

VARIABILIDAD GENÉTICA EN UN PEZ DE PROFUNDIDAD *Antimora rostrata*
(GÜNTHER, 1878) CAPTURADO EN LA ZONA PESQUERA DE TALCAHUANO
(*Pisces, Gadiformes, Moridae*)*

GENETIC VARIABILITY IN A DEEP-SEA FISH *Antimora rostrata*
(GÜNTHER, 1878) CAUGHT IN THE TALCAHUANO FISHERY ZONE
(*Pisces, Gadiformes, Moridae*)`

Ciro Oyarzun^{1,2}, Javier Monsalves y Ricardo Galleguillos²

RESUMEN

Se presentan los resultados de una investigación sobre la variabilidad genética en peces de profundidad mediante electroforésis en gel de almidón. Dentro de dicho conjunto de peces, existen especies que si bien no son importantes en número o biomasa, si lo son en términos de antecedentes biogeográficos, evolutivos o como componentes de la dieta de especies con importancia para las pesquerías. Se analizaron 5 especímenes del mórdo *Antimora rostrata* capturados como fauna concurrente en la pesca de profundidad de *Dissostichus eleginoides* de la zona de Talcahuano (entre 800 y 1.200 m). Se logró visualizar los productos de 11 sistemas enzimáticos que dan cuenta de 17 loci presuntivos y además 3 loci de proteínas totales. De los primeros, 14 se presentaron monomórficos, en tanto que sólo los loci PGI-1, PGI-2 y PGM mostraron polimorfismo.

Es notable la baja variabilidad genética encontrada si se considera el conjunto de sistemas evidenciados (heterocigosidad $H = .005$). Si los bajos valores de variabilidad se confirman con una muestra mayor, estarían en coincidencia con reportes previos que muestran a los Gadiformes como un grupo cuyas especies presentan bajos valores de variabilidad.

PALABRAS CLAVES: Peces de profundidad, electroforésis, variabilidad, Pacifico sur, Chile.

ABSTRACT

A survey in genetic variability is carry out in deep sea fishes through starch eletrophoresis techniques. The species *Antimora rostrata*, is catch together with *Dissostichus eleginoides* as a concurrent fauna in Talcahuano fishery zone between 800 and 1,200 m depth. Seventeen loci were scored that correspond to eleven enzymatic systems. Also, three loci of total Protein were scored. Fourteen loci are monomorphic; loci PGI-1, PGI-2 and PGM are polymorphic.

In spite of the low number of specimes analyzed (5), it is possible to observe the low level of variability. The average heterocigozity (H) per locus per individual is 0.005. If these values are confirmed in the future with a bigger sample size, then the species *A. rostrata* shows low genetic variability as a characteristic of Gadiforms.

KEYWORDS: Deep-sea fishes, electrophoresis, variability, South Pacific, Chile.

INTRODUCCION

Los representantes de la familia Moridae son formas marinas de aguas profundas y con distribución en todos los

mares (NELSON, 1984). Son consideradas también como especies bentopelágicas a pelágicas distribuyéndose desde aguas costeras hasta aguas profundas, mas alla de los 2.500 m (COHEN et al., 1990). De las aproximadamente 100 especies reconocidas, no existe acuerdo en la cantidad de géneros que las agrupan (PAULIN, 1989), por lo tanto permanecen los problemas taxonómicos a esos niveles (COHEN et al., 1990). Para las aguas

* Financiado por Proyecto FONDECYT 91-0820.

1. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ciencias, Casilla 297, Concepción.

de Chile, PEQUEÑO (1989) ha reportado 9 especies de la familia Moridae, pero ese número se ha incrementado con la descripción de **Laemonema kongi** Markle & Melendez, 1988 y con la evidencia de a lo menos otras 5 especies de la familia en la costa de Chile (MELÉNDEZ, 1991 com. pers.).

Dentro de este grupo de peces, resulta interesante notar que **A. rostrata** tiene una distribución casi cosmopolita a excepción del Pacífico Norte y que el género al que pertenece incluye solo a otra especie (SMALL, 1981), en un marcado contraste con la familia cercana Macrouridae que posee alrededor de 300 especies, ocupando ambientes muy similares. Es posible que la gran homogeneidad en el acervo génico del ancestro de las actuales **Antimora** no haya permitido una mayor diversificación en cuanto a número de especies. En todo caso el fenómeno de variabilidad genética reducida es conocido como característica del orden Gadiformes al que pertenece esta familia (SMITH & FUJIO, 1982).

En Chile, el género **Antimora** se presentaría con dos especies **A. rostrata** (Gunther, 1878) y **A. microlepis** Bean, 1890 (PEQUENO, 1989). Otros autores señalan que **A. rostrata** se distribuiría en todos los océanos, incluidas las costas de Chile, excepto el Pacífico Norte, mientras que **A. microlepis** se distribuiría exclusivamente al norte de los 10° N, en el Pacífico (SMALL, 1981; PAULIN, 1989; COHEN et al., 1990). La información sobre este género en Chile se limita a PEQUEÑO, 1970; 1989 (**A. meadi**) y a SMALL (1981). Por otra parte CAMPOS et al., establecen que si bien **A. rostrata** aparece escasamente en las pesquerías de **Dissostichus eleginoides** Smitt, 1898 constituye un ítem habitual en los reportes de contenido estomacal de esta última especie³.

En los aspectos genéticos del género **Antimora** solo existe la información de un ejemplar de **A. microlepis** analizado por SHAKLEE & WITT (1981) respecto de la expresión diferencial del sistema LDH en el contexto de la sistemática bioquímica de los Gadiformes.

El objetivo del presente reporte es mostrar los resultados del análisis genético de **A. rostrata** capturados en la zona del talud continental de la costa de Chile central, en términos de marcadores genéticos y de sistemas polimórficos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre abril y septiembre de 1991 se obtuvieron 5

artesanal con espinel de profundidad (entre los 800 y los 1.200 m). Dichos ejemplares eran llevados al puerto de Talcahuano en donde se congelaban a -20°C. Una vez congelados se tomaron muestras del tejido del ojo, hígado y músculo de cada individuo, congelándolos hasta el momento de su análisis electroforético.

El trabajo electroforético comprendió la resolución de tejidos y sistemas electroforéticos y la obtención de los patrones genéticos de esta especie. Para ello se tomó una muestra de tejido, homogenizándola en un volumen igual de agua destilada, se centrifugó por 5 min a 3.000 g y luego mediante un papel Wathman (0,5 x 0,5 cm) se tomó una muestra del sobrenadante y se montó en un gel de almidón al 12%. Luego este gel se disponía por un período de 4 a 6 hrs, en un campo eléctrico con voltaje y amperaje regulados por una fuente de poder Desaga. Los buffer usados en la confección de los geles (Tabla 1), fueron preparados según SHAW y PRASAD (1970), SELANDER et al. (1971), y AHMAD et al. (1977).

La tinción de las distintas enzimas siguió a HARRIS & HOPKINSON (1976), mientras que la nomenclatura de los alelos siguió a RICHARDSON (1986), designando al alelo más frecuente como 100 y el resto de los alelos se numeraba según su movilidad relativa a este alelo patrón. Para las enzimas que presentaban más de un locus, éstos se numeraron consecutivamente a partir del locus con la mayor migración anódica. Con los datos así obtenidos, se calculó frecuencias alélicas y heterocigosidad media (H).

RESULTADOS

La Tabla 1 señala los buffers usados y los tejidos que demostraron tener la mejor actividad para las distintas enzimas; cabe señalar que en la mayoría de los casos el tejido resultó ser músculo o hígado.

Se resolvieron un total de 20 loci que corresponden a un total de 11 enzimas y proteínas totales. En la Tabla 2 se muestran los loci presuntamente monomórficos que corresponden a un total de 18. Las enzimas que mostraron cierto grado de polimorfismo fueron la fosfoglucoisomerasa PGI-1 (con 3 alelos) y PGI-2 (con 2 alelos) y PGM con dos alelos. Las frecuencias alélicas de las enzimas que resultaron polimórficas se señalan en la Tabla 3. Los patrones de bandeado electroforético mostraron al locus PGI

TABLA 1
Sistemas enzimáticos detectados, tejidos y buffer usados en el análisis electroforético de la especie **A. rostrata**
(H = hígado; O = ojo; M = músculo (1) Tris Cítrico pH: 8.0; (2) Tris Cítrico pH: 6.9; (3) Lithium pH: 8.0; (4) Poulik pH: 8.2-8.7)

E.C. Nº	Enzima	Locus	Tejido	Buffer
□				
5.3.1.9	Fosfoglucoisomerasa	PGI-1 *	M	1
		PGI-2 *		
3.4.11.9	Leucil aminopeptidasa	LAP-1	M	4
		LAP-2		
		LAP-3		
3.4.11	Amino peptidasas	AR-11	M	3
		AR-2		
3.1.2.6	Glioxalasa	GLIO	M	4
3.1.1.1	Esterasas	EST	M	3
2.7.5.1	Fosfoglucomutasa	PGM *	M	1
2.7.3.2	Creatinquinasa	C. K.	M	2
1.1.1.47	Glucosadeshidrogenasa	GDH	M	1
1.1.1.42	Isocitratodeshidrogenasa	IDH-1	O	1
		IDH-2		
1.1.1.40	Enzima málica	M. E.	M	3
1.1.1.37	Malato deshidrogenasa	MDH-1	M	1
1.1.1.27	Lactato deshidrogenasa	LDH-A	O, M, H	
		LDH-B	M, H	
		LDH-C	H	
	Proteínas totales	P.T.-1	M	1
		P.T.-2		
		P.T.-3		
		P. T.-4		

* = polimórfico.

DISCUSIÓN

Es notable la baja variabilidad genética encontrada ($H_{med} = 0,005$) si se considera el número de sistemas obtenidos. Si los bajos valores se confirman con una muestra mayor, se demostraría que los Gadiformes serían un grupo poco variable en términos genéticos.

A pesar de lo reducido de la muestra, permitió validar una característica del orden, como es la de presentar los tres loci del sistema LDH en el tejido hepático, incluyendo al locus LDH-C con una migración mínima quedando muy cerca de la línea de sembrado. Esta similitud en la expresión del gen LDH-C en familias que están separadas por decenas de millones de años sugiere que ese carácter es conservativo y subraya el significado de la dicotomía que debe existir entre la catódica LDH-C hepática de estos peces con la altamente anódica LDH-C de la mayoría de los otros grupos mayores de peces (SHAKLEE & WHITT, 1981). En términos filogenéticos, se considera que el patrón de expresión en Gadiformes sería el derivado (por tanto apomórfico).

TABLA 2
Loci aloenzimáticos monomórficos resueltos en **A. rostrata**

Locus	Alelo	Frecuencia
LAP-1	100	1.0
LAP-2	100	1.0
AP-1	100	1.0
AP-2	100	1.0
GLIO	100	1.0
CK	100	1.0
GDH	100	1.0
IDH-1	100	1.0
IDH-2	100	1.0
M. E.	100	1.0
LDH-A	100	1.0
LDH-B	100	1.0
LDH-C	100	1.0
MDH	100	1.0
P.T.-1	100	1.0
P.T.-2	100	1.0
P.T.-3	100	1.0

TABLA 3
Frecuencias alelicas de los loci
polimórficos
observados en **A. rostrata**

Locus Alelo	Frecuencia	
PGI-1	90	0.1
100		0.6
110		0.3
PGI-2	100	0.8
110		0.2
PGM	100	0.5
110		0.5
N		5
Het. Med ₁		.4
Het. Total ₂		(0.005)

1: Incluye solo loci polimórfico.

2: Incluye todos los loci.

en tanto que la expresión en el tejido ocular y la más anódica corresponde al patrón generalizado del resto de los peces (PATTERSON & ROSEN, 1989). Además la información preliminar obtenida de loci mono y polimórficos servirá para estudiar patrones de diferenciación genética interespecifica y poder afirmar la hipótesis que en aguas del Pacífico sur existe una o dos especies del género **Antimora**. Para cuestiones concernientes con interrelaciones de taxa superiores, los datos bioquímicos pueden entregar nuevas y muy útiles percepciones, pero deben ser usadas en conjunto con otra información (caracteres anatómicos, cariotipos, etc.). Los datos electroforéticos tienen la ventaja de ser casi enteramente genéticos, pero a su vez representan un número relativamente pequeño de loci génicos y posiblemente no representativos (SHAKLEE et al., 1982).

LITERATURA CITADA

- AHMAD M, DOF SKIBINSKI & JA BEARDMORE 1977. An estimate of the amount of genetic variation in the common mussel, **Mytilus edulis**. *Biochemical Genetic* 15: 833-846.
- COHEN DM, T INADA, T IWAMOTO & N SCIALABBA 1990. *FAO species catalogue*. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis* 125 Vol. 10, 442 pp
- HARRIS H & DA HOPKINSON 1976. *Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics*. Am. Elsevier Publ. Co., N.Y.
- MARKLE DF & R MELENDEZ 1988. A new species of **Laemonema** from off Chile, with a redescription of **L. globiceps** Gilchrist (Pisces: Moridae). *Copeia* 1988(4): 871-976.
- NELSON JS 1984. *Fishes of the world*. 2nd. Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 523 pp.
- PATTERSON C & DE ROSEN 1989. The Paracanthopterygii revisited: Order and Disorder. in: D.M. Cohen (ed.) *Papers on the Systematics of Gadiform Fishes*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 32: 5-36.
- PAULIN CD 1989. Moridae: Overview, in: D.M. Cohen (ed.) *Papers on the Systematics of Gadiform Fishes*. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 32: 243-262.
- PEQUENO G 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 24(2): 1132.
- RICHARDSON BJ, PR BABERSTOCK & M ADAMS 1986. *Allozyme electrophoresis: A handbook for animal systematics and population studies*. Academic Press, Australia. 410 pp.
- SELANDER RK, MN SMITH, SY YANG, WE JOHNSON AND JV GENTRY 1971. Biochemical polymorphism and systematic in the genus **Peromyscus**. I. Variation in the old field mouse (**Peromyscus polionotus**). *Studies in Genetic*, University Texas Publication 6: 49-90.
- SHAKLEE JB & GS WHITT 1981. Lactate Dehydrogenase of gadiform fishes: Divergent patterns of gene expression indicate a heterogeneous taxon. *Copeia* 1981(3): 563-578.
- SHAKLEE JB, CS TAMARU & RS WAPLES 1982. Speciation and evolution of marine fishes by the electrophoretic analysis of proteins. *Pacific Science* 36(2): 141-157.
- SHAW CH & R PRASAD 1970. Starch gel electrophoresis of Enzymes - A compilation of recipes. *Biochemical Genetics* 4: 297-230.
- SMALL GJ 1981. A review of the bathyal fish genus **Antimora** (Moridae: Gadiformes). *Proceeding California Academy of Science* 42(13): 341-348.
- SMITH PJ & Y FUJIO 1982. Genetic Variation in marine Teleosts: High variability in habitat specialists and low variability in habitat generalists. *Marine Biology* 69: 7-20.