



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME DE ASESORAMIENTO Y TRANSFERENCIA

Número	Proyecto	Fecha de aprobación
039 - -	08 -	09 MAY 2013
Dirección		
DIRECCIÓN DE PESQUERIAS PELAGICAS Y AMBIENTE MARINO		
Programa / Gabinete		
Pesquerías de Moluscos Bentónicos		
Actividad		
MOLB17		

## TAXONOMIA Y RASTREABILIDAD GENÉTICA EN *ZYGOCHELAMYS PATAGONICA* (KING & BRODERIP, 1832)

La veiga patagónica *Zygochlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) es comercializada desde 1996 siendo exportada principalmente a Canadá, Estados Unidos y Europa y fue eco-etiquetada en el año 2006 como pesquería sustentable por el Marine Stewardship Council, convirtiéndose así en la primera pesquería de pectinidos en el mundo en lograr tal distinción, siendo un recurso de gran importancia comercial que provee productos de alta calidad a mercados internacionales exigentes. Debido a esta importancia es crucial que exista certeza de su identificación taxonómica para asegurar su origen y calidad del producto. Las técnicas de biología molecular aplicadas a la industria alimenticia determinaron la formación del término rastreabilidad genética, basada en la identificación de una especie y sus productos derivados, a través del ADN. Su uso depende de la existencia de una base de datos genética y de la disponibilidad de técnicas para evaluación que aseguren un resultado significativo. Ante la posibilidad de que pudiera haber confusión en el producto derivado de *Zygochlamys patagonica* con otras especies de vieiras, particularmente con el ostión del sur, *Zygochlamys amandi*, de Chile, se realizó una revisión de la validez de esta última como especie en la literatura de pectinidos actuales y en las bases de datos mundiales, así como consultas a científicos especializados que han trabajado con moluscos pectinidos y análisis filogenético y de taxonomía numérica aplicados a este grupo.

La revisión de los datos obtenidos hasta el presente permiten considerar que *Zygochlamys amandi* y *Z. patagonica* pertenecen a la misma especie, *Zygochlamys patagonica*, siendo necesarios más estudios genéticos y biológicos de las poblaciones chilenas. Por otro lado el uso de secuencias de ADN provenientes de una especie cuya taxonomía es controvertida no debería aplicarse en la rastreabilidad de productos ya que el perjuicio que puede provocar dicho análisis es enorme.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR		CARGO	
Institución		Cargo	
SILVANA CAMPODONICO		JEFE PROGRAMA DE PESQUERIAS DE MOLUSCOS BENTONICOS	
PREPARADO POR		APROBADO POR	
Firma:		Firma	
Nombre: TRUCCO, MARIA INES		Jefe de Programa / Gabinete	
		Director de Gabinete	
		LIC. DANIELA BERTUCHE	
		A/C Dirección	
		Pesq. Pelágicas y Medio Ambiente	
		Dr. OTTO C. WÖHLER	
		Director Nacional de Investigación	
		Dirección de Investigación	
		INIDEP	
		Director del INIDEP	

COPIA ELECTRÓNICA



## TAXONOMÍA Y RASTREABILIDAD GENÉTICA EN *ZYGOCHLAMYS PATAGONICA* (KING & BRODERIP, 1832)

Trucco, María Inés

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

La familia Pectinidae comprende más de 300 especies identificadas en los mares de todo el mundo, habitando en ambientes polares, templados y tropicales, y es conocida sobre todo por su importancia económica. Sin embargo, también es reconocida su confusa taxonomía realizándose diversos estudios para intentar clarificarla, aceptándose el sistema propuesto por Waller (2006) basado en caracteres de la microescultura de las valvas y en características de la morfología de juveniles. Por otro lado, se han realizado trabajos de filogenia (Matsumoto & Hayami, 2000, Barucca *et al.*, 2004, Saavedra & Peña, 2006, Alejandrino *et al.*, 2011) que aumentaron la confusión debido a la obtención de distintas topologías de los árboles filogenéticos, y que incluso difieren de aquellas realizadas en taxonomía tradicional (Puslednik & Serb, 2008). Según Feng *et al.* (2011) la dificultad primordial en un estudio filogenético estriba en hallar una secuencia de ADN robusta que permita una amplificación y secuenciación repetible, que discrimine entre variabilidad intra e interespecífica, que forme clados de especies monofiléticas (especie troncal y sus descendientes) y cuyo posterior análisis esté basado en una taxonomía bien establecida.

