

Dieta de tiburones juveniles *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en la zona litoral centro-sur de Chile

Diet of juvenile blue sharks *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) (Carcharhiniformes: Carcharhinidae)
in coastal waters off central-south Chile

M. Cecilia Pardo-Gandarillas¹, Freddy Duarte², Javier Chong² y Christian M. Ibáñez¹

¹ Instituto de Ecología y Biodiversidad, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile
Casilla 653, Santiago, Chile

² Departamento de Ecología Costera, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción
Casilla 297, Concepción, Chile
pardogandarillas@gmail.com

Abstract. – Feeding studies of pelagic sharks in Chilean waters are rare because of the difficulty in accessing and collecting stomachs. This paper is the first contribution to the knowledge of the diet of juvenile *P. glauca* (Linnaeus, 1758), caught in the coastal zone of central-southern Chile. We described the diet of 13 juvenile *P. glauca* using frequency of occurrence, percent by number and weight quantitative indexes. The relationship between prey size and number and

predator size was quantified with correlation analysis. Only 77% of stomachs had food contents. One hundred percent of stomachs contained *Engraulis ringens* and 60% had *Dosidicus gigas*. The relationship found between predator and prey size reinforces the hypothesis of positive relationships between predator and prey body size.

Key words: Blue shark, feeding, body size, Chile

Introducción

El azulejo *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) es un tiburón que se encuentra en aguas oceánicas y neríticas de zonas templadas y tropicales alrededor del mundo (Compagno 1984). Esto ha generado estudios sobre sus patrones de movimientos estacionales y de distribución (McCord & Campana 2003). Sin embargo, aproximadamente en la última década se han conocido mejor los antecedentes sobre sus hábitos alimenticios y su papel como depredador en ambientes epipelágicos (Vaske-Júnior & Rincón-Filho 1998, Cortés 1999, McCord & Campana 2003, MacNeil *et al.* 2005, Kubodera *et al.* 2007).

Prionace glauca es un depredador generalista y oportunista alrededor del mundo (Cortés 1999, Henderson *et al.* 2001), con una dieta heterogénea constituida por cefalópodos y peces pelágicos principalmente (Compagno 1984, Clarke & Stevens 1987, Harvey 1989, Vas 1990, Vaske-Júnior & Rincón-Filho 1998, Cortés 1999, Henderson *et al.* 2001, MacNeil *et al.* 2005, Kubodera *et al.* 2007), y ocasionalmente también de objetos inanimados (Vaske-

Júnior & Rincón-Filho 1998, McCord & Campana 2003). Entre sus presas se destacan una variedad de clupéidos como las sardinias y anchovetas (Compagno 1984), pero también de calamares (Compagno 1984, Clarke & Stevens 1987, Smale 1996, Vaske-Júnior & Rincón-Filho 1998, Kubodera *et al.* 2007).

Las relaciones positivas entre el tamaño de peces depredadores y sus presas son muy comunes (Stergiou & Fourtouni 1991, Villarroel & Acuña 1999, Scharf *et al.* 2000, Dörner & Wagner 2003, Ibáñez *et al.* 2004, Ibáñez 2005). Por ello se ha sugerido que el tamaño, el movimiento de las presas y el contraste con el medio son características visuales importantes que pueden influir en la selección por parte del depredador (Wootton 1990). En este contexto, *P. glauca* no es la excepción, y a medida que crece como otros peces, desarrolla una mayor dimensión bucal, agudeza visual, capacidad digestiva y mejoramiento en la natación, facilitando de esta manera la captura de presas más grandes (Karpouzi & Stergiou 2003).

En Chile, *P. glauca* se distribuye desde Arica hasta Puerto Montt (Compagno 1984). Su desembarque se

incrementó significativamente desde el año 2000 al 2005 entre un rango de 250 y 600 toneladas anuales (SERNAPESCA 2006), y de lo cual, gran parte es capturado como fauna acompañante (con un 59% compuesto por *P. glauca*) en la pesca de *Xiphias gladius* (Acuña *et al.* 2002). Sin embargo, el conocimiento sobre la biología y ecología de esta especie en Chile es prácticamente nulo y los antecedentes de su alimentación se conocen principalmente del Océano Pacífico norte y Atlántico (Clarke & Stevens 1987, Harvey 1989, Smale 1996, Vaske-Júnior & Rincón-Filho 1998, McCord & Campana 2003, Kubodera *et al.* 2007).

El objetivo del presente trabajo es presentar una descripción cualitativa y cuantitativa de la dieta de *P. glauca*, y averiguar la posible relación entre las características cuantitativas de la dieta y el tamaño corporal de este depredador. Para esto nos planteamos si el número, peso y tamaño de las presas ingeridas se relacionan con el tamaño corporal de *P. glauca*.

Material y métodos

Se analizó el contenido estomacal de 13 ejemplares de *P. glauca* recolectados desde desembarques de naves pesqueras semi-industriales e industriales que operan en la zona nerítica de la Región del Bío Bío, Chile centro-sur (c.a. 36° 20'S y 37° 10'S) (5 mn de la costa) pescando con redes de cerco, entre el 16 y 27 de marzo de 2005. Este tiburón no es común en la zona costera de la región mencionada, por lo cual no se pudieron recolectar más ejemplares ese año.

Se determinó el sexo de cada tiburón y el sistema reproductivo fue inspeccionado visualmente para determinar el estado de madurez. Se midió la longitud total (LT, cm) y peso (PT, g) de cada tiburón y se extrajo el estómago, el cual se congeló a -20°C hasta el momento de su análisis. Posteriormente en el laboratorio, se extrajo el contenido estomacal de cada estómago, el cual se puso en un tamiz y se lavó con agua a presión. Las presas retenidas en el tamiz se pudieron identificar hasta la menor resolución taxonómica, a través de los criterios de Ruiz (1995) para peces y Nesis (1987) para cefalópodos. Los restos de huesos se compararon con material de referencia y claves de literatura (Leible & Miranda 1989, Falabella *et al.* 1995).

Seguidamente se contó el número de presas en cada estómago, se pesó cada una de ellas, y se les midió la longitud total a los peces (según su estado de digestión). La longitud del manto de los cefalópodos se obtuvo por medio de las ecuaciones establecidas por Wolff (1982), a través del retrocálculo, a partir de las mediciones de la longitud rostral de los picos inferior y/o superior (1 mm de precisión) que se encontraron en los estómagos.

El análisis descriptivo y cuantitativo de los estómagos se efectuó aplicando los métodos descritos por Hyslop (1980) y Cortés (1997) expresados en porcentaje: método numérico (%N), método gravimétrico (%G) y frecuencia de ocurrencia (%F).

La asociación entre la longitud y peso total de *P. glauca* y longitud de presas se evaluó a través del cálculo del coeficiente de correlación de Spearman (r_s) (Zar 1984). Debido al pequeño tamaño de la muestra, la significancia de estas correlaciones se estimaron mediante una prueba de permutaciones con 1000 réplicas (Hammer *et al.* 2001).

Se compararon las distribuciones de frecuencia de tamaños de las presas (*E. ringens*) en dos intervalos distintos de longitud total de *P. glauca*, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras (Zar 1984).

Resultados

Los ejemplares analizados presentaron tamaños comprendidos entre los 122 y 156 cm (promedio 140,6 ± 9,5 d.e. cm) de longitud total, de los cuales 11 fueron hembras y dos machos, todos inmaduros (ovarios y testículos inmaduros). De los 13 ejemplares, el 77 % presentaron presas en el contenido estomacal con un estado de digestión que permitió la identificación a nivel de especies. La dieta estuvo compuesta tan sólo de dos especies de presa: *Dosidicus gigas* y *Engraulis ringens*, apareciendo ésta última en todos los contenidos estomacales de los tiburones (Tabla 1).

La longitud de las presas sólo se correlacionó significativamente con la longitud y peso total del depredador. Al excluir en el análisis los datos de los ejemplares de *D. gigas*, mejoró la asociación entre el peso del depredador y la longitud total de las presas *E. ringens* (Tabla 2).

Tabla 1

Especies presas en la dieta de *P. glauca*. Número total de presas (N), frecuencia en el total de estómagos con contenido (F), y peso total de presas (G) expresados en porcentaje. \bar{X} : promedio, d.e.: desviación estándar

Prey species in the diet of *P. glauca*. Total number of prey (N), frequency in the total stomach contents (F), and total weight of prey (G) in percentage. \bar{X} : mean, d.e.: standard deviation

Presas	F %	N %	G %	Longitud total (cm)	
TELEOSTEI				\bar{X}	d.e.
<i>Engraulis ringens</i>	100	96,5	79,2	11,7	1,4
CEPHALOPODA					
<i>Dosidicus gigas</i>	60	3,5	20,7	71,2	19,6
Suma	10	318	5144,1		
	Tiburones	Presas	Peso total (g)		

Tabla 2

Resultados de los análisis de coeficiente de correlación entre el número, peso y longitud de las presas y las medidas del depredador

Correlation analysis results between number, weight and length of prey and predator measurements

Variabes	N	r_s	P
Longitud <i>P. glauca</i> x Longitud presas totales	186	0,33	< 0,001
Peso <i>P. glauca</i> x Longitud presas totales	186	0,38	< 0,001
Longitud <i>P. glauca</i> x Longitud presas <i>E. ringens</i>	182	0,37	< 0,001
Peso <i>P. glauca</i> x Longitud presas <i>E. ringens</i>	182	0,43	< 0,001

La moda de las distribuciones de frecuencia de tamaños de las presas de *E. ringens* se desplazó significativamente a un mayor tamaño ($D_{max} = -0,37$, $P < 0,001$) en tiburones más grandes (141-160 cm, Fig. 1).

Discusión

En este estudio sugerimos que los tiburones juveniles migran hacia la zona nerítica de Chile centro-sur para alimentarse principalmente de cardúmenes de anchovetas, especie abundante en la zona de la Región del Bío Bío (Cubillos *et al.* 2002). Además, la ocurrencia de cefalópodos no es diferente (60% de los tiburones) a la encontrada en otros estudios, lo que fundamenta su importancia en la dieta de los tiburones (Compagno 1984, Smale 1996, Henderson *et al.* 2001, Kubodera *et al.* 2007) Tabla 1.

La asociación encontrada entre las variables numéricas del depredador y de las presas (Tabla 2) refuerzan la hipótesis sobre las relaciones positivas entre el tamaño corporal del depredador y el de las presas (Stergiou & Fourtouni 1991, Villarroel & Acuña 1999, Scharf *et al.* 2000, Dörner & Wagner 2003, Ibáñez *et al.* 2004, Ibáñez 2005). Con los pocos ejemplares analizados, la ocurrencia de tiburones más grandes (140 a 160 cm LT) con más peces grandes en el estómago (Fig. 1), únicamente sugiere, que al incrementar la longitud de los tiburones estos podrían comer presas más grandes.

La diversidad de presas encontrada está sesgada debido a los pocos ejemplares analizados. Lo más probable es que la diversidad de presas aumenta si se analizan más ejemplares (e.g. Kubodera *et al.* 2007). Se debe considerar que en la zona donde se realizó este estudio, los juveniles de *P. glauca* no son muy abundantes y es difícil conseguirlos para realizar cualquier tipo de estudios.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los evaluadores anónimos por su valiosa contribución para mejorar esta publicación.

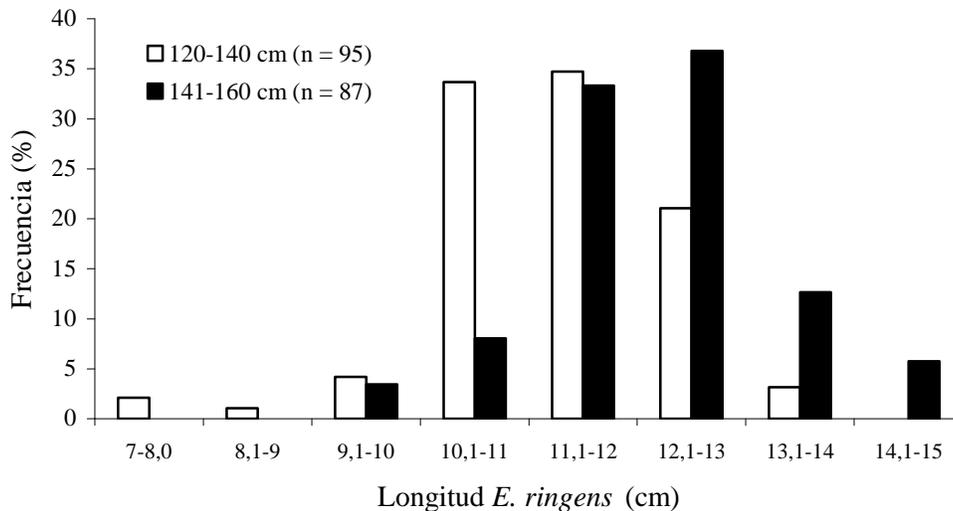


Figura 1

Distribuciones de frecuencias de tamaños de las presas *E. ringens* en diferentes rangos de longitudes (cuadro blanco y negro) de *P. glauca*

Length-frequency distributions of prey (*E. ringens*) in different length ranges (white and black squares) of *P. glauca*

