



ALIMENTACIÓN NATURAL DE *Austromegabalanus psittacus* (MOLINA, 1782) (CIRRIPEDIA: BALANIDAE) EN EL GOLFO SAN JORGE (CHUBUT, ARGENTINA)

Paola Lanás¹, Marina Riera¹, Ruth Kowal¹, Boris A. López² y Daniel A. López^{2,3}

¹Departamento de Biología. Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B. Ciudad Universitaria. Km 4 (9000) Comodoro Rivadavia. Argentina. paolalanas@unpata.edu.ar

²Departamento de Acuicultura y Recursos Acuáticos. Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile

³Centro de Estudios Avanzados. Universidad de Playa Ancha. Valparaíso. Chile.

Resumen

Se analizó la dieta natural del cirripedio gigante *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1782) “picoroco” en el Golfo San José, Chubut, sur de Argentina. La especie es un filtrador omnívoro, consumiendo gran parte de de la oferta ambiental. No obstante, tiene algún grado de selectividad dado que se verificaron diferencias estadísticamente significativas entre la frecuencia de los ítems del contenido del tubo digestivo y aquellos presentes en la columna de agua ($\chi^2= 1136.31$; gl = 8; $p<0.0001$). Las microalgas típicamente planctónicas fueron más abundantes en la dieta que aquellas asociadas al bentos ($\chi^2= 26.3$; gl = 1; $p<0.001$) y la fracción algal fue mayor que la fracción animal, por lo cual la dieta es preferentemente fitoplanctónica. Debido a que esta especie tiene potencial económico y en Chile es explotada artesanalmente y en cultivos a escala piloto, los resultados de este estudio podrían ser aplicados a su eventual uso en Argentina.

Palabras clave: dieta, cirripedio, *Austromegabalanus*, Patagonia.

Abstract

The natural diet of the giant barnacle *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1782) “picoroco” was analysed in the Gulf of San José, Chubut, southern Argentina. The species is an omnivorous filter feeder that consumes the majority of resources available in the environment. However, it has some degree of selectivity, as statistically significant differences were verified between frequencies of items found in the digestive tract content and those present in the water column ($c^2= 1136.31$; gl = 8; $p<0.0001$). Typically planktonic microalgae were more abundant in the diet than those associated with the benthos ($c^2= 26.3$; gl = 1; $p<0.001$) and the vegetal fraction was greater than the animal fraction, resulting in a preferentially phytoplankton diet. Because this species has economic potential, in Chile is exploited by artisanal fisheries, and pilot scale cultures. In view of this, the results of the present study could be applied to the possible use of the “picoroco” in Argentina.

Keywords: diet, giant barnacle, *Austromegabalanus*, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

Los cirripedios torácicos son organismos filtradores que a través de un abanico de seis pares de cirros birrámeos y articulados, capturan organismos del fitoplancton, principalmente diatomeas y flagelados, así como zoopláncteres, particularmente larvas meroplanctónicas de invertebrados bentónicos (Anderson 1994). Su rol en las cadenas tróficas marinas depende del grado de selectividad y de la proporción relativa de fitoplancton y zooplancton presentes en la dieta. Ello está determinado por la estructura de los cirros y por factores ambientales que generan complejos mecanismos de captura de las partículas (Riisgård y Larsen 2010). Los distintos tipos de cirros cumplen por separado, funciones de captura y selección (Crisp y Southward 1961, Rainbow y Walker 1977). La velocidad del flujo de agua (Trager *et al.* 1990, Arsenault *et al.* 2001, Marchinko y Palmer 2003) y la temperatura (Anderson y Southward 1987) producen cambios en la conducta de alimentación. Los mecanismos de captura de partículas-microfiltración, captura pasiva y captura activa- pueden ser modificados diferencialmente por estos factores (Anderson y Southward 1987). La selección de los ítemes presentes en la oferta ambiental está determinada por la acción de los cirros más pequeños y setosos, en cambio los apéndices asociados al cono bucal como maxilas, maxílulas, mandíbulas y palpos bucales permiten la ingestión secuencial del alimento (Rainbow y Walker 1977, Anderson 1994). El resultado global de estos procesos, que establecen el grado de selectividad sobre la oferta ambiental, puede ser estimado comparando la composición del contenido del tubo digestivo y la oferta ambiental. El tubo digestivo no tiene zonas anatómicamente diferenciadas y forma un asa, dado que la boca y el ano se encuentran muy próximos y situados en la base de los cirros (Anderson 1994).