La vieira patagónica, *Zygochlamys patagonica* (King & Broderip, 1832) es comercializada desde 1996 siendo exportada principalmente a Canadá, Estados Unidos y Europa y fue eco-etiquetada en el año 2006 como pesquería sustentable por el Marine Stewardship Council, convirtiéndose así en la primer pesquería con esta distinción en el ámbito de Sudamérica, segunda en Latinoamérica y la primera de pectínidos en el mundo en lograr tal distinción, siendo un recurso de gran importancia comercial que provee productos de alta calidad a mercados internacionales exigentes. Debido a esta importancia es crucial que exista certeza de su identificación taxonómica para asegurar su origen y calidad del producto.

La rastreabilidad (trazabilidad) puede ser definida como una herramienta utilizada para rastrear el origen de un determinado producto dentro de la cadena de abastecimiento de alimentos, permitiendo identificar y registrar cada etapa desde el comienzo hasta el final de la cadena de comercialización (Comisión del Codex Alimentarius, Manual de Procedimiento, 20<sup>o</sup> edición, p.26). Las técnicas de biología molecular aplicadas a la industria alimenticia determinaron la formación del término rastreabilidad genética, basada en la identificación de una especie y sus productos derivados, a través del ADN. Su uso depende de la existencia de una base de datos genética y de la disponibilidad de técnicas para evaluación que aseguren un resultado significativo (COFI-FT-IX, 2004/5, ICES, 2012).

Los marcadores genéticos que se emplean son: secuencias de ADN nuclear o mitocondrial, que serán idénticas en todos los individuos de una especie, marcadores basados en la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que brindan una huella genética que permite agrupar a los miembros de una misma especie, o perfiles electroforéticos de isoenzimas. Los mismos se han aplicado en el sector pesquero para identificar especies comerciales que no se pueden identificar por otros medios, en productos enlatados, filetes y congelados (Birstein *et al.*, 1998, Gilkolaei, 2002, Perez *et al.*, 2004, Fernández-Tajes & Méndez, 2007, Espiñeira *et al.*, 2009, Barbuto *et al.*, 2010, De-Franco *et al.*, 2010). Mediante el análisis genético se han evidenciado casos de mal etiquetado y fraudes al consumidor (Martinson, 2011).

El procedimiento se basa en la identificación de la especie desde el conocimiento de su clasificación taxonómica, su distribución geográfica y la estructura de sus poblaciones, hasta el desarrollo de marcadores moleculares que fehacientemente discriminen las especies entre sí. Es



una metodología que demanda personal especializado y considerable inversión económica (FAO, 2012, Ogden, 2008).

Ante la posibilidad de que pudiera haber confusión en el producto derivado de *Zygochlamys patagonica* con otras especies de vieiras, particularmente con el ostión del sur, *Zygochlamys amandi*, de Chile, se realizó una revisión de la validez de esta última como especie en la literatura y en las bases de datos mundiales. Asimismo se realizaron consultas a científicos especializados que han trabajado con moluscos pectínidos y análisis filogenético o de taxonomía numérica aplicados a este grupo: Dra. Marina Aguirre (Universidad Nacional de La Plata), cuyo trabajo se centra en moluscos fósiles de Argentina y Chile; Dr. Juan Peña Forner (Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal, España), taxonomía y genética de pectínidos y Dr. David Posada (Universidad de Vigo), especialista en filogenia.