Literatura citada

- Acuña E, JC Villarroya & R Grau. 2002.** Fauna íctica asociada a la pesquería de pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus). *Gayana* 66(2): 263-267.
- Compagno LJV. 1984.** FAO species catalogue, vol. 4, Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2, Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis 125 4(2): 251-655.
- Cortés E. 1997.** A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 54: 726-738.
- Cortés E. 1999.** Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science* 56: 707-717.
- Clarke MR & JD Stevens. 1987.** Cephalopods, blue shark and migration. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 54: 949-957.
- Cubillos LA, DA Bucarey & M Canales. 2002.** Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-south Chile (34-40°S). *Fisheries Research* 57: 117-130.
- Dörner H & A Wagner. 2003.** Size-dependent predator-prey relationships between perch and their fish prey. *Journal of Fish Biology* 62: 1021-1032.
- Falabella F, R Meléndez & ML Vargas. 1995.** Claves osteológicas para peces de Chile central, un enfoque arqueológico. 208 pp. Editorial Artegrama, Santiago.
- Hammer Ø, DAT Harper & PD Ryan. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1-9.
- Harvey JT. 1989.** Food habits, seasonal abundance, size, and sex of the blue shark, *Prionace glauca*, in Monterey Bay, California. *California Fish and Game* 75(1): 33-44.
- Henderson AC, K Flannery & J Dunne. 2001.** Observations on the biology and ecology of the blue shark in the North-east Atlantic. *Journal of Fish Biology* 58: 1347-1358.
- Hyslop E. 1980.** Stomach content analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.

- Ibáñez CM. 2005.** Relaciones morfométricas del draco rayado *Champscephalus gunnari* (Perciformes, Notothenioidei) y su presa el krill antártico *Euphausia superba* (Crustacea, Euphausiacea). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 54: 33-36.
- Ibáñez CM, C González & L Cubillos. 2004.** Dieta del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, en aguas oceánicas de Chile central en invierno de 2003. Investigaciones Marinas 32(2): 113-120.
- Karpouzi VS & KI Stergiou. 2003.** Mouth shape and relationships between mouth size and body length for several marine fishes: trophic implications. Journal of Fish Biology 62: 1353-1365.
- Kubodera T, H Watanabe & T Ichii. 2007.** Feeding habits of the blue shark, *Prionace glauca*, and salmon shark, *Lamna ditropis*, in the transition region of the Western North Pacific. Review in Fish Biology and Fisheries 17 (2-3): 111-124.
- Leible M & P Miranda. 1989.** El otolito sagitta en el reconocimiento de diferentes especies de teleósteos de la costa central de Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 60: 149-160.
- MacNeil MA, GB Skomal & AT Fisk. 2005.** Stable isotopes from multiple tissues reveal diet switching in sharks. Marine Ecology Progress Series 302: 199-206.
- McCord ME & SE Campana. 2003.** A quantitative assessment of the diet of the blue shark (*Prionace glauca*) off Nova Scotia, Canada. Journal Northwest Atlantic Fisheries Science 32: 57-63.
- Nesis K. 1987.** Cephalopods of the world. 351 pp. T.F.H. Publications Inc., New Jersey.
- Pequeño G & J Lamilla. 1997.** Las pesquerías de condrictios en Chile: primer análisis. Biología Pesquera 26: 13-24.
- Ruiz VH. 1995.** Catálogo de los peces marinos comunes de la Octava Región. Universidad de Concepción. 226 pp.
- Scharf FS, F Juanes & RA Rountree. 2000.** Predator size-prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. Marine Ecology Progress Series 208: 229-248.
- SERNAPESCA. 2006.** Anuario Estadístico de Pesca. 2005. 210 pp. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso.
- Smale MJ. 1996.** Cephalopods as prey. IV. Fishes. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B 351: 1067-1081.
- Stergiou KI & H Fourtouni. 1991.** Food habits, ontogenetic diet shift and selectivity in *Zeus faber* Linnaeus, 1758. Journal of Fish Biology 39: 589-603.
- Vas P. 1990.** The abundance of the blue shark *Prionace glauca*, in the western English Channel. Environmental Biology of Fishes 29: 209-225.
- Vaske-Júnior T & G Rincón-Filho. 1998.** Conteúdo estomacal dos tiburões azul (*Prionace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceánicas no sul do Brasil. Revista Brasileira de Biologia 58(3): 445-452.
- Villarroel JC & E Acuña. 1999.** Alimentación y relaciones predador-presa en el lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops* Steindachner 1876 (Pisces: Paralichthyidae) de la zona norte de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía 34(2): 145-154.
- Wolff G. 1982.** A beak key for eight Eastern Tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. Fishery Bulletin 26 (2): 357-370.
- Wootton RJ. 1990.** Ecology of Teleost fishes, 404 pp. Chapman & Hall, Londres.
- Zar JH. 1984.** Biostatistical analysis, 662 pp. Prentice-Hall Inc., Nueva York.