

Nota Científica

Relaciones somatométricas y reproductivas del calamar *Loligo gahi* Orbigny, 1835 en bahía Concepción, Chile

Christian M. Ibáñez, Javier Chong & M. Cecilia Pardo-Gandarillas
Departamento de Ecología Costera, Facultad de Ciencias
Universidad Católica de la Santísima Concepción, Casilla 297, Concepción, Chile

RESUMEN. El objetivo de este estudio es indagar la posible relación biológica entre el proceso reproductivo y el gasto energético de la glándula digestiva. Para ello se recolectaron 52 ejemplares del calamar *Loligo gahi* en bahía Concepción, entre diciembre de 2003 y febrero de 2004. A cada ejemplar se midió la longitud del manto y se pesó las gónadas, glándula digestiva y peso total. Posteriormente, se examinó y determinó el estado de madurez macroscópica de las gónadas. Luego, se calculó el índice gonadosomático (IGS) y el índice de la glándula digestiva (IGD) para cada ejemplar, para correlacionarlo entre ambos y con el peso total de cada individuo, por sexo. Los calamares machos y hembras no fueron distintos en la proporción de individuos de diferente tamaño y estado de madurez sexual. En ambos sexos el IGS aumentó con relación al estado de madurez, pero no el IGD. Solamente se detectó una correlación significativa en los machos, entre el índice gonadosomático y peso total. La falta de correlaciones sugiere, que la glándula digestiva no tendría participación relevante como órgano de almacenamiento y por lo tanto tampoco en el gasto energético durante el proceso de desarrollo reproductivo. Al parecer *L. gahi* puede que incremente su tasa de ingesta para suplir la demanda energética y de nutrientes que implica el desarrollo de sus gónadas.

Palabras clave: *Loligo gahi*, glándula digestiva, madurez sexual, gasto energético.

Somatometric and reproductive relationships of squid *Loligo gahi* Orbigny, 1835 at Concepción bay, Chile

ABSTRACT. The objective of this study is to investigate to possible biological relationship among the reproductive process and the energy consumption from the digestive gland. 52 samples of the squid *Loligo gahi* were collected in bahía Concepción, between December of 2003 to February of 2004. For each sample mantle length were measured, and total weight, gonads and digestive gland were weighed. It were examined and determined the maturity stage of the gonads. Subsequently, it make calculations of the gonadosomatic and digestive gland index for each sample, later, to carry out correlations among both and with male individual's total weight and female separately. The male and females squids were not different in the proportion of individuals of different mantle length and maturity stage. In both sexes IGS increased in relation to maturity stage, but not IGD. The only significant correlation was in the males among the gonadosomatic index with its total weight. The lack of correlations suggests that the digestive gland, would not have any important participation as storage organ and therefore in the energy consumption during the process of reproductive development. Apparently *L. gahi* can increases its feeding rate to replace the energy demand and of nutrients that it implies the gonadic development.

Key words: *Loligo gahi*, digestive gland, sexual maturity, spend energy.

Según Buocaud-Camou & Boucher-Rodoni (1983), la glándula digestiva funciona como un órgano productor de enzimas digestivas en la mayoría de los cefalópodos, y además en ciertas especies de *Sepia* como lugar de reserva energética por su contenido de lípidos (Buocaud-Camou, 1971; Buocaud-Camou & Boucher-Rodoni, 1983). Se ha documentado un decrecimiento progresivo del peso de la glándula digestiva en períodos de inanición (Castro *et al.*, 1991) sugiriendo esto que funciona como reservorio de energía, pero no evidencia que provea energía para el desarrollo gonadal (Gabr *et al.*, 1999a). Estudios más actualizados han demostrado que en sepiólidos y loliginidos, el funcionamiento de la glándula digestiva no sería un lugar de reservorio energético en períodos reproductivos (Gabr *et al.*, 1999a, 1999b; Moltschanivskyj & Semmens, 2000). Todos estos estudios sobre los tipos de funcionamiento de la glándula digestiva en algunas especies de cefalópodos, contrasta con la función (reservorio energético) constatada en el hígado de peces, durante períodos reproductivos o de escasez de alimento (Santos *et al.*, 1996; Jobling, 1995).

Loligo gahi es un calamar que se distribuye en el Pacífico sureste desde el sur de Perú hasta Tierra del Fuego, y en el Atlántico suroeste desde el golfo de San Matías hasta Tierra del Fuego (Roper *et al.*, 1984). Los antecedentes biológicos de *L. gahi*, principalmente han sido obtenidos en islas Falkland, en aspectos reproductivos, crecimiento y dinámica poblacional (Guerra & Castro, 1994; Pineda *et al.*, 1998) mientras que en Chile su biología prácticamente se desconoce.

L. gahi proporciona la oportunidad de probar las relaciones entre los índices gonadosomático y de la glándula digestiva, ya que durante su madurez sexual hay un incremento en peso de los órganos reproductivos, que se correlaciona de distinta manera con el tamaño de los calamares machos y hembras (Pineda *et al.*, 1998). Por esto, el objetivo de este trabajo es indagar la posible relación biológica entre la madurez sexual de *L. gahi* y el gasto energético posiblemente aportado desde la glándula digestiva.

En bahía de Concepción durante diciembre de 2003 y febrero de 2004 se recolectó un total de 52 ejemplares de *L. gahi*, correspondiente a 22 machos y 30 hembras. A cada uno de los ejemplares se les determinó el sexo, cuantificó la longitud del manto (LM, mm) y peso total (PT, g). Posteriormente, a cada calamar se le practicó disección para la extrac-

ción de las gónadas y de la glándula digestiva, las cuales fueron posteriormente pesadas (PG y PGD, respectivamente). Las gónadas además fueron clasificadas en cuatro estados de madurez macroscópica: inmaduros, madurando, maduros y desovados (Lipiński & Underhill, 1995).

Las distribuciones de frecuencia de la longitud del manto entre los calamares macho y hembra fue comparado mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras (Zar, 1984).

La frecuencia de ejemplares en diferentes estados de madurez sexual se compararon entre machos y hembras en una tabla de contingencia, y los datos fueron analizados mediante una prueba de Chi-cuadrado (Zar, 1984).

Los datos del peso de la gónada (PG) y de la glándula digestiva (PGD) de los calamares, se utilizaron para calcular los índices gonadosomático y de la glándula digestiva según Gabr *et al.* (1999a):

$$IGS = \frac{PG}{PT - PG} \cdot 100 \quad IGD = \frac{PGD}{PT - PGD} \cdot 100$$

Para cada sexo se comparó el IGS y IGD entre los estados de madurez sexual mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 1984) para detectar diferencias entre éstos.

Posteriormente, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (Zar, 1984), para indagar sobre la posible asociación entre IGS e IGD con el peso total (PT), y entre el IGS e IGD para cada sexo de los calamares.

Las distribuciones de frecuencia de la longitud del manto fueron similares entre machos y hembras ($D_{\max} = 0,04$; $p = 0,12$) (promedio: $74,7 \pm 14,1$ mm en machos y $66,1 \pm 12,9$ mm en las hembras) (Fig. 1).

En ambos sexos, se encontró mayor proporción de ejemplares en maduración que en ejemplares maduros (machos con espermatozoides y hembras con huevos). En tanto, al comparar la frecuencia de estados de madurez entre sexos, se detectó que no presentaron diferencias estadísticas significativas ($\chi^2 = 15,16$; $p = 0,15$) (Fig. 2).

El IGS de los calamares se incrementa significativamente a medida que maduran en ambos sexos (Tabla 1). Para el caso del IGD, se mantuvo constante en cada etapa de madurez sexual (Tabla 1).

Tabla 1. Promedios de IGS y IGD para machos y hembras de *Loligo gahi* en cada estado de madurez sexual.
Table 1. Average of IGS and IGD for males and females of *Loligo gahi* in each maturity stage.

Madurez sexual	Machos		Hembras	
	IGS	IGD	IGS	IGD
1	-	-	0,93	1,70
2	1,22	1,65	1,68	1,78
3	2,73	1,54	7,27	1,44
Kruskal-Wallis				
N	23	23	21	21
g.l.	1	1	2	2
H	8,64	0,04	7,81	0,16
P	0,003	0,833	0,020	0,920

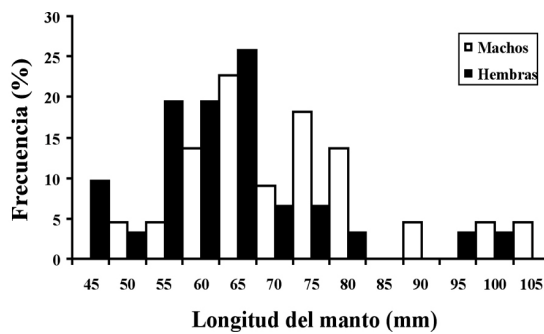


Figura 1. Distribuciones de frecuencias (%) de tamaños de *Loligo gahi*, capturados en bahía Concepción.
Figure 1. Mantle length frequency distribution (%) of *Loligo gahi* catch at bahía Concepción.

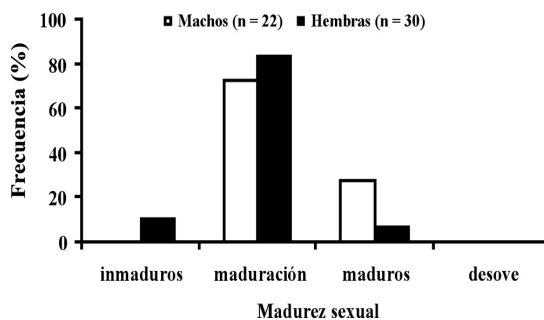


Figura 2. Frecuencia de los estados de madurez sexual de *Loligo gahi*.
Figure 2. Sexual maturity stages frequency of *Loligo gahi*.

En los calamares machos se correlacionó significativamente solo el peso total con el IGS ($r_s = 0,54$; $n = 22$; $p = 0,008$), y no con el IGD ($r_s = -0,46$; $n = 22$; $p = 0,64$) (Fig. 3a). Por su parte en las hembras, tanto el IGS como el IGD no se correlacionaron con el peso total de los calamares ($r_s = 0,32$; $n = 22$; $p = 0,13$; $r_s = -0,08$; $n = 24$; $p = 0,70$, respectivamente) (Fig. 3b). La relación entre ambos índices no fue significativa en ambos sexos ($r_s = 0,11$; $n = 22$; $p = 0,60$; $r_s = -0,11$; $n = 22$; $p = 0,60$, respectivamente) (Fig. 4).

Los resultados sugieren que en los calamares machos y hembras de *L. gahi* el peso de sus gónadas es distinto en cada estado de madurez sexual. Sólo para los machos el peso de las gónadas se correlacionó con el aumento del peso corporal, lo cual es similar a lo reportado en *L. gahi* y *L. sanpaulensis* en la costa Argentina (Guerra & Castro, 1994; Pineda *et al.*, 1998).

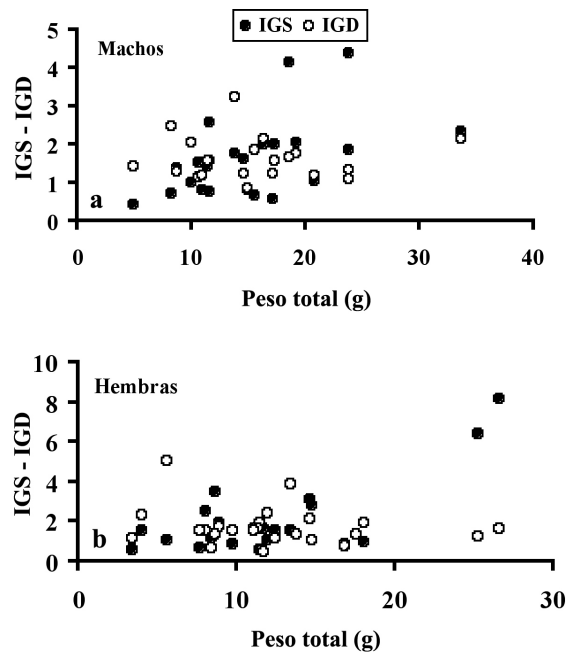


Figura 3. Índice gonádico (IGS) y de la glándula digestiva (IGD) de *Loligo gahi*. a) machos b) hembras.
Figure 3. a) Male and b) female gonadic (IGS) of and digestive gland index (IGD) of *Loligo gahi*.

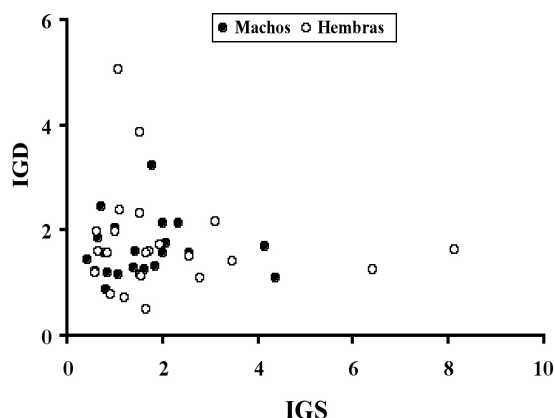


Figura 4. Correlación entre los índices gonádicos (IGS) y de la glándula digestiva (IGD) en ambos sexos de *Loligo gahi*.

Figure 4. Correlation between gonadic (IGS) and digestive gland index (IGD) in both sexes of *Loligo gahi*.

El peso de la glándula digestiva no varió significativamente entre los estados de madurez sexual y no se correlacionó con el peso total de los calamares de ambos sexos. Además, el peso de la glándula digestiva no se relacionó con el peso total en los machos y hembras.