## RESULTADOS

- 1- El análisis de los índices de distancia genética así como índices de diferenciación realizados entre 14 Unidades de Manejo de *Zygochlamys patagonica* mediante el uso de marcadores ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) mostró que existe diferenciación entre las Unidades pero que ésta se debió principalmente a la variabilidad existente dentro de cada Unidad más que entre ellas. Las distancias genéticas entre pares de Unidades estudiadas fluctuaron entre 0.018 y 0.17 con un promedio de 0.08, correspondiendo este valor a poblaciones conespecíficas (que pertenecen a la misma especie) (Trucco, informe en preparación).
- 2- En el estudio preliminar con marcadores microsatélites (SSR) Ruzzante (2010) halló que la estructura de las poblaciones de *Z. patagonica* corresponden a un mosaico de agregaciones con diferentes grados de diferenciación entre ellas y asimismo, la diferenciación fue debida a una variabilidad mayor dentro de las poblaciones que entre ellas.
- 3- La revisión de la literatura de los estudios sobre taxonomía de los pectínidos actuales y fósiles en Argentina y Chile realizados por Richards & Craig (1963), Dell (1964), Klappenbach (1970), Castellanos (1971), Walossek (1991), Jonkers (2003) y Dijkstra & Köhler (2008), mostraron que *Z. patagonica* ha sufrido, en sucesivas descripciones, cambios de nominación de especie e incluso de género a partir de su primera y breve descripción por King & Broderip en 1831 (publicada en 1832, para una revisión ver Schejter & Bremec, 2012). Grau (1959) consideró a *Chlamys amandi* y *Chlamys patagonica* como “casi con certeza” conespecíficas pero al no existir figuras publicadas y tampoco poder localizar algún espécimen identificado como esa especie no creyó conveniente en ese momento considerarla como sinónimo. En un estudio realizado en el Estero Elefantes y Laguna San Rafael, del sur de Chile, se consigna que las tres especies discriminadas por Soot Ryen en 1959 (entre ellas *Z. amandi* Hertlein 1935) son extremos de un rango con microcultura variable correspondientes al mismo taxón, *Z. patagonica* (Reid & Osorio, 2000). En las revisiones posteriores de los autores previamente mencionados se consignó a *Chlamys (Zygochlamys) amandi* Hertlein 1935 como el sinónimo más reciente de *Z. patagonica*.
- 4- La inspección de las bases de datos existentes en internet reflejaron la confusión sobre la clasificación de la familia Pectinidae. En todas las bases consultadas se da validez a *Zygochlamys patagonica*. Sin embargo, *Zygochlamys amandi* no se encuentra, se halla como especie no válida, con signo de pregunta antecediendo a la especie correspondiendo esto a que requiere más investigación o como sinónimo de *Chlamys australis* Philippi o *Chlamys (Zygochlamys) phalara* Roth 1975. En la MCZBase (The database of the Zoological Collections), dependiente del Museo de Zoología Comparada de la Universidad



de Harvard todas las especies nombradas se encuentran actualmente identificadas como *Z. patagonica*.

Las bases consultadas fueron World Register of Marine Species (WoRMS) (<http://www.marinespecies.org>), Antarctic Invertebrates website dependiente del Smithsonian Natural Museum of Natural History (<http://invertebrates.si.edu/ANTIZ>) Systematical Catalogue of Pectinoidea ([www.scallop.nl](http://www.scallop.nl)), Collection Search Center del Smithsonian Institution (<http://collections.si.edu/search/>), Shell Encyclopedia of Conchology, Sealifebase de URC Fisheries Centre de Canada ([www.sealifebase.fisheries.ubc.ca](http://www.sealifebase.fisheries.ubc.ca)), Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<http://www.gbif.org>) y Ocean Biogeographic Information System ([www.iobis.org](http://www.iobis.org)).

