

VARIACION TEMPORAL Y ESPACIAL DEL REGISTRO DE JUVENILES RECIEN ASENTADOS DE *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), EN EL INTERMAREAL ROCOSO DE LA IV REGION, CHILE. ¹

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

WOLFGANG B. STOTZ, DOMINGO A. LANCELLOTTI, DIEGO J. MARTINEZ, PAOLA DE AMESTI y EDUARDO PEREZ. ²

Wolfgang B. Stotz,² Domingo A. Lancellotti,² Diego J. Martínez,² Paola de Amesti ² y Eduardo Pérez. ²: Temporal and spatial variation of the record of recently settled juveniles of *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), in the rocky intertidal of the IV Región, Coquimbo.

The recruitment of the Chilean abalone *Concholepas concholepas*, recorded in permanently marked quadrats in Totoralillo (Central Chile), occurs from November to March. For the period 1989 - 1991 a 2.5 fold increase of the recruitment intensity is observed. This increase could also be observed for other localities along the coast of the region. There exist no evidence about changes in the size of the adult stocks, but it is not probable that such a long-lived and iteroparous species will be able to show an increase of such a magnitude, unless a stochastic behaviour of the recruitment intensity is assumed. This suggests that the recruitment intensity of the species is largely independent of the parental stock size. This conclusion implies that in the actually used management model for the species, the recruitment function should be changed in order to account for a more stochastic behaviour of the recruitment.

Key words: *Concholepas concholepas*. stochastic recruitment, demography, density-independent.

¹ El presente trabajo fue financiado por el Proyecto Fondecyt 3506/89 del Programa Sectorial Recurso "Loco".

² Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Departamento de Biología Marina, Casilla 117, Coquimbo.

INTRODUCCION

El modelo de evaluación Análisis de Reducción de Stock (ARS) (Kimura, 1985; 1988) incorporado por la Subsecretaría de Pesca a la política de manejo en la explotación del recurso "loco", *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789),

comprende, entre otros parámetros el criterio del reclutamiento con el cual se predicen los cambios anuales de la biomasa a explotar. Las funciones predictoras del proceso de reclutamiento usadas en el modelo, por ej. el "r" de Cushing (Cushing, 1970), relacionan la intensidad del reclutamiento con la

densidad de la población stock parental, la cual oscila entre $r = 0$ (reclutamiento completamente estocástico) y $r = 1$ (reclutamiento completamente dependiente del stock parental).

El conocimiento del grado de densodependencia entre el proceso de reclutamiento y el stock parental es clave para el desarrollo de medidas de manejo del recurso "loco". Debido a la escasa información sobre tal proceso en la especie, el establecimiento de un índice de reclutamiento sugiere ser poco confiable, no existiendo la capacidad de evaluar el efecto de la disminución o el potencial efecto de la sobre-explotación sobre los niveles de reclutamiento (Geaghan & Castilla, 1988).

La importancia relativa del efecto densodependiente parece responder al nivel de escala en que se enfoca el problema. De este modo, Lépiz & Moreno (1988) no encontraron relación entre la densidad local de "locos" adultos y la presencia de juveniles recién asentados en la localidad de Mehuín, Valdivia. Sin embargo, para la misma localidad, Moreno & Reyes (1988) asociaron la falla en el reclutamiento observado en una serie de tiempo a la sobre-explotación de este recurso en la costa de esa región.

Si la intensidad de reclutamiento del "loco" presenta una dependencia del tamaño del stock parental (como es sugerido en el modelo utilizado por la Subsecretaría de Pesca al considerar el "r" de Cushing tendiendo a 1), cambios en la fracción de adultos, estimada mediante la porción explotada del recurso, debieran verse reflejados en cambios en la fracción

recluta. Para la IV Región los desembarques de "loco" entre 1979 y 1984 mostraron un leve pero sostenido aumento para luego presentar, en los años siguientes, una pronunciada disminución, determinada posiblemente por las vedas parciales de variada magnitud a la cual ha estado sometido este recurso (Fig. 1). Frente a la carencia de información referente al esfuerzo pesquero aplicado en la explotación y en la identificación y seguimiento de los "stock" parentales, se dificulta la predicción del tamaño de estos últimos y de los cambios experimentados posterior a la veda total vigente desde el año 1988 hasta la fecha. Del mismo modo, el comportamiento del reclutamiento, en relación a su intensidad, no puede ser pronosticado en forma directa.

No obstante, el seguimiento del patrón y de la magnitud de la variación espacial y temporal de la intensidad del reclutamiento de la especie, pueden contribuir a lograr una primera aproximación al problema y permitir evaluar indirectamente el grado de dependencia reclutamiento - población parental para *C. concholepas*.

MATERIALES Y METODOS

El lugar de estudio, la playa Totoralillo ($30^{\circ} 3' S$) ubicada a 15 km al sur de Coquimbo (Fig. 2), presenta un intermareal rocoso expuesto a la acción del oleaje. Característico del sector es la presencia de rocas de mediano tamaño (que se elevan entre 1,5 y 2,0 m sobre el nivel del mar) separadas por extensiones de arena, con una dinámica de embancamiento estacional que afecta

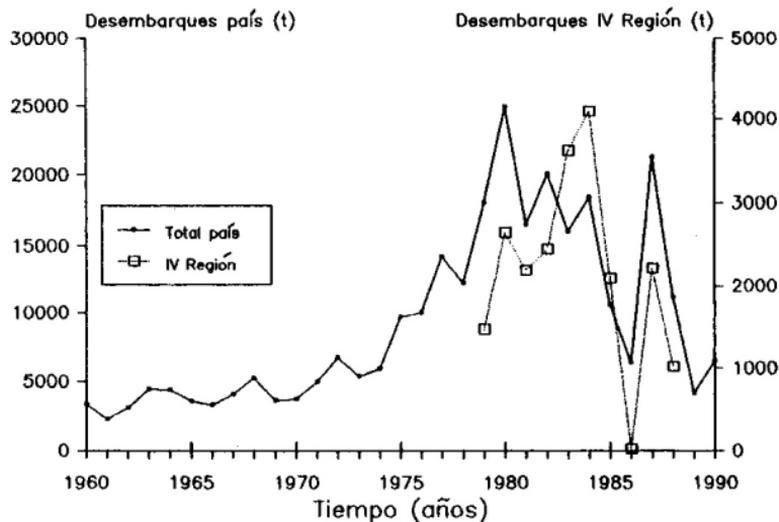


Fig. 1. Desembarque anual de *Concholepas concholepas* a nivel nacional y regional.

sólo el cuarto inferior de la roca y roquerío sumergido.

En la parte superior de las rocas aparecen densos parches de *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819). Por debajo de la franja formada por esta especie, se observa una franja dominada principalmente por los cirripedios *Balanus laevis* Bruguière, 1789, *Notobalanus flosculus* (Darwin, 1854) y *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1782), presentando en conjunto coberturas que oscilan entre 45 a 85% en ambos frentes de exposición al oleaje (frentes expuesto y protegido de las rocas). Asociados a los cirripedios ocurren algas como *Corallina officinalis* (Decaisne), *Glossophora kunthii* (C.

Agardh), *Lessonia nigrescens* Bory, presentando coberturas entre 2 - 10%. En los frentes protegidos se encuentra *Gelidium pusillum*, Stakhouse, *Montemaria horridula* (Montagne) y *Ulva rigida* C. Agardh. Entre los invertebrados móviles destacan *Collisella zebrina* (Lesson, 1830), *C. araucana* (Orbigny, 1839) y *Chiton granosus* Fremby, 1827, que ocurren en densidades variables entre 1 - 5 individuos m^{-2} . En ocasiones se registran individuos aislados de *Helianthus helianthus* (Lamarck, 1816) y *Stichaster striatus* Müller & Troschel, 1840. En algunas de las rocas se observa también a *Phymactis clematis* (Drayton, 1846), en densidades entre 8 - 12 individuos m^{-2} en los frentes expuestos y 12 - 26 individuos m^{-2} en frentes protegidos.

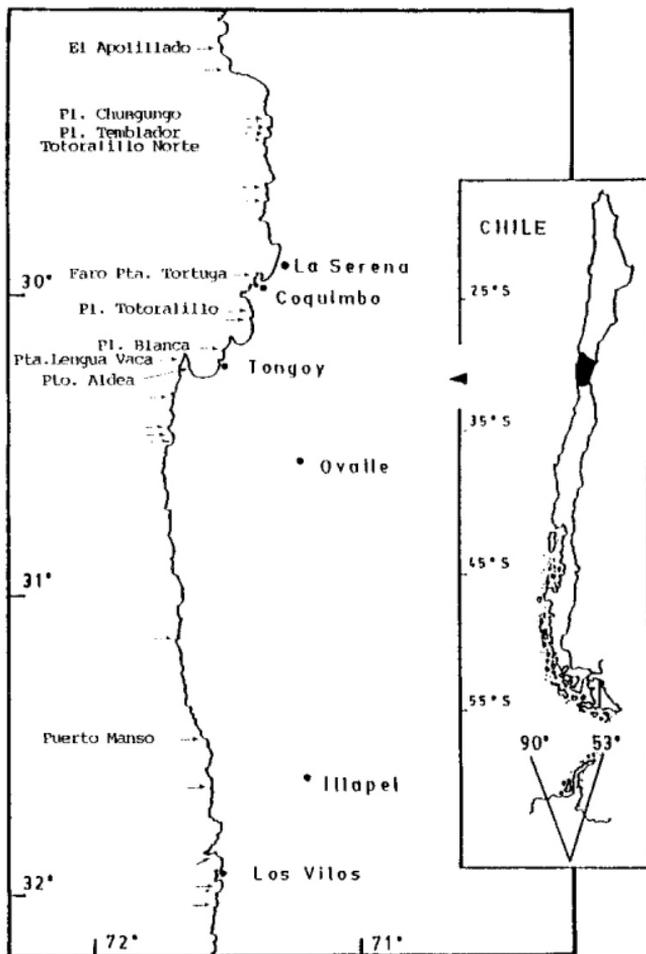


Fig. 2 Mapa de la costa de la IV Región, señalando las localidades de estudio. Las flechas indican todas las localidades en que se realizó registro.

En 5 rocas, separadas entre sí por 7 - 15 m, fueron marcados cuadrantes permanentes de 1 m² con masilla epóxica submarina. En cada roca se marcó un cuadrante en el frente expuesto y otro en el frente protegido. Los 10 cuadrantes se ubicaron en paredes verticales de la roca y en el nivel inmediatamente por debajo

del límite inferior de la distribución de *P. purpuratus*.

Mensualmente, por un período de 19 meses (Octubre 1989 - Abril 1991), se registraron y removieron los locos presentes en cada cuadrata. Sólo los primeros dos registros de Octubre y

Noviembre 1989 fueron sin remoción. A cada uno de los individuos removidos se le determinó la longitud peristomal.

Con el objeto de evaluar hasta que punto las observaciones sobre reclutamiento del "loco" realizadas en la Playa Totoralillo son representativas para la costa de la IV Región, se realizaron registros de locos en sectores intermareales de otras 9 localidades repartidas a lo largo de la costa (Fig. 2). Estas 9 localidades representan, de entre un total de 24 localidades revisadas, a aquellas que poseen una zona intermareal dominada en la franja mediolitoral inferior por cirripedios, siendo así comparables al lugar de estudio en Playa Totoralillo. En cada una de estas localidades se revisaron entre 15 - 25 cuadrantes en el período del 5 de Enero al 8 de Febrero 1991. En el lugar de estudio (Playa Totoralillo), en la misma época, se realizó un registro adicional equivalente en un área aledaña a los cuadrantes permanentes.

RESULTADOS

VARIABILIDAD TEMPORAL

El número de juveniles de "loco" (< 30 mm) presenta dos máximos significativos ($F = 2,420$; $P < 0,01$) en el período de estudio, ambos en los meses de primavera - verano (Fig. 3). Sólo en esa época se registran juveniles recién asentados (<10 mm longitud peristomal), señalando que el asentamiento del "loco" en la región ocurre principalmente entre Noviembre y Marzo. Además, se observan máximos menos importantes en los meses de abril y junio 1990, pero al ser de individuos de mayor tamaño, más

bien son producto de inmigraciones de sectores aledaños que de procesos de asentamiento.

Los juveniles recién asentados (2 - 10 mm) de la cohorte 89 - 90 fueron incorporados a la población sólo en el mes de Enero, mientras que para la cohorte 90 - 91 esto ocurrió entre los meses de Noviembre de 1990 y Marzo de 1991, con el máximo, mayor que el del año anterior, también ubicado en Enero de 1991 (Fig. 3). Tanto el número de juveniles incorporados en cada período de asentamiento, como la duración del evento, representa un aumento de aproximadamente 2,5 veces para el período 90 - 91 en comparación al de 89 - 90.

VARIABILIDAD ESPACIAL

La presencia de juveniles de "loco" (< 30 mm) en el intermareal (en ambientes comparables a Playa Totoralillo) a lo largo de la costa es variable, habiéndose registrado individuos sólo en 4 de las 10 localidades revisadas (incluyendo Playa Totoralillo) (Fig. 4). Punta Lengua de Vaca con una media de 0.04 individuos m^{-2} no se considera entre éstas. Las densidades promedio en estas cuatro localidades fluctuó entre 2.0 y 7.4 individuos m^{-2} , presentando una de ellas, la Playa Temblador, una densidad promedio significativamente más alta ($F = 2,830$; $P < 0,01$) que las otras tres. Cabe destacar, además, la gran variabilidad de la abundancia de juveniles dentro de cada localidad, la cual queda reflejada en las altas desviaciones estándar.

Tanto la variabilidad a lo largo de la costa, como la dentro de cada localidad,

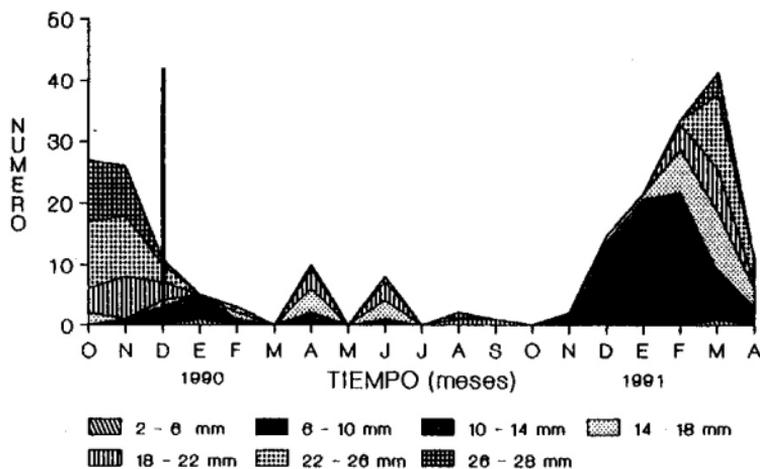


Fig. 3 Número de juveniles de *Concholepas concholepas*, separados por clases de talla, registrados mensualmente en 10 cuadrantes permanentes de 1 m² en el intermareal rocoso de la Playa Totoralillo.

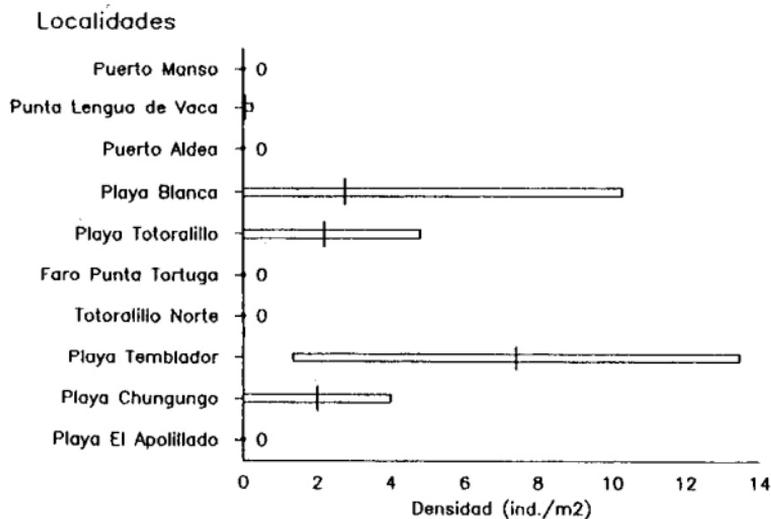


Fig. 4 Abundancia de juveniles de *Concholepas concholepas* (<30 mm longitud peristomal) registrados en diferentes localidades de la IV Región.

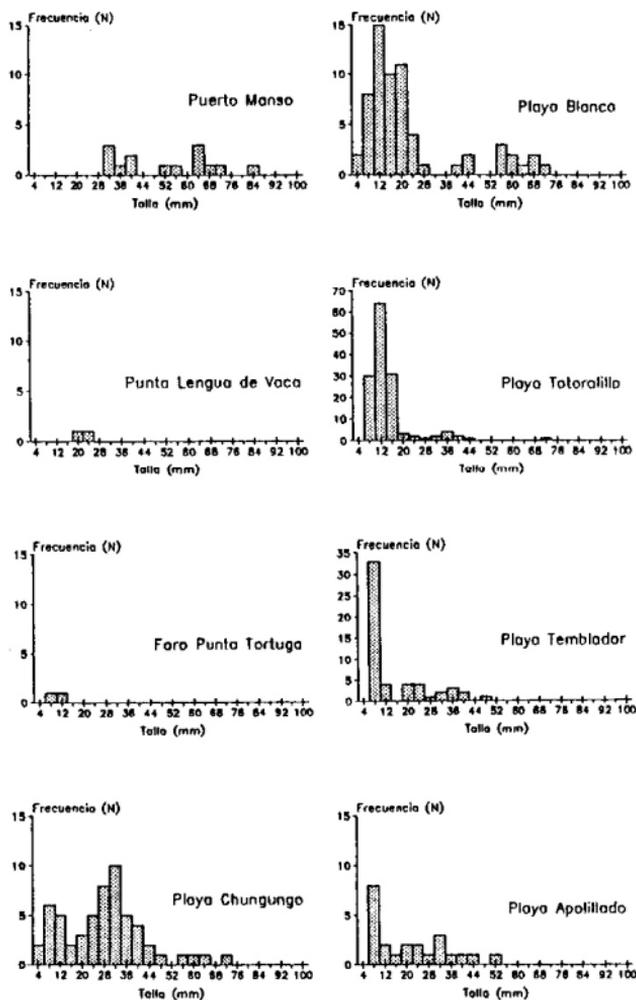


Fig. 5 Composición por talla de los individuos de *Concholepas concholepas* encontrados en diferentes localidades de la IV Región.

apuntan a un asentamiento muy gregario de la especie, esto tanto a macroescala (región) como a microescala (localidad).

COMPOSICION POR TALLAS

Las distribuciones de frecuencias de tallas de "loco" en las diferentes localidades en que se registraron individuos de la especie, muestran tendencias similares, con un máximo en la fracción menor de 30 mm de longitud peristomal (que representaría la cohorte 1990 - 91) y menores frecuencias en las tallas mayores a 30 mm de longitud peristomal (que representaría la cohorte reclutada en el período 1989 - 90) (Fig. 5). Esto se observa también en las localidades en que no se registraron juveniles en los ambientes comparables al de Totalillo, como es el caso de Faro Punta Tortuga y Playa Apollillado. Excepción hace la Playa Chungungo, en la cual el patrón se invierte, con las mayores frecuencias en las tallas correspondientes a la cohorte 1989-90. Similar es la situación en la localidad de Puerto Manso, en la cual no aparece la cohorte 1990-91, pero si la cohorte del año anterior.

El hecho de que la mayoría de las localidades, a pesar de presentar diferencias marcadas en cuanto a las densidades promedios de juveniles de "loco", muestren una estructura de talla que sugiere un patrón de variación temporal similar, estaría confirmando de que lo observado en la Playa de Totalillo representa, en cuanto a tendencia, las variaciones temporales del asentamiento del "loco" a lo largo de la costa de la región.

DISCUSION

Los resultados sugieren fuertemente que el reclutamiento de *Concholepas concholepas*, tanto en la Playa Totalillo como a lo largo de la costa de la IV Región, ha experimentado un notorio aumento en el período 1989 - 1991. De existir una dependencia estrecha de la intensidad del reclutamiento del tamaño del stocks parental, ello estaría señalando un aumento del recurso "loco" en la región. Podría pensarse en una recuperación de los stocks explotados, producto de la veda. Sin embargo, no hay antecedente alguno que permita evaluar esta posibilidad, pues no existen datos actualizados.