La falta de relación entre el IGS y IGD indicaría, indirectamente, que no habría variaciones en el gasto energético desde la glándula digestiva a las estructuras reproductivas durante el proceso de desarrollo reproductivo de los calamares y por lo tanto, este órgano no sería la principal fuente de reservas energéticas durante la reproducción. Además, se ha documentado que en los calamares de la familia Loliginidae, la glándula digestiva es un sitio de absorción y digestión intracelular (Semmens, 2002), hecho que se cumpliría en el caso de *L. gahi*, donde la glándula digestiva no funcionaría como un órgano de reserva lipídica, por lo cual no es un buen estimador de la actividad reproductiva para esta especie. Se sugiere para estudios posteriores indagar acerca de un incremento en la tasa de alimentación durante el desarrollo gonádico, lo cual podría dar respuesta a la demanda energética generada en esta etapa, para suplir esta necesidad reproductiva (coincidiendo con Mangold *et al.*, 1993) e investigar además, la premisa de que algunas especies de cefalópodos derivarían gran parte de su energía obtenida de la alimentación para la producción gonadal, incrementando su tasa de ingestión (Rocha *et al.*, 1994). Además cabe mencionar que en los

cefalópodos existen reservas energéticas en órganos tales como el manto, los músculos y las vísceras (O'Dor & Wells, 1987; Moltschaniwskyj & Semmens, 2000) y que éstas están constituidas principalmente de proteínas y carbohidratos (Moltschaniwskyj & Semmens, 2000).

REFERENCIAS

- Boucaud-Camou, E. 1971.** Constituans lipidiques du foie de *Sepia officinalis*. Mar. Biol., 18: 66-69.
- Boucaud-Camou, E. & R. Boucher-Rodoni. 1983.** Feeding and digestion in cephalopods. En: W.D. Russell-Hunter (ed.). The Mollusca Vol. 5. Academic Press, London, pp. 149-181.
- Castro, B.G., A. Guerra & C.M.F. Jardon. 1991.** Variation in digestive gland weight of *Sepia officinalis* and *Sepia elegans* through their life cycles. En: E. Boucaud-Camou (ed.). Acta of the first international symposium on the cuttlefish *Sepia*. Centre de Publications de L'Universite de Caen, pp. 99-103.
- Gabr, H.R., R.T. Hanlon, M.H. Hanafy & S.G. El-Etreby. 1999a.** Reproductive versus somatic tissue allocation in the cuttlefish *Sepia dollfusis* Adam (1941). Bull. Mar. Sci., 65: 159-173.
- Gabr, H.R., R.T. Hanlon, S.G. El-Etreby & M.H. Hanafy. 1999b.** Reproductive versus somatic tissue growth during the life cycle of the cuttlefish *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831. U.S. Fish. Bull., 97: 802-811.
- Guerra, A. & B. Castro. 1994.** Reproductive-somatic relationships in *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) from the Falkland Islands. Antarct. Sci., 6(2): 175-178.
- Jobling, M. 1995.** Environmental biology of fishes. Chapman & Hall, London, 455 pp.
- Lipiński, M.R. & L.G. Underhill. 1995.** Sexual maturation in squid: quantum or continuum? S. Afr. J. Mar. Sci., 15: 207-223.
- Mangold, K., R.E. Young & M. Nixon. 1993.** Growth versus maturation in cephalopods. En: T. Okutani, R.K. O'Dor & T. Kubodera (eds.). Recent advances in cephalopod fisheries biology. Tokai University Press, Tokyo, pp. 697-704.

- Moltschaniwskyj, N.A. & J.M. Semmens. 2000.** Limited use of stored energy reserves for reproduction by the tropical loliginid squid *Photololigo* sp. *J. Zool.*, 251: 307-313.
- Pineda, S.E., N.E. Brunetti & N. Scarlato. 1998.** Calamares Loliginidos (Cephalopoda, Loliginidae). En: E. E. Boschi (ed.). *El mar Argentino y sus recursos pesqueros*. INIDEP, Mar del Plata, 2: 13-36.
- O'Dor, R.K. & M.J. Wells. 1987.** Energy and nutrient flow. En: P.R. Boyle (ed.). *Cephalopod life cycle: comparative reviews*. Academic Press, London, 2: 109-133.
- Rocha, F.J., B.G. Castro, M.S. Gil & A. Guerra. 1994.** The diets of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda, Loliginidae) in northwestern Spanish Atlantic waters. *Sarsia*, 79: 119-126.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney & C.E. Nauen. 1984.** Cephalopods of the world. *FAO Fish. Syn.*, 3(125): 277 pp.
- Santos, R.S., S.J. Hawkins & R.D. Nash. 1996.** Reproductive phenology of the Azorean rock pool blenny a fish alternative mating tactics. *J. Fish Biol.*, 48: 842-858.
- Semmens, J.M. 2002.** Changes in the digestive gland of the loliginid squid *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson 1830) associated with feeding. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 274: 19-39.
- Zar, J.H. 1984.** *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New York, 622 pp.

Recibido: 21 junio 2004; Aceptado: 15 agosto 2005