- 5- La consulta con los distintos científicos mencionados brindó los siguientes resultados: Con respecto a los fósiles, en el Cuaternario de Chile sólo aparecen *Zygochlamys patagonica* en el Pleistoceno y *Argopecten purpuratus* en el Pleistoceno y Holoceno. Estos datos fueron constatados en Paleobiology Database ([www.paleodb.org](http://www.paleodb.org)), donde no constan colecciones de fósiles de *Z. amandi*. Por otro lado, el Dr. Peña Forner consideró a esta especie como sinónimo de *Z. patagonica* en una visita realizada a Puerto Montt, Chile, donde tuvo oportunidad de discutirlo con malacólogos chilenos con acceso a las colecciones y bibliografía y así lo considera en el libro Los pectínidos de Iberoamérica (Maeda-Martínez, 2001).
- 6- Al realizarse la búsqueda en Genbank ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)), que es la base de datos de todas las secuencias de ADN publicadas y de acceso al público, se rastreó las secuencias disponibles para *Zygochlamys amandi* y los autores que las publicaron, Alejandrino *et al.*, 2011. No se discute aquí la validez del trabajo ni las secuencias obtenidas sino la validez taxonómica de las especies involucradas. El análisis filogenético asume que se usarán taxones claramente definidos como las unidades básicas de análisis (Richardson *et al.*, 1986). En el árbol filogenético obtenido en su trabajo se observó que ambas especies pertenecen al mismo clado (agrupación que incluye al ancestro común y todos sus descendientes). Considerando que el objetivo del trabajo fue utilizar un marco filogenético para examinar la evolución de las clases de hábitos de vida especie-específicos de las vieiras adultas, determinar el número de orígenes independientes de cada clase y distinguir si hubo trayectorias de vida evolutiva convergente o paralela, esta pertenencia no llama la atención ya que *Z. patagonica* se fija al sustrato mediante el biso. Los autores proveen material anexo en la base de datos donde se pudo observar la topología del árbol. Cabe destacar que un árbol filogenético constituye una hipótesis sobre cómo se relacionan entre sí los organismos en el árbol y en el cual la longitud de las ramas refleja el número de cambios que se han producido en una secuencia de ADN. El Dr. Posada consideró, mediante la observación del árbol, que no es posible decir si ambas especies son diferentes o no, dado que las ramas que llevan a cada especie son casi iguales. Deben existir otras diferencias entre ambas desde el punto de vista ecológico y reproductivo. No se han encontrado publicaciones sobre *Zygochlamys amandi*, salvo una descripción del ciclo reproductivo realizado por Jaramillo *et al.* (1993) en donde el autor consigna que esta vieira habita fondos arenosos o de grava, esparcidas en pequeños bancos a lo largo de la costa en profundidades de 15 a 30 metros y que hasta esa fecha no se habían llevado a cabo investigaciones sobre la biología ni la historia de vida de la especie. Su descripción no difiere del ciclo reproductivo de *Z. patagonica*.
- 7- En Chile, *Zygochlamys patagonica* tiene una distribución geográfica desde la Isla de Chiloé hasta el Estrecho de Magallanes, Tierra del Fuego y Cabo de Hornos. Se han encontrado ejemplares chicos en fiordos protegidos a profundidades de 10 a 15 metros, siendo el hábitat típico a una profundidad de 25 a 100 metros (Osorio, 2002). Según Cardenas *et al.* (2008), *Zygochlamys amandi* es una especie que fue descrita en Calbuco y Golfo de Ancud hasta el Archipiélago de Los Chonos por Osorio & Bahamonde (1970), es similar a



*Z. patagonica* y su validez es cuestionable, encontrándose restringida al sur de Chile (Jaramillo *et al.*, 1993).

Los ejemplares utilizados en el estudio filogenético de Alejandrino *et al.* (2011) fueron obtenidos en Puerto Montt y mercado comercial de Chile, según consta en Genbank.