Pero también es posible la siguiente argumentación para intentar una evaluación de la dependencia reclutamiento-stock parental. El aumento del reclutamiento registrado para el sector de Totalillo en el año de estudio fue de 2,5 veces. De existir una dependencia entre la intensidad de reclutamiento y el tamaño del stock parental, debería suponerse un aumento de esta magnitud también para el stock de hembras reproductivas en ese mismo lapso de tiempo. A su vez, ese aumento de tamaño de la población reproductiva, sólo podría explicarse como producto de un aumento equivalente del reclutamiento dos a tres años antes del período de estudio (1987-1988), momento en que se habrían incorporado a la población los individuos que estarían adquiriendo su madurez sexual (5,6 cm de longitud peristomal Duran & Castilla, 1988), aproximadamente 2 años de edad

(Stotz *et al.*, 1991)¹) en el período 1990-1991. ¿Cómo se puede explicar un aumento tan dramático del reclutamiento en un momento en que las poblaciones de adultos, a causa de la explotación, se habrían encontrado en su nivel más bajo?

También se podría argumentar que el aumento de hembras reproductivas se debe a una disminución de la mortalidad por pesca desde el momento en que se implantó la veda. Sin embargo, un aumento real del número de hembras reproductivas sólo puede darse por el ingreso de hembras nuevas, es decir, de talla inferior o igual a 5,6 cm de longitud peristomal, las cuales no estaban afectadas por la mortalidad por pesca.

En general, es difícil pensar en aumentos poblacionales tan marcados de un año a otro en especies de ciclo de vida de varios años y de características reproductivas iteróparas, donde el efecto numérico del ingreso de una cohorte es atenuado por el número de individuos existente en las demás cohortes de la población. Cambios poblacionales de magnitud en especies de ese tipo, como es el caso de *C. concholepas*, sólo pueden ser explicados si se supone una fuerte componente estocástica en los reclutamientos, es decir, registrar en algunos momentos reclutamientos intensos que no guardan ninguna

relación con la población adulta existente en ese momento.

De acuerdo a la argumentación anterior, de existir para el "loco" una dependencia entre intensidad del reclutamiento y tamaño del stock parental, no debieran registrarse variaciones de gran magnitud en el reclutamiento de un año a otro, en todo caso no podría duplicarse en ese lapso. Sin embargo, en este estudio se observaron variaciones de tal magnitud, sugiriendo por tanto una fuerte componente estocástica en el reclutamiento de *C. concholepas*. Por ende, el valor "r" de Cushing (Cushing, 1970), utilizado como parámetro predictor del reclutamiento en el modelo de evaluación Análisis de Reducción de Stock de Kimura (1985, 1988) incorporado por la Subsecretaría de Pesca para el manejo del recurso "loco", debería situarse más cerca de 0 que de 1, es decir, acercándose más a un reclutamiento de tipo estocástico, que a uno de tipo dependiente del tamaño del stock parental.

La conclusión anterior se ve apoyada además por las características de la historia de vida de *C. concholepas*, la cual comprende una fase larval pelágica (Gallardo, 1979), con una permanencia en el plancton muy prolongada, pudiendo alcanzar hasta los 90 días (DiSalvo, 1988).

¹ Stotz, W. B., E. Pérez, S. Zamora, D. Martínez y P. de Amesti. "Determinación del Crecimiento de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) de poblaciones inter y submareales en la zona de Coquimbo." XI. Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, 27 - 29 Mayo, 1991.

Este estilo de vida incorpora a la especie al modelo de poblaciones abiertas (Rougharden et al 1985) en donde el éxito del reclutamiento no responde a la densidad local de parentales (los efectos densodependientes tienden a cero), lo cual ha sido también sugerido por López & Moreno (1988) para la especie. Fuera de una mayor susceptibilidad a ser depredada y de estar afecta a restricciones en el suministro de alimento, la prolongada permanencia de la larva en el plancton es afectada por los patrones regionales y locales de circulación y mezcla de aguas que pueden disminuir o favorecer drásticamente el suministro local de larvas (Rougharden et al., 1988), produciendo fallas en el reclutamiento, incluso al nivel de provocar una pérdida total de una cohorte (Underwood & Fairweather, 1989). De este modo, una alternativa, a menudo ignorada, es que las poblaciones consisten en pulsos de reclutas que ocurren estocásticamente en diferentes años (Underwood & Fairweather, 1989) y que permite que este evento sea azaroso. Así, la desaparición de la cohorte 1990-91 en la localidad de Puerto Manso y la disminución de esta misma cohorte respecto a la cohorte 1989-90 en la Playa Chungungo puede ser explicada por este proceso. Así también, la falla en el reclutamiento observada por Moreno & Reyes (1988) para la región de Valdivia, no sería necesariamente la consecuencia de una reducción dramática de los stocks

parentales, como ellos sugieren. Bien podría ser sólo el reflejo de lo variable e impredecible del reclutamiento de la especie.

Es necesario señalar que, producto de los vacíos del conocimiento que existen para la especie, el análisis anterior presenta algunas limitaciones. Si bien en este trabajo se evalúa la dependencia reclutamiento - stock parental del "loco" a una escala regional, esta podría no ser suficientemente amplia para la especie. Recién la identificación de stocks, que no existe aún para la especie, podría permitirnos dimensionar correctamente la escala necesaria para este tipo de análisis. Por otro lado, el presente análisis se basa en un estudio del reclutamiento en la zona intermareal, siendo que de acuerdo a información más reciente (Stotz et al., 1991 en la misma revista), este ocurriría en mayor grado en la zona submareal. Es necesario verificar hasta que punto la tendencia y/o intensidad del reclutamiento observada en la zona intermareal sea un reflejo de lo que sucede en la zona submareal.

No obstante estas limitaciones, por la importancia que el concepto de reclutamiento presenta en el modelo de manejo utilizado para la especie, parece necesario realizar ahora, a pesar del conocimiento incompleto, esta primera aproximación al problema.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen a J.C. Castilla y a un revisor anónimo sus críticas que han contribuido a mejorar el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Cushing, D. H. 1971. The dependence of recruitment on parent stock in different groups of fishes. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* **33**: 340 - 362.
- DiSalvo, D. H. 1988. Observations on the larval and post - metamorphic life of *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) in laboratory culture. *The Veliger* **30**(4): 358 - 368.
- Durán, R. & J. C. Castilla 1988. Determinación de la fecundidad de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) (Gastropoda, Muricidae) en condiciones de laboratorio. *Biología Pesquera* (Chile) **17**: 39 - 45.
- Gallardo, C. 1979. El ciclo vital de muricido *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bentos. *Biología Pesquera* (Chile) **12**: 79 - 89.
- Geaghan, J. P. & J. C. Castilla. 1988. Assessment of the present capacity for management of the loco *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) (Gastropoda, Muricidae) in Chile. *Biología Pesquera* (Chile) **17**: 57 - 72.
- Kimura, D. K. 1985. Changes to stock reduction analysis indicated by Schnute's general theory. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **42**: 2059 - 2060.
- Kimura, D. K. 1988. Stock-recruitment curves as used in the stock- reduction analysis model. *J. Cons. Explor. Mer.* **44**: 253 - 258.
- Lépez, M. I. & C. A. Moreno. 1988. Reclutamiento de *Concholepas concholepas* en la costa de Valdivia: influencia de los adultos y del tipo de habitat. *Biología Pesquera* (Chile) **17**: 47 - 56.
- Moreno, C. A. & A. Reyes. 1988. Densidad de *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae) en la reserva de Mehuín: evidencias de falla en el reclutamiento. *Biología Pesquera* (Chile) **17**: 31 - 38.
- Roughgarden, J.; Y. Iwasa & Ch. Baxter. 1985. Demographic theory for an open marine population with space - limited recruitment. *Ecology* **66**(1):54 - 67.
- Roughgarden, J.; S. Gaines & H. Possingham. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science* **241**: 1460 - 1466.
- Stotz, W.B., P. De Amesti, D.J. Martínez & E. Pérez. 1991. Lugares de asentamiento y desarrollo de juveniles tempranos de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789) en ambientes inter y submareales de la IV Región, Coquimbo, Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, **26**(2):429-440
- Underwood, A. J. & Fairweather, P. G. 1989. Supply-side ecology and marine assemblages. *Trends in Ecology & Evolution* **4**(1): 16 - 20.