

ASENTAMIENTO Y RECLUTAMIENTO DE *Pyura chilensis* MOLINA, 1782 (UROCHORDATA: ASCIDIACEA) SOBRE PLACAS ARTIFICIALES SUSPENDIDAS EN BAHÍA LA HERRADURA, COQUIMBO, CHILE.

Trabajo presentado en las XI Jornadas de Ciencias del Mar. Viña del Mar, mayo 1991

RATTCLIFF P. AMBLER¹ & JUAN I. CAÑETE² (*)

Rattcliff P. Ambler¹ & Juan I. Cañete² (*): Settlement and recruitment of *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Urochordata: Ascidiacea) on artificial plates suspended in La Herradura Bay, Coquimbo, Chile.

Pyura chilensis is an economically important marine resource exploited along the Chilean coast, and is the main fouling species affecting to marine culture of bivalves located in IV Región, Chile. During an investigation on the demographic parameters of the principal fouler species associated to an experimental suspended culture of the marine gastropod *Calyptrea (trochita) trochiformis* in La Herradura Bay (29°58'S, 71°22'W), Coquimbo, Chile, the settlement and recruitment and the spatial temporal variability of recruitment was studied using acrylic plates (625cm²) located at 1 and 5 m depth. Only one period of recruitment ranging from September-October to February in each year, with maximum average values around to 14-15 recruits / plate-month, was found. The onset of recruitment began when the surface temperature increased above 14.5° C; We found not significant differences between depths and between both periods (spring and summer 1989-1990 and 1990-1991).

The abundance of *P. chilensis* recruits is far the most reduced among the fouler species from Herradura Bay, but is the dominant species covering this suspended plates, suggesting that in this artificial substratum the abundance of recruit is not important as some ecological models predict, being more important biological attributes such as longevity and body size. Some problems related to the proposition of management chronology of marine culture in fuction of recruitment periods of *P. chilensis* and other fouling invertebrates in Herradura Bay are discussed.

Key word: Fouling, Chilean ascidians, Settlement and recruitment size.

1. Servicio Nacional de Pesca, Tongoy, IV Region, Chile.

2. Depto. Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile.

(*) Dirección actual: Dpto. Oceanología, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

INTRODUCCION

Durante el desarrollo de una investigación dirigida a determinar la factibilidad de cultivar el mesogastrópodo comestible *Calyptraea (Trochita) trochiformis* (Born, 1778) sobre sustratos artificiales (placas de acrílico transparentes) suspendidos en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, (Illanes, 1990), se presentó la posibilidad de estudiar la variabilidad espacio-temporal en el reclutamiento de las principales especies de organismos incrustantes establecidos sobre este sustrato. Tal estudio fue considerado importante, debido a que estos organismos representan un grave problema para las especies de bivalvos cultivados en las bahías de la IV Región, Coquimbo, como para los implementos utilizados en su cultivo, ya que incrementan el peso de los artefactos, disminuyen el flujo de agua, sobrecrecen a las especies cultivadas e incrementan los costos de mantención y limpieza.

Hasta el momento, los cultivadores de bivalvos de la IV Región no han descubierto un método para controlar la adhesión de los invertebrados incrustantes, y se ha planteado la posibilidad de realizar un cronograma de manejo conociendo los períodos de reclutamiento de las especies más perjudiciales. Estos antecedentes permitirían establecer los períodos del año en el cual se deberían realizar el hundimiento de las linternas y/o el cambio de lugar de los implementos para reducir los daños y costos económicos.

Bahía La Herradura presenta una gran abundancia de invertebrados incrustante, habiéndose descrito

alrededor de 54 especies (Dubois, 1979; Viviani & DiSalvo, 1980). Entre éstas resaltan las ascidias por el gran tamaño que adquieren, la gran habilidad de sobrecrecer a otras especies y la gran capacidad de colonizar rápidamente el sustrato artificial disponible. Se han identificado 5 especies: la ascidia colonial *Botryllus* sp. y las ascidias simples *Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1767), *Paramolgula* sp., *Pyura chilensis* Molina, 1782, y una especie no identificada.

En el presente trabajo se caracteriza el asentamiento y el reclutamiento de la ascidia *P. chilensis* utilizando placas de acrílico suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, considerando los siguientes objetivos: a) Identificar y describir la postlarva y recluta; b) estimar los niveles de abundancia de los reclutas (Sensu Keough & Downes, 1982) y determinar los posibles factores que expliquen las variaciones de este parámetro, y c) comparar con los antecedentes recopilados sobre el reclutamiento de otras especies de incrustantes del área de estudio. Con la información obtenida se plantean algunos posibles problemas que podrían generarse al diseñar un cronograma de manejo para los cultivadores de bivalvos de esta región, además de aportar nuevos antecedentes sobre la biología de este recurso bentónico y la dinámica de la comunidad de invertebrados incrustantes de dicha localidad.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló entre Abril de 1989 y Febrero de 1991, en un muelle de propiedad de la Universidad Católica del Norte, ubicado 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 ascidias adheridas sobre los pilotes del muelle y en menor grado sobre el sustrato rocoso subyacente. Desde el muelle se suspendieron 12 placas de acrílico transparente de 625 cm² (25 X 25 cm) ubicadas a 1 m y 12 a 5 m de profundidad sobre un sector rocoso de 7 m. Las placas que se ubicaron a 1 m nunca quedaron expuesta al aire.

Para determinar la abundancia de reclutas se realizaron muestreos destructivos, los cuales permitieron registrar la abundancia de reclutas establecidos cada mes. Las placas fueron colocadas en el agua al inicio de cada mes y retiradas al final del mismo. Las postlarvas no se cuantificaron mensualmente debido al pequeño tamaño y a que son transparentes.

Para efectos del trabajo, un recluta de *P. chilensis* es un individuo juvenil cuya longitud, medida desde la base del sifón exhalante hasta la base del sifón inhalante o diámetro dorsoventral, varía entre 5 y 7 mm. La identificación de los reclutas se logró una vez que los individuos habían adquirido un diámetro superior a 5 mm, ya que durante el período de reclutamiento se establecieron las 5 especies antes señaladas lo que hizo dificultoso la identificación de los individuos recién establecidos como también de los juveniles. El principal problema lo produjo la presencia de juveniles de la ascidia *Paramolgula* sp. los cuales poseen una morfología externa muy similar a los juveniles de *P. chilensis*. Cuando

adquirieron un diámetro superior a 5 mm, se pudieron diferenciar por el color y el aspecto de la túnica, siendo de color anaranjada y lisa en la primera, y rojiza y globular en la segunda. La identificación de la postlarva se logró analizando la descripción y esquemas de Cea (1970).

Las medidas se realizaron con un pie de metro con una precisión de 0,1 mm, determinando el diámetro dorsoventral alcanzado por los reclutas al término de cada mes.

Durante el período de estudio, diariamente se registró la temperatura superficial del agua de mar.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó de acuerdo a las recomendaciones de Sokal & Rohlf (1969).

RESULTADOS

TAMAÑO DE ASENTAMIENTO

Las postlarvas (individuos de cola reabsorbida y sifones funcionales) recientemente establecidas poseen un diámetro promedio de 510 μ m (DE= 14,2 μ m; N = 64: con un rango de variación entre 495 y 580 μ m) y sólo pueden ser identificadas observando las placas bajo la lupa estereoscópica o un proyector de perfiles. Se caracterizan por presentar un cuerpo relativamente circular en cuyos márgenes laterales se proyectan 8 ampollas dendríticas originadas a partir de la túnica interna o manto: aparentemente, éstas permiten la adhesión de la postlarva una vez que las papilas adhesivas frontales de la cabeza de la larva renacuajo han permitido la

adhesión inicial de la postlarva al sustrato. Además, se observó un estatocisto u "otolito" y un ocelo de color negro, siendo el primero de mayor tamaño, y estando ubicados ambos en una posición excéntrica. En las postlarvas

de mayor tamaño se observa una gran pigmentación alrededor de la túnica externa y se observa en actividad el sifón inhalante y exhalante y el intestino (Fig. 1).

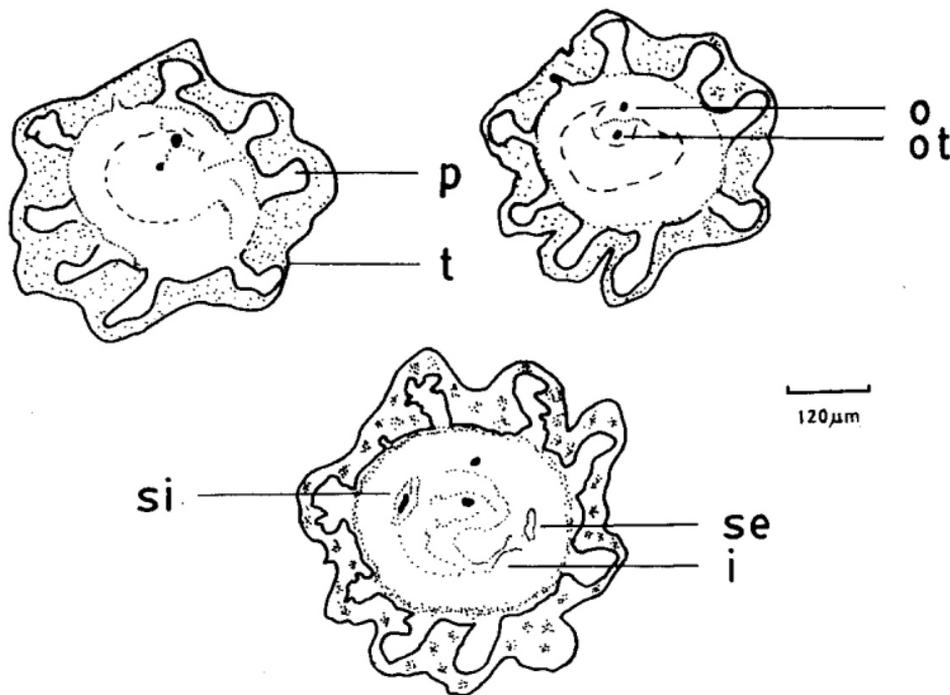


Fig. 1. *Pyrua chilensis*. Morfología general, vista dorsal, de 3 fases postlarvales. i = intestino; o = ocelo; ot = "otolito"; p = ampolla adhesiva; si = sifón inhalante; se = sifón exhalante; t = túnica externa.

TAMAÑO DE RECLUTAMIENTO

El reclutamiento, según definido por Keough & Downes (1982), es un concepto técnico que indica la aparición de los individuos de menor tamaño (generalmente juveniles) en un área determinada haciéndose visibles para el investigador, el cual puede identificarlos

y cuantificarlos. Bajo este concepto, el tamaño promedio de reclutamiento de *P. chilensis*, o diámetro dorsoventral, fue de 6,3 mm (DE = 1,7 mm; N = 194; con un rango de variación entre 5,2 y 7,3 mm). No se encontraron variaciones mensuales significativas en el tamaño de los reclutas ($F_{10,245} = 0,75$; $p > 0,05$).

Dicho parámetro fue influenciado por el reclutamiento de la ascidia *Paramolgula sp.*, ya que los juveniles de ambas especies poseen las tunicas de color y morfología muy similares cuando los individuos presentan diámetros inferiores a 5 mm. además de establecerse en los mismos meses (obs. pers. de J. Cañete).

Bajo estas condiciones, el tamaño de reclutamiento sería, aproximadamente, 10 veces superior al tamaño de asentamiento.

Tabla 1. *Pyura chilensis*. Número y porcentaje de placas de acrílico (625 cm con al menos un recluta (de 5-7 mm de longitud dorsoventral) luego de un mes de inmersión en el mar en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile, a 1 y 5 m de profundidad. N= 24 placas por mes; 12 placas en cada profundidad.

MESES	AÑO	1 m de PROFUNDIDAD N° placas (%)		5 m de PROFUNDIDAD N° placas (%)	
Sep.	1989	4	(3,3%)	8	(66,7%)
Oct.	1989	12	(100%)	12	(100%)
Nov.	1989	12	(100%)	12	(100%)
Dic.	1989	12	(100%)	12	(100%)
Ene.	1990	12	(100%)	9	(75%)
Feb.	1990	3	(25%)	1	(8,3%)
Mar.	1990	2	(16,7%)	1	(8,3%)
Oct.	1990	12	(100%)	9	(75%)
Nov.	1990	12	(100%)	12	(100%)
Dic.	1990	12	(100%)	12	(100%)
Ene.	1991	12	(100%)	12	(100%)
Feb.	1991	6	(50%)	4	(33,3%)

* En los meses no señalados no se detectó reclutamiento.

A través de ambos análisis se observa la presencia de un período de reclutamiento extendido desde inicios de primavera hasta fines de verano. Por ambos análisis, se detectó un desplazamiento de un mes en la aparición de los reclutas en el período 1990-1991 respecto del período anterior (Tabla 1 ; Fig. 2a). No se determinaron diferencias significativas en la

VARIACION ESPACIO-TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA DE RECLUTAS

La variabilidad espacio-temporal de la abundancia de reclutas de *P. chilensis*, puede ser analizada considerando la frecuencia mensual (Número de placas con al menos 1 individuo) o considerando el número de reclutas promedio por placa. La Tabla 1 muestra los datos obtenidos utilizando el primer criterio y en ésta se observan frecuencias de 100% de reclutas entre Octubre y Enero de 1989-1990 y entre Octubre y Enero 1990-1991.

abundancia de reclutas establecidos sobre placas mantenidas a 1 y a 5 m de profundidad realizando un ANOVA de dos vías sin reemplazo previa transformación de los datos a través de la raíz cuadrada ($F_{40, 168} = 0,02$; $p > 0,05$). Del mismo modo, no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de reclutas entre los períodos 1989-1990 y 1990-1991 ($F_{8,40} = 0,16$; $p >$

0,05). En ambos períodos se determinó una densidad máxima promedio que varió entre 14 y 15 individuos por placa. Extrapolando estos resultados, se podría estimar que anualmente se podrían reclutar entre 70 y 80 juveniles m^{-2} .

El inicio del reclutamiento comenzó cuando la temperatura superficial del agua de mar alcanzó una temperatura

superior a 14,5 °C, y las máximas abundancias de reclutas se registraron cuando la temperatura superficial promedio varió entre 16 y 18 °C. En general, se observó una estrecha relación entre el ciclo de variación que experimenta la temperatura y el ciclo de variación de la abundancia de reclutas (Fig. 2b).

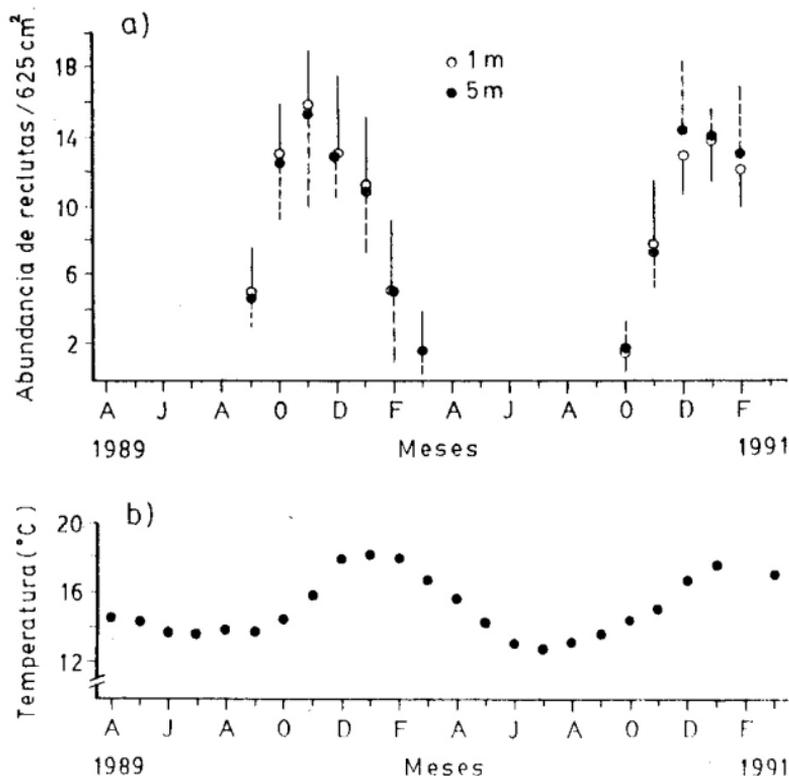


Fig. 2 *Pyura chilensis*. a) Ciclo anual de reclutamiento sobre paneles artificiales (placas de acrílico de 625 cm²) suspendidos a 2 profundidades en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile; se indica valor promedio y desviación estándar; b) Ciclo anual de la temperatura superficial promedio en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile.

DISCUSION

TAMAÑO Y MORFOLOGIA DURANTE EL ASENTAMIENTO

La morfología y el tamaño de la postlarva de *P. chilensis* coincide con la descrita para *P. squamosa* y *P. microcosmus* (Millar, 1951 y 1954, respectivamente) en cuanto al número de ampollas dendríticas y el tamaño y ubicación del ocelo y estatocisto; la morfología de la postlarva de *P. chilensis* coincide con la señalada por Cea (1970, 1973). El tamaño de asentamiento de *P. chilensis* fue 10 veces menor que el tamaño de reclutamiento.

TAMAÑO DE RECLUTAMIENTO

El tamaño de reclutamiento de *P. chilensis* fue afectado por la presencia de juveniles de la ascidia *Paramolgula* sp., los cuales dificultaron la identificación de los juveniles cuando el tamaño fue inferior a 5 mm; es probable que en otras zonas de la costa de Chile, en donde ambas especies no coexistan el tamaño de reclutamiento pueda ser menor e incluso pueda ser similar al tamaño de asentamiento.

VARIACION TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA DE RECLUTAS

Nuestros resultados son coincidente con el período de madurez sexual y presencia de juveniles de *P. chilensis* señalados por Cea (1970, 1973), aunque este autor plantea que la incorporación más importante de individuos jóvenes a la población adulta submareal de Caleta Leandro, Bahía de Concepción, se efectuaría en 2 períodos, Abril y Enero. Sin embargo, nuestros resultados indican la presencia de sólo un grupo modal por

cada período primavera-verano analizado, coincidiendo con lo conocido para los miembros de la familia Pyuridae (Millar, 1971; Svane & Lundalv, 1982).

Se puede sostener que existiría un período de desove y reclutamiento similar entre las poblaciones de Bahía de Concepción (Cea, 1970 y 1973) y Bahía La Herradura (este estudio), a pesar de estar separadas por aproximadamente 700 kms. La sincronización en el desove y posterior reclutamiento de diferentes poblaciones de una misma especie de ascidia se ha observado en poblaciones separadas por decenas de kilómetros (Millar, 1971; Svane, 1984), ya que el período larval es relativamente corto (Millar, 1971). Todo lo anterior sugiere que los factores inductores del desove para las poblaciones de Concepción podrían ser similares para la población de Coquimbo.

En general, la madurez sexual y el desove de las ascidias está estrechamente relacionado con la temperatura (Dybern, 1965; Millar, 1971; Svane, 1984). Nuestros resultados demuestran que el comienzo del reclutamiento se inicia mucho antes que se observe un significativo incremento de la temperatura, aunque las abundancias máximas se obtuvieron cuando la temperatura superficial del agua de mar varió entre 16 y 18 °C. Esta escasa asociación podría deberse al hecho que la temperatura podría estar más relacionada con el desove que con la variación temporal de la abundancia de reclutas. Otro factor que podría oscurecer esta relación lo representa el hecho que el crecimiento postmetamórfico de *P. chilensis* bajo condiciones de laboratorio es lento en las primeras fases, obteniendo

un peso volumétrico de 1,5 ml en 2 meses (Cea, 1970), lo cual apoyaría la escasa relación existente entre la temperatura y la abundancia de reclutas cada mes.

VARIACION ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA DE RECLUTAS

La ausencia de diferencias significativas en la abundancia de reclutas de *P. chilensis* establecidos a 1 y 5 m de profundidad podría deberse a 2 razones: la baja profundidad del sitio de estudio o podría estar reflejando diferencias en la longitud de la vida larval, la capacidad de dispersión o migración vertical de las larvas y postlarvas. En este sentido, se debe destacar que la actividad natatoria de las larvas de las ascidias es producida por la actividad muscular de la cola, permitiendo un mayor desplazamiento vertical que las especies que presentan lóbulos o bandas ciliadas como parecen ser las larvas del poliqueto incrustante de bahía La Herradura *R. pustulata*, en los cuales la movilidad es sostenida por la actividad de las trocas (Chia et al., 1984). En el mismo sitio de estudio pese a la escasa profundidad, la abundancia de reclutas de este poliqueto es significativamente superior en las placas ubicadas en las cercanías del fondo. Similar situación se ha observado en la abundancia de reclutas de los juveniles del gastrópodo *Calyptraea* (*T.*) *trochiformis* (Cañete, 1990).

COMPARACION DE LA ABUNDANCIA DE RECLUTAS SOBRE PLACAS ARTIFICIALES Y EL FONDO ROCOSO

No existen antecedentes sobre la tasa de reclutamiento de *P. chilensis* en sustratos rocosos de Bahía La Herradura, sin embargo la gran predominancia de fondos blanqueados (3) sugiere que los

niveles de abundancia debieran ser inferiores a los registrados en el presente estudio. Apoya este planteamiento algunas observaciones sobre el reclutamiento del gastrópodo *C.* (*T.*) *trochiformis* sobre placas suspendidas y sustrato rocoso subyacente, encontrándose diferencias de hasta 1.000-1.500% en favor del primer sistema (Cañete, 1990; Illanes, 1990). Esta situación es generada, aparentemente, por la depredación de grandes invertebrados bénticos móviles existentes en el fondo rocoso.

POSIBLES PROBLEMAS ORIGINADOS EN LA PROPOSICION DE UN CRONOGRAMA DE MANEJO

De acuerdo al presente estudio y a otros relacionados con el estudio de los organismos incrustante de la IV Región (Dubois, 1979; Viviani & DiSalvo; Cañete & Ambler, 1990), la proposición de un cronograma de manejo para reducir los daños provocados por los invertebrados incrustantes a los cultivos de bivalvos podría verse complicado por varias causas. La primera radica en que durante todo el año habría reclutamiento de individuos ya que estudios realizados en invertebrados incrustantes de Bahía La Herradura demuestran la existencia de 4 patrones de reclutamiento considerando su variabilidad temporal (Dubois, 1979): 1) aquellas especies que se reclutan durante todo el año mostrando una curva polimodal (p. ej. el poliqueto *Romanchella pustulata* (1) (2), el gastrópodo *Calyptraea* (*Trochita*) *trochiformis* (Cañete, 1990b) y el bryozoo *Umbonula alvareziana* (obs. pers. de ambos autores); 2) aquellas especies que se reclutan durante un lapso determinado del año (p. ej. las ascidias

Paramolgula sp. (obs. pers. ambos autores) y *Pyura chilensis* (este estudio) y el cirripedio *Balanus laevis* (Illanes, 1990); 3) aquellas especies que se reclutan 2 veces al año, a mediados de Otoño y durante el lapso Primavera Verano (p. ej. el cirripedio *Austromegabalanus psittacus* y la ascidia *Ciona intestinalis*; Illanes, 1990); y, 4) aquellas especies que no muestran un patrón definido (p. ej. *Bugula* spp. e Hydrozoos y otros bryozoos incrustantes no identificados; Dubois, 1979; Illanes, 1990 y obs. pers. de ambos autores). Esto implicaría que durante todo el año habrían individuos de diferentes especies reclutándose sobre los implementos de cultivo. Sin embargo, considerando que *P. chilensis*, junto a los cirripedios (Stotz, 1988) y el poliqueto perforador *Polydora* sp. (Cañete, 1988), son los más perjudiciales, este cronograma podría ser planteado considerando estas especies como patrón.

Otro problema adicional en la proposición de un cronograma es la distribución de las especies en términos de la profundidad. Analizando la variabilidad de la abundancia de reclutas de los invertebrados incrustantes de Bahía La Herradura en función de la profundidad, se pueden reconocer 2 patrones: 1) aquellas especies que se establecen indistintamente (p. ej. *P. chilensis*) y 2) aquellas especies que muestran un patrón definido pese al estrecho rango de profundidades analizadas (p. ej. el poliqueto *R.pustulata* (1) (2) y los cirripedios (Stotz, 1988).

Generalmente los cirripedios y las ascidias en esta bahía son más abundantes entre 1 y 15 m de profundidad (Dubois, 1979), que es la zona más adecuada, por su productividad, para el cultivo de bivalvos.

PROYECCIONES A NIVEL DE COMUNIDADES

Considerando los diferentes niveles de abundancia de reclutas de las especies de invertebrados incrustantes de Bahía La Herradura, se observa que las especies de mayor abundancia no son las más persistentes sobre este sustrato.

P. chilensis posee una abundancia anual de 70-80 individuos m² que es muy inferior respecto de la conocida para otros invertebrados incrustantes de la zona de estudio, pero es la especie que termina colonizando todo el sustrato ofrecido por las placas artificiales después de 12 meses (obs. pers. de J. Cañete & R. Ambler). Esto sugiere que la abundancia de reclutas de una especie no sería importante en determinar la estructura y dinámica de esta comunidad como algunos modelos ecológicos lo plantean (Underwood & Denley, 1984), sino más bien el tamaño y la longevidad podrían ser atributos biológicos más relevantes en la regulación de esta asociación artificial de especies; una situación similar se ha descrito para comunidades de invertebrados sésiles del submareal rocoso de la costa este de Estados Unidos (Sebens, 1986).

(1). Cañete, J. I. & R. P. Ambler. 1990. Caracterización del asentamiento de *Romanichella pustulata* (Polychaeta: Spirorbidae). X Jornadas de Ciencias del Mar, Libro de Resúmenes, p. 45.

(2). Cañete, J. I. & R. P. Ambler. 1991. Asentamiento de *Romanichella pustulata* (Polychaeta: Spirorbidae) durante el invierno de 1990. XI Jornadas de Ciencias del Mar, Libro de Resúmenes, p. 16.

(3). Stotz, W. & E. Pérez. 1990. ¿Son los fondos blanqueados desiertos o áreas sobreexplotadas?. X Jornadas de Ciencias del Mar, Libro de Resúmenes, p. 89.

Generalmente se ha señalado que el reclutamiento en las comunidades de invertebrados incrustantes es un evento azaroso espacial y temporalmente (Dayton, 1984). Nuestros resultados sugieren que desde el punto de vista espacial y temporal, el reclutamiento de *P. chilensis* es un evento bastante predecible. En esta localidad, aún especies sucesionales tempranas de corto ciclo de vida como el poliqueto *R. pustulata* (Cañete & Ambler, 1990)

mantiene proporciones y niveles de abundancia de reclutas similares entre Verano e Invierno (1) (2). Ambas especies poseen un desarrollo larval relativamente corto (Cea, 1970), lo que confirma los planteamientos de Thorson (1950) en el sentido que las tasas de reclutamiento en especies con escasa capacidad de dispersión podrían ser menos variables que el de aquellas especies con una prolongada vida planctónica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. J.E. Illanes y al Departamento de Acuicultura de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Católica del Norte, por haber permitido desarrollar este estudio. También deseamos agradecer a la Corporación Industrial para el Desarrollo Regional (CIDERE IV Región) y a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) por haber otorgado patrocinio y financiamiento, respectivamente, para desarrollar el proyecto "Factibilidad de cultivo de la "Chocha" (*Calyptrea trochiformis*) en Bahía La Herradura". También deseamos agradecer las sugerencias de dos anónimos revisores.

LITERATURA CITADA

- Cañete, J. I. 1988. Efecto de *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) en cultivos de pectinidos, con referencia al Ostión del Norte *Argopecten purpuratus*. En: IV taller de acuicultura: "Problemática actual en el cultivo del Ostión del Norte y Ostra Japonesa". H. Flores & J.C. Maureira (eds.), Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, pp. 50-60, 4 figs..
- Cañete, J.I. 1990. Ciclo anual de reclutamiento y crecimiento de juveniles de *Calyptrea trochiformis* (Born, 1778) (Gastropoda: Calyptraeidae) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 23: R-262.
- Cañete, J. I. & R. P. Ambler. 1990. Growth and age determination in the spirorbid polychaete *Romanchella pustulata* Knight-Jones, 1978. Revista de Biología Marina, Valparaíso 25: 147-164.
- Cea, G. F. A. 1970. Contribución al conocimiento de algunos aspectos de la biología de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Chordata, Tunicata, Pyuridae). Tesis Licenciatura de Biología, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 205 p.
- Cea, G. 1973. Biología del Piure (*Pyura chilensis* Molina, 1782; Chordata, Tunicata, Ascidiacea). Gayana, Zoología, 28: 1-65.

- Chia, F. -S., J. Buckland-Nicks & C.M. Young. 1984. Locomotion of marine invertebrate larvae: a review. *Canadian Journal of Zoology* 28: 1205-1222.
- Dayton, P. K. 1984. Processes structuring some marine communities: As they general?. pp. 181-197; In: *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*. D. R. Strong, Jr., D. Simberloff, L.G. Abele & A. B. Thistle (eds.), Princeton University Press, Princeton, New Jersey 613 p.
- Dubois, R. 1979. Marine fouling organisms, season and depth of settlement in Bahía La Herradura, Chile, S.A. Centro de Investigaciones Submarinas, Universidad del Norte, Coquimbo, 44 p.
- Illanes, J.E. 1990. Factibilidad de cultivo de la "Chocha" (*Calyptraea trochiformis*) en Bahía La Herradura, Coquimbo. Informe Final: Convenio Corfo - Cidere IV Región - Universidad Católica del Norte, 119 p., 60 Figs., 1 anexo.
- Keough, M. J. & B. J. Downes. 1982. Recruitment of marine invertebrate: the role of active larval choices and early mortality. *Oecología* 54: 348-352.
- Millar, R. H. 1971. The biology of ascidians. *Advances in Marine Biology* 9: 1-100.
- Sebens, K. P. 1986. Spatial relationships among encrustin marine organisms in the New England subtidal zone. *Ecological Monographs* 56: 73-96.
- Sokal, R. & F. J. Rohlf. 1969. *Biometry*. W.H Freeman Co., San Francisco, 776 pp.
- Stotz, W. 1988. Los cirripedios como organismos adherentes en actividades de cultivos. En: IV taller de acuicultura: "Problemática actual en el cultivo del Ostión del Norte y Ostra Japonesa". H. Flores & J. C. Maureira (eds.), Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, pp. 65-69.
- Svane, I. 1984. Observations on the long-term population dynamics of the perennial ascidians *Ascidia mentula* O.F. Muller, on the Swedish west coast. *Biological Bulletin* 167: 630-646.
- Svane, I. & T. Lundalv. 1982. Persistence stability in ascidians populations: Long-term population dynamics and reproduction pattern of *Pyura tessellata* (Forbes) in Gullmarjorden on the Swedish West coast. *Sarsia* 67: 249-257
- Thorson, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Review* 25: 1-45.
- Underwood, A. J. & E. J. Denley. 1984. Paradigms, explanations, and generalizations in models for the structure of intertidal community on rocky shore. pp. 151-180. In: *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*. D. R. Strong, Jr., D. Simberloff, L.G. Abele & A. B. Thistle (eds.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 613 p.
- Viviani, C. A. & L. H. DiSalvo. 1980. Biofouling in north-central coastal bay. En: V Congreso Internacional de Corrosión Marina e Incrustaciones, Barcelona, España, pp 69-74.