## CONCLUSIONES

La revisión de los datos obtenidos hasta el presente permiten considerar que *Zygochlamys amandi* y *Z. patagonica* pertenecen a la misma especie, *Zygochlamys patagonica*, siendo necesarios mas estudios genéticos y biológicos de las poblaciones chilenas. Por otro lado el uso de secuencias de ADN provenientes de una especie cuya taxonomía es controvertida no debería aplicarse en la rastreabilidad de productos ya que el perjuicio que puede provocar dicho análisis es enorme.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP



## BIBLIOGRAFÍA

- ALEJANDRINO, A., PUSLEDNIK, L. & SERB, J.M. 2011. Convergent and parallel evolution in life habit of the scallops (Bivalvia: Pectinidae). *BMC Evolutionary Biology* 2011, 11:164.
- BARBUTO, M., GALIMBERTI, A., FERRI, E., LABRA, M., MALANDRA, R., GALLI, P. & CASIRAGHI, M. 2010. DNA barcoding reveals fraudulent substitutions in shark seafood products: The Italian case of 'palombo' (*Mustelus* spp.). *Food Research International*, 43: 376–381.
- BARUCCA, M., OLMO, E., SCHIAPARELLI, S. & CANAPA, A. 2004. Molecular phylogeny of the family Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) based on mitochondrial 16S and 12S rRNA genes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 31:89–95.
- BIRSTEIN, V. J., DOUKAKIS, P.H., SORKIN, B. & DE SALLE, R. 1998. Population aggregation of three caviar-producing species of sturgeons and implications for the species identifications of black caviar. *Conservation Biology*, 12 (4): 766-775.
- CARDENAS, J., ALDEA, C. & VALDOVINOS, C. 2008. Chilean Marine Mollusca of Northern Patagonia collected during the CIMAR-10 Fjords Cruise. *Gayana* 72 (2): 202-240.
- COMMITTEE ON FISHERIES. Traceability and labelling in fish. COFI: FT-IX-2004/5. Agenda item 7. Bremen, Alemania. 10-14 febrero 2004.
- DE-FRANCO, B., MENDONÇA, F. F., HASHIMOTO, D. T., PORTO-FORESTI, F., OLIVEIRA, C. & FORESTI, F. 2010. Forensic identification of the guitarfish species *Rhinobatos horkelli*, *R. percellens* and *Zapteryx brevirostris* using multiplex-PCR. *Molecular Ecology Resources*, 10: 197–199.
- DIJKSTRA, H.H. & KÖHLER, F. 2008. An annotated catalogue of Recent Pectinoidea (Mollusca, Pectinidae and Propeamussiidae) type material in the Museum of Natural History, Humboldt University, Berlin. *Zoosyst. Evol.* 84 (1): 31–44.
- ESPIÑEIRA, M., VIEITES, J.M. & SANTA CLARA, F. J. 2009. Development of a genetic method for the identification of salmon, trout, and bream in seafood products by means of PCR–RFLP and FINS methodologies. *Eur. Food Res. Technol.*, 229: 785–793.
- FAO .2012. Aplicación de tecnologías genéticas en el fomento y la gestión de la acuicultura, Rep. No. COFI: AQ/VI/2012/Inf.9, Ciudad del Cabo (Sudáfrica). 5pp.
- FENG, Y., LI, Q., KONG, L. & ZHENG, X. 2011. DNA barcoding and phylogenetic analysis of Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) based on mitochondrial COI and 16S rRNA genes. *Mol. Biol. Rep.*, 38: 291–299.
- FERNANDEZ -TAJES, J., & MENDEZ, J. 2007. Identification of the razor clam species *Ensis arcuatus*, *E. siliqua*, *E. directus*, *E. macha* and *Solen marginatus* using PCR-RFLP analysis of the 5S rDNA region. *J. Agric. Food Chem.*, 55: 7278-7282.
- GILKOLAEI, R.S. 2002. DNA PCR Amplification for Species Diagnosis of Caviar from Caspian Sea Sturgeon. *J. Agric. Sci. Technol.* Vol. 4: 51-61
- GRAU, G. 1959. Pectinidae of the eastern Pacific. Allan Hancock Pacific Expeditions, 23: i-viii, 1-308, 57 pls. University of Southern California Press. Los Angeles, California. (p. 84)



- ICES. 2012. Report of the Working Group on the Application of Genetics in Fisheries and Mariculture (WGAGFM), 2-4 May 2012, Derio, Spain. ICES CM 2012/SSGHIE: 12. 61 pp.
- JONKERS, H. A. 2003. Late Cenozoic-Recent Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) of the Southern Ocean and neighbouring regions. Monographs of Marine Mollusca, 5: i-viii + 1-125 pp, 17pls. Backhuys Publishers, Leiden. (p. 53)
- KING, P. P. & BRODERIP, W. J. 1832. Description of the Cirrhipeda, Conchifera and Mollusca, in a collection formed by officers of H.M.S. Adventure and Beagle employed between the years 1826 and 1830 in surveying the southern coasts of South America, including the Straits of Magalhaens and the coast of Tierra del Fuego. *The Zoological Journal*, 5: 332-349 (Dated 1831). (p. 337)
- MARTINSOHN, J. 2011. Deterring illegal activities in the fisheries sector- Genetics, Genomics, Chemistry and Forensics to fight IUU fishing and in support of fish product traceability. JRC European Commission Reference Reports, EUR 24394 EN – 2011. 72 pp.
- MATSUMOTO, M. & HAYAMI, I. 2000. Phylogenetic analysis of the family Pectinidae (Bivalvia). *J. Molluscan Stud.*, 66: 477– 488.
- OGDEN, R. 2008. Fisheries forensics: the use of DNA tools for improving compliance, traceability and enforcement in the fishing industry. *Fish and Fisheries*, 9: 462–472.
- OSORIO, C. 2002. Moluscos marinos en Chile. Especies de importancia económica. (Ed. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile). Santiago, Chile. 211pp.
- OSORIO, C. & N. BAHAMONDE. 1970. Lista preliminar de Lamelibranquios de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 31: 185-256.
- PEREZ, M., ALVAREZ, C., BALADO, M., CABADO, A.G., VIEITES, J.M. & PRESA, P. 2004. Identification of South Atlantic Hakes (*Merluccius australis* and *Merluccius hubbsi*) in processed foods by PCR-RFLPs of Cytochrome *b* gene. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13: 59-67.
- PUSLEDNIK L. & SERB, J.M. 2008 Molecular phylogenetics of the Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) and effect of increased taxon sampling and outgroup selection on tree topology. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 48:1178–1188.
- RICHARDS, H.G. & CRAIG, J.R. 1963. Pleistocene sedimentation and fauna of the Argentine shelf. II. Pleistocene mollusks of the continental shelf of Argentina. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 115: 127-152.
- RICHARDSON, B. J., BAVERSTOCK, K.P.R. & ADAMS, M. 1986. Allozyme electrophoresis: a handbook for animal systematics and population studies. Academic Press, Australia. 410 pp.
- RUZZANTE, D. 2010. The population structure of *Zygochlamys patagonica*: progress report to August 2010. Dalhousie University, Canada.
- SAAVEDRA, C. & PEÑA, J.B. 2006. Phylogenetics of American scallops (Bivalvia: Pectinidae) based on partial 16S and 12S ribosomal RNA gene sequences. *Mar. Biol.* 150:111–119.
- WALLER, T. R. 2006. New phylogenies of the Pectinidae (Mollusca: Bivalvia): reconciling morphological and molecular approaches. En: Shumway, S.E., Parsons, G.J. (Eds.). *Scallops: biology, ecology and aquaculture*. Elsevier BV, Amsterdam, The Netherlands, pp 1–44



WALOSSEK, D. 1991. *Chlamys patagonica* (King & Broderip 1832), a long “neglected” species from the shelf off the Patagonia coast. World Aquaculture Workshops, N° 1. Selected Papers from the 7<sup>th</sup> International Pectinid Workshop (S. E. Shumway & P.A. Sandifer, Eds.) World Aquaculture Society. pp 256-263.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP