S 2208 c D

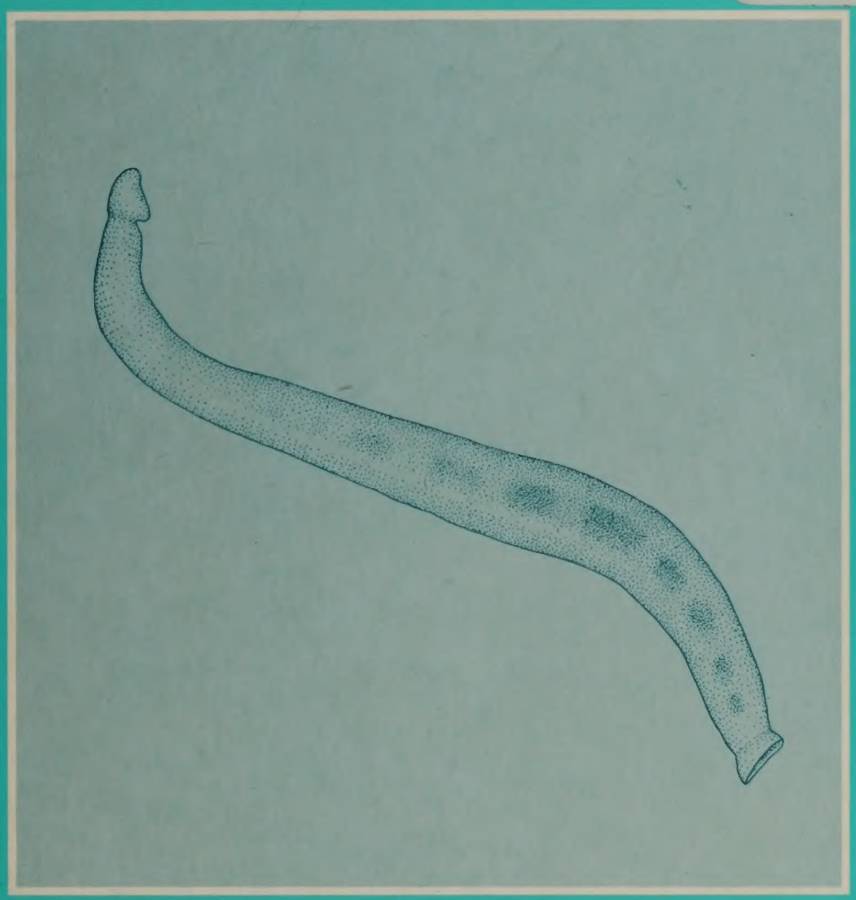
ISSN 0716-9655

GAYANA OCEANOLOGIA

VOLUMEN 2 NUMERO 1 1994

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION-CHILE

THE NATURAL HISTORY MUSEUM
09 JUL 1996
EXCHANGED
GENERAL LIBRARY



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

DIRECTOR DE LA REVISTA
Andrés O. Angulo

REEMPLAZANTE DEL DIRECTOR
Oscar Matthei J.

DIRECTOR IMPRESION
Jorge N. Artigas

REPRESENTANTE LEGAL
Augusto Parra Muñoz

PROPIETARIO
Universidad de Concepción

DOMICILIO LEGAL
Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile

EDITOR EJECUTIVO GAYANA OCEANOLOGIA
Franklin Carrasco V.

COMITE ASESOR TECNICO

PATRICK ARNAUD
Station Marine d'Endoume
Marsella, Francia

WOLF ARNTZ
Alfred-Wegener-Institut für Polar-und
Meeresforschung Bremerhaven, Alemania

SERGIO AVARIA
Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso, Viña del Mar

JARL-OWE BERGSTRÖM
Kristineberg Marine Biologiske Station
Kristineberg, Suecia

JUAN C. CASTILLA
Departamento de Biología Ambiental
y de Poblaciones
Universidad Católica de Chile, Santiago

ROBERT LAVENBERG
Los Angeles County Natural History Museum
Los Angeles California, EE. UU.

VICTOR MARIN
Departamento de Ciencias Ecológicas
Universidad de Chile, Santiago

CARLOS MORENO
Instituto de Ecología y Evolución
Universidad Austral de Chile, Valdivia

GILBERT T. ROWE
Texas A & M University
Department of Oceanography
College Station, Texas. EE.UU.

NELSON SILVA
Instituto de Oceanología
Universidad Católica de Valparaíso

Diseño y diagramación
Patricio Araneda G.

ISSN 0716-9655

GAYANA OCEANOLOGIA

VOLUMEN 2 NUMERO 1 1994

THE NATURAL HISTORY MUSEUM
09 JUL 1996
EXCHANGED GENERAL LIBRARY

CONTENTS

ENRIQUEZ-BRIONES, S. & V.A. GALLARDO. *Glyptonobdella antarctica* (Sawyer & White, 1969) (Hirudinea: Piscicolidae) occasional epizoan of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 (Anomura: Galatheidae) 1

SOBARZO, M.A. Physycal oceanography from Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) to Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile: an historical review (1936-1990) 5

CAÑETE, J.I & R.P. AMBLER. Recruitment of *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 (Polychaeta:Spirorbidae) in Herradura Bay, Coquimbo, Chile: Bathymetric variability 19

ROZBACZYLO, M., M.A. MENDEZ & J. BRAVO. The presence of the borer Polychaete *Boccardia tricuspa* (Hartman, 1939) (Polychaeta: Spionidae) on the valves of *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia) 25

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION-CHILE

ISSN 0716-9655

GAYANA OCEANOLOGIA

VOLUMEN 2 NUMERO 1 1994

CONTENIDO

ENRIQUEZ-BRIONES, S. & V.A. GALLARDO. *Glyptonobdella antarctica* (Sawyer & White, 1969) (Hirudinea: Piscicolidae) epizoo ocasional del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 (Anomura: Galatheidae) 1

SOBARZO, M.A. Oceanografía física entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile: una revisión histórica (1936-1990)..... 5

CAÑETE, J.I & R.P. AMBLER. Reclutamiento de *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 (Polychaeta: Spirorbidae) en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile: variabilidad batimétrica 19

ROZBACZYLO, M., M.A. MENDEZ & J. BRAVO. Presencia del poliqueto excavador *Boccardia tricuspa* (Hartman, 1939) (Polychaeta: Spionidae) en las valvas de *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia) 25

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION-CHILE

"Los infinitos seres no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos".

CLAUDIO GAY, Hist de Chile 1:14 (1847)

Portada:
Glyptonobdella antarctica (ver pág. 3)

ESTA REVISTA SE TERMINO DE IMPRIMIR
EN JUNIO DE 1994
EN LOS TALLERES DE
IMPRESOS ANDALIEN
ROZAS 1591, CONCEPCION, CHILE
LA QUE SOLO ACTUA COMO IMPRESORA
PARA EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

GLYPTONOBDELLA ANTARCTICA (SAWYER & WHITE, 1969) (HIRUDINEA: PISCICOLIDAE) EPIZOO OCASIONAL DEL LANGOSTINO COLORADO *PLEURONCODES MONODON* H. MILNE EDWARDS, 1837 (ANOMURA: GALATHEIDAE)

GLYPTONOBDELLA ANTARCTICA *(SAWYER & WHITE, 1969) (HIRUDINEA: PISCICOLIDAE) OCCASIONAL EPIZOAN OF THE SQUAT LOBSTER* PLEURONCODES MONODON *H. MILNE EDWARDS, 1837 (ANOMURA: GALATHEIDAE)*

Sandro Enríquez-Briones & Víctor A. Gallardo*

RESUMEN

Se informa de la presencia, por primera vez en Chile, del hirudíneo piscicólido *Glyptonobdella antarctica* Sawyer & White, 1969, cuyos ejemplares fueron encontrados sobre el "langostino colorado" *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837, en el Golfo de Arauco durante 1990. Se discute la distribución geográfica de esta especie, la cual sólo había sido registrada previamente en la región subantártica sobre el isópodo *Glyptonotus antarcticus* Eights, 1852.

PALABRAS CLAVES: Galatheidae, Hirudinea, Región Subantártica, Chile central.

ABSTRACT

This is the first report in Chile for the piscicolid leech *Glyptonobdella antarctica* Sawyer & White, 1969, found on the "squat-lobster" *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837, in the Gulf of Arauco during 1990. The geographic distribution of this species, which previously had only been found in the Subantarctic Region and only on the isopod *Glyptonotus antarcticus* Eights, 1852, is discussed.

KEYWORDS: Galatheidae, Hirudinea, Subantarctic Region, Central Chile.

INTRODUCCION

Meyer & Burreson (1990) han recientemente mencionado la escasa atención que los especialistas dedican a los hirudíneos piscicólidos de las áreas polares, especialmente del área antártica, a pesar de ser integrantes comunes de la fauna de los mares ubicados bajo los 35°S. El registro de los hirudíneos provenientes de estas áreas se basa, principalmente, en hallazgos fortuitos en expediciones que al tener otros objetivos, no hacen observaciones adecuadas del hospedador y no conservan correctamente las muestras. Luego, la escasez de registros de hirudíneos polares se debe más bien a la falta de observaciones que a la ausencia de éstos y de sus hospedadores.

Como consecuencia de esta falta de atención, no se ha podido uniformar las técnicas de recolección, preservación e identificación de los hirudíneos, quedando la taxonomía de éstos, especialmente antárticos, con numerosas inconsistencias. Una apreciable limitación en los estudios

*Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción. Casilla 2407, Concepción, Chile.

taxonómicos de estos anélidos, ha sido omitir el análisis de la anatomía interna, es decir, la presencia y distribución de los órganos internos, en la identificación de algunos taxa.

Todas estas limitaciones taxonómicas que denotan Meyer & Burreson (1990), llevan a que aún no se disponga de un trabajo sinóptico que permita identificar una parte importante de los hirudíneos capturables en los mares del Sur.

Agregado a este desorden y falta de atención hay que considerar que los integrantes de Piscicolidae son parásitos preferenciales de peces, y rara vez se encuentran sobre artrópodos (Barnes, 1984), por lo cual no es esperable encontrar a este tipo de epizoo en crustáceos. Sólo algunos géneros se encuentran sobre crustáceos como: *Crangnobdella*, *Myzobdella* y *Glyptonobdella* (Sawyer & White, 1969).

Acerca de la hirudofauna de Chile, la contribución de Ringuelet (1985) es la única obra de conjunto conocida para el país. Se presenta en esta nota un nuevo hirudíneo para Chile, previamente conocido sólo en una limitada área (Isla Signy, Orcadas del Sur) de la región subantártica.

MATERIALES Y METODOS

Durante el año 1990 se capturaron ejemplares de "langostino colorado" (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), en el Golfo de Arauco (ubicado entre Punta Cullinco 36°47'S y Punta Lavapié 37°09'S, Chile central) en el marco de una investigación bioecológica de esta especie. Para ello se empleó una red de arrastre camaronera. En un lance de pesca efectuado en junio de ese año, a 130 metros de profundidad, se observó sobre ejemplares adultos de *Pleuroncodes monodon* de más de 20 mm de longitud cefalotorácica, gran cantidad de hirudíneos adheridos por sus ventosas al cefalotórax y abdomen. Se recolectaron y fijaron en formalina al 10 % veinte individuos, aproximadamente, los que fueron enviados al Dr. Eugene Burreson del Virginia Institute of Marine Science (USA), quien los identificó, considerando la anatomía externa e interna. Ejemplares identificados quedaron depositados en el Museo del Departamento de Zoología de la Universidad de Concepción (MZUC N° 22297).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los hirudíneos fueron identificados como *Glyptonobdella antarctica* (Sawyer & White, 1969) (Fig. 1), epizoo habitual del isópodo antártico *Glyptonotus antarcticus* (Eights, 1852), descrito originalmente desde ejemplares capturados en la Isla Signy (60°43'S-45°38'W), de las islas Orcadas del Sur.

Los caracteres genéricos de *Glyptonobdella* según Sawyer & White (1969) son: Cuerpo cilíndrico, sin división en traquelosoma y urosoma. Cada ventosa es más angosta que el máximo grosor del cuerpo. Tegumento liso, a excepción de 10-12 pequeñas prominencias laterales sobre los segmentos posteriores al XII. Sin vesículas pulsátiles. Sistema celómico muy reducido, sólo con una laguna central. El cuerpo tiene 12 ánulos, pero puede llegar a dividirse en 14 ó 16. Boca central. Carece de divertículo esofágico, tejido conectivo y zona copulatoria.

Los caracteres diagnósticos de *G. antarctica* según Sawyer & White (1969) son: Tamaño entre 3.5 y 18.0 mm. Un par de ojos cefálicos. Seis pares de testículos. Cuerpo pigmentado con conspicuas franjas transversales de color rojizo (excepto en individuos pequeños) que en ocasiones se pierde por la fijación. La localidad tipo es la Isla Signy, de las Orcadas del Sur, sobre el isópodo *Glyptonotus antarcticus.*

Es difícil explicar por qué una especie epizoica que sólo había sido reportada previamente en una isla subantártica es posible encontrarla ahora a unos 2600 Km al norte de su localidad de descripción.

Al respecto, Brattström & Johannsen (1983), estudiando la distribución de organismos bentónicos en las costas de Chile a diversas profundidades, observaron que en el sublitoral superior e inferior (50 y 50-300 m respectivamente) existe una presencia predominante de especies distribuidas principalmente en el sur de Chile, lo cual se ve como una "cuña" que penetra en los estratos profundos hacia el norte, ocurriendo lo contrario sobre los 50 m de profundidad.

Basados en lo anterior, se puede considerar que *G. antarctica* es una especie que ha estado presente frente a las costas de Chile central (latitud 36°S) por un tiempo desconocido, habiendo logrado esta distribución por efecto de los proce-

sos oceanográficos que ocurren en esta área y que a su vez regulan el comportamiento y distribución de las poblaciones de hospedadores de epizoos como éste; estos procesos no son fácilmente demostrables, pero se evidencian con hallazgos como éste.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro reconocimiento al Dr. Eugene Burreson del Virginia Institute of Marine Science (USA), quien identificó y se interesó por la presencia de estos hirudíneos. Agradecemos, asimismo, a los profesores Sres. Hugo I. Moyano y Nibaldo Bahamonde, del Departamento de Zoología de la Universidad de Concepción y del Departamento de Ciencias Ecológicas de la Universidad de Chile, respectivamente, y a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

La realización de esta nota fue posible gracias al generoso apoyo de los proyectos D.I. 20.37.21, de la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, y del Proyecto FONDECYT 91-334. El autor principal es beneficiario de una beca "sur place" del Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD).

BIBLIOGRAFIA

BARNES, R. D. 1984. Zoología de los Invertebrados. 4a Edición. Ed. Interamericana. México. 1157 págs.

BRATTSTRÖM, H. & A. JOHANNSEN. 1983. Ecological and regional zoogeography of marine benthic fauna of Chile. Report N°49 of the Lund University Chile Expedition 1948-49. Sarsia 68:289-339.

MEYER, M. & E. BURRESON. 1990. Some Leeches (Hirudinea: Piscicolidae) of the Southern Oceans. Biology of the Antarctic Seas XXI. Antarctic Research Series 52:219-236.

RINGUELET, R.A. 1985. Sinopsis de los hirudíneos de Chile (Annelida). Bol. Soc. Biol. Concepción 56:163-179.

SAWYER, T. & M. WHITE. 1969. A new genus and species of marine leech *Glyptonobdella antarctica*, from an antarctic isopod. Br. Antarct. Surv. Bull. 22:1-14.

FIG. 1. *Glyptonobdella antarctica* (Sawyer & White, 1969) (Hirudinea: Piscicolidae) epizoo ocasional del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* H. Dibujo en vista lateral. **A**: Ventosa anterior. **B**: Ventosa posterior.

OCEANOGRAFIA FISICA ENTRE PUNTA NUGURNE (35°57'S; 72°47'W) Y PUNTA MANUEL (38°30'S; 73°31'W), CHILE: UNA REVISION HISTORICA (1936-1990)

PHYSICAL OCEANOGRAPHY FROM PUNTA NUGURNE (35°57'S; 72°47'W) TO PUNTA MANUEL (38°30'S; 73°31'W), CHILE: AN HISTORICAL REVIEW (1936-1990)

Marcus A. Sobarzo B.*

RESUMEN

Se presenta una revisión de 40 publicaciones realizadas entre los años 1936 y 1990, sobre la oceanografía física del área comprendida entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile.
Las investigaciones se clasifican en estudios interanuales, estacionales y mensuales-diarios, dependiendo de la frecuencia de muestreo. Los estudios interanuales, primeros en realizarse históricamente, consideraron una macroescala espacial describiendo la hidrografía y la geostrofía del área. Los estudios estacionales contemplaron la fluctuación de variables oceánicas (*i.e.*, temperatura, salinidad, densidad) y su relación con la meteorología local. Los últimos estudios se efectuaron para resolver las fluctuaciones mensuales y diarias que presenta el océano costero. Se enfatizan los trabajos realizados en Bahía Concepción.
En general, las publicaciones han sido intermitentes y con énfasis en la oceanografía descriptiva. La mayor parte de los estudios no han contado con instrumental oceanográfico moderno. Series de tiempo oceánicas y modelos numéricos son escasos. A pesar de estas limitaciones, los trabajos han descrito aspectos importantes de la hidrografía de la zona (*e.g.*, masas de agua, surgencias, etc.), permitiendo enriquecer un modelo conceptual sobre la circulación del océano costero en la región.

PALABRAS CLAVES: Oceanografía, Chile central, Revisión histórica, Masas de agua, Surgencia, Circulación.

ABSTRACT

A review on forty studies published from 1936 to 1990, dealing with physical oceanography in the area between Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) and Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile, is presented.
The publications are classified as interanual, seasonal and monthly-daily studies, according to their sampling frequency. Earlier interanual works refer to spatial macroscales describing the hidrography and geostrophy of the area. Seasonal studies refer to fluctuations of oceanic variables (*i.e.*, temperature, salinity, density) and their relation to local meteorology. The third group deal with monthly and daily fluctuations in the coastal ocean. Study cases in Concepción Bay are emphasized.
In general, the publications are intermittent with emphasis on the descriptive oceanography. Most of the studies were not carried out using up to date equipment and, besides, oceanic time series and numerical models are scarce. Despite these limitations, the works make a significant contribution to important topics on regional hidrography (*e.g.*, water masses, upwelling, etc.). Moreover, the information permits to understand and develop conceptual circulation models useful to further investigation in the coastal ocean of the region.

KEYWORDS: Oceanography, Central Chile, Review, Water masses, Upwellings, Circulation.

INTRODUCCION

Desde Gunther (1936) hasta nuestro días, el desarrollo de la oceanografía costera regional ha sido intermitente en el tiempo y sin una estrategia

*Laboratorio de Oceanografía, Centro EULA-Chile. Universidad de Concepción, Casilla 156-C, Concepción, Chile.

muy definida. En los últimos 50 años, las contribuciones científicas vinculadas a la oceanografía física del área comprendida entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W) alcanzan alrededor de 40 publicaciones. En todo este lapso los períodos de alto y bajo número de publicaciones científicas se han alternado. En promedio, sólo en la década del 80 el número de publicaciones se ha estabilizado en cerca de dos por año.

La Figura 1 muestra el número de trabajos publicados anualmente en los últimos 50 años para la zona costera ya señalada. Algunas características que distinguen a este grupo de publicaciones son:

i) Los trabajos de oceanografía física costera propiamente tal son muy escasos y no sobrepasan las cinco publicaciones;

ii) Varios trabajos consideran aspectos hidrográficos o de circulación costera con el fin de explicar procesos biológicos que ocurren en esta zona (por ejemplo, el ecosistema de surgencia, fondos marinos, etc.);

iii) Algunos de estos trabajos son parte de investigaciones orientadas al conocimiento de la circulación oceánica a macroescala. La metodología utilizada en ellos, por tanto, no permite estudiar fenómenos propios de la zona costera;

iv) La mayor parte de los trabajos en el mar no han contado con el instrumental moderno apropiado para estudios de oceanografía física costera.

A pesar de estas limitaciones, estos trabajos han descrito aspectos importantes de la hidrografía de la zona y han manejado y ayudado a enriquecer un modelo conceptual de como circulan las aguas en la región.

Los objetivos planteados en la presente revisión histórica son: i) definir los aspectos medianamente claros de la hidrografía y circulación costera, e ii) identificar las etapas en que se han ido gestando las ideas para contribuir a un modelo conceptual de circulación.

Estos objetivos se abordan por medio de un análisis detallado de la información publicada. Las investigaciones se ordenan de acuerdo a la

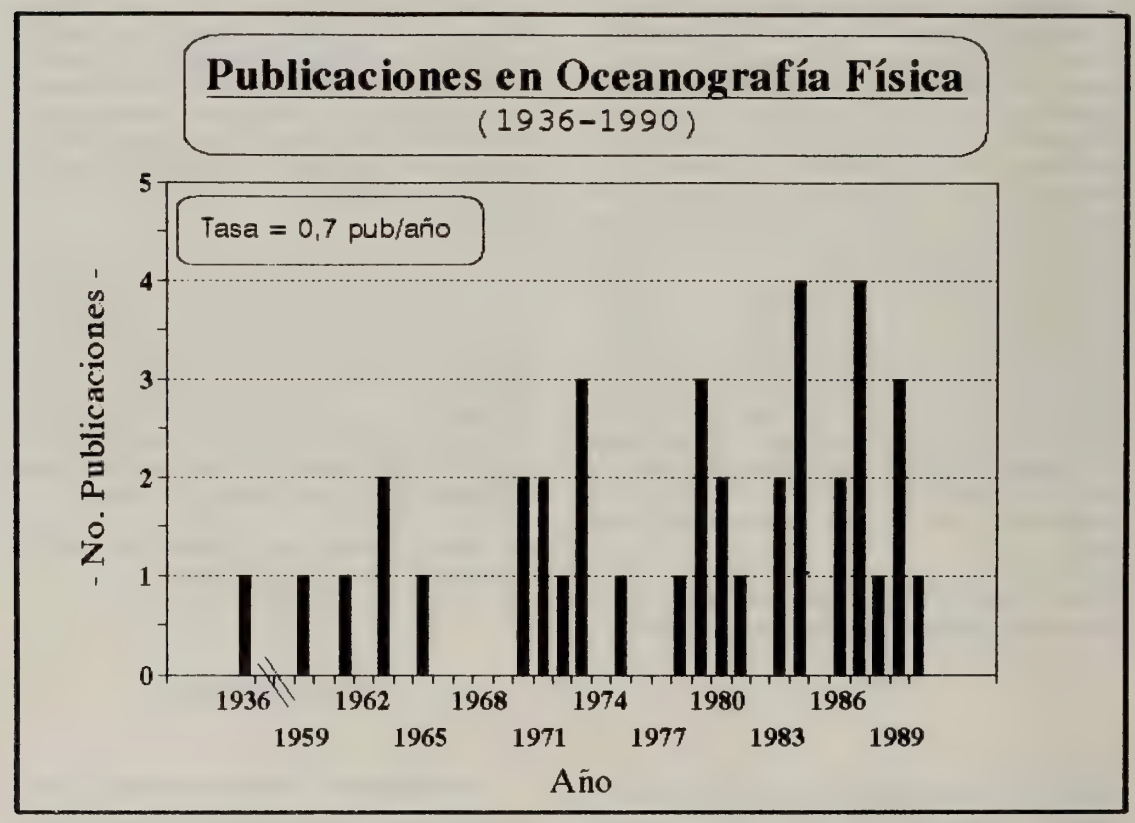


FIG. 1. Número de trabajos publicados anualmente en los últimos 50 años de la zona costera en estudio.

escala temporal que pretenden resolver. De esta forma se distinguen estudios interanuales, estacionales y mensuales - diarios. Se da especial relevancia a la Bahía Concepción por su importancia bioecológica dentro del contexto del desarrollo industrial de la región y su impacto antrópico.

RESULTADOS

1. ESTUDIOS INTERANUALES EN LA ZONA

La Tabla 1 presenta los trabajos interanuales que han involucrado la zona de estudio. En éstos se abarcó una macroescala espacial tendiendo a caracterizar la hidrografía y circulación geostrófica del Océano Pacífico Sud-Oriental.

La información indica que la circulación adyacente a nuestras costas forma parte de las llamadas **Corrientes de Borde Oriental**. Estas comenzaron a ser estudiadas durante la Segunda Guerra Mundial. Se sabe que se desarrollan bien en aquellos lugares donde son alimentadas por corrientes hacia el este provocadas por los vientos de deriva del oeste. En el hemisferio sur los continentes se extienden lo suficiente hacia el sur de modo que interceptan al menos una parte de este flujo de deriva del oeste. De esta forma, el flujo gira hacia el norte a través de las corrientes de borde oriental de Chile-Perú o de Humboldt (Océano Pacífico) y de la corriente de Benguela (Océano Atlántico).

Munk (1950) propuso que en el borde oriental de los océanos la circulación depende de la vorticidad del viento meridional, del balance entre vorticidad de stress de viento y vorticidad planetaria, y de la vorticidad de stress lateral en menor grado. Así, estas corrientes son anchas, débiles y someras alcanzando en sectores oceánicos 500 a 1000 m, mientras que hacia la costa sólo alrededor de 200 m de profundidad. Transportan volúmenes relativamente pequeños (15 x 10^6 m^3/seg, menos que 1/3 del transporte de las corrientes de borde occidental) y sus bordes no son muy definidos (Wooster & Reid, 1963). Esta situación contrasta con las corrientes de borde occidental, las cuales son estrechas, rápidas, profundas y de alto transporte.

Gunther (1936), describiendo las corrientes de borde oriental en las costas chilenas, distinguió una corriente costera estrecha y una corriente oceánica ancha hacia afuera de la costa y fluyendo en la misma dirección. Este sistema superficial de la corriente Chile-Perú corresponde al borde oriental de la celda de circulación anticiclónica del Pacífico Sur. En este borde ocurre la transición entre aguas subantárticas, de baja temperatura y salinidad provenientes del sur, con aguas de alta temperatura y salinidad provenientes del ecuador (Robles, 1979). De esta manera, en su desplazamiento hacia el ecuador esta corriente va cambiando sus características hidrográficas, ya sea por calentamiento, precipitaciones, evaporación, mezcla con aguas de diferentes propiedades físico-químicas o surgencia de aguas subsuperficiales (Wooster & Reid, 1963).

La circulación costera subsuperficial, entre 100 y 350 m de profundidad, está dominada por un flujo hacia el polo de aguas de alta salinidad, alta concentración de nutrientes y bajo contenido de oxígeno (corriente subsuperficial Perú-Chile). Entre 6 y 25°S la masa de agua asociada a esta corriente (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS) se ubica sobre una capa de agua subtropical más cálida y de alta salinidad. Al sur de los 25°S esta corriente se encuentra bajo el Agua subantártica (ASA) de baja salinidad. Por otro lado, a lo largo de todo Chile el Agua Intermedia Antártica (AIA) se ubica bajo las AESS (Gunther, 1936; Wooster & Gilmartin, 1961; Wooster & Reid, 1963; Silva & Neshyba, 1979; Robles, *et al.*, 1970). Estudios del espesor de las AESS a 100 km de la costa han mostrado que éste disminuye con el aumento de la latitud (450 m a 10°S; 300 m a 27°S y 200 m a 37°S), (Silva & Konow, 1975). La Tabla 2 indica los principales rasgos hidrográficos de las masas de agua frente a nuestra zona.

Por otro lado, inicialmente, las bajas temperaturas superficiales de las corrientes de borde oriental fueron atribuidas enteramente a su origen en las altas latitudes (Gunther, 1936). De acuerdo a esto, la temperatura superficial debería aumentar paulatinamente hacia el ecuador. Sin embargo, actualmente se reconoce que este aumento paulatino no ocurre y que más bien existen centros específicos donde la temperatura superficial del mar es más fría. El proceso que genera este enfriamiento fue identificado como surgencia costera, propio de las corrientes de borde oriental de los océanos. Los vientos del suroeste asociados al Anticiclón del Pacífico favorecen la surgencia al norte de los 45° de latitud sur (Wooster & Reid, 1963).

La zona considerada en este análisis ha sido reconocida como un importante centro de surgencias con un gran impacto en las pesquerías pelágicas (su producción ha sido estimada en alrededor de 1,7 millones de toneladas (Arcos, 1987)). Las aguas surgentes han sido identificadas como AESS (Wooster & Reid, 1963; Brandhorst, 1971; Ahumada & Chuecas, 1979; Matrai, 1981; Gallardo, *et al.*, 1972; Gallardo, *et al.*, 1983; Arcos & Salamanca, 1984; Arcos & Wilson, 1984; Kelly & Blanco, 1984; Arcos & Navarro, 1986; Arcos, 1987; Fonseca & Farías, 1987; Peterson *et al.*, 1988; Ahumada, *et al.*, 1989).

2. Estudios estacionales en la zona

La Tabla 3 muestra los trabajos estacionales aludidos en la Figura 1. Se trata de estudios realizados a meso o microescala espacio-temporal orientados fundamentalmente a una descripción hidrográfica y dinámica local. Se incorpora, además, la fluctuación estacional de las variables oceanográficas. Estos trabajos se han centrado en Bahía Concepción, Golfo de Arauco y zona costera frente a Bahía Coliumo.

Aunque en los trabajos interanuales se relacionó la hidrografía costera con el viento predominante durante un episodio particular de surgencia, en estos trabajos estacionales la variabilidad estacional en el viento se vincula estrechamente a la hidrografía de la zona. Trabajos en el campo de la meteorología local distinguen dos patrones principales de dominancia del viento: en invierno prevalece el viento del norte y noroeste y a fines de la primavera, verano y comienzos de otoño, predomina el viento del sur (Saavedra, 1980).

Un ejemplo característico de este tipo de estudio lo constituye el realizado en Bahía Concepción. Para esta bahía se distinguieron cuatro períodos estacionales: i) circulación tipo estuarina; ii) período de transición I; iii) período de surgencia; iv) período de transición II (Ahumada & Chuecas, 1979; Ahumada *et al.*, 1983) (Ver caracterización hidrográfica, 5.1).

Debido a la importancia que reviste el ecosistema de surgencia en la productividad de la zona (Arcos, 1987; Peterson *et al.*, 1988) la investigación oceanográfica se centró en este proceso. Arcos & Navarro (1986), a través del análisis teórico de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, destacaron la estacionalidad de este índice confirmando que entre los meses de noviembre y abril predominan vientos favorables para generar surgencia en la zona. Los índices semanales y diarios aunque presentan gran variabilidad mantienen este patrón estacional.

3. Estudios mensuales y diarios

Conocida, a grandes rasgos, la estacionalidad de la hidrografía costera y del proceso de surgencia en el área de estudio y debido a la alta variabilidad que experimenta, tanto el viento como el transporte de Ekman asociado (Parrish *et al.*, 1983), los estudios se centraron en la variabilidad mensual y diaria. Estas nuevas investigaciones correlacionaron, por tanto, la variabilidad mensual y diaria en el viento de la zona con la hidrografía costera.

En la escala temporal, Arcos & Navarro (1986) observaron que el promedio mensual del viento puede ser menos importante que la distribución del viento diario dentro de un mes. Esto confirmó la terminología introducida para esta zona por Arcos & Wilson (1984) al referirse a **procesos de surgencia activa** y **períodos de relajación de la surgencia**. Durante días de surgencia activa el plano vertical se caracteriza por pequeños gradientes de densidad (< 0.015 unid. sigma-t/m). Durante la relajación de la surgencia, en cambio, hay un aumento del gradiente vertical de densidad, aumentando la estratificación de la columna de agua. Este ciclo se repite con el advenimiento de un nuevo período de surgencia activa que destruye la estratificación. Los resultados indicarían que existen episodios de surgencia activa con períodos de 1 a 2 días y de 6 a 7 días (Arcos *et al.*, 1987). La homogeneización de la columna de agua está desfasada de la variabilidad en el viento en alrededor de 1 a 2 días. La mayor correlación se encontró para 1 día. Esto es lo esperado de la teoría de Ekman, la respuesta temporal debería ser próxima al período inercial, el que para la latitud de Dichato (37°S) es de 20 horas (Arcos *et al.*, 1987; Peterson *et al.*, 1988). Se ha demostrado, además, que ocurre surgencia activa cuando el gradiente de densidad es menor que 0.018 sigma-t/m (i.e. coacción: alrededor de 0.18 dinas/cm^2; Veloc: 3 a 4 m/s).

Durante surgencia activa, el agua superficial es llevada costa afuera por transporte de Ekman, siendo reemplazada por aguas profundas (AESS) que se desplazan hacia la costa y hacia arriba. Durante surgencia relajada ocurre lo contrario.

La escala espacial del proceso ha sido investigada por Arcos & Wilson (1984); Arcos & Salamanca (1984); Ahumada (1989); Kelly & Blanco (1984). En éstos, el proceso de surgencia para un período de verano abarca una zona de influencia de aguas afloradas desde Punta Roncura (35°S) hasta Punta Lavapié (37°10'S), centrándose en Punta Nugurne (36°S). Este sector de aguas afloradas presenta las siguientes características: temperatura < 16 °C; salinidad > 34.3; oxígeno < 2.0 cm^3/dm^3; sigma-t > 25.5; biomasa fitoplanctónica > 20 mg Cl a/m^3.

En un trabajo realizado por Ahumada (1989), sobre la plataforma continental frente a Talcahuano (diciembre 1983), se caracterizó las celdas de circulación provocadas por un episodio de surgencia activo y uno relajado. Durante surgencia activa (viento del suroeste) el flujo dominante en superficie es hacia el ecuador, con flujos subsuperficiales hacia el polo. Las aguas de surgencia alcanzarían una distancia de 32 km de la costa. Además, se caracterizó un flujo hacia la costa (entre 20 y 70 m de profundidad) y dos flujos hacia el océano, uno superficial y otro profundo, formando una doble celda. Con viento del norte la circulación se modifica, dando origen a una corriente hacia el polo más lenta en casi toda la columna de agua.

Trabajos de terreno más recientes en otros lugares, y los esfuerzos por modelar el sistema de surgencias han modificado el bosquejo clásico de la surgencia como una respuesta local al efecto del viento (Djurfeldt, 1989). Se ha reconocido que la intensidad de la surgencia y del sistema de corrientes locales no sólo depende del viento y estratificación sino también de la batimetría y geometría de la línea de costa. Mientras que la escala de la coacción del viento a lo largo de la costa es grande, O(1000 km), escalas de desove y centros de alimentación de peces en regiones de surgencia son considerablemente más pequeños, O(100 km) (Walsh *et al.*, 1980). De esta forma la topografía local podría explicar, en parte, el por qué estos centro particulares han sido escogidos por los stocks (Djurfeldt, 1989).

En esta perspectiva, la compleja batimetría de la zona de estudio también ha sido considerada como un factor modelador de la circulación costera. La plataforma continental frente a Talcahuano es compleja y ancha limitando al norte y al sur por dos cañones submarinos, Itata y Biobío, respectivamente. Se ha propuesto que en tal plataforma el flujo geostrófico, el cual tiende a seguir la batimetría, se deflecta hacia la costa y eventualmente aumenta la recirculación de las aguas sobre la plataforma continental. Este podría ser un posible mecanismo de retención de la productividad (Arcos *et al.*, 1987).

Más recientemente, Djurfeldt (1989) realizó una serie de mediciones de corrientes, temperatura y salinidad por medio de un perfilador especial (GISMO: Gothenburg Instrument for Sampling More of the Ocean). Con este instrumento muestreó en dos secciones perpendiculares a la costa en el interior del Golfo de Arauco durante enero de 1985. Una sección entre Isla Santa María y Coronel y la otra en la cabeza del golfo. Identificó un patrón típico de circulación y mezcla para condiciones de viento sur-oeste normales y para eventos de viento norte, los cuales ocurren regularmente durante el verano. Observó episodios fuertes de intensificación del roce interno y mezcla interna asociada después de eventos de viento norte, fenómeno que interpretó como el paso de frentes de ondas Kelvin internas. El flujo de nutrientes hacia capas superficiales debido a este particular mecanismo de mezcla puede representar una importante contribución para el mantenimiento de la alta producción biológica del Golfo de Arauco (Djurfeldt, 1989).

Se ha propuesto, además, que la surgencia en ciertos centros característicos asociados a puntas o cabos sufre un incremento producto de la adición de vorticidad al flujo. Un flujo hacia el norte que encuentra una punta de continente produce una elevación de la termoclina o surgencia (Johnson *et al.*, 1980; Fonseca, 1985; Nelson, 1985). Para nuestra zona este sería el caso de Punta Lavapié. En otros casos en que la costa es recta sólo queda suponer que factores meteorológicos o de relieve costero permiten la existencia de vientos más fuertes que favorecen el afloramiento de aguas (Fonseca & Farías, 1987).

Otros estudios eßfectuados sobre la plataforma continental frente a Talcahuano, no directamente relacionados al proceso de surgencia, han contribuido a caracterizar la variabilidad de las corrientes en esta zona. Blanco (1984), relacionó el campo de masa con el de velocidad y determi-

nó los principales constituyentes de las corrientes costeras sobre la plataforma. Concluyó que el campo de masa está relacionado con el campo de velocidad, explicando su variabilidad en un 45%, lo que induciría pensar que el flujo a lo largo de la costa tiene una componente geostrófica importante. Corrientes inerciales y semidiurnas también fueron detectadas. El viento presentó fluctuaciones en la frecuencia diurna, sólo para la componente U (este-oeste), lo que se atribuyó al fenómeno de brisa marina. El retardo de la corriente con respecto a la variabilidad del viento se refleja desde unas pocas horas hasta 2 ó 3 días después. De esta forma, el componente geostrófico explicaría el 45% de la variabilidad de la corriente, el viento el 36% y el resto se debería a mareas y a ondas de baja frecuencia que corren a lo largo de la costa generadas por forzamientos remotos.

4. Bahia Concepcion

4.1. Caracterizacion hidrografica

La hidrografía de esta bahía es influenciada fundamentalmente por la coacción del viento, aunque la fluctuación mareal también ha sido propuesta como un factor determinante en el intercambio de aguas de la bahía (Mesías & Salinas, 1986).

La coacción del viento tiene una influencia variable durante el año distinguiéndose principalmente la variabilidad estacional y la variabilidad diaria (surgencia activa y relajada). Además, es probable que la influencia espacial de esta coacción sea diferente. De allí que se ha postulado que la hidrografía está afectada tanto por surgencia sobre la plataforma adyacente como por surgencia local dentro de la bahía (Arcos & Wilson, 1984).

En cuanto a la variabilidad estacional, la primera caracterización hidrográfica de la bahía proviene del año 1979 (Ahumada & Chuecas, 1979). En este estudio se distinguieron 4 períodos estacionales, mencionados en el punto 3 y que ahora se detallan:

a) Circulacion tipo estuarina: Se extiende desde fines de mayo hasta comienzos de agosto. La predominancia del viento norte durante este período produce un acercamiento hacia la costa de las ASAA, las cuales se hacen presentes dentro de la bahía. No se observa termoclina debido a procesos de mezcla activos. En la boca de la bahía existe un flujo superficial de entrada y uno de salida por el fondo.

b) Periodo de transicion I: Desde agosto a septiembre. Su inicio coincide con el comienzo del predominio del viento sur-oeste en la zona. Hay un proceso de mezcla y de reemplazo de las ASAA por las AESS. Representa un período de renovación de las aguas de la bahía.

c) Periodo de surgencia: Se inicia a mediados o fines de primavera y persiste en verano y comienzos de otoño. El reemplazo de las ASAA por AESS es total. Se postula la mínima de oxígeno, propia de las AESS, como un buen indicador de su presencia en el interior de la bahía. Esta presencia es más clara bajo los 20 m de profundidad, debido a la capa de mezcla superficial provocada por el viento (alrededor de los 15 m). Las aguas superficiales son transportadas hacia la boca. Se desarrolla mezcla en la cabeza de la bahía ascendiendo aguas de mayores profundidades como consecuencia de la salida de las aguas superficiales menos densas que son transportadas por el viento. Se desarrolla un gradiente vertical de oxígeno donde la mínima de oxígeno ocupa el fondo de la bahía (bajo los 20 m).

d) Periodo de transicion II: Desde abril hasta mayo. Su inicio coincide con el cambio en el régimen del viento. El predominio del viento norte provoca un reemplazo de las AESS por ASAA.

En cuanto a la variabilidad diaria, el primer trabajo que distingue las características hidrográficas asociadas a eventos de surgencia activa y relajada proviene del año 1984 (Arcos & Wilson, 1984). En un trabajo realizado en enero de 1980, estos autores observaron que la surgencia activa aparece bien representada en superficie por aguas de baja temperatura (13°C) que se extienden a lo largo de la costa oriental, desde Tomé hasta la península de Coliumo. También hay un área secundaria de surgencia próxima a la cabeza de la bahía, donde aguas de temperatura inferior a 14°C aparecen en superficie. En períodos de relajación de la surgencia, en cambio, la isoterma de 13°C no alcanza la superficie. Además, la temperatura tanto dentro de la bahía como fuera de ella

se mantuvo relativamente uniforme, con excepciones de agua cálida en la boca (16°C).

Posteriormente Ahumada (1989) presentó una descripción de las aguas de la bahía durante un período de surgencia de las AESS. Para esto calculó el promedio ponderado de las variables físico-químico-biológicas del agua de mar para dos estratos (superficial y fondo). El viento del suroeste induce una fuerte estratificación de la columna de agua con entrada de agua de surgencia por el fondo con temperaturas menores de 11°C. Esto contrasta con las aguas superficiales que alcanzan normalmente valores de 14°C (un máximo ocurre en diciembre con valores mayores de 16°C).

4.2. CARACTERIZACION DINAMICA

Cuatro trabajos publicados han abordado este tema para la Bahía Concepción (Ahumada & Chuecas, 1979; Arcos & Wilson, 1984; Mesías & Salinas, 1986; Ahumada, 1989). La metodología usada en los primeros tres trabajos ha sido básica y de poca resolución espacial y temporal como para establecer la variabilidad de las corrientes en la bahía (Métodos directos: correntómetro de Ekman y correntómetros de péndulo-gelatina (Ahumada & Chuecas, 1979; Mesías & Salinas, 1986). Métodos indirectos: Ecuación de viento termal (Arcos & Wilson, 1984)).

Sin embargo, estos trabajos han sido importantes en el sentido de identificar claramente dos factores que determinan la variabilidad de las corrientes dentro de la bahía, a saber vientos y mareas. Sin embargo, no está definido cuál y cuándo uno de estos factores predomina y cómo varía la relación entre ellos en el tiempo. Lo que hasta ahora se ha podido establecer de la dinámica de la bahía es concordante en los trabajos y se puede resumir como sigue:

Los trabajos que han enfatizado la influencia del viento, han distinguido entre una circulación propia de eventos de surgencia y una circulación estuarina o de relajación de la surgencia. Durante surgencia activa, con vientos del suroeste de alrededor de 10 m/s, la distribución superficial de densidad sugiere una circulación superficial antihoraria con un flujo superficial de salida a través de la boca de la bahía al este de isla Quiriquina. El flujo inducido por el viento podría causar un flujo de salida de la bahía en superficie y requeriría un flujo de entrada compensador en profundidad.

Para un caso particular de relajamiento de la surgencia, inducido por viento norte de 2 a 5 m/s, lo cual favorece un hundimiento en la costa, el campo de densidad sugiere un patrón de circulación de 3 capas en la boca de la bahía. Este involucra un flujo de entrada tanto en superficie como por el fondo y un flujo de salida a media agua. Durante este período y más hacia el interior de la bahía se establecen 2 capas de circulación.

Dependiendo de la estación del año, es decir, predominancia del viento, uno de estos dos patrones de circulación va a estar más establecido. Mediciones directas de corrientes en la boca de la bahía (Mesías & Salinas, 1986) han mostrado que además del efecto del viento el movimiento del agua tiene un fuerte componente de marea. Durante un trabajo realizado en el verano de 1984, estos autores confirmaron una estructura vertical de 2 capas en la boca de la bahía, una de ingreso por el fondo y una de salida por superficie, donde las mareas desempeñarían un rol preponderante. En la Boca Grande de la bahía se observa una tendencia de las aguas a penetrar por debajo de los 10 m de profundidad, fluctuando a través de las 12 horas de un ciclo mareal, mientras que por encima tiende a salir hacia la costa vecina.

Ahumada (1989), durante un período de surgencia, estimó el desfase entre el viento observado y la corriente entre 18 a 38 horas. La comparación la efectuó entre un correntómetro Aanderaa, anclado a 40 m de profundidad en la Boca Grande de la bahía, y el viento observado en la Estación Meteorológica de Bellavista (Universidad de Concepción).

En otro ámbito de la investigación, Farrera (1978) estudió el espectro de la densidad de energía normalizada asociada a registros de nivel del mar del mareógrafo de Talcahuano. Basado en registros del 10 de marzo, 1957; 22 de mayo, 1960; y 28 de marzo, 1964 (todas fechas de tsunamis en la región) observó una gran similitud en los autoespectros de energía de las series. Los máximos los encontró en las bandas: 0.40 - 1.00; 1.50 - 2.40; y 3.10 - 3.80 horas $^{-1}$. Esto, según Farrera, indicaría el rol modulador de la resonancia local en definir la respuesta de la bahía a los tsunamis. En esta misma línea de investigación, Figueroa (1990) realizó un estudio teórico de las oscilaciones propias de esta bahía encontrando

valores del período fundamental entre 41 a 109 minutos.

CONCLUSIONES

A partir del análisis de alrededor de 40 publicaciones vinculadas a la oceanografía física de la zona entre Punta Nugurne y Punta Manuel se puede concluir lo siguiente:

a) Los trabajos de oceanografía física propiamente tal son escasos;

b) El trabajo de terreno realizado en prácticamente todos estos estudios no ha contado con instrumental oceanográfico moderno. Así, las variables oceanográficas, tales como temperatura y salinidad, se han medido a partir de botellas oceanográficas convencionales. Por otro lado, las mediciones de corrientes se han efectuado con derivadores lagrangianos o correntómetros de registro discreto o se han estimado indirectamente a partir del campo de densidad. Esta carencia de instrumental moderno ha impedido la construcción de series de tiempo oceánicas de buena longitud y resolución temporal;

c) En general los trabajos han sido de oceanografía descriptiva. Escasos estudios han incluido un análisis detallado de los aspectos físico-teóricos involucrados en los fenómenos;

d) Prácticamente no han habido intentos por modelar numéricamente el sistema físico costero.

e) En los últimos 10 años (1980-1990) se han publicado 19 trabajos (una tasa de publicaciones cercana a 2 trabajos/año);

f) En esta investigación, prácticamente no se analizó el trabajo científico no publicado (tesis, memorias, informes, etc.) el cual podría ser importante;

g) Por último, aunque no es posible delimitar claramente etapas en el desarrollo de la oceanografía física regional, se podría sugerir la siguiente proposición para el período analizado (1936-1990): i) Etapa 1, investigación oceánica de macroescala. Desde 1936 a 1979. Estudios interanuales; ii) Etapa 2, investigación costera estacional. Desde 1965 a 1980. Estudios estacionales de sectores costeros semicerrados y mar adyacente; iii) Etapa 3, investigación costera mensual y diaria. Desde 1980 a 1990. Estudios mensuales y diarios.

Según lo expuesto, se puede concluir que los estudios de oceanografía física de nuestras costas han sido intermitentes en el tiempo. Un programa de trabajo, no muy definido, se ha orientado en gran parte a la oceanografía física descriptiva. De este modo, se han reconocido importantes fenómenos oceánicos costeros tales como: variabilidad de las masas de agua; proceso de surgencia; circulación costera y sus forzantes, hidrografía y dinámica de bahías. Teniendo presente este conocimiento se podrían proponer los siguientes temas de investigación para el área de estudio:

a) Variabilidad espacio-temporal del proceso de surgencia. Deformación baroclínica y celdas de circulación. Creación de series de tiempo oceánicas de largo período;
b) Variabilidad espacio-temporal de frentes oceánicos y costeros;
c) Influencia de la plataforma continental sobre la circulación costera. Problemas de vorticidad;
d) Variabilidad espacio-temporal de los giros asociados a la plataforma continental;
e) Problemas de inversión térmica de la columna de agua y su asociación con los procesos de surgencia;
f) Circulación al interior de sectores semicerrados (San Vicente, Concepción, Coliumo, Golfo de Arauco). Tiempos de residencia e intercambio de aguas con el océano adjunto;
g) Integración de observaciones satelitales con observaciones *in situ*;
h) Balance calórico del océano costero y su relación con la meteorología local.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece muy sinceramente al Dr. V. Ariel Gallardo y al biólogo marino Sr. Adolfo Acuña, ambos de la Universidad de Concepción, por la revisión crítica de una versión del manuscrito, como también el estímulo brindado por el Dr. Dante Figueroa para la realización de este trabajo. Vaya asimismo mi reconocimiento a dos revisores anónimos que mejoraron el manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

AHUMADA, R. & L. CHUECAS. 1979. Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36°40'S; 73°02'W) y áreas adyacentes, Chile. Gayana (Misc.) 8.

AHUMADA, R., A. RUDOLPH & V. MARTINEZ. 1983. Circulation and Fertility of Waters in Concepción Bay. Estuar. Coast. & Shelf Sci. 16:95-105.

AHUMADA, R. 1989. Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías en Chile Central: Una hipótesis. Biol. Pesq. 18:53-66.

AHUMADA, R., A. RUDOLPH, S. MADARIAGA & F. CARRASCO. 1989. Descripción de las condiciones oceanográficas de la Bahía San Vicente y antecedentes sobre los efectos de la contaminación. Biol. Pesq. 18:37-52.

ALARCON, E. 1970. Descripción oceanográfica preliminar del Golfo de Arauco. Boletín Inst. Fom. Pesquero, Santiago. N° 13. 51 págs.

ARCOS, D. 1987. Seasonal and short time scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion Coast, Chile. Ph. D. Thesis. State University of New York, Stony Brook. 203 pp.

ARCOS, D. & M. SALAMANCA. 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile Central (latitudes 32°S - 38°S, febrero 1982). Biol. Pesq. 13: 5-14.

ARCOS, D. & R. WILSON. 1984. Upwelling and the Distribution of Chlorophyll a whitin the Bay of Concepcion, Chile. Estuar. Coastal & Shelf Sci. 18:25-35.

ARCOS, D. & N. NAVARRO. 1986. Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (lat. 37°S). Invest. Pesqueras (Chile) 33:91-98.

ARCOS, D., S. NUÑEZ, L. Castro & N. Navarro. 1987. Variabilidad vertical de clorofila en un área de surgencia frente a Chile Central. Invest. Pesqueras (Chile) 34:47-55.

BRANDHORST, W. 1959. Relationship between the Hake Fisheries and a Southerly Sub-surface Return Flow below the Peru Current off the Chilean Coast. Nature 183:1832-1833.

BRANDHORST, W. 1963. Descripción de las condiciones oceanográficas de las aguas costeras entre Valparaíso y el Golfo de Arauco, con especial referencia al contenido de oxígeno y su relación con la pesca. (Resultados de la expedición AGRIMAR, 1959). Ministerio Agricul. Dir. Agr. y Pesca, pp. 3-55, Santiago, Chile (no publicado).

BRANDHORST, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. 14:45-84.

BRANDHORST, W. & H. INOSTROZA. 1965. Descripción de las condiciones oceanográficas de las aguas chilenas en base a los datos de las expediciones "William Scoresby" y "Chiper". Bol. Inst. Fomento Pesquero. Santiago, 1: 19-70.

BLANCO, J. 1984. Características de la circulación sobre la plataforma continental de Talcahuano. Tesis, Universidad Católica de Valparaíso. 42 págs.

DIAZ, M. 1980. Descripción del régimen oceanográfico entre Punta Nugurue y Punta Lavapié (julio-diciembre, 1979). Instituto de Fomento Pesquero. 68 págs. (no publicado).

DJURFELDT, L. 1989. Circulation and mixing in a coastal upwelling embayment; Gulf of Arauco, Chile. J. Continental Shelf Res.

FARRERA, S. 1978. Tsunami Resonant Conditions of Concepción Bay (Chile). Marine Geodesy 1:355-360.

FIGUEROA, D. 1990. Determinación teórica del período de oscilaciones propias de la Bahía Concepción (manuscrito no publicado).

FONSECA, T. 1985. Física de las aguas costeras de la zona central de Chile. Tralka 2(4):337-354.

FONSECA, T. 1987. Anomalías de temperatura y nivel del mar en la costa del Pacífico Sudoriental. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA 11:17-43.

FONSECA, T. & M. FARIAS. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Invest. Pesqueras (Chile) 34:33-46.

GALLARDO, V., J. CASTILLO & L. YAÑEZ. 1972. Algunas consideraciones preliminares sobre la ecología bentónica de los fondos sublitorales blandos en la Bahía de Concepción. Bol. Soc. Biol. Concepción 44:169-190.

GALLARDO, V., D. ARCOS, M. SALAMANCA & L. PASTENE. 1983. On the occurrence of Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*. Anderson 1878) in an upwelling area off Central Chile. Repts. Inter. Whal. Comen. 33:481-488.

GUNTHER, E.R. 1936. A report on oceanographical investigation in the Peru Coastal Current. Discovery Report 13:107-276.

JOHNSON, S., T. FONSECA & H. SIEVERS. 1980. Upwelling in the Humboldt Coastal Current near Valparaíso, Chile. J. Mar. Res. 38: 1-16.

KELLY, R. & J. BLANCO. 1984. Proceso de surgencia en Punta Nugurne, Chile (Lat. 36°S), marzo 1983. Invest. Pesqueras 31:89-94.

MATRAI, P. 1981. Distribución de la biomasa fitoplantónica y su relación con la distribución de nutrientes en un área de surgencia frente a la Bahía de Concepción (36°40'S y 73°02'W), Chile en octubre de 1979. Tesis, Universidad de Concepción, 41 pp.

MESIAS, J. & S. SALINAS. 1986. Corrientes en la Bahía de Concepción, Chile. Biol. Pesq. 15:55-62.

MUNK, W.H. 1950. On the wind-driven ocean circulation. J. Met. 7: 79-93.

NELSON, G. 1985. Notes on the physical oceanography of the Cape Peninsula Upwelling System. *In*:

South African Ocean Colour and Upwelling. Exp. Shannon. Ed. 63-67.

PARRISH, R., A. BAKUN, D. HUSBY & C. NELSON. 1983. Comparative climatology of selected environmental process in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. *In*: G.D. Sharp y J. Csirke (Ed). FAO, Fisheries Report N°. 291 (vol. 3), pp: 731-777.

PETERSON, W., D. ARCOS, G. Mc. MANUS, H. DAM, D. BELLANTONI, T. JOHNSON & P. TISELIUS. 1988. The Nearshore zone during Coastal Upwelling: Daily Variability and Coupling between Primary and Secondary Production off Central Chile. Prog. Oceanog. 20:1-40.

REID, J. 1973. Transpacific hydrographic sections at Lats. 43°S and 28°S: The SCORPIO Expedition - III. Upper water and a note on southward flow at mid - depth. Deep Sea Res. 20:39-49.

ROBLES, F., J. PINEDA, J. CAÑON, E. SANDOVAL, E. ALARCON & M. MENDEZ. 1970. Descripción de las condiciones oceanográficas en aguas chilenas. Instituto de Fomento Pesquero, Informe Proyecto UNSF 87. 82 págs. (no publicado).

ROBLES, F. 1979. Water masses and circulation in the S.E. Pacific and the "El Niño" event. Vol. 1 y 2. Ph.D. Thesis, University of Wales, United Kingdom.

SAAVEDRA, N. 1980. La presión y la dirección del viento en Concepción. Tralka 1:153-162.

SILVA, N. & D. KONOW. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Sud-Oriental. Expedición KRILL. Crucero 3-4, julio-agosto 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur 3: 63-75.

SILVA, N. & S. NESHYBA. 1979. On the southernmost extension of the Perú-Chile Undercurrent. Deep Sea Res. 26A:1387-1393.

STOMMEL, H., D. STROUP, J. REID & B. WARREN. 1973. Transpacific hydrographic sections at Lats. 43°S and 28°S: The SCORPIO Expedition. (Preface). Deep Sea Res. 20:1-7.

WALSH, J. 1980. The spawning habitat of the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*. Deep Sea Res. 27 A:1-28.

WARREN. B. 1973. Transpacific hydrographic sections at Lats. 43°S and 28°S: The SCORPIO Expedition - II. Deep Water. Deep Sea Res. 20:9-38.

WOOSTER, W. & M. GILMARTIN. 1961. The Perú-Chile Undercurrent. J. Mar. Res. 19:97-122.

WOOSTER, W. & J. REID. 1963. Eastern Boundary Currents. *In*: M.N. Hill (Ed). The Sea. 2: 253-276.

YAÑEZ, A. 1971. Estudio prospectivo cuali y cuantitativo de la macrofauna bentónica del sublitoral de la Bahía de Concepción, Chile. Tesis, Universidad de Concepción, 373 págs.

TABLA I. Estudios oceanográficos interanuales que han considerado la zona comprendida entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), en Chile central.

Expedición	Zona	Fecha	Publicación
DISCOVERY II	Indo-Pacifico	otoño, invierno 1931	Gunther (1936)
AGRIMAR	33° a 37°	mayo, junio 1959	Brandhorst (1959) Brandhorst (1963)
MARCHILE I	30° a 42°	feb., marzo 1960	Brandhorst (1971)
CHIPER	15° a 37°	mayo, abril 1960	Brandhorst e Inostroza (1965)
SCORPIO	28° y 43°	marzo a julio 1967	Stommel *et al.*(1973); Warren (1973); Reid (1973)
KRILL		julio, agosto 1974	Silva y Konow (1975)
Recopilación expediciones: STEP I, MARCHILE VIII Anton Bruun 13, SCORPIO I, PIQUERO III			Silva y Neshyba (1979)
Recopilación estudios sobre Corrientes de Borde Oriental			Wooster y Reid (1963)
Recopilación de 80 cruceros oceanográficos realizados entre 1931 y 1973 Desde 18°S hasta 48°S.			Robles (1979)
Análisis de temp. superf. y nivel medio del mar en la costa de Chile. Arica, Antofagasta, Caldera, Valparaíso, Talcahuano y Pto. Montt. Desde 1944 hasta 1984.			Fonseca (1987)

TABLA II. Características hidrográficas de las masas de agua frente a la zona de Talcahuano, Chile central (Adaptada de Ahumada, 1989).

Masa de agua	Corriente asociada	Temperat. °C	Salinidad x10-3	Oxígeno ml/l	Profundidad m
ASAA (Agua subantártica)	Humboldt (Chile-Perú)	> 12.0	< 34.3	> 6.5	0 - 150
AESS (Agua ecuatorial subsuperficial)	Subsuperficial-Perú-Chile	9 - 12	> 34.5	< 1	100 - 380
AIA (Agua intermedia antártica)		4 - 8	34.35-34.5	2-5	400 - 1000
APP (Agua profunda del Pacífico)		< 4	> 34.5		< 1000

TABLA III. Estudios oceanográficos estacionales que han considerado la zona de Talcahuano, Chile central.

Investigadores	Zona	Fecha
Alarcón (1970)	Golfo de Arauco	ene., feb. 1965; jun., jul., ago. 1967; abr., may., jun., 1968; feb., mar., nov., dic.,1969; ene., feb., sep., oct.,1970
Yáñez (1971)	Bahía de Concepción-	enero, junio 1970; enero a abril 1971
Ahumada y Chuecas (1979)	Bahía de Concepción- y zonas adyacentes	julio 1971 a enero de 1973; mayo a nov. 1975
Díaz (1980)	Desde Pta. Nugurne a Pta. Lavapié	julio a dic. 1979
Ahumada, *et al.* (1983)	Bahía de Concepción y zonas adyacentes	julio 1978 a octubre de 1979
Arcos y Navarro (1986)	Talcahuano	agosto 1977 a agosto 1978; enero a diciembre de 1983
Arcos (1987)	36°32'S; 72°56'W Frente a Bahía Coliumo. Estación fija.	agosto 1984 a marzo 1986
Ahumada, *et al.* (1989)	B. San Vicente	1988
Ahumada (1989)	Revisión de 12 años de investigación oceanográfica regional	

TABLA IV. Estudios oceanográficos mensuales y diarios que han considerado la zona de Talcahuano y áreas adyacentes de Chile central.

Investigadores	Zona	Fecha
Arcos y Wilson (1984)	Bahía Concepción	24 al 31 enero de 1980
Arcos y Salamanca (1984)	Lat. 32°S - 38°S Frente a la costa	febrero de 1982
Blanco (1984)	Plataforma continental Talcahuano 36°40'S ; 73°02'W	21 de octubre al 7 de diciembre de 1979
Arcos y Navarro (1986)	Talcahuano	agosto 1977 a agosto 1978; enero a diciembre de 1983
Mesías y Salinas (1986)	Bahía Concepción	13 enero 1984; 1 febrero 1984
Arcos *et al.* (1987)	36°32' S; 72°56' W Frente a Bahía Coliumo Estación fija.	enero de 1985; enero de 1986
Arcos (1987)	36°32'S; 72°56'W Frente a Bahía Coliumo Estación fija.	agosto 1984 a marzo 1986
Peterson *et al.* (1988)	Lat. 36°30' S. Frente a Bahía Coliumo. Estación fija. 25 m de profundidad.	enero de 1986
Djurfeldt (1989)	Golfo de Arauco	enero 1985

RECLUTAMIENTO DE *ROMANCHELLA PUSTULATA* KNIGHT-JONES, 1978 (POLYCHAETA: SPIRORBIDAE) EN BAHIA LA HERRADURA, COQUIMBO, CHILE: VARIABILIDAD BATIMETRICA

RECRUITMENT OF ROMANCHELLA PUSTULATA *KNIGHT-JONES, 1978 (POLYCHAETA: SPIRORBIDAE) IN HERRADURA BAY, COQUIMBO, CHILE: BATHYMETRIC VARIABILITY*

Juan I. Cañete* & Rattcliff P. Ambler**

RESUMEN

Se analizó, durante 15 períodos lunares en la estación estival y otoñal de 1989-1990, la variabilidad batimétrica del reclutamiento del poliqueto espirórbido *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 a través del uso de portaobjetos de vidrios suspendidos en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile.
El tamaño promedio al momento del reclutamiento fue 238.7 µm; el reclutamiento fue continuo durante todos los períodos analizados (4-15 días cada uno) en los tres estratos de profundidad considerados (2, 3 and 6 m desde el fondo), siendo más abundante en las placas colocadas cerca del fondo (abundancia promedio de 0.513 indiv./cm^2 d-1; 77% de la abundancia total).
Se plantea que *R. pustulata* presenta un escaso potencial de dispersión vertical y una reducida permanencia larval en el plancton.

PALABRAS CLAVES: Reclutamiento, Polychaeta, Invertebrados incrustantes.

ABSTRACT

The bathymetric variability of the recruitment in the spirorbid polychaete *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 was studied in Herradura Bay, Coquimbo, Chile, during 15 lunar periods in summer-fall of 1989-1990, using suspended glass slides as substrate.
The average size at recruitment was 238.7 µm; the recruitment rate was continuous during all periods (4-15 days each) at three depth levels (2, 3 and 6 m from the bottom) being more abundant near at the bottom (mean abundance of 0.513 indiv./cm^2 d-1; 77% of the total abundance).
We propose that *R. pustulata* show a poor potential of vertical dispersion and a short larval life in the plankton.

KEYWORDS: Recruitment, Polychaeta, Fouling.

INTRODUCCION

Las fluctuaciones espaciales y temporales de la abundancia de las poblaciones de animales marinos, el cómo se renuevan cada año y la magnitud de la renovación ha llamado frecuentemente la atención. Sin embargo, aún no se ha podido predecir cuándo, cómo, dónde y por qué una agregación larval se establece sobre un sustrato permitiendo la renovación de las poblaciones.

Algunas posibles respuestas a las interrogantes señaladas, se han podido explorar al estudiar invertebrados incrustantes existentes en Bahía La Herradura (Dubois, 1979; Viviani & DiSalvo, 1980; Cañete & Ambler, 1990; Ambler & Cañete, 1991; Cañete & Ambler, 1992), Coquimbo, Chile. Varios de estos organismos, ocasionan graves perjuicios en los cultivos marinos

*Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.
**Servicio Nacional de Pesca, Tongoy, IV Región, Chile.

de la región, y poseen patrones de asentamiento que varían espacial y temporalmente, por lo que dicho evento se puede estudiar durante todo el año.

Estudios previos han demostrado la existencia de 3 patrones de asentamiento de acuerdo a la variabilidad batimétrica que experimenta la abundancia de postlarvas. Estos son: i) especies que se establecen sólo en los sustratos ubicados cerca de la superficie; ii) las que se establecen independiente de la profundidad; y c) aquellas que se establecen cerca del fondo (Dubois, 1979; Viviani & DiSalvo, 1980; Cañete & Ambler, 1990; Ambler & Cañete 1991; Cañete & Ambler, 1992). Dentro de esta última categoría se espera que las especies presenten adaptaciones larvales que promuevan una escasa capacidad de dispersión larval, como desarrollo directo (lecitotrofía) o demersal.

En este trabajo se describe la variabilidad batimétrica del reclutamiento (*sensu* Keough & Downes, 1982) del poliqueto *Romanchella pustulata* en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, como también el tamaño al momento del reclutamiento. Esta especie fue utilizada porque presenta un ciclo de vida corto inferior a dos meses (Cañete & Ambler, 1990), lo cual permite esperar que el reclutamiento sea frecuente, posibilitando un gran número de observaciones en un corto lapso de tiempo.

R. pustulata es un pequeño poliqueto tubícola, incrustante, que se distribuye desde Coquimbo hasta Chiloé (Rozbaczylo, 1985). Mantiene a sus embriones durante aproximadamente 20 días en un saco incubatriz ubicado en el margen anterior del abdomen, eclosionando cerca de un centenar de larvas lecitotróficas de ≈180 µm de longitud del tubo. Es una especie semélpara que vive alrededor de 70 días y madura sexualmente a los 40-50 días después de ocurrir el asentamiento (Cañete & Ambler, 1990).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó entre el 26 de diciembre de 1989 y el 17 de abril de 1990 en el sector noroeste de Bahía La Herradura, Coquimbo (29°58' S, 71°22' W), Chile (ver Fig. 1 de Cañete & Ambler, 1990). La zona de estudio presenta una gran abundancia de *R. pustulata*, principalmente en las facies negativas de las rocas. Desde el muelle se suspendieron 2 "pearlnets" (implementos utilizados en el cultivo de ostiones) y en el interior de cada uno se colocaron 2 semicilindros de PVC de 25 x 9 cm por cada estrato de profundidad (2, 3 y 6 m desde el fondo en una zona que posee 7 m de profundidad durante las menores alturas mareales). En cada uno de los semicilindros se realizaron 20 cortes transversales en donde se insertaron horizontalmente 20 portaobjetos de vidrio de 7.5 x 2.5 cm.

Si bien existe una componente temporal en los resultados obtenidos, sólo se analizaron aquéllos relacionados con la variabilidad batimétrica del reclutamiento. La duración de los períodos de inmersión de los portaobjetos en el presente estudio fue determinada de acuerdo a la duración de cada fase lunar debido a que en el poliqueto *Spirorbis* (*Spirorbella*) *marioni* existe una estrecha relación entre el ciclo lunar y los períodos de eclosión larval desde el tubo de la hembra (Rothlisberg, 1974). Las fechas de cada uno de los 15 períodos de inmersión y el tipo de fase lunar se indican en la Tabla 1.

Al término de cada período, los portaobjetos fueron extraídos, llevados al laboratorio y observados en un proyector de perfiles NIKON tipo 210. En cada portaobjeto, y por ambos lados, se cuantificó la abundancia de postlarvas y se determinó el diámetro del tubo (ver Cañete & Ambler, 1990) de ≈25% del total de postlarvas cuantificadas, y en aquellos portaobjetos mantenidos a 2 m sobre el fondo. Durante el mismo día, o al día siguiente, se colocó una nueva batería de portaobjetos en el mismo sitio, luego de limpiar los "pearlnets" y los tubos de PVC con agua a presión. Se debe destacar que la proporción de postlarvas fue significativamente distinta entre un lado del portaobjeto y el otro en todos los períodos analizados, motivo por el cual se utilizaron sólo los individuos de los lados en que se registró la mayor abundancia. Esto se debe a que la relación existente entre la orientación del sustrato y las corrientes predominantes determinan que un lado del sustrato capte más postlarvas que el otro (Backus, 1988).

RESULTADOS

Tamaño de reclutamiento

La longitud promedio del tubo calcáreo de la postlarva de *R. pustulata* fue de 238.7 ±

39.14 µm, con un rango de variación entre 237 y 351.9 µm (N = 590). Los individuos más pequeños presentaron una longitud de 190 µm. La longitud promedio del tubo fluctuó de acuerdo a la duración, en días, de cada período de inmersión de los portaobjetos (Tabla 1). Se encontraron diferencias significativas ($F_{5,378}$ = 23.7; $p < 0.05$) en el tamaño de reclutamiento en al menos 6 períodos, que incluyeron entre 4 y 13 días de inmersión (períodos 6 al 12 de la Tabla 1). Para obtener 13 días de inmersión, un conjunto de portaobjetos colocados al inicio del período 12 se mantuvieron hasta el término del período 13. Además, se encontró una relación lineal significativa positiva entre el número de días de inmersión (D) y el tamaño promedio de reclutamiento (TR), la cual es:

TR= 188.11 + 10.61 D; (r= 0.97; p< 0.05; n= 6)

Es importante destacar que *R. pustulata* es una especie hermafrodita protándrica que adquiere la sexualidad masculina cuando alcanza un diámetro del tubo ≈ 1.000 µm, por lo cual todos los individuos analizados pertenecen a la categoría reclutas. El tamaño de reclutamiento es 25.3% superior al tamaño de asentamiento (representado por las postlarvas más pequeñas (190 µm)).

VARIACION EN PROFUNDIDAD

Durante todo el lapso del estudio, se observó que la abundancia de postlarvas a 2 m del fondo fue superior respecto a los otros dos estratos de profundidad (3 y 6 m del fondo) (Tabla 2). La tasa de reclutamiento promedio a 2 m del fondo (0.513 indiv. cm^{-2} d^{-1}; 77 % de la abundancia promedio total) fue superior en 3.5 y 77 veces respecto de las tasas registradas a 3 y 6 m desde el fondo, siendo estas diferencias significativas ($F_{2,37}$ = 55.13; $p < 0.001$).

DISCUSION

Esta contribución aporta antecedentes sobre la variabilidad batimétrica que experimenta el reclutamiento del poliqueto *R. pustulata*, indicando que éste ocurriría principalmente cerca del fondo (Tabla 2).

Las posibles causas que originarían este patrón de reclutamiento serían el i) escaso potencial de dispersión planctónica en sentido vertical y la ii) ausencia o limitada migración vertical de las larvas. Una forma de poner a prueba la primera hipótesis, consistió en comparar el tamaño de la larva preclosionante con el tamaño de la postlarva recientemente reclutada. Los resultados obtenidos muestran una estrecha similitud entre el tamaño de eclosión (185 µm) y el tamaño de asentamiento de las postlarvas bentónicas más pequeñas (190 µm). Ello sugiere que la vida planctónica de la larva de esta especie es muy corta y por ello su potencial de dispersión bastante limitado (Thorson, 1950; Knight-Jones, 1953; Scheltema, 1986; Cañete & Ambler, 1990).

El mismo patrón de reclutamiento señaladofue ya observado en el gastrópodo con desarrollo directo *Calyptraea* (*Trochita*) *trochiformis* (Cañete, 1990; Cañete & Ambler, 1992). Esto sugiere que la modalidad de desarrollo larval tiene una estrecha relación con el patrón de reclutamiento observado en estas especies.

En relación a la segunda hipótesis, el patrón de distribución espacial de los reclutas de *R. pustulata* podría ser explicado por la ausencia de migración vertical, evento que a pesar de ser poco común en larvas de poliquetos (Banse, 1986; Levin, 1986), podría ocurrir en algunas especies (Thiébaut, *et al.*, 1992). Tal migración podría estar limitada o regulada por procesos oceanográficos tal como la termoclina. Durante la temporada en que se realizó el estudio, en Bahía La Herradura se genera una termoclina que se extiende desde los 3 hasta los 20 m de profundidad (Moraga & Olivares, 1987; Olivares, 1988), la que podría impedir la migración vertical de las larvas. Sin embargo, estudios realizados en esta misma especie durante la temporada invernal, lapso en que la termoclina desaparece, han demostrado que la frecuencia, magnitud y las proporciones en las tasas de reclutamiento no varían significativamente (Cañete & Ambler, 1991).

En conclusión, se estima que el patrón de distribución espacial observado sería generado por la escasa capacidad de dispersión que tiene la larva. Knight-Jones (1953) demostró que las larvas de *Spirorbis borealis* presentaban una vida planctónica de sólo 24 horas.

La abundancia de postlarvas de *R. pustulata* es la más alta descrita para invertebrados incrustantes establecidos sobre sustratos artificiales en Bahía La Herradura (≈ 5000 indiv. m^2-día). Estudios previos han demostrado que en el gastrópodo *C.* (*T*) *trochiformis* la abundancia de juveniles

alcanza hasta 100 indiv. m^2 $día^{-1}$ y en *P. chilensis* se han detectado abundancias de hasta 3 indiv. m^2 $día^{-1}$ (Cañete, 1990; Ambler & Cañete, 1991).

Por otra parte, la escasa variabilidad en las tasas de reclutamiento, se contrapone con la idea de caos (*sensu* Yoshioka, 1986) que representaría el reclutamiento, sin embargo esto podría deberse a la escasa capacidad de dispersión que presentan las larvas de *R. pustulata*. Esta situación parece ser la norma en la comunidad de invertebrados incrustantes de Bahía La Herradura, ya que en la ascidia *Pyura chilensis* se ha observado que a escala temporal, el reclutamiento no experimenta grandes variaciones (Ambler & Cañete, 1991).

Estos hallazgos confirmarían la hipótesis de Thorson (1950) que sostiene que las tasas de reclutamiento en las especies con escasa capacidad de dispersión larval podrían ser menos variables que en aquellas especies con una prolongada vida planctónica. De ser así, debiera existir una estrecha relación entre la abundancia de larvas y postlarvas en función de la abundancia de individuos adultos.

Por último, *R. pustulata* representa un buen material biológico para realizar estudios sobre reclutamiento, ya que produce postlarvas en forma continua y porque posee además un ciclo vital corto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los Profs. Sres. A. Hoyl y J.E. Illanes (Universidad Nacional Andrés Bello y Universidad Católica del Norte, respectivamente) por las facilidades brindadas en la obtención de la información aquí presentada. Asimismo nuestro reconocimiento a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y CIDERE IV Región por haber financiado y patrocinado, respectivamente, estas investigaciones. Los autores agradecen, además, los comentarios de dos revisores anónimos.

BIBLIOGRAFIA

AMBLER, R.P. & J. I. CAÑETE. 1991. Asentamiento y reclutamiento de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Urochordata: Ascidiacea) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. Rev. Biol. Mar. 26:403-413.

BANSE, K. 1986. Vertical distribution and horizontal transport of planktonic larvae of echinoderms and benthic polychaetes in an open coastal sea. Bull. Mar. Sci. 39:225-229.

BACKUS, G. J. 1988. Practical and theorical problems in the use of fouling panels. *In*: Marine biodeterioration. Advanced techniques applicable to the Indian Ocean. M.-F. Thompson, R. Sarojini & R. Nagabhushanam (eds.), Oxford & IBH Publishing Co. PVT. Ltd., New Dehli, 50:619-630.

CAÑETE, J. I. 1990. Ciclo anual de reclutamiento y crecimiento de juveniles de *Calyptraea* (*Trochita*) *trochiformis* (Born, 1778) (Gastropoda: Calyptraeidae) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 23:262 (Abstract).

CAÑETE, J. I. & R. P. AMBLER. 1990. Growth and age determination in the spirorbid polychaete *Romanchella pustulata* Knight- Jones, 1978. Rev. Biol. Mar. 25:147-164.

CAÑETE, J. I. & R. P. AMBLER. 1991. Asentamiento de *Romanchella pustulata* (Polychaeta: Spirorbidae) durante el invierno de 1990. XI Jornadas de Ciencias del Mar, Resúmenes, p. 16 (Abstract).

CAÑETE, J. I. & R. P. AMBLER. 1992. Desarrollo intracapsular del mesogastrópodo comestible *Calyptraea* (*Trochita*) *trochiformis* (Born, 1778). Rev. Chil. Hist. Nat. 65:77- 84.

DUBOIS, R. 1979. Marine fouling organisms, season and depth of settlement in Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, S.A. Centro de Investigaciones Submarinas, Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, 44 pp. (no publicado).

KEOUGH, M. J. & B. J. DOWNES. 1982. Recruitment of marine invertebrate: the role of active larval selection and early mortality. Oecologia 54:348-352.

KNIGHT-JONES, E. W. 1953. Decreased discrimination during setling after prolonged planktonic life in larvae of *Spirorbis borealis* (Serpulidae). J. Mar. Biol. Ass. U. K. 32:337-345.

LEVIN, L. A. 1986. The influence of tides on larval availability in shallow waters overlying a mudflat. Bull. Mar. Sci. 39: 224-233.

MORAGA, J. & J. OLIVARES. 1987. Observaciones sobre el Niño 82-83 en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile (29°58'30" S, 71°22'30" W). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 11:3-15.

OLIVARES, J. M. 1988. Variación temporal de las condiciones oceanográficas en Bahía La Herradura de Guayacán, Chile. Biota 4:89-106.

ROTHLISBERG, P. C. 1974. Reproduction in *Spirorbis* (*Spirorbella*) *marioni* Caullery & Mesnil (Polychaeta: Serpulidae). J. Exp. Mar. Biol. & Ecol. 15:285-297.

Rozbaczylo, N. 1985. Los anélidos poliquetos de Chile. Indice sinonímico y distribución geográfica de especies. Monografías Biológicas 3:1-284.

Scheltema, R. S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic view and summary of problems. Bull. Mar. Sci. 39:290-322.

Thiébaut, E., J. C. Dauvin & I. Lagadeuc. 1992. Transport of *Owenia fusiformis* larvae (Annelida: Polychaeta) in the Bay of Seine. I. Vertical distribution in relation to water column stratification and ontogenetic vertical migration. Mar. Ecol. Prog. Ser. 80:29-39.

Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. Biol. Revs. 25:1-45.

Viviani, C. A. & L. H. DiSalvo. 1980. Biofouling in north-central coastal Bay. *In*: V Congreso Internacional de Corrosión Marina e Incrustaciones, Barcelona, España, pp. 69-74 (Abstract).

Yoshioka, P. M. 1986. Chaos and recruitment in the bryozoan *Membranipora membranacea*. Bull. Mar. Sci. 39:408-417.

Tabla I. Fechas de cada uno de los períodos de inmersión de los portaobjetos utilizados para estudiar el reclutamiento del poliqueto *Romanchella pustulata* y las correspondientes fases lunares.

Períodos	Fecha	Número de días	Fase Lunar
1	26Dic89-02Ene90	* 7	LN
2	03Ene90-09Ene90	6	LC
3	10Ene90-16Ene90	6	LL
4	17Ene90-23Ene90	** 6	LM
5	24Ene90-01Feb90	8	LN
6	02Feb90-09Feb90	7	LC
7	10Feb90-16Feb90	6	LL
8	19Feb90-26Feb90	7	LM
9	26Feb90-02Mar90	4	LN
10	03Mar90-09Mar90	6	LC
11	11Mar90-20Mar90	9	LL
12	21Mar90-27Mar90	6	LM
13	25Mar90-01Abr90	7	LN
14	02Abr90-06Abr90	4	LC
15	09Abr90-17Abr90	8	LL

* sólo se analizaron las placas que se sumergieron a 2 m sobre el fondo; ** se destruyeron y/o se soltaron. LN = luna nueva; LC = luna creciente; LL = luna llena; LM = luna menguante.

Tabla II. Variación batimétrica (expresada como distancia desde el fondo) de la tasa de reclutamiento del poliqueto *Romanchella pustulata* en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, sobre portaobjetos sumergidos en diferentes períodos (ver Tabla 1) comprendidos entre el 26 de diciembre de 1989 y el 17 de abril de 1990. En el período 4 los portaobjetos fueron destruidos por el oleaje. Tamaño de reclutamiento: 238 µm. % representa porcentaje de la abundancia promedio.

Período	Tasa de reclutamiento (Indiv. cm^{-2} $día^{-1}$) (x 100)		
	6 m	3 m	2 m
1	--	--	46.3
2	1.9	13.0	45.1
3	1.4	14.5	39.5
5	1.6	12.2	29.6
6	0.1	8.7	27.8
7	0.8	32.8	66.5
8	0.6	19.9	
9	0.2	5.9	37.6
10	0.2	3.9	51.9
11	0.3	17.3	98.5
12	0.2	18.7	35.8
13	0.3	9.9	33.4
14	0.3	19.4	77.9
15	1.5	11.5	57.6
Promedio :	0.7	14.4	51.3
Desviación: estándar	0.6	7.5	20.7
(%)	1.0	22.0	77

Gayana Oceanol. 2(1): 25-31, 1994 ISSN 0716-9655

PRESENCIA DEL POLIQUETO EXCAVADOR *BOCCARDIA TRICUSPA* (HARTMAN, 1939) (POLYCHAETA: SPIONIDAE) EN LAS VALVAS DE *PERUMYTILUS PURPURATUS* (LAMARCK, 1819)(MOLLUSCA: BIVALVIA)

THE PRESENCE OF THE BORER POLYCHAETE BOCCARDIA TRICUSPA *(HARTMAN, 1939) (POLYCHAETA: SPIONIDAE) ON THE VALVES OF* PERUMYTILUS PURPURATUS *(LAMARCK, 1819) (MOLLUSCA: BIVALVIA)*

Nicolás Rozbaczylo, Marco A. Méndez y Juan Bravo*

RESUMEN

Se aportan nuevos antecedentes, taxonómicos y ecológicos de *Boccardia tricuspa*. Se caracteriza la especie con apoyo de microscopía electrónica de barrido y se cuantifica su incidencia en una población de *P. purpuratus* de la zona intermareal rocosa de Chile central. Se observó la mayor proporción de mitílidos afectados en el nivel medio de la zona intermareal, en los sectores protegidos de la acción directa del oleaje. Se agregan tres nuevas especies a la lista de hospedadores de *B. tricuspa:* el molusco bivalvo *Perumytilus purpuratus* y los cirripedios *Jhelius cirratus y Balanus flosculus* asentados en sus valvas.

PALABRAS CLAVES: Polychaeta, *Boccardia*, Excavador, Bivalvos.

ABSTRACT

New taxonomic and ecological information on *Boccardia tricuspa* is presented. This boring polychaete species was morphologically characterized by means of SEM, and its prevalence was quantified in a population of *Perumytilus purpuratus* from the rocky intertidal zone of central Chile. The highest proportion of infected mussels was found at the mid-intertidal level of sites protected from the direct action of waves. Three new species are included in the list of host species of *B. tricuspa*: the mussel *Perumytilus purpuratus*, and the barnacles *Jhelius cirratus* and *Balanus flosculus*.

KEYWORDS: Polychaeta, *Boccardia*, Borers, Bivalves.

INTRODUCCION

Las conchas de moluscos vivos, a menudo son atacadas por esponjas, poliquetos y otros moluscos, con el propósito de depredación o para ser utilizadas como refugio por el perforador (Menzies, 1957; Cobb, 1969). A este último grupo pertenecen varias especies de poliquetos de por lo menos seis familias (Blake, 1969; Jones, 1969, 1974), siendo Spionidae la más importante (Blake & Evans, 1973). Los poliquetos pueden dañar severamente las conchas de los moluscos y, en algunos casos, causar una alta mortalidad por debilitamiento de sus conchas, provocando pérdidas económicas en especies de importancia comercial (Owen, 1957; Smith, 1982). De cuatro especies de espiónidos del género *Boccardia* Carazzi, 1893 registradas en el Pacífico Suroriental, frente a las costas de Chile (Rozbaczylo, 1985) sólo *B. tricuspa* (Hartman, 1939) vive en sustratos calcáreos que ella perfora. No se había registrado hasta ahora su presencia en moluscos

*Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago, Chile

bivalvos. En Chile sólo había sido registrada previamente por Carrasco (1974, 1976), bajo la denominación de *Boccardia proboscidea* Hartman, 1940, en conchas del gastrópodo *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), vivos, provenientes de la Bahía de Concepción y en el fango del estero Lenga.

Este trabajo tiene como objetivos principales: (a) señalar la presencia de *B. tricuspa* habitando la concha del molusco bivalvo *P. purpuratus* (Lamarck, 1819) y los cirripedios *Jhelius cirratus* (Darwin, 1854) y *Balanus flosculus* Darwin, 1854; (b) caracterizar morfológicamente la especie con apoyo de microscopía electrónica de barrido, y (c) evaluar su incidencia en poblaciones del mitílido *P. purpuratus* en una localidad del litoral central de Chile.

P. purpuratus, llamado comúnmente "chorito maico", es un componente habitual en la zona intermareal del litoral rocoso chileno donde forma bancos extensos; se distribuye geográficamente desde Ecuador al Estrecho de Magallanes, siguiendo hacia el norte por el Atlántico hasta Santa Cruz, Argentina (Osorio y Bahamonde, 1968).

MATERIALES Y METODOS

Doce muestras de *P.purpuratus*, fueron recolectadas en la zona intermareal rocosa de Las Cruces (33°31'S, 71°38'W), en enero, mayo y julio de 1990. Provenían, las muestras, de lugares expuestos y protegidos de la acción directa del oleaje y en dos niveles de la zona intermareal: bajo (a nivel del alga *Lessonia nigrescens* Bory, 1826), y medio (a nivel de la franja de distribución del cirripedio *Jhelius cirratus*). Se tomaron muestras de 20x20 cm en el nivel bajo-protegido, bajo-expuesto, medio-protegido y medio-expuesto. Todos los choritos y fauna acompañante fueron removidos de las rocas con la ayuda de una espátula, guardados en bolsas plásticas y fijados con formalina al 10%. La proporción de individuos afectados por *B. tricuspa* se determinó observando directamente las conchas de 8824 individuos.

Para el estudio taxonómico, se obtuvieron ejemplares vivos de *B. tricuspa* fragmentando las conchas y excavándolas a través de las galerías con ayuda de una aguja gruesa de disección; ejemplares adicionales se obtuvieron sumergiendo choritos vivos en una solución de fenol al 5% en agua de mar durante 12 horas, al término de las cuales los espiónidos abandonaron sus galerías en forma parcial pudiendo ser extraídos.

Los dibujos fueron realizados con cámara clara en una lupa estereoscópica WILD M5 y un microscopio óptico LEITZ. Observaciones de microscopía electrónica de barrido fueron realizadas con un microscopio JEOL JSM-25SII. Ejemplares de los poliquetos analizados se depositaron en la colección de poliquetos de la Sala de Sistemática de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago (SSUC).

RESULTADOS

1. Caracterizacion taxonomica

Boccardia tricuspa (Hartman, 1939)

Figs. 1-2

Polydora tricuspa Hartman, 1939:16-17, Fig.3c-k. *Boccardia tricuspa*: Woodwick, 1963:209-212, Fig.1; Hartman, 1969:99-100, Figs.1-5; Blake, 1981:959-960; 1983:249-250. *Boccardia proboscidea*: Carrasco, 1974:186-187, Figs.1-4; 1976:8-11, Figs.2, 8A, 13H-C (not Hartman, 1940) *fide* Blake and Kudenov, 1978:238.

Material examinado: Chile central: Las Cruces, 33°31'S, 71°38'W, en las valvas de *P. purpuratus* y en la concha de *J. cirratus* y *B. flosculus* asentados sobre *P. purpuratus*, zona intermareal, 12 especímenes, coll. N. Rozbaczylo, M.A. Méndez, P. Deprez, y S. Rivas, 10.01.1990; misma localidad, 18 especímenes, coll. A.Varas, 24.06.1991.

Caracterización: entre 7 y 11 mm de largo, 0.8 mm de ancho, y entre 55 y 70 segmentos setígeros. Vivos son de color amarillo claro uniforme con las branquias y palpos de color rojo debido a la presencia de sangre. Prostomio (Fig. 1a, 2a) alargado y redondeado en su extremo anterior, con 3 a 4 ojos ubicados a los costados cerca de la base de los palpos. Carúncula se extiende hasta el final del segundo setígero. Palpos de los animales vivos son largos, miden alrededor de un tercio de la longitud del cuerpo; en ejemplares fijados se retraen aproximadamente a la mitad de su longitud original. Primer segmento setígero muy pequeño, sólo con cerdas neuropodiales.

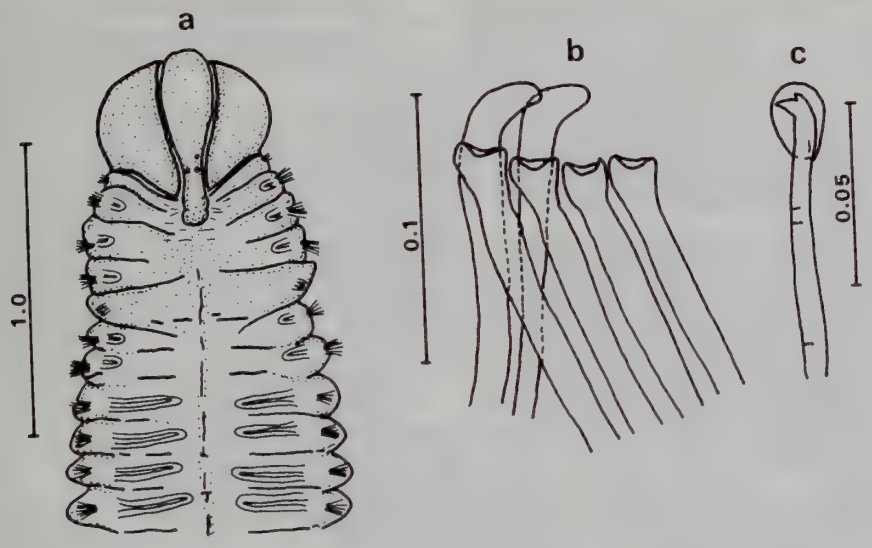


FIG. 1. *Boccardia tricuspa*: a. extremo anterior en vista dorsal, palpos omitidos (escala 1 mm); b. cerdas especiales del quinto segmento setígero (escala 0.1 mm); c. cerda encapuchada neuropodial (escala 0.05 mm).

Branquias en los segmentos 2-4 y desde el setígero 6 hasta aproximadamente un tercio del extremo posterior; en dos casos se constató su presencia hasta el setígero 35. Inicialmente son muy pequeñas, miden aproximadamente una décima parte del ancho corporal, pero aumentan progresivamente de tamaño hasta el setígero 7; en el setígero 8 miden alrededor de un tercio del ancho del cuerpo; en los segmentos siguientes casi se sobreponen en la línea media del cuerpo. Quinto setígero aproximadamente el doble de largo de los demás segmentos, con cerdas notopodiales modificadas dispuestas oblicuamente en dos filas (Fig. 1b, 2b): las cerdas más dorsales son aciculares gruesas encorvadas cerca de su extremo (Fig. 2c), las ventrales son más cortas con el extremo distal expandido comprimido lateralmente y provisto de una concavidad (Fig. 1b); un pequeño grupo de cerdas lanceoladas simples se ubican bajo las cerdas mayores. Neurópodos con cerdas encapuchadas bífidas (Fig. 1c, 2d, e) desde el segmento setígero 7 y hasta el final del cuerpo, inicialmente en número de 4-5 y luego 3 en los segmentos de la región posterior. Cerdas notopodiales (Fig. 2f, g) son lanceoladas simples en todos los segmentos. Pigidio (Fig. 2h), con cuatro lóbulos pequeños.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA: California, desde Morro Bay a La Jolla; costa occidental de México, desde Puerto Peñasco, Golfo de California, a Acapulco; Ecuador, Bahía Santa Elena; Islas Galápagos, Isla James, Bahía Sullivan; Chile: Las Cruces; Bahía de Concepción; Bahía San Vicente. Intermareal a submareal somero.

2. ANTECEDENTES ECOLOGICOS

B. tricuspa vive preferentemente asociada a sustratos calcáreos (Blake and Evans, 1973), pero también es posible encontrarla en otros habitats como pozas intermareales (Hartman, 1939) y enterrada en el fango (Carrasco, 1974). En las costas de California ha sido recolectada en excavaciones en algas coralinas del género *Litho-*

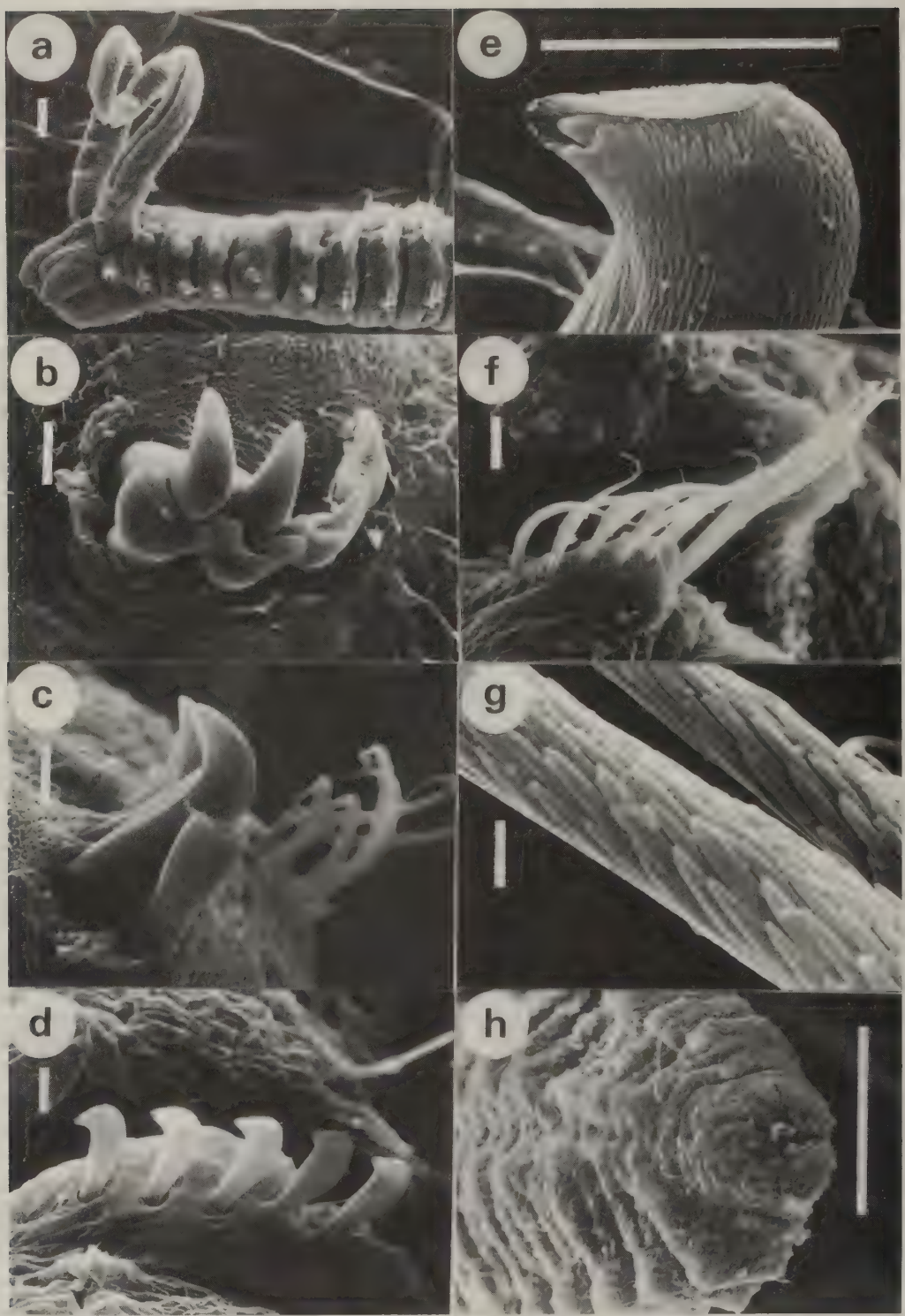


FIG. 2. *Boccardia tricuspa*: a. extremo anterior en vista lateral; b. cerdas especiales del quinto segmento setígero en vista superior; c. las mismas en vista lateral; d. cerdas neuropodiales del setígero 11; e. extremo anterior de una cerda neuropodial; f. cerdas notopodiales del setígero 4; g. detalle de las cerdas notopodiales; h. vista posterior del pigidio. Escalas, G: 1 micrón; B-F: 10 micrones; A, H: 100 micrones.

phyllum, entre esponjas y tubos del poliqueto sabelárido *Phragmatopoma californica* adheridos a rocas y en excavaciones en las conchas de varias especies de gastrópodos habitadas por cangrejos hermitaños (Woodwick, 1963). En Chile ha sido encontrada en conchas de ejemplares vivos del gastrópodo *Concholepas concholepas*, agregándose ahora el molusco bivalvo *P. purpuratus* y los cirripedios *J. cirratus* y *B. flosculus* asentados sobre sus valvas .

En cuanto a la incidencia, de *B. tricuspa* en las valvas de *P. purpuratus*, ésta resultó ser más abundante en los sitios del intermareal medio protegidos de la acción del oleaje en comparación a los sitios expuestos (Tabla 1). La frecuencia de infestación resultó, a su vez, mayor a nivel del intermareal medio en comparación al intermareal bajo (Tabla de contingencia, Chi-cuadrado= 71.401, g.l.= 6; P< 0.001), registrándose los valores más altos en mayo (70%) para los sitios protegidos y julio (32.6 %) para los sitios expuestos. Estos valores son similares a los registrados por Woodwick (1963) para conchas de *Tegula brunea* habitadas por *Pagurus granosimanus* donde los porcentajes oscilaron entre 13 y 26%. Las diferencias en ocurrencia entre sitios protegidos y expuestos podrían deberse a un asentamiento y/o a sobrevivencia diferencial en función del grado de exposición a distintas corrientes locales que harían más probable el asentamiento en los sitios protegidos. Este fenómeno ha sido documentado para otros invertebrados (Cameron & Shroeter, 1980; Cameron, 1986).

BIBLIOGRAFIA

BLAKE, J.A. 1969. Systematics and ecology of shell-boring polychaetes from New England. Am. Zool. 9:813-820.

___ 1981. *Polydora* and *Boccardia* species (Polychaeta: Spionidae) from Western Mexico, chiefly from calcareous habitats. Proc. Biol. Soc. Wash. 93(4):947-962.

___ 1983. Polychaetes of the family Spionidae from South America, Antarctica and adjacent seas and islands. *In*: Kornicker, L. (Ed.), Biology of the Antarctic Seas XII. Antarctic Research Series 39:205-287. Washington, DC: American Geophysical Union.

BLAKE, J.A. & J.W. EVANS. 1973. *Polydora* and related genera as borers in mollusk shells and other calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae). Veliger 15:235-249.

BLAKE, J.A. & J.D. KUDENOV. 1978. The Spionidae (Polychaeta) from southeastern Australia and adjacent areas with a revision of the genera. Mem. Nat. Mus. Victoria 39:171-280.

CAMERON, R.A. 1986. Introduction to the invertebrate larval biology workshop: a brief background. Bull. Mar. Sci. 39(2):145-161.

CAMERON, R.A. & S. C. SCHROETER. 1980. Sea urchin recruitmen: Effect of substrate selection on juvenile distribution. Mar. Ecol. Prog. Ser. 2:243-247.

CARRASCO, F.D. 1974. Spionidae (Polychaeta) provenientes de la Bahía de Concepción y lugares adyacentes. Bol. Soc. Biol. Concepción 48: 185-201.

___ 1976. Larvas de la familia Spionidae (Polychaeta) en el plancton de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana (Zool.) 38:1-63.

COBB, W.R. 1969. Penetration of calcium carbonate substrates by the boring sponge, *Cliona*. Am. Zool. 9:783-790.

HARTMAN, O. 1939. The polychaetous annelids collected by the Presidential cruise of 1938. Smithsonian Misc. Coll., 98:1-22.

___ 1969. Atlas of the sedentariate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation, Univ. of Southern California, Los Angeles, 812 pp.

JONES, M.L. 1969. Boring of shell by *Caobangia* in freshwater snails of Southeast Asia. Am. Zool. 9:829-835.

___ 1974. On the Caobangiidae, a new family of the Polychaeta, with a redescription of *Caobangia billeti* Giard. Smithson. Contr. Zool. 175:1-55.

MENZIES, R.J. 1957. Marine borers. Geol. Soc. America, Memoir 67, 1:1029-1034.

OSORIO, C. & N. BAHAMONDE. 1968. Moluscos bivalvos en Pesquerías Chilenas. Biol. Pesq. 3:69-128.

OWEN, H.M. 1957. Etiological studies on oyster mortality. II *Polydora websteri* Hartman (Polychaeta: Spionidae). Bull. Mar. Sci. 7:35-46.

ROZBACZYLO, N. 1985. Los Anélidos Poliquetos de Chile. Indice sinonímico y distribución geográfica de especies. Monografías Biológicas 3: 1-284.

SMITH, G.S. 1982. What happened to the Queensland oyster industry? A lesson from history. Aust. Fish. 42-45.

WOODWICK, K.H. 1963. Taxonomic revision of two polydorid species (Annelida, Polychaeta, Spionidae). Proc. Biol. Soc. Wash. 76:209-216.

Tabla I. Distribución porcentual en 8824 individuos de *P. purpuratus* afectados por *B. tricuspa*, en muestras obtenidas en enero, mayo y julio de 1990, para cuatro condiciones de altura y exposición al oleaje en la zona intermareal de Las Cruces (Chile). N representa el número total de choritos analizados por muestra.

CONDICION	ENERO		MAYO		JULIO	
	%	N	%	N	%	N
MEDIO-EXPUESTO	3.5	629	5.9	557	32.6	359
MEDIO-PROTEGIDO	59.3	253	70.0	300	32.1	442
BAJO-EXPUESTO	0.3	1665	0.2	1232	12.8	484
BAJO-PROTEGIDO	0.1	902	0.4	1000	0.0	1001

REGLAMENTO DE PUBLICACIONES DE LA REVISTA GAYANA OCEANOLOGIA

La revista Gayana, dedicada al distinguido naturalista francés Claudio Gay, es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en el área de las Ciencias Naturales. Está compuesta de las series Botánica, Oceanología y Zoología. Estas series son periódicas de un volumen anual compuesto por dos números.

Recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas del presente reglamento; la recepción es permanente.

Acepta trabajos escritos en idioma español o inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al Director.

Gayana Oceanología recibe además libros para ser comentados y comentarios de libros, comunicaciones de eventos científicos, obituarios, notas científicas, los cuales se publicarán sin costo luego de ser aceptados por el Comité Editor.

Los trabajos deberán ser entregados en disco de computador según se especifica en el REGLAMENTO DE FORMATO más tres copias impresas completas (incluir fotocopia de figuras y fotos originales), a doble espacio con líneas de 15 cm de longitud y letra no superior de 12 puntos (excepto letras de familias Times).

El Director de la revista, asesorado por el Comité de Publicación, se reserva el derecho de aceptar o rechazar el trabajo. Los trabajos se enviarán a pares para su evaluación.

TEXTO

El título principal debe ir todo escrito en letra mayúscula y expresar el contenido real del trabajo. Si incluye un nombre genérico o específico, se indicará el rango sistemático inmediatamente superior (ej. Orden, Familia).

El texto deberá contener: Título, título en inglés (o español si el trabajo está en inglés), nombre de los autores, dirección de los autores, Resumen, Abstract, Palabras claves y Keywords (máximo 12 palabras o nombres compuestos separados por coma), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, Agradecimientos y Bibliografía. Estos títulos deberán ir en mayúsculas sin negrita excepto los nombres de los autores, dirección de los autores, Palabras claves y Keywords deben ir en altas y bajas (normal), al igual que el resto de los títulos no indicados arriba.

Si por alguna circunstancia especial el trabajo debe ser publicado en forma diferente a las disposiciones anteriores, el autor deberá exponer su petición al Director.

La primera prueba de imprenta será enviada al autor principal para su corrección antes de la impresión definitiva. Si ello fuere imposible o dificultoso, la corrección será realizada por un Comité de Publicación *ad hoc*.

Los nombres científicos y las locuciones latinas serán las únicas que irán en *cursiva* en el texto. La primera vez que se cite una unidad taxonómica deberá hacerse con su nombre científico completo (género, especie y autor).

Las medidas deberán ser expresadas en unidades del sistema métrico separando los decimales con punto (0.5). Si fuera necesario agregar medidas en otros sistemas, las abreviaturas correspondientes deben ser definidas en el texto.

Las citas en el texto deben incluir nombre del autor y año (ejemplo: Smith, 1952). Si hay dos autores se citarán separados por & y seguidos del año previa coma (ejemplo: Gomez & Sandoval, 1985). Si hay más de dos autores, sóo se citará el primero seguido de coma y la expresión *et al.* (ejemplo: Seguel *et al.*, 1991). Si hay varios trabajos de un autor en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año (ejemplo: 1952a).

La bibliografía incluirá sólo las referencias citadas en el texto, dispuestas por orden alfabético del apellido del primer autor, sin número que lo anteceda. La cita deberá seguir las normas de Style Manual of Biological Journals par citar correctamente fechas, publicaciones, abreviaturas, etc.

La nomenclatura se regirá por el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Figuras

Las figuras se numerarán en orden correlativo con números arábigos. Las tablas de igual modo con números romanos. Cada tabla debe llevar un título descriptivo en la parte superior.

Los dibujos deden ser de alto contraste y deben llevar una escala para facilitar la determinación del aumento.

Las fotografías se considerarán figuras para su numeración; serán en blanco y negro o en color, brillantes, de grano fino y buen contraste y deben ser acompañadas de una escala para la determinación del aumento. La inclusión de fotografías o figuras en color deberá ser consultada previamente al Director de la Revista.

No se aceptarán fotografías y dibujos agrupados en la misma lámina. Las fotografías deben ser recortadas para mostrar sólo los caracteres esenciales y montadas en cartulina blanca sin dejar espacios entre ellas cuando se disponen en grupos.

En la copia impresa del trabajo se deberá indicar en forma clara y manuscrita la ubicación relativa de las tablas y figuras si procede.

Las ilustraciones deberán tener un tamaño proporcional al espacio en el que el autor desea ubicarlas; ancho una columna: 70 mm; ancho de página: 148 mm; alto de página: 220 mm incluido el texto explicativo.

Las láminas originales no deberán tener más del doble del tamaño de impresión ni ser inferior a éste. Se recomienda considerar las reducciones para los efectos de obtener los números de las figuras de similar tamaño dentro del trabajo, luego que éstas se sometan a reducciones diferentes.

En el reverso de las láminas originales se deberá indicar el nombre del autor, título del trabajo y número de figuras.

Al término del trabajo se deberá entregar en forma secuencial las explicaciones de cada una de las figuras.

Reglamento de formato

Los manuscritos se recibirán sólo en discos de computador de 3,5" formateados para computadores Apple Macintosh o IBM/PC compatibles. Los trabajos pueden tener el formato de cualquiera de los siguientes programas: MacWrite - Microsoft Works (1.0 ó 2.0)- Microsoft Word (cualquier versión)- WordStar (3.0 al 6.0) - WordPerfect 4.2 ó 5.1 (PC o Mac).

Letra. Cualquiera letra tamaño 12 o superior, excepto Times.

Espacios. Colocar un único espacio después de cualquier signo ortográfico [punto, coma, dos puntos, punto y coma] y **nunca antes del signo ortográfico**. La única excepción a esta regla se aplica en las iniciales del autor en la bibliografía y en las citas en el trabajo.

Párrafos. Los párrafos deben ir sin sangría, justificados y sin espacio entre un párrafo y otro.

En lo posible evite las palabras subrayadas, si desea destacar algo utilice **negrita**. Destine los caracteres cursiva para los nombres científicos o palabras latinas, incluso si se escriben en mayúsculas. Cuando encabezan un párrafo deben ir en ***negrita cursiva***.

Comillas. Sólo usar doble comillas (" "), no usar otro signo similar o equivalente.

Letras griegas. No incluir letras griegas en el texto ni provenientes del teclado ni manuscritas. En su lugar escribir el nombre de la letra (ejemplo: alfa), en la impresión definitiva aparecerá el carácter griego.

Macho y Hembra: para indicar, en Material Examinado, los símbolos macho y hembra, estós deben escribirse (macho,hembra), en la impresión definitiva aparecerá el símbolo correspondiente.

Bibliografía. Los nombres de los autores deben ir en altas y bajas. Coloque un punto antes y después del año de publicación. (Ejemplo: Smith, J.G., A.K. Collins. 1983.). No use sangrías. Para las referencias que son volúmenes no use espacio después de dos puntos, ejemplo: Rev. Biol. Mar 4(1):284-295.

Tablas. Reducir al máximo el uso de tablas o cuadros complicados o difíciles de componer. No usar espacios para separar una columna de otra en las tablas, para ello usar exclusivamente tabuladores. No se aceptarán trabajos que contengan tablas confeccionadas con espaciador.

Los manuscritos que no cumplan con esta reglamentación serán devueltos a sus autores para su corrección antes de incorporarlos al proceso de revisión.

Valor de impresión:

El valor de la publicación es de US$ 20.00 por página (con láminas en blanco y negro) y de US$ 35.00 por página (con láminas en color).

El Director de la Revista considerará la exención total o parcial del valor de publicación para manuscritos no originados en proyectos de investigación.

ISSN 0716-9655

GAYANA OCEANOLOGIA

VOLUMEN 2 NUMERO 1 1994

CONTENIDO / CONTENTS

ENRIQUEZ-BRIONES, S & V.A. GALLARDO. *Glyptonobdella antarctica* (Sawyer & White, 1969) (Hirudinea: Piscicolidae) epizoo ocasional del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 (Anomura: Galatheidae) 1

Glyptonobdella antarctica (Sawyer & White, 1969) (Hirudinea: Piscicolidae) occasional epizoan of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 (Anomura: Galatheidae)

SOBARZO, M.A. Oceanografía física entre Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) y Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile: una revisión histórica (1936-1990)..... 5

Physycal oceanography from Punta Nugurne (35°57'S; 72°47'W) to Punta Manuel (38°30'S; 73°31'W), Chile: an historical review (1936-1990)

CAÑETE, J.I & R.P. RAMBLER. Reclutamiento de *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 (Polychaeta: Spirorbidae) en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile: variabilidad batimetrica 19

Recruitment of *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978 (Polychaeta: Spirorbidae) in Herradura Bay, Coquimbo, Chile: Bathymetric variability

ROZBACZYLO, M., M.A. MENDEZ & J. BRAVO. Presencia del poliqueto excavador *Boccardia tricuspa* (Hartman, 1939) (Polychaeta: Spionidae) en las valvas de *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia) 25

The presence of the borer Polychaete *Boccardia tricuspa* (Hartman, 1939) (Polychaeta: Spionidae) on the valves of *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia)

Deseamos establecer canje con revistas similares
Correspondencia, Biblioteca y canje:

COMITE DE PUBLICACION
CASILLA 2407, APARTADO 10
CONCEPCION, CHILE

EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION