

Estudio de la variabilidad genética en poblaciones de *Argopecten purpuratus* de Chile y Perú

Luis Ysla Ch.¹

Resumen

La concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) se distribuye en la costa del Pacífico Sur desde Perú (Bahía de Sechura) hasta Chile (Bahía de Tongoy). El conocimiento de la estructura genética poblacional es de gran importancia para el manejo y conservación de este recurso compartido por ambos países. Para esto se estudiaron tres poblaciones de concha de abanico de cada país con el fin de compararlas, utilizando para ello electroforesis de aloenzimas. Las enzimas que tuvieron un mejor revelado fueron la MDH la a-GPD y la PGM. Con las frecuencias alélicas obtenidas a partir del patrón de bandeado producto de la electroforesis se ha obtenido la distancia genética de Nei así como los índices de Wright que dan como resultado que la población de *Argopecten purpuratus* presente una estructura genética la cual puede considerarse como una megapoblación.

Palabras clave: Genética de poblaciones, Concha de abanico, ostión).

Abstract

Scallops are distributed along the south pacific coast from Peru (Sechura Bay) up to Chile (Tongoy Bay). The knowledge of the population genetic structure is very important to manage and preserve the resource, shared by both countries. For that reason it was study three scallop population from each country to compare its. To do that, it was used electrophoresis of aloenzimas. The enzymes that had a better development were the MDH the a-GPD and the PGM. With the allelic frecuencies obtained from the bandeado patron product of the electrophoresis has been obtained the genetic distance of Nei and the Wright rates which give as result that the *Argopecten purpuratus* population presents a genetic estructura which could be considered as a megapopulation.

Key words:

1. Introducción

La concha de abanico u ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) (Lamarck, 1819) presenta una amplia distribución geográfica. Esta especie se encuentra formando poblaciones o bancos desde los 6° hasta los 21° Latitud Sur. La distribución tiene como limite Norte la Bahía de Sechura (Perú) y como limite Sur la Bahía de Tongoy (Chile), siendo la distancia aproximada entre las dos localidades de casi 5000 Km. (Marincovich, 1973; Vildoso y Chirichigno, 1956). En los últimos años las actividades de cultivo de esta especie se han intensificado principalmente en las localidades de Caldera y Tongoy (Chile) y en Perú el cultivo se desarrolla en la Paracas, Tortugas, Samanco y Sechura.

La distribución poblacional de *Argopecten purpuratus* estaría condicionada principalmente por las características de vida de la larva, cuya permanencia como constituyente del plancton es de tres a cuatro semanas (DiSalvo *et al.*, 1984; Illanes, 1986; Ysla, 1989) y a la tolerancia que presenta la especie a los factores medioambientales, ya que bajo condiciones normales la temperatura media del agua de Bahía Sechura (Limite de distribución norte) es de 22° C y de Bahía de Tongoy (Limite de distribución sur) es de 13°C, Eventos cíclicos como el "Fenómeno El Niño" parecen favorecer el crecimiento y la supervivencia larval, (Wolf, 1987) lo que permitiría el flujo génico entre poblaciones al formarse bancos temporales intermedios, facilitando la migración larval de una población a otra.

El estatus taxonómico de esta especie ha sufrido cambios, Grau (1959) para Chile la clasifico como *Chlamys (Argopecten) purpurata*; sin embargo, Waller (1969), basándose en antecedentes paleontológicos y Von Brand *et al.* (1990) basándose en resultados cariotípicos, concluyen que el género de esta especie es *Argopecten* y no *Chlamys* en el caso de Perú la denominación de esta especie no ha sufrido cambios.

Algunos autores mencionan que las poblaciones alopátricas de esta especie presentan diferencias en algunas características fenotípicas, como son la coloración (Garrido, 1990; Wolf, 1985; Wolf y Garrido, 1991), la tasa de crecimiento larval y supervivencia (Jollán, 1993) y en la tasa de crecimiento y rendimiento de carne (Alarcón *et al.*, 1991). De los estudios señalados, Jollan (1993) encontró diferencias con base genética en caracteres cuantitativos en cuatro poblaciones chilenas; sin embargo es necesario confirmar que las características anteriormente señaladas tienen una base de distribución genética para todo el rango de distribución de la especie.

En Chile se han realizado algunos estudios para determinar variabilidad genética entre poblaciones de ostión del norte (Jollán, 1993; Galleguillos y Troncoso, 1991; Von Brand y Kijima, 1990). En el caso de Perú no se han realizado trabajos al respecto, siendo de gran importancia estudios comparativos de *Argopecten purpuratus* para Chile y Perú. En la actualidad la cuantificación de la variabilidad genética a nivel mundial, esta teniendo gran importancia, llegándose a reconocer en la última reunión de FAO (1994) sobre la utilización y conservación de los recursos genéticos acuáticos, la necesidad de contar con investigaciones básicas para

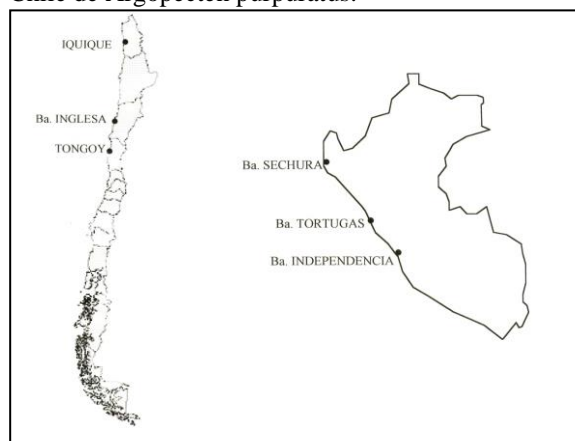
¹ Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina.
E-mail: lysllochec@lamolina.edu.pe.

llegar a determinar la estructura genética de las poblaciones, base fundamental para el establecimiento de programas de manejo y mejoramiento genético (Hedgecock, 1994).

2. Materiales y métodos

Las muestras de individuos adultos fueron colectadas de tres poblaciones de Perú: Bahía Sechura (6° LS), Tortugas (10° LS) y Bahía Independencia (13° LS) y de tres poblaciones de Chile: Iquique (20° LS), Caldera (27° LS) y Bahía Tongoy (30° LS) (Figura N°1). Las zonas donde se ubican las poblaciones presentan características similares, como la de ser lugares abrigados (Bahías), sustrato areno fangoso con presencia de algas; así como la profundidad a la que se encuentra las poblaciones que fluctúan entre los 10 y los 40 m. El tamaño de la muestra para el análisis electroforético fue de 40 individuos tomados al azar para cada una de las poblaciones.

Figura 1. Localización de las poblaciones de Perú y Chile de *Argopecten purpuratus*.



Las muestras fueron congeladas en tubos Eppendorf con buffer de extracción sacarosa 0.5 M, para luego ser transportadas al laboratorio de Genética de la Universidad Católica del Norte (Sede Coquimbo) y conservadas aproximadamente a -20° C hasta su utilización.

Las muestras de tejido se analizaron mediante la técnica de electroforesis horizontal en gel de almidón (CONNAUGHT) a una concentración de 10% según los procedimientos descritos por Aebersold *et al.*, 1987 y Ryman y Utter, 1987. Para determinar y definir las condiciones de la electroforesis se probaron la actividad enzimática en muestras de hepatopáncreas y músculo aductor de las muestras congeladas y de una muestra fresca; así mismo los buffers adecuados para el gel y electrodo teniendo en cuenta resultados obtenidos por Kijima *et al.*, 1984; Von Brand y Kijima, 1990; Von Brand, 1991; Galleguillos y Troncoso, 1991. Las enzimas probadas fueron las AAT, ACP, a-GPD, EM, EST, GPI, IDH, FH, LAP, LDH, MDH, MPI, ODH, PGM, 6-PGD, PEP-A, PERP-B, PEP-C, SDH y SOD (tabla 1). Entre los buffers probados tenemos: Tris cítrico continuo ph=7.0, tris cítrico discontinuo ph=6.3 (electrodo) y ph= 6.7 (gel), Ridgway ph= 8.2 (electrodo) y ph= 8.5 (gel), Amino propil morfolina ph= 6.5, TBCLE ph= 8.0 (electrodo) y ph= 8.7 gel. Para los procedimientos de tinción se utilizaron los protocolos propuestos por (Fujio, 1984). Teniendo en cuenta los resultados de actividad enzimática se corrieron las muestras, utilizando como locus polimórfico el criterio de 99%. Los loci numerados desde el mas anódico al mas catódico y los alelos fueron designados alfabéticamente en forma similar (Kijima *et al.*, 1984).

Tabla 1. Abreviaciones de las enzimas corridas en poblaciones peruanas - chilenas de *Argopecten purpuratus*.

Enzima	Abreviación	Enzima	Abreviación
Aspartato amino transferasa	AAT	Malato dehidrogenasa	MDH
Acido fosfatasa	AC	Manosa Fosfato Isomerasa	MPI
Esterasa	EST	Octanol Dehidrogenasa	ODH
Enzima malica	EM	Peptidasa	PEP
Fumarato hidrogenasa	FH	Sorbitol Dehidrogenasa	SDH
Glucosa fosfato isomerasa	GPI	Super Oxido dismutasa	SOD
Isocitrato dehidrogenasa	IDH	Fosfo Gluco Mutasa	PGM
Lactato dehidrogenasa	LDH	6-Fosfogluconato Dehidrogenasa	6-PGD
Leucin amino peptidasa	LAP	a-Glicerofosfato Dehidrogenasa	a-GPD

3. Resultados y discusiones

Para determinar la actividad enzimática del tejido se uso el músculo o callo y el digestivo, probando para ello diferentes buffers y enzimas, los resultados se muestran en la tabla 2, Una mayor resolución de los patrones de bandeado se obtienen con el buffer continuo tris cítrico ph=7 para las enzimas MDH, IDH y FH, buffer discontinuo tris cítrico ph=6.3 – 6.7 para la enzima EM y PGM.

La MDH esta compuesta por dos bandas, concluyendo que la MDH esta controlada por dos loci

Mdh-1 y Mdh-2, mientras que la Mdh-1 es polimórfica, la Mdh-2 es monomórfica.

La a-GPD y la PGM detectados en músculo aductor muestran los típicos patrones de un monómero. Estas enzimas fueron codificadas por un locus génico siendo designado como a-Gpd y Pgm respectivamente. Los diferentes fenotipos indican la presencia de tres alelos en el locus de la a-Gpd y cinco alelos en el locus de la Pgm.

La IDH, FH y la EM fueron monomórficas en todas las localidades.

Tabla 2. Actividad en corridas de prueba *Argopecten purpuratus*.

Enzima	Buffer	Músculo	Digestivo	Enzima	Buffer	Músculo	Digestivo
AAT			(-)	MDH	AMP ph:6.0	(++)	(++)
ACP		(-)		MDH	Tris borato EDTA	(++)	
ACP			(+)	MDH	RW	(++)	
EM	RW	(+)	(+)	MDH	C y T ph:6.5	(+++)	
EM	Tris cítrico ph: 6.3-6.7	(++)		MDH	Tris glicil	(-)	(-)
EST	RW		(+)	MPI	Tris cítrico ph:6.3-6.7	(-)	(-)
EST	Tris cítrico ph:7.0		(-)	ODH	Tris cítrico ph:6.3-6.7		(-)
GPI	RW	(+)	(-)	a-GPD	C y T ph:6.5	(+++)	
EST	C y T ph:6.5	(-)	(-)	a-GPD	Tris cítrico ph:7.0	(+++)	
EST	Tris borato EDTA	(-)	(-)	PGM	Tris cítrico ph:7.0	(++)	
IDH	AMP ph:6.0	(++)		PGM	Tris cítrico ph:6.3-6.7	(+++)	
IDH	Tris cítrico ph:7.0	(+)		6-PGD	AMP ph:6.0	(-)	(-)
IDH	C y T ph:6.5	(++)		6-PGD	Tris glicil	(-)	(-)
IDH	TBCLE	(-)		PEP	AMP ph:6.0	(++)	
FH	C y T ph:6.5	(++)		SDH	RW	(-)	(-)
LAP	Tris cítrico ph:7.0		(++)	SOD	RW	(+)	(+)
LDH	Tris cítrico ph:7.0	(-)	(-)	SOD	Tris borato EDTA	(-)	(-)
LDH	RW	(-)	(-)	SOD	Tris cítrico ph:7.0	(-)	(-)
LDH	TBCLE	(-)	(-)	GPI	Tris glicil	(-)	(-)
MDH	Tris cítrico ph:7.0	(++)		GPI	Tris cítrico ph:7.0	(-)	(-)

Para el cálculo de las frecuencias alélicas de utilizaron los resultados obtenidos de los patrones de

bandeo en los geles de las diferentes enzimas corridas (Tabla 3).

Tabla N° 3. Frecuencias alélicas de aloenzimas en loci polimorficos de poblaciones de Peru y Chile de *Argopecten purpuratus*.

Aloenzima	Sechura	Tortugas	Independencia	Iquique	Caldera	Tongoy
<i>Mdh-1</i>						
A	0.9750	0.9500	0.9875	0.9500	0.9375	0.9500
B	0.0000	0.0375	0.0000	0.0500	0.0625	0.0500
C	0.0250	0.0113	0.0125	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Mdh-2</i>						
A	1	1	1	1	1	1
<i>a-Gpd</i>						
A	0.9625	0.9125	0.9500	0.9445	0.9875	0.9625
B	0.0250	0.0250	0.0375	0.0550	0.0125	0.0375
C	0.0125	0.0625	0.0125	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Idh</i>						
A	1	1	1	1	1	1
<i>Fh</i>						
A	1	1	1	1	1	1
<i>Pgm</i>						
A	0.0875	0.0405	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B	0.5125	0.3375	0.1625	0.0000	0.1750	0.1175
C	0.2625	0.3784	0.6875	0.8589	0.6250	0.7000
D	0.125	0.2297	0.1375	0.1154	0.1875	0.1875
E	0.0125	0.0135	0.0125	0.0256	0.0125	0.0000
<i>Em</i>						
A	1	1	1	1	1	1

A base de las frecuencias alélicas obtenidas se calculo la heterocigocidad observada y la heterocigocidad esperada. De acuerdo a Orensanz *et al.*, (1991) una megapoblacion se define como un conjunto de poblaciones locales o subpoblaciones comunicadas a través de migraciones larvales

variables. Teniendo en cuenta este concepto se uso los índices de fijación de Wright para determinar diferencias genéticas entre las diferentes poblaciones (Nei, 1987). Tabla 4.

La interpretación de los valores de F_{st} se realizo de acuerdo a lo sugerido por Wright (1978) en Hartl (1988).

Tabla 4. Índices de fijación de Wright para diferentes locus en las poblaciones de Peru y Chile de *Argopecten purpuratus*.

Locus	X	X ^a	X ²	X ^{2b}	Fis _i	Fit _i	Fst _i
<i>MDH-1</i>							
A	0.95830	0.96660	0.91830	0.91870	0.05300	0.04250	0.01000
B	0.03300	0.00000	0.00110	0.00170	0.00520	0.03450	0.01880
C	0.00810	0.00000	0.00006	0.00015	0.01890	0.00810	0.01050
<i>a - GPD</i>							
A	0.95330	0.90920	0.90860	0.90920	0.00000	0.01340	0.01340
B	0.03220	0.00000	0.00103	0.00120	0.03870	0.03300	0.00550
C	0.03120	0.00000	0.00097	0.00330	0.11820	0.03750	0.07700
<i>PGM</i>							
A	0.12130	0.00000	0.00050	0.00150	0.07570	0.02160	0.00500
B	0.21670	0.08500	0.04690	0.07440	0.07440	0.22140	0.16390
C	0.58540	0.38380	0.34270	0.38380	0.00000	0.16930	0.16930
D	0.16380	0.08010	0.02680	0.02850	0.38130	0.38900	0.01240
E	0.01280	0.00000	0.00020	0.00020	0.01850	0.01270	0.00320

Los valores de distancia génica de Nei entre las diferentes poblