

DISTRIBUCION DE JUVENILES RECIENTEMENTE ASENTADOS DE *MESODESMA DONACIUM* (LAMARCK, 1818) (MOLLUSCA: BIVALVIA: MESODESMATIDAE) EN TRES BAHIAS DE LA CUARTA REGION: VARIABLES FISICAS Y QUIMICAS QUE LE CARACTERIZAN

DISTRIBUTION OF EARLY SETTLEMENT OF *MESODESMA DONACIUM* (LAMARCK, 1818) (MOLLUSCA: BIVALVIA: MESODESMATIDAE) IN THREE BAYS OF THE FOURTH REGION, CHILE: PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION

Marco A. Ortiz y Wolfgang B. Stotz

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar los lugares de asentamiento del bivalvo *Mesodesma donacium*, el cual constituye un recurso pesquero de importancia económica en Chile. Para ello en dos períodos sucesivos de reproducción, correspondientes a los años 1993 y 1994, se tomaron muestras en 138 transectos en Bahía de Coquimbo, 86 en Bahía Guanaqueros y 112 en Bahía Tongoy. En cada transecto se tomaron muestras a 0, 1, 2 y 3 m de profundidad del submareal con un core de 2,4 dm³, tamizando en una malla de 0,5 mm de abertura. Para el submareal profundo (5 y 10 m de profundidad) se tomaron 16, 12 y 14 muestras en las Bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy respectivamente, arrastrando en cada uno de ellos una red de fondo (0,5 m de largo y 0,5 m de diámetro de boca) 10 m paralelo a la costa. Cada bahía se caracterizó en cuanto a: presencia y caudal de los cursos de agua dulce, estado morfodinámico de playa (tipo de playa), características del sedimento (granulometría y materia orgánica) y la salinidad del agua. Se encontraron juveniles de *Mesodesma donacium* a lo largo de todas las playas en las tres bahías estudiadas, en densidades que fluctuaron entre 19 y 200 individuos/m². No se observaron juveniles sólo en áreas de las playas donde los sedimentos fueron predominantemente finos y con alto contenido de materia orgánica y/o con algas y fanerógamas, ya sea en suspensión o varados en la playa y finalmente en sectores cercanos a cursos de agua dulce. Las mayores abundancias de juveniles se encontraron entre el intermareal (0) y 1 m de profundidad. En el submareal profundo no se encontró ningún juvenil. De esta manera los juveniles aparecen segregados de la población de adultos, sugiriendo algún tipo de interacción entre ambos. Finalmente, basados en la metodología de muestreo del presente trabajo y dentro del desarrollo de una estrategia de manejo para la especie, se propone determinar un registro anual del reclutamiento, el cual permita describir la variabilidad interanual de éste.

Palabras clave: Macha, bentos, manejo, índice de reclutamiento.

ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate the location of early settlement of the bivalve *Mesodesma donacium*, an important fishery resource in Chile. Studies focused on the beaches of Coquimbo, Guanaqueros and Tongoy bays (IV Región, Chile) during two successive reproductive seasons (1993-1994). Mid-littoral and subtidal transects (down to 3 m depth) were established as follows: 138 transects in Coquimbo Bay, 86 in Guanaqueros Bay and 112 in Tongoy Bay. Transects were separated by a distance of 130 m and cores were taken along each transect at depths of mid-littoral, 1, 2 and 3 m. A standard volume of sand (2.4 dm³) was obtained from each core and sieved using a 0.5 mm mesh. Subtidal samples were taken at a depth between 5 and 10 m using a drag net (0.5 x 0.5 m) towed parallel to the coast. In Coquimbo, Guanaqueros and Tongoy

Bays, respectively, tows were collected from 16, 12 and 14 locations. Each bay was characterized with respect to presence and magnitude of rivers, streams and others freshwater sources, beach morphodynamic state, sediment characteristics (size grain and organic content), and salinity. In all three bays studied juveniles of *Mesodesma donacium* were found along all parts of the beaches, with exception of areas with predominately fine sediment, high organic content, areas containing seaweeds and seagrasses in suspension or cast ashore, and areas adjacent to river streams, or other sources of freshwater. Observations of high juvenile densities between the mid-littoral and a depths of 1 m, and the absence of juveniles between depths of 5 and 10 m, suggest a possible spatial segregation between juveniles and adults of this species in the areas studied. The information is used for an index of recruitment.

Key words: surf-clam, benthos, management, recruitment index.

Fecha de recepción: 14 - 10 - 95. Fecha de aceptación: 10 - 6 - 96.

INTRODUCCION

El conocimiento del lugar y de la dinámica del asentamiento o reclutamiento, constituye la información básica para la comprensión de la historia de vida o dinámica poblacional de una especie bentónica (Hughes & Bourne, 1981; Stotz *et al.*, 1991). Esto es de particular importancia en especies que constituyen un recurso pesquero y para las cuales es necesario desarrollar medidas de manejo.

En el caso del molusco bivalvo *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Mollusca: Bivalvia: Mesodesmatidae), esta información es escasa. Esta especie, conocida también con el nombre vernacular de "macha", es un habitante característico de numerosas playas arenosas del país (Campusano & Cepeda, 1979; Jaramillo, 1987), constituyendo en la IV Región de Chile (29°-32° S y 70°-72° W) un importante recurso pesquero, el cual es explotado principalmente en Bahía de Coquimbo y seguido en menores magnitudes por las bahías de Tongoy y Guanaqueros (IFOP, 1994). Es así como los desembarques en la IV Región alcanzaron 2.483 toneladas durante 1993, correspondiendo aproximadamente al 39% del total a nivel nacional (SERNAP, 1994).

Campusano & Cepeda (1979) y Alarcón & Navea (1992), en sus estudios de estructura y dinámica poblacional de *M. donacium* en diversas bahías de la región entregaron antecedentes sobre el reclutamiento. No obstante, debido al tamaño de los individuos considerados como reclutas (> 24 mm de longitud máxima), estos autores se han referido a la dinámica de la población de adultos, más que al asentamiento o reclutamiento al bentos, objetivo de este trabajo.

El asentamiento de especies filtradoras habitantes de fondos blandos, como es el caso de *M. donacium*, es aparentemente afectado por diversos factores bióticos y abióticos, tales como la presencia de adultos conoespecíficos (Woodin, 1976; Petersen & Andre, 1980; Williams, 1980; Andre & Rosemberg, 1991; Bachelet *et al.*, 1992; André *et al.*, 1993), la presencia de otras especies (Brenchley, 1982; Olafsson, 1988) características del sedimento (granulometría y contenido de materia orgánica) y salinidad del agua de mar (McLusky *et al.*, 1975; Hibbert, 1977; Defeo *et al.*, 1986; Wilson & Shelley, 1986; Long & Lewis, 1987).

Para las poblaciones de *M. donacium* en las bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy, no existe información en cuanto a la distribución y abundancia de los juveniles durante los primeros estadios en el bentos, como tampoco con respecto a las características bióticas y abióticas que lo condicionan. De acuerdo a la distribución del banco de los adultos de *M. donacium* en las bahías citadas y considerando que las larvas permanecen aproximadamente 32 días en el plancton (Fuentes, 1988), es de suponer que los juveniles deberían asentarse en forma homogénea a lo largo de las playas existentes en estas bahías. Para evaluar esta hipótesis se realizó un muestreo que consistió en la búsqueda sistemática de juveniles de *M. donacium* en el intermareal y el submareal somero (hasta 10 m de profundidad) en las bahías antes señaladas. Además, en forma simultánea se determinaron los factores físicos, químicos y biológicos que caracterizan los lugares con y sin presencia de juveniles de asentamiento reciente.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en las bahías de Coquimbo (29° 56' S - 71° 21' W), Guanaqueros (30° 08' S - 71° 25' W) y Tongoy (30° 15' S - 71° 31' W), ubicadas en el norte de Chile y pertenecientes a la Cuarta Región de Coquimbo (Fig. 1).

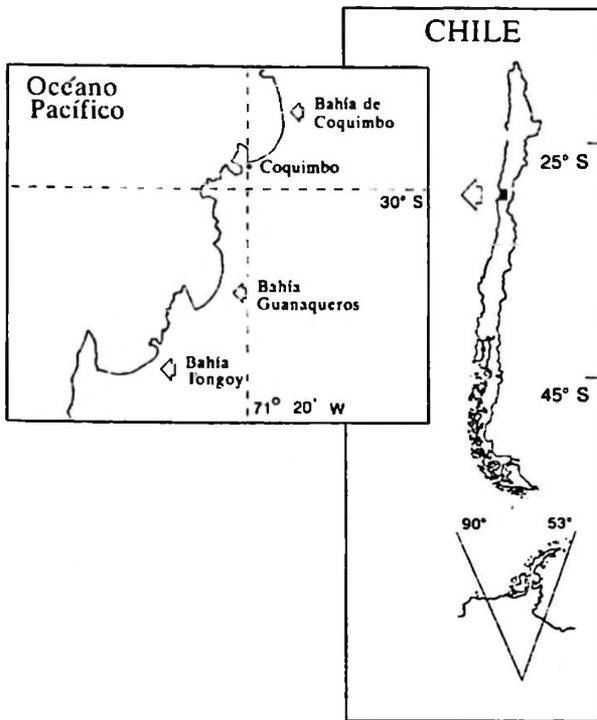


Figura 1. Mapa de las áreas de estudio correspondientes a las bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy, todas pertenecientes a la IV Región, Chile.

Location of study areas along the beaches of Coquimbo, Guanaqueros and Tongoy bay, in the IVth Region, Chile.

Búsqueda de juveniles de asentamiento reciente

Se consideraron juveniles de asentamiento reciente de *Mesodesma donacium* a individuos de entre 1 y 15 mm de longitud máxima (eje antero-posterior de concha). De acuerdo a las claves talla-edad descritas por Campusano & Cepeda (1979) y Tarifeño (1984) un juvenil de 15 mm tendría una edad máxima aproximada de 5 y 8 meses, respectivamente.

Para determinar la distribución de los juveniles de *M. donacium* en las tres bahías antes señaladas, se realizaron dos búsquedas siste-

máticas en el intermareal y submareal somero hasta 3 m de profundidad y una búsqueda en el submareal entre 5 y 10 m de profundidad. La primera búsqueda en el intermareal y submareal somero se realizó entre marzo y junio de 1993 y la segunda entre enero y febrero de 1994. Las épocas de búsqueda se determinaron considerando que la "macha" se reproduce entre noviembre y abril (Campusano & Cepeda, 1979; Peredo *et al.*, 1987), y que las larvas permanecen aproximadamente 32 días en el plancton (Fuentes, 1988). Por tales razones se supone que el asentamiento ocurre entre diciembre y mayo de cada año.

El procedimiento de muestreo consistió en recolectar una muestra de sedimento mediante un core de 2,4 dm³ (equivalente aproximadamente a 500 cm²) en el mesolitoral superior, medio, inferior y a 0, 1, 2 y 3 m de profundidad, en transectos perpendiculares a la línea de costa, distribuidos uniformemente a lo largo de las tres bahías y separados aproximadamente por 130 m uno de otro. El contenido del core fue tamizado en una malla de 0,5 mm de abertura. Este muestreo se realizó durante el período de baja mar establecido en la Tabla de Mareas para los sitios de estudio (Instituto Hidrográfico de la Armada, 1993).

El muestreo en el submareal (5-10 m) se realizó en marzo de 1994, después de la segunda búsqueda por el intermareal y submareal somero. Para ello se arrastró, 10 m paralelo a la costa, una red de fondo en diferentes lugares de las tres bahías separadas entre 700 y 1000 m uno del otro (Fig. 2 a, b y c). Esta red tuvo en su boca un anillo de fierro de 50 cm de diámetro, el cual permitía enterrarse entre 10-15 cm en el sedimento, y una malla de 0,5 mm de abertura la cual retenía a los juveniles.

Los individuos recolectados se contaron y midieron (longitud antero-posterior) mediante un pie de metro con una precisión de 0,1 mm.

Caracterización de los lugares con y sin presencia de juveniles

La caracterización de las condiciones ambientales a lo largo de las tres bahías estudiadas se realizó entre febrero y marzo de 1994, durante períodos de baja mar establecidos en la Tabla de Mareas (Instituto Hidrográfico de la Armada, 1993). Para ello se determinó la presencia y

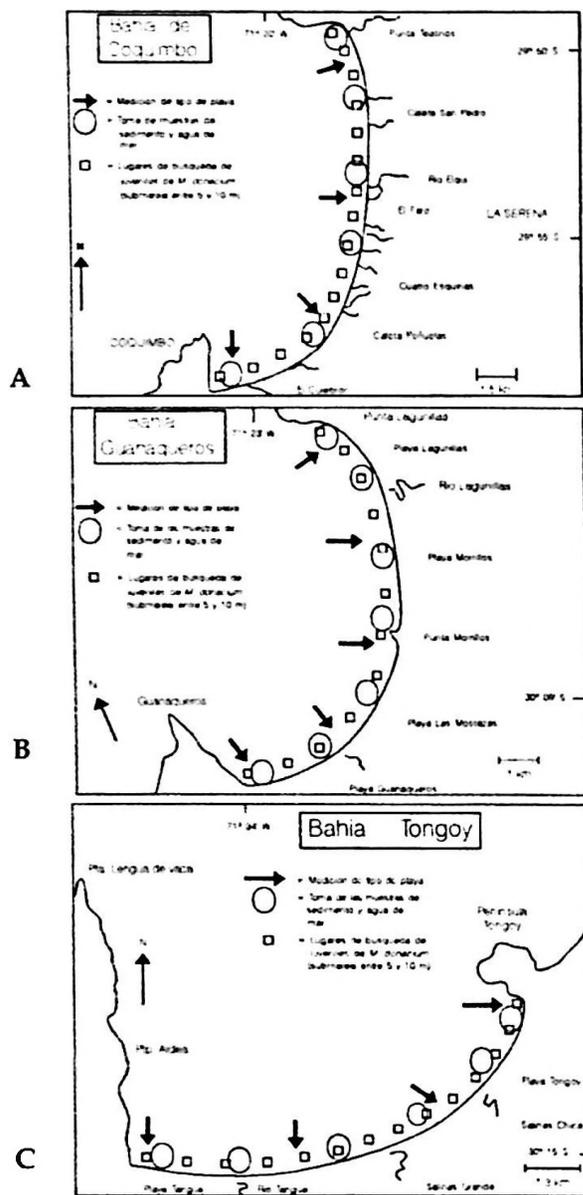


Figura 2. Muestra los lugares de A. Bahía de Coquimbo, B. Bahía Guanaqueros y C. Bahía Tongoy, donde se determinó el caudal de los cursos de agua dulce, el estado morfodinámico de playa (tipo de playa), el tamaño medio de la partícula de arena, el contenido de materia orgánica y la salinidad del agua de mar.

Study areas of A. Coquimbo Bay, B. Guanaqueros Bay and C. Tongoy bay, characterized by the presence and magnitude of freshwater sources, the beach morphodynamics state, sediment characteristics (size grain), organic content and salinity.

caudal de los cursos de agua dulce, el estado morfodinámico de la playa, la granulometría, el contenido de materia orgánica y la salinidad.

Para determinar el caudal de los cursos de agua dulce fue necesario conocer en un trayec-

to de éstos, de iguales pendientes, dos áreas transversales relativamente similares y separadas a una distancia conocida. Posteriormente se midió el tiempo en que demoraron gotas de tinta china en atravesar dicha distancia. Esta medición se repitió en 5 oportunidades, durante el día de estudio.

El estado morfodinámico de playa (tipo de playa) se determinó en 4 lugares de las bahías de Coquimbo y Tongoy y en 5 lugares de Bahía Guanaqueros. Para ello fue necesario conocer previamente la altura de las olas al momento de la rompiente (H), el período de las olas (T) y la velocidad de caída de la arena (W_s). Posteriormente, estas variables fueron usadas para determinar el Índice de Dean (Brown & McLachlan, 1990):

$$\text{Índice de Dean} = \frac{H}{W_s * T} \quad (*)$$

El índice de Dean toma valores entre 0,1 y 2,0 en playas de tipo reflectivo, entre 2, 1 y 5,0 en playas tipo de intermedio y superiores a 5,1 en playas de tipo disipativo (Brown & McLachlan, 1990).

La granulometría se determinó usando el método del tubo de Emery (Emery, 1938). Para ello se tomaron un total de 34, 40 y 30 muestras de sedimento en las bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy, respectivamente, mediante un core de $0,6 \text{ dm}^3$, el cual se enterró 10-15 mm en el sedimento. La mitad de las muestras se tomaron en el intermareal y submareal somero ($< 3 \text{ m}$) y la otra mitad desde el submareal ($5 - 10 \text{ m}$).

El contenido de materia orgánica (%) se determinó mediante el método de combustión total. Para ello se utilizaron submuestras de las obtenidas para el análisis granulométrico. Las muestras fueron secadas durante 48 h, pesadas y luego calcinadas a $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Finalmente, se determinó la relación porcentual entre el peso de la muestra y el peso de la materia orgánica. Para las mediciones de masa se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0,1 mg.

La salinidad del agua de mar se determinó mediante un salinómetro portátil con una precisión del 0,001%. Para ello se tomaron un total de 16 muestras en las bahías de Coquimbo y Tongoy y 20 muestras en Bahía Guanaqueros, mediante botellas de 180 ml cada una. La mitad

de éstas se tomó en el intermareal y submareal somero (< 3 m) y la otra mitad desde el submareal (5 - 10 m).

La Fig. 2 a, b y c muestra los lugares, en las tres bahías estudiadas, donde se determinaron las variables antes mencionadas.

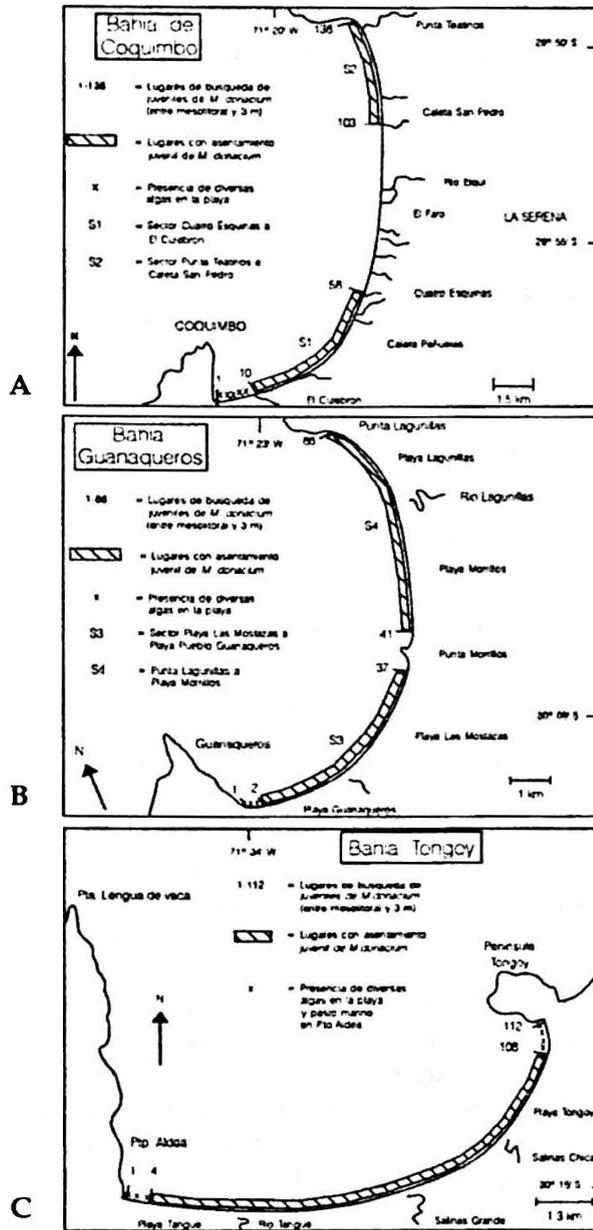


Figura 3. Ubicación de los lugares en a. Bahía de Coquimbo, B. Bahía Guanaqueros y C. Bahía Tongoy, donde se encontraron juveniles de *Mesodesma donacium*, entre el mesolitoral (0 m) y submareal somero (< 3 m).

Sites of A. Coquimbo Bay, B. Guanaqueros Bay, C. Tongoy Bay, in which juveniles of *Mesodesma donacium* were found.

Análisis estadístico de los datos

Para determinar la significancia estadística se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA simple, $\alpha = 0,05$ y $0,01$) (Sokal & Rohlf, 1969) para cada una de las variables analizadas. Sin embargo, previamente se determinó la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Bartlett ($\alpha = 0,05$ y $0,01$) (Sokal & Rohlf, 1969), debiendo normalizar las abundancias medias de juveniles de *M. donacium* por profundidad mediante $V_{y+0,5}$ la longitud media total entre las tres bahías mediante el \log_{10} y el contenido de materia orgánica (%) mediante la transformación del arco seno (Sokal & Rohlf, 1969). Finalmente, se aplicó el análisis de comparaciones múltiples de las diferencias mínimas significativas (DMS) ($\alpha = 0,01$) (Steel & Torrie, 1988).

RESULTADOS

Se encontraron juveniles de asentamiento reciente de *M. donacium* prácticamente a lo largo de todas las playas en las tres bahías estudiadas, con excepción del extremo sur y región media de Bahía de Coquimbo, el extremo sur de Bahía Guanaqueros y ambos extremos de Bahía Tongoy (Fig. 3 a, b y c). Por otro lado, se encontraron juveniles entre 0 (mesolitoral inferior) y 3 m de profundidad. Las mayores abundancias se presentaron a 1 m, siendo sólo ésta significativamente diferente (ANDEVA, $F_{(11, 606)} = 26,6$; $p < 0,05$ y $0,01$), con respecto a las otras profundidades en las bahías de Coquimbo y Guanaqueros (Fig. 4 a, b y c). No se registraron juveniles de otras especies de bivalvos (2 - 10 mm de longitud) tales como *Mulinia* sp. y otras almejas, *Tagelus dombeii* y gastrópodos tales como *Oliva* sp. entre otros (Tabla 1).

Bahía de Coquimbo presentó los juveniles de *M. donacium* de mayores longitudes totales, siendo significativamente diferentes (ANDEVA, $F_{(2, 1912)} = 43,3$; $p < 0,01$) entre las tres bahías estudiadas (Fig. 5). Estas mayores longitudes de juveniles se observaron también al comparar la estructura de tallas determinadas en las tres bahías (Fig. 6 a, b y c). Bahía de Coquimbo presentó, a diferencia de las bahías de Guanaqueros y Tongoy, una más alta frecuencia de individuos de mayores longitudes. La longitud media total de juveniles de $6,47 \pm 3,41$ mm

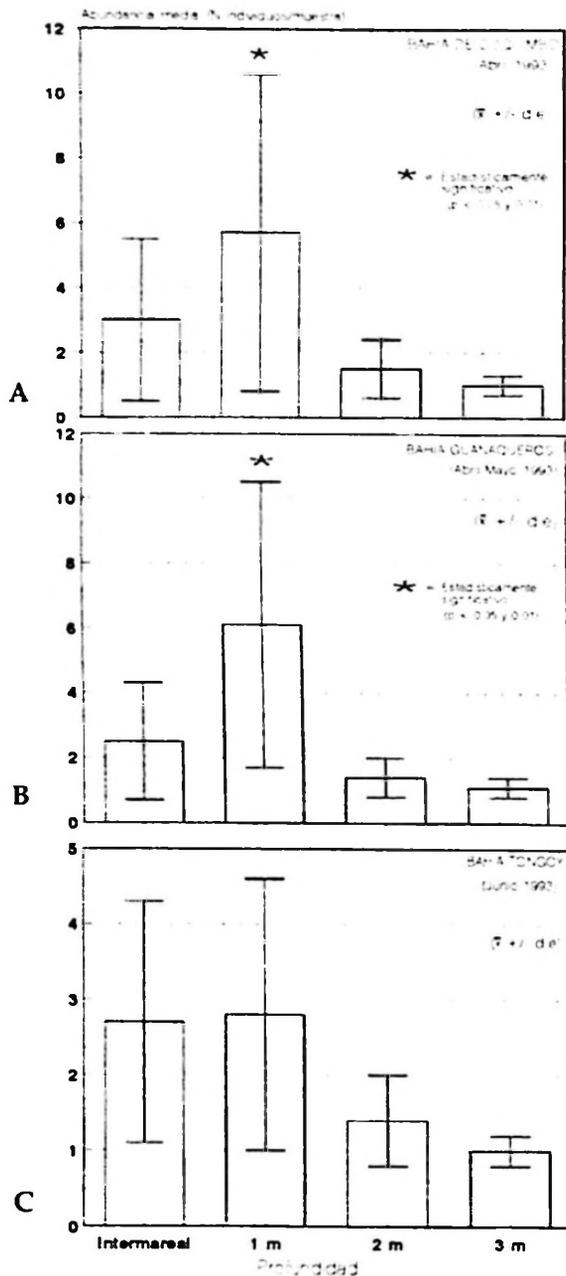


Figura 4. Abundancia media (N individuos/muestra) de juveniles de *Mesodesma donacium*, a diferentes profundidades en a. Bahía de Coquimbo, b. Bahía Guanaqueros y c. Bahía Tongoy.

Nota: Debido a que las muestras no fueron estrictamente cuantitativas, una medida aproximada del N individuos/m², se obtiene multiplicando el N individuos/muestra por un factor 19.

Mean abundance and standard deviation of *M. donacium* within each sample, at different depths in a. Coquimbo Bay, b. Guanaqueros Bay and c. Tongoy Bay.

Note: The abundance of *M. donacium* per m², is obtained by multiplying the number of *M. donacium* within each sample by 19.

observada en las tres bahías, correspondería a una edad máxima de entre 1 - 3 y 5 - 7 meses, según las claves de talla-edad descritas por Campusano & Cepeda (1979) y Tarifeño (1984), respectivamente.

En las bahías estudiadas se observaron frecuencias altas y bajas de juveniles a lo largo de las playas, en ambos años de estudio. En Bahía de Coquimbo las bajas abundancias y ausencias de juveniles coincidieron con aportes de agua dulce de diferente caudal. En cambio, las bahías de Guanaqueros y Tongoy no presentaron efluentes durante el período de estudio (Fig. 7 a, b; 8 a, b y 9 a, b). Sin embargo, también se observó ausencia de individuos en la boca de antiguos cauces de ríos, secos actualmente, o en sectores donde habitualmente, en épocas de lluvia, se abren cauces de agua dulce.

Por otra parte, las tres bahías presentaron igual estado morfodinámico de playa correspondiente al tipo intermedio (Figs. 7c, 8c y 9c), destacando la presencia de numerosos valles y cúspides en la topografía de la playa a lo largo de toda la extensión de las bahías.

Las Figs. 7d y 8d muestran que las bahías de Coquimbo y Guanaqueros presentaron dos tipos de arenas en el intermareal y submareal somero. Los sectores situados al sur presentaron arenas finas (2 a 3 Phi) (Folk, 1980) y los situados al norte arena mediana (1 a 2 Phi) (Folk, 1980). Sin embargo, Bahía Tongoy presentó a lo largo de toda su extensión arena fina (2 a 3 Phi, según Folk, 1974) (Fig. 9d). Por otra parte, el submareal (5 - 10 m) de las tres bahías presentó arena fina, a excepción del extremo sur de Bahía Tongoy, el cual presentó arena mediana (Figs. 7d, 8d y 9d). Cabe destacar que en las tres bahías estudiadas los ambientes sin juveniles de *M. donacium* ubicados en el extremo sur de las bahías de Coquimbo y Guanaqueros y en ambos extremos de Bahía Tongoy, presentaron predominantemente arena fina (Figs. 7e, 8e y 9e) y alto contenido de materia orgánica (Figs. 7f, 8f y 9f). El contenido de materia orgánica siempre fue significativamente más alto (ANDEVA, $F_{(18,33)} = 39,4$; $p < 0,01$) en sectores sin juveniles comparado a aquellos con juveniles.

En Bahía de Coquimbo se registraron las salinidades más bajas. El ambiente sin juveniles ubicado en el extremo sur de ésta presentó el valor más bajo (%), siendo estadísticamente

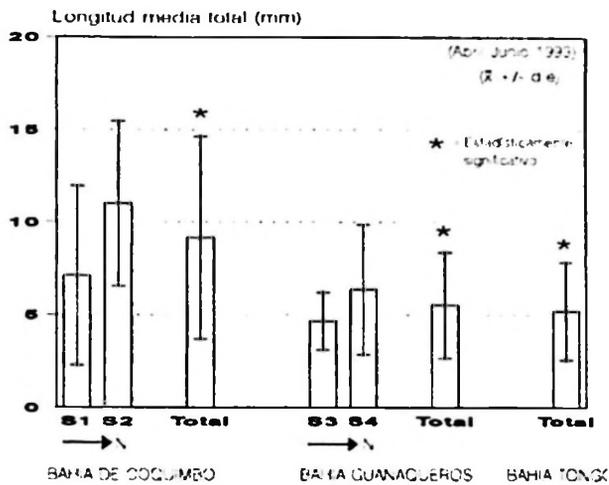


Figura 5. Longitud media total (mm) de los juveniles de *Mesodesma donacium*, entre los sectores determinados en las bahías de Coquimbo y Guanaqueros, y entre las tres bahías (total). (S1 = Cuatro Esquinas a El Culebrón, S2= Punta Teatinos a Caleta San Pedro, S3= Playa las Mostazas a Pueblo Guanaqueros, y S4= Punta Lagunillas a Playa Morrillos).

Mean shell length and standard deviation (mm) of *M. donacium*, between the study sites (S1 y S2) in Coquimbo and (S3 y S4) in Guanaqueros bays, and between the three bays.

Tabla 1. Juveniles de otras especies de bivalvos y gastrópodos capturados por la red de arrastre en el submareal entre 5 y 10 m de profundidad, en las tres bahías estudiadas.

Juveniles of other bivalves and gastropods captured by a drag net in the subtidal (5 and 10 m of depth), within the study areas.

BAHIAS	Bahía de Coquimbo	Bahía Guanaqueros	Bahía Tongoy
Juveniles de asentamiento reciente	<i>Tagelus dombeii</i> <i>Oliva sp</i> Otras almejas	<i>Oliva sp</i> Otros gastróp. Otras almejas	<i>Tagelus dombeii</i> <i>Mulinia sp</i> Otros gastrópodos

diferente (ANDEVA $F_{(18, 33)} = 14,9$ $p < 0,05$ y $0,01$) con respecto a las salinidades determinadas en el resto de la bahía, como también con respecto a las salinidades determinadas a lo largo de las bahías de Guanaqueros y Tongoy. En estas últimas bahías no se observó relación alguna entre las diferencias de salinidad y la presencia y ausencia de juveniles (Figs. 7g, 8g y 9g).

Finalmente, los sectores sin juveniles de *M. donacium* correspondientes a Playa Changa y

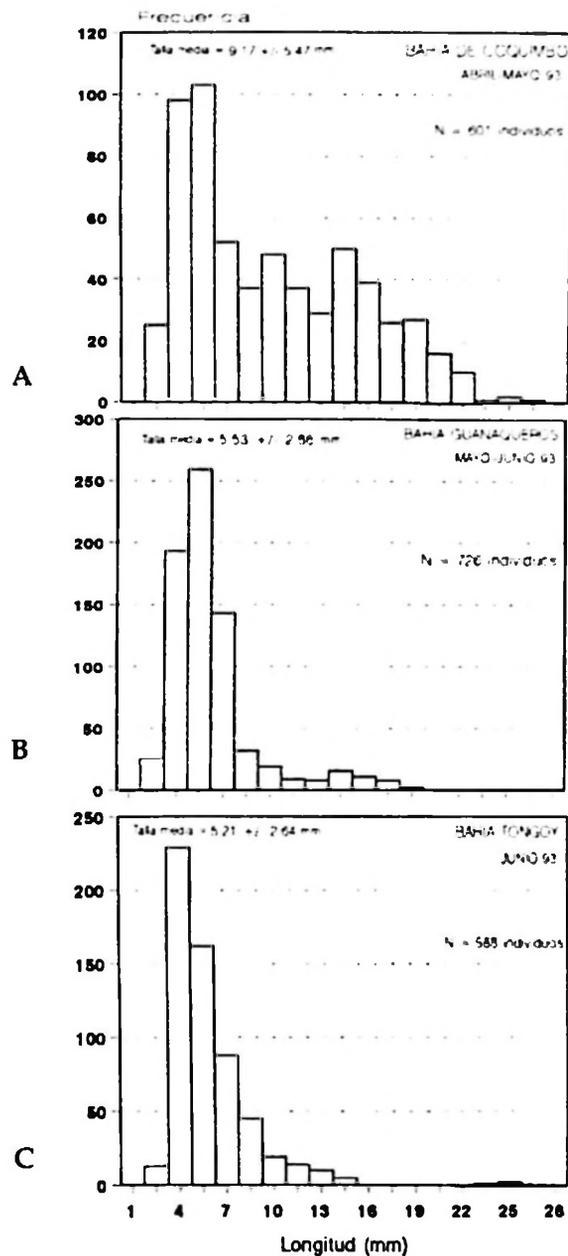


Figura 6. Estructura de tallas de los juveniles de *Mesodesma donacium* en a. Bahía de Coquimbo, b. Bahía Guanaqueros, y c. Bahía Tongoy.

Length frequency distribution of *M. donacium* in a. Coquimbo Bay, b. Guanaqueros Bay and c. Tongoy Bay.

los ubicados frente a los pueblos Guanaqueros, Tongoy y Puerto Aldea, se caracterizaron por presentar diversas algas varadas y/o flotando en la playa, tales como: *Gracilaria sp*, *Ulva sp*, *Rhodymenia howeana* (Dawson, 1941), *Gigartina chamissoi* (C. Agardh) (J. Agardh) y la fanerógama *Heterozostera tasmanica* (Martens ex.

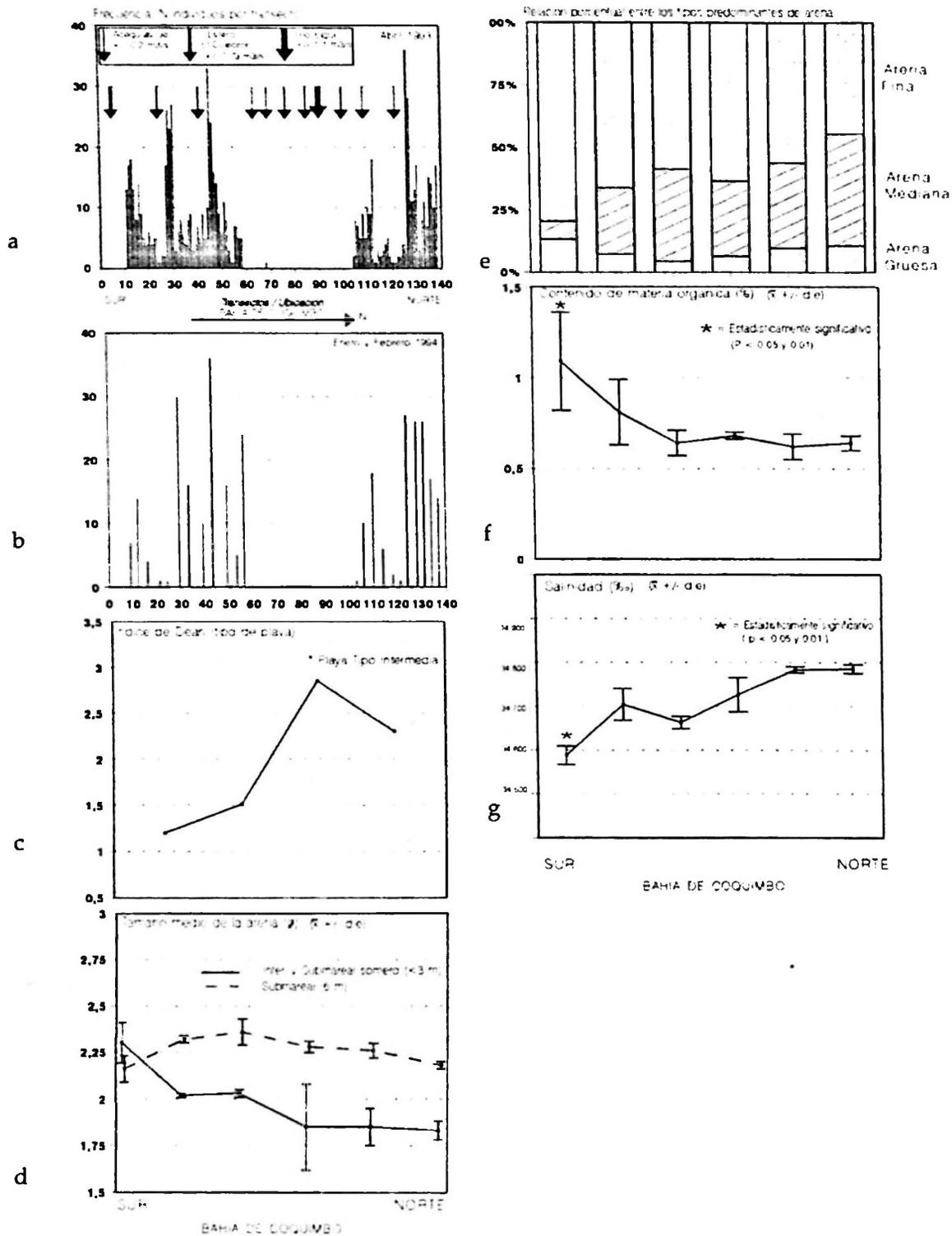


Figura 7. Resumen de los resultados obtenidos a lo largo de la Bahía de Coquimbo, en cuanto a: a. Abundancia de juveniles en la primera búsqueda, b. Abundancia de juveniles en la segunda búsqueda, c. Índice de Dean (Tipo de playa), d. Tamaño medio de la partícula de arena (ϕ), e. Relación porcentual entre los tipos predominantes de arena, f. Contenido de Materia Orgánica (%) y g. Salinidad del agua de mar.

Summary of the results obtained in Coquimbo Bay according to: a. Abundance of surf clam in April 1993, b. Abundance of surf clam between January and February 1994, c. Dean's index, d. Mean grain size and standard deviation (ϕ), e. Percent relationship between dominant sand types, f. Mean organic content and standard deviation (%) and g. Mean salinity of sea water and standard deviation.

Aschers.), este último sólo en Bahía Tongoy. Estas plantas se encontraron ya sea flotando en el agua o formando una extensa capa sobre la playa (mesolitoral medio) (Fig. 3a, b y c).

DISCUSION

Los 32 días que aproximadamente permanecen las larvas de *Mesodesma donacium* en la columna de agua antes del asentamiento (Fuentes, 1988), junto con las velocidades de las corrientes de fondo en Bahía de Coquimbo (Valle, 1980), Bahía Guanaqueros (Pacheco *et al.*, 1988) y Bahía Tongoy (Akaboshi & Illanes, 1983) parecen ser suficientes para lograr la dispersión y distribución de las larvas a lo largo de ellas. No obstante, si bien las larvas se pueden distribuir a lo largo de todas las bahías y eventualmente asentarse en forma homogénea en toda su extensión, la distribución de los juveniles aparece de manera no homogénea. Los juveniles, sólo presentes en aquellos en el intermareal y el submareal somero, están ausentes en aquellos sectores caracterizados por presentar predominantemente arena fina, alto contenido de materia orgánica, algas en suspensión o varadas en la playa y aportes importantes de agua dulce.

Los sedimentos constituidos por arenas finas y alto contenido de materia orgánica no parecen permitir el desarrollo de juveniles de *M. donacium*, similar a lo descrito por McLusky *et al.* (1975), para *Donax incarnatus* donde en aquellos sectores con arena fina se interrumpe la distribución espacial de esta especie. Esto podría ser debido a la resuspensión del sedimento fino que obstruiría su mecanismo alimenticio de filtración. Para especies del género *Mytilus*, Bayne *et al.* (1976) y Seed (1976) concluyeron que un fenómeno de esa índole puede ocasionar incluso la muerte. Por otra parte, según Sanders (1958) y Butman (1988) el asentamiento de moluscos bivalvos filtradores es favorecido en ambientes con bajo contenido de materia orgánica, puesto que en estos lugares existe un constante movimiento de agua, lo cual asegura una renovación permanente de alimento en suspensión. Estas razones explican la ausencia general de organismos filtradores, como *M. donacium*, en sedimentos finos con alto contenido de materia orgánica (Figs. 7 e, f; 8 e, f y 9 e; f), tal como han concluido McLusky

et al. (1975), Whitlatch (1977), Whitlatch (1981), Wilson & Shelley (1986), Long & Lewis (1987) y Skilleter (1992).

Por otra parte, las algas y las fenerógamas, tanto en suspensión como varadas en el mesolitoral (Fig. 3 a, b y c), también podrían impedir el asentamiento de los juveniles de *M. donacium*, no sólo actuando como filtro (Olafsson, 1988), sino además compactando el sedimento y, por lo tanto, evitando la excavación de los reclutas (Brenchley, 1982). También es importante indicar que las algas generan condiciones anóxicas bajo ellas, que producen una alta mortalidad en moluscos bivalvos (Olafsson, 1988; Everett, 1994).

Las variaciones en las frecuencias de juveniles de *M. donacium* observadas a lo largo de las tres bahías (Figs. 7 a, b; 8 a, b y 9 a, b) pareciera, por una parte, estar asociado a la presencia de cursos de agua dulce. En el caso de Bahía de Coquimbo corresponde a cauces actuales, en cambio en las bahías Guanaqueros y Tongoy corresponden a lechos secos de desembocaduras de canales que se forman en épocas de lluvias. Esto sugiere una fuerte asociación de la disminución de juveniles con bajas salinidades, tal como lo han observado Wade (1968), Olivier *et al.* (1971) Ansell *et al.* (1972), McLusky *et al.* (1975), Hibbert (1977), Hughes & Bourne (1981) y Defeo *et al.* (1986) para diversas especies de bivalvos de fondos blandos. Cabe señalar que si bien la medición de la salinidad no permitió detectar diferencias importantes, el efecto de la salinidad también se observó asociado a lechos secos de ríos. De tal manera que la ausencia de juveniles se debería a disminuciones ocasionales de salinidad, las cuales difícilmente se pueden detectar con un registro puntual tanto espacial como temporalmente, como es el que se realizó en el presente estudio. Por lo tanto, para detectar diferencias en la salinidad se requeriría de un registro continuo.

Por otro lado, la regularidad con que se suceden las altas y bajas frecuencias a lo largo de las playas, también sugiere una posible asociación con los valles y cúspides, topografía característica de las playas tipo intermedias. Esto es una posibilidad que aún requiere de estudio, mediante un diseño de muestreo específico.

La distribución batimétrica de los juveniles, con las mayores abundancias relativas en el mesolitoral inferior y a 1 m de profundidad

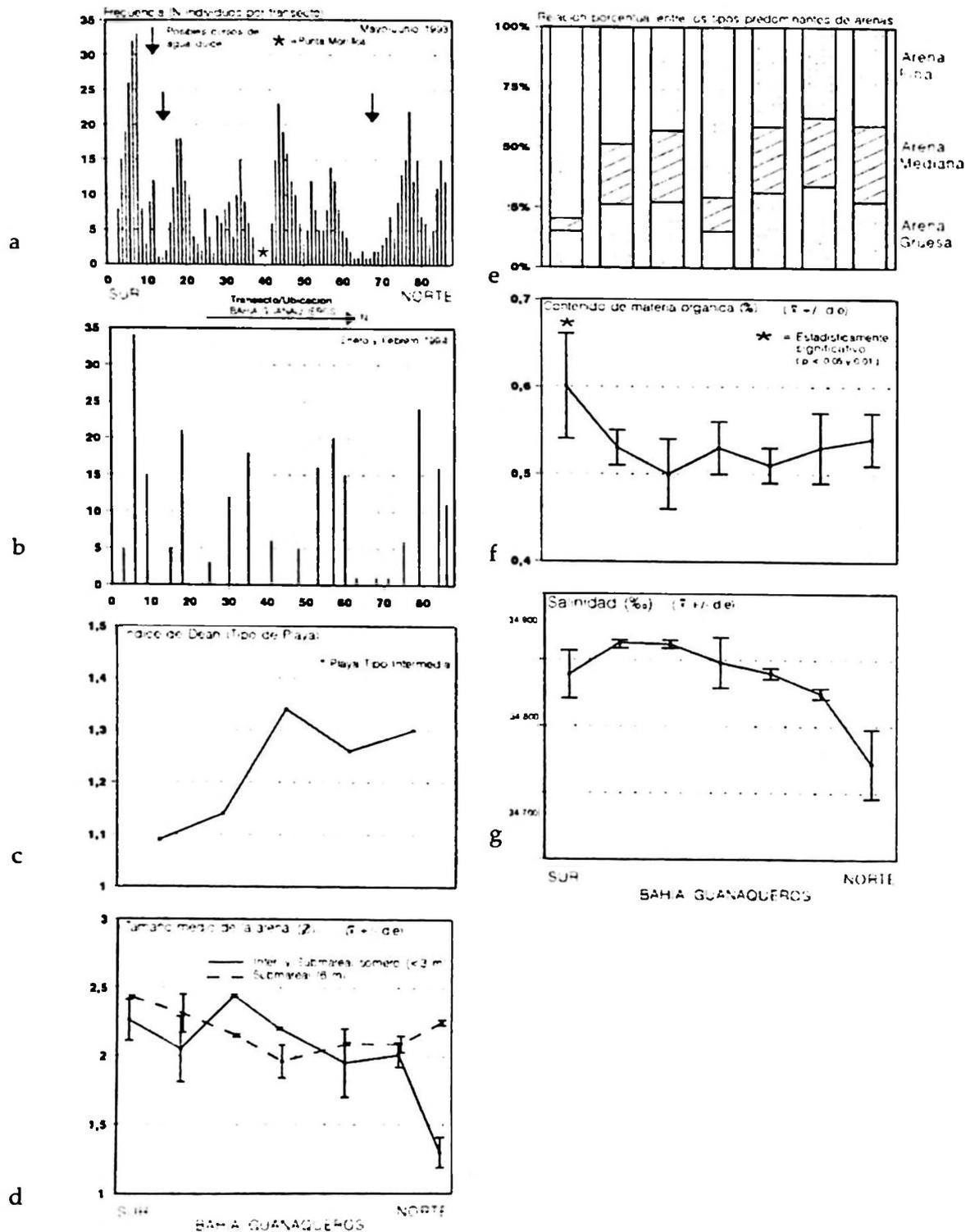


Figura 8. Resumen de los resultados obtenidos a lo largo de la Bahía Guanaqueros, en cuanto a: a. Abundancia de juveniles en la primera búsqueda, b. Abundancia de juveniles en la segunda búsqueda, c. Índice de Dean (Tipo de playa), d. Tamaño medio de la partícula de arena (ϕ), e. Relación porcentual entre los tipos predominantes de arena, f. Contenido de Materia Orgánica (%) y g. Salinidad del agua de mar.

Summary of the results obtained in Guanaqueros Bay according to: a. Abundance of surf clam between May and June 1993, b. Abundance of surf clam between January and February 1994, c. Deans's index, d. Mean grain size and standard deviation (ϕ) e. Percent relationship between dominant sand types, f. Mean organic content and standard deviation (%) and g. Mean salinity of sea water and standard deviation.

(Fig. 4 a, b y c), y por tanto, en el límite superior de la distribución batimétrica de la especie (Alarcón, 1979; Campusano & Cepeda, 1979), sugiere una posible exclusión espacial entre adultos y juveniles. Tarifeño (1984) y Jaramillo *et al.* (1994) también observaron una segregación entre juveniles y adultos para *M. donacium* en el sur de Chile. De la misma manera Olivier *et al.* (1971) y Defeo (1985) en sus estudios de *Mesodesma mactroides* y Wade (1968), Ansell & Lagardère (1980) y Bondsdorff & Nelson (1992) estudiando numerosas especies del género *Donax* (todas habitantes de sistemas de playa de arena) también determinaron una segregación espacial entre juveniles y adultos. La exclusión espacial entre ambos grupos podría explicarse como una forma de escape de los juveniles a la presión de depredación ejercida por los adultos (Woodin, 1976; Petersen & Andre, 1980). Esto último es apoyado por Williams (1980), André & Rosemberg (1991), Bachelet *et al.* (1992) y André *et al.* (1993), quienes han concluido, a partir de experiencias de laboratorio, que los adultos de *Tapes japonica*, *Mya arenaria* y *Cerastoderma edule* impiden o disminuyen el asentamiento juvenil debido al consumo de sus propias larvas mediante la filtración.

Sin embargo, Alarcón & Navea (1992) trabajando en bancos de *Mesodesma donacium*, en diferentes bahías de la IV Región, concluyen que el reclutamiento ocurre en cualquier sector del banco y, por lo tanto, en cualquier profundidad. No obstante, estos autores consideraron como reclutas a individuos mayores de 24 mm de longitud ántero-posterior. Dichos individuos tendrían una edad aproximada entre 7 y 11 meses, de acuerdo a las claves de talla-edad descritas por Campusano & Cepeda (1979) y Tarifeño (1984) respec-

tivamente, lo que junto a la dinámica de las playas permite sugerir que estos individuos no se encontrarían ya en el lugar original de asentamiento.

La mayor longitud media de juveniles observada en Bahía de Coquimbo (Fig. 5), podría hacer pensar que el asentamiento en esta bahía ocurre antes que en las otras bahías estudiadas. No obstante, dicha talla media también podría deberse al repoblamiento sistemático de individuos entre 15 y 30 mm de longitud aproximadamente, que llevan a cabo los mariscadores en el sector de Punta Teatinos, observado personalmente durante el período de estudio.

La fuerte presión de pesca ejercida sobre las poblaciones de *M. donacium* y su eventual sobreexplotación hacen necesario el desarrollo de una estrategia de manejo. En el desarrollo de esa estrategia debería considerarse el patrón de distribución batimétrica de los juveniles en relación a la explotación que los pescadores artesanales hacen desde la orilla. Esa modalidad de extracción del recurso podría estar afectando el desarrollo y supervivencia de los juveniles. No obstante, se deberá estudiar previamente hasta qué punto existe en esos niveles una coexistencia de adultos y juveniles. En el presente estudio, al tomar muestras sólo del estrato superficial del sedimento, no se realizó un registro de la abundancia de los adultos. De existir una coexistencia, debería limitarse la extracción a esos niveles en períodos posteriores al asentamiento.

Otro aspecto importante en el desarrollo de una estrategia de manejo es la posible variabilidad interanual del reclutamiento. Un registro anual, utilizando como base la metodología de muestreo del presente trabajo, permitiría describir esa variabilidad.

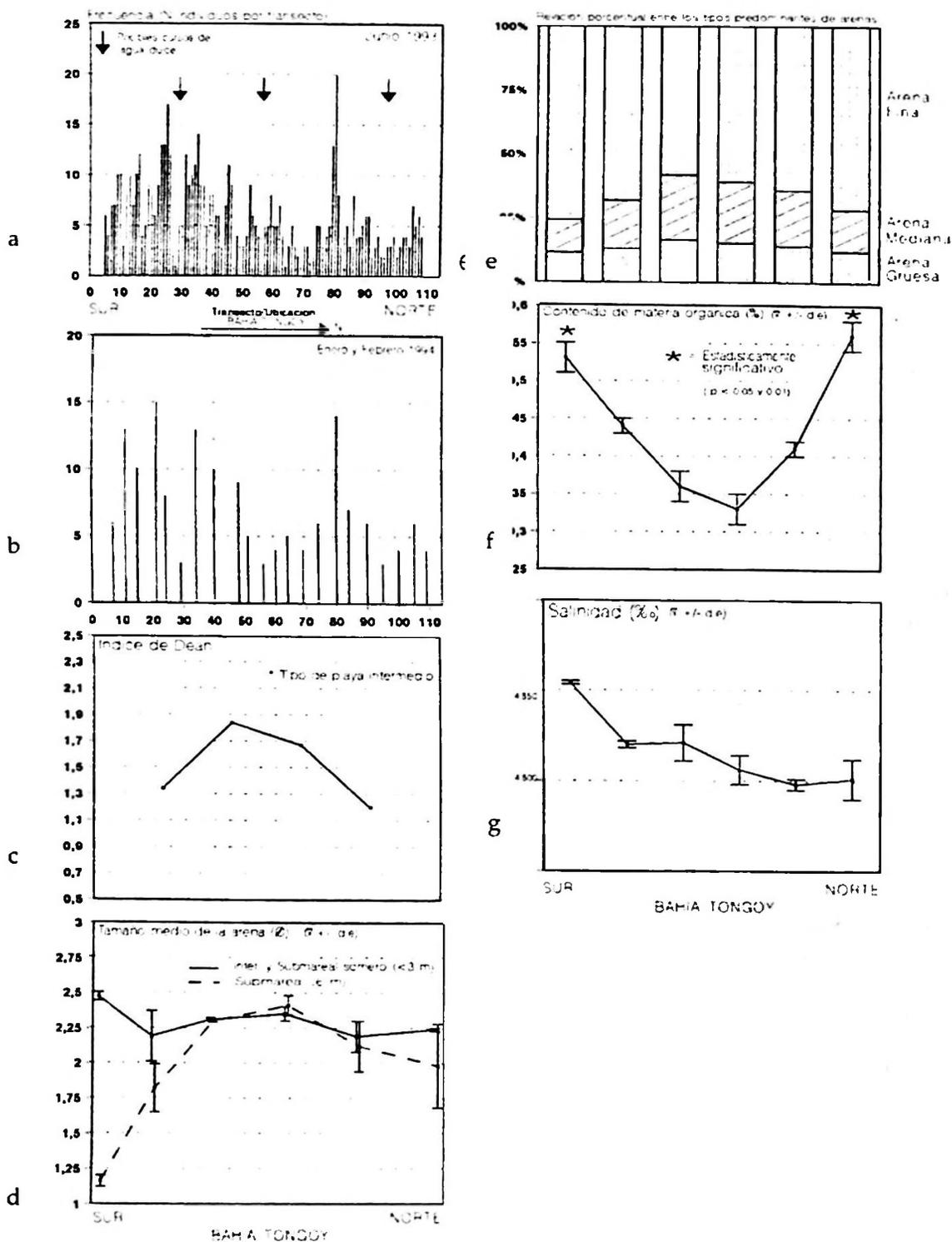


Figura 9. Resumen de los resultados obtenidos a lo largo de la Bahía Tongoy, en cuanto a: a. Abundancia de juveniles en la primera búsqueda, b. Abundancia de juveniles en la segunda búsqueda, c. Índice de Dean (Tipo de playa), d. Tamaño medio de la partícula de arena (ϕ), e. Relación porcentual entre los tipos predominantes de arena, f. Contenido de Materia Orgánica (%) y g. Salinidad del agua de mar.

Summary of the results obtained in Tongoy Bay according to: a. Abundance of surf clam in June 1993, b. Abundance of surf clam between January and February 1994, c. Dean's index, d. Mean grain size and standard deviation (ϕ), e. Percent relationship between dominant sand types, f. Mean organic content and standard deviation (%) and g. Mean salinity of sea water and standard deviation.

LITERATURA CITADA

- AKABOSHI, S. & J. E. ILLANES. 1983. Estudio experimental sobre la captación, pre-cultivo y cultivo, en ambiente natural de *Chlamys (Argopecten) purpurata*, Lamarck, 1819, en Bahía Tongoy, IV Región, Coquimbo. En: Symp. Int. Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile, Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, pp. 233-254.
- ALARCÓN, E., 1979. El Recurso de Machas (*Mesodesma donacium*, de la IV Región). Depto. Oceanografía Biológica. Informe. CIS. U. del Norte, Sede Coquimbo. 53 pp.
- ALARCÓN, E. & M. NAVEA. 1992. Estudio sobre el Recurso de Machas (*Mesodesma donacium*) en la IV Región. Informe Final. Depto. de Acuicultura, Fac. de Cs. del Mar, Universidad Católica del Norte y SERPLAC, 61 pp.
- ANDRÉ, C., P. JONSSON & M. LINDEGARTH. 1993. Predation on settling bivalve larvae by benthic suspension feeders: the role of hydrodynamics and larval behaviour. *Marine Ecology Progress Series*. 97: 183-192.
- ANDRÉ, C. & R. ROSENBERG. 1991. Adult-larval interactions in the suspension-feeding bivalves *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria*. *Marine Ecology Progress Series*. 71: 227-234.
- ANSELL, A. & F. LAGARDERE. 1980. Observations on the biology of *Donax trunculus* and *D. vittatus* at Ile d'Oléron (French Atlantic Coast). *Marine Biology*. 57: 287-300.
- ANSELL, A., P. SIVADAS, B. NARAYANAN & A. TREVALION. 1972. The Ecology of Two Sandy Beaches in South West India. III. Observations on the *Donax incarnatus* and *D. spiculum*. *Marine Biology*. 17: 318-332.
- BACHELET, G., J. GUILLOU & P. LABOURG. 1992. Adult-larval and juvenile interactions in the suspension-feeding bivalve, *Cerastoderma edule*: field observations and experiments. En: Colombo, G., Ferrari, I., Ceccherelli, V., Rossi, R. (eds.) Proc. 25 th Eur. mar. Biol. Symp. Olsen & Olsen, Fredensborg, pp. 175-182.
- BAYNE, B. L.; R. J. THOMPSON & J. WIDDOWS. 1976. Physiology I. En: *Marine Mussels their ecology and physiology*. B. L. Bayne (Editor), pp. 121-159.
- BONSDORFF, E. & W. NELSON. 1992. The Ecology of Coquina Clams *Donax variabilis* Say, 1822, and *Donax parvula* Philippi, 1849, on the East Coast of Florida. *The Veliger* 35 (4): 358-365.
- BRENCHLEY, G. 1982. Mechanisms spatial competition in marine soft-bottom communities. Elsevier Biomedical Press. 520 pp.
- BROWN, A. & A. McLACHLAN. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier. Amsterdam. 433 pp.
- BUTMAN, C., J. GRASSLE & C. WEEB. 1988. Substrate choices made by marine larvae settling in still water and in a flume flow. *Nature* 333: 771-773.
- CAMPUSANO, L. & J. CEPEDA. 1979. Estructura de la Comunidad y Ecología Poblacional de la Macha (*Mesodesma donacium*, Lamarck, 1818), en la Bahía de Coquimbo. Informe Final. Universidad de Chile y SERPLAC. 150 pp.
- DEFEO, O. 1985. Aspectos Biocenológicos y Dinámica de la Población de "Almeja Amarilla", *Mesodesma mactroides* (Desh., 1854), en la zona de la Barra del Chuy. Departamento de Biología, Universidad de la República. Uruguay, 65 pp.
- DEFEO, O. C. LAYERLE & A. MASELLO. 1986. Spatial and structure of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Desh., 1854) in Uruguay. *Medio Ambiente* 8(1): 48-57.
- EMERY, K. O. 1938. Rapid method of mechanical analysis of sands. *J. Sedim. Petrol.* 8: 105-111.
- EVERETT, R. A. 1994. Macroalgae in marine soft-sediment communities: effects on benthic faunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 175: 253-274.
- FOLK, R. L. 1980. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas: 282 pp.
- FUENTES, I. 1988. Desarrollo y Morfología externa comparada de larvas y post-larvas de *Mesodesma donacium* y *Mulinia* sp. (Bivalvia, Mactracea) cultivadas en laboratorio. Tesis de Pregrado y Título de Biólogo Marino. U. Católica del Norte.
- HIBBERT, C. J. 1977. Growth and Survivorship in a Tidal-Flat Population of the Bivalve *Mercenaria mercenaria* from Southampton Water. *Marine Biology*. 44 71-76.
- HUGHES, S. E. & N. BOURNE. 1981. Stock assessment and life history of a newly discovered Alaska surf clam (*Spisula polynyma*) resource in the southeastern Bering Sea. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 38: 1173-1181.
- INSTITUTO FOMENTO PESQUERO. 1994. Diagnóstico, Evaluación y Manejo de las Principales Pesquerías Bentónicas de la IV Región. Volumen I. 102 pp.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA ARMADA. 1993. Tabla de Mareas. Armada de Chile. 280 pp.
- JARAMILLO, E. 1987. Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: zonation patterns and zoogeography. *Vie Milieu*. 37 (3/4): 165-174.
- JARAMILLO, E., M. PINO, L. FILUN & M. GONZÁLEZ. 1994. Longshore Distribution of *Mesodesma donacium* (Bivalvia: Mesodesmatidae) on a Sandy Beach of the South of Chile. *The Veliger* 37(2): 192-200.
- LONG, B. & J. LEWIS. 1987. Distribution and community structure of the benthic fauna of north shore of the Gulf of St. Lawrence described by numerical methods of classification and ordination. *Marine Biology*. 95: 93-101.
- MCCLUSKY, D. S., S. NAIR, A. STIRLING & R. BHARGAVA. 1975. The Ecology of a Central West Indian Beach, with Particular Reference to *Donax incarnatus*. *Marine Biology* 30: 267-276.
- OLAFSSON, B. 1988. Inhibition of larval settlement to a soft bottom benthic community by drifting algae mats: an experimental test. *Marine Biology* 97: 571-574.
- OLIVIER, S., D. CAPEZZANI, J. CARRETO, H. PENCHASZADEH. 1971. Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroide*, Desh., 1854) en Mar Azul Pdo. de Gral. Madariaga, Bs. As., Argentina. Public. Proyecto Des. Pesq. N° 27.
- PACHECO A., J. OLIVARES Y M. BERRIOS. 1988. Reconocimiento de Corrientes de Mareas en Bahía Guaqueros. Informe Final. Depto. de Biología Marina, Universidad Católica del Norte. 38 pp.
- PEREDO, CH., E. PARADA & I. VALDEBENITO. 1987. Gametogenesis and Reproductive Cycle of the Surf Clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Mesodesmatidae) at Queule Beach, Southern Chile. *The Veliger* 30(1): 55-68.
- PETERSEN, CH. & S. ANDRE. 1980. An experimental analysis of interspecific competition among marine filter feeders in a soft-sediment environment. *Ecology* 61(1): 129-139.

- SANDERS, H. L. 1958. Benthic studies of Buzzards Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnology and Oceanography* 3: 245-258.
- SEED, R. 1976. Ecology. En: *Marine Mussels their ecology and physiology*. B. L. Bayne (Editor). 121-159 pp.
- SERVICIO NACIONAL DE PESCA. 1994. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile. 190 pp.
- SKILLETER, G. 1992. Recruitment of cerithiid gastropods (*Rhinoclavis* spp.) in sediments at One Tree Reef, Great barrier Reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 156:1-21.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1969. *Biometry*. W. H. Freeman and Company. San Francisco. 776 pp.
- STEEL, R. G. & H. TORRIE. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 1ª Edición en español. McGraw-Hill. 622 pp.
- STOTZ, W., P. DE AMESTI, D. MARTÍNEZ & E. PÉREZ. 1991. Lugares de asentamiento y desarrollo de juveniles tempranos de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789) en ambientes inter y submareales de la IV Región, Coquimbo. *Revista Biología Marina, Valparaíso* 26(2): 339-350.
- TARIFEÑO, E. 1984. Manejo y Evaluación de la Macha *Mesodesma donacium*, en la provincia de Arauco, VIII Región. Informe Final. Pont. U. Cat. de Chile, sede Talcahuano y SERPLAC. 43 pp.
- Valle, J. C. 1980. Estudio de disposición final de las aguas servidas de La Serena y Coquimbo. Tomo 2. I.C.C.; C.I.S. Universidad del Norte y Dames & Moore. 297 pp.
- WADE, B. A. 1968. Studies on the biology the West Indian beach clam, *Donax denticulatus* (Linné). 1. Ecology. *Bulletin of Marine Science* 17:149-174.
- WHITLATCH R. B. 1977. Seasonal Changes in the Community structure of the Macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biological Bulletin* 152: 275-294.
- WHITLATCH, R. B. 1981. Animal-sediment relationships in intertidal marine benthic habitats: some determinants of deposit-feeding species diversity. *Journal of Experiments Marine Biology and Ecology* 53: 31-45.
- WILLIAMS, J. G. 1980. The influence of adults on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica*. *Journal of Marine Research* 38:739-741.
- WILSON, J. & C. SHELLEY. 1986. The distribution of *Nucula turgida* (Bivalvia: Protobranchia) from Dublin Bay, Ireland, and the effects of sediments organic content. *Journal Marine Biological association of the United Kingdom* 66:119-130.
- WOODIN, S.A. 1976. Adult-larval interactions in dense infaunal assemblages: patterns of abundance. *Journal Marine Research* 34:25-41.