



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
SEDE PUERTO MONTT  
ESCUELA DE ACUICULTURA Y PESQUERÍAS

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE ESTADÍOS LARVALES TEMPRANOS  
DE MITÍLIDOS EN BAHÍA ILQUE (41°38'20"S; 73°05'00"W), X REGIÓN, CHILE.

Tesis para Optar al Título de Ingeniero en  
Acuicultura.

Profesor Patrocinante: Dr. Carlos Molinet

Instituto de Acuicultura

GABRIELA ALEJANDRA MARILAOAMPUERO

PUERTO MONTT - CHILE

2009

*Dedicado a Lorena, Javiera y Elías...*

## **I.- Agradecimientos**

Gracias a todas las personas que hicieron posible este trabajo. A Carmen Cortes y sus trabajadores, que me permitieron llevar a cabo esta tesis, a mi profesor patrocinante Dr. Carlos Molinet, por su paciencia y valiosa orientación y profesores informantes MSc. Sandra Marín y Dr. Iker Uriarte, a mi familia por su apoyo.

## I.-Índice de Contenidos

II.-Índice de Tablas.....	6
III.-Índice de Figuras .....	6
IV.-Resumen.....	8
V.-Abstract .....	9
1.-Introducción .....	10
2.-Hipótesis.....	14
3.-Objetivos .....	14
a) Objetivo General .....	14
b) Objetivos Específicos.....	14
4.-Metodología .....	15
a) Área de estudio .....	15
b) Recolección de muestras .....	15
c) Procesamiento de muestras.....	17
d) Análisis de datos .....	18
5.-Resultados. ....	19
5.1. Densidad Estados Larvales .....	19
5.2. Frecuencia de tamaño por estados de desarrollo .....	19

5.3. Variación temporal de la densidad larval y variables ambientales.....	20
5.3.1. Relación de los estados larvales con sus predecesores.....	20
5.3.2. Relación de los estados larvales con las variables ambientales.....	22
5.4. Patrón de distribución de larvas de mitílidos.....	27
5.5. Densidad Asentados .....	29
5.6. Frecuencia de tamaño por especie .....	29
5.7. Variación temporal de la densidad de asentados y variables ambientales .....	30
5.7.1. Relación de asentados con su estado predecesor.....	30
5.7.2. Relación de la especie con las variables ambientales.....	30
5.8. Patrón de distribución de mitílidos.....	31
5.9. Variables ambientales.....	33
6.-Discusión y conclusión .....	34
6.1. Densidad larval en el plancton.....	34
6.2. Asentamiento y fijación de semillas.....	36
8.-Bibliografía .....	39

## II.-Índice de Tablas

Tabla 1: Correlación cruzada entre los estados larvales de mitílidos y las variables ambientales.	48
Tabla 2: Análisis de Correspondencia Múltiple de los estados larvales de mitílidos.....	49
Tabla 3: Correlación cruzada entre las especies de mitílidos y las variables ambientales.....	50
Tabla 4: Análisis de Correspondencia Múltiple de los asentados de mitílidos. ....	51

### III.-Índice de Figuras

Figura 1: Área de estudio y localización de estaciones .....	52
Figura 2: Promedio de la variación mensual de la densidad de los estados larvales de mitílidos..	52
Figura 3: Variación mensual de la densidad de los estadíos larvales de mitílidos en la columna de agua.....	53
Figura 4: Variación mensual de la estructura de tallas de los estadíos larvales de mitílidos en la columna de agua.....	54
Figura 5: Diagrama de ordenación A.C.M de los estadíos larvales .....	55
Figura 6: Densidad semillas de mitílidos .....	56
Figura 7: Variación mensual de la estructura de tallas de asentados de mitílidos adheridos al colector. ....	57
Figura 8: Diagrama de ordenación A.C.M de asentados de mitílidos.....	58
Figura 9: Asentados acumulados.....	59
Figura 10: Variables ambientales. ....	60
Figura 11: Desarrollo larval mitílidos. ....	61
Figura 12: Especies de semillas de mitílidos.....	62

#### **IV.-Resumen**

La mitilicultura se inició con el cultivo de chorito *Mytilus chilensis* en la década de los 80, ya que su coloración gonadal y similitud con el mejillón español *Mytilus galloprovincialis*, resultaron ser atractivos en el mercado. Sin embargo, una de las problemáticas que surge de esta actividad, es la captación de semillas realizada desde el medio natural, debido a su limitada disponibilidad en el ambiente y a la falta de conocimientos en la dinámica del ciclo de vida larval, dispersión larval y captación de semillas.

El estudio se llevó a cabo en un centro de cultivo de choritos en bahía Ilque. En este lugar se recolectaron muestras de agua para identificar los estados de desarrollo larval y muestras de colectores para identificar las especies que se asentaron en tres estaciones y en dos profundidades en la bahía Ilque. Además, se registraron las variables ambientales salinidad y temperatura.

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) de la densidad de larvas con respecto a las profundidades, sin hallarse diferencias significativas entre las estaciones. Se observaron diferencias significativas de la densidad de asentados entre las profundidades y estaciones.

La estructura de tallas de larvas y semillas mostró diferencias significativas entre las profundidades y entre las estaciones ( $p < 0,05$ ).

Las mayores densidades de larvas y semillas fueron observadas en el estrato más profundo y en los meses de primavera. La salinidad, temperatura y clorofila influyeron en la distribución y el tiempo de desarrollo larval, coincidiendo con estudios reportados

## **V.-Abstract**

The mitiliculture began with the culture of the mussel *Mytilus chilensis* in the 1980s, because of its gonodal coloration and its similarity with the Spanish mussel *Mytilus galloprovincialis*; it came up to be an attractive product in the market.

However, one of the problems that this activity involves is the seed capture made from the natural environment, because of its limited availability in the environment and the lack of knowledge on the dynamics of larval life cycle, the larval dispersion and the seed capture. The research was conducted in a mussel culture in Ilque bay. In this area we collected water samples in order to identify the larval development stages and collecting samples to identify the species that settled down in three stations and in two depths at Ilque bay. Additionally, we registered the environmental variables of salinity and temperature.

We have the chance to observe significant differences ( $p < 0.05$ ) in the larval density regarding the depths, founding no significant differences between stations. We could observe significant differences in the density of the settled mussels between the depths and the stations.

The size structure of larvae and seeds showed important differences in depths and seasons ( $p < 0.05$ ).

The highest densities of larvae and seeds were observed in the deepest stratus and in the spring months. Salinity, temperature and chlorophyll had an influence on the distribution and the larval development time, in agreement with researches reported before.

## 1.-Introducción

Los cultivos marinos han presentado un progresivo desarrollo a nivel mundial a partir de las tres últimas décadas (Nash, 1988; New, 1997). En Chile, el desarrollo de la actividad mitícola se inicia en la década de los 80 con el cultivo de chorito *Mytilus chilensis*, demandado en el mercado por su coloración gonadal y similitud con el mejillón español *Mytilus galloprovincialis*. Sin embargo, esta actividad ha estado determinada desde sus inicios por el abastecimiento de semillas provenientes del medio natural (Plaza *et al.*, 2005), lo cual se traduce en una problemática debido a la limitada disponibilidad que ofrece la naturaleza, y a la falta de estudios enfocados a entender el comportamiento y la dinámica de la distribución de larvas y semillas en las áreas utilizadas para cultivo.

*Mytilus chilensis* es un molusco bivalvo de sexos separados, en el cuál la fecundación es externa con desarrollo larval del tipo planctotrófico, en el que se distinguen las primeras formas móviles 24 a 48 horas después de la fecundación procedentes de la segmentación del huevo conocidas con el nombre de larva “trocófora” que mide alrededor de 70 $\mu$ m. Posteriormente la larva trocófora se transforma en una larva “veliger” 2 a 10 días post-fecundación. En esta etapa aparece la concha formada por dos valvas. El tubo digestivo está diferenciado en esófago y comienza a alimentarse exógenamente, mide entre 90 y 116 $\mu$ m (Bautista, 1989). A continuación la larva pasa a la etapa de “veliconcha”, que dura 8 a 11 días post-fecundación con un tamaño entre 147 y 250 $\mu$ m, se caracteriza por presentar un umbo notorio y la forma de concha más ovalada (Buzeta, 1988). La larva veliconcha da lugar a la etapa “pediveliger”, que presenta un “ojo” o mancha ocular 26 a 29 días después de la fecundación, mide entre 240 y 270 $\mu$ m. Finalmente la larva pediveliger da paso a un estado llamado plantígrado, donde el pie está plenamente desarrollado y se diferencian los

palpos labiales, esta larva mide entre 280 a 300  $\mu\text{m}$  y aparece aproximadamente en el día 30 (Bautista, 1989). Así, el periodo de desarrollo larval en mitílidos puede durar entre 3 a 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).

Dado que el desarrollo larvario es planctónico, el régimen hidrodinámico influencia la probabilidad que una larva pueda encontrar un sustrato conveniente, mientras el comportamiento determina si ocurre el asentamiento (Mullineaux & Butman, 1991; Pawlik *et al.* 1991; Mullineaux & Garland, 1993; Pawlik & Butman, 1993; Snelgrove, 1994; Harvey *et al.* 1995a; Toonen & Pawlik, 1996; Harvey & Bourget, 1997; Bourget & Harvey, 1998; Eckman & Duggins, 1998; Snelgrove *et al.* 1999; Walters *et al.* 1999; Wright & Boxshall, 1999; Boxshall, 2000; Toonen & Pawlik, 2001a,b; Lindegarth *et al.* 2002), por lo tanto la distribución en la columna de agua es de importancia pues afecta el transporte larval, ya que su posición determina el transporte neto que ellas experimentan y consecuentemente afecta el éxito de asentamiento (Wing *et al.* 1995; Young, 1995; Molinet *et al.*, 2008). A pesar de que a menudo es asumido que las larvas son transportadas como partículas pasivas (Craig, 1995), se ha descubierto que ellas son capaces de escoger sitios adecuados para su asentamiento y postergar su metamorfosis hasta encontrar un sustrato adecuado (Mortensen, 1921; Wilson, 1932), para ello controlan su frecuencia, dirección y velocidad de nado, porque al ser pequeñas se mueven a un bajo número de Reynolds (interacción entre las fuerzas inerciales y las fuerzas de viscosidad o rozamiento), donde las fuerzas inerciales son insuficientes y anuladas por el efecto de la viscosidad, por lo tanto se trasladan sólo cuando su apéndice de natación o cilios están en movimiento y descienden cuando cesa su natación (Craig, 1995).

Cambios en el comportamiento larval durante la ontogénesis, junto con un diferencial de advección horizontal, podrían resultar en una dispersión al azar de diferentes estados de desarrollo (DiBacco *et al.*, 2001).

Además, la distribución larval puede ser afectada por variables físicas, químicas y biológicas del ambiente (Thorson, 1950; Levin & Bridges, 1995; Shanks, 1995; Young, 1995), en conjunto con la combinación de características biológicas del desarrollo larvario (Scheltema, 1986; Young 1995), influenciando la sobrevivencia larval (Thorson, 1950; Johnson & Shanks, 2003) y el transporte larval (Shanks, 1995).

También, 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 estudiados como mecanismos de transporte para diferentes larvas de invertebrados marinos.

Con una etapa larval relativamente prolongada es probable que la dispersión esté influenciada principalmente por la circulación estuarina (Wing *et al.* 2003) donde el paradigma más aceptado ha sido que la retención estuarina permite encontrar larvas en estratos profundos de la columna de agua en la cual el transporte neto es hacia la costa (Young & Chiang, 1987). También, este tipo de patrón ha sido sugerido para facilitar el transporte de estados tempranos mar adentro y el regreso por aguas más profundas de estados avanzados a la costa (Rimmer & Phillips, 1979; Shanks, 1986; Tester *et al.*, 2004). Esto se traduce en un patrón bimodal de la abundancia y permanencia larval en sistemas costeros. En algunos casos, el excesivo gradiente de densidad en la picnoclina puede actuar como una barrera física para las larvas (Craig, 1995), por otro lado, los gradientes verticales de salinidad han demostrado controlar la distribución de organismos

planctónicos, creando barreras químicas para aquellos que intentan migrar a través de estos (Young, 1995; Lougee, *et al.*, 2002; Gallagher *et al.*, 2004). Estos gradientes 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; Molinet *et al.* 2008). En estos sectores se ha observado una picnoclina bien definida en la columna de agua (Pickard 1971; Silva *et al.* 1995). Los patrones de circulación parecen ser dominados por flujos mareales fuertes, por el forzante de vientos y gradientes de densidad (Valle-Levinson *et al.* 2001; Cáceres *et al.* 2003; Cáceres & Valle-Levinson 2004; Molinet *et al.* 2004; Valle-Levinson & Blanco 2004)

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 (Plaza, 2005). Igualmente, es importante considerar que la identificación de los estados larvales y postlarvales es imprescindible para el buen manejo de aquellas especies que constituyen recursos económicos, ya que permite determinar los periodos de puesta de colectores aprovechando la mayor concentración larval (Ramorino & Campos, 1983).

Por lo anterior, el presente trabajo ha sido diseñado para aportar con el conocimiento sobre la distribución larval en el medio natural de mitílidos bivalvos, los que han tenido un menor grado de estudio.

## **2.- Hipótesis**

Las variables ambientales (temperatura, salinidad y clorofila) que caracterizan la columna de agua afectan la variación de la distribución espacial y temporal de los estadíos tempranos de mitílidos en Bahía Ilque, Puerto Montt.

## **3.-Objetivos**

### ***a) Objetivo General***

- Estudiar la distribución espacial y temporal de los estadíos tempranos de mitílidos y caracterizar variables oceanográficas que pudieran afectar su distribución en un centro de cultivo en Bahía Ilque.

### ***b) Objetivos Específicos***

- Identificar los estadíos de desarrollo larvales en la columna de agua, así como las especies de mitílidos presentes en los colectores.
- Estudiar la distribución espacial y temporal de los estadíos de desarrollo tempranos de mitílidos
- Analizar el efecto de las variables ambientales sobre la distribución de estadíos de desarrollo tempranos en la columna de agua y colectores.

#### 4.-Metodología

##### *a) Área de estudio*

Este estudio fue realizado entre Septiembre 2007 y Abril 2008 en Bahía Ilque (41°38'20"S, 73°05'00"W), ubicada a 30 kilómetros al Sur-Oeste de Puerto Montt. Esta región se caracteriza por ser una zona relativamente superficial, que recibe agua dulce de precipitaciones y la descarga de ríos desde el Estuario de Reloncaví en invierno y comienzos de primavera (Dávila *et al.*, 2002). Los vientos son relativamente fuertes durante todo el año, lo que produce una buena mezcla de la columna de agua. Además, durante los meses de invierno, la radiación solar y las temperatura de la superficie marina son más bajas que durante primavera y verano (Iriarte *et al.*, 2007). En esta área existen concesiones de acuicultura, donde se desarrollan actividades de cultivo de salmones y choritos en sistemas de balsas y "long-line". Para monitorear la presencia de larvas y semillas se seleccionaron tres estaciones ubicadas entre (**Estación 1**), dentro (**Estación 3**) y fuera (**Estación 4**) de las líneas de cultivo de la empresa "Acuicultura Ilque" (Fig.1).

##### *b) Recolección de muestras*

Se realizaron muestreos semanales, en los que se caracterizó oceanográficamente la columna de agua. Salinidad y temperatura se registraron con un sensor YSI modelo # 30-10FT. Transparencia como interpretación de la turbidez (Boyd y Tucker, 1992), fue registrada con un disco Secchi, para obtener el coeficiente de extinción que define cuan fuertemente una sustancia absorbe la luz:

$$K=1,7/d$$

**K:** Coeficiente de extinción. (Poole y Atkins, 1929)

**1,7:** Constante (1% de la radiación solar incidente)

**d:** profundidad de visión del disco de Secchi (metros) (Margalef, 1983).

Información sobre Clorofila a fue obtenida del trabajo de tesis de la señorita Loreto López, *“Abundancia y biomasa fitoplanctónica, y su relación con variables oceanográficas en Bahía Ilque; variabilidad primavera-verano”*

Las muestras de plancton fueron recolectadas remolcando una red entre superficie y 2m y una red entre 8 y 10m de profundidad recorriendo una distancia aproximada de 100m en cada estación con redes de 55 micras de trama y 42cm de diámetro de abertura. La red remolcada entre los 8 y 10m incluyó un sistema de cierre que permitió cerrarla antes de subirla, para así no mezclar los estratos.

Además, desde diciembre 2007 hasta abril de 2008 se extrajeron muestras de colectores a 2 y 4m en cada estación para cuantificar e identificar a los individuos presentes en los colectores. Las muestras obtenidas se fijaron con etanol al 70% y fueron almacenadas en frascos hasta su posterior observación en el Laboratorio de Ecología Acuática de la Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt.

### ***c) Procesamiento de muestras***

Para el análisis de las muestras de agua se extrajeron con una pipeta 3 submuestras de 13 ó 20 ml cada una, dependiendo de la concentración de larvas. Las larvas de mitílidos fueron clasificadas según su estado de desarrollo en;

- Larva veliger, la cuál mide entre 90 y 116 micras presentando la forma “D” característica (Bautista, 1989).
- Larva veliconcha, con un tamaño entre 147 y 250 micras, caracterizada por presentar una concha más ovalada y coloración blanca amarillenta (Buzeta, 1988).
- Larva pediveliger, que mide entre 240 y 270 micras donde la mancha ocular es evidente y la coloración es amarilla pálida con borde de color café (Bautista, 1989).

Posteriormente, las larvas se cuantificaron y midieron.

Para medir y contar las semillas la muestra se separó en individuos que estaban adheridos al colector, de los que se extrajo 3 submuestras de 2cm de largo. Individuos no adherido al colector que estaban dispersos en el frasco con etanol, fueron contabilizados usando una cápsula petri cuyo fondo fue dividido en 16 secciones de igual dimensión, de las que se contó 4 cuadrantes al azar.

Todos los individuos encontrados en las muestras de los colectores fueron clasificados por especie de acuerdo a lo descrito por Ramorino y Campos, (1983).

- *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854) (chorito), borde anterior levemente más agudo que el anterior y borde dorsal del umbo curvo.
- *Aulacomya ater* (Molina, 1782) (cholga), borde posterior anguloso y borde dorso posterior notoriamente más alto y corto que el dorso anterior.

- *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (choro zapato), borde anterior y posterior de similar redondez, casi circulares (Ramorino y Campos, 1983).

Para todas las observaciones se utilizó una lupa marca Motic, modelo SMZ-140 con reglilla que permitió medir la longitud de los estadíos tempranos y semillas de mitílidos encontrados en las muestras.

#### ***d) Análisis de datos***

Los datos obtenidos fueron ingresados a una planilla de cálculo Excel. Para analizar la variación de la densidad y longitud de larvas y asentados de mitílidos se realizó un ANOVA no paramétrico Kruskal-Wallis (H) (Zar, 1999) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los datos agrupados por estación, posterior a este análisis se procedió a realizar un test de comparaciones múltiples para saber entre qué pares de muestras existen diferencias significativas. Para analizar la variación de la densidad y longitud de larvas y asentados se utilizó un test Mann-Whitney (U) (Wilcoxon, 1945; Mann & Whitney, 1947) para determinar la existencia de diferencias significativas entre los datos agrupados por profundidad. Además, se realizó un Análisis de Correlación cruzada para evaluar la relación entre la densidad de larvas y asentados con sus estadíos predecesores y con las variables ambientales. Finalmente, para evaluar el aporte de todas las variables sobre la variabilidad de la densidad de larvas en el ambiente y la densidad de asentados en los colectores, se realizó un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) (Benzecri *et al.*, 1973). Los análisis se realizaron utilizando el software Statistica 6.0.

## **5.-Resultados.**

### ***5.1. Densidad Estados Larvales***

Entre septiembre de 2007 y abril de 2008 se recolectaron 189 muestras de plancton, observándose larvas durante todo el periodo de muestreo (Fig.2). La mayor densidad de estados larvales se observó en el mes de octubre en la estación 1 en los 8-10 metros de profundidad (31,95 larvas/m<sup>3</sup>). El estado de desarrollo más abundante fue la larva veliger con una densidad de 9,45 larvas/m<sup>3</sup> para todo el periodo de estudio.

Se encontraron diferencias significativas entre los datos agrupados por profundidad ( $p=0,000028$ ), y entre los datos agrupados por estación ( $p=0,0062$ ), observándose mayores densidades entre los 8m-10m para la estación 1 (Fig. 3).

### ***5.2. Frecuencia de tamaño por estados de desarrollo***

Por estado de desarrollo, la longitud promedio para veliger fue  $119,94\pm 15,33\mu\text{m}$ , para veliconcha de  $167,1\pm 27,06\mu\text{m}$  y pediveliger de  $309,65\pm 51\mu\text{m}$ . La larva veliger de  $125\mu\text{m}$  y la larva veliconcha de  $150\mu\text{m}$  predominaron en el mes de octubre y la larva pediveliger de  $300\mu\text{m}$  dominó en diciembre (Fig.4).

Se encontraron diferencias significativas en la longitud entre los datos agrupados por profundidad ( $p=0,000$ ) y entre los datos agrupados por estación ( $p= 0,00$ ), encontrándose las mayores longitudes entre los 8-10metros para la estación 1.

### ***5.3. Variación temporal de la densidad larval y variables ambientales***

La Tabla 1 representa las correlaciones significativas explicadas en las secciones 5.3.1 y 5.3.2 con respecto a la relación de los estados larvales con sus predecesores y con las variables ambientales en función del tiempo en semanas.

#### ***5.3.1. Relación de los estados larvales con sus predecesores***

Para los 2 metros de profundidad, en la estación 1 la relación **veliconcha-veliger** es positiva en el lag1, esto quiere decir que la presencia de veliconcha ocurre una semana después de que aparezca la larva veliger, y como este estadío está en el eje X, si la densidad aumenta, también lo hará la densidad de veliconcha.

En la estación 3, la relación **veliconcha-veliger** es positiva en los lag1, esto significa que la relación es directa y que explica la presencia de larvas veliconcha una semana después de que aparezcan las larvas veliger, además como este estadío se encuentra en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas veliconcha. La relación **pediveliger-veliconcha** es positiva en los lag2 y 4, esto quiere decir que la relación es directa y explica la presencia de larvas pediveliger dos y cuatro semanas después de que lo haga la larva veliconcha, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de pediveliger.

En la estación 4, la relación **veliconcha-veliger** es positiva en el lag2, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliconcha dos semanas después de que aparezcan las larvas veliger, además como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas veliconcha. La relación **pediveliger-veliger** es positiva en el lag4, significa que la relación es directa y explica la presencia de pediveliger cuatro semanas

después de que aparezca la larva veliger, además como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger. La relación **pediveliger-veliconcha** es positiva en los lag2 y 4, esto quiere decir que la relación es directa y que explica la presencia de larvas pediveliger dos y cuatro semanas después de que aparezcan las larvas veliconcha, además como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger.

Para los 10 metros de profundidad, en la estación 1 la relación **veliconcha-veliger** es positiva en los lag1 y 2, esto significa que la relación es directa y que la presencia de veliconcha ocurre una o dos semanas después de que aparezca la larva veliger, y como este estadío está en el eje X, si aumenta su densidad, también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **pediveliger-veliger** es positiva en los lag1 y 2, significa que la relación es directa y explica que la aparición de pediveliger ocurre una a dos semanas después de que aparezca la larva veliger, y como ésta se encuentra en el eje X, si aumenta su densidad, también aumentará la densidad de larva pediveliger. La relación **pediveliger-veliconcha** es positiva en los lag1, 2 y 3, esto significa que la relación es directa y explica la aparición de pediveliger una a tres semanas después de que aparezca la larva veliconcha, y como este estadío se encuentra en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de pediveliger.

En la estación 3, la relación **veliconcha-veliger** es positiva en los lag1 y 2, esto quiere decir que la relación es directa y que explica la presencia de larvas veliconcha una a dos semanas después de que aparezcan las larvas veliger, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas veliconcha. La relación **pediveliger-veliger** es positiva en los lag1, 2, 3 y 4, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas

pediveliger una a cuatro semanas después de que aparezcan las larvas veliger, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger. La relación **pediveliger-veliconcha** es positiva en los lag1, 2, 3 y 4, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas pediveliger una a cuatro semanas después de que aparezcan las larvas veliconcha, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger.

En la estación 4, la relación **veliconcha-veliger** es positiva en los lag1 y 2, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliconcha una a dos semanas después de que aparezcan las larvas veliger, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas veliconcha. La relación **pediveliger-veliger** es positiva en los lag2 y 4, esto quiere decir que la relación es directa y explica la presencia de larvas pediveliger dos o cuatro semanas después de que aparezcan las larvas veliger, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger. La relación **pediveliger-veliconcha** es positiva en los lag2 y 4, esto quiere decir que la relación es directa y explica la presencia de larvas pediveliger dos o cuatro semanas después de que aparezcan las larvas veliconcha, y como este estadío está en el eje X, si su densidad aumenta, también lo hará la densidad de larvas pediveliger.

### *5.3.2. Relación de los estados larvales con las variables ambientales*

Para los 2 metros de profundidad, en la estación 1, la relación **veliconcha-salinidad** es positiva en el lag3, esto quiere decir que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliconcha tres semanas después de que varíe la salinidad, y como esta variable está en el eje X, si la salinidad aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **veliconcha-clorofila** es positiva en el lag5, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de

larvas veliconcha cinco semanas después de que varíe la clorofila, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha.

En la estación 3, la relación **veliger-salinidad** es positiva en el lag2, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliger dos semanas después de que varíe la salinidad, y como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliger. La relación **veliconcha-clorofila** es positiva en el lag4, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliconcha cuatro semanas después de que la clorofila varíe, además como esta variables está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **pediveliger-salinidad** es negativa en el lag1, esto quiere decir que es una relación inversa que explica la presencia de larvas pediveliger una semana después de que varíe la salinidad, además como esta variables está en el eje X, si la salinidad aumenta, la densidad de pediveliger disminuye. La relación **pediveliger-clorofila** es positiva en el lag2, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas pediveliger dos semanas después de que la clorofila varíe, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de pediveliger.

En la estación 4, la relación **veliger-salinidad** es positiva en el lag4, esto quiere decir que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliger cuatro semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también la hará la densidad de veliger. La relación **veliconcha-temperatura** es negativa en los lag2 y 4, esto quiere decir que la relación es inversa y que explica la presencia de larvas veliconcha dos o cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliconcha disminuye. La relación **veliconcha-salinidad** es positiva en los lag2 y 4, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliconcha

dos o cuatro semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **veliconcha-clorofila** es positiva en el lag3, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliconcha tres semanas después de que varíe la clorofila, además como esta variables está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **pediveliger-temperatura** es negativa en el lag4, esto quiere decir que la relación es directa y que explica la presencia de larvas pediveliger cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de pediveliger disminuye. La relación **pediveliger-salinidad** es positiva en el lag4, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas pediveliger cuatro semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de pediveliger.

Para los 10 metros de profundidad, en la estación 1, la relación **veliger-salinidad** es positiva en los lag2 y 3, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliger dos a tres semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliger. La relación **veliger-temperatura** es negativa en los lag2, 3 y 4, esto quiere decir que es una relación inversa que explica la presencia de larvas veliger dos a cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliger disminuye. La relación **veliconcha-temperatura** es negativa en los lag2, 3 y 4, esto quiere decir que es una relación inversa que explica la presencia de larvas veliconcha dos a cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliconcha disminuye. La relación **pediveliger-temperatura** es negativa en los lag3 y 4, esto

significa que es una relación inversa que explica la presencia de larvas pediveliger tres o cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de larvas pediveliger disminuye.

En la estación 3, la relación **veliger-salinidad** es positiva en el lag1, esto significa que es una relación directa que explica la presencia de larvas veliger una semana después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliger. La relación **veliger-temperatura** es negativa en los lag2, 3 y 4, esto significa que es una relación inversa que explica la presencia de larvas veliger dos a cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliger disminuye. La relación **veliconcha-temperatura** es negativa en los lag1, 2 y 3, esto significa que la relación es inversa y explica la presencia de larvas veliconcha una a tres semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliconcha disminuye. La relación **veliconcha-salinidad** es positiva en el lag3, esto quiere decir que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliconcha tres semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **veliconcha-clorofila** es positiva en el lag1, esto significa que la relación es directa y explica la presencia de larvas veliconcha una semana después de que varíe la clorofila, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliconcha. La relación **pediveliger-temperatura** es negativa en los lag3 y 4, esto significa que la relación es inversa y que explica la presencia de larvas pediveliger tres a cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de pediveliger disminuye.

En la estación 4, la relación **veliger-temperatura** es negativa en los lag2, 3 y 4, esto significa que es una relación inversa que explica la presencia de larvas veliger dos a cuatro semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliger disminuye. La relación **veliger-salinidad** es positiva en el lag3, esto significa que la relación es directa y que explica la presencia de larvas veliger tres semanas después de que varíe la salinidad, además como esta variables está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de veliger. La relación **veliconcha-temperatura** es negativa en los lag1, 2 y 3, esto significa que la relación es inversa y explica la presencia de larvas veliconcha una a tres semanas después de que varíe la temperatura, además como esta variable está en el eje X, si la temperatura aumenta, la densidad de veliconcha disminuye. La relación **pediveliger-salinidad** es negativa en el lag1, esto quiere decir que es una relación inversa que explica la presencia de larvas pediveliger una semana después de que varíe la salinidad, además como esta variable está en el eje X, si la salinidad aumenta, la densidad de pediveliger disminuye. La relación **pediveliger-clorofila** es positiva en el lag4, esto quiere decir que la relación es directa y explica la presencia de larvas pediveliger cuatro semanas después de que varíe la clorofila, además como esta variable está en el eje X, si aumenta también lo hará la densidad de pediveliger.

#### ***5.4. Patrón de distribución de larvas de mitílidos***

El análisis de correspondencia múltiple (ACM), mostró que las dimensiones 1 y 2 explican significativamente la variabilidad en la densidad de larvas ( $P=0,000$ ), con una inercia (dispersión de los datos respecto a su centro de gravedad) de 14 % en la primera dimensión y un 10% en la segunda dimensión, explicando en conjunto 24% de variabilidad.

El análisis permitió identificar los patrones de dominancia de los grupos de variables respecto a la distribución en la columna de agua.

La Tabla 2 representa la variabilidad expresada en dos dimensiones, en la primera dimensión se observa que las variables Mes ( $In_{tot}= 0,3906$ ) y Estado de desarrollo ( $In_{tot} = 0,3385$ ) explican en conjunto la mayor variabilidad expresada para esta dimensión. Para la segunda dimensión se observó una mayor variabilidad en las mismas variables Mes ( $In_{tot}= 0,4797$ ) y Estado de desarrollo ( $In_{tot} = 0,4729$ ) que en conjunto explican la mayor variabilidad expresada para esta dimensión.

El diagrama de ordenamiento (Fig.5) determinó diferentes grupos de variables asociadas a la distribución espacial y temporal de los distintos estadios de desarrollo larval.

Se observan algunos patrones como la relación entre el estado veliger y los 2 metros de profundidad, que es explicada por las mayores densidades en ese estrato del estado veliger comparado con los otros dos estados de desarrollo, asimismo, la relación entre los meses de noviembre, enero, la estación 4 y los 10 metros, no es muy clara pero puede ser explicada por densidades mayores en ese estrato y estación, los meses de abril y marzo son los únicos en que los promedios de densidades son mayores en el estrato superficial a diferencia de los otros meses. La relación entre el estado pediveliger y enero es explicada porque es el único mes con

mayores densidades para ese estado de desarrollo larval. La relación entre la estación 4, diciembre y el estado pediveliger se explica ya que para ese mes y estación presenta las mayores densidades este estado de desarrollo. La relación de las estaciones es decreciente de izquierda a derecha, donde las estaciones 1 y 3 tienen similares promedios de densidades, a diferencia de la estación 4 que posee menores densidades.

### **5.5. Densidad Asentados**

Entre diciembre de 2007 y abril de 2008 se recolectaron 120 muestras de colectores. Se contabilizó a todos los individuos adheridos al colector y se clasificaron en asentados, con una longitud entre 500 $\mu$ m a 975 $\mu$ m y semillas, con longitudes mayores o iguales a 1mm. Además se identificaron 3 especies *Mytilus chilensis* (chorito), *Aulacomya ater* (cholga), *Choromytilus chorus* (choro zapato).

Si bien se detectó asentados en todo el periodo de muestreo, la mayor densidad de asentados fue en enero en la estación 3 a los 4 metros de profundidad con un valor de 106,22 asentados/cm<sup>2</sup>. La especie más abundante fue *Mytilus chilensis* con una densidad de 21,49 asentados/cm<sup>2</sup>, siendo significativamente mayor entre las otras especies ( $p=0,0000$ ).

Además, se encontraron diferencias significativas en la densidad entre las profundidades ( $p=0,027352$ ), observándose las mayores densidades a los 4m de profundidad (Fig. 6). No se halló diferencias significativas entre las estaciones ( $p=0,837$ ).

### **5.6. Frecuencia de tamaño por especie**

La longitud promedio para *Mytilus chilensis* fue 793,09 $\pm$ 96,13 $\mu$ m, y para *Aulacomya ater* de 803,8 $\pm$ 99,43 $\mu$ m. El chorito de 750 $\mu$ m y la cholga de 850 $\mu$ m predominaron en el mes de febrero, a diferencia del choro zapato que sólo apareció en el mes de diciembre con una longitud de 725 $\mu$ m (Fig.7).

Además, se encontraron diferencias significativas en la longitud entre las profundidades ( $p=0,000049$ ), hallándose las mayores longitudes a los 4 metros de profundidad. No se encontraron diferencias significativas entre las estaciones ( $p= 0,108$ )

### ***5.7. Variación temporal de la densidad de asentados y variables ambientales***

La Tabla 3 representa las correlaciones explicadas en las secciones 5.7.1 y 5.7.2, con respecto a la relación de los asentados con sus predecesores y con las variables ambientales en función del tiempo en semanas.

#### ***5.7.1. Relación de asentados con su estado predecesor***

Para los 2 metros de profundidad se encontraron las siguientes relaciones; ***M. chilensis-pediveliger*** es una relación positiva en el lag3 y como la larva pediveliger está en el eje X, entonces si este estado aumenta su densidad, tres semanas después lo hará la densidad de chorito. La relación ***A. ater-pediveliger*** es positiva en el lag8, por lo tanto es directa y como el estado pediveliger está en el eje X, entonces si aumenta la densidad de larvas, aumenta la densidad de cholgas ocho semanas después. A los 4 metros, la relación ***Ch. chorus-pediveliger*** es positiva en el lag0, por lo tanto es directa y aparecen en el mismo momento.

#### ***5.7.2. Relación de la especie con las variables ambientales***

Para los 2 metros de profundidad, la relación de la especie ***M. chilensis-temperatura*** es positiva en el lag1, esto quiere decir que es una relación directa que se expresa una después de que varió la temperatura, y como ésta se encuentra en el eje X, entonces, si aumenta la temperatura aumenta la densidad de chorito. La relación ***M. chilensis –salinidad*** es inversa en el lag3,

implica que tres semanas después que varió la salinidad, lo hizo la densidad de chorito, además como la salinidad está en el eje X, si ésta aumenta, la densidad disminuye. La relación **A. ater-temperatura** es directa en el lag1, e implica que una semana después de que varió la temperatura, lo hizo la densidad de cholga, además la temperatura está en el eje X, por lo tanto, si aumenta, aumenta la densidad de cholga. La relación **M. chilensis-salinidad** es inversa en el lag4, indicando que cuando la salinidad aumenta, cuatro semanas después, la densidad de chorito disminuye.

### **5.8. Patrón de distribución de mitílidos**

El análisis de correspondencia múltiple (ACM), mostró que las dos primeras dimensiones son significativas ( $P=0,000$ ), entre los estratos, estaciones y meses para explicar las densidades de cada especie, con una inercia de 17% en la primera dimensión y un 15% en la segunda dimensión, explicando en conjunto 32% de variabilidad.

El análisis permitió identificar los patrones de dominancia de los grupos de variables respecto a la distribución en el colector, construyendo un gradiente de ordenación de dos dimensiones, diferenciando además aquellas variables que se encontraron asociadas, explicando la tendencia de la distribución para cada una de las especies analizadas.

La Tabla 4 representa la variabilidad expresada en dos dimensiones, en la primera dimensión se observa que mes ( $In_{tot}= 0,4411$ ) y estación ( $In_{tot} = 0,3661$ ) explican en conjunto la mayor variabilidad expresada para esta dimensión. Para la segunda dimensión se observó una mayor variabilidad en los factores mes ( $In_{tot}= 0,4886$ ) y profundidad ( $In_{tot} = 0,3992$ ).

El diagrama de ordenamiento (Fig.8) determinó diferentes grupos de variables asociadas a la distribución espacial y temporal de las distintas especies.

Se observa un gradiente de densidad decreciente de mitílidos desde la estación 4 hacia la 1 para el mes de marzo en la profundidad de los 4 metros. Por especie se observa una estrecha relación entre *M. chilensis* y *A. ater* con la estación 3 en el mes de enero, lo que concuerda con las mayores densidades observadas. Además se observa un gradiente creciente de los meses que parte con abril, el mes que menos densidad de asentados presenta hasta llegar a enero, el mes con mayores densidades, además se observa una relación entre el estrato de los 2 metros y el mes de febrero, lo que es explicado por ser el único mes más abundante en la densidad de mitílidos a esa profundidad.

Por último, los asentados contabilizados por colector fueron contrastados con los promedios de longitud de asentados y semillas en el colector. Se observó que a medida que aumentan los promedios de longitud por semana, disminuye el número de asentados presente en el colector (Fig. 9).

Por profundidad se hallaron diferencias significativas ( $p=0,005495$ ), encontrándose un mayor número de individuos a los 4 metros. Sin hallarse diferencia significativas entre las estaciones ( $p=0,5$ ).

La longitud de asentados y semillas no presenta diferencias significativas entre las profundidades

### 5.9. Variables ambientales

La salinidad y temperatura mostraron un perfil temporal similar en las dos profundidades estudiadas. Los mayores rangos de salinidad por estación se registraron en octubre con 33 PSU en la estación 1 y 32,9 PSU para las estaciones 3 y 4 en el estrato profundo y los menores rangos en enero con 28,9 para las estaciones 1 y 4 y 28,6 en la estación 3 en el estrato superficial. Además se encontraron diferencias significativas entre las profundidades, registrándose las mayores salinidades a los 8-10 metros ( $p=0,0000$ ), sin encontrarse diferencias significativas entre la estaciones ( $p=0,8$ ).

Para la temperatura, los mayores rangos se registraron en febrero con  $17,4^{\circ}$  C para las tres estaciones en el estrato superficial y los rangos menores en octubre con  $10,4^{\circ}$  C en las estaciones 1 y 4 y  $10,5^{\circ}$  C para la estación 3 en el estrato profundo. Además, se hallaron diferencias significativas entre las profundidades ( $p=0,0003$ ), registrándose las mayores temperaturas a los 2 metros, sin encontrarse diferencias significativas entre las estaciones ( $p=0,9$ ).

De esta manera se observó estratificación de la columna de agua, determinando débiles haloclinas y termoclinas.

Para todo el periodo, la clorofila fue más abundante en el estrato superficial. Mensualmente los mayores rangos de clorofila *a* se registraron en marzo con  $7,96\text{mg/m}^3$  y  $9,03\text{mg/m}^3$  en el estrato profundo para las estaciones 1 y 3 y en septiembre con  $6,45\text{mg/m}^3$  en la estación 4 para el estrato superficial, los menores rangos se observaron en el estrato profundo en enero para la estación 1 con un valor de  $0,93\text{mg/m}^3$ , en septiembre para la estación 3 con  $1,90\text{mg/m}^3$  y  $1,15\text{mg/m}^3$  en febrero. Para la clorofila *a* no se detectaron diferencias significativas con respecto a la profundidad ( $P=0,195$ ) y las estaciones ( $P=0,697$ ) (Fig.10).

## **6.-Discusión y conclusión**

### **6.1. Densidad larval en el plancton**

Se observó un patrón temporal con mayor presencia de larvas en primavera, esto coincide con lo descrito por Leiva *et al.*, (2007) para el inicio del ciclo reproductivo de moluscos. Los valores de densidad semanal (0,07 a 224,7 larvas/m<sup>3</sup>) fueron menores a lo observado por Leiva *et al.*, (2007) que registró densidades de 28,3 a 1236,3 larvas/m<sup>3</sup> en otras localidades de la región de los Lagos y a lo sugerido por Uriarte (2008), como densidad mínima de 50 larvas/Litro para la puesta de colectores. Sin embargo estas densidades fueron suficientes para tener una buena captación en colectores.

Existen relaciones de estadios larvales con sus predecesores que están siendo explicadas por el ciclo de vida larval, a los 2 metros de profundidad, el tiempo de aparición de un estado a partir de su predecesor coincide con las descripciones hechas por Buzeta *et al.*, (1988) y Bautista (1989) que indican que veliger aparece 2 a 10 días post fecundación, veliconcha a los 18 a 20 días post fecundación y pediveliger 26 a 29 días post fecundación, sin embargo estas reseñas no concuerdan con las relaciones encontradas a los 8-10 metros, además en septiembre ya se observa la presencia de los tres estados larvales, lo que indicaría la posible entrada de estados más avanzados al sistema debido a que los individuos no desovarían sincronizadamente, sino, en pulsos (Leiva *et al.*, 2007).

Además, la columna de agua presenta una estratificación salina y termal donde los gradientes de salinidad controlan la distribución vertical de los organismos planctónicos a través de barreras químicas o físicas (Young, 1995; Lougee *et al.*, 2002; Gallager *et al.*, 2004). Esto explicaría que las mayores densidades estuvieran en el estrato más profundo, ya que además las larvas

planctónicas presentan baja tolerancia a fluctuaciones de salinidad (Metaxas & Young, 1998; Sameoto & Metaxas, 2008), esto coincide con lo observado para otras especies donde éste induce mortalidad (Smith & Witman, 1999; Lougee *et al.*, 2002; Luppi *et al.*, 2003). Por último, la distribución vertical de organismos planctónicos podría estar relacionada con el mecanismo de retención de fiordos y canales que posibilitaría los procesos de recirculación, debido a la estratificación de la columna de agua constituyendo una barrera de desplazamiento vertical (Cáceres & Valle-Levison, 2004; Campos & Díaz, 2007).

Por otra parte, la temperatura estaría retrasando el tiempo de desarrollo, ya que estudios muestran que el efecto de la temperatura se evidencia sólo en la duración de las fases embrionaria y larval (Ruiz *et al.*, 2008). Para *Mytilus chilensis* el desarrollo larval finaliza 19 días post-fecundación a una temperatura controlada de 16° C, siendo menores las temperaturas registradas en la columna de agua (12-13° C).

En relación a la oferta alimentaria, la clorofila no varió entre las estaciones y ni entre las profundidades, datos reportados por Toro *et al.*, (1995) entregan valores entre 0,11 a 12,7 µg/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 µg/l, durante los meses de primavera verano. La tendencia general de los valores en todas las estaciones estudiadas, es a aumentar a medida que se avanza hacia los meses de primavera. Si bien no se detectó una relación entre la concentración de clorofila *a* y la presencia de larvas y asentados, el aumento de clorofila a partir de la primavera es un factor que debería contribuir al desarrollo y crecimiento de las larvas (Leiva *et al.*, 2007)

## 6.2. Asentamiento y fijación de semillas

Los valores de densidad semanal registrados (2,04 a 220,16 asentados/cm<sup>2</sup>) estuvieron por sobre el rango de lo observado por Leiva *et al.*, (2007) que registró variaciones de 0,09 a 68,03 asentados/cm<sup>2</sup> para otras localidades de la región de los Lagos. Estas altas densidades pueden ser explicadas por la presencia de sustratos adecuados, y espacio disponible, un recurso limitado para la dinámica de estos invertebrados marinos (Roughgarden *et al.*, 1985).

Además, por profundidad se observó una mayor densidad promedio a los 4 metros con 36,23 asentados/cm<sup>2</sup> en comparación a los 21,03 asentados/cm<sup>2</sup> en los 2 metros que es explicado por la retención causada por los gradientes de salinidad que provocan una barrera en la distribución vertical de las larvas, obligándolas a asentarse una vez terminado su desarrollo larval. Por sector, la densidad fue significativamente mayor en la estación 3 con 29,3 asentados /cm<sup>2</sup>, luego la estación 4 con 23,75 asentados/cm<sup>2</sup> y por último la estación 1 con 22,82 asentados/cm<sup>2</sup>.

La densidad de asentados se correlaciona positivamente con la concentración de larvas pediveliger en el agua, y esta relación varía entre especies con respecto a la aparición de chorito y cholga. Las variables ambientales explican significativamente la densidad de asentados donde la temperatura se relaciona con la temporalidad de la presencia de larvas (Bayne, 1976; Beaumont & Budd, 1982) y por consiguiente, de asentados. La salinidad se relaciona con la estacionalidad en la presencia de asentados. Sin embargo, no se encontró una relación entre la concentración de clorofila *a* y la presencia de asentados, el aumento de clorofila *a* en primavera es un factor que contribuye al crecimiento (Leiva *et al.*, 2007) de asentados.

La relación entre los asentados acumulados con respecto a la longitud de asentados y semillas aumenta entre diciembre y enero, para después disminuir gradualmente, mostrando una relación inversa con la estructura de tallas, la que aumenta progresivamente, esto implica que al aumentar la longitud de los individuos, se va agotando el espacio, impidiendo el asentamiento de larvas competentes al colector, concordando con Roughgarden *et al.*, (1985) quien afirma que el sustrato es inicialmente colonizado por más larvas que el área puede soportar siendo adultos, además las longitudes son mayores en la superficie debido a que existe mayor concentración de clorofila.

Como conclusión se puede decir que:

- La densidad promedio de larvas de bivalvos observada fue mayor en los meses de octubre, noviembre y diciembre con abundancias promedio de 17,3 13,5 y 10,4 larvas/m<sup>3</sup>, respectivamente.
- La densidad y longitud larval presenta diferencias significativas entre las profundidades y estaciones.
- La densidad de pediveliger (3,84 larvas/m<sup>3</sup>) fue lo suficientemente alta para producir una buena captación en los colectores (28,63 asentados/cm<sup>2</sup>).
- La densidad promedio de asentados observada fue mayor en los meses de enero y febrero con abundancias promedio de 15 asentados/cm<sup>2</sup>, y 9,4 asentados/cm<sup>2</sup>, respectivamente.
- La densidad y longitud de asentados presenta diferencias significativas entre las profundidades, siendo mayores en los estratos más profundos.

- Las variables temperatura y salinidad, se relacionaron significativamente con la presencia de larvas y asentados, ejerciendo un efecto en la temporalidad y estacionalidad. No obstante, la disponibilidad de alimento no se relacionó significativamente con la densidad de larvas y asentados.
- La relación entre los asentados acumulados y la longitud de asentados y semillas es inversa, a medida que los colectores son colonizados, los individuos asentados comienzan a aumentar su tamaño, disminuyendo el espacio para que nuevos individuos puedan asentarse. Además las longitudes fueron ligeramente mayores a los 2 metros lo que coincidió con la mayor concentración de clorofila a esa profundidad.
- La mayor densidad de semillas adheridas al colector se observó en enero, con 64,12 semillas/cm<sup>2</sup> de 0,7mm de longitud, mientras que en abril la densidad fue de 7,36 semillas/cm<sup>2</sup> de 2,5mm, con una disminución de 89% de la densidad.

## 7.-Bibliografía

BAUTISTA, C. 1989. Tecnología de cultivo de moluscos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 167 págs.

BAYNE, B. 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.

BOURGET, E., HARVEY, M. 1998. Spatial analysis of recruitment of marine invertebrates on arborescent substrata. *Biofouling* 12: 45-55.

BOXSHALL, A. 2000. The importance of flow and settlement cues to larvae of the abalone, *Haliotis rufescens* Swainson. *Mar. Biol.* 254: 143-167.

BUZETA, R., WINTER, J., CHAPARRO, O., TORO, J., SANHUEZA, M., MATAMALA, M., GUTIERREZ, A., NAVARRO, J., ARRIAGADA, H. 1988. Desarrollo de la maricultura en Chiloé, Chile. Informe final proyecto 3-p-83-0200 CIID-Canadá, Universidad Austral de Chile. 147 págs.

CÁCERES, M., VALLE-LEVINSON, A., FIERRO, J., BELLO, M., CASTILLO, M. 2003. Variabilidad longitudinal del flujo en canales con influencia batimétrica y topográfica.

En: CONA (ed) Resultados Crucero Cimar 8 Fiordos, Informes Preliminares. Comité Oceanográfico Nacional, Valparaíso, Chile. 17-24 págs.

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.

CRAIG, M. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life.

En: McEdward, L.(ed): Ecology of marine invertebrate larvae, CRC Press LLC, Boca Raton, FL: 249-278 págs.

DÁVILA, P., FIGUEROA, F., MULLER, E. 2002. Freshwater input into the coastal ocean and its relations with the salinity distribution of austral Chile (35-55° S). *Continental Shelf Research* 22: 521-534.

DIBACCO, C., SUTTON, D., McCORNICO, L. 2001. Vertical migration behavior and horizontal distribution of branchyuran larvae in a low-inflow estuary: implications for bay-ocean exchange. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 217: 191-206.

ECKMAN, J., DUGGINS, D. 1998. Larval settlement in turbulent pipe flows. *J Mar. Res.* 56: 1285-1312.

GALLAGER, S., YAMAZAKI, H., DAVIS, C. 2004. Contribution of fine-scale vertical structure and swimming behavior to formation of plankton layers on Georges Bank. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 267: 27-43.

HARVEY, M., BOURGET, E. 1997. Recruitment of marine invertebrates onto arborescent epibenthic structures: active and passive processes acting at different spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 153: 203-215.

HARVEY, M., BOURGET, E., INGRAM, R. 1995a. Experimental evidence of passive accumulation of marine bivalve larvae on filamentous epibenthic structures. *Limnol. Oceanogr.* 40: 94-104.

IRIARTE, J., GONZÁLEZ, H., LIU, K., RIVAS, C., VALENZUELA C. 2007. Spatial and temporal variability of chlorophyll and primary productivity in surface waters of southern Chile (41.5-43°S). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 74: 471-480.

- INCZE, L., 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.
- JOHNSON, K., SHANKS, A. 2003. Low rates of predation on planktonic marine invertebrate larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 248: 125-139.
- JORGENSEN, C. 1981. Mortality, growth and grazing impact of a cohort of bivalve larvae, *Mytilus edulis*.
- LEICHTER, J., SHELLNBARGER, 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.
- LEIVA, G., SANTIBAÑEZ, C., BARTHELD, J. 2007. Definición de criterios biológicos, ambientales, sanitarios y operativos para la instalación de colectores de moluscos bivalvos en la X Región.
- LEVIN, L., BRIDGES, T. 1995. Pattern and diversity in reproduction and development. En: McEdward, L. (ed): Ecology of marine invertebrate larvae, CRC Press LLC, Boca Raton, FL: 1-48 págs.
- LINDEGARTH, M., JONSSON, P., ANDRE, C. 2002. Physical and numerical modelling of the role of hydrodynamic processes on adult-larval interactions of a suspension-feeding bivalve. *J. Mar. Res.* 60: 499-516.
- LOUGEE, L., BOLLENS, S., AVENT, S. 2002. The effects of haloclines on the vertical distribution and migration of zooplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 278: 111-134

METAXAS, A., YOUNG, C. 1998. Behavior of echinoid larvae around sharp haoclines: effects of the salinity gradient and dietary conditions.

En: Herrera, C., 2008. Distribución espacial y temporal de estadíos larvales de equinodermos en isla Guaitecas, XI Región, Sur de Chile. Tesis, Esc. de Acuicultura. Universidad Austral de Chile, 54 págs.

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 Ingeniería Universidad Autónoma de México, Mérida – México.

LUPPI, T., SPIVAK, E., BAS C. 2003. The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rathbun, 1897 (Brachyura, Grapsoidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution.

En: Molinet, C., Niklitschek, E., Moreno, C., Arevalo, A. 2008. Vertical distribution of early and competent larvae of *Concholepas concholepas* in two systems of Chilean inland seas. *Mar. Biol.* 153: 779-787.

MOLINET, C., AREVALO, A., GONZALEZ, M., MORENO, C., ARATA J., NIKLITSCHKEK E. 2005. Patterns of larval distribution and settlement of *Concholepas concholepas* (Bruguiere, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in fjords and channels of southern Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 78: 409-423

MOLINET, C., NIKLITSCHKEK, E., MORENO, C., AREVALO, A. 2008. Vertical distribution of early and competent larvae of *Concholepas concholepas* in two systems of Chilean inland seas. *Mar. Biol.* 153: 779-787.

- MORTENSEN, T. 1921. Studies on the development and larval forms of Echinoderms, G.E.C. Gad, Copenhagen, Denmark.
- MULLINEAUX, L., BUTMAN, C. 1991. Initial contact, exploration and attachment of barnacle *Balanus Amphitrite* cyprids settling in flow. *Mar. Biol.* 110: 93-103.
- MULLINEAUX, L. GARLAND, E. 1993. Larval recruitment in response to manipulated field flows. *Mar. Biol.* 116: 667-683.
- NASH, C. 1988. A global overview of aquaculture production. *J. World. Aqua. Soc.* 19:51-58.
- NEW, M. 1997. Aquaculture and the capture fisheries: balancing scales. *World Aquaculture* 28 (2) 11-30.
- OLAVARRIA, E. 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.
- PAWLIK, J., BUTMAN, C. 1993. Settlement of a marine tube worms as a function of current velocity: interacting effects of hydrodynamics and behavior. *Limnol. Oceanogr.* 38: 1730-1740.
- PAWLIK, J., BUTMAN, C., STARCZAK, V. 1991. Hydrodynamic facilitation of gregarious settlement of a reef-building tube worm. *Science* 251: 421-424.
- PECHENIK, J., EYSTER, L., WIDDOWS, J., BAYNE, B. 1990. The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 136: 47-64.
- PICKARD, G. 1971. Some physical oceanographic features of inlets of Chile. *Fish. Res. Board Can.* 28: 1077-1106
- PINEDA, J. 1991. Predictable Upwelling and the shoreward transport of planktonic larvae of internal tidal bores. *Science* 253: 548-551.

- PLAZA, H., ORTUZAR, Y., GONZALEZ, M., AROS, J. 2005. Estado de situación y perspectivas de la industria del chorito. 67 págs.
- RIMMER, D., PHILLIPS, B. 1979. Diurnal migration and vertical distribution of phyllosoma larvae of the western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 54: 109-124.
- RAMORINO, L., CAMPOS, B. 1983. Larvas y postlarvas de mytilidae en Chile (Mollusca: Bivalvia). *Revista de Biología Marina* 19 (2): 143-192.
- ROUGHGARDEN, J., IWASA, Y., BAXTER, C. 1985. Demographic theory for an open marine population with space-limited recruitment. *Ecology* 66: 54-67
- RUIZ, M., TARIFEÑO, E., LLANOS-RIVERA, A., PADGET, C., CAMPOS, B. 2008. Efecto de la temperatura en el desarrollo embrionario y larval del mejillón *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). *Rev. Biol. Mar.* 43:51-61
- SAMEOTO, J., METAXAS, A., 2008. Can salinity induced mortality explain larval vertical distribution with respect to a halocline?
- En: Herrera, C. 2008. Distribución espacial y temporal de estadíos larvales de equinodermos en isla Guaitecas, XI Región, Sur de Chile. Tesis, Esc. De Acuicultura. Universidad Austral de Chile, 54 págs.
- SHELTEMA, R. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. *Bulletin of Marine Science* 39: 290-322
- SHANKS, A. 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, A. 1995. Mechanisms of cross-shelf dispersal of larval invertebrates and fish.
- En: McEdward L (ed) *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*, CRC Press LLC, Boca Raton, FL: 323-368 págs.

- SHANKS, A., 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.
- SHOA. 2004. Seno de Reloncaví, carta náutica # 7320. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico Armada de Chile.
- SILVA, N., SIEVERS, H., PRADO, R. 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación para algunos canales Australes de Chile entre 41°20`S y 46°40`S. *Rev. Biol. Mar. Univ. Católica Valpo.* 30: 207-254
- SMITH, F., WITMAN, J. 1999. Species diversity in subtidal landscapes: maintenance by physical processes and larval recruitment. *Ecology* 80:51–69.
- En: Molinet, C., Niklitshek, E., Moreno, C., Arevalo, A. 2008. Vertical distribution of early and competent larvae of *Concholepas concholepas* in two systems of Chilean inland seas. *Mar. Biol.* 153: 779-787.
- SNELGROVE, P., 1994. Hydrodynamic enhancement of invertebrate larval settlement in microdepositional environments: colonization tray experiments in a muddy habitat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 176: 149-166.
- SNELGROVE, P., GRASSLE, J., GRASSLE, J., PETRECCA, R., MA, H. 1999. In situ habitat selection by settling larvae of marine soft-sediment invertebrates. *Limnol. Oceanogr.* 44: 1341-1347.
- TESTER, P., COHEN, J., CERVETTO, G. 2004. Reverse vertical migration and hydrographic distribution of *Anomalocera ornate* (Copepoda: Pontellidae) in the U.S. south Atlantic bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 268: 195-203.

- THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev. Camb. Philos Soc* 25: 1-45.
- TOONEN, R., PAWLIK, J. 1996. Settlement of the tube worm *Hydroides dianthus* (Polychaeta: Serpulidae): cues for gregarious settlement. *Mar. Biol.* 126: 725-733.
- TOONEN, R., PAWLIK, J. 2001a. Settlement of the tube worm *Hydroides dianthus* (Polychaeta: Serpulidae) 1. Gregarious and no nongregarious settlement. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 224: 103- 114.
- TOONEN, R., PAWLIK, J. 2001b. Settlement of the tube worm *Hydroides dianthus* (Polychaeta: Serpulidae) 2. Testing the desperate larva hypothesis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 224: 115- 131.
- TORO, J., SANHUEZA, M., WINTER, J., SENN, C., AGUILA, P., VERGARA, A. 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., PAREDES, P., VILLAGRA, D. 1999. Phytoplankton distribution and oyster *Ostrea chilensis* (Philippi, 1845) growth at Putemun channel, southern Chile. *N. Zeal. J. Mar. Fresh. Res.* 33: 499-513.
- URIARTE, I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile.  
En: Lovatelli, A., Farías, A., Uriarte, U. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. 61–75.
- 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.

- VALLE-LEVINSON, A., BLANCO, J. 2004. Observations of wind Influence on exchange flows in a strait of the Chilean inland sea. *J. Mar. Res.* 62: 721-741.
- WALTERS, L., MIRON, G., BOURGET, E. 1999. Endoscopic observations of invertebrate larval substratum exploration and settlement. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 182: 95- 108.
- WILSON, D. 1932. On the mitraria larva of *Owenia fusiformis*. *Delle Chiaje, Phil. Trans, Roy. Soc. B* 221: 321-324.
- WING, S., LARGIER, J., BOTSFORD, L., QUINN, J. 1995. Settlement and transport of benthic invertebrates in an intermittent upwelling region. *Limnol. Oceanogr.* 40: 316-329.
- WRIGHT, J., BOXSHALL, A. 1999. The influence of small-scale flow and chemical cues on the settlement of two congeneric barnacle species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 183: 179-187.
- YOUNG, C, CHIANG, F. 1987. Abundance and distribution of pelagic larvae as influenced by predation, behavior and hydrographic factor.  
En: Giese A., Pearv (eds): *Reproduction in marine invertebrates IX. General aspects seeking unity in diversity.* Blackwell, Palo Alto. 368-463 págs.
- YOUNG, C. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life.  
En McEdward, L. (ed): *Ecology of marine invertebrate larvae*, CRC Press LLC, Boca Raton, FL: 249-278 págs.

**Tabla 1:** Correlación cruzada entre los estados larvales de mitílidos y las variables ambientales, por estación a los 2 y 10 metros de profundidad con respecto al dominio del tiempo en semanas (lag).

Estación	Variable	Lag 2 metros		Variable	Lag 10 metros		
1	Veliconcha-Veliger	lag 1p<0,05 (+) 0,64		Veliconcha-Veliger	lag 1p<0,05 (+) 0,53	lag 2 p<0,05 (+) 0,4	
	Veliger-Salinidad	lag 2 p<0,05 (+) 0,37	lag 3 p<0,05 (+) 0,45	Pediveliger-Veliger	lag 1p <0,05 (+) 0,37	lag 2p <0,05 (+) 0,4	
	Veliconcha-Salinidad	lag 3 p<0,05 (+) 0,39		Pediveliger-Veliconcha	lag 1p<0,05 (+) 0,81	lag 2 p<0,05 (+) 0,63	lag 3 p<0,05 (+) 0,51
	Veliconcha-Clorofila	lag 5 p<0,05 (+) 0,47		Veliger-Salinidad	lag 2 p<0,05 (+) 0,44	lag 3 p<0,05 (+) 0,41	
				Veliger-Temperatura	lag 2 p<0,05 (-) -0,38	lag 3 p<0,05 (-) -0,39	lag 4 p<0,05 (-) -0,46
				Veliconcha-Temperatura	lag 2 p<0,05 (-) -0,40	lag 3 p<0,05 (-) -0,54	lag 4 p<0,05 (-) -0,6
				Pediveliger-Temperatura	lag3 p<0,05 (-) -0,46	lag4 p<0,05 (-) -0,51	
3	Veliconcha-Veliger	lag1p<0,05 (+) 0,63		Veliconcha-Veliger	lag1p<0,05 (+) 0,73	lag 2p<0,05 (+) 0,43	
	Pediveliger-Veliconcha	lag 2p<0,05 (+) 0,6	lag 4p<0,05 (+) 0,37	Pediveliger-Veliger	lag 1p<0,05 (+) 0,47	lag 2p<0,05 (+) 0,42	lag 3p<0,05 (+) 0,53
	Veliger-Salinidad	lag 2p<0,05 (+) 0,43		Pediveliger-Veliconcha	lag 1p<0,05 (+) 0,51	lag 2p<0,05 (+) 0,57	lag 3p<0,05 (+) 0,65
	Veliconcha-Clorofila	lag 4p<0,05 (+) 0,43		Veliger-Salinidad	lag 1p<0,05 (+) 0,38		
	Pediveliger-Salinidad	lag 1p<0,05 (-) -0,37		Veliger-Temperatura	lag 2p<0,05 (-) -0,41	lag 3p<0,05 (-) -0,44	lag 4p<0,05 (-) -0,44
	Pediveliger-Clorofila	lag 2p<0,05 (+) 0,4		Veliconcha-Temperatura	lag 1p<0,05 (-) -0,36	lag 2p<0,05 (-) -0,42	lag 3p<0,05 (-) -0,62
				Veliconcha-Salinidad	lag 3p<0,05 (+) 0,36		
				Veliconcha-Clorofila	lag 1p<0,05 (+) 0,39		
				Pediveliger-Temperatura	lag 3p<0,05 (-) -0,43	lag 4p<0,05 (-) -0,5	
4	Veliconcha-Veliger	lag 2p<0,05 (+) 0,42		Veliconcha-Veliger	lag 1p<0,05 (+) 0,37	lag 2p<0,05 (+) 0,61	
	Pediveliger-Veliger	lag 4p<0,05 (+) 0,4		Pediveliger-Veliger	lag 2p<0,05 (+) 0,55	lag 4p<0,05 (+) 0,46	
	Pediveliger-Veliconcha	lag 2p<0,05 (+) 0,62	lag 4p<0,05 (+) 0,58	Pediveliger-Veliconcha	lag 2p<0,05 (+) 0,71	lag 4p<0,05 (+) 0,74	
	Veliger-Salinidad	lag 4p<0,05 (+) 0,41		Veliger-Temperatura	lag 2p<0,05 (-) -0,46	lag 3p<0,05 (-) -0,57	lag 4p<0,05 (-) -0,58
	Veliconcha-Temperatura	lag 2p<0,05 (-) -0,4	lag 4p<0,05 (-) -0,49	Veliger-Salinidad	lag 3p<0,05 (+) 0,37		
	Veliconcha-Salinidad	lag 2p<0,05 (+) 0,36	lag 4p<0,05 (+) 0,51	Veliconcha-Temperatura	lag 2p<0,05 (-) -0,4	lag 3p<0,05 (-) -0,47	lag 4p<0,05 (-) -0,57
	Veliconcha-Clorofila	lag 3p<0,05 (+) 0,43		Pediveliger-Salinidad	lag 1p<0,05 (-) -0,42		
	Pediveliger-Temperatura	lag 4p<0,05 (-) 0,38		Pediveliger-Clorofila	lag 4p<0,05 (+) 0,46		
	Pediveliger-Salinidad	lag 4p<0,05 (+) 0,37					

**Tabla 2:** Análisis de Correspondencia Múltiple de los estados larvales de mitílidos.

Variable	Row Number	Coordin. Dim.1	Coordin. Dim.2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim.1	Cosine <sup>2</sup> Dim.1	Inertia Dim.2	Cosine <sup>2</sup> Dim.2
Mes: sep-07	1	-0,09516	-1,03626	0,000113	0,000490	0,083296	0,000002	0,000004	0,000412	0,000486
Mes: oct-07	2	-0,64593	-0,94274	0,077978	0,592008	0,057341	0,076145	0,189130	0,235417	0,402879
Mes: nov-07	3	0,28072	0,24295	0,060827	0,044318	0,063058	0,011219	0,025340	0,012195	0,018978
Mes: dic-07	4	1,06535	0,22741	0,058778	0,364768	0,063741	0,156136	0,348872	0,010326	0,015896
Mes: ene-08	5	0,57653	0,05545	0,019668	0,028645	0,076777	0,015301	0,028383	0,000205	0,000263
Mes: feb-08	6	1,36808	3,15898	0,001400	0,066717	0,082867	0,006131	0,010537	0,047442	0,056180
Mes: mar-08	7	-1,36783	1,27741	0,029080	0,461076	0,073640	0,127340	0,246281	0,161190	0,214795
Mes: abr-08	8	-1,29589	1,31145	0,002155	0,029561	0,082615	0,008471	0,014604	0,012592	0,014957
Estación: 1	9	-0,17259	0,09602	0,096105	0,024358	0,051298	0,006700	0,018601	0,003010	0,005757
Estación: 3	10	-0,24869	-0,03157	0,098147	0,040617	0,050618	0,014207	0,039973	0,000332	0,000644
Estación: 4	11	0,73535	-0,10995	0,055748	0,158656	0,064751	0,070553	0,155186	0,002289	0,003469
Profundidad: 2m	12	-0,77251	0,31811	0,081600	0,338205	0,056133	0,113971	0,289170	0,028050	0,049035
Profundidad: 2m	13	0,37433	-0,15414	0,168400	0,338205	0,027200	0,055226	0,289170	0,013592	0,049035
Estado: pediveliger	14	1,19184	1,15893	0,046768	0,635966	0,067744	0,155484	0,326884	0,213375	0,309082
Estado: veliconcha	15	0,36186	-0,89779	0,088116	0,510013	0,053961	0,027004	0,071273	0,241263	0,438740
Estado: veliger	16	-0,76120	0,21638	0,115115	0,534461	0,044962	0,156109	0,494501	0,018309	0,039960

Nº de dimensiones	Singular Values	Eigen-Values	Perc. of Inertia	Cumulativ Percent	Chi Squares
1	0,653657	0,427268	14,24227	14,2423	7384,238
2	0,542576	0,294388	9,81294	24,0552	5087,750
3	0,539453	0,291010	9,70032	33,7555	5029,361
4	0,509368	0,259456	8,64853	42,4041	4484,036
5	0,500583	0,250584	8,35279	50,7569	4330,701
6	0,500000	0,250000	8,33333	59,0902	4320,613
7	0,500000	0,250000	8,33333	67,4235	4320,613
8	0,488862	0,238986	7,96621	75,3897	4130,272
9	0,482437	0,232745	7,75817	83,1479	4022,408
10	0,454370	0,206452	6,88172	90,0296	3567,992
11	0,419957	0,176364	5,87880	95,9084	3048,001
12	0,350353	0,122747	4,09157	100,0000	2121,369

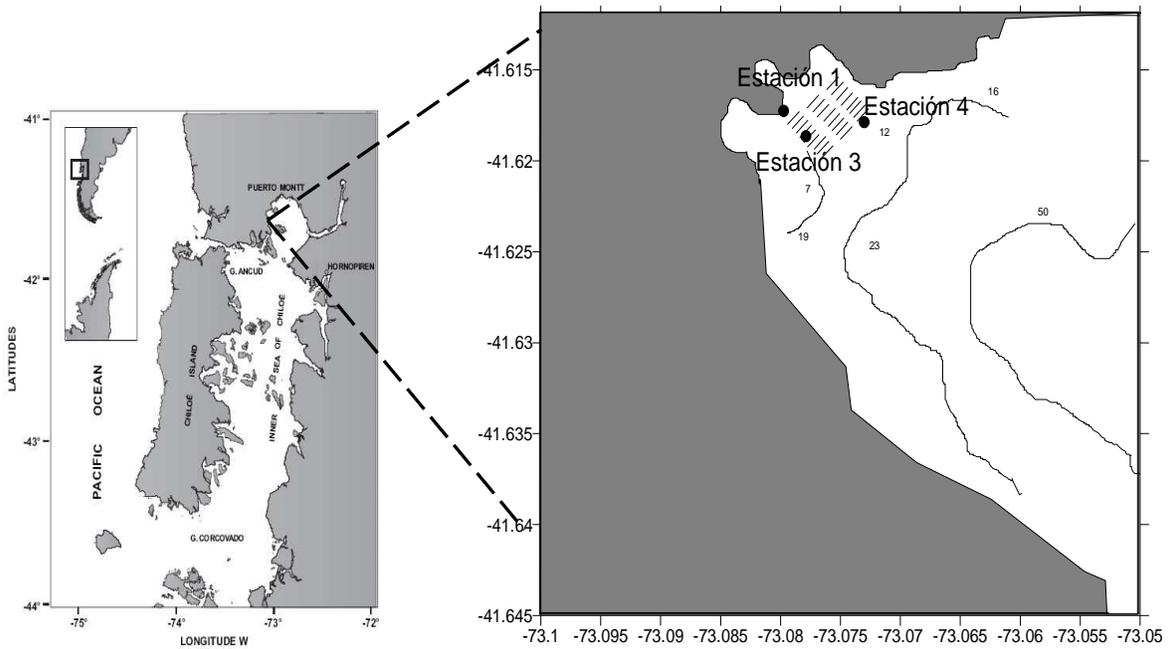
**Tabla 3:** Correlación cruzada entre las especies de mitílidos y las variables ambientales, por estación a los 2 y 4 metros de profundidad con respecto al dominio del tiempo en semanas (lag).

<b>Profundidad</b>	<b>Variable</b>	<b>Lag</b>
<b>2</b>	<b>Mytilus ch-Pediveliger</b>	lag 3 p<0,05(+) 0,53
	<b>Aulacomya at-Pediveliger</b>	lag 8p<0,05(+) 0,67
	<b>Mytilus ch-temperatura</b>	lag 1 p<0,05(+) 0,58
	<b>Mytilus ch-Salinidad</b>	lag 3 p<0,05(-) -0,53
	<b>Aulacomya at-temperatura</b>	lag 1 p<0,05(+) 0,58
	<b>Mytilus ch-Salinidad</b>	lag 4p<0,05 (-) -0,51
<b>4</b>	<b>Choromytilus ch-Pediveliger</b>	lag 0 p<0,05(+) 0,49

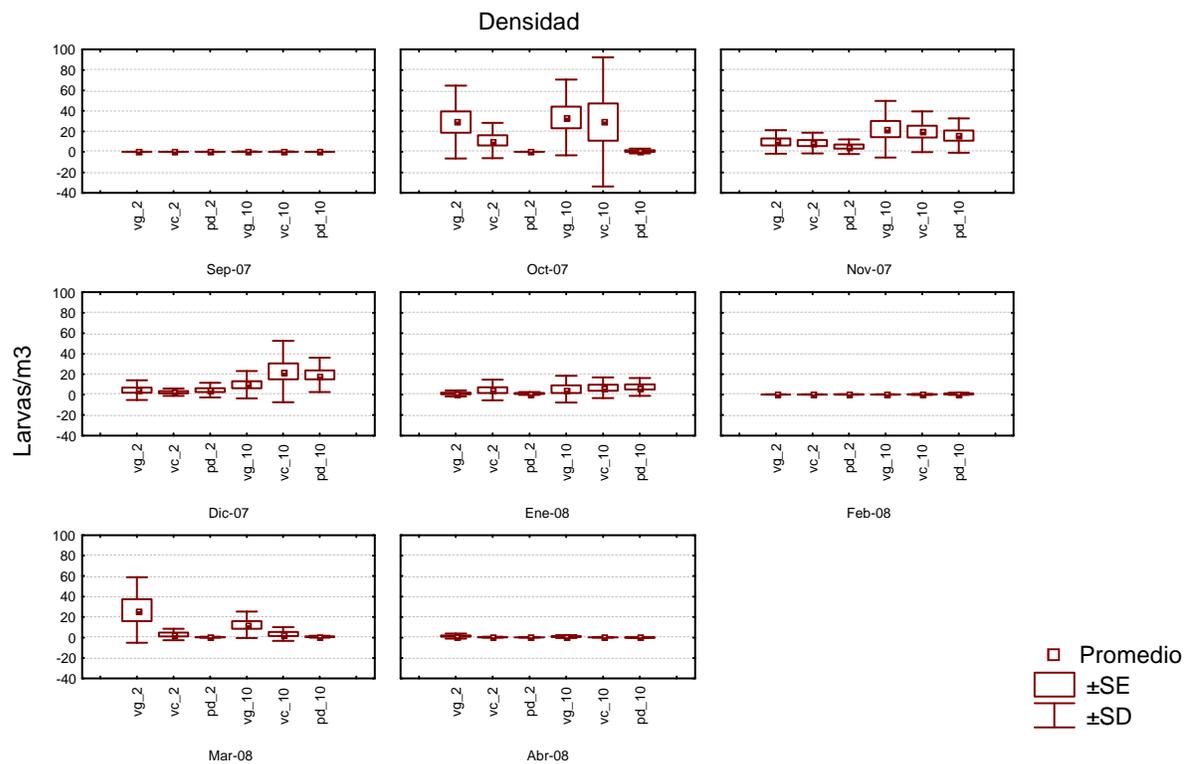
**Tabla 4:** Análisis de Correspondencia Múltiple de los asentados de mitílidos.

Variable	Row Number	Coordin. Dim.1	Coordin. Dim.2	Mass	Quality	Relative Inertia	Inertia Dim.1	Cosine <sup>2</sup> Dim.1	Inertia Dim.2	Cosine <sup>2</sup> Dim.2
Mes: dic-07	1	-2,55097	0,740861	0,021427	0,661483	0,101588	0,357221	0,610029	0,035815	0,051453
Mes: ene-08	2	0,29693	-0,067417	0,063175	0,031352	0,083033	0,014270	0,029815	0,000874	0,001537
Mes: feb-08	3	-0,06209	-0,929901	0,084417	0,442816	0,073592	0,000834	0,001966	0,222295	0,440850
Mes: mar-08	4	0,30134	0,445552	0,051239	0,074585	0,088338	0,011920	0,023409	0,030976	0,051176
Mes: abr-08	5	0,86421	1,481274	0,029741	0,397121	0,097893	0,056906	0,100847	0,198725	0,296275
Estacion:1	6	-1,09320	-0,397043	0,080676	0,644517	0,075255	0,247004	0,569407	0,038729	0,075110
Estacion:3	7	0,57212	0,047426	0,095674	0,204315	0,068589	0,080228	0,202920	0,000655	0,001394
Estacion:4	8	0,45428	0,373308	0,073650	0,144390	0,078378	0,038939	0,086188	0,031256	0,058202
Profundidad: 2m	9	0,20551	-0,912344	0,096632	0,551058	0,068164	0,010455	0,026610	0,244941	0,524448
Profundidad: 4m	10	-0,12948	0,574836	0,153368	0,551058	0,042948	0,006588	0,026610	0,154329	0,524448
especie: My. ch.	11	0,00141	-0,052283	0,177491	0,006696	0,032226	0,000001	0,000005	0,001477	0,006691
especie: Au. At.	12	0,13727	0,069296	0,071022	0,009382	0,079546	0,003428	0,007477	0,001039	0,001905
especie: Ch. ch	13	-6,72253	2,930146	0,001487	0,321870	0,110450	0,172207	0,270483	0,038889	0,051387

Nº de dimensiones	Singular Values	Eigen-Values	Perc. of Inertia	Cumulatv Percent	Chi Squares
1	0,624769	0,390336	17,34827	17,3483	213,5346
2	0,573044	0,328380	14,59465	31,9429	179,6411
3	0,517731	0,268045	11,91311	43,8560	146,6348
4	0,504771	0,254793	11,32415	55,1802	139,3856
5	0,494840	0,244867	10,88296	66,0631	133,9551
6	0,490120	0,240217	10,67633	76,7395	131,4117
7	0,470580	0,221446	9,84204	86,5815	121,1427
8	0,410685	0,168662	7,49610	94,0776	92,2673
9	0,365039	0,133254	5,92239	100,0000	72,8969

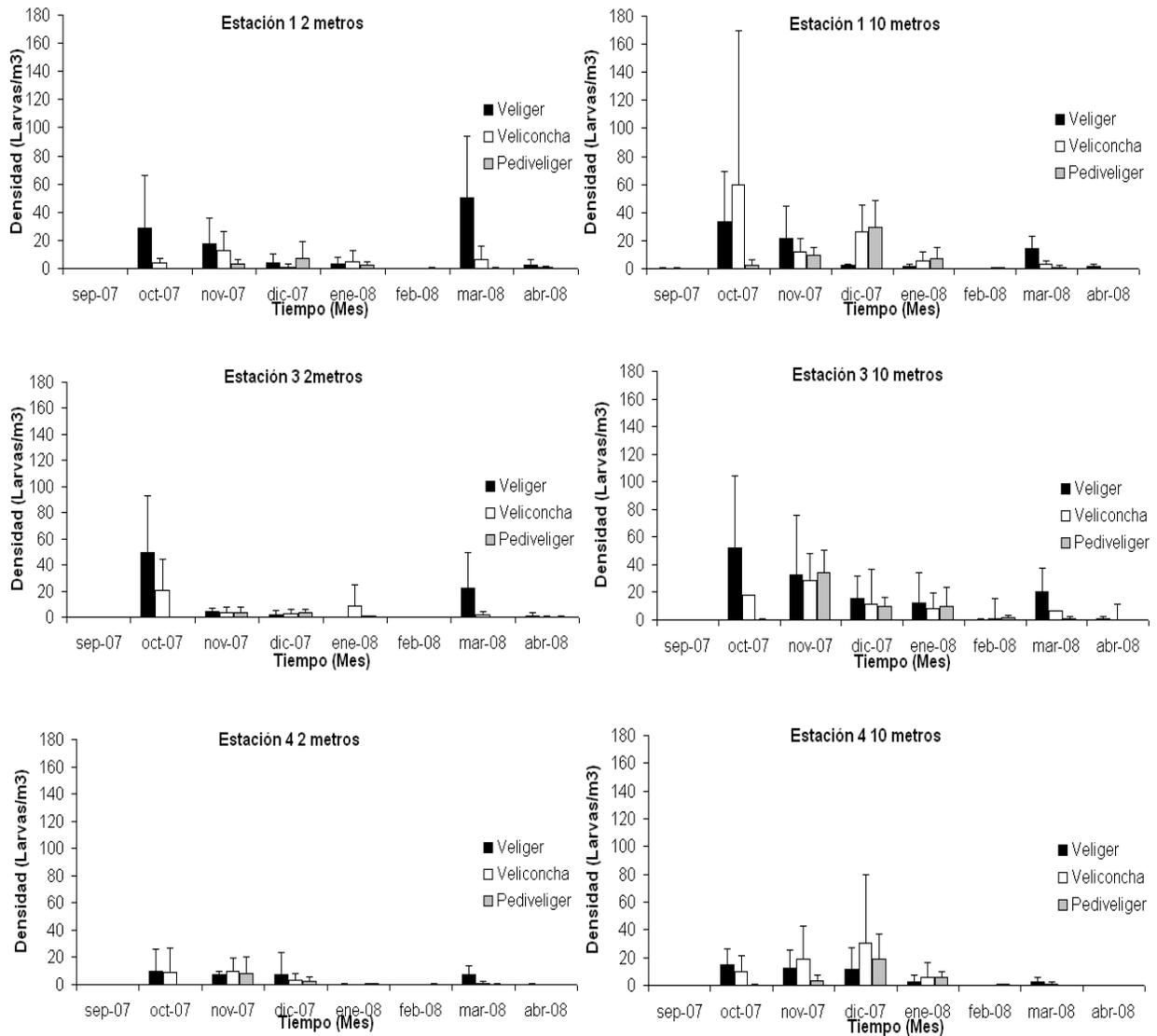


**Figura 1:** Área de estudio y localización de estaciones en Bahía Ilque (41°38'20"S; 73°05'00"W).

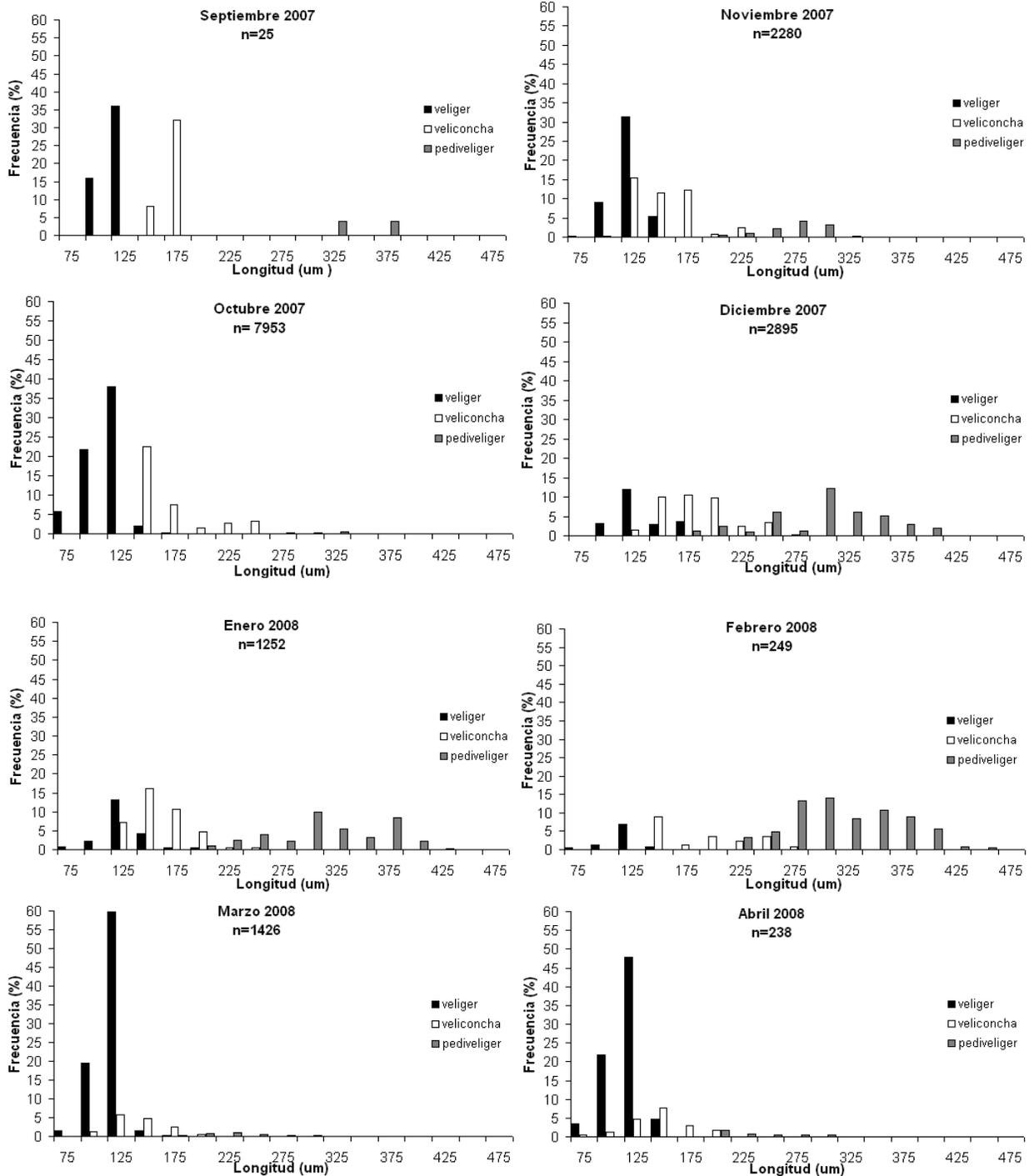


**Figura 2:** Promedio de la variación mensual de la densidad de los estados larvales de mitílidos.

*Sep, oct, nov, dic*: septiembre, octubre, noviembre y diciembre 2007; *ene, feb, mar, abr*: enero, febrero, marzo y abril 2008; *Vg*: veliger, *Vc*: veliconcha, *Pd*: pediveliger; *2 y 10*: profundidad 2 y 10 metros;  $\pm SE$ : error estándar,  $\pm SD$ : desviación estándar.

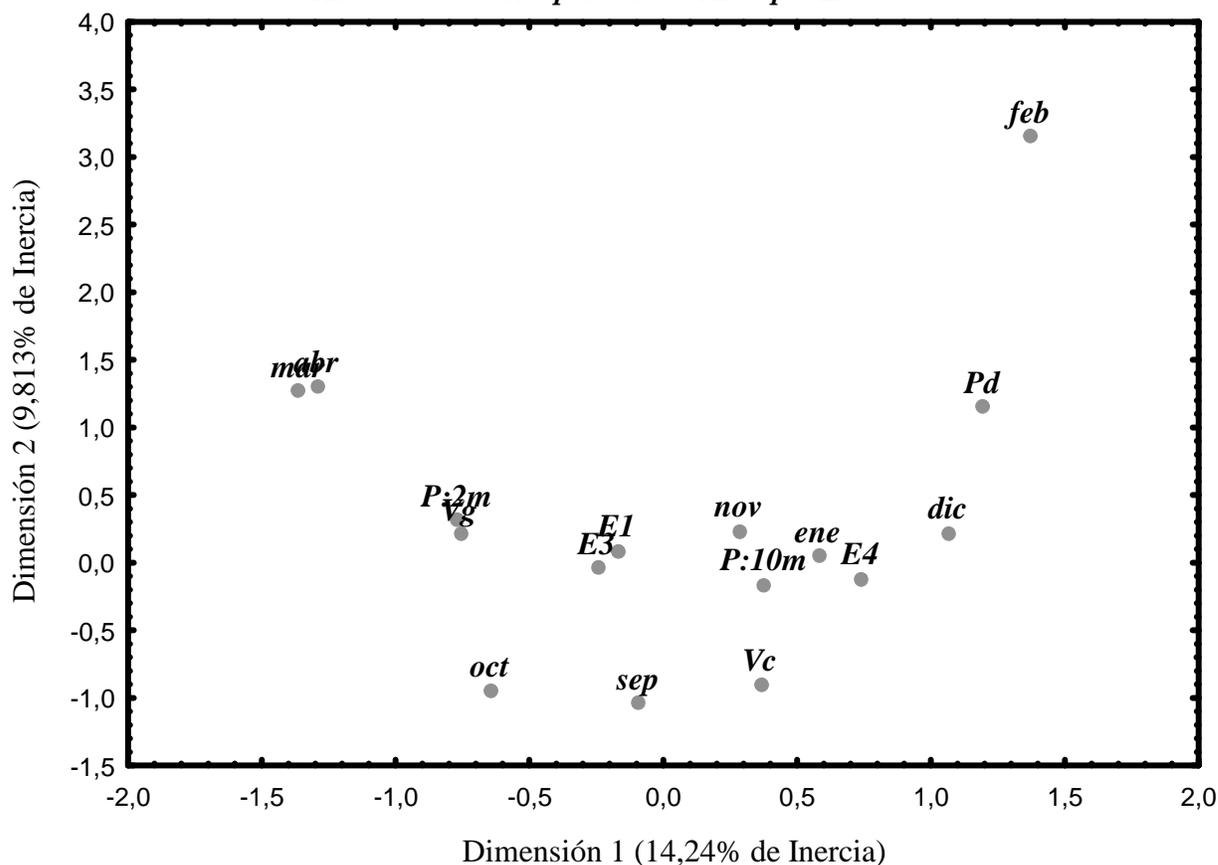


**Figura 3:** Variación mensual de la densidad de los estadios larvales de mitílidos en la columna de agua en 2 metros y 10 metros de profundidad, por estación. Barras de error muestran desviación estándar.



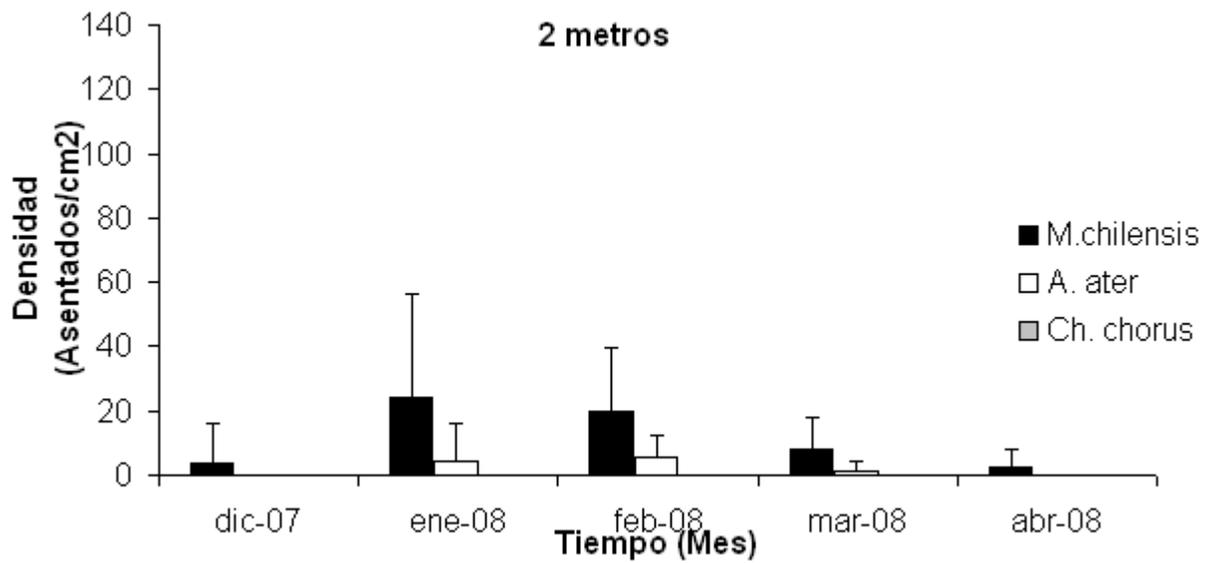
**Figura 4:** Variación mensual de la estructura de tallas de los estadios larvales de mitílidos en la columna de agua.

### Análisis de Correspondencia Múltiple Larval

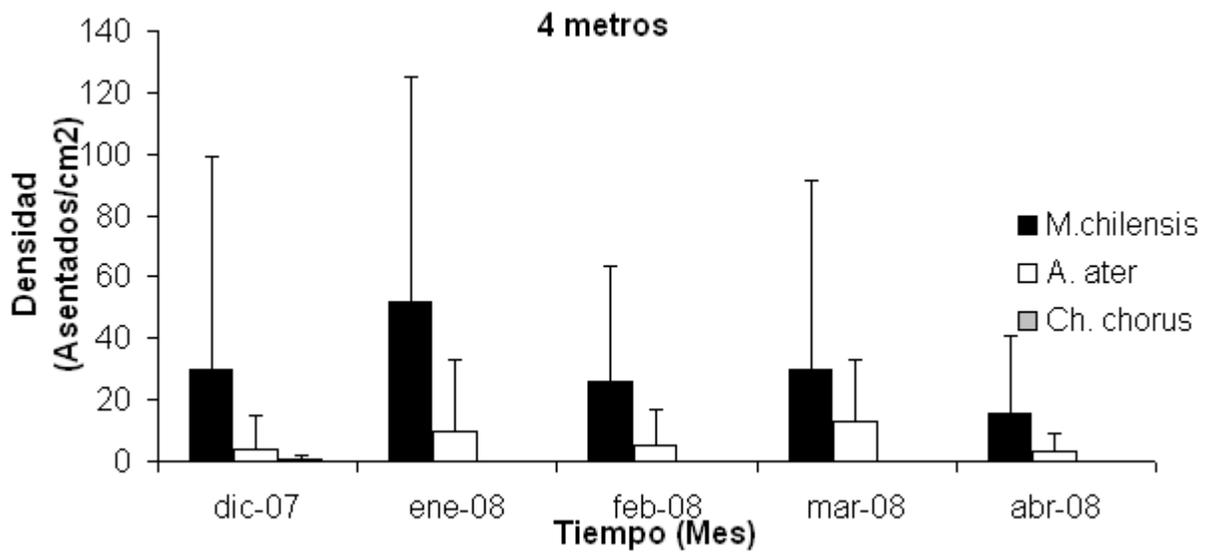


**Figura 5:** Diagrama de ordenación A.C.M muestra el aporte de las variables; mes, estación, profundidad y estado larval con respecto a la variabilidad de la densidad larval del ambiente. *Sep, oct, nov, dic:* septiembre, octubre, noviembre y diciembre 2007; *ene, feb, mar, abr:* enero, febrero, marzo y abril 2008; *E1:* estación 1, *E3:* estación 3 y *E4:* estación 4; *P:2* y *10:* 2 y 10 metros; *Vc:* veliconcha, *Vg:* veliger, *Pd:* pediveliger.

A.

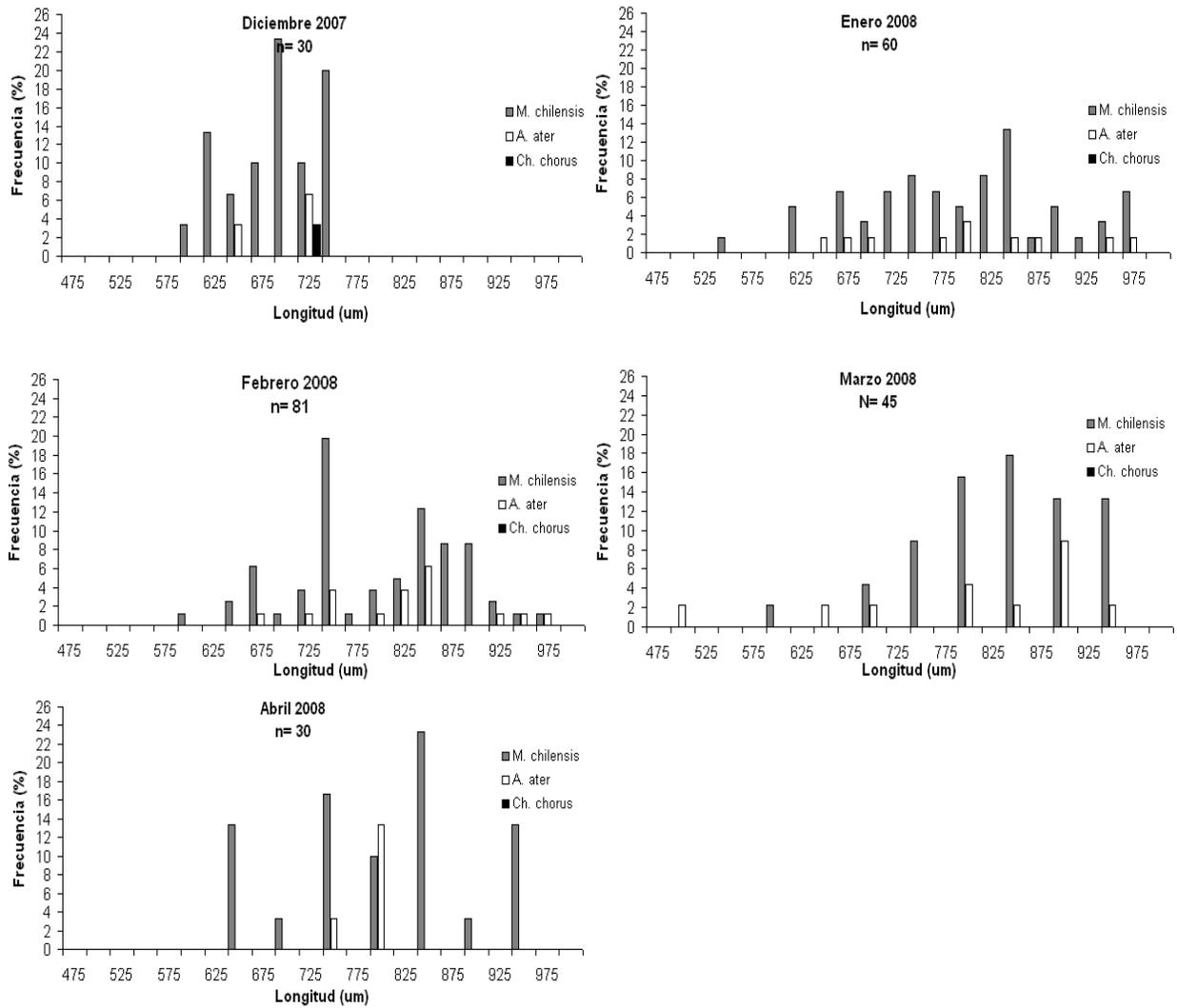


B.

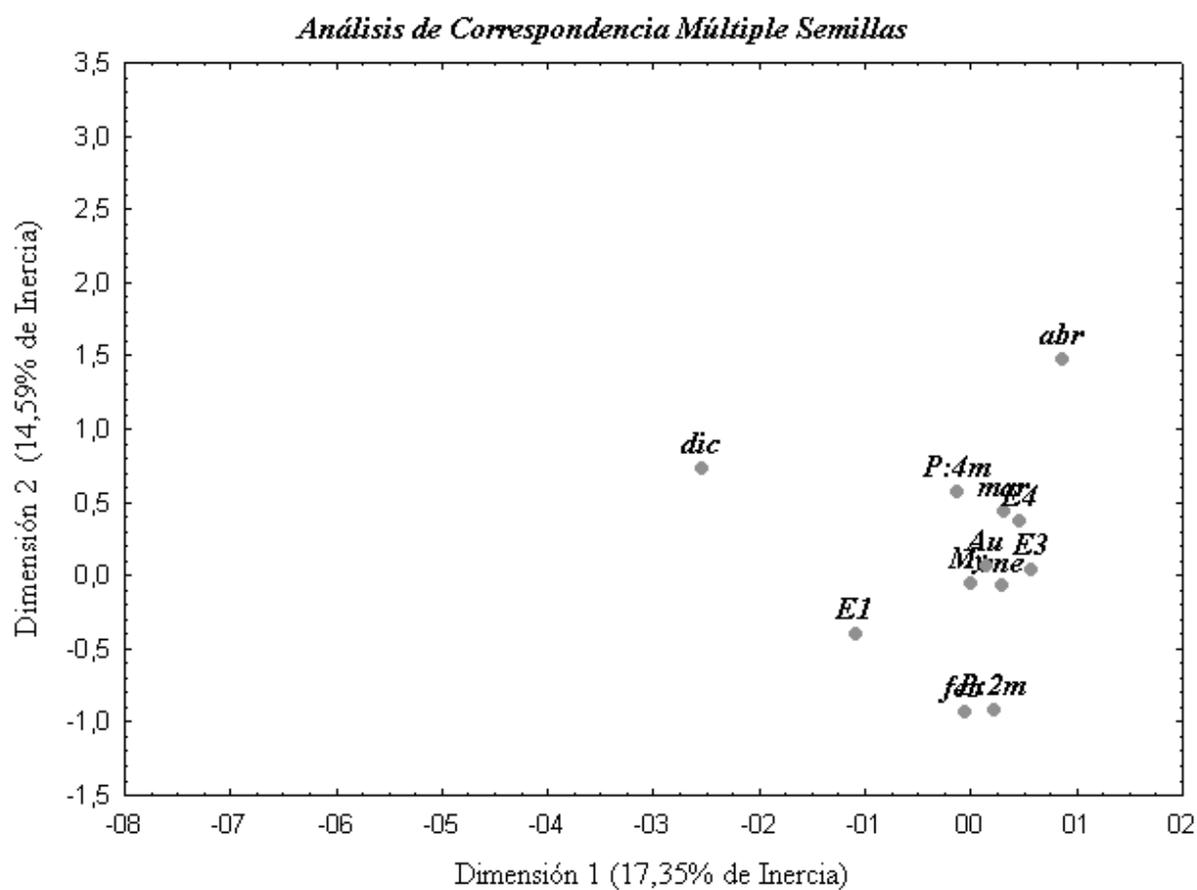


**Figura 6:** Densidad semillas de mitílidos en colector **A.** 2 metros y **B.** 4 metros de profundidad.

Barras de error muestran la desviación estándar.



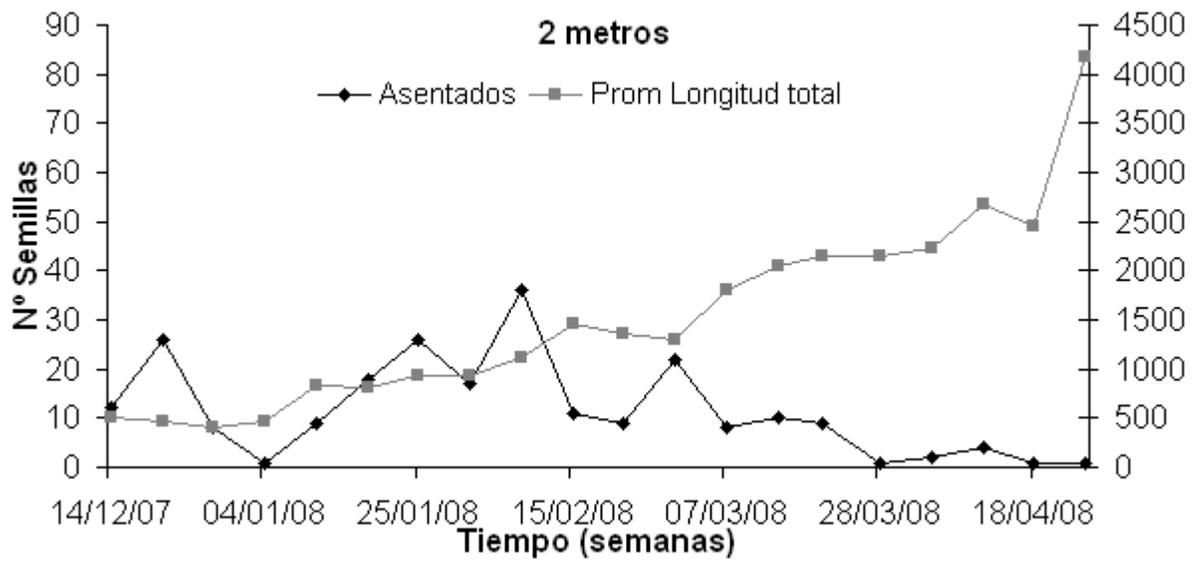
**Figura 7:** Variación mensual de la estructura de tallas de asentados de mitílidos adheridos al colector.



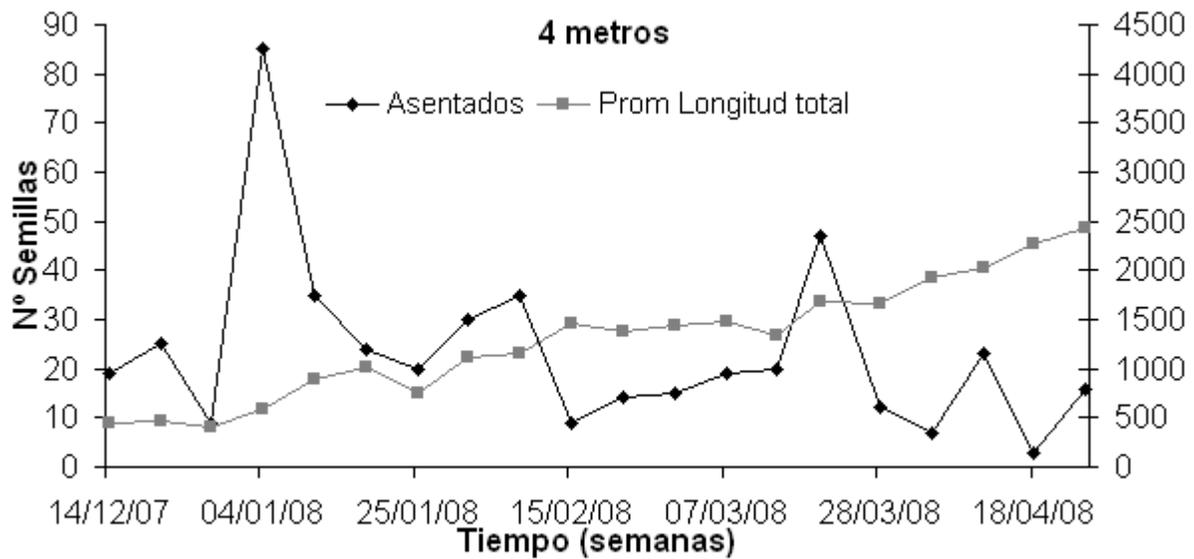
**Figura 8:** Diagrama de ordenación A.C.M muestra el aporte de las variables; mes, estación, profundidad y especie con respecto a la variabilidad de la densidad de semillas en el colector.

**Dic:** diciembre 2007; **ene, feb, mar, abr:** enero, febrero, marzo y abril 2008; **E1:** estación 1, **E3:** estación 3 y **E4:** estación 4; **P:2** y **4:** 2 y 4 metros; **My:** *Mytilus chilensis*, **Au:** *Aulacomya ater*.

A.

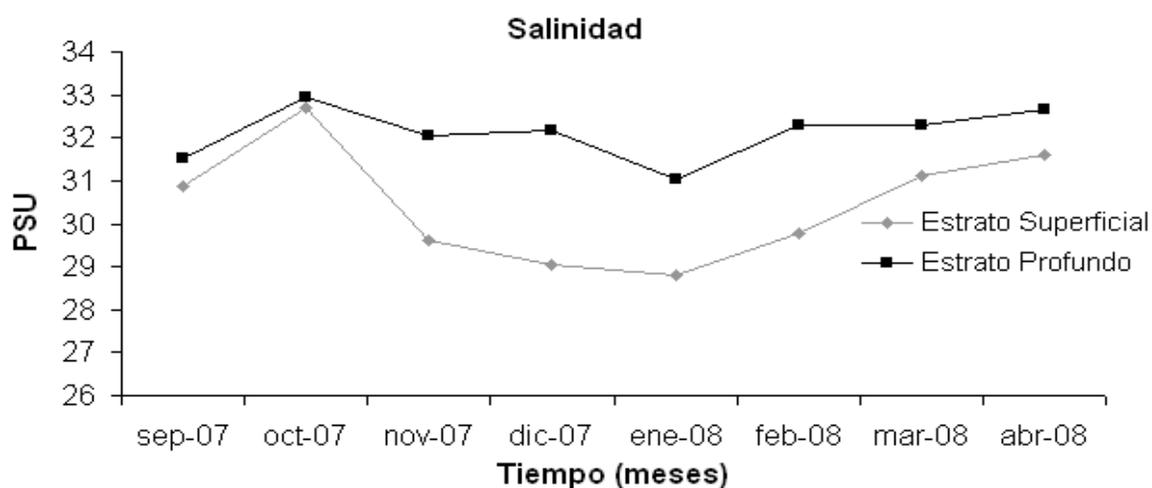


B.

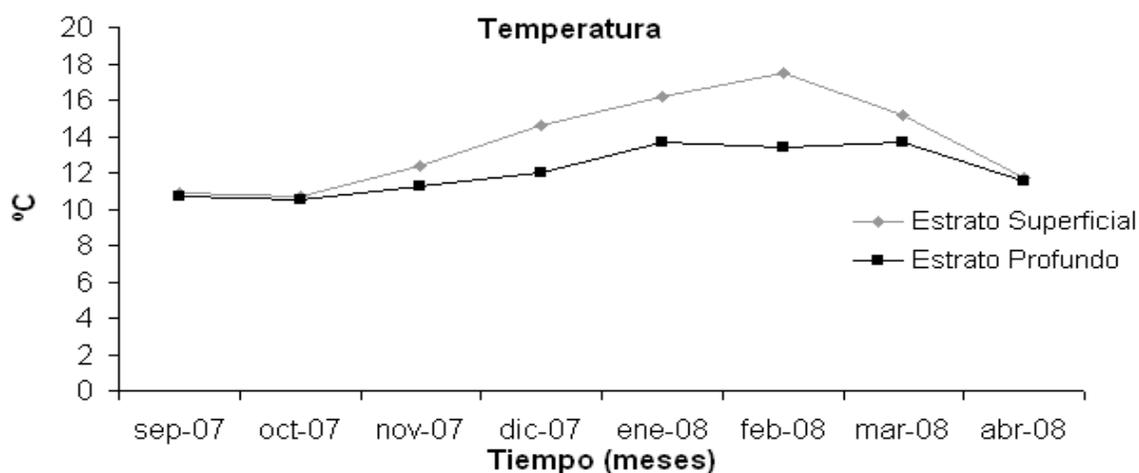


*Figura 9: Asentados acumulados y promedio de la longitud de todos los individuos encontrados en las muestras de colector cada semana A. a los 2 metros y B. 4 metros de profundidad.*

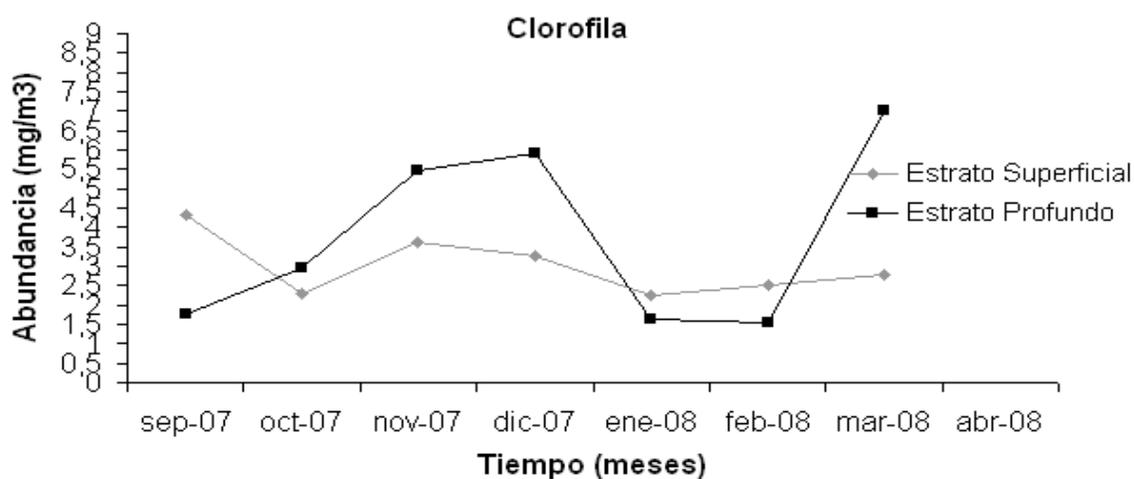
A.



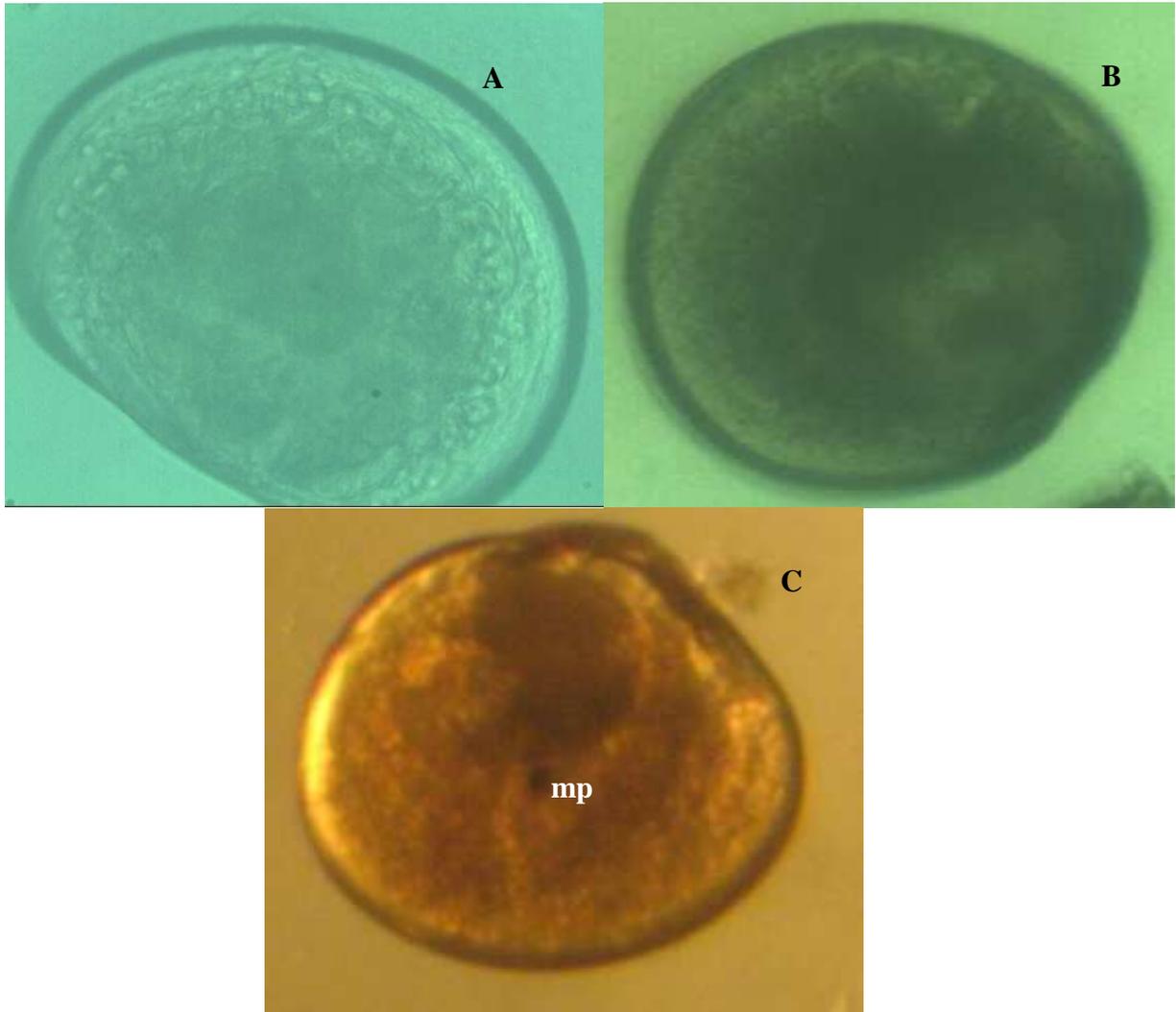
B.



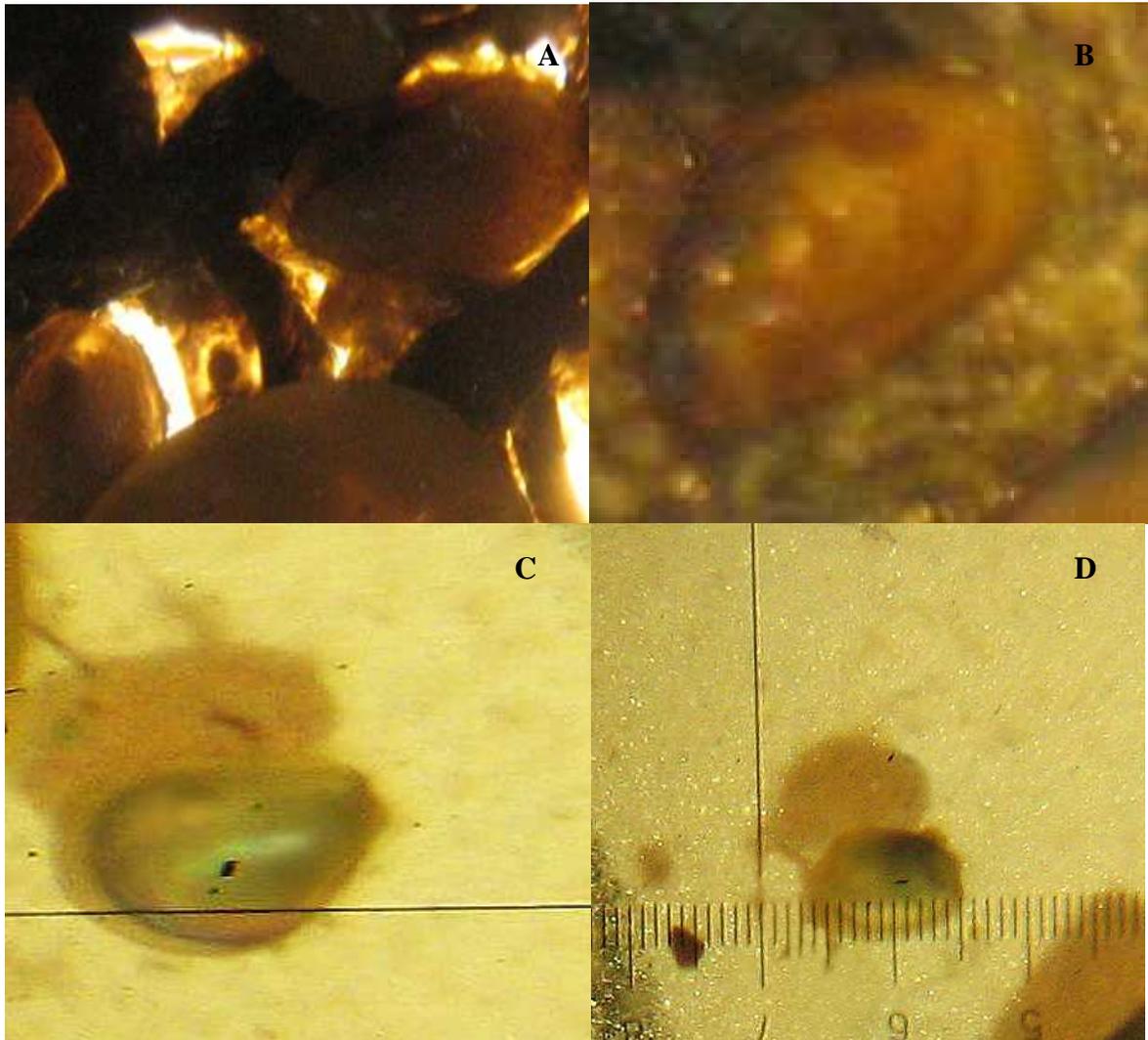
C.



**Figura 10:** Variables ambientales; **A.** Salinidad. **B.** Temperatura. **C.** Clorofila, registradas en el sitio de estudio.



**Figura 11:** Desarrollo larval mitílidos. **A.** larva veliger. **B.** larva veliconcha. **C.** larva pediveliger  
*mp:* mancha pigmentada.



**Figura 12:** *Especies de semillas de mitílidos. A. semillas adheridas al colector. B. Mytilus chilensis. C. Aulacomya ater. D. Choromytilus chorus.*