

Efectos de El Niño en el reclutamiento de *Concholepas concholepas* y *Tegula atra* (Mollusca, Gastropoda) en la costa de Valdivia, Chile.

Effects of El Niño in the recruitment rates of Concholepas concholepas and Tegula atra (Mollusca, Gastropoda) in the coast of Valdivia, Chile.

CARLOS A. MORENO

Instituto de Ecología y Evolución
Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia, Chile
cmoreno@uach.cl

RESUMEN

Se da cuenta de los hallazgos realizados en relación con el efecto del fenómeno de El Niño, sobre las magnitudes del asentamiento en los moluscos gastrópodos *Concholepas concholepas* y *Tegula atra* en la costa de Valdivia, X Región de Chile. Respecto del primero, efectos adversos sobre el asentamiento son evidentes cuando El Niño o La Niña alcanzan valores menores o mayores que -1 +1, respectivamente. Probablemente, estas condiciones no permiten que las surgencias costeras puedan enriquecer las cadenas tróficas de las cuales se alimentan las larvas, que viven al menos 4 meses en el plancton. Los mecanismos a través de los cuales La Niña puede inhibir los asentamientos son desconocidos. En el caso de *Tegula atra*, se describe un efecto positivo, debido a que las larvas de esta especie reclutan en altos números cuando frentes de aguas cálidas colisionan con la zona costera. Llama la atención la poca importancia que estudios de este tipo han tenido en el pasado en Chile, a pesar de su estrecha relación con el manejo de los recursos marinos; afortunadamente comienza a dársele la consideración que requiere en varios centros a lo largo de la costa chilena.

Palabras claves: ecología larvaria, Mollusca, *Concholepas*, *Tegula*, asentamiento, reclutamiento, intermareal rocoso.

ABSTRACT

This paper describes the findings made in relation to the effects of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) over the settlement magnitudes of two gastropods, *Concholepas concholepas* and *Tegula atra* in the coasts of Valdivia, X Region, Chile. On regard to the former species, adverse effects to settlement are evident when the El Niño or La Niña reach strong values (Southern Oscillation Index (SOI) -1 or +1). This is possibly related to the disruption of upwelling conditions when the El Niño phenomenon strikes, inhibiting in this way the enrichment of food chains and impacting directly on the larvae that live at least 4 months in the plankton. In the case of La Niña episodes, reasons for low settlement still remain unknown. During "normal" conditions, the settlement rate of *C. concholepas* is remarkably high during the months in which the mean SOI values are close to zero. In the *Tegula atra* case, a positive effect is attained during El Niño conditions, given that the larvae of this species recruit in high numbers when warm oceanic fronts collide with the coastal zone. Surprisingly, studies of this type have received little attention in the past in Chile, in spite of its

Key words: larval ecology, Mollusca, *Concholepas*, *Tegula*, settlement, recruitment, rocky intertidal.

close relation with the management of marine resources. Fortunately, this topic is beginning to receive its deserved consideration.

INTRODUCCIÓN

Cuando se presenta el fenómeno de El Niño en Chile y Perú, el efecto sobre la fauna marina es radical y contrastante, con mortalidades masivas por una parte y grandes explosiones demográficas de especies filtradoras por otra (Arntz & Fahrbach, 1996; Castilla & Camus, 1992). Hacia el sur, los efectos parecen diluirse; sin embargo, producen cambios notorios de abundancia de recursos y aparición de especies típicas de la fauna del norte.

Desde una visión evolutiva, es posible pensar que la fauna marina chilena, dada la continua presencia del El Niño, Oscilación del Sur (ENOS), debería presentar especies cuyas abundancias pueden presentar mecanismos fisiológicos y ecológicos, como acoplamientos con eventos físicos que le permitan persistir en un ambiente de tanta inestabilidad temporal. ENOS en Chile es prácticamente sinónimo de una gran perturbación oceanográfica con visos de catástrofe en el norte de Chile. Sin embargo, hacia el sur, aunque menos intensos, sus efectos han sido detectados incluso en la Antártica (Croxall, 1992; Guinet *et al.*, 1994; Huckle-Gaete, 1999). Fundamentalmente, los efectos se han detectado en vertebrados sobre los cuales existen planes de monitoreo de largo plazo, en los cuales ha sido posible contrastar modelos poblacionales con datos ambientales. No obstante en esta zona El Niño suele presentarse interconectado con la Corriente Circumpolar Antártica (ACW), por lo que sus efectos en el sur de Chile, deben ser analizados en conjunto con la circulación atmosférica de la Antártica, para encontrar explicaciones a la variabilidad de largo plazo de los efectos observados sobre la biota del área.

El ambiente costero de la zona centro sur de Chile (Isla Mocha al canal Chacao), se

caracteriza por poseer una extensión de plataforma continental mayor que las zonas del centro y norte de Chile. Esta zona presenta una dinámica en los factores oceanográficos superficiales y profundos con una marcada estacionalidad, debida a una alta heterogeneidad de procesos físicos, originados principalmente por la presencia de los vientos asociados a la deriva del Oeste. En esta zona, como los efectos del ENOS son menos notorios, han recibido mucho menos atención y consecuentemente son prácticamente desconocidos desde el punto de vista de la literatura publicada al respecto. Sólo se conoce el caso de *Concholepas concholepas* estudiado por Moreno *et al.* (1993 y 1998), que se revisa junto con datos originales de reclutamiento en una serie de mediana extensión temporal del asentamiento del gastrópodo *Tegula atra*. En ambos casos ha sido posible postular que los cambios ambientales del mar, particularmente asociados al ENOS, modifican los mecanismos de transporte larvario, lo que podría ser la principal causa de la variabilidad local de la abundancia poblacional. El análisis de los dos casos incluidos en este trabajo, ayudarán en el futuro cercano a planificar investigaciones con mayor profundidad y conocimiento previo, sobre los procesos oceanográficos involucrados en la sobrevivencia y el transporte larvario, que son los procesos más importantes para entender los futuros tamaños poblacionales de los recursos marinos desde la perspectiva de lo que hoy se conoce como ecología del abastecimiento.

EFFECTOS SOBRE ESPECIES COMERCIALES EN LA ZONA CENTRO SUR DE CHILE

EL CASO DE *CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS* (BRUGUIÈRE, 1789): UN ENSO ADVERSO

Moreno *et al.* (1993) publican el primer trabajo de ecología del abastecimiento de larvas hecho en Chile (o supply-side ecology sensu Gaines & Roughgarden 1985, Lewin, 1986). El trabajo se refiere a los factores que determinan la densidad del asentamiento del loco

(*Concholepas concholepas*) en la Reserva Marina de Mehuín, como un resultado importante del Proyecto Sectorial Recurso Loco de CONICYT. En este trabajo se pudo determinar la relación entre el dominio de los vientos componente norte del otoño e invierno temprano, con la llegada de larvas veligeras tardías a pozas intermareales, donde se asentaban al sustrato primario. El mecanismo asociado al proceso de asentamiento que se sugirió como explicación fue que las larvas competentes (larvas en el inicio de la metamorfosis), y que se encuentran asociadas a la película superficial del agua (Di Salvo, 1988), por acción del viento eran arrastradas hacia la costa, posiblemente por corrientes de Lagmuir, en cuyos vórtices se agregan las larvas en líneas visibles junto a otros materiales flotantes (espumas, plumas, algas, etc.), que las llevarían hacia la zona de rompientes rocosas.

Este estudio demostró además que la época de asentamiento comenzaba en marzo y se extendía hasta septiembre en la zona de Valdivia, mucho más tempranamente que lo supuesto, y que el tamaño promedio de los recién asentados era de 2 mm de diámetro peristomal (DP). El único dato previo era el de Gallardo (1979), que sugería que la época de asentamiento del loco ocurría en primavera. Sin embargo, el autor basó sus observaciones en individuos de al menos 10 mm, los cuales tenían una edad cercana a 6 meses, lo que fue aclarado por Reyes & Moreno (1990) al hacer el primer seguimiento de una cohorte de locos recién asentados en Mehuín.

El mayor valor de estas observaciones fue que por primera vez se cuantificó en una especie chilena el fenómeno de asentamiento, sobre la base de observaciones en escala de tiempo quincenal y que se mantuvieron en el largo plazo (11 años), lo cual revela la importancia de tener programas de seguimiento para el análisis apropiado de la dinámica de las poblaciones naturales.

El análisis de la mayor parte de esta serie de datos llevó a Moreno *et al.* (1998)

a proponer una relación entre las magnitudes de asentamiento observadas y el fenómeno de El Niño, descrito por el Índice de la Oscilación del Sur (IOS). Se encontró una relación del tipo ventana ambiental óptima (sensu Cury & Roy 1989), entre la magnitud del asentamiento anual y el valor promedio de los IOS de los meses en que las larvas de *Concholepas concholepas* permanecían en desarrollo en las aguas costeras, para luego asentarse en el sustrato rocoso litoral; es decir, marzo, abril y mayo (Fig. 1a), al cual llamaron IOS³. Análisis posteriores sugirieron que esta distribución, la distribución gaussiana de los valores de asentamiento ($x = 0,029$; $\sigma^2 = 0,278$) encontrada para el "loco" no presentaba diferencias con las frecuencias del IOS³ tomado de la serie histórica (1882-1997) ($x = 0,024$; $\sigma^2 = 0,345$) (Fig. 2b). Lo cual predice una relación El Niño dependiente donde los asentamientos observados serán mayores cuando el IOS³ presenta valores cercanos a cero y disminuirán hacia años de El Niño (menores que cero) y años de La Niña más intensos (mayores que cero).

Un aspecto interesante de este análisis, es que si consideramos las frecuencias en que ocurren valores del IOS³ en la serie histórica sobre +1 y la frecuencia de valores bajo -1, en los cuales no se ha observado que ocurra asentamiento en Mehuín, se concluye que hay una probabilidad de 0,24 de tener fallas de reclutamiento, es decir que se presenten situaciones de El Niño (valores menores que -1) o La Niña (valores mayores de +1). Contrasta esta predicción con los valores observados para *Concholepas concholepas*, ya que en la década examinada (1989-1997) las fallas del reclutamiento superaron una probabilidad de 0,40 (4 de 9 eventos). De lo anterior se supone que esta década ha sido más mala que lo esperado para el asentamiento intermareal de *C. concholepas* en la zona de estudio. Lo anterior es coincidente con una mayor frecuencia de ENOS, lo cual no significa que otros factores ecológicos sean covariantes; por ejemplo la explotación intensa de sus poblaciones reproductoras.

El mecanismo que ha sido sugerido por Moreno *et al.* (1998), es que las anomalías del tipo ENSO modifican el clima de la región de tal manera que las surgencias debidas al viento componente sur se hacen menos frecuentes en verano, y los frentes de baja presión con vientos componente norte son predominantes. Así, las surgencias de verano se hacen menos frecuentes, lo que afecta algún mecanismo relacionado con la falta de nutrientes en la columna de agua, lo que a su vez afecta la supervivencia de las cohortes de larvas en el plancton, probablemente por falta de alimentos. Los mejores reclutamientos se han observado después de veranos con frecuentes "surazos" y mucho sol durante febrero y frentes de bajas presiones después de marzo, lo que sugiere que las surgencias de verano efectivamente están relacionadas con mejores reclutamientos de *C. concholepas* (véase también Poulin *et al.*, 2002.) Por el contrario cuando en febrero hay predominio de los frentes de viento norte, y hay un clima lluvioso en el área, los asentamientos se atrasan hasta junio y julio, y normalmente son de menor magnitud.

Así, podemos concluir sobre la base de las evidencias presentadas que *Concholepas concholepas* es una especie cuyos asentamientos están negativamente relacionados a condiciones extremas de El Niño y La Niña. Probablemente, debido a que los procesos de transporte y sobrevivencia en el plancton son afectados cuando no se presenta el régimen de surgencias de verano.

EL CASO DE *TEGULA ATRA* (LESSON, 1830): UN ENSO PROCLIVE

Según SERNAPESCA (1999), *Tegula atra* (caracol negro) no es una especie altamente explotada, ya que su nivel de explotación no supera las 200 toneladas métricas por año. Es una de las especies de caracoles que son consumidas localmente y comunes en la dieta de los recolectores de subsistencia del intermareal del sur de Chile (Moreno *et al.*, 1984). En 1998, se comenzó con observacio-

nes de su asentamiento en Punta La Misión, localidad cercana a la Ciudad de Valdivia. Los resultados sugieren que sus asentamientos son mayores cuando la temperatura superficial del agua de mar es más alta.

La temperatura superficial del mar (TSM) en el sitio de estudio fue registrada a un metro de profundidad en la costa (bajo la línea de marea baja), con instrumentos electrónicos de registro automático, programados para grabar un dato cada media hora (TibBit, Onset®). Por otra parte, cinco de los mismos instrumentos fueron colocados en una columna 150 m mar afuera y de 12 m de profundidad en marea baja, programados para registrar datos cada 10 minutos.

El asentamiento se midió en cuadrantes de $\frac{1}{4}$ de m² (n=10) en la zona intermareal, desde enero de 1997 hasta diciembre de 1999, cada período de marea baja. Los datos, para mayor claridad en este trabajo, se agruparon mensualmente. En estas mediciones se encontró que los asentamientos ocurren principalmente en pleno verano. En enero de 1998 los reclutamientos fueron mayores, superando 4 veces los datos de enero del 1997 y 1999, cuyas densidades eran menores a 1 recluta por m² (Fig. 2a). También se observó que la TSM también fue mayor en enero de 1988 que en enero de 1999 (Fig. 2b). Finalmente, en la figura 2c se muestra que en enero de 1998 estuvo presente el ENSO, cuya intensidad ha sido comentada por McPhaden (1999), con valores extremadamente significativos del IOS.

La explicación a este fenómeno de mayores temperaturas en enero puede darse basándose en observaciones realizadas durante el verano de 1999, y de 2000, donde se constató, intrusiones de aguas subtropicales sobre la costa, con TSM por sobre los 14 °C (con máximas de 17,1 °C) que se registraron en toda la columna de agua costera hasta profundidades de 12 metros, como ha sido medido con la colum-

na de 5 termistores de registro continuo en enero y febrero de 1999 en Punta La Misión. Esas llegadas de aguas cálidas alternaron en diferentes períodos de tiempo, entre 2 a 6 días, con aguas frías advectadas desde zonas más profundas.

Entre el 1 de enero y el 10 de febrero se condujo un registro diario de la llegada de recién asentados a los cuadrantes de muestreo los que se muestran en la figura 3, junto con el perfil térmico generado por columna de termistores. Se observa que los mayores asentamientos ocurren cuando las aguas cálidas (más de 13,5 °C) se acercan a la costa. Como estas alzas de temperatura son coincidentes con frentes de baja presión¹, supuestamente las aguas cálidas son arrastradas hacia la costa por vientos componente norte.

Es posible hacer una interpretación basados en los datos oceanográficos sinópticos disponibles. Por ejemplo, la situación sinóptica frente a Valdivia durante enero señalada en SHOA (1996), indica la presencia de aguas frías (<13 °C) en la superficie, penetrando hacia el norte en forma de una cuña y separando de la costa las aguas templadas (>14 °C) de la contracorriente peruana que alcanzan los 17 °C. Si los frentes de bajas presiones son intensos y muy seguidos, pueden arrastrar aguas de temperaturas de hasta 17 grados hacia la costa. Si los frentes son débiles, el desplazamiento de esta agua cálida es sólo superficial. Las dos situaciones se observan en la figura 3b; pero sólo los frentes más intensos tienen asociado mayores asentamientos de postlarvas de *Tegula atra*.

De esa manera se producen mayores asentamientos de *Tegula atra* asociados a la llegada de aguas de TSM superiores a 14 grados. Esta situación también fue observada mucho más intensamente en el vera-

no de 2000, generando la hipótesis anteriormente expuesta. Marín & Moreno (2002) han señalado que esos datos son una visión en un plano horizontal de procesos que en realidad son tridimensionales y que son esencialmente desconocidos hasta ahora. Como el incremento de la temperatura superficial parece corresponder a bordes de masas de agua subtropicales que colisionan con la costas se puede especular que las larvas de *Tegula atra* son arrastradas mar afuera, hasta alcanzar el frente que separa las aguas frías costeras y de alta cantidad de clorofila con aguas oceánicas subtropicales de mayor temperatura y menor cantidad productividad (Arévalo, 2001). Probablemente, estas larvas encuentran las mejores condiciones para un crecimiento y desarrollo larvario más rápido mar afuera, para luego ser arrastradas por frentes de baja presión y regresadas a la costa a los sitios de asentamiento intermareal. Esta hipótesis es consistente con los datos de comparaciones interanuales, ya que los asentamientos fueron mayores cuando las temperaturas fueron más altas, siendo similares a aquellas condiciones ambientales que esta especie encuentra en su área de distribución hasta el Perú.

CONCLUSIONES

Los dos casos de asentamiento de gastrópodos (*Concholepas concholepas* y *Tegula atra*) analizados en la costa Valdiviana, muestran diferentes respuesta a un aumento de las temperaturas promedios como cuando ocurre El Niño. En esta zona tiene efectos poco visibles a simple vista en las poblaciones adultas, afectando exclusivamente los procesos de sobrevivencia y transporte en estados larvarios, que en el mediano plazo tienen un efecto crítico en la estructura de edades de la población. Sus efectos al nivel

¹ Guerra, J., C. A. Moreno y P. Gebauer "Transporte de larvas de invertebrados intermareales durante una tormenta de verano en el centro-sur de Chile". Comunicación Mural. 1ª Reunión Binacional de Ecología Argentina-Chile. San Carlos de Bariloche, 23-27 de abril 2001. Libro de Resúmenes p. 129.

de poblaciones locales entonces se expresan en diferencias de la fuerza de las cohortes que se reclutan año tras año. Esto sugiere que ENSO es una fuente de variabilidad constante en la estructura de edades de los invertebrados estudiados. Estos efectos hasta ahora se han ignorado en la literatura de El Niño, exaltándose mayormente los efectos dramáticos que ocurren en el norte de Chile y Perú (*e.g.* Arntz & Fahrbach, 1996), que suelen presentarse con mortalidades masivas de algunas especies o explosiones demográficas de otras.

Con toda seguridad los estudios futuros a lo largo de la gradiente latitudinal de la costa de Chile encontrarán biotas o grupos completos de organismos que son afectados, con diferentes signos (negativamente o positivamente), por el ENSO y que hasta ahora desconocemos. De estudios futuros podremos entender los procesos que producen estructuras alternativas en comunidades bentónicas por variabilidad del reclutamiento (Menge & Sutherland, 1987) y entenderemos mejor las relaciones biogeográficas del hábitat costero chileno. Eso dependerá de generar series de datos de largo plazo tanto de oceanografía costera, como de series de reclutamiento de diferentes especies del hábitat bentónico litoral.

Se discute, si los períodos de menor formación del hielo marino (pack-ice) cercano a la costa, en la Antártica, se asocian o no con el ENSO (Loeb *et al.*, 1997). De ser cierta esta hipótesis, sin duda, deberíamos esperar efectos en el largo plazo propagados en las cadenas tróficas que se inician en formas de vida asociadas al hielo (por ejemplo Krill). En este caso igualmente se debe impulsar programas de monitoreo de largo plazo de los componentes de las comunidades antárticas (por ejemplo depredadores de alto nivel trófico) junto con información meteorológica y oceanográfica de registro continuo. Por lo que este campo de la oceanografía correlacionada con los recursos marinos aún debe desarrollarse en Chile, tal vez siguiendo en la línea de algunos de los estu-

dios mencionados aquí, así como los de Gallardo *et al.* (1994) realizados en el área de Concepción. Otro buen ejemplo es el reciente trabajo de Agnew *et al.* (2003), donde se demuestra que incluso la prevalencia de parásitos en diferentes clases de edad de *Micromesistius australis* (merluza de tres aletas) está influenciada por la interacción de los ciclos antárticos y El Niño.

AGRADECIMIENTOS

En parte este artículo fue escrito con datos obtenidos durante el proyecto FONDAF N° 3 Programa Mayor Ecología y Conservación. El autor agradece a Jorge Guerra y Rodrigo Reyes, por su ayuda para obtener esa información y a sus colegas E. Jaramillo y J. Zamorano por el tiempo dedicado a discusión sobre lo que hay que hacer en la investigación ecológica marina hoy día. También se agradece a los dos árbitros por sus excelentes sugerencias.

REFERENCIAS

- Agnew, D. J., Marlow, T. R., Lorenzen, K., Pompert, J., Wakeford, R. C. & Tingley, G. A. 2003. Influence of Drake Passage oceanography on the parasitic infection of individual year-classes of southern blue whiting *Micromesistius australis*. Marine Ecology Progress Series 254: 281-291.
- Arévalo, A. 2001. Factores ambientales como modeladores de liberación larval y reclutamiento en *Emerita análoga* (Stimpson, 1857) (Crustacea, Anomura) en una playa arenosa del sur de Chile. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología Marina, Universidad Austral de Chile, 41 p.
- Arntz, W. E. & E. Fahrbach. 1996. El Niño, experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura Económica. México, 312 p.

- Castilla, J. C. & P. A. Camus (1992). The Humboldt-El Niño Scenario: Coastal Benthic Resources and anthropogenic influences, with particular reference to the 1982/83 ENSO. *South African Journal of Marine Science* 12, 703-712.
- Croxall, J. P. (1992). Southern Ocean environmental changes: effects on sea bird, seal and whale populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London. Serie B*, 338: 319-328.
- Cury, P. & C. Roy. (1989). Optimal environment window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 670-680.
- Di Salvo, L. (1988). Observation on larval and postmetamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) in laboratory cultures. *The Veliger* 30: 358-368.
- Gallardo, C. (1979). El ciclo vital del Muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones de sus primeros años de vida en el bentos. *Biología Pesquera, Chile*. 12: 79-89.
- Gallardo, V. A., J. I. Cañete, S. Enríquez-Briones, M. Baltasar & R. Roa. (1994). Preliminary notes on the recruitment of *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837), (Decapoda Galatheidae) on the continental shelf off central Chile. *Journal of Crustacean Biology* 44: 665-669.
- Gaines, S. & J. Roughgarden 1985. Larval settlement rate: a leading determinant of structure in an ecological community of the marine intertidal zone. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 82: 3.707-3.711.
- Guinet, C., P. Juvention & J-Y. Georges (1994). Long term population changes of fur seals *Arctocephalus gazella* and *Arctocephalus tropicalis* on subantarctic (Crozet) and Subtropical (St. Paul and Amsterdam) islands and their possible relationship to El Niño Southern Oscillation. *Antarctic Science* 6(4): 473-478.
- Huckle-Gaete, R. 1999. Dinámica poblacional del lobo fino antártico *Arctocephallus gazella* (Peters, 1875) en el Sitio de especial Interés Científico N° 32, Isla Livingston, Shetland del Sur, Antártica: 1957-1999. Tesis, Biólogo Marino. Universidad Austral de Chile, 66 p.
- Lewin, R. 1986. Supply side ecology. *Science* 234: 25-27.
- Loeb, V., V. Siegel, O. Holm-Hansen, R. Hewitt, W. Fraser, W. Z. Trivelpiece & S. Trivelpiece. (1997). Effects of sea ice extend and krill dominance on the Antarctic food web. *Nature* 387: 879-900.
- Marín, V. H. & C. A. Moreno. (2002). Wind Driven Circulation and Larval Dispersal: A Review of its Consequences in Coastal Benthic Recruitment. En: *The Oceanography and Ecology of the Nearshore and Bays in Chile*. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments. J. C. Castilla and J. L. Largier, (ed.) Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 47-63.
- McPhaden, M. J. 1999. The child prodigy of 1997-98. *Nature* 398: 559-562.
- Menge B. & J. P. Sutherland (1987) Community regulations: variations in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *The American Naturalist* 130: 730-757.
- Moreno, C. A., J. P. Sutherland & H. F. Jara. (1984). Man as a predator in the intertidal zone of southern Chile. *Oikos* 42: 155-160.

- Moreno, C. A., G. Asencio & S. Ibáñez. (1993). Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66 (1): 93-101.
- Moreno, C. A., G. Asencio, W. E. Duarte & V. Marín (1998). Settlement of the muricid *Concholepas concholepas* (Brugière) and its relationship with El Niño and coastal upwellings in Southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* 167: 171-175.
- Poulin, E., A. T. Palma, G. Leiva, E. Hernández, P. Martínez, S. A. Navarrete & J. C. Castilla. (2002). Temporal and spatial variation in the distribution of epineustonic competent larvae of *Concholepas concholepas* along the central coast of Chile. *Marine Ecology Progress Series* 229: 95-104.
- Reyes, A. E. & C. A. Moreno. (1990). Asentamiento y crecimiento de los primeros estadios bentónicos de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Muricidae) en el intermareal rocoso de Mehuín, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 63:157-163.
- SERNAPESCA. (1999). Anuario Estadístico de pesca 1999. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 291 p.
- SHOA (1996). Atlas Oceanográfico de Chile. Volumen I. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, Valparaíso, Chile, 234 p.

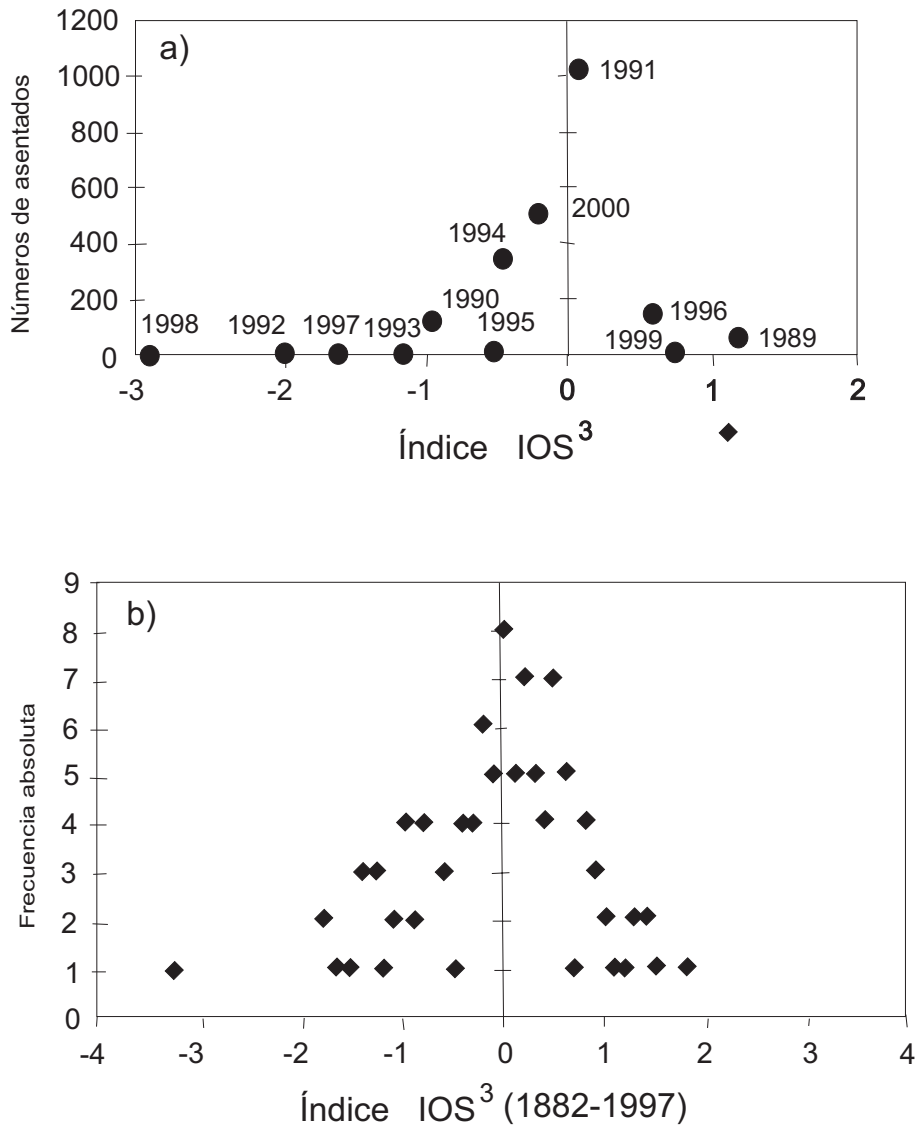
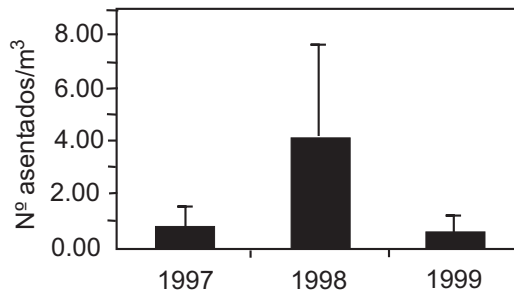


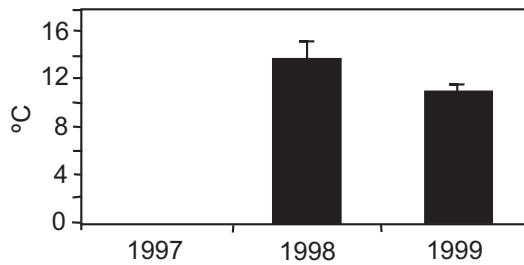
Fig. 1: Ventana ambiental óptima de los asentamientos observador en Mehuin, con relación al promedio IOS de los meses de marzo, abril y mayo, época en que la larva *de Concholepas concholepas* se encuentra en el plankton (modificado de Moreno *et al.*, 1998) y b) distribución de frecuencias de valores promedios de la serie histórico del IOS (n = 115) de los mismos meses.

Fig. 1: a) Optimal environmental window of the settlements observed in Mehuin, in relation with the SOI mean from March, April and May, months during which veliger larvae live in the plankton (modified from Moreno *et al.*, 1998); b) Frequency distribution of the SOI index for the same months, from historical data set (n=115).

a)



b)



c)

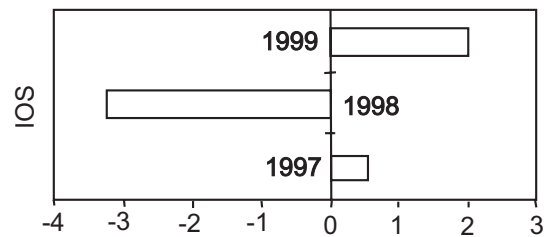


Fig. 2: a) Reclutamientos promedios (\pm SD) de *Tregula atra* en La Misión durante enero de 1997, 1998 y 1999; b) temperatura superficial del mar en el sitio de muestreo de 1998 y 1999; y c) valor promedio de Índice de Oscilación del Sur del mismo mes, indicando presencia de El Niño en 1998.

Fig. 2: a) Mean recruitment (\pm SD) of *Tregula atra* at La Misión during January of 1997, 1998 and 1999; b) Sea surface temperature during January 1998 and 1999 at the sampling place; and c) Mean value of the SOI index from the same months, showing the presence of El Niño in 1998.

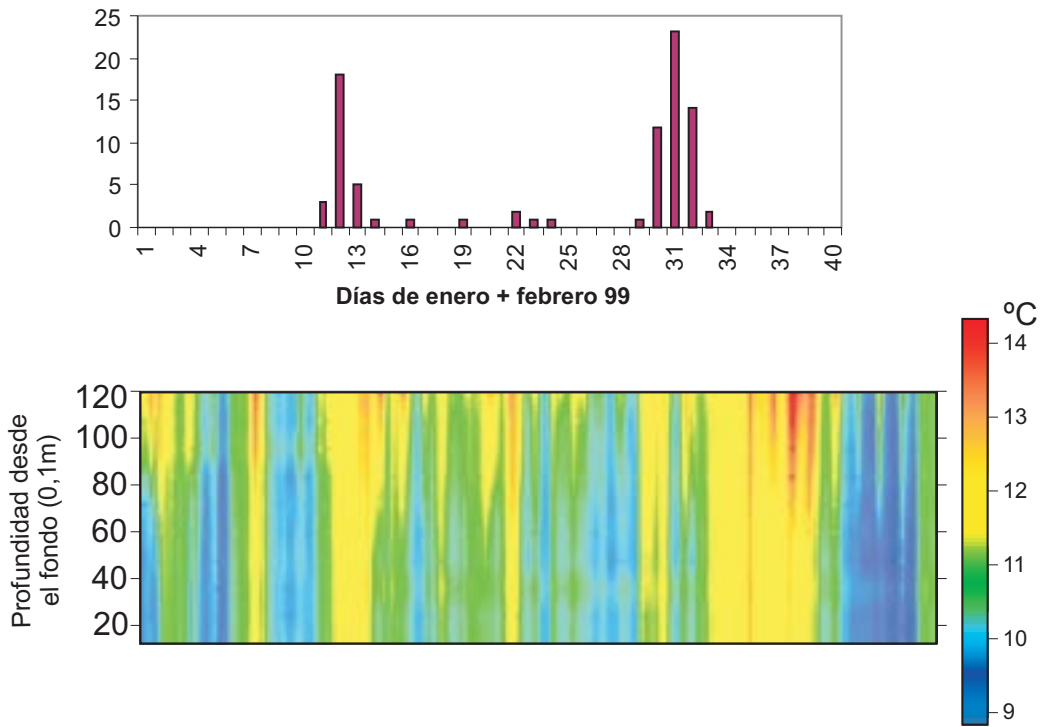


Fig. 3: Números de asentados de *Teglula atra* durante los primeros 40 días de 1999 (arriba) y el perfil térmico de la columna de agua entre las superficie y 12 m de profundidad en el mismo período de tiempo(abajo), frente al sitio de estudio en Punta La Misión.

Fig. 3: Numbers of *Teglula atra* settlers during the first 40 days of 1999 (upper section) and the temperature profile of the water column between surface and 12 meters depth (lower section), during the same time period at the study site of La Misión.