El cirripedio gigante *Austromegabalanus psittacus*, "picoroco" se distribuye desde Pacasmayo en el sur de Perú a lo largo de toda la costa de

Chile, incluyendo la Isla de Juan Fernández, y la costa atlántica en el sur de Argentina (Nillson-Cantell 1957, Young 2000). En Chile constituye un recurso de importancia comercial, siendo extraído por la pesquería artesanal (López *et al.* 2008) y se han desarrollado actividades de cultivo a nivel piloto (López *et al.* 2005, López *et al.* 2010a, López *et al.* 2011) con interesantes proyecciones económicas (Bedecarratz *et al.* 2011). En el Golfo de San Jorge, en la Patagonia argentina, es una de las especies con potencial importancia ecológica y económica, a pesar de lo cual prácticamente no existen antecedentes sobre su biología, por lo que el presente trabajo está orientado a conocer la dieta de *A. psittacus* en condiciones naturales y su grado de selectividad dietaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los meses de agosto y octubre de 2008, se recolectaron ejemplares de "picoroco" en pozas de mareas de la zona intermareal inferior y en la zona submareal somera entre 0.5 y 1.8 m de profundidad en Playa Alsina (46° 03'S 67° 37' O), provincia de Santa Cruz y Playa de Km 3 (45 ° 52' S; 67° 28' O), en Chubut, República Argentina (Figura 1). Como estimador de tamaño, se escogió el largo carino-rostral o apertura opercular, que corresponde a la distancia máxima entre la placa carina y la placa rostral, así como la altura carinal, que es la distancia máxima entre el ápice de la placa carina y la base del ejemplar; ambas medidas son estimadores denso-independientes de la edad (López *et al.*, 2007a). Éstas fueron mensuradas utilizando un Caliper Vernier manual de 0,01 cm de precisión, fluctuando los tamaños de los ejemplares evaluados entre 0.36 a 3.98 cm de largo carino-rostral y entre 0.22 a 4.96 cm de altura carinal. El contenido gástrico fue obtenido a través de la disección del tubo digestivo. El contenido del estómago de cada individuo fue homogeneizado en un volumen constante de 0.5 ml, mediante una solución acuosa isotónica. Tres réplicas por estómago fueron realizadas en submuestras de 0.1 ml cada una, para el

recuento de los ítemes, utilizando una cámara de Neubauer. Para la identificación se utilizaron colecciones de referencia y literatura taxonómica especializada. Se calculó la frecuencia de ocurrencia (FO) y la frecuencia numérica (FN) de cada ítem. Las FO se calcularon como $(N_i/N) \times 100$, donde N_i es el número total de estómagos donde se encontró un determinado ítem "i", y N fue el número total de estómagos con algún contenido. Las FN se calcularon como el porcentaje que cada ítem de la dieta aportó al número total de organismos encontrados en los contenidos gástricos.

agua. Las frecuencias de los distintos ítemes expresados como porcentajes tanto del contenido gástrico como de las muestras de agua, fueron comparadas mediante una prueba de chi-cuadrado, usando el paquete estadístico STATISTICA 8.0 (Statsoft 2007). Igual procedimiento se siguió para comparar las frecuencias de algas típicamente planctónicas y algas asociadas al bentos. Las frecuencias de las fracciones vegetal y animal fueron comparadas mediante la prueba "t", usando el mismo paquete estadístico.

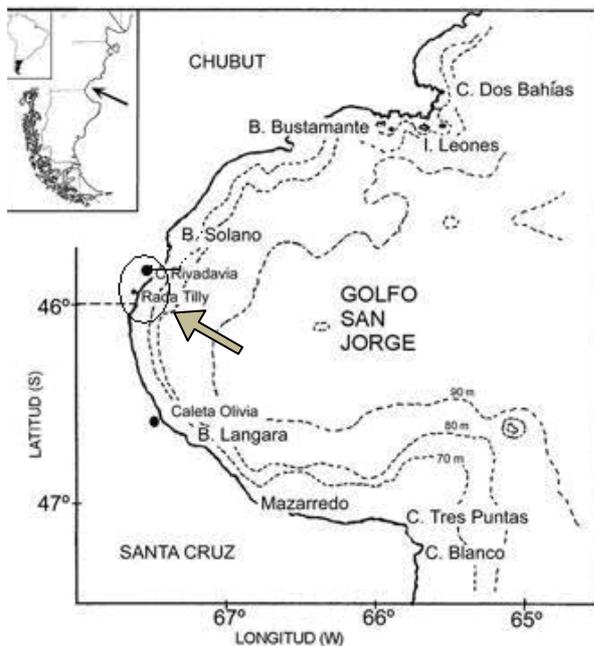


Fig. 1. Área de muestreo. La elipse encierra la región de la costa estudiada

Paralelamente, se analizó la oferta ambiental, filtrando agua de mar utilizando una red de $45 \mu\text{m}$. El seston analizado se obtuvo de volúmenes superiores a los 2,000 l de agua filtrada en cada oportunidad. Las muestras se fijaron en formol al 4%; luego se procedió a la separación e identificación de los organismos. Usando la misma metodología descrita para el análisis del contenido del tubo digestivo, se determinaron las frecuencias de los ítemes para el total de organismos presentes en las muestras de

RESULTADOS

Del total de los ejemplares ($n = 37$), el 80% evidenciaron contenidos en su tubo digestivo. El mayor aporte a la dieta del picoroco, lo constituyeron las microalgas planctónicas. A pesar de su alta variabilidad, el componente algal ($8.75 \pm 28.75\%$) fue significativamente mayor que el componente animal ($2.15 \pm 8.5\%$) ($t = 2.26$; $gl=198$; $p<0.01$). Los ítemes más frecuentes fueron diatomeas céntricas, diatomeas pennadas, espículas de poríferos, cianofitas del Orden chroococales, cianofitas filamentosas, larvas nauplio, nemátodos y dinoflagelados. Tardígrados, anfípodos y quinorrincos tuvieron frecuencias menores al 5% (Tabla 1). De los cuatro grandes taxa de microalgas encontrados, pudieron identificarse al menos 12 géneros (Tabla 2). Las algas típicamente planctónicas fueron más abundantes que aquellas asociadas al bentos ($\chi^2 = 26.3$; $gl = 1$; $p<0.001$).

El 82% de los taxa encontrados en el agua de mar se registraron también en los contenidos estomacales de los individuos. Sin embargo, las frecuencias de los distintos ítemes en la dieta y en la oferta ambiental fueron estadísticamente diferentes ($\chi^2 = 1136.31$; $gl=8$; $p < 0.0001$).

Tabla 1. Frecuencias Numéricas (FN) y Frecuencia de Ocurrencia (FO) en la oferta ambiental y el contenido estomacal de *A. psittacus*.

	FN (%) Oferta	FN (%) Dieta	FO (%) Dieta
1. Cianofitas filamentosas	34.01	1.1	22.58
2. Espículas de poríferos	21	9.39	45.16
3. Diatomeas céntricas.	10.24	30.28	93.54
4. Diatomeas pennadas	9.83	16.6	54.83
5. Crustáceos (isópodos y anfípodos)	6.94	0.61	6.45
6. Dinoflagelados	4.91	0.7	12.9
7. Cianofitas chroococales	3.27	36.25	32.25
8. Foraminíferos	1.63	0	0
9. Larvas Nauplios	1.22	2.1	22.58
10. Nemátodos	1.22	2.24	19.35
11. Rodofitas	0.409	0	0

Tabla 2. Géneros y especies de los cuatro grupos de microalgas encontrados en el contenido estomacal de ejemplares de *Austromegabalanus psittacus*.

Phylum	Subphylum/ Infraphylum/ Subclase	Orden	Género/ Especie	
Cyanobacteria	Oscillatoriothycideae	Chroococcales	<i>Xenococcus</i> sp. <i>Crococcus turgidus</i> <i>Gloeocapsosis</i> sp.	
		Oscillatoriales	<i>Spirulina</i> sp. <i>Leptolyngbya</i> sp.	
		Nostocophycideae	Sin especificar	
Ochrophyta	Diatomeae	Pennatales	<i>Cocconeis</i> sp. <i>Odontella</i> sp. <i>Pleurosigma</i> sp. <i>Licmophora</i> sp. <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	
			Centrales	Sin especificar
			Prorocentrales	<i>Prorocentrum</i> sp. <i>Dinophysis</i> sp.
Myzozoa	Dinoflagellata			

DISCUSIÓN

La alta frecuencia de especies de diatomeas céntricas y cianofitas chroococales en los contenidos del tubo digestivo indica una alimentación planctófaga, ya que este tipo de algas son eminentemente planctónicas. En cambio, las especies de diatomeas pennadas y cianofitas filamentosas asociadas a ambientes bentónicos, fueron menos frecuentes. Su presencia en la dieta del

“picoroco” puede explicarse por el efecto de perturbaciones físicas como oleaje y corrientes locales, que tienden a aumentar la oferta de este tipo de especies en la columna de agua.

El “picoroco” es una especie oportunista que consume una amplia diversidad de organismos presentes en el ambiente, pero con algún grado de selectividad, ya que se verificaron diferencias estadísticas entre las frecuencias de los contenidos del tubo

digestivo y la oferta ambiental. Es también una especie omnívora pero preferentemente herbívora, dado que en este estudio se determinó una mayor proporción de contenido algal que animal en la dieta. La fracción animal está constituida principalmente por meiofauna que persiste por poco tiempo como meroplancton en la columna de agua y por meroplancton relacionado a eventos reproductivos locales, principalmente larvas nauplios.

Si bien se ha descrito que los cirripedios balanomorfos tienen selectividad en el consumo de alimento (Riisgård y Larsen 2010), en la dieta natural del “picoroco” se verifica un amplio rango de tamaños entre los distintos ítems; las diferencias observadas son de órdenes de magnitud. Lo anterior sugiere que la selectividad es limitada. Por otro lado, no existen antecedentes de que las condiciones ambientales generen cambios en la selectividad de la dieta, sino más bien modificaciones en su eficiencia (Marchinko, 2007), a pesar de que se generan cambios estructurales en los cirros (Arsenault *et al.* 2001, López *et al.* 2007, López *et al.* 2010b).

El conocimiento sobre el tipo de dieta consumida por el “picoroco” puede también tener efectos prácticos. Aunque no existen reportes de intoxicaciones humanas por consumo de “picorocos” u otros crustáceos, los dinoflagelados encontrados como alimento son causantes de floraciones algales nocivas. De los dos géneros encontrados, existen antecedentes de toxicidad, ya que *Dinophysis* sp. ha sido asociada con la presencia de toxinas diarreicas en moluscos y a intoxicaciones humanas en el litoral argentino (Sar *et al.* 2010) y una especie de *Prorocentrum*, se vinculó a episodios de intoxicación diarreica por consumo de moluscos en el Golfo Nuevo, Chubut, Argentina (Gayoso y Ciocco 2001, Gayoso *et al.* 2002). Asimismo, contar con información sobre el tipo de dieta de esta especie podría ser favorable para eventuales cultivos intensivos, ya que para su alimentación se requerirían cultivos mesotróficos con predominio de diatomeas, que son estables y de bajo costo.

AGRADECIMIENTOS

A la M.Sc. Hilda Zalazar por su valiosa ayuda en la identificación de las especies de cianofitas. A la Dra. Teresita Romero López del Centro de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de la Industria Alimentaria de Cuba, así como las sugerencias de árbitros anónimos. Se agradece el aporte de los proyectos FONDEF-CHILE D03I1116: “Desarrollo de tecnologías de producción para el cultivo del crustáceo *Austromegabalanus psittacus*”, FONDEF-CHILE D07I1042: “Producción de semilla de picoroco para su cultivo industrial” y al proyecto federal de innovación productiva, “Nuevos recursos acuícolas en el Golfo de San Jorge, Chubut” del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, D.T. 1994. *Barnacles: structure, function, development and evolution*. Chapman and Hall, London. U.K.
- Anderson, D.T. y Southward A.J. 1987. Cirral activity of barnacles. In: Southward, A.J. (ed) *Barnacle biology. Crustacean issues 5*. Balkema AA, Rotterdam
- Arsenault, D.J., Marchinko, B. y Palmer, A.R. 2001. Precise tuning of barnacle leg length to coastal wave action. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 268: 2149- 2154.
- Bedecarratz, P.C., López, D.A., López, B.A. y Mora, O.A. 2011. Economic feasibility of aquaculture of the giant barnacle, *Austromegabalanus psittacus* in southern Chile. *Journal of Shellfish Research* 30 (1): 147-157.
- Crisp, D.J. y Southward, A.J. 1961. Different types of cirral activity of barnacles. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 243: 271-308.
- Gayoso, A.M. y Ciocco, N. 2001. Observations on *Prorocentrum lima* of North-Patagonian coastal waters (Argentina) associated with a diarrheic

- disease episode. *Harmful Algal News* 22: 4.
- Gayoso, A.M., Dover, S., Morton, S., Busman, M., Moeller, P., Fulco, V.K. y Maranda, L. 2002. Diarrhetic shellfish poisoning associated with *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) in Patagonian Gulfs (Argentina). *Journal of Shellfish Research* 21 (2): 461-463.
- López, D.A., López, B.A., González, M. L. y Arriagada, S. E. 2005. Aquaculture diversification in Chile: potential culture of giant barnacles. *Global Aquaculture Advocate* 8 (2): 73-74.
- López, D.A., López, B.A., Burgos, I.C., Arriagada, S.E. y González, M. L. 2007a. Consequences of base modification in hummocks of the barnacle *Austromegabalanus psittacus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 41 (3): 291-298.
- López, B.A., Guitiro, S.Y. y López, D.A. 2007b. Density-dependent effects in the cirral structure of barnacle *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854). *Crustaceana* 80 (7): 793-801.
- López, D.A., López, B.A. y González, M.L. 2008. Shellfish culture in Chile. *International Journal of Environment and Pollution* 33 (4): 401-431.
- López, D. A., López, B. A., Pham, C.K., Isidro, E.J. y De Girolamo, M. 2010a. Barnacle culture: background, potential and challenges. *Aquaculture Research* 41: e367-e375.
- López, B.A., Ramírez, R.P., Guitiro S.Y. y López, D.A. 2010b. Interspecific differences in the phenotypic plasticity of intertidal barnacles in responses to habitat changes. *Journal of Crustacean Biology* 30 (3): 357-365.
- López, D. A., López, B. A., Pham, C. K. y Isidro, E.J. 2011. Potency of barnacle in aquaculture industry. In: Muchlisin, Z. A. (ed). *Aquaculture. Book 1*. InTech - Open Access Publisher.
- Marchinko, K.B. 2007. Feeding behavior reveals the adaptive nature of plasticity in barnacle feeding limbs. *The Biological Bulletin* 213: 12-15.
- Marchinko, K.B. y Palmer, A.R. 2003. Feeding in flow extremes: dependence of cirrus form on wave-exposure in four barnacle species. *Zoology* 106: 127-141.
- Nilsson-Cantell, C.A. 1957. Thoracica cirripeds from Chile. Reports of the Lund University Exp.1948-9 N° 31. *Lund. Univ. Arssk N. F.* 53 (9): 1-3.
- Rainbow, P.S. y Walker, G. 1977. The functional morphology and development of the alimentary tract of larval and juvenile barnacles (Cirripedia: Thoracica). *Marine Biology* 42 (4): 337-349.
- Riisgård, H.U. y Larsen, P.S. 2010. Particle capture mechanisms in suspension-feeding invertebrates. *Marine Ecology Progress Series* 418: 255-293.
- Sar, E.A., Suneson, I., Lavigno, A.S. y Goya, A.B. 2010. *Dinophysis* spp. asociado a detección de toxinas diarreicas (DSTs) en moluscos y a intoxicación diarreica en humanos (Provincia de Buenos Aires, Argentina) *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45 (3) 451-460.
- Statsoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8. www.statsoft.com.
- Trager G.C., Hwang, J.S. y Strickler, J.R. 1990. Barnacle suspension-feeding in variable flow. *Marine Biology* 105: 117-127.
- Young, P.S. 2000. Cirripedia thoracica (Crustacea) collected during the "Campagne de *La Calypso* (1961-1962)" from the Atlantic shelf of South America. *Zoosystema* 22 (1): 58-100

Recibido: 01.10.2011
Aceptado: 30.11.2011