

*Research Article*

**Distribución y abundancia de larvas de *Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955, *Cervimunida johni* Porter, 1903 y *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837), frente a Coquimbo y Caldera, Chile**

**Armando Mujica<sup>1</sup>, Enzo Acuña<sup>1</sup> & María Luisa Nava<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte  
P.O. Box 117, Coquimbo, Chile

**RESUMEN.** Como aporte a la dinámica poblacional de especies que constituyen recursos pesqueros, se analizaron 160 muestras de zooplancton obtenidas con redes Bongo en 40 estaciones oceanográficas entre Caldera y Coquimbo, en octubre y diciembre de 2005. De ellas se separó la totalidad de las larvas de crustáceos decápodos y se identificaron las de *Heterocarpus reedi*, *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*. Las mayores abundancias de zoeas tempranas de las tres especies se encontraron en octubre en la zona de Coquimbo, mientras que en diciembre predominaron los estados más avanzados de desarrollo. En la zona de Caldera, en ambos meses de muestreo, predominaron los estados avanzados de desarrollo de *H. reedi* y *P. monodon* y zoeas tempranas de *C. johni*. La frecuencia de ocurrencia de las larvas de *H. reedi* en la zona de Coquimbo fue similar en ambos meses, mientras que en la zona de Caldera fue mayor en octubre. La frecuencia de ocurrencia de las larvas de *P. monodon* y *C. johni* fue mayor en octubre en ambas zonas. Todas las megalopas capturadas en las dos zonas y meses de muestreo corresponden sólo a un morfotipo, con características morfológicas similares a los juveniles más pequeños de *P. monodon*. Sobre la base de la distribución y abundancia de larvas de las tres especies, se postula que el desove ocurre antes en la zona de Caldera que en la de Coquimbo, principalmente en zonas próximas a la costa, dada las diferencias de abundancia de los estados de desarrollo.

**Palabras clave:** distribución, abundancia, estadios larvales, camarón nailon, langostinos, norte de Chile.

**Distribution and abundance of *Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955, *Cervimunida johni* Porter, 1903, and *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837), larvae off Coquimbo and Caldera, Chile**

**ABSTRACT.** To better understand the population dynamics of fishery resource species, 160 zooplankton samples were obtained with a Bongo net at 40 oceanographic stations around Caldera and Coquimbo in October and December, 2005, and analyzed. All crustacean decapod larvae were sorted, and *Heterocarpus reedi*, *Cervimunida johni*, and *Pleuroncodes monodon* larvae were identified. For all three species, the highest abundances of early zoea were found in October in Coquimbo, whereas advanced larval stages were predominant in December. In Caldera, advanced larval stages of *H. reedi* and *P. monodon*, and early zoeas of *C. johni* were dominant during both sampling months. The frequency of occurrence of *H. reedi* larvae was similar during both sampling months in Coquimbo and greater in October in Caldera. The frequency of occurrence of the larvae of *P. monodon* and *C. johni* was greater in both areas in October. All the megalops captured in both zones and sampling months corresponded to a single morphotype, with morphological characteristics similar to the smallest *P. monodon* juvenile specimens. Based on the larval distribution and abundance of these three species, it is postulated that spawning occurs earlier in the Caldera area than around Coquimbo, mainly in areas near the coast, given the differences in abundance of the developmental stages.

**Keywords:** distribution, abundance, larval stages, deep-sea shrimp, squat lobsters, northern Chile.

## INTRODUCCIÓN

La distribución geográfica de especies bentónicas y nectónicas, incluso aquellas de importancia comercial, generalmente es poco precisa, desconocida o su determinación es de alto costo, por ubicarse en áreas oceanográficas amplias o de difícil acceso, lo que constituye un serio impedimento para conocer aspectos relevantes de las poblaciones (Acuña *et al.*, 2007). Los componentes específicos del mero-plancton, la abundancia espacial, temporal, la distribución vertical y horizontal de los diferentes estados larvales de especies que como adultos integran comunidades bentónicas y nectónicas, son aspectos determinantes en el conocimiento de la dinámica poblacional, biología pesquera de especies que constituyen recursos pesqueros explotados o potenciales y el desarrollo sostenible de sus pesquerías (Mujica, 2006; Acuña *et al.*, 2007).

En Chile, la pesquería de crustáceos demersales es una importante actividad extractiva que se sustenta principalmente en la explotación de los recursos camarón nailon (*Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837) y langostino amarillo (*Cervimunida johni* Porter, 1903). En vista de la importancia de estos recursos, desde 1993 se ha determinado su biomasa, mediante evaluación directa anual (Fondo de Investigación Pesquera, Chile), así como también, se ha efectuado el seguimiento rutinario de sus pesquerías por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) (Acuña *et al.*, 2008a, 2008b).

Estos estudios consideran sólo algunos aspectos biológicos de las especies, lo que ha llevado al Consejo de Investigación Pesquera a incluir en algunos de sus Programas de Investigación, proyectos complementarios que se han dirigido al estudio del reclutamiento (Acuña *et al.*, 2007) y la reproducción (Acuña *et al.*, 2008b) de estos tres crustáceos.

Los antecedentes disponibles de la reproducción de *H. reedi*, *P. monodon* y *C. johni*, indican que el período de incubación de huevos y época de liberación de larvas al plancton varía latitudinalmente, iniciándose el proceso en la zona norte, lo que podría estar relacionado con las condiciones oceanográficas existentes a lo largo de la costa chilena (Canales *et al.*, 2002; Arana *et al.*, 2003).

La época de portación de huevos del camarón nailon (*H. reedi*) se extiende de marzo a diciembre, con mayor proporción entre mayo y septiembre, mientras que la liberación de larvas ocurre principalmente de julio a septiembre (Palma & Ulloa, 1998). Las hembras de langostino colorado (*P. monodon*), portan huevos entre febrero y diciembre,

pero la mayor proporción ocurre entre mayo y octubre y la liberación larval en la zona sur de Chile se realiza entre junio y octubre (Palma, 1994; Palma & Arana, 1997). En el langostino amarillo (*C. johni*) se ha determinado que las hembras son portadoras de huevos entre mayo y noviembre, con moda en agosto y la liberación larval ocurriría entre octubre y noviembre (Wolff & Aroca, 1995).

Sin embargo, las investigaciones de los estadios larvales de decápodos en Chile son escasas, incluso aquellos de especies de importancia comercial (Wehrmann & Báez, 1997). En general, las larvas de decápodos son difíciles de determinar a nivel de especie, siendo la mayoría de las veces asignadas a categorías taxonómicas como familias o géneros (Palma, 1976). En el caso de las especies consideradas en este estudio, existe la descripción parcial del desarrollo larval de *P. monodon* (Fagetti & Campodónico, 1971), el primer estadio de *C. johni* (Fagetti, 1960) y sólo antecedentes de la familia Pandalidae para *H. reedi* (Thatje & Bacardit, 2000; Park *et al.*, 2004).

En cuanto a la distribución y abundancia de los estadios tempranos de estas especies, Palma (1976) encontró que al sur de la bahía de Valparaíso, la distribución anual de larvas de langostinos tiene un máximo en octubre, indicando con ello que la época de máxima liberación de larvas se iniciaría a principios de primavera y el resto del año son relativamente escasas, mientras que las zoeas de Caridea tienen sus máximos en primavera y verano. Palma (1994), señala que en la costa de Concepción las mayores densidades larvales se encuentran en primavera y las menores en otoño e invierno. Coincidiendo con esto, Silva (1999) en cruceros estacionales efectuados entre Punta Damas, (29°15'S) y Punta Lengua de Vaca (30°20'S), encontró que las máximas abundancias de larvas de langostinos ocurren en noviembre. A diferencia de esto, y posiblemente por corresponder a una zona de menor latitud, Rivera & Santander (2005) encontraron las mayores densidades de larvas de *P. monodon* en agosto y enero, en la zona norte de Chile.

Como parte de un estudio destinado a identificar y caracterizar las zonas y épocas de reclutamiento del camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado en el litoral de la zona de Caldera (26°45'-27°6'S) y Coquimbo (29°20'-30°14'S) (Acuña *et al.*, 2007), se incluyó la distribución y abundancia de las larvas de las tres especies (*H. reedi*, *C. johni* y *P. monodon*), en relación a la distribución de las poblaciones de adultos y variables ambientales en los sistemas de bahías de Coquimbo y Caldera, que son

dos de las principales zonas de pesca de estos crustáceos en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la zona de pesca de langostinos y camarón nailon de la costa de Caldera (26°45'-27°6'S, 70°50'-71°00'W) y Coquimbo (29°20'-30°14'S, 71°20'-71°35'W), se obtuvieron muestras diurnas de zooplancton en 19 y 21 estaciones, respectivamente (Fig. 1). En la zona de Caldera los muestreos oceanográficos se realizaron entre el 24 y 26 de octubre y entre el 22 y 24 de diciembre de 2005. En cambio, en la zona de Coquimbo se efectuaron entre el 5 y 7 de octubre y el 17 y 19 de diciembre del mismo año (Fig. 1).

Se obtuvo un total de 160 muestras zooplanctónicas con redes Bongo de 59 cm de diámetro y 303  $\mu$ m de abertura de malla, que fueron arrastradas en forma doble oblicua entre la superficie y 150 m de profundidad o hasta 15 m sobre el fondo, cuando la profundidad fue menor.

Las muestras fueron preservadas en solución de formalina en agua de mar al 5%, para su posterior análisis en laboratorio. De ellas se separaron las larvas de crustáceos decápodos y se identificaron las de *H.C. johni* y *P. monodon* (Acuña *et al.*, 2007). Las zoeas se separaron en dos categorías de acuerdo a su estado de desarrollo temprano o avanzado, sobre la base de la ausencia o presencia de urópodos, respectivamente, por considerar que estos apéndices son característicos del cambio de la capacidad de movilidad de las larvas. Entre los estados de desarrollo de los Galatheidae, también se reconoció el estadio de megalopa.

La abundancia de las larvas fue estandarizada a 1000 m<sup>3</sup> de agua filtrada, que se calculó mediante el uso de medidores de flujo adosados a la boca de la red, que permitieron determinar el volumen filtrado. La abundancia relativa de cada una de las especies consideradas se determinó mediante la expresión porcentual entre el total de ejemplares capturados en cada estación, respecto del total de larvas de la especie en cada crucero. La frecuencia de ocurrencia se determinó como el porcentaje de estaciones con larvas de cada especie en cada crucero, respecto del total de estaciones de cada crucero.

La distribución y abundancia de las larvas y estados de desarrollo de las especies objeto del estudio, se discute con la información histórica de las capturas de estas especies en los caladeros de la zona de Caldera y Coquimbo y las variables oceanográficas obtenidas en el proyecto FIP N° 2004-45 (Acuña *et al.*, 2007).

## RESULTADOS

Los valores extremos del perfil vertical de temperatura de la zona de Caldera fueron levemente superiores que los de la zona de Coquimbo en octubre, con máximos próximos a superficie, de 15,5 y 13,8°C, y mínimos de 10,5 y 9,4°C respectivamente (Acuña *et al.*, 2007). La salinidad entre ambas zonas de muestreo no tuvo diferencia, mientras que los valores máximos del oxígeno disuelto fueron levemente mayores en la zona de Coquimbo que en Caldera (Acuña *et al.*, 2007).

El gradiente latitudinal antes descrito, no se detectó en los muestreos efectuados en diciembre, puesto que los valores máximos y mínimos del perfil vertical de temperatura, fueron levemente mayores en la zona de Coquimbo que en Caldera, mientras que la salinidad y oxígeno disuelto, fueron similares en ambas zonas de muestreo, con máximos de oxígeno superficial levemente mayor en la zona de Coquimbo (Acuña *et al.*, 2007).

### Larvas de *Heterocarpus reedi*

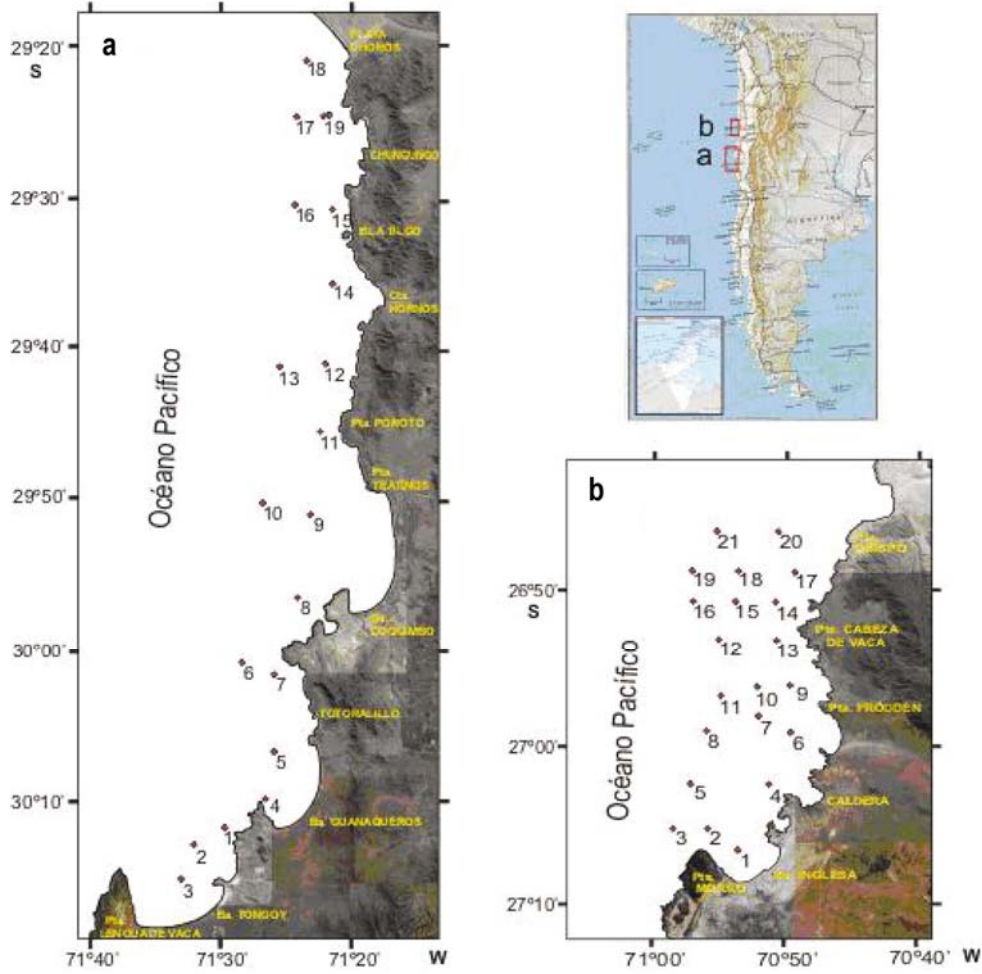
La mayor concentración de larvas de esta especie, se encontró en la zona de Coquimbo en octubre (1011 larvas 1000 m<sup>-3</sup>). Estas larvas se capturaron en el 68,4% de las estaciones realizadas en octubre y diciembre, siendo menor la abundancia relativa en diciembre (Tabla 1).

En octubre, el 91,5% de las larvas se encontraron en los primeros estados de desarrollo (zoeas sin urópodos), mientras que en diciembre se encontraron zoeas con y sin urópodos en igual número.

En la zona de Coquimbo, las mayores abundancias (180 a 185 larvas 1000 m<sup>-3</sup>) se encontraron en las estaciones 6, 7 y 9 (Fig. 2). Las larvas de estas estaciones fueron zoeas sin urópodos, mientras que las zoeas con urópodos sólo se encontraron en las estaciones 3, 12, 13 y 16, en concentraciones entre 10 y 54 larvas 1000 m<sup>-3</sup> (Fig. 2).

En diciembre, la abundancia máxima se encontró en la estación 5 frente a bahía Guanaqueros (39 larvas 1000 m<sup>-3</sup>), que en su gran mayoría fueron zoeas de primeros estados de desarrollo, aunque en este muestreo las zoeas más desarrolladas predominaron y tuvieron distribución más amplia (Fig. 2).

En la zona de Caldera, también se encontró una mayor abundancia de zoeas en octubre que en diciembre, aunque las abundancias relativas fueron menores que las detectadas en la zona de Coquimbo (Tabla 1). La frecuencia de ocurrencia de zoeas totales en esta zona de muestreo, fue igual en ambas épocas. En ambas predominaron las larvas más desarrolladas



**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo. a) Coquimbo y b) Caldera.

**Figure 1.** Location of sampling stations. a) Coquimbo zone and b) Caldera.

**Tabla 1.** Abundancia y frecuencia de ocurrencia de zoeas totales de *H. reedi*, *C. johni* y *P. monodon* en la zona de Coquimbo y Caldera, Chile (octubre y diciembre 2005).

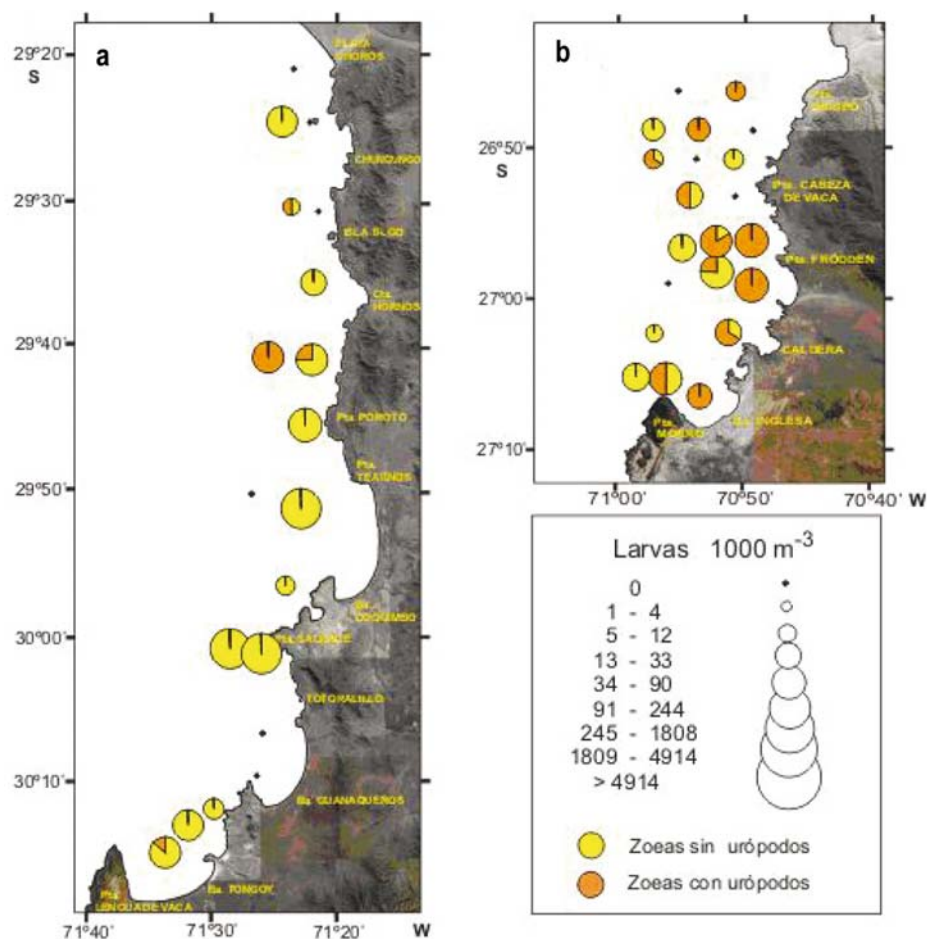
**Table 1.** Abundance and frequency of occurrence of *H. reedi*, *C. johni* and *P. monodon* zoea larvae in the zone of Coquimbo and Caldera, Chile (October and December 2005).

Larvas zoeas	Coquimbo				Caldera			
	Octubre		Diciembre		Octubre		Diciembre	
	Abundancia (Nº 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)	Abundancia (Nº 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)	Abundancia (Nº 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)	Abundancia (Nº 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)
<i>H. reedi</i>	1011	68,4	230	68,4	407	66,7	55	28,6
<i>C. johni</i>	19347	94,7	7	5,3	430	66,7	6	4,8
<i>P. monodon</i>	3407	94,7	362	42,1	684	81,0	373	52,4

(con urópodos), las que en octubre representaron el 63,3 % de las zoeas y en diciembre el 88,7 %.

Las mayores densidades de zoeas, se encontraron en las estaciones 6 y 10, con concentraciones de 66 y 79 larvas 1000 m<sup>-3</sup>, respectivamente. Estas zoeas

correspondieron principalmente a estadios avanzados (Fig. 3). Las zoeas más desarrolladas tuvieron distribución más costera que las sin urópodos, las cuales aunque en menores concentraciones, tuvieron igual frecuencia de ocurrencia que las primeras.



**Figura 2.** Distribución y abundancia de larvas de *Heterocarpus reedi* (octubre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

**Figure 2.** Distribution and abundance of *Heterocarpus reedi* larvae (October 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

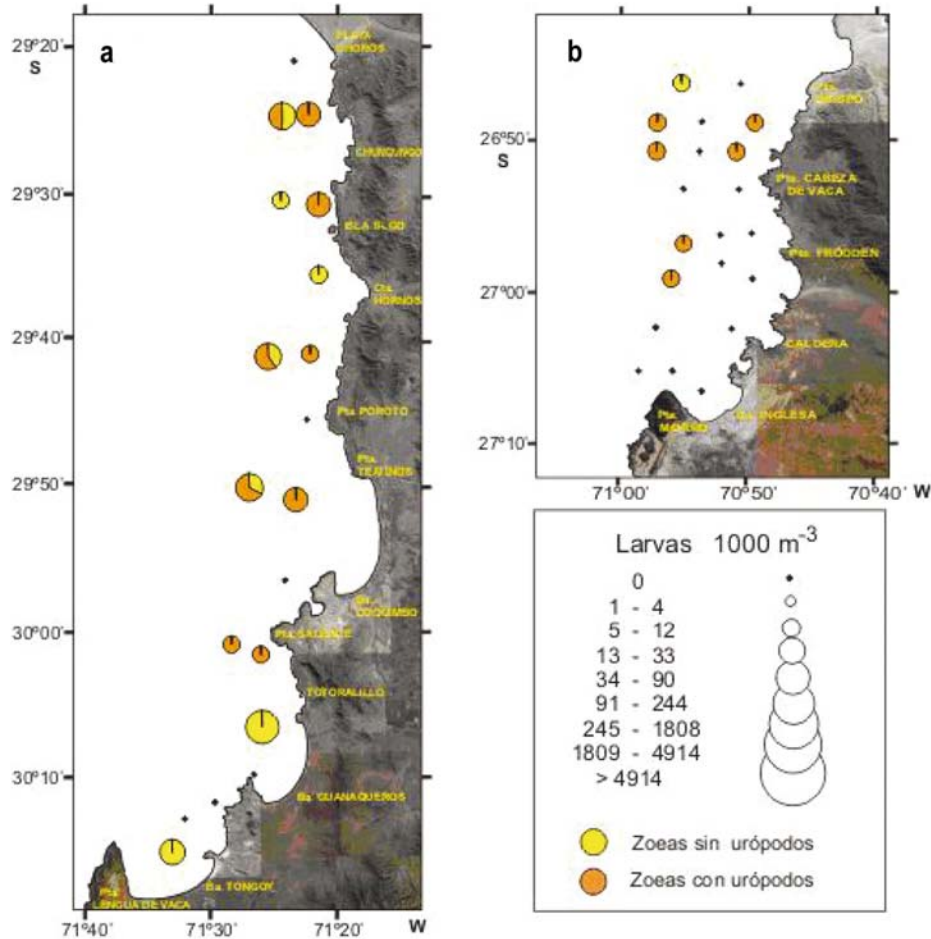
En diciembre, las zoeas fueron muy escasas (6 a 11 larvas  $1000\text{ m}^{-3}$ ) y se distribuyeron principalmente en la parte norte y occidental del área de muestreo. Las zoeas con urópodos predominaron ampliamente y sólo en una estación se encontraron zoeas en primeros estadios de desarrollo (Fig. 3).

#### Larvas de *Cervimunida johni*

En octubre en la zona de Coquimbo, se encontró una gran abundancia de zoeas, presentes en la mayoría de las estaciones muestreadas (Tabla 1). La mayoría de las larvas fueron zoeas sin urópodos (98,1%). Las concentraciones máximas ( $> 1000$  larvas  $1000\text{ m}^{-3}$ ) se encontraron principalmente en las estaciones del sector norte (Fig. 4), en especial en las estaciones 14 y 17 (4557 y 7236 larvas  $1000\text{ m}^{-3}$ ). Se encontraron zoeas con urópodos sólo en cinco estaciones costeras de la parte sur y central del área de estudio, en concentraciones entre 12 y 200 larvas  $1000\text{ m}^{-3}$  (Fig. 4).

En diciembre, la abundancia relativa de zoeas fue muy baja y con escasa frecuencia (Tabla 1). En esa oportunidad las zoeas sólo se encontraron en una estación, frente a la bahía de Coquimbo, donde todos los ejemplares fueron zoeas con urópodos (Fig. 4).

En octubre en la zona de Caldera, las zoeas fueron poco abundantes, aunque estuvieron presentes en 16 de las 21 estaciones muestreadas. La mayoría de ellas (81,5%) fueron larvas en estadios tempranos de desarrollo (sin urópodos). Estas se concentraron principalmente en los sectores sur y central del área muestreada, con un máximo de 127 larvas  $1000\text{ m}^{-3}$ , en la estación 7. Esta estación fue la única en que se encontraron larvas con urópodos, las que representaron el 81,9% de las larvas capturadas en la estación y el 24,2% del total de este muestreo (Fig. 5). En diciembre, se encontraron larvas sólo en dos estaciones y en bajas concentraciones (23 y 6 larvas  $1000\text{ m}^{-3}$ ), (Tabla 1). Todas correspondieron a zoeas sin urópodos (Fig. 5).



**Figura 3.** Distribución y abundancia de larvas de *Heterocarpus reedi* (diciembre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

**Figure 3.** Distribution and abundance of *Heterocarpus reedi* larvae (December 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

### Larvas de *Pleuroncodes monodon*

En octubre en la zona de Coquimbo, estas larvas fueron abundantes y estuvieron ampliamente distribuidas, (Fig. 6). El 55,9% de las larvas se encontró en los primeros estado de desarrollo (zoeas sin urópodos) y su distribución fue principalmente costera, con concentraciones máximas (515 y 661 larvas 1000 m<sup>-3</sup>) en las estaciones 3 y 5 ubicadas en la bahía de Tongoy y Guanaqueros, respectivamente (Fig. 6).

En diciembre, las larvas fueron menos abundantes y estuvieron presentes en menos de la mitad de las estaciones muestreadas (Tabla 1). La concentración máxima (105 larvas 1000 m<sup>-3</sup>), se determinó en la estación 17, en el extremo norte del área de muestreo (Fig. 6).

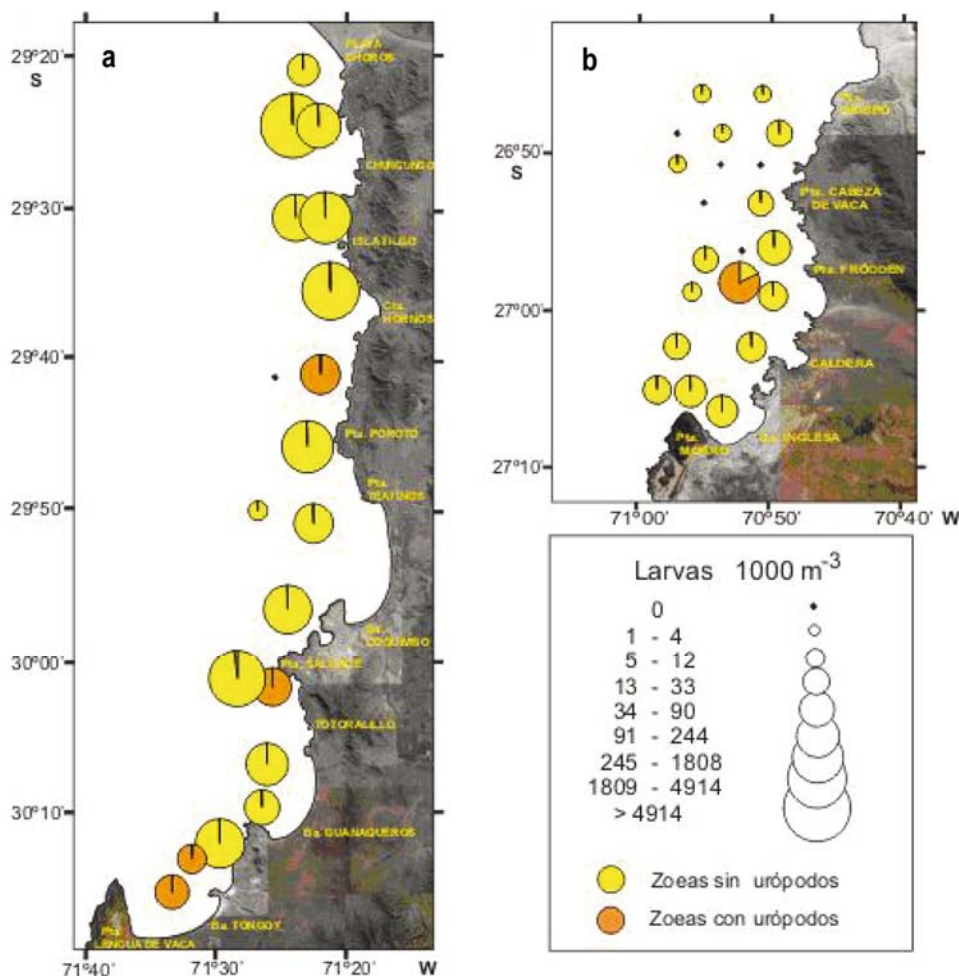
En esta oportunidad, el 81,9% de las zoeas fueron de estadios avanzados mientras que las zoeas sin urópodos, sólo se encontraron en dos estaciones.

En octubre en la zona de Caldera, las larvas fueron poco abundantes, pero de amplia distribución (Tabla 1). El 74,7% fueron zoeas con urópodos, con un máximo de 130 larvas 1000 m<sup>-3</sup>, en el extremo sur del área de muestreo, donde predominaron estas zoeas (Fig. 7).

En diciembre, la abundancia fue menor que en octubre y su frecuencia de ocurrencia fue menor al 50% (Tabla 1). En esta oportunidad, sólo se encontraron zoeas con urópodos, con máximos (103 larvas 1000 m<sup>-3</sup>) en la estación 16 (Fig. 7). En general, las larvas tuvieron una distribución preferentemente oceánica.

### Megalopas de Galatheidae

Todas las megalopas capturadas en las dos zonas y meses de muestreo, correspondieron sólo a un morfotipo, con características morfológicas similares a los juveniles más pequeños de *P. monodon*. Las



**Figura 4.** Distribución y abundancia de larvas de *Cervimunida johni* (octubre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

**Figure 4.** Distribution and abundance of *Cervimunida johni* larvae (October 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

megalopas más grandes midieron 690 nm de longitud cefalotorácica.

En la zona de Coquimbo en octubre, se capturaron megalopas sólo en cuatro estaciones y en bajas concentraciones (Fig. 8). En diciembre, las megalopas fueron más abundantes y más frecuentes (Tabla 2), con máximos de 484 y 456 megalopas 1000 m<sup>-3</sup> en las estaciones 13 y 16, ubicadas al noroeste de la bahía de Coquimbo (Fig. 8).

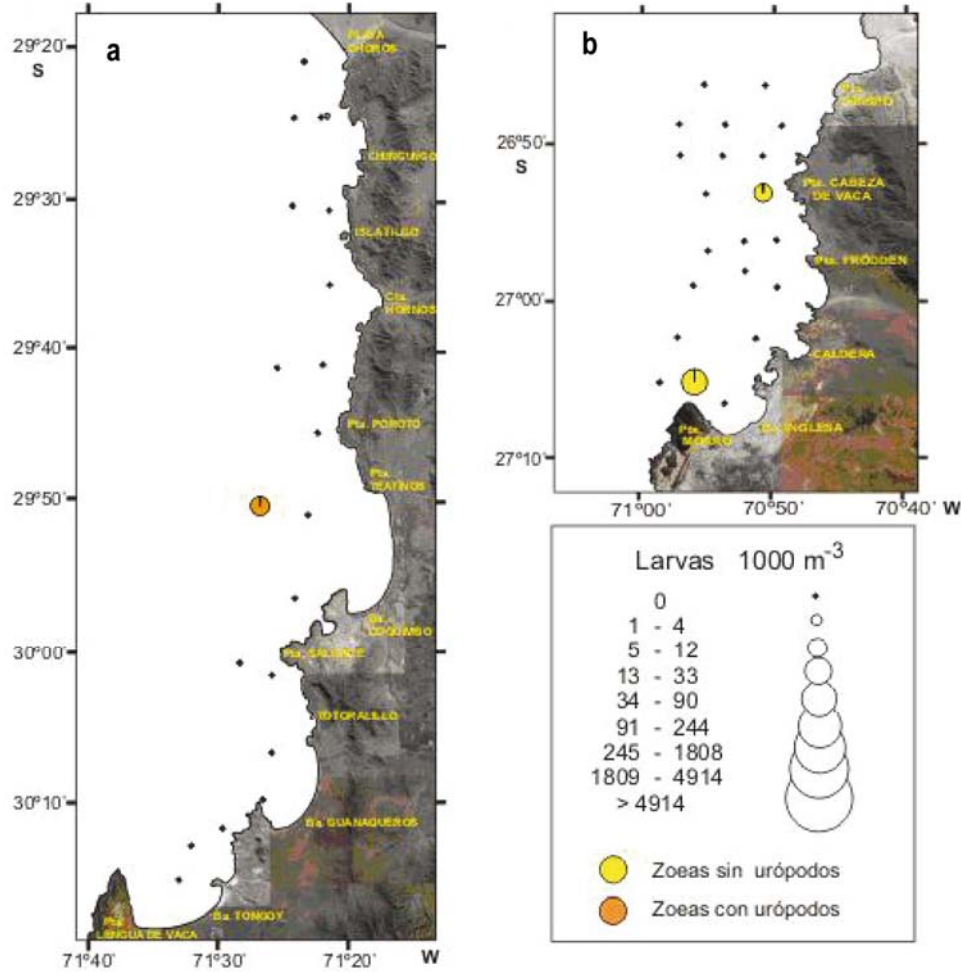
En la zona de Caldera, en octubre, las megalopas se encontraron en escasa abundancia y frecuencia (Tabla 2), encontrándose en una sola estación, ubicada en el extremo norte (Fig. 8).

En diciembre, las megalopas también fueron poco abundantes y frecuentes (Tabla 2). Las concentraciones máximas (26 megalopas 1000 m<sup>-3</sup>), se capturaron en una de las estaciones más alejadas de la costa (Fig. 8).

## DISCUSIÓN

La diferencia notoria de la abundancia de larvas de *H. reedi* entre los dos meses de muestreo, así como la mayor proporción de zoeas correspondientes a los primeros estados de desarrollo capturados en octubre, indica que la liberación de larvas habría ocurrido a comienzos de primavera, lo cual coincide con lo señalado por Roa *et al.* (1998), quienes indican que la época de liberación de larvas, ocurre principalmente entre julio y septiembre.

En octubre, la mayor proporción de zoeas sin urópodos, respecto de las más desarrolladas en áreas costeras de la zona de Coquimbo, sugiere la presencia de hembras ovíferas, las que habrían liberado larvas que no han permanecido el tiempo suficiente en el plancton como para ser desplazadas por las corrientes desde su lugar de origen, lo cual coincide con lo señalado por Acuña *et al.* (1993).



**Figura 5.** Distribución y abundancia de larvas de *Cervimunida johni* (diciembre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

**Figure 5.** Distribution and abundance of *Cervimunida johni* larvae (December 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

La mayor proporción de larvas con urópodos en la zona de Caldera en octubre, indica que la liberación de larvas de *H. reedi*, habría ocurrido antes en Caldera que en Coquimbo, lo cual estaría relacionado con las condiciones oceanográficas existentes a lo largo de la costa chilena y que como consecuencia del desfase térmico latitudinal, el proceso reproductivo se inicia antes en la zona norte (Canales *et al.*, 2002; Arana *et al.*, 2003).

Esto coincide con lo encontrado en esta oportunidad, en que los valores extremos del perfil vertical de temperatura de la zona de Caldera fueron levemente superiores a los de la zona de Coquimbo en octubre (Acuña *et al.*, 2007).

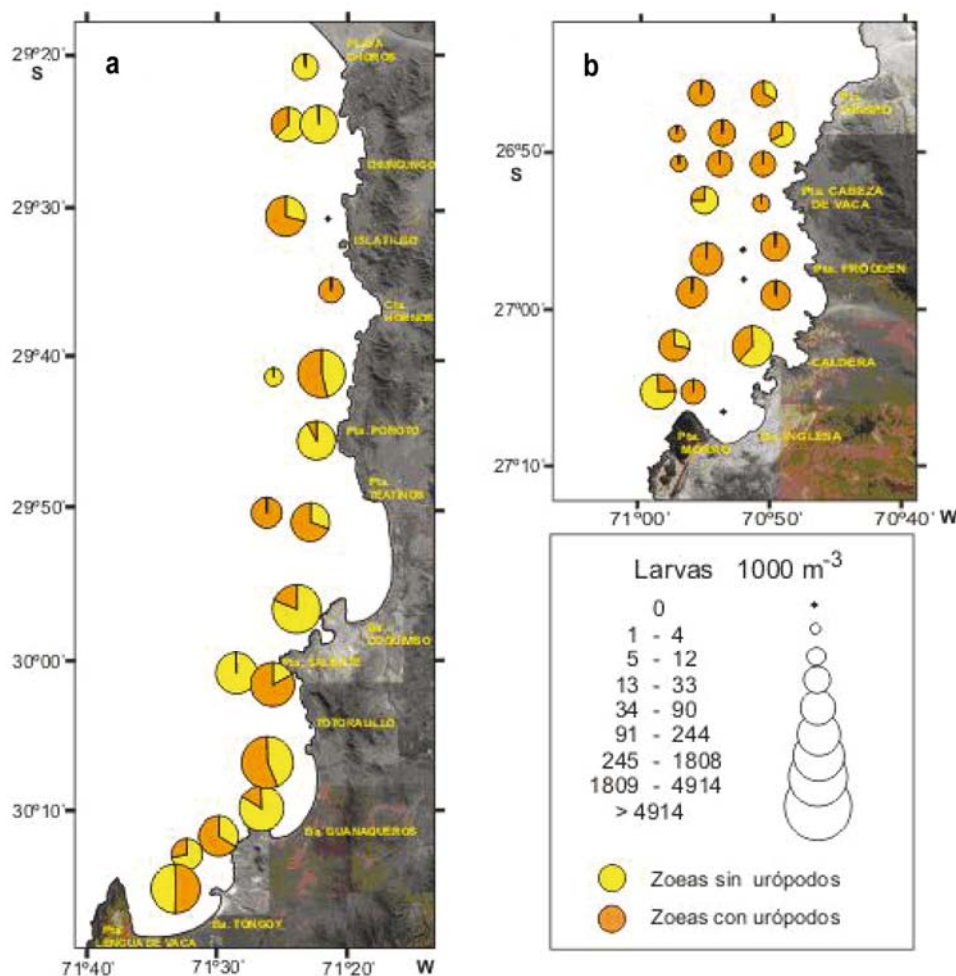
La menor abundancia de larvas de esta especie en ambas zonas de muestreo en diciembre, así como el aumento de la proporción de zoeas con urópodos, se debería a la mortalidad natural de ellas en el trans-

curso de su desarrollo y a la declinación de la eclosión, dada la época de muestreo y lo señalado por Roa *et al.* (1998).

La secuencia temporal de la abundancia relativa de los estados de desarrollo de *P. monodon* en los dos meses muestreados en ambas zonas fue similar a la de *H. reedi*. Esto coincide con la abundancia de los estados de desarrollo de *P. monodon* encontrado por Palma (1994) en la costa de Concepción y lo reportado por Rivera & Santander (2005), en la zona norte de Chile. Estos últimos autores encuentran las mayores abundancias de zoeas I, II y III en agosto, de zoeas IV en octubre y de megalopas en enero, lo cual corresponde con la época de liberación de larvas de esta especie (Henríquez, 1979; Bustos & Retamal, 1985; Palma & Arana, 1997).

La proporción de zoeas de desarrollo avanzado en octubre en ambas zonas de muestreo, que fue mayor





**Figura 6.** Distribución y abundancia de larvas de *Pleuroncodes monodon* (octubre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

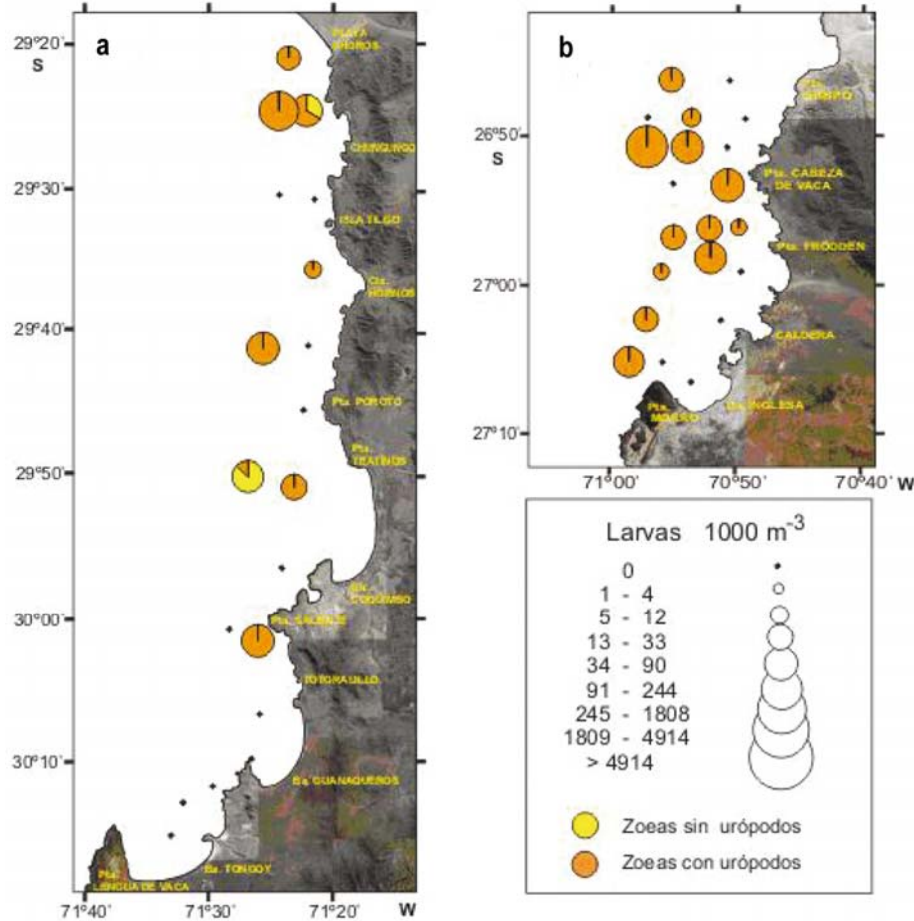
**Figure 6.** Distribution and abundance of *Pleuroncodes monodon* larvae (October 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

que la encontrada para *H. reedi*, sería consecuencia de que la eclosión comenzaría antes. Esto corresponde con lo señalado por Palma & Arana (1997), quienes encuentran la mayor abundancia de hembras con huevos de desarrollo más avanzado, en septiembre frente a Concepción. Al respecto Canales *et al.* (2002), señalan que el proceso de portación de huevos es más temprano en la zona norte, iniciándose antes la liberación de larvas e intensificándose en agosto.

Lo anterior explicaría la presencia sólo de zoeas de mayor desarrollo en diciembre en Caldera y la mayor proporción de ellas en Coquimbo, a diferencia de lo encontrado en octubre cuando predominaron las zoeas de menor desarrollo en esta zona. Por otra parte, la presencia de zoeas sin urópodos, confirma la presencia de reproductores en el bentos de ambas zonas de muestreo, lo que es consistente con la ubicación de las capturas de la flota pesquera en esta oportunidad (Acuña *et al.*, 2007).

La escasa presencia de megalopas en octubre en ambas zonas de muestreo y el notorio aumento de ellas en diciembre, confirma lo señalado anteriormente respecto de la época reproductiva de la especie (Palma, 1994; Palma & Arana, 1997). Por otra parte, su mayor abundancia en la zona de Coquimbo, sería explicada por la diferencia latitudinal en que ocurriría el desove (Canales *et al.*, 2002), que coincide con la diferencia térmica encontrada en esta oportunidad entre las zonas de muestreo (Acuña *et al.*, 2007).

La abundancia y composición por estados de desarrollo de las larvas de *C. johni* en octubre en ambas zonas de muestreo, en las que se detectó un claro predominio de las zoeas sin urópodos, indica la presencia de la población desovante en estas áreas a comienzos de primavera, pero a diferencia de las larvas de las otras dos especies estudiadas, no se detectó la secuencia temporal de los estados de



**Figura 7.** Distribución y abundancia de larvas de *Pleuroncodes monodon* (diciembre 2005). a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.

**Figure 7.** Distribution and abundance of *Pleuroncodes monodon* larvae (December 2005). a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

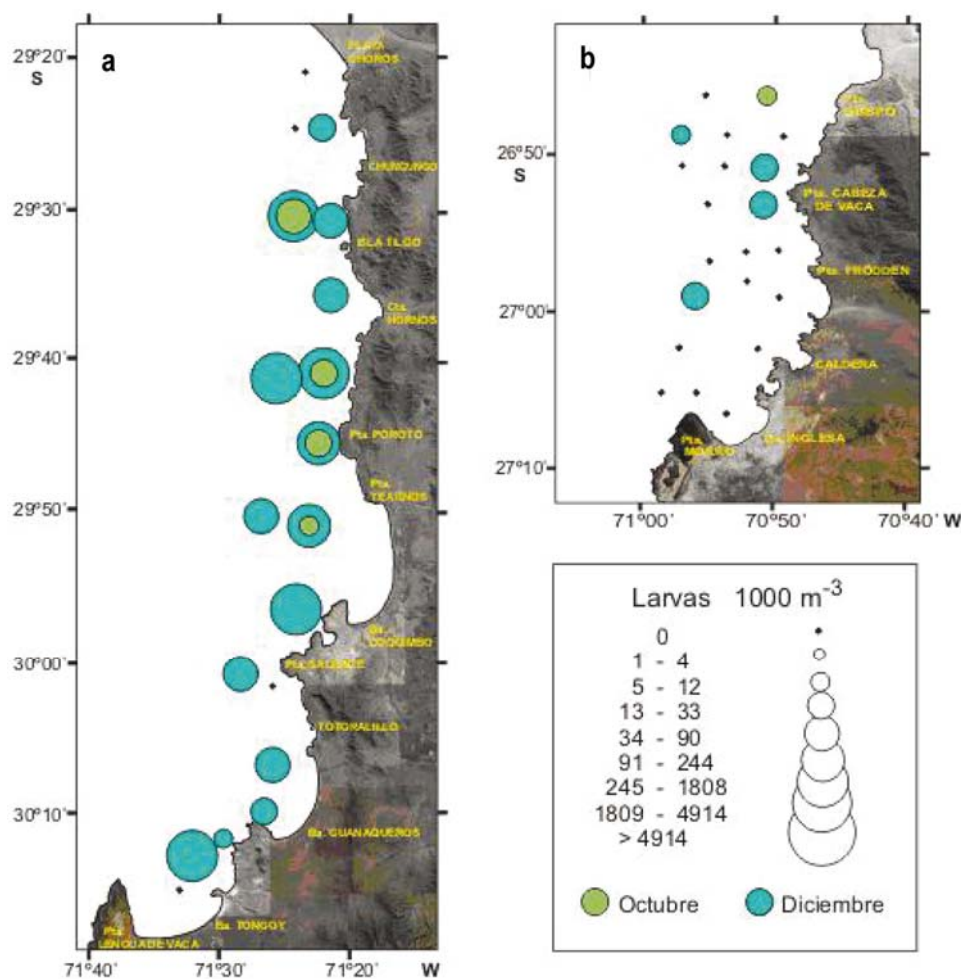
desarrollo de las larvas de *C. johni*, entre los dos meses muestreados.

La escasa abundancia de zoeas con urópodos en octubre en ambas zonas, puede ser explicada por la época de liberación de las larvas de la especie, que ocurre entre septiembre y octubre en la zona Caldera y Coquimbo (Acuña *et al.*, 1998). Sin embargo, la mínima presencia de larvas de esta especie en diciembre en ambas zonas de muestreo, podría ser indicio de una alta mortalidad que el desarrollo haya sido más rápido que la secuencia de muestreo o que en el proceso de desarrollo existiera un comportamiento que no las hace vulnerables a las capturas planctónicas convencionales, ya sea por su capacidad natatoria o por haber adquirido hábitos profundos o bentónicos. Esto coincide con la ausencia total de las megalopas de *C. johni* en las muestras zooplánctónicas, puesto que todas ellas fueron identificadas como *P. monodon* dada la similitud morfológica con los juveniles de esta especie.

Coincidentemente con lo anterior, Silva (1999) en un estudio realizado entre Punta Damas (29°15'S) y Punta Lengua de Vaca (30°20'S), con cruceros estacionales (abril, julio, noviembre y enero), encontró sólo zoeas I en julio y noviembre, zoeas II, en mínimas concentraciones en los mismos meses y ausencia de los demás estados de desarrollo.

La hipótesis relacionada con el comportamiento de las larvas más desarrolladas de *C. johni*, permite postular que las megalopas de esta especie, desaparecerían más rápidamente del plancton que las de *P. monodon*, lo cual estaría directamente relacionado con las diferencias establecidas en el reclutamiento de ambas especies detectadas por Acuña *et al.* (2007).

El desfase temporal de los estadios larvales y la mayor abundancia de las larvas de menor desarrollo en las estaciones costeras de ambas zonas muestreadas de las tres especies, así como el aumento proporcional



**Figura 8.** Distribución y abundancia de megalopas de *Pleuroncodes monodon*. a) zona de Coquimbo, b) zona de Caldera.  
**Figure 8.** Distribution and abundance of *Pleuroncodes monodon* megalopae. a) Coquimbo zone, b) Caldera zone.

**Tabla 2.** Abundancia y frecuencia de ocurrencia de megalopas de *P. monodon* (octubre y diciembre, 2005, zona de Coquimbo y Caldera, Chile).

**Table 2.** Abundance and frequency of occurrence of *P. monodon* megalopae (October and December, 2005, zones of Coquimbo and Caldera, Chile).

Zona	Octubre		Diciembre	
	Abundancia (N° 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)	Abundancia (N° 1000 m <sup>-3</sup> )	Frecuencia (%)
Coquimbo	138	21,1	2509	78,9
Caldera	5	4,8	74	19,0

de las larvas más desarrolladas en las estaciones más distantes de la costa en diciembre, sería producto de la deriva larval desde las áreas de eclosión. Por otra parte, la presencia de una proporción mayor de zoeas avanzadas en la parte norte de las zonas muestreadas,

sería consecuencia del transporte larval que generan las corrientes predominantes de dirección norte que se han descrito para las costas centro norte de Chile (Escribano *et al.*, 2002) y particularmente para la zona de Coquimbo (Moraga *et al.*, 1994, 2001 & Acuña *et*

al., 1989); lo cual fue más evidente en la distribución de las larvas de *H. reedi* y *P. monodon*, en el muestreo de diciembre.

Acuña *et al.* (2007), señalan que la mayor proporción de hembras portadoras de huevos de las especies en estudio, así como el reclutamiento de los juveniles, ocurre al interior de los caladeros habituales de pesca en la zona de estudio, lo cual es consistente con las áreas de mayor concentración de larvas en primeros estados de desarrollo de las tres especies estudiadas en octubre. Aunque en general el muestreo de plancton en ambas zonas (Caldera y Coquimbo) se superpone parcialmente a los caladeros habituales de pesca, este se extendió en la franja costera comprendida entre los caladeros y la costa, por lo que la presencia de las mayores concentraciones de las primeras zoeas de las tres especies en octubre, en las muestras de plancton obtenidas en estaciones próximas a la costa, confirman la migración reproductiva de los adultos señalada por diversos autores, que indican que las hembras portadoras de huevos con mayor desarrollo, se encuentran a menor profundidad, más cerca de la costa y principalmente a fines de invierno y comienzo de primavera (Arana, *et al.* 1976; Bustos *et al.*, 1982; Palma & Arana, 1997; Canales *et al.*, 2003 & Acuña *et al.*, 2008b).

### AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este estudio son parte del proyecto "Determinación de las zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado entre la III y IV Región" (FIP N° 2004-45) financiado por el Fondo de Investigación Pesquera, cuyo director fue el Profesor Enzo Acuña de la Universidad Católica del Norte. Los autores agradecen la colaboración de la Srta. Maria de los Angeles Gallardo y Andrés González, que participaron en el muestreo y separación de las muestras planctónicas.

### REFERENCIAS

- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, O. Gødo, R. León, V. López, E. Pérez & P. Rodríguez. 2008a. Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-19: 326 pp.
- Acuña, E., M. Andrade, L. Cubillos, H. Arancibia, J. Moraga, A. Mujica, M. Berríos, D. Lancelotti, J.C. Villarroel, P. Haye & W. Stotz. 2007. Determinación de zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado en las regiones III y IV. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2004-45: 345 pp.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid & R. Roa. 1998. Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 96-08: 127 pp.
- Acuña, E., J. Moraga, A. Mujica, J. Olivares & E. Uribe. 1993. Distribución y abundancia espacio-temporal del ictioplancton y su relación con variables ambientales, en el área entre punta Lengua de Vaca (30°2'S) y punta Dama (29°15'S), IV Región. Informe Final, Proyecto FIP 1992, IFOP-UCN, 82 pp.
- Acuña, E., J. Moraga & E. Uribe. 1989. La zona de Coquimbo: un sistema nerítico de surgencia de alta productividad. Com. Perm. Pacífico Sur (Número Especial): 145-157.
- Acuña, E., M. Thiel, M. Andrade, A. Cortés, N. Espinoza & I. Hinojosa. 2008b. Dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV Región. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-43: 157 pp.
- Arana, P., M. Ahumada & A. Guerrero. 2003. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2002-05: 318 pp.
- Arana, P., L. Noziglia & G. Yany. 1976. Crecimiento, reproducción, factor de condición y estructura poblacional del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) (Crustacea, Decapoda, Caridea). Cienc. Tecnol. Mar., 2: 3-98.
- Bustos, H., O. Aracena, S. Mora & W. Palma. 1982. Estudio de crecimiento y edad en el recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837). Inf. Inst. Pesq., Santiago, 120 pp.
- Bustos, H.E. & M.A. Retamal. 1985. Estudio biológico pesquero del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837). Gayana (Zool.), 49(3-4): 151-164.
- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado & P. Galvez. 2003. Evaluación directa del Langostino Colorado y Langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2002-06: 410 pp.
- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma & T. Melo. 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2001-06: 269 pp.
- Escribano, R., V. Marín, P. Hidalgo & G. Olivares. 2002. Physical-biological interactions in the pelagic ecosystem of the nearshore zone of the northern

- Humboldt Current System. En: J.C. Castilla & J.L. Largier (eds.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, pp. 145-175.
- Fagetti, E. 1960. Huevos y el primer estadio larval del langostino (*Cervimunida johni* Porter 1903). Rev. Chil. Hist. Nat., 55: 33-42.
- Fagetti, E. & I. Campodónico. 1971. Larval development of the red crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) under laboratory conditions. Mar. Biol., 8(1): 70-81.
- Henríquez, G. 1979. Langostino colorado. *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards). Crustacea Decapoda, Anomura, Galatheidae. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales, Bases para un desarrollo pesquero (Crustáceos). (ed.). Instituto de Fomento Pesquero, CORFO. AP 79-18. (1): 52 pp.
- Moraga, J., E. Valdebenito & J. Rutllant. 2001. Condiciones oceanográficas durante la fase de relajación de un evento de surgencia invernal frente a Punta Lengua de Vaca, Coquimbo. Invest. Mar., Valparaíso, 29(1): 59-71.
- Moraga, J., A. Valle-Levinson & J. Blanco. 1994. Hidrografía y dinámica de la capa superior del océano en la zona costera del Pacífico Sudoriental (30°S). Invest. Pesq. (Chile), 38: 55-73.
- Mujica, A. 2006. Larvas de crustáceos decápodos del archipiélago Juan Fernández (33°40'S-78°50'W) e islas Desventuradas (26°20'S-80°05'W). Cienc. Tecnol. Mar, 29(1): 137-152.
- Palma, S. 1976. Meroplankton de la región de Valparaíso. Cienc. Tecnol. Mar, 2: 99-116.
- Palma, S. 1994. Distribución y abundancia de larvas de *Pleuroncodes monodon* frente a las costas de Concepción. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 13-29.
- Palma, S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 25: 203-221.
- Palma, S & R. Ulloa. 1998. Aspectos reproductivos del camarón nailon *Heterocarpus reedi*, capturado en aguas de la zona norte y central de Chile. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, Valparaíso, 21-98: 22 pp.
- Park, W., R.I. Perry & S.Y. Hong. 2004. Larval development of the sidestriped shrimp (*Pandalopsis dispar* Rathbun) (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) reared in the laboratory. Fish. Bull., 102: 118-126.
- Rivera, J. & E. Santander. 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapoda, Anomura, Galatheidae). Invest. Mar., Valparaíso, 33 (1): 3-23.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, M.I. Lepe, C. Díaz & H. Arancibia. 1998. Evaluación directa del camarón nailon entre la II y VIII Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N°98-03: 138 pp.
- Silva, J. 1999. Distribución y abundancia de langostino amarillo *Cervimunida johni* (Poster, 1903) y langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards) frente a las costas de Coquimbo. Tesis de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, 90 pp.
- Thatje, S. & R. Bacardit. 2000. Larval development of *Austropandalus grayi* (Cunningham, 1871) (Decapoda, Caridea, Pandalidae) from the Southwestern Atlantic Ocean. Crustaceana, 73(5): 609-628.
- Wehrtmann, I. & P. Báez. 1997. Larvas y estadios tempranos de desarrollo de crustáceos decápodos de Chile: descripciones publicadas. Invest. Mar., Valparaíso, 25: 263-276.
- Williamson, D.J. 1957. Crustacea, Decapoda: Larvae, I. General. Fiches identification zooplankton, 67: 1-7.
- Wolff, M. & T. Aroca. 1995. Population dynamics and fishery of the chilean squat lobster *Cervimunida johni* porter (Decapoda, Galatheidae) off the coast of Coquimbo, northern Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 30(1): 57-70.

Received: 7 May 2010; Accepted: 6 January 2011