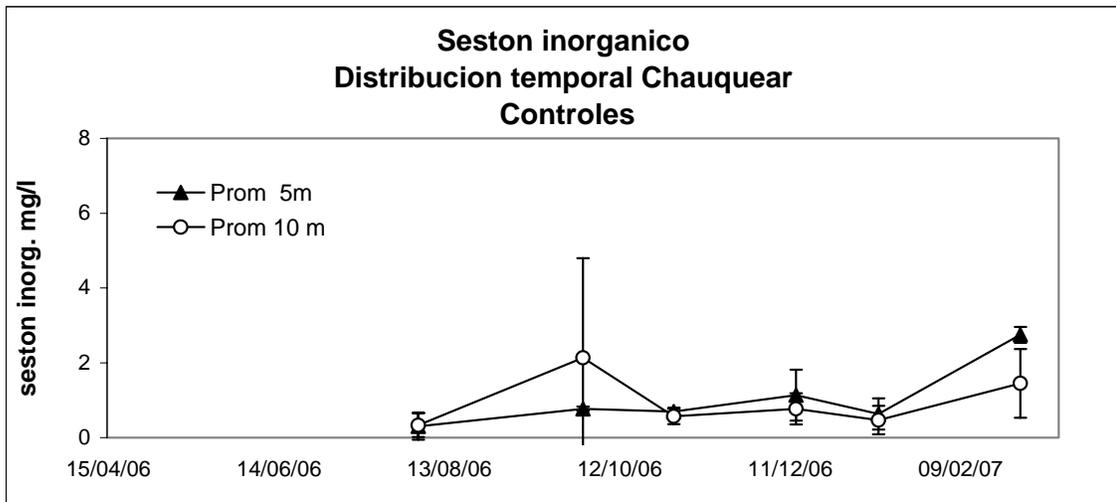


Figura 72. Variación temporal de la concentración de Seston inorgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Chauquear.

**Controles**

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.77	0.27	1.33	0.73	0.75	0.53	0.87
Prom 10 m	0.60	0.33	1.60	0.77	1.30	0.30	1.33
ds 5m	0.40	0.15	1.36	0.12	0.49	0.21	0.23
ds 10m	0.30	0.12	0.80	0.12	1.56	0.20	0.75
n	3	3	3	3	2	3	3

**Estaciones**

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.93	0.10	3.23	0.57	1.63	0.23	0.37
Prom 10 m	1.17	0.13	2.57	2.63	1.60	1.27	0.30
ds 5m	0.84	0.00	2.50	0.12	0.40	0.12	0.15
ds 10m	0.12	0.06	2.93	3.70	1.13	1.33	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

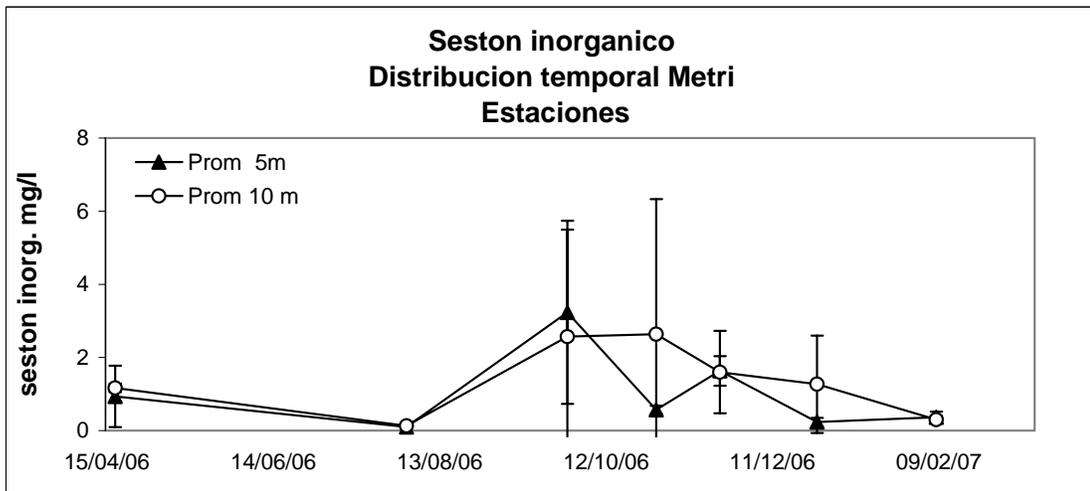
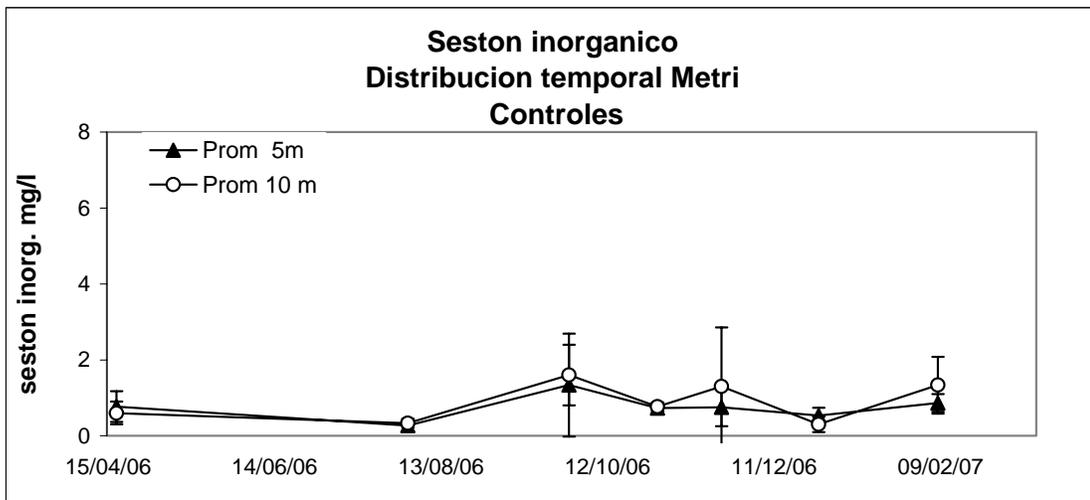


Figura 73. Variación temporal de la concentración de Seston inorgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Metri.

Controles

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.57	1.77	0.97	1.03	1.53	1.37	0.20
Prom 10 m	0.30	1.50	2.13	1.15	0.90	1.17	0.23
ds 5m	0.25	0.61	1.00	0.97	2.06	1.01	0.00
ds 10m	0.17	0.40	2.66	1.06	0.80	1.29	0.15
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.50	1.67	0.57	0.90	2.73	0.67	0.50
Prom 10 m	0.67	1.57	1.20	0.33	0.40	0.30	0.43
ds 5m	0.26	1.08	0.40	0.70	0.92	0.55	0.26
ds 10m	0.64	0.71	0.52	0.32	0.14	0.20	0.32
n	3	3	3	3	3	3	3

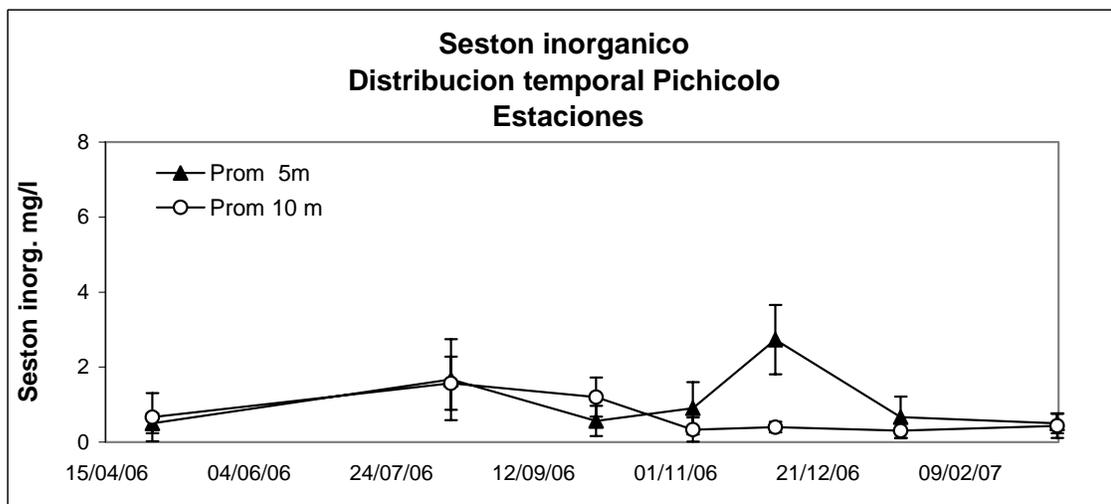
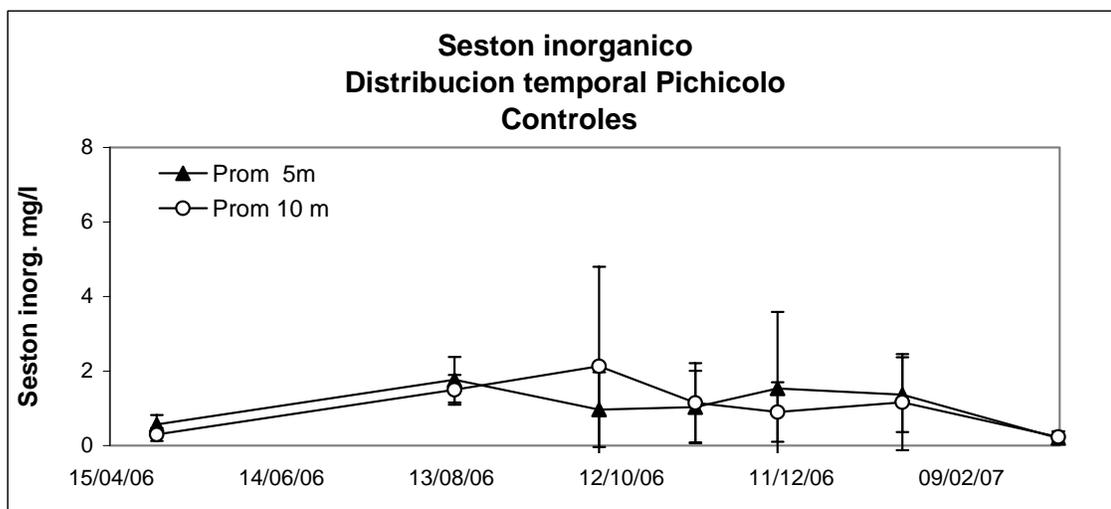


Figura 74. Variación temporal de la concentración de Seston inorgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Pichicolo.

**Controles**

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	0.93	1.27	0.97	1.50	0.90	0.47	0.97
Prom 10 m	0.27	0.93	0.83	1.47	0.50	0.90	0.35
ds 5m	0.21	0.06	0.40	0.52	0.75	0.15	0.21
ds 10m	0.25	0.35	0.15	1.18	0.28	0.72	0.35
n	3	3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	1.83	1.43	1.10	1.47	1.17	0.57	0.30
Prom 10 m	1.17	1.93	0.60	1.87	0.80	0.53	0.57
ds 5m	0.42	0.51	0.82	0.57	1.50	0.23	0.28
ds 10m	0.15	0.23	0.30	0.87	0.56	0.40	0.38
n	3	3	3	3	3	3	3

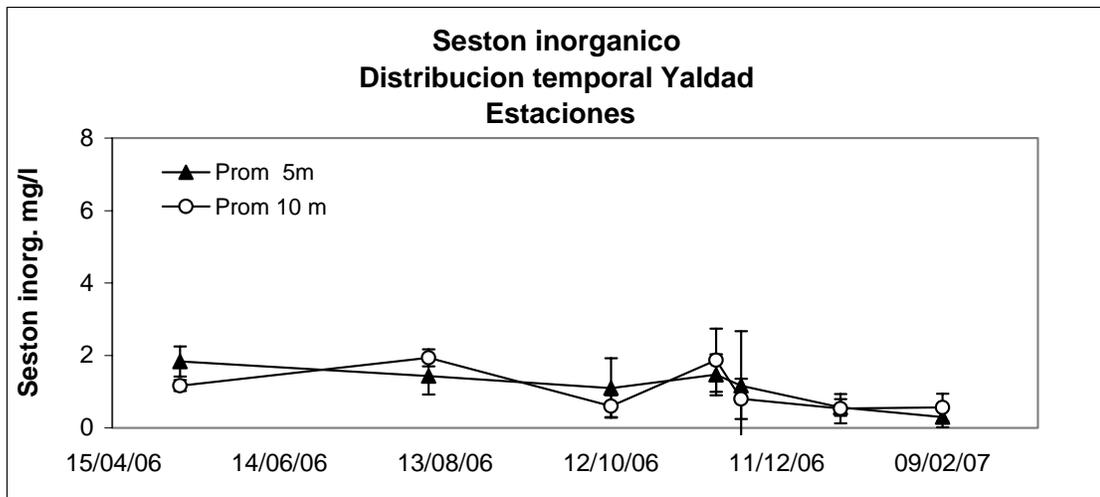
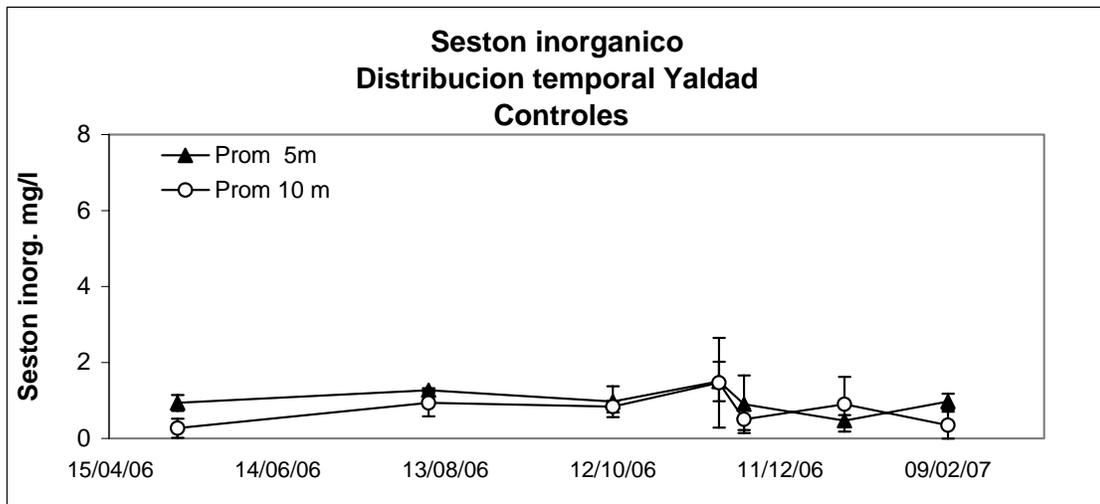


Figura 75. Variación temporal de la concentración de Seston inorgánico presente en las muestras de agua provenientes de la localidad de Yaldad.

Controles

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	11.83	10.17	11.35	11.58	13.14	15.43	14.50
Prom 10 m	11.63	10.62	11.05	11.09	11.85	14.47	13.20
ds 5m	0.09	0.03	0.07	0.19	0.92	0.23	0.10
ds 10m	0.05	0.02	0.02	0.10	0.26	0.49	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	12.12	9.97	11.50	11.98	13.64	15.53	14.27
Prom 10 m	11.79	10.59	11.02	11.25	12.23	13.93	13.40
ds 5m	0.18	0.03	0.01	0.05	1.48	0.58	0.12
ds 10m	0.07	0.06	0.08	0.15	0.18	0.74	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

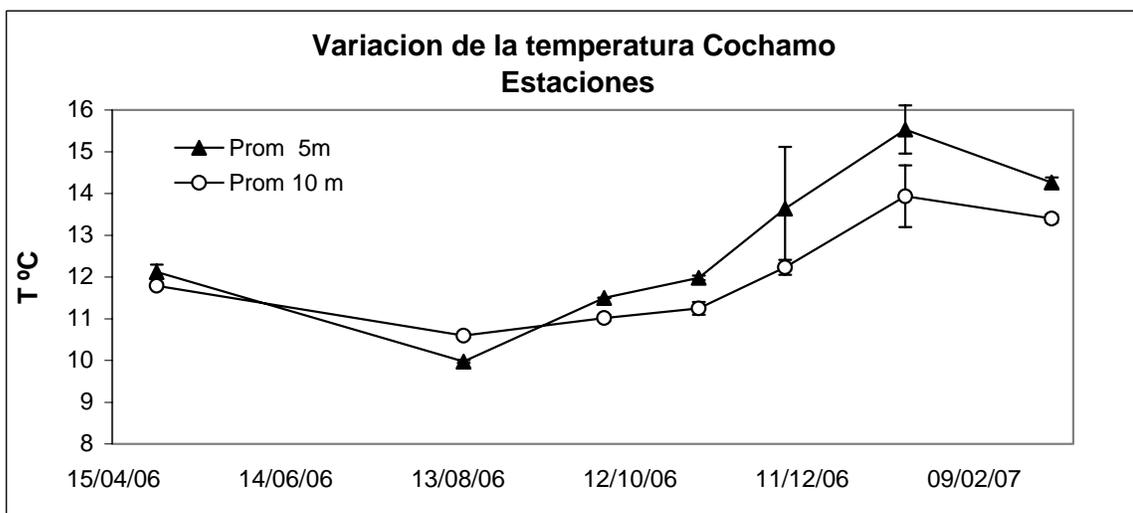
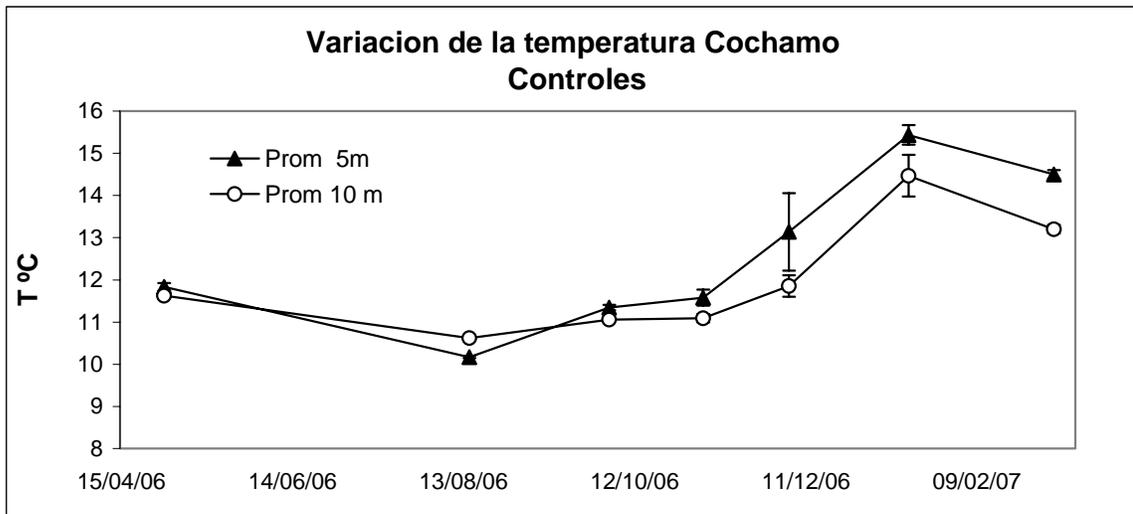


Figura 76. Variación temporal de la temperatura del agua en la localidad de Cochamó.

**Controles**

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	11.83	10.17	11.35	11.58	13.14	15.43	14.50
Prom 10 m	11.63	10.62	11.05	11.09	11.85	14.47	13.20
ds 5m	0.09	0.03	0.07	0.19	0.92	0.23	0.10
ds 10m	0.05	0.02	0.02	0.10	0.26	0.49	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

**Estaciones**

Fechas	30/04/06	15/08/06	03/10/06	05/11/06	05/12/06	16/01/07	08/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	12.12	9.97	11.50	11.98	13.64	15.53	14.27
Prom 10 m	11.79	10.59	11.02	11.25	12.23	13.93	13.40
ds 5m	0.18	0.03	0.01	0.05	1.48	0.58	0.12
ds 10m	0.07	0.06	0.08	0.15	0.18	0.74	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

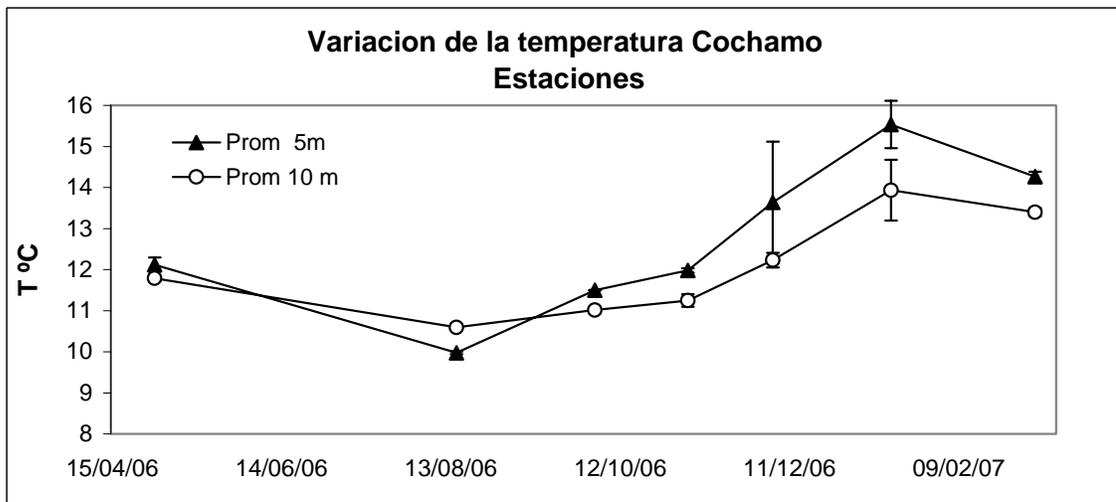
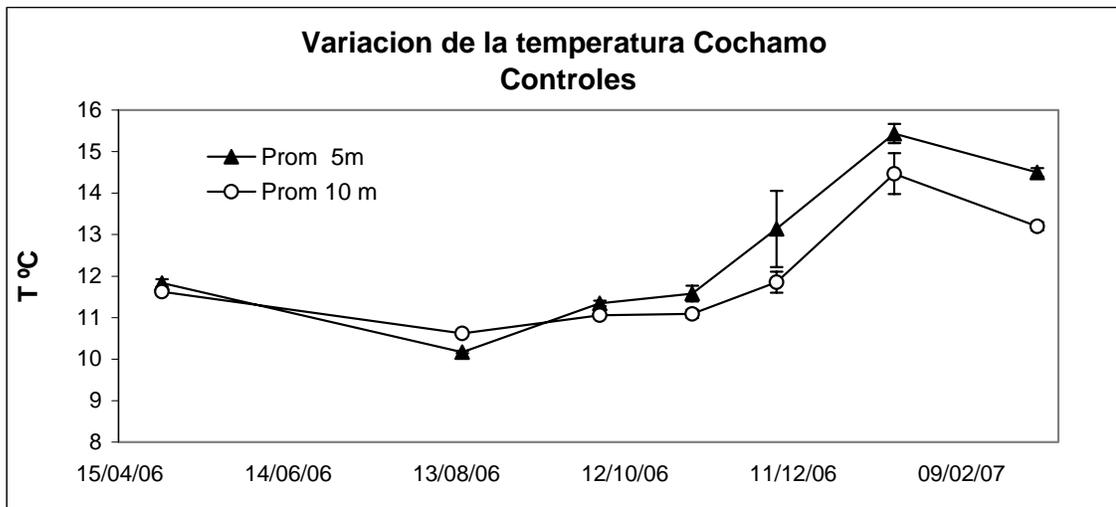


Figura 77. Variación temporal de la temperatura del agua en la localidad de Chauquear.

Controles

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	11.17	10.10	11.23	12.30	14.42	11.85	14.47
Prom 10 m	11.24	10.25	11.04	11.89	12.00	11.70	12.57
ds 5m	0.01	0.08	0.08	0.11	0.06	0.04	0.15
ds 10m	0.01	0.13	0.01	0.11	0.56	0.06	0.21
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	18/04/06	01/08/06	28/09/06	30/10/06	22/11/06	27/12/06	08/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	11.23	10.00	11.29	12.45	14.44	12.00	14.50
Prom 10 m	11.25	10.05	11.08	11.75	11.60	11.78	12.43
ds 5m	0.01	0.03	0.03	0.07	0.12	0.06	0.20
ds 10m	0.00	0.03	0.04	0.04	0.11	0.03	0.42
n	3	3	3	3	3	3	3

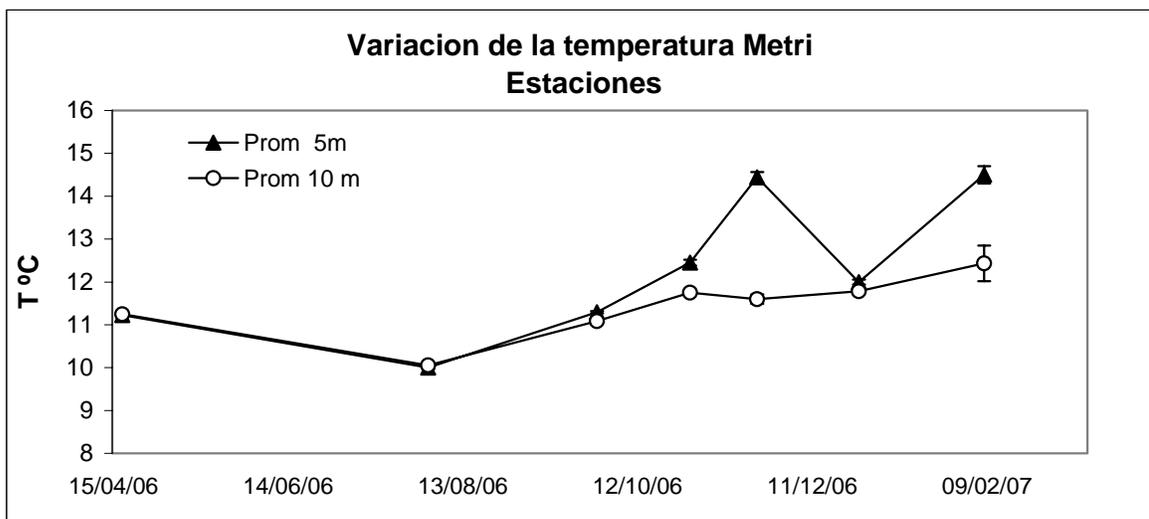
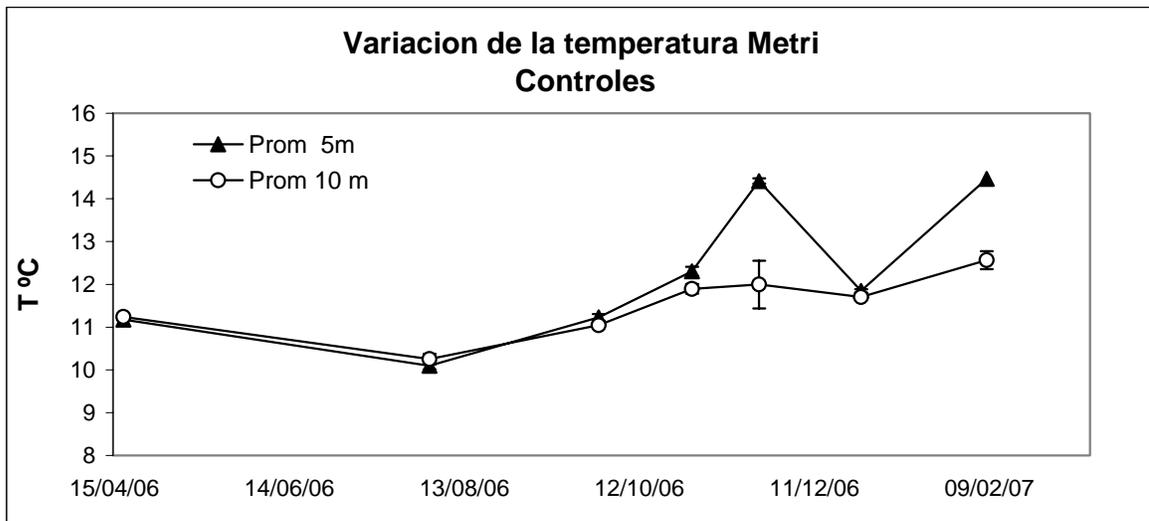


Figura 78. Variación temporal de la temperatura del agua en la localidad de Metri.

Controles

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		9.64	11.35	11.74	14.77	15.27	13.90
Prom 10 m		10.26	11.21	11.40	12.90	14.80	13.27
ds 5m		0.06	0.10	0.16	0.66	0.25	0.10
ds 10m		0.07	0.06	0.07	0.35	0.10	0.06
n		3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	12.04	9.96	11.64	11.65	14.81	15.00	13.83
Prom 10 m	12.06	10.32	11.54	11.33	12.53	14.33	13.13
ds 5m	0.13	0.08	0.18	0.06	0.23	0.36	0.06
ds 10m	0.18	0.01	0.03	0.09	0.09	0.12	0.06
n	2	3	3	3	3	3	3

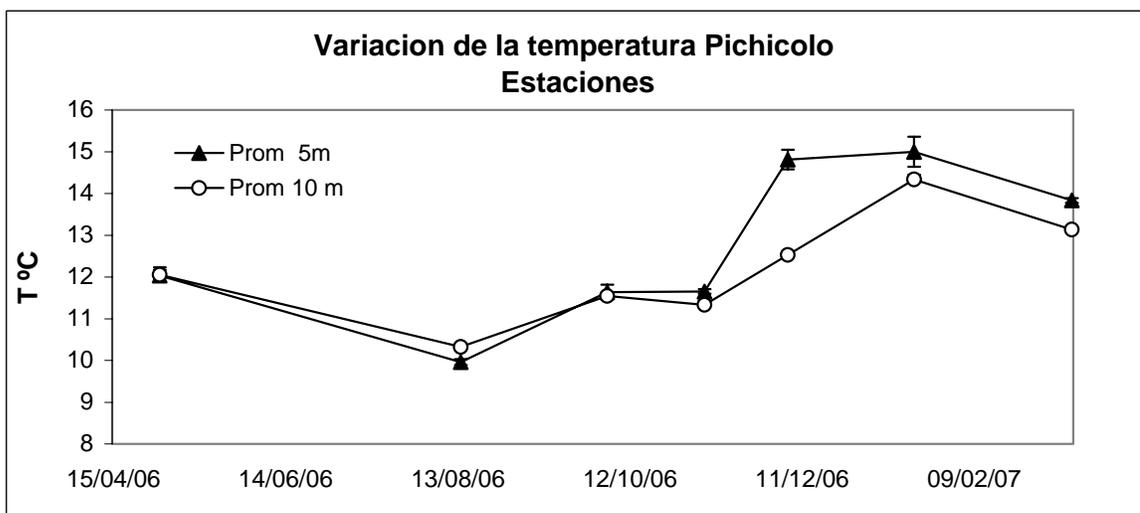
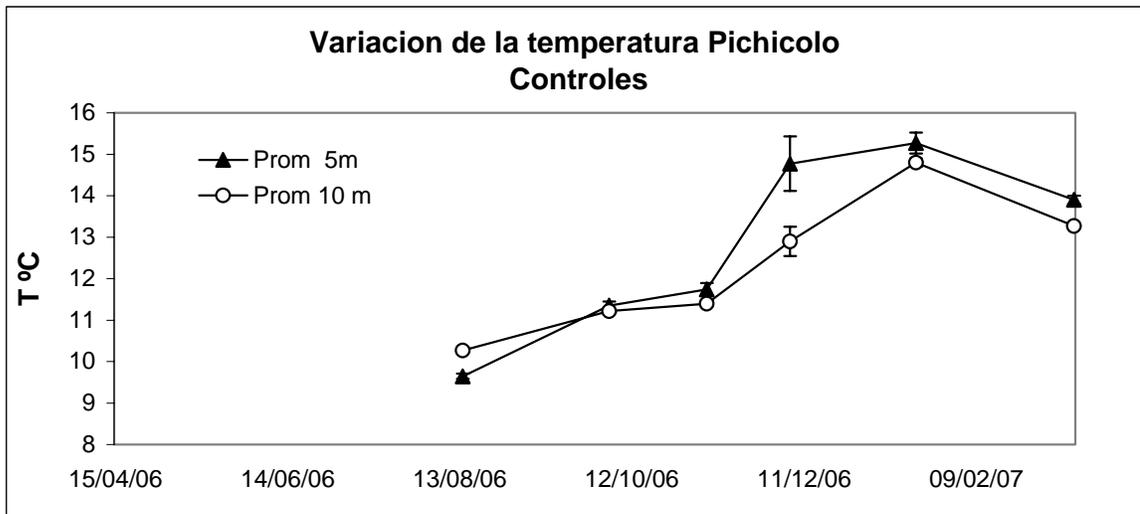


Figura 79. Variación temporal de la temperatura del agua en la localidad de Pichicolo.

Controles

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	10.91	10.25	10.93	11.14	12.07	12.48	13.13
Prom 10 m	10.89	10.24	10.62	11.15	11.47	12.43	12.53
ds 5m	0.01	0.01	0.10	0.01	0.07	0.02	0.12
ds 10m	0.01	0.02	0.03	0.00	0.05	0.01	0.23
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	10.81	10.25	11.49	11.53	12.18	12.51	13.30
Prom 10 m	10.87	10.31	10.79	11.35	11.54	12.51	12.63
ds 5m	0.16	0.05	0.31	0.03	0.32	0.11	0.10
ds 10m	0.05	0.02	0.13	0.02	0.07	0.04	0.06
n	3	3	3	3	3	3	3

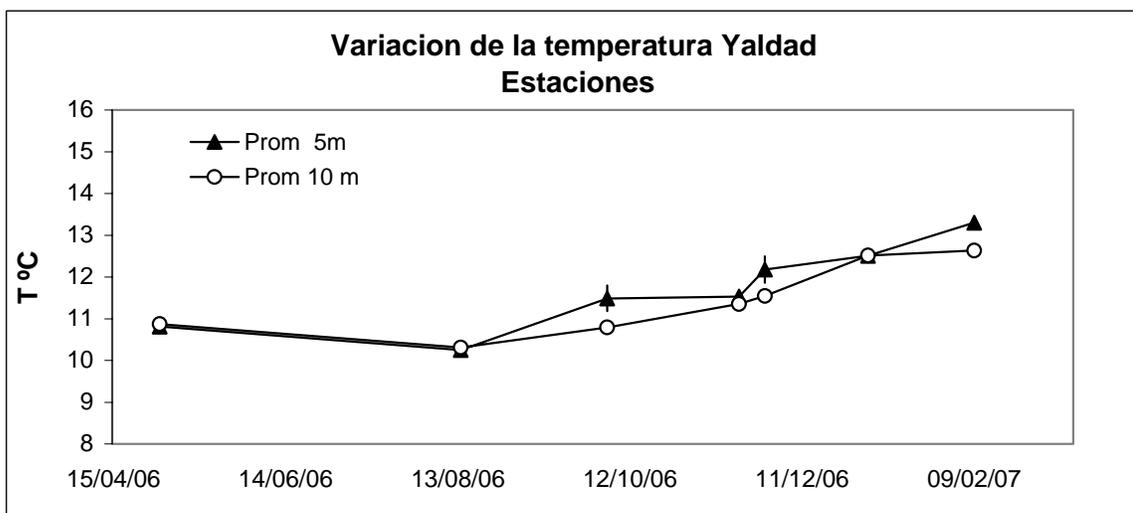
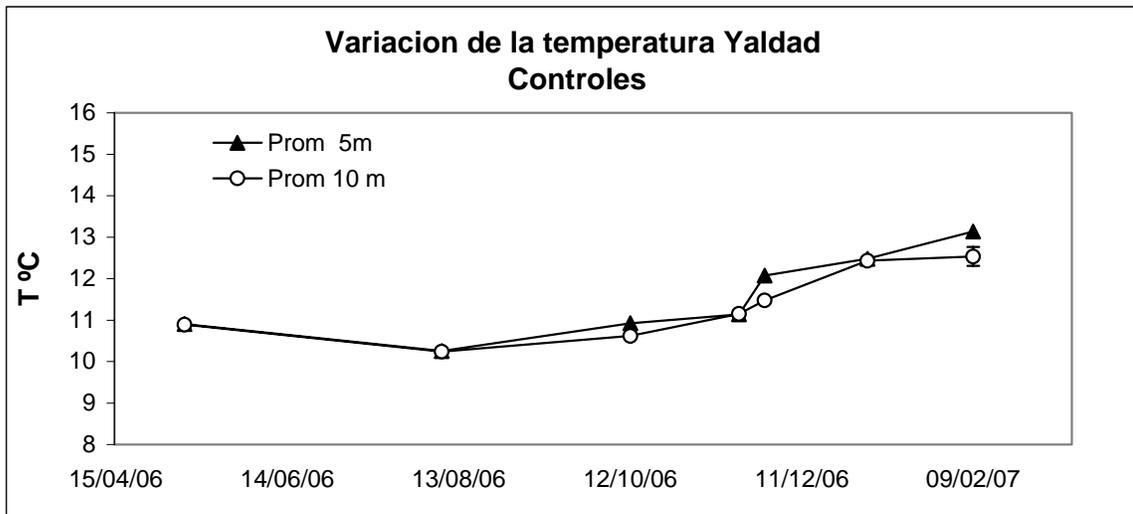


Figura 80. Variación temporal de la temperatura del agua en la localidad de Yaldad.

Controles

Fechas Nº Crucero	30/04/06 1	15/08/06 2	03/10/06 3	05/11/06 4	05/12/06 5	16/01/07 6	08/03/07 7
Prom 5m	30.13	26.97	28.88	29.44	27.11	22.03	24.87
Prom 10 m	31.20	32.09	30.35	30.86	29.94	26.60	28.87
ds 5m	0.89	1.01	0.14	0.62	0.65	1.35	1.06
ds 10m	0.12	0.20	0.08	0.22	0.25	0.95	0.40
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas Nº Crucero	30/04/06 1	15/08/06 2	03/10/06 3	05/11/06 4	05/12/06 5	16/01/07 6	08/03/07 7
Prom 5m	28.50	24.77	28.85	18.11	28.31	22.13	24.83
Prom 10 m	30.87	31.56	30.40	30.35	29.63	26.77	29.27
ds 5m	1.11	1.38	0.15	0.60	0.73	1.21	1.50
ds 10m	0.16	0.31	0.26	0.49	0.24	2.52	0.45
n	3	3	3	3	3	3	3

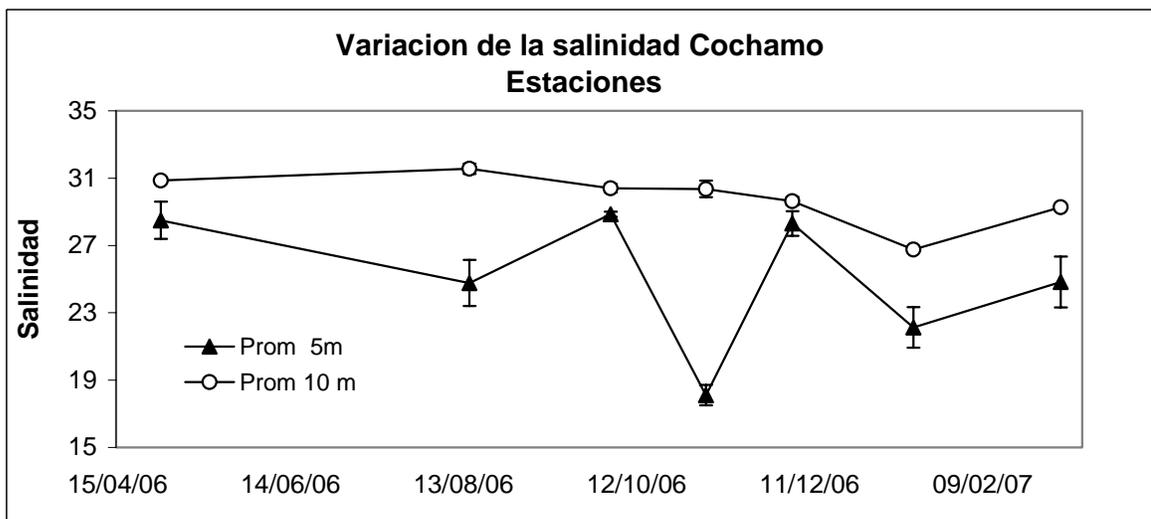
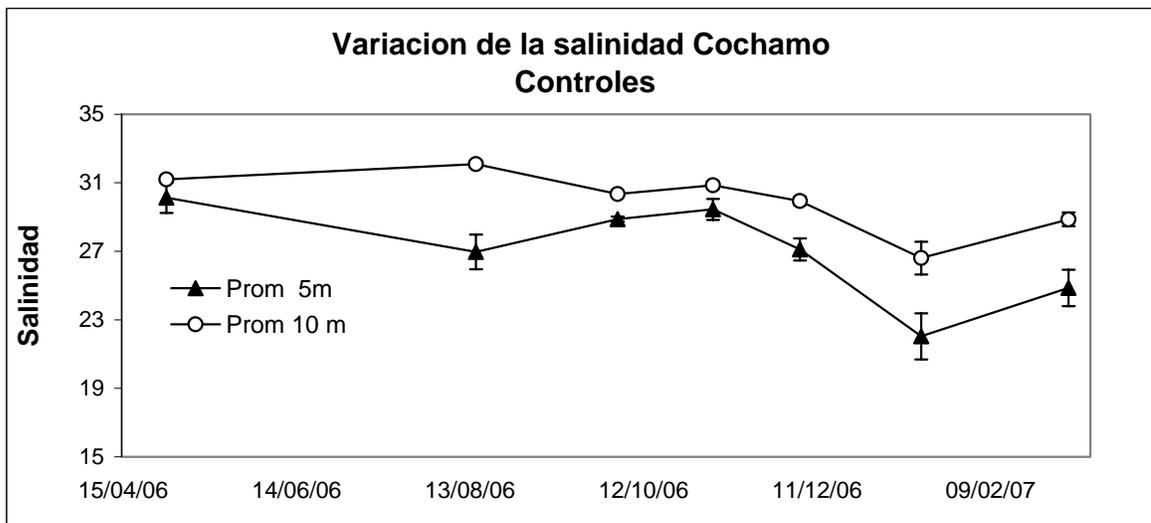


Figura 81. Variación temporal de la salinidad del agua en la localidad de Cochamó.

Controles

Fechas Nº Crucero	17/04/06 1	02/08/06 2	29/09/06 3	4	13/12/06 5	11/01/07 6	02/03/07 7
Prom 5m	31.95	31.77	30.54		29.93	30.4	30.33
Prom 10 m	31.97	32.51	30.88		30.62	31.4	31.33
ds 5m	0.02	0.05	0.33		0.16	0.00	0.06
ds 10m	0.04	0.10	0.04		0.32	0.00	0.12
n	3	3	3		3	3	3

Estaciones

Fechas Nº Crucero	17/04/06 1	02/08/06 2	29/09/06 3	4	13/12/06 5	11/01/07 6	02/03/07 7
Prom 5m	31.97	31.87	30.34		29.73	30.40	30.40
Prom 10 m	32.00	32.51	30.85		30.34	31.53	31.37
ds 5m	0.16	0.10	0.07		0.06	0.00	0.17
ds 10m	0.09	0.32	0.01		0.10	0.06	0.21
n	3	3	3		3	3	3

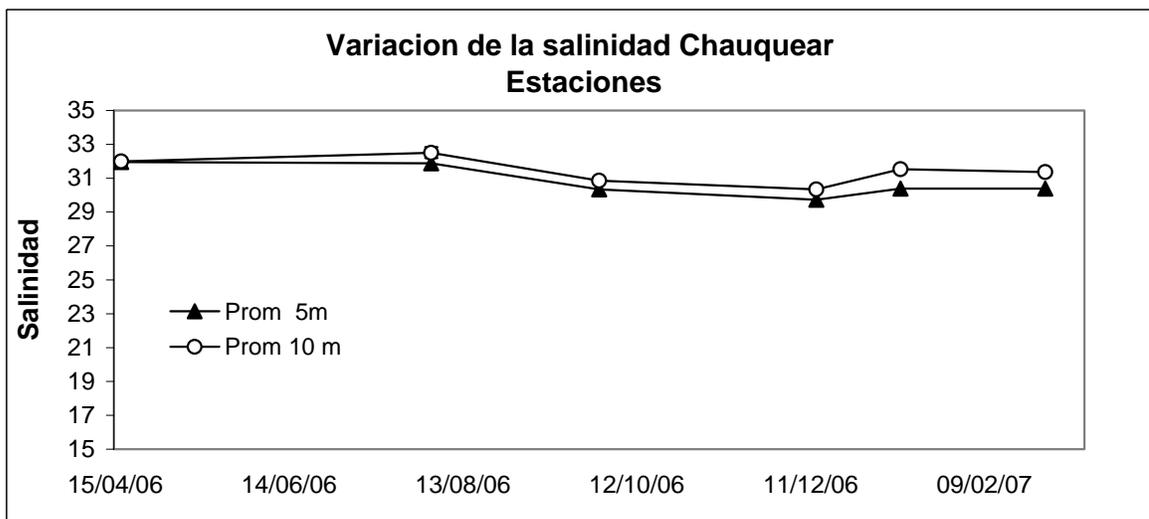
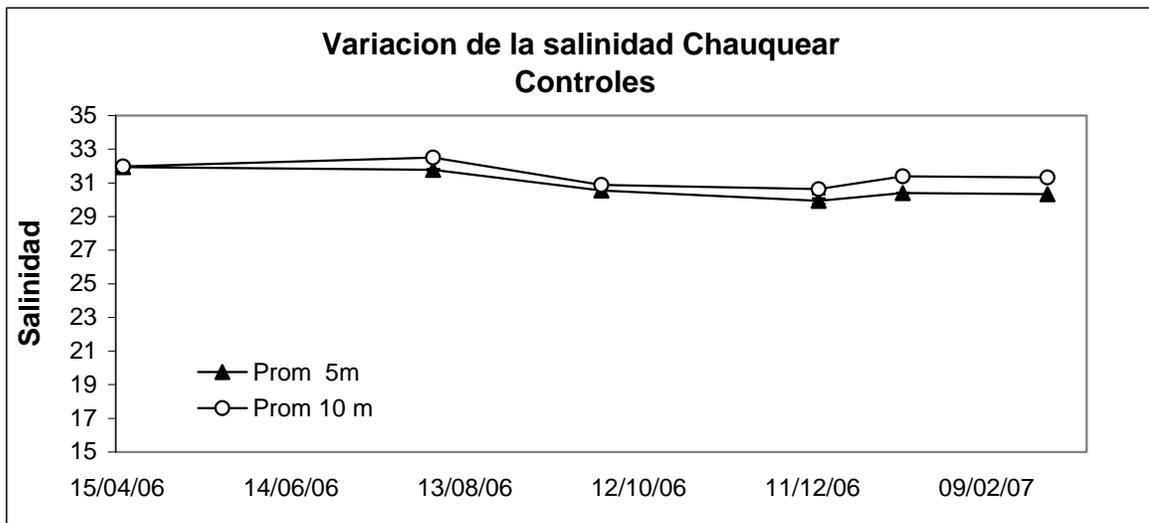


Figura 82. Variación temporal de la salinidad del agua en la localidad de Chauquear.

Controles

Fechas Nº Crucero	18/04/06 1	01/08/06 2	28/09/06 3	30/10/06 4	22/11/06 5	27/12/06 6	08/02/07 7
Prom 5m	31.25	31.66	29.98	28.97	26.60	30.66	30.13
Prom 10 m	31.45	32.43	30.29	29.85	30.06	30.95	29.70
ds 5m	0.01	0.13	0.09	0.46	0.16	0.08	0.15
ds 10m	0.02	0.35	0.02	0.13	0.47	0.04	0.10
n	3	3	3	3	2	3	3

Estaciones

Fechas Nº Crucero	18/04/06 1	01/08/06 2	28/09/06 3	30/10/06 4	22/11/06 5	27/12/06 6	08/02/07 7
Prom 5m	31.33	31.73	29.84	28.95	26.84	30.06	30.10
Prom 10 m	31.40	31.98	30.15	30.13	30.52	30.82	30.63
ds 5m	0.04	0.18	0.12	0.08	0.20	0.08	0.20
ds 10m	0.06	0.17	0.06	0.09	0.15	0.07	0.38
n	3	3	3	3	3	3	3

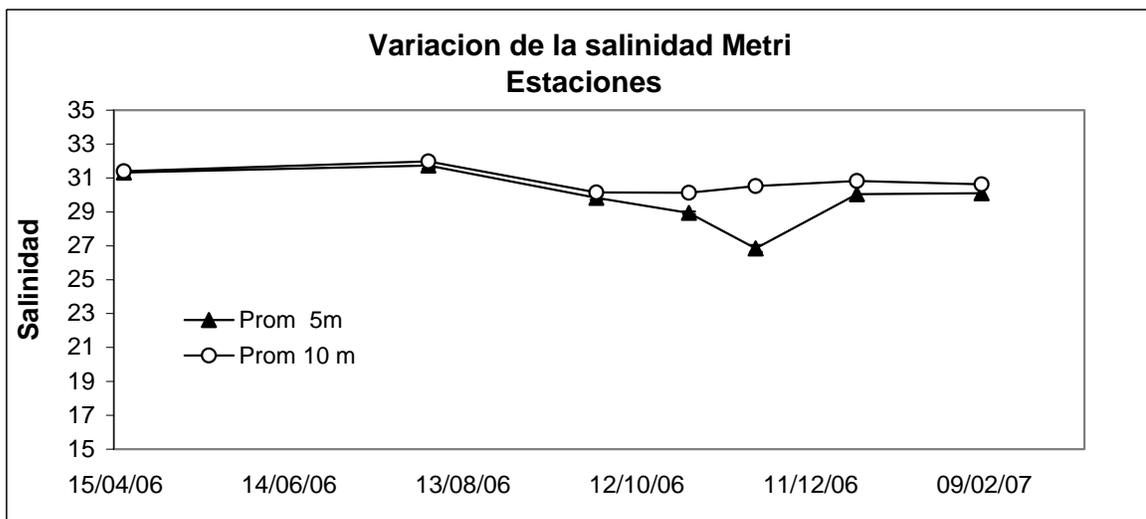
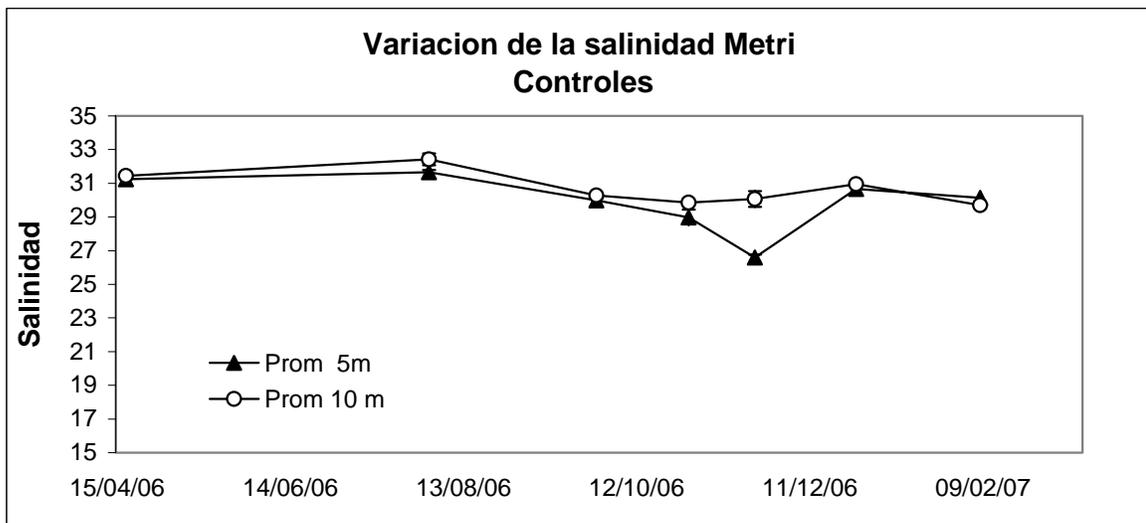


Figura 83. Variación temporal de la salinidad del agua en la localidad de Metri.

Controles

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m		30.50	27.62	29.67	29.01	30.03	30.33
Prom 10 m		32.46	29.08	30.32	29.99	30.07	30.90
ds 5m		0.19	0.08	0.22	0.29	0.06	0.15
ds 10m		0.07	0.16	0.14	0.23	0.06	0.10
n		3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	01/05/06	14/08/06	04/10/06	07/11/06	06/12/06	19/01/07	15/03/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	31.10	30.96	27.66	29.78	28.98	30.50	30.57
Prom 10 m	31.04	32.67	28.67	30.34	30.25	30.63	31.07
ds 5m	0.49	0.19	0.18	0.05	0.05	0.00	0.15
ds 10m	0.60	0.09	0.07	0.15	0.07	0.06	0.12
n	2	3	3	3	3	3	3

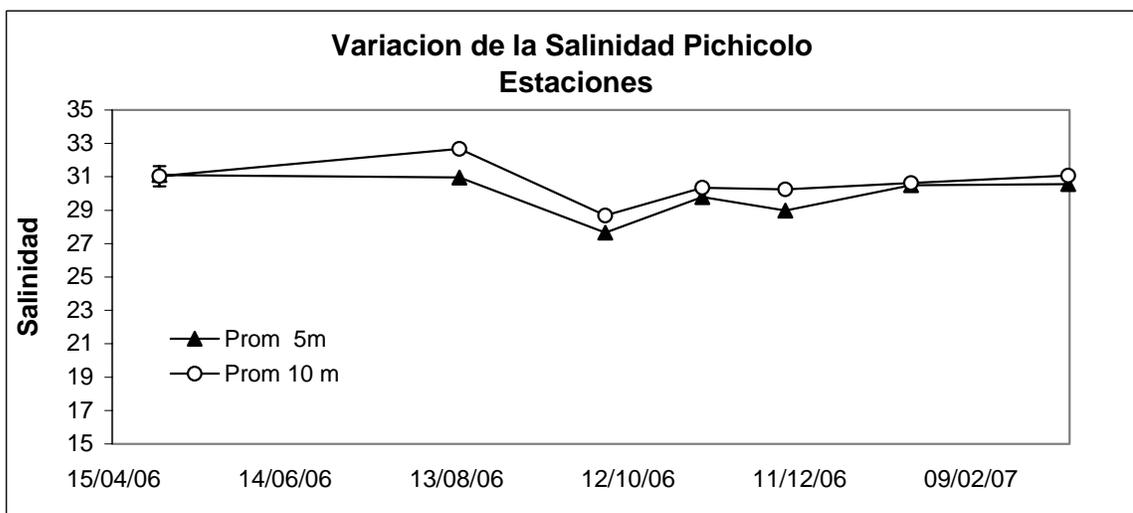
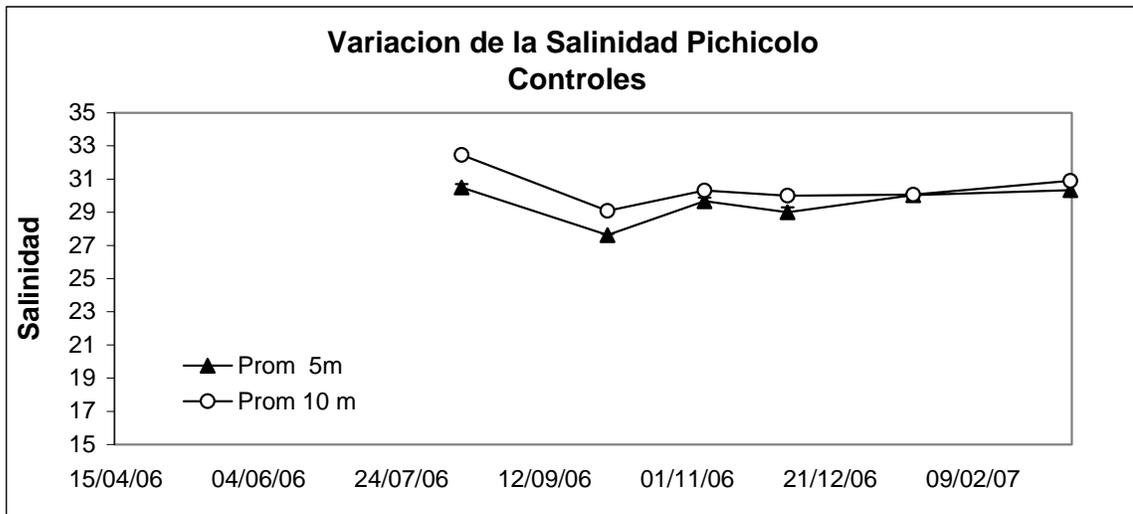


Figura 84. Variación temporal de la salinidad del agua en la localidad de Pichicolo.

Controles

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	31.96	32.89	31.79	31.86	31.74	31.62	31.43
Prom 10 m	32.10	33.25	32.01	32.00	31.92	31.63	31.62
ds 5m	0.08	0.01	0.07	0.04	0.05	0.03	0.15
ds 10m	0.00	0.01	0.03	0.04	0.03	0.02	0.10
n	3	3	3	3	3	3	3

Estaciones

Fechas	09/05/06	07/08/06	12/10/06	19/11/06	28/11/06	03/01/07	09/02/07
Nº Crucero	1	2	3	4	5	6	7
Prom 5m	31.91	32.85	31.40	32.00	31.65	31.64	31.43
Prom 10 m	32.06	33.15	31.92	32.10	31.94	31.64	31.60
ds 5m	0.29	0.03	0.20	0.02	0.16	0.04	0.06
ds 10m	0.06	0.21	0.12	0.02	0.06	0.04	0.06
n	3	3	3	3	3	3	3

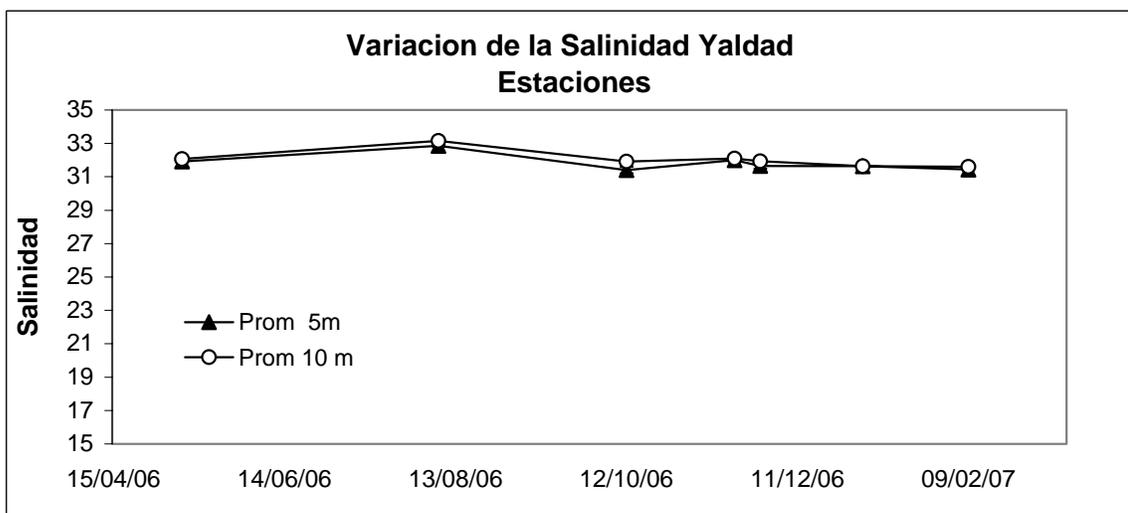
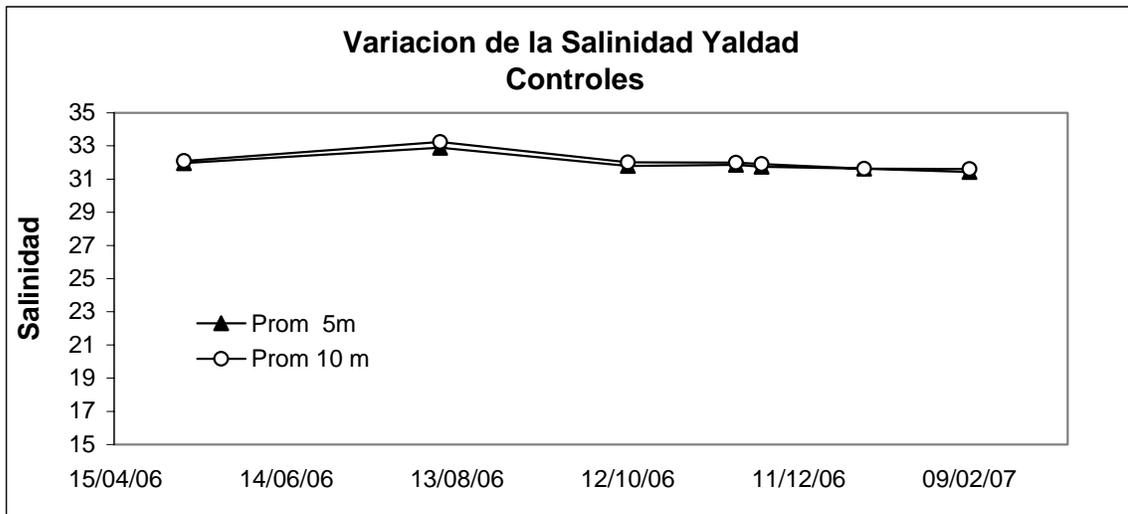


Figura 85. Variación temporal de la salinidad del agua en la localidad de Yaldad.

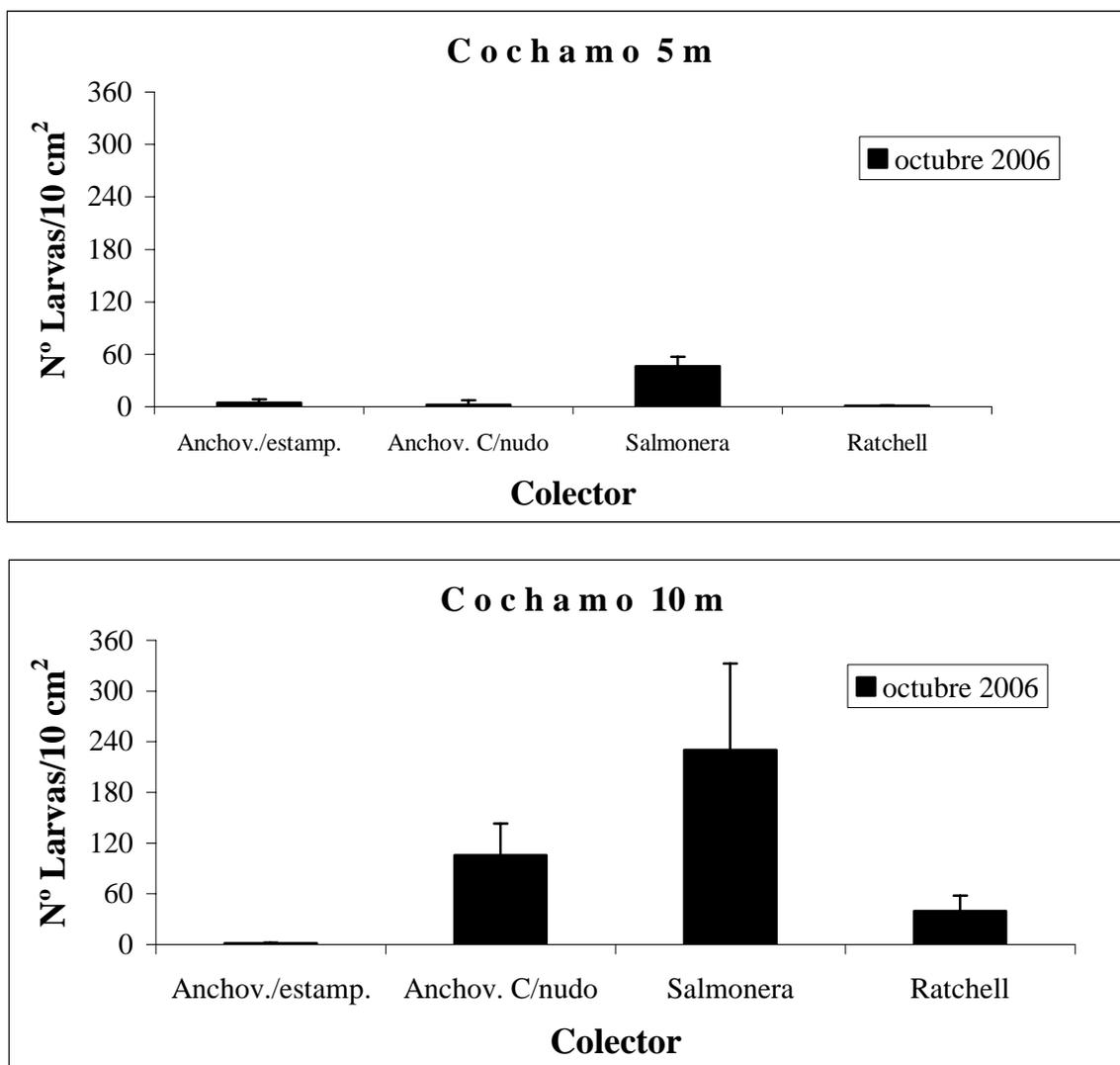


Figura 86. Asentamiento larval según tipo de red en Cochamó. Mes de Octubre

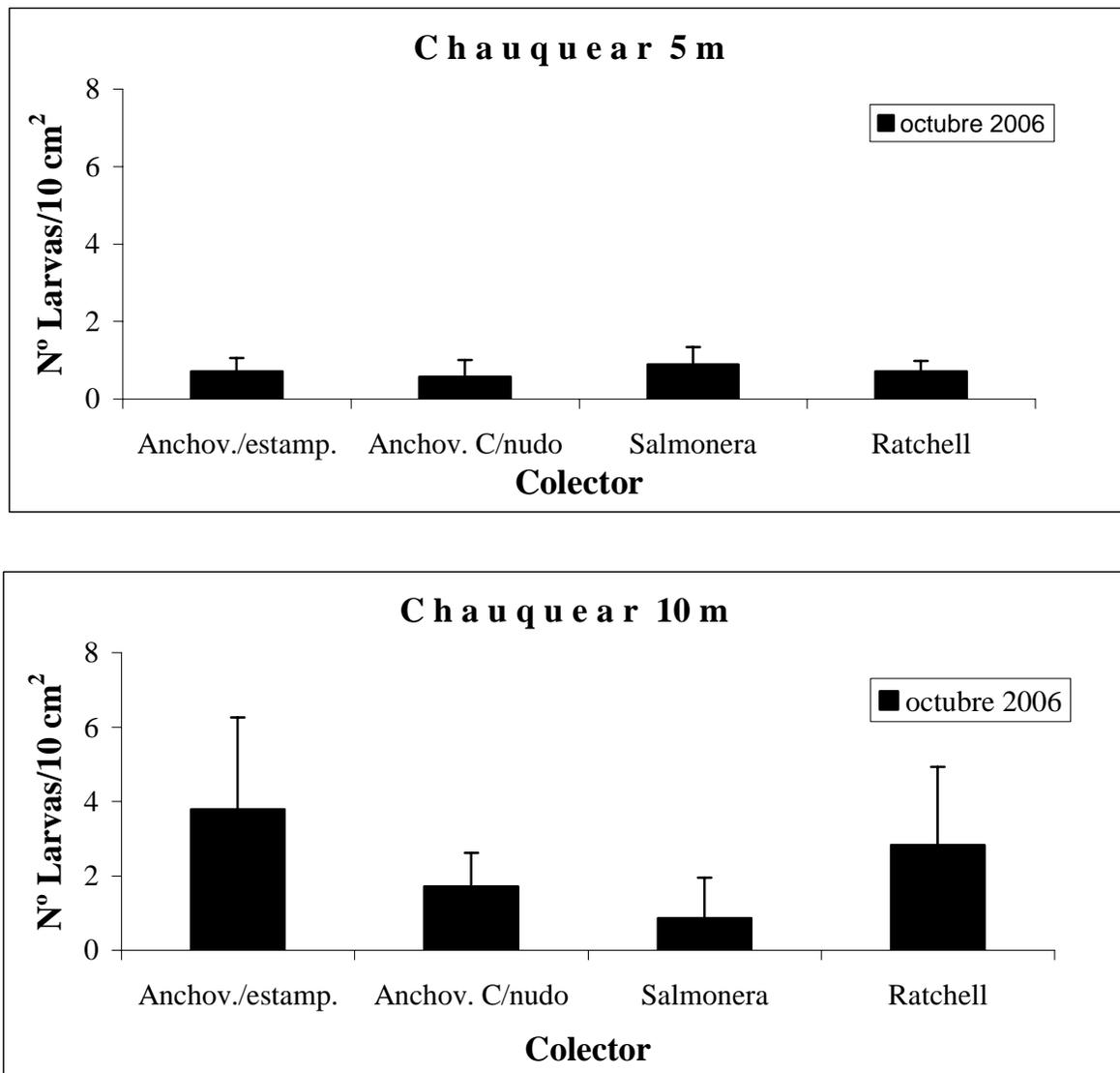


Figura 87. Asentamiento larval según tipo de red en Chauquear. Mes de Octubre

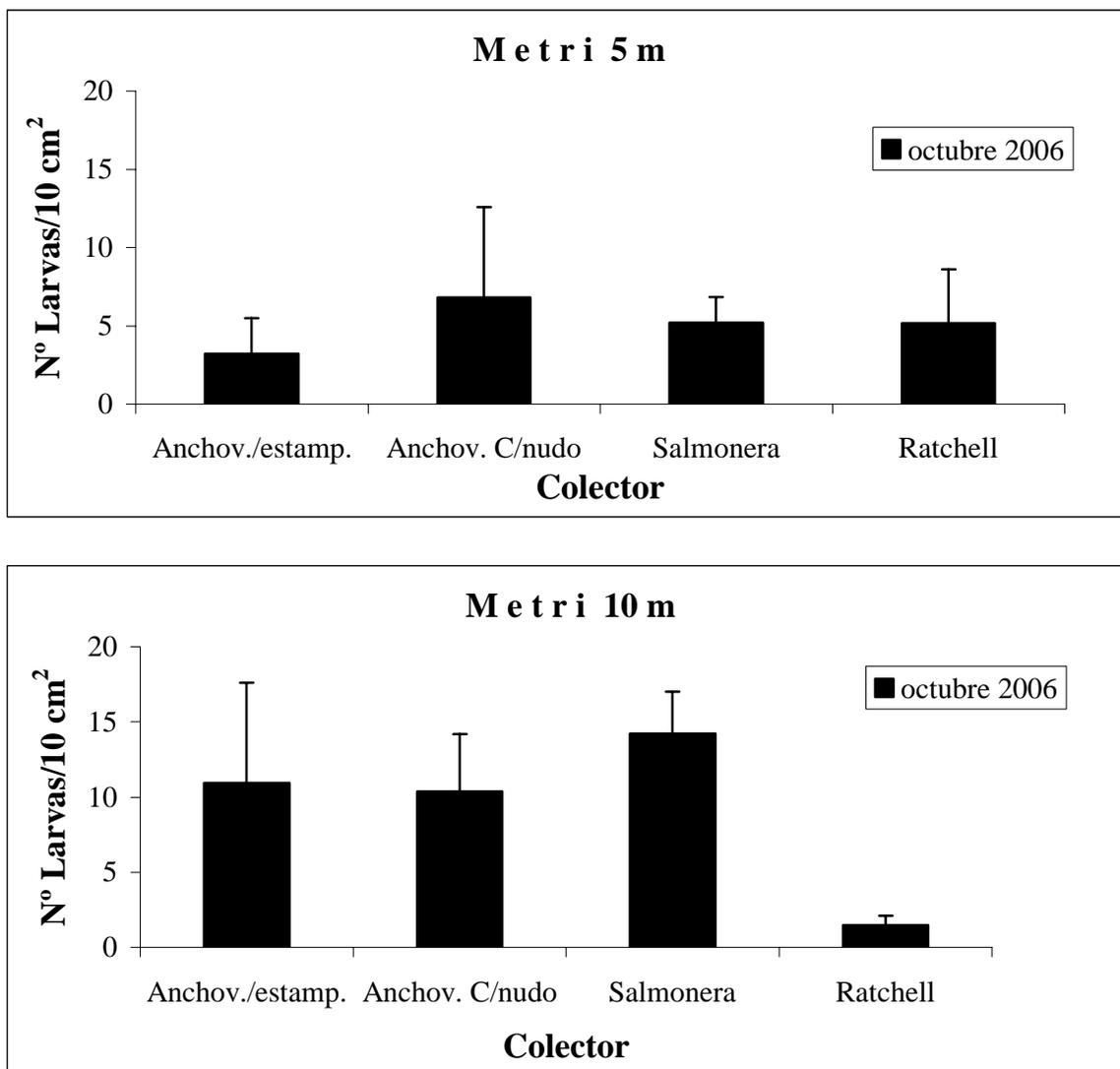


Figura 88. Asentamiento larval según tipo de red en Metri. Mes de Octubre

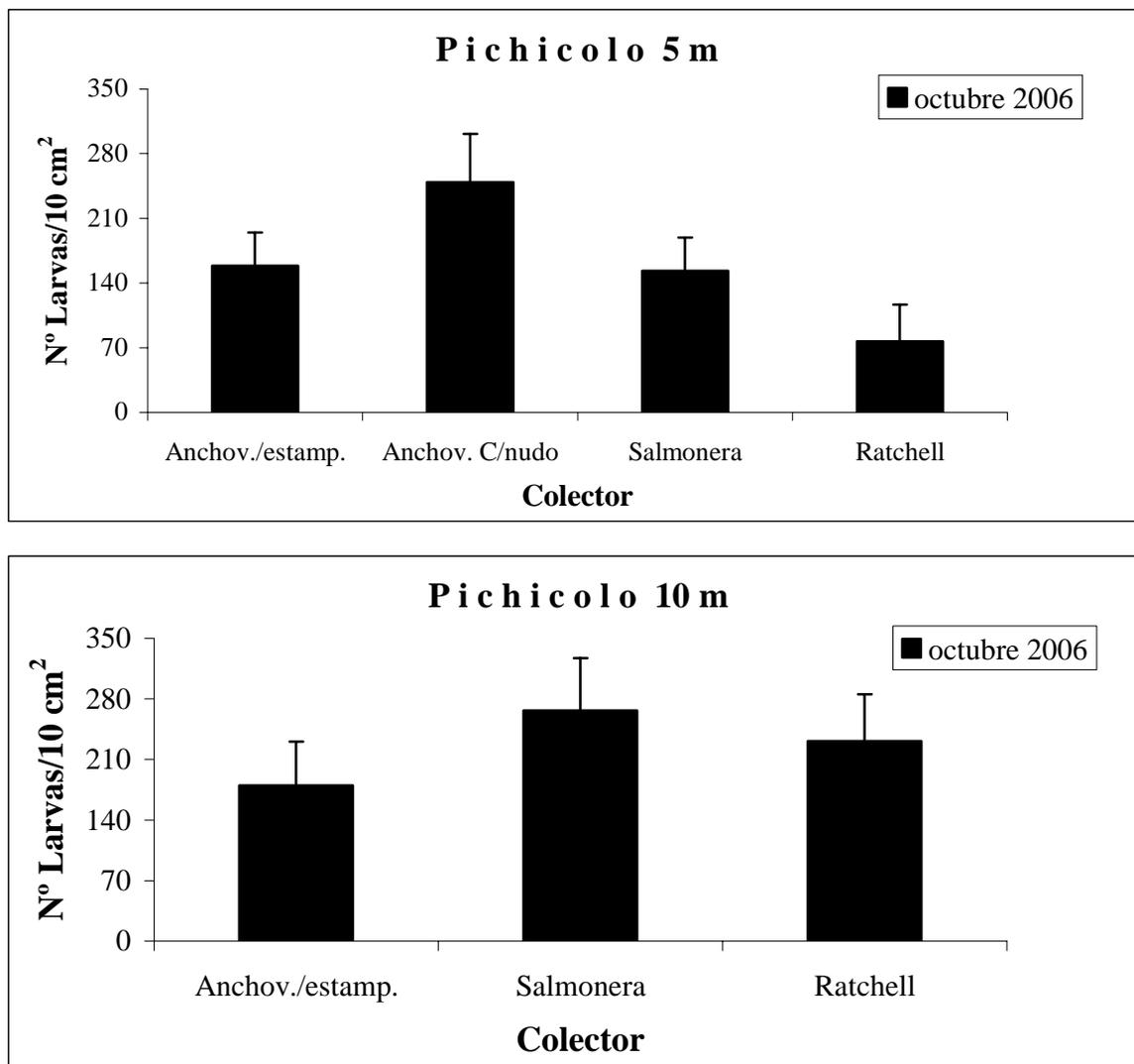


Figura 89. Asentamiento larval según tipo de red en Pichicolo. Mes de Octubre

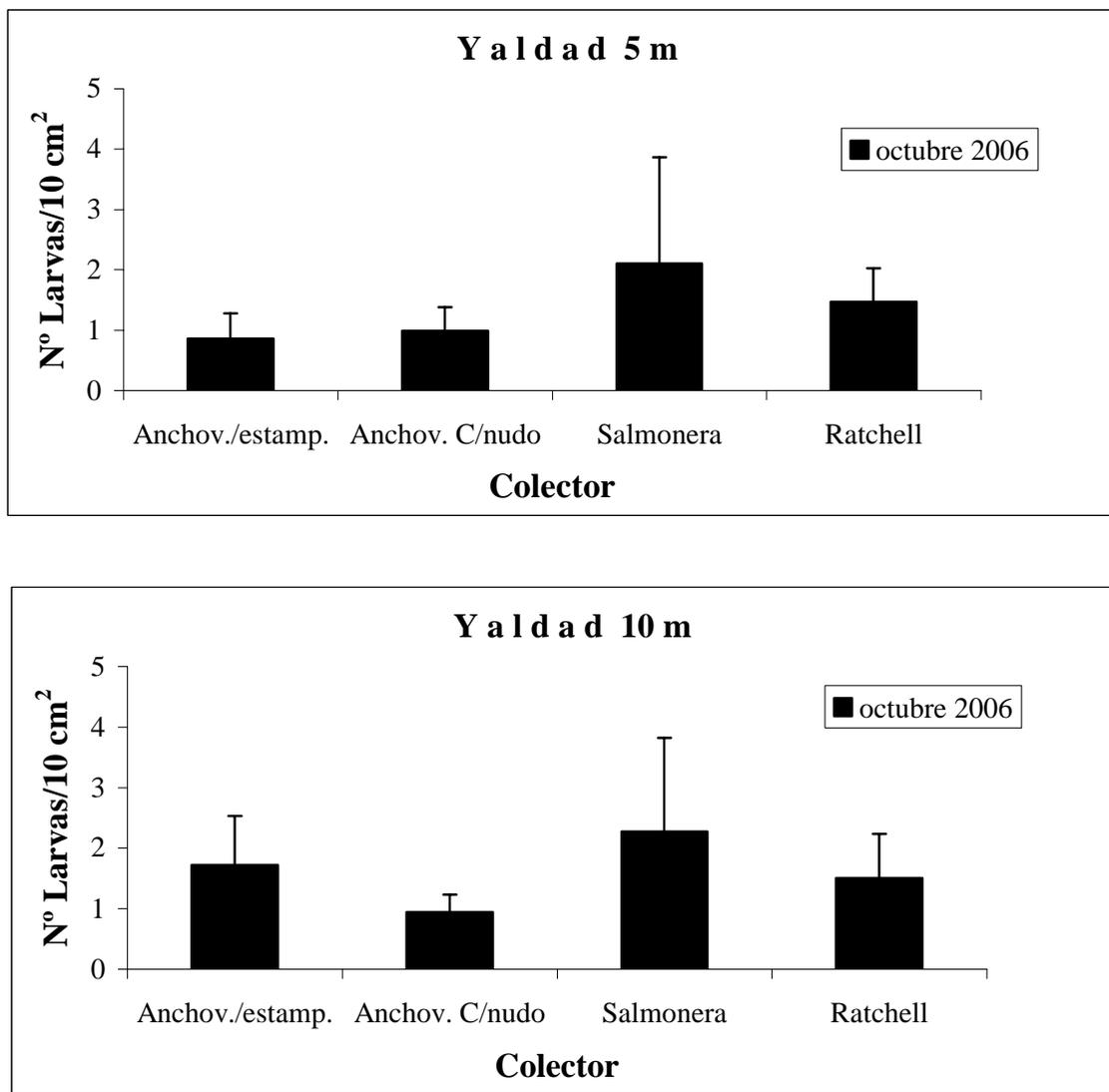


Figura 90. Asentamiento larval según tipo de red en Yaldad. Mes de Octubre

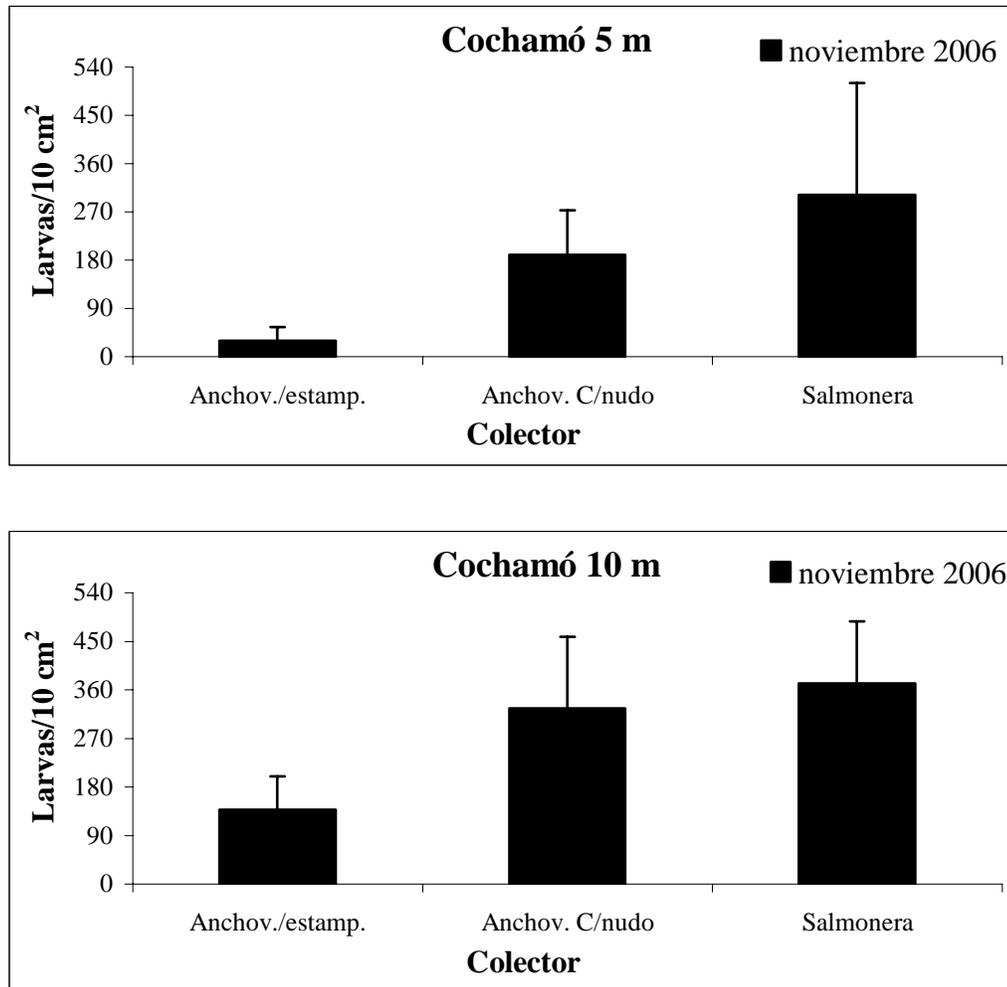


Figura 91. Asentamiento larval según tipo de red en Cochamó. Mes de Noviembre

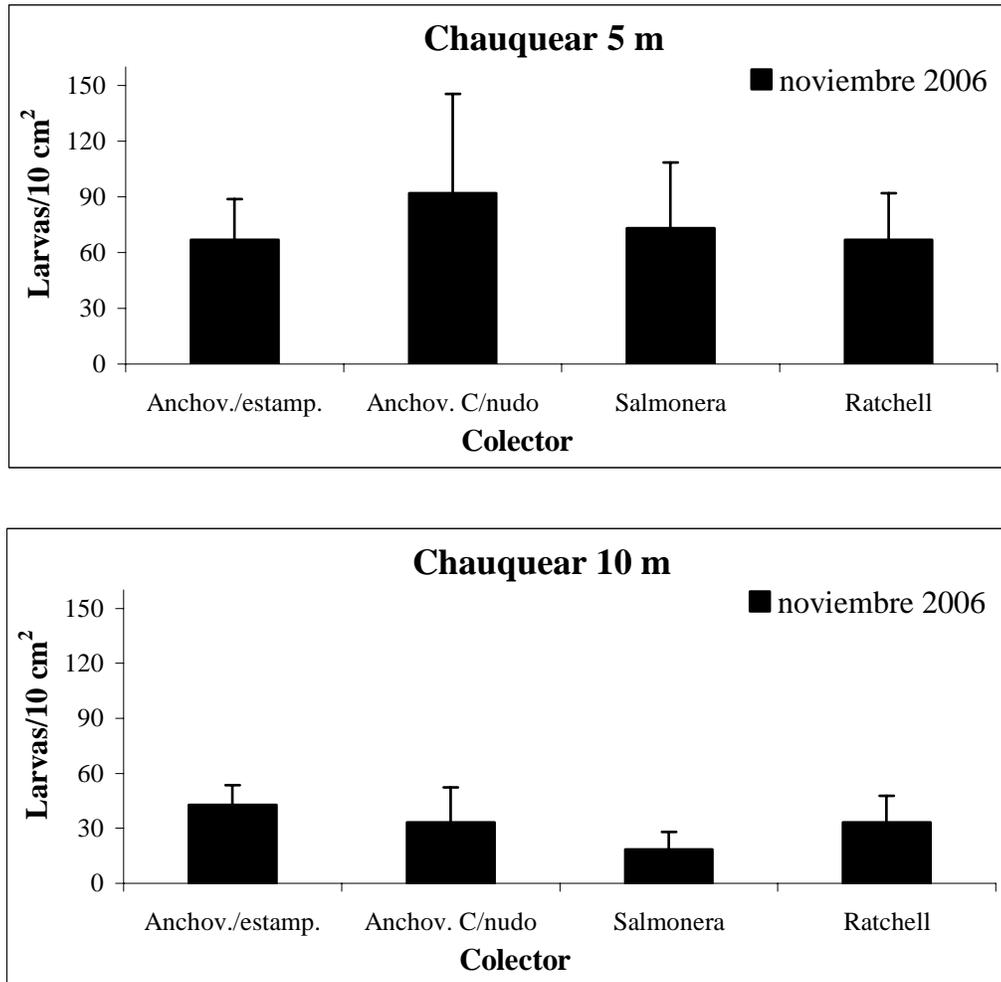


Figura 92. Asentamiento larval según tipo de red en Chauquear. Mes de Noviembre

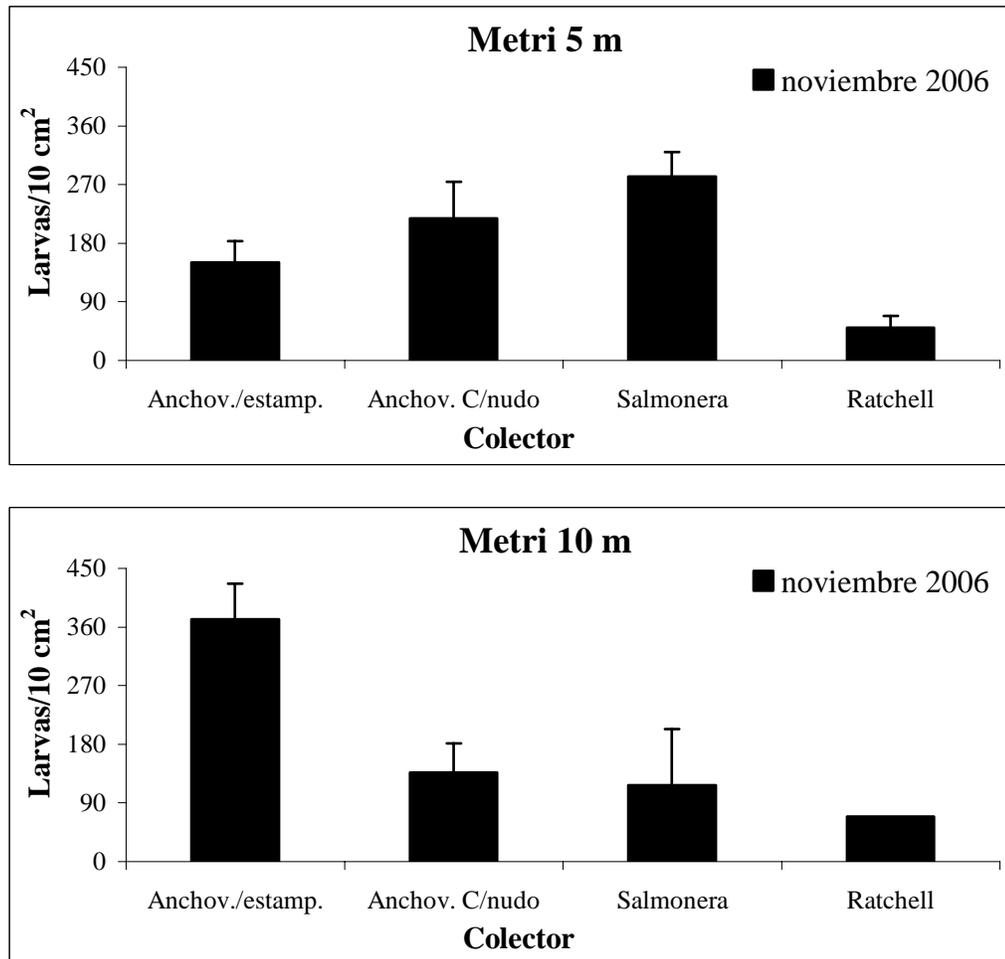


Figura 93. Asentamiento larval según tipo de red en Metri. Mes de Noviembre

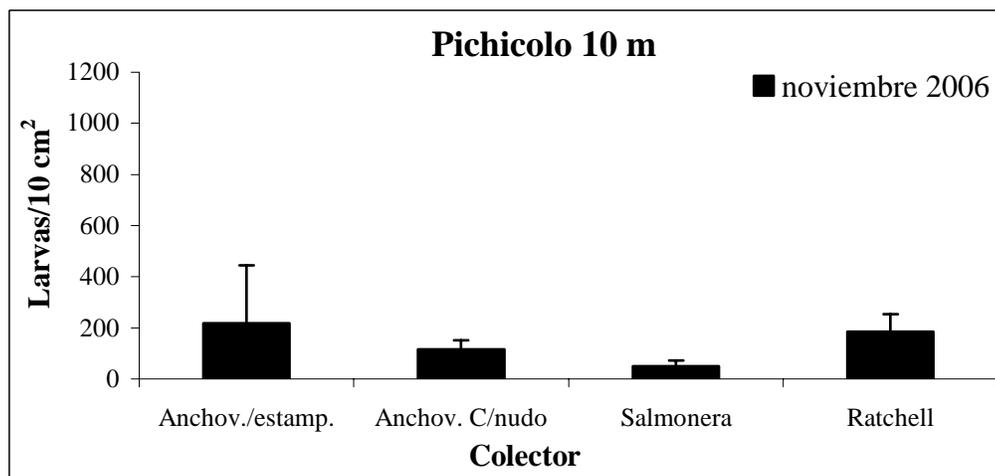
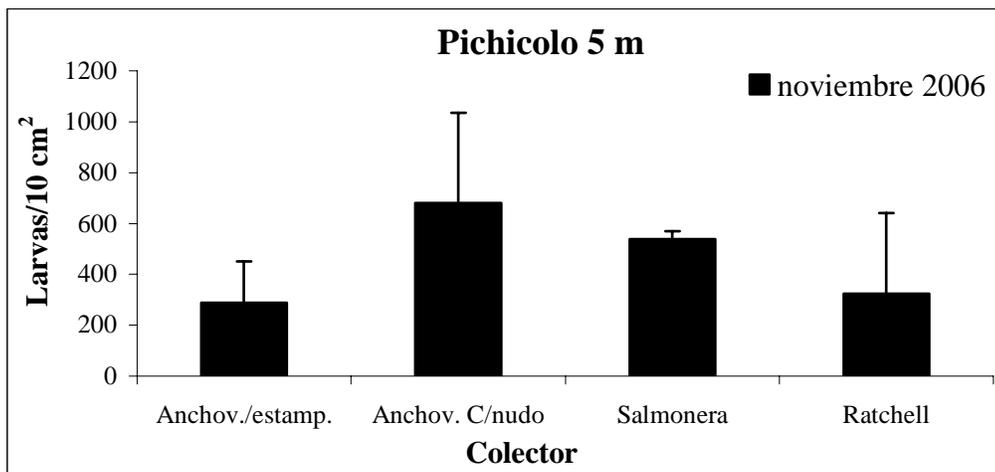


Figura 94. Asentamiento larval según tipo de red en Pichicolo. Mes de Noviembre

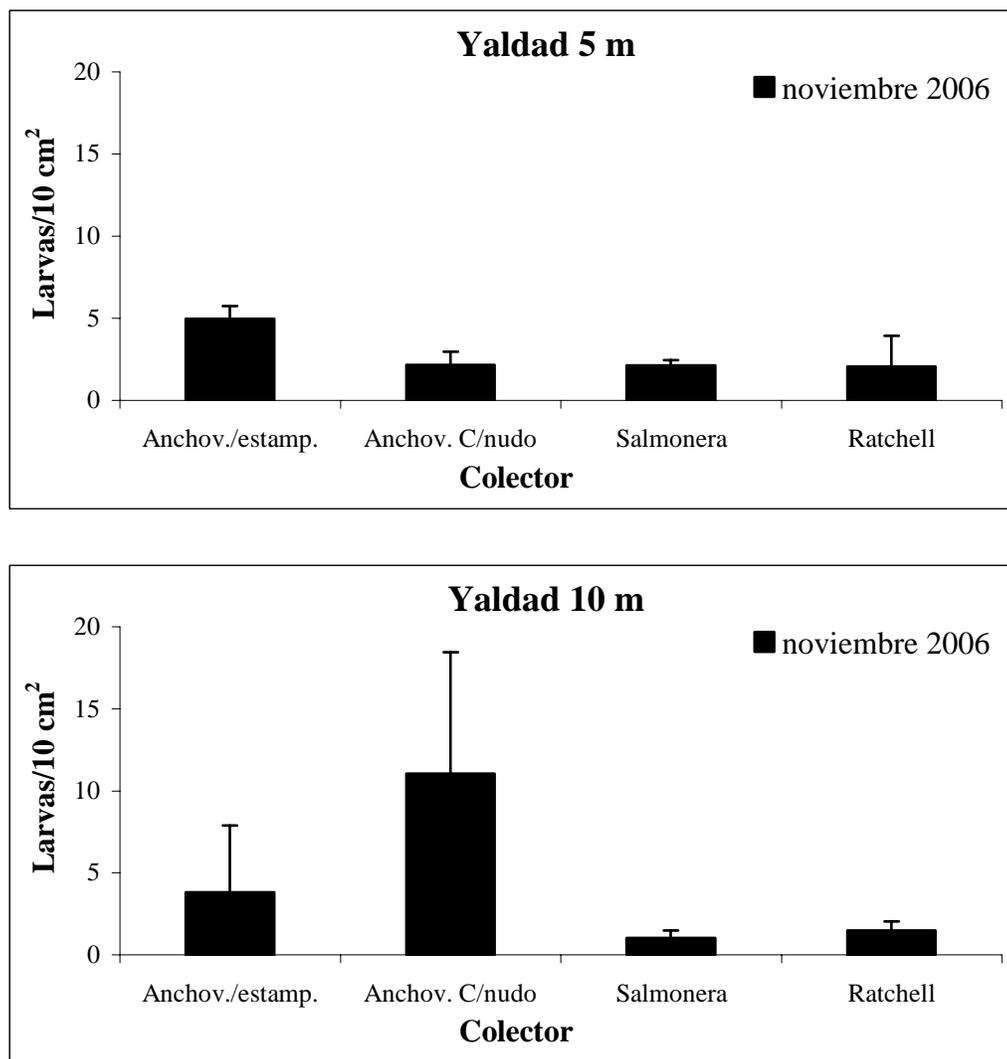


Figura 95. Asentamiento larval según tipo de red en Yaldad. Mes de Noviembre

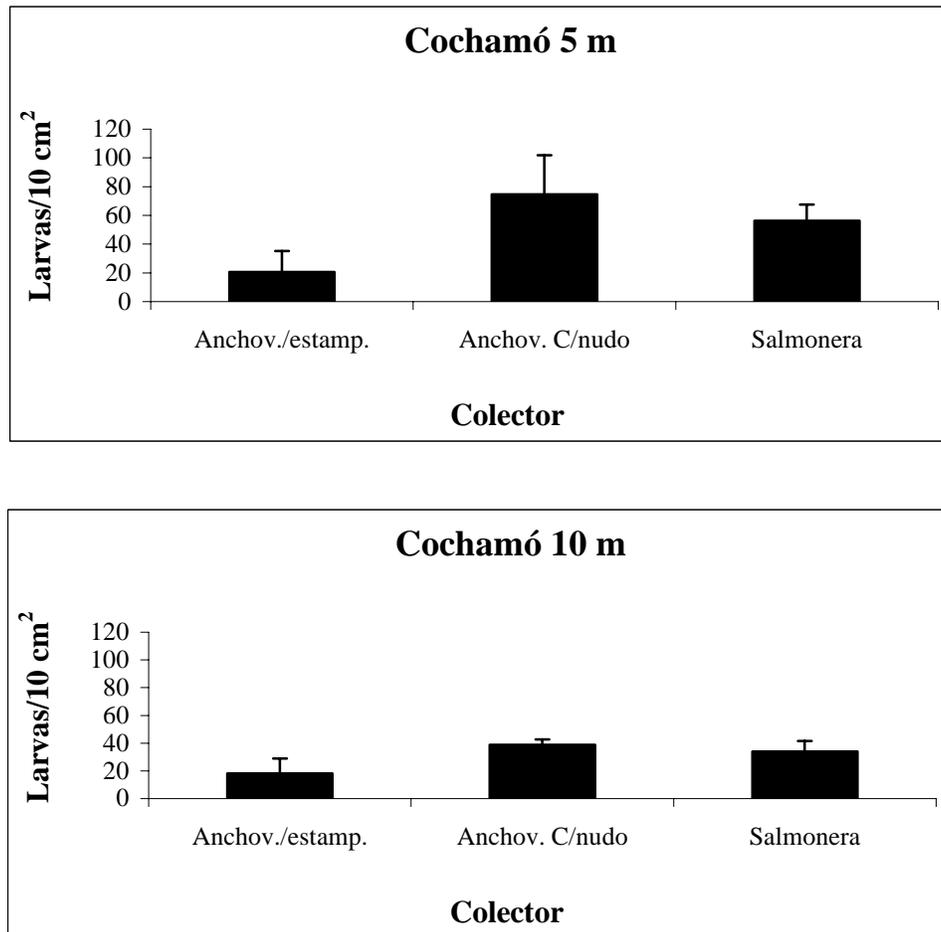


Figura 96. Asentamiento larval según tipo de red en Cochamó. Mes de Diciembre-Enero

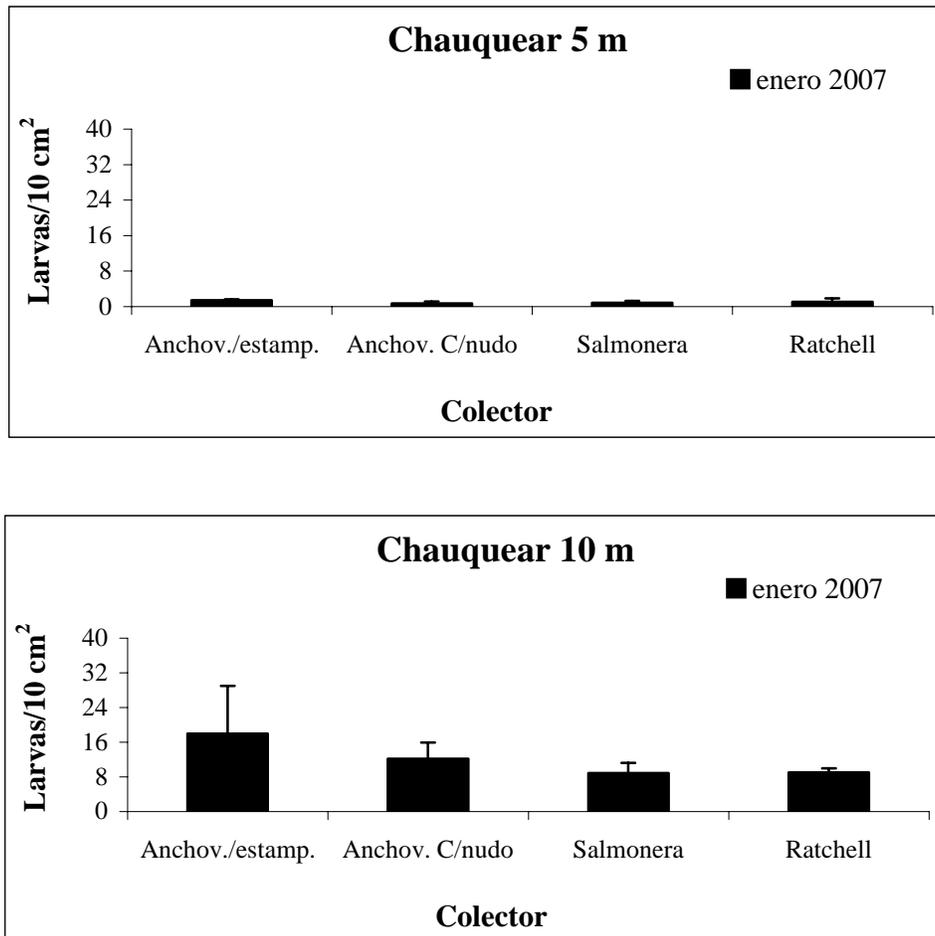


Figura 97. Asentamiento larval según tipo de red en Chauquear Diciembre-Enero

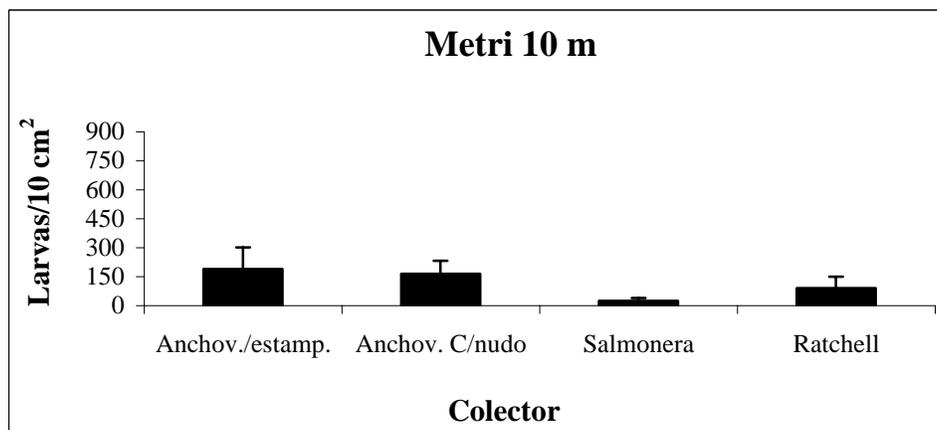
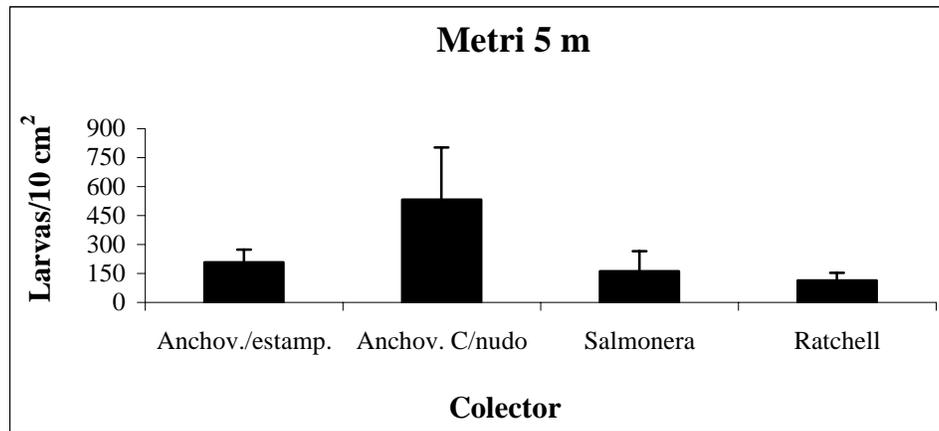


Figura 98. Asentamiento larval según tipo de red en Metri Diciembre-Enero

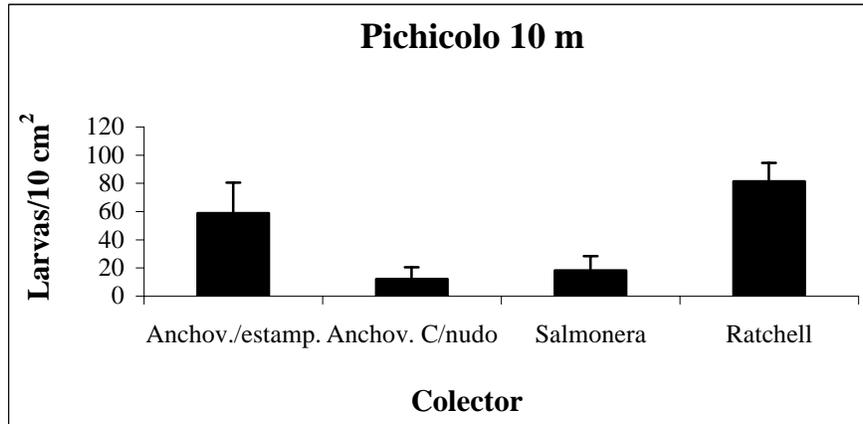
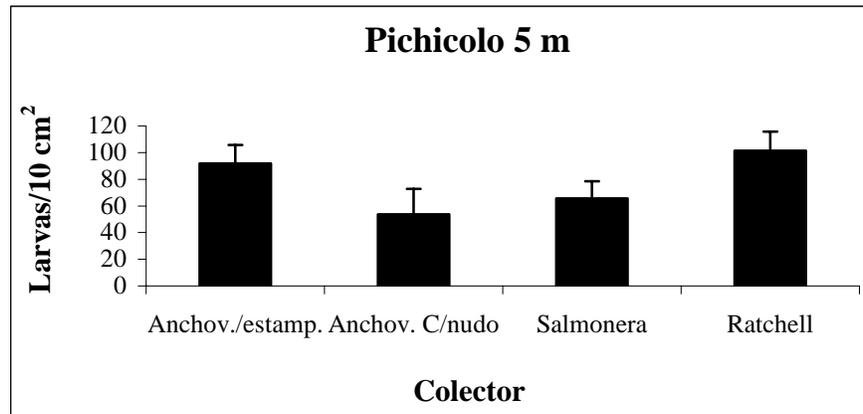


Figura 99. Asentamiento larval según tipo de red en Pichicolo Diciembre-Enero

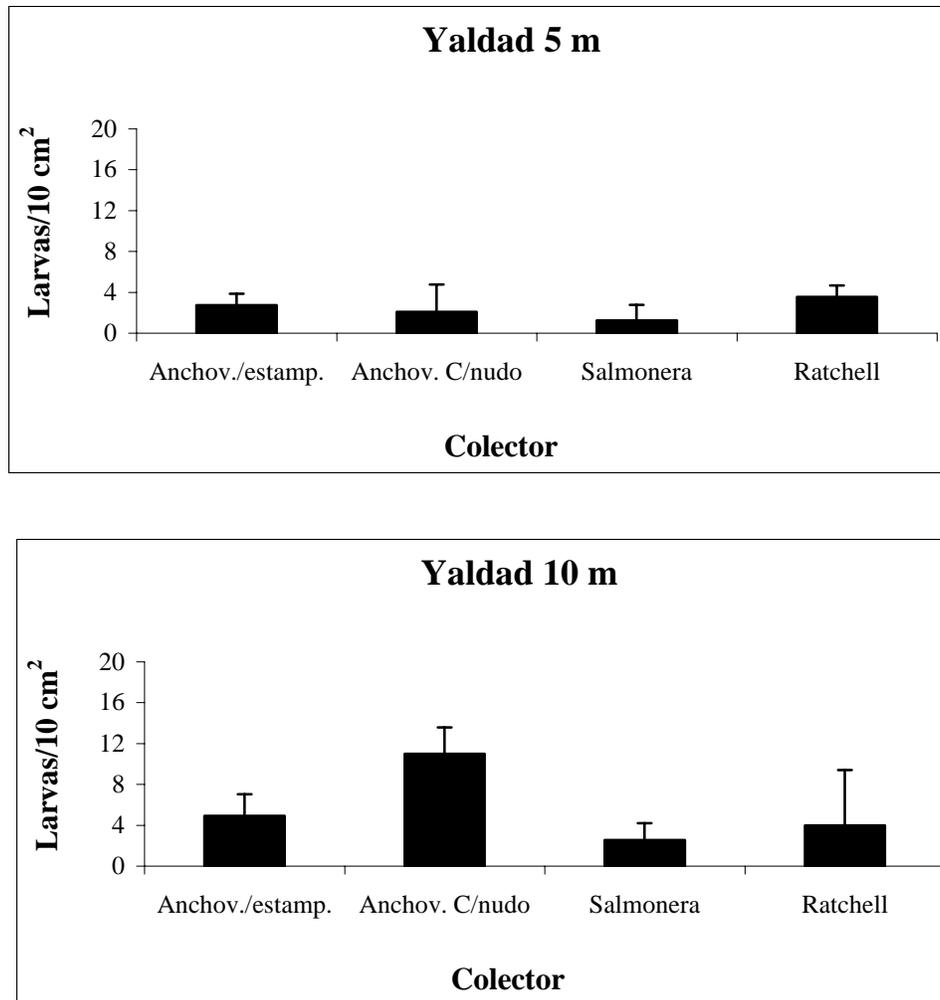


Figura 100. Asentamiento larval según tipo de red en Yaldad Diciembre-Enero

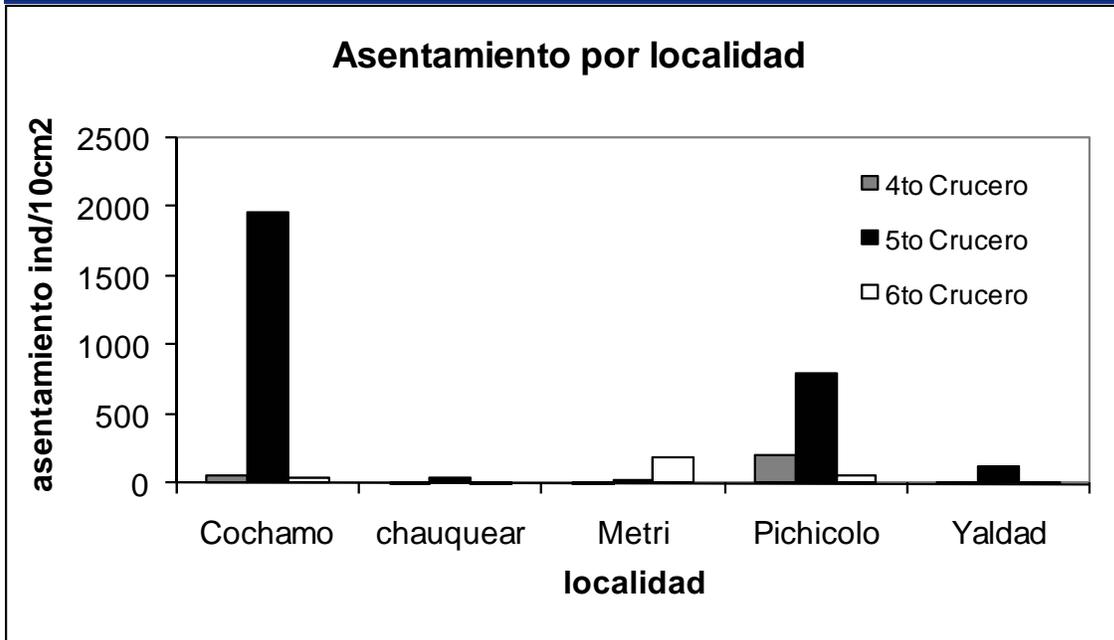


Figura 101. Resumen de asentamiento por crucero y localidad durante el período de estudio

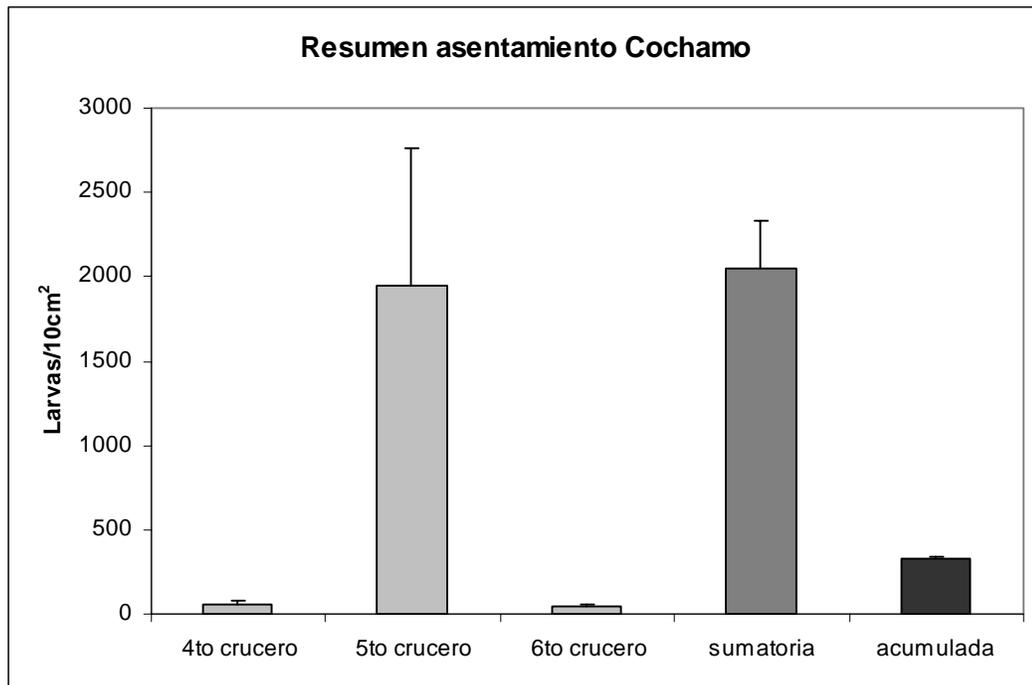


Figura 102. Relación entre la sumatoria del asentamiento registrado mes a mes y la densidad de asentamiento final observada durante todo el período de estudio (acumulada) en la localidad de Cochamó.

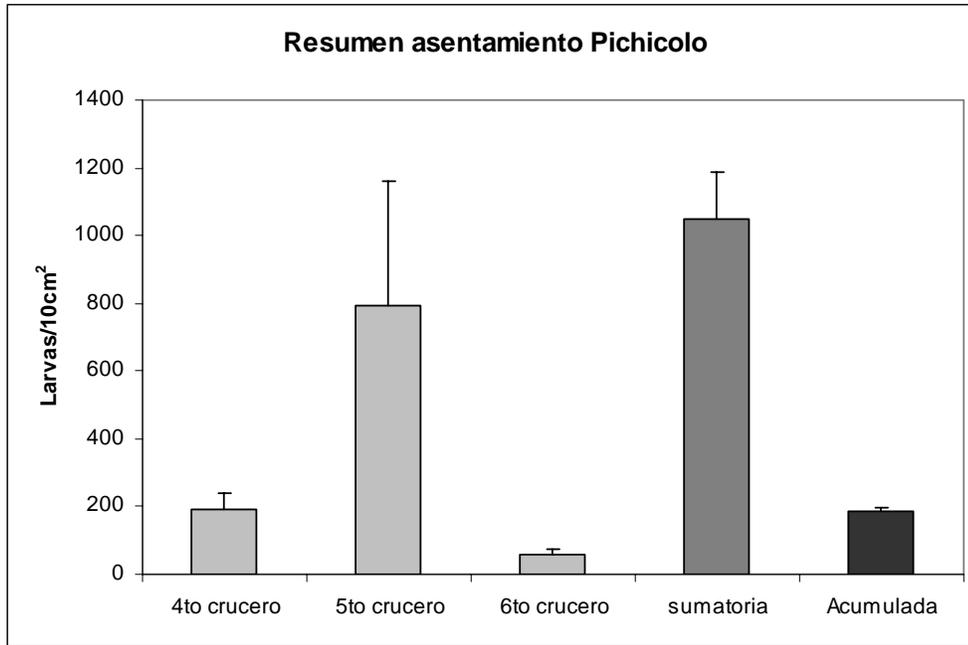


Figura 103. Relación entre la sumatoria del asentamiento registrado mes a mes y la densidad de asentamiento final observada durante todo el período de estudio (acumulada) en la localidad de Pichicolo.

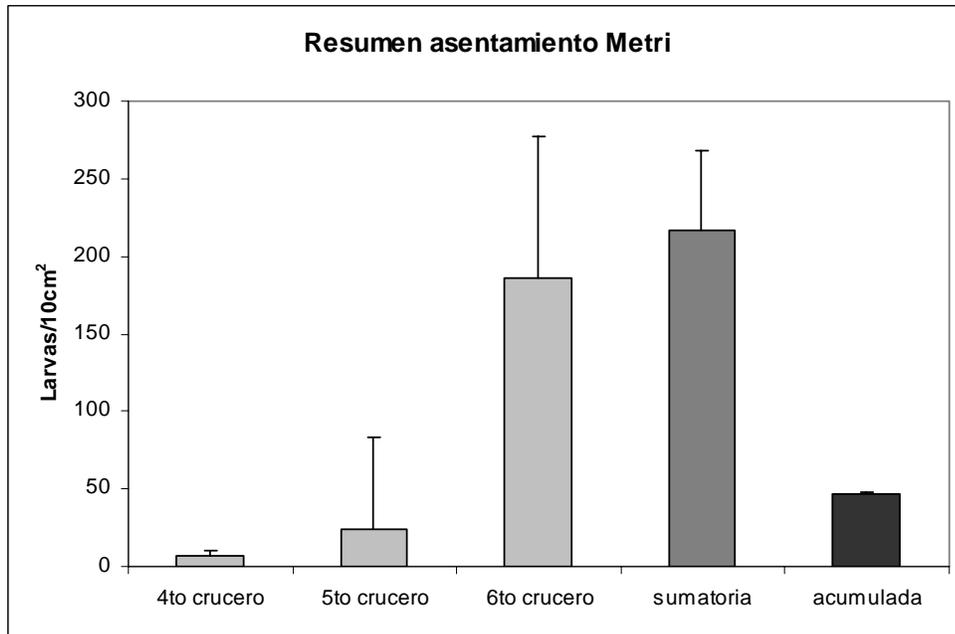


Figura 104. Relación entre la sumatoria del asentamiento registrado mes a mes y la densidad de asentamiento final observada durante todo el período de estudio (acumulada) en la localidad de Metri.

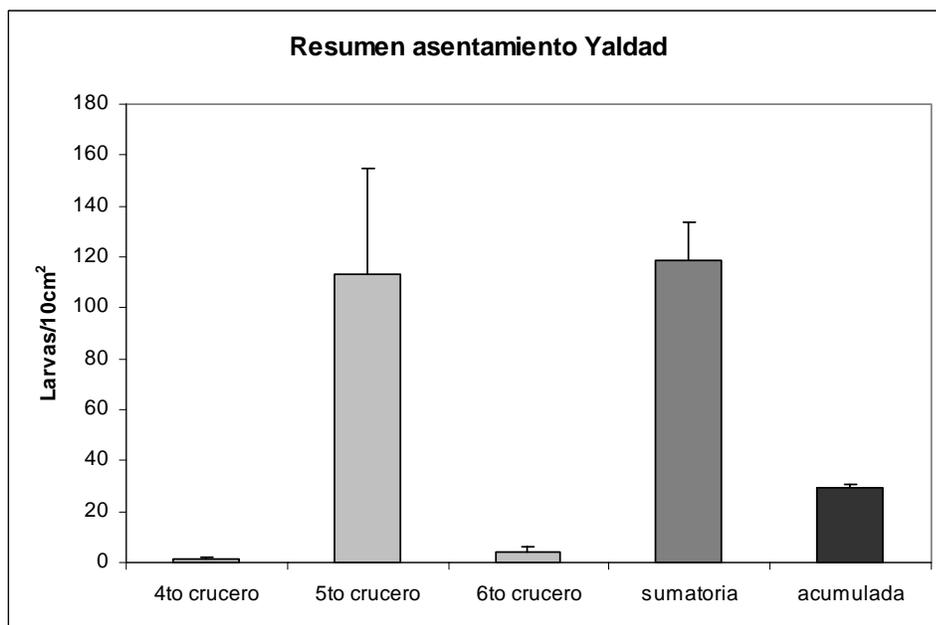


Figura 105. Relación entre la sumatoria del asentamiento registrado mes a mes y la densidad de asentamiento final observada durante todo el período de estudio (acumulada) en la localidad de Yaldad.

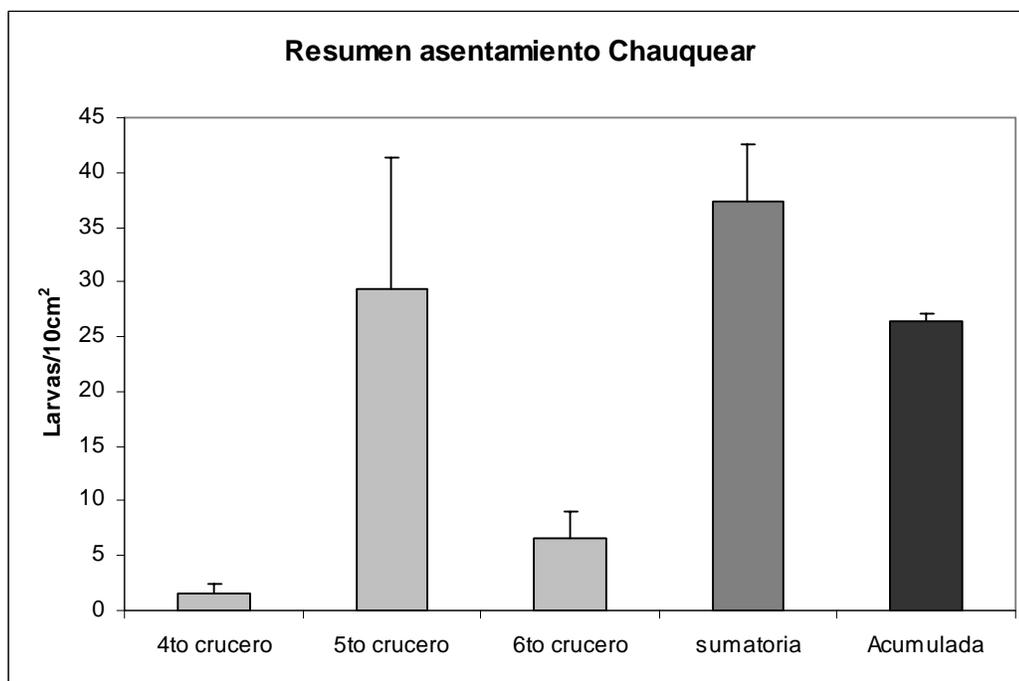


Figura 106. Relación entre la sumatoria del asentamiento registrado mes a mes y la densidad de asentamiento final observada durante todo el período de estudio (acumulada) en la localidad de Chauquear.

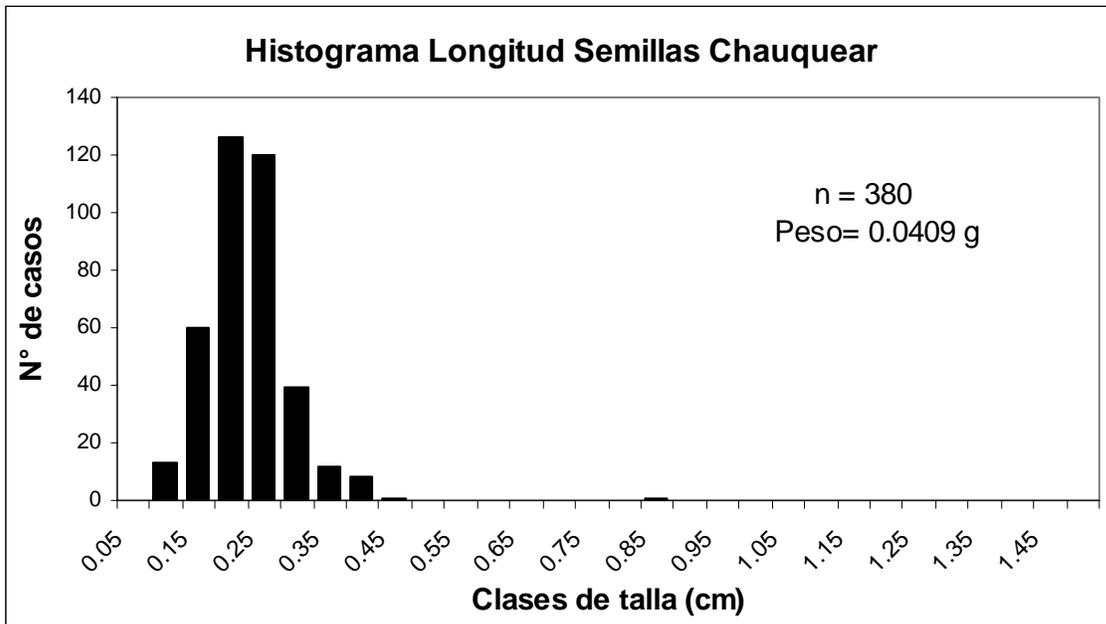


Figura 107 Histograma con el valor total de semillas acumuladas durante el desarrollo del estudio en las distintas profundidades y tipos de red utilizados (Se entregan además los valores de peso seco total para las n semillas seleccionadas en la localidad de Chauquear)

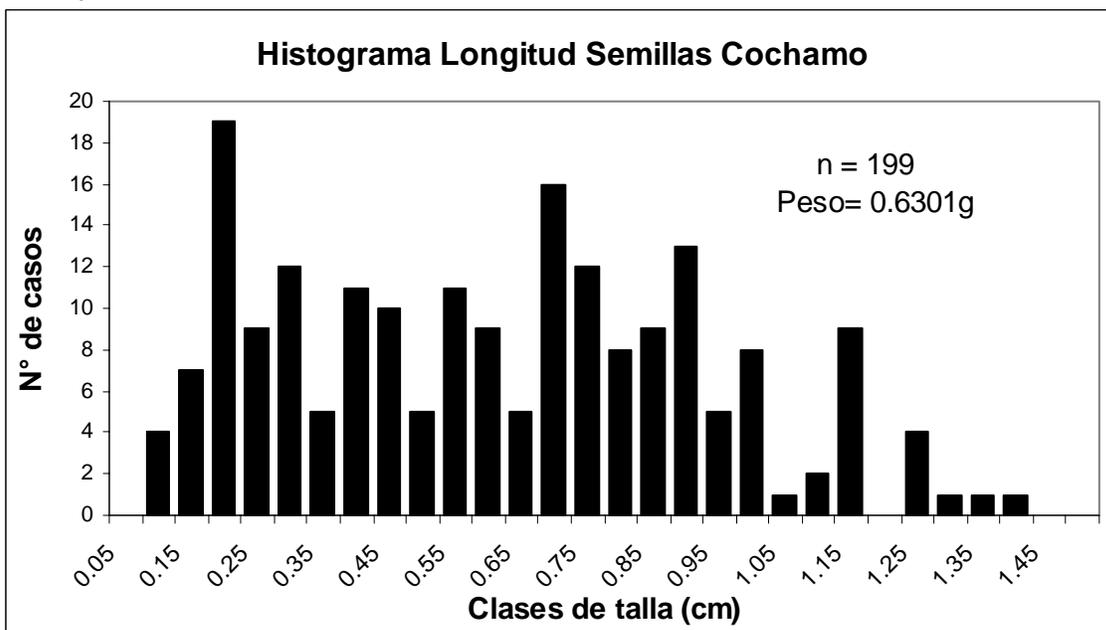


Figura 108. Histograma con el valor total de semillas acumuladas durante el desarrollo del estudio en las distintas profundidades y tipos de red utilizados (Se entregan además los valores de peso seco total para las n semillas seleccionadas en la localidad de Cochamo)

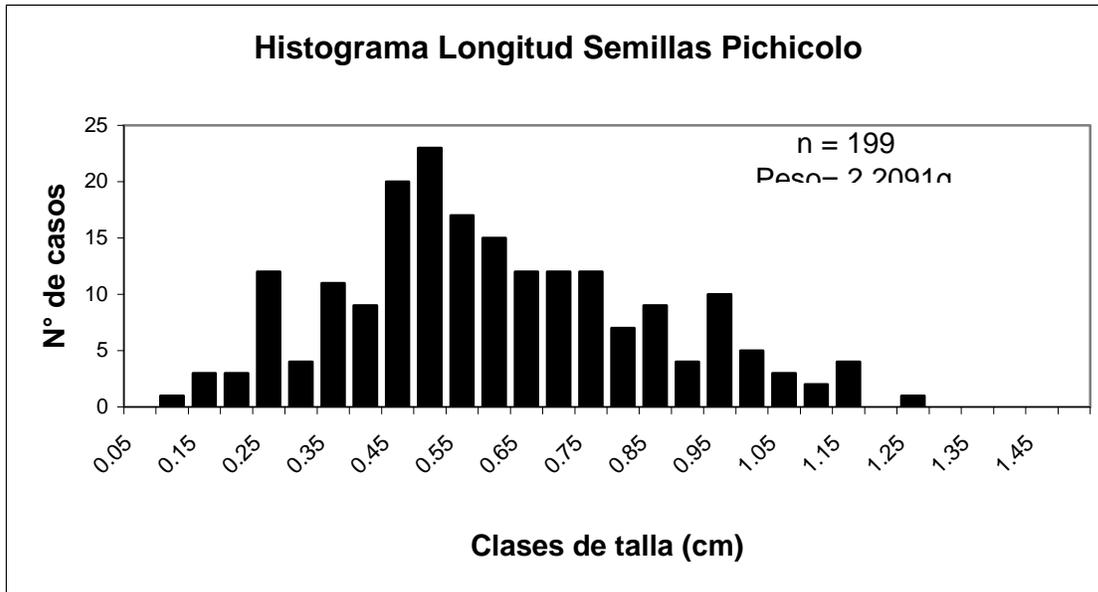


Figura 109. Histograma con el valor total de semillas acumuladas durante el desarrollo del estudio en las distintas profundidades y tipos de red utilizados (Se entregan además los valores de peso seco total para las n semillas seleccionadas en la localidad de Pichicolo)

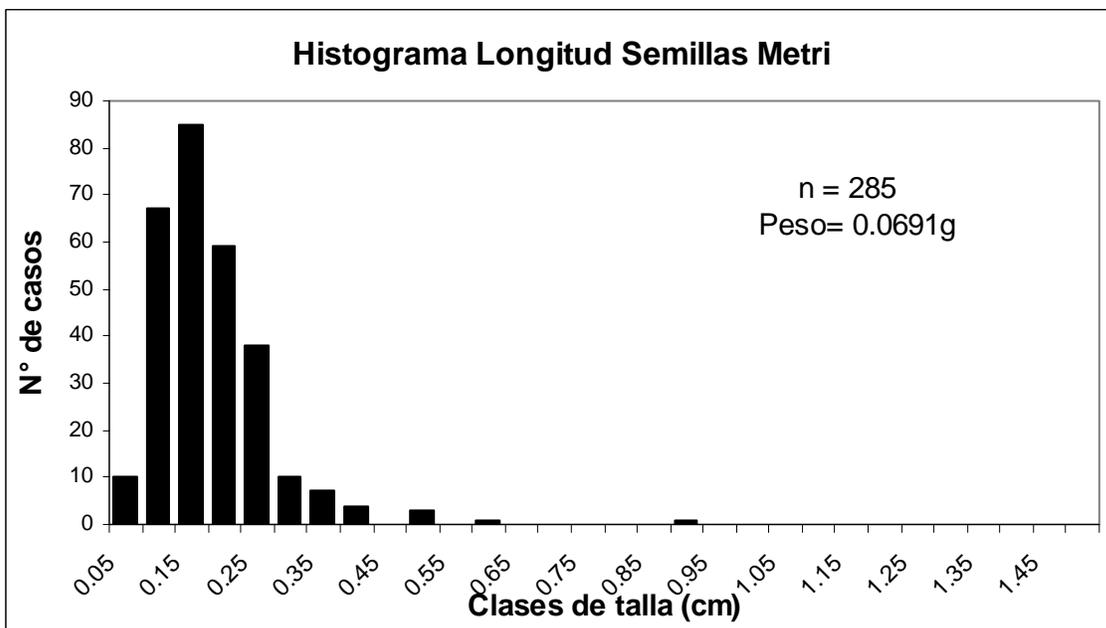


Figura 110. Histograma con el valor total de semillas acumuladas durante el desarrollo del estudio en las distintas profundidades y tipos de red utilizados (Se entregan además los valores de peso seco total para las n semillas seleccionadas en la localidad de Metri)

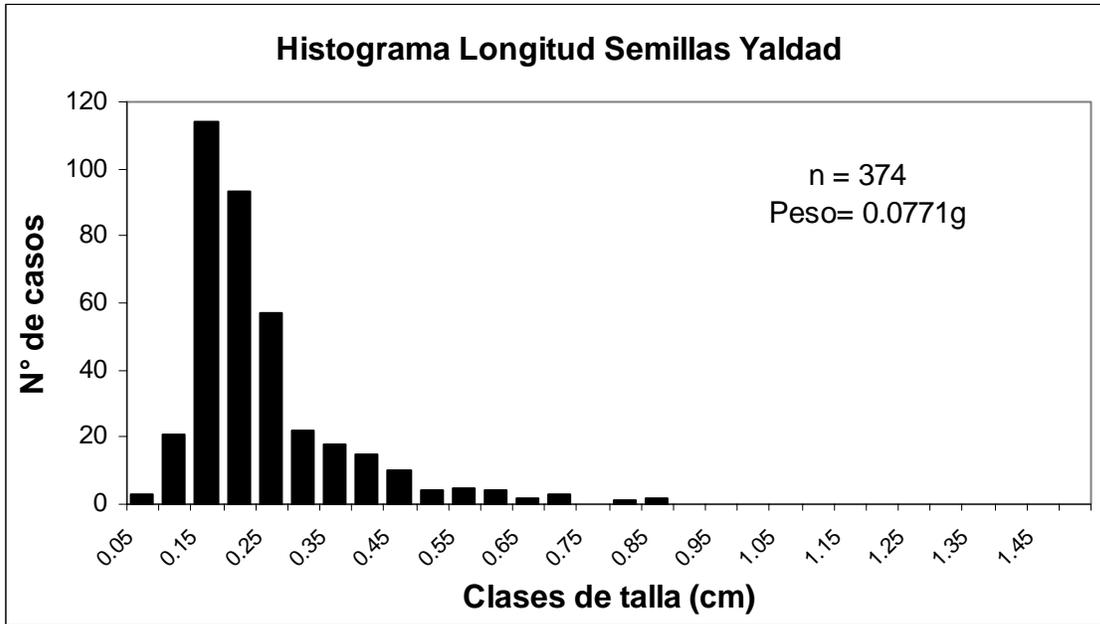


Figura 111. Histograma con el valor total de semillas acumuladas durante el desarrollo del estudio en las distintas profundidades y tipos de red utilizados (Se entregan además los valores de peso seco total para las n semillas seleccionadas en la localidad de Yaldad)

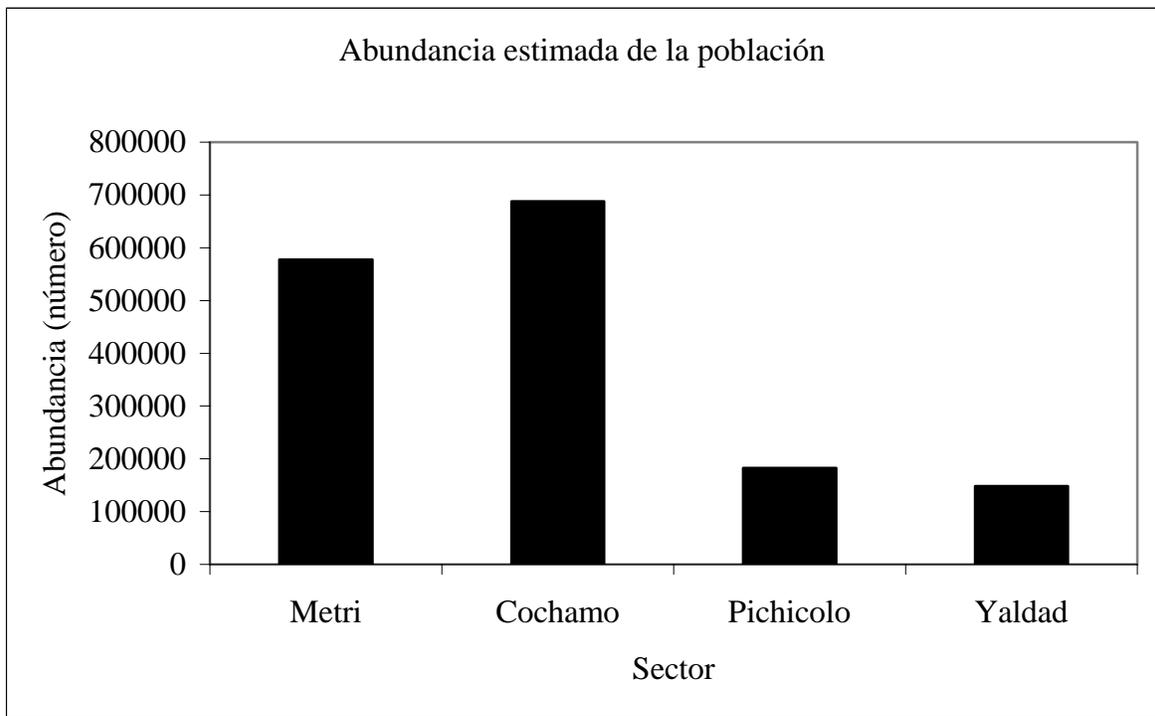


Figura 112 Abundancia poblacional de *M. chilensis* estimada de las evaluaciones directas realizadas en los sectores de Metri, Pichicolo, Cochamó y Yaldad.

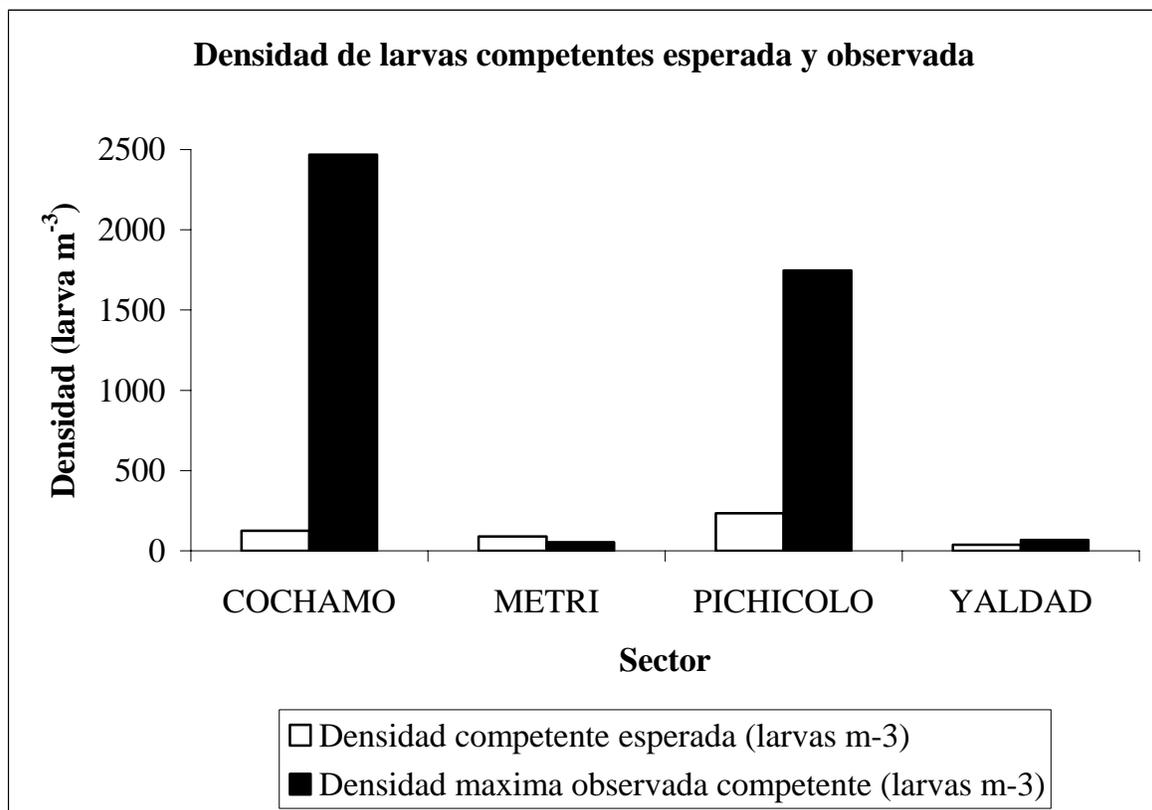


Figura 113. Densidad de larvas competentes esperada (calculada a partir de la abundancia de reproductores y el número de huevos estimados por cada hembra) y observada durante este estudio.

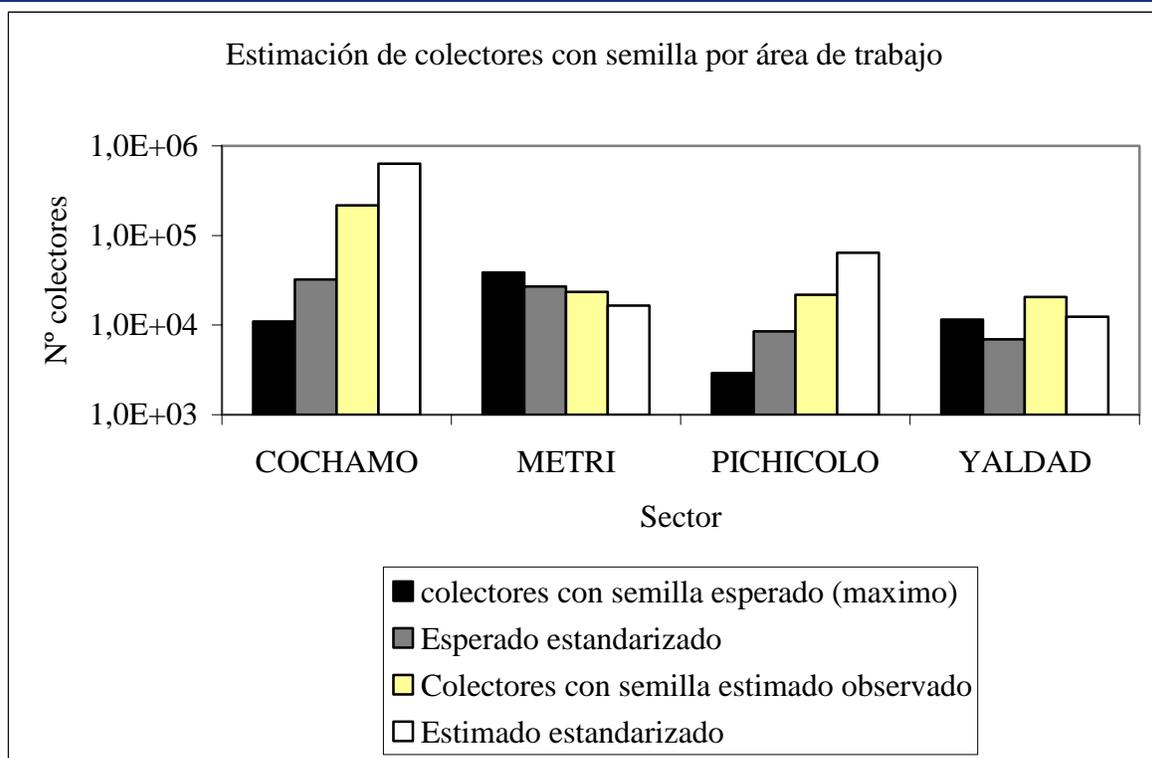


Figura 114. Estimación de colectores con semillas que pudieron producirse en cada uno de los sectores de estudio. Colectores esperados con semilla de acuerdo a la información empírica. Esperado estandarizado considerando 8200 semillas por colector. Colectores con semilla estimados de acuerdo a los resultados de densidad larval del presente estudio.

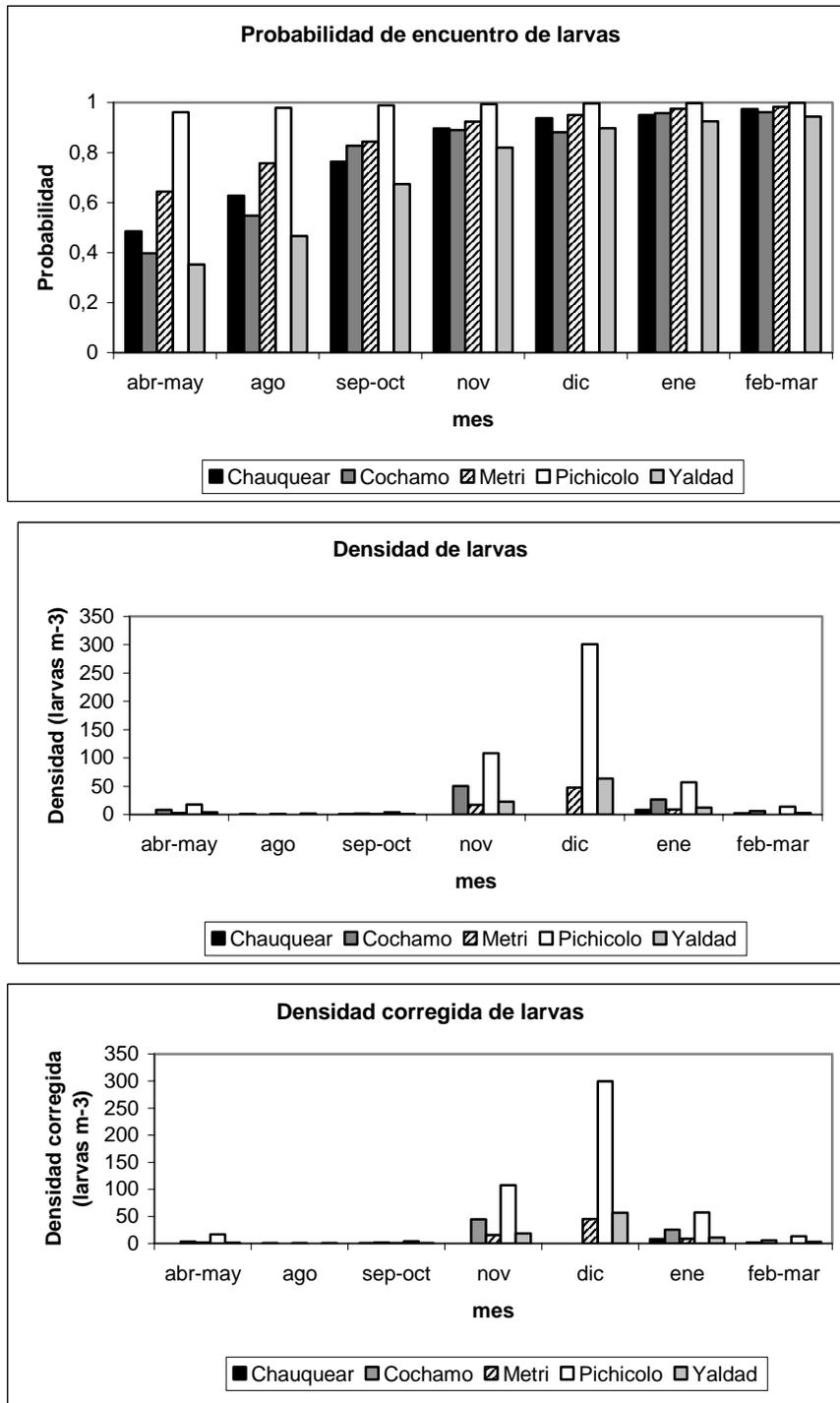


Figura 115. Arriba, probabilidad de encuentro de larvas de *M. chilensis* en cada una de las áreas de estudio.. Al medio la densidad esperada para cada una de las áreas y Abajo, la densidad corregida esperada para cada una de las áreas de estudio por periodo.

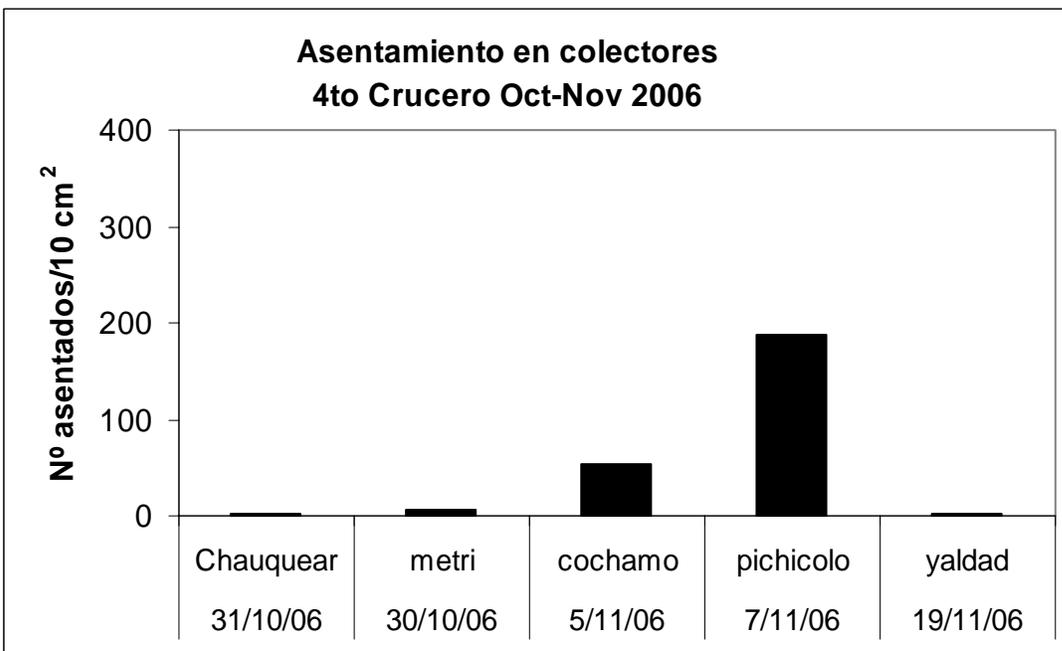
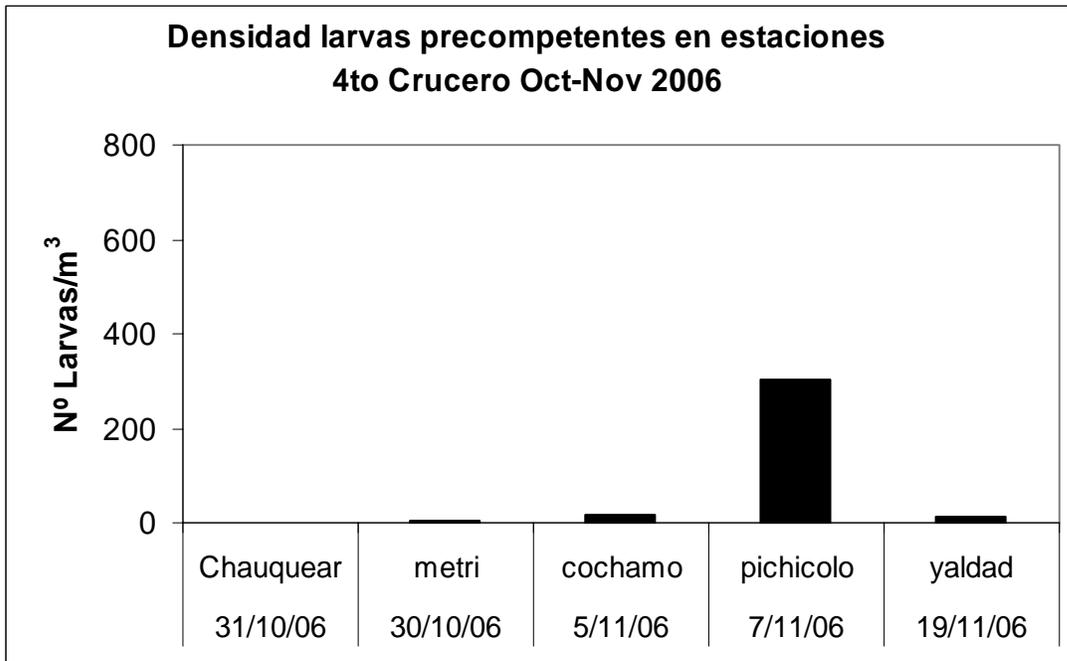


Figura 116. Concentración de larvas precompetentes y asentados en las diferentes localidades estudiadas durante el cuarto monitoreo de Octubre-Noviembre del 2006

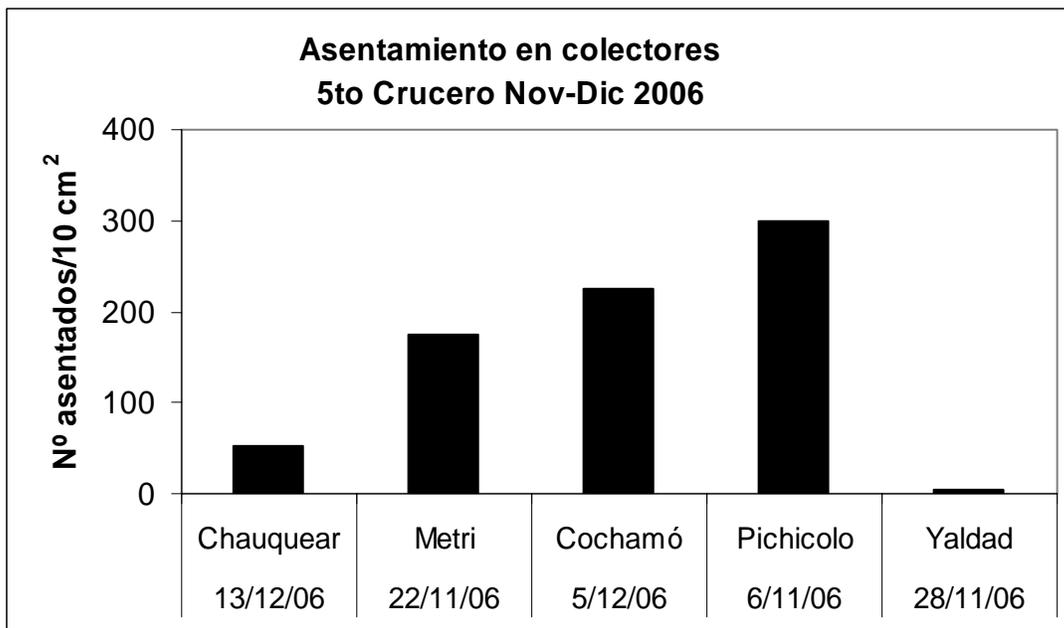
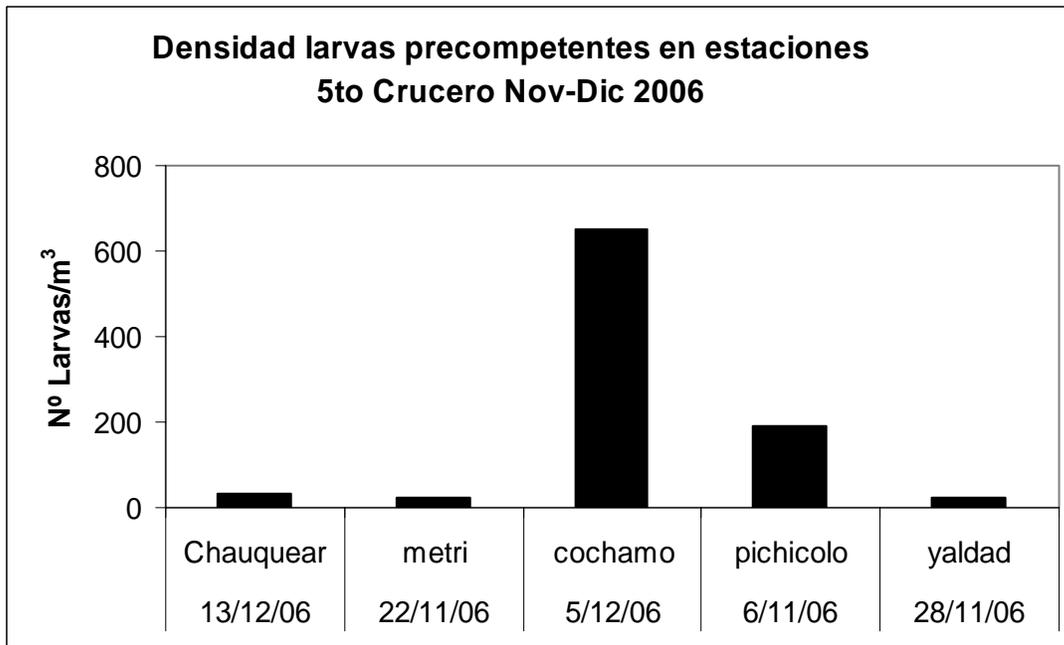


Figura 117. Concentración de larvas precompetentes y asentados en las diferentes localidades estudiadas durante el quinto monitoreo de Noviembre-Diciembre del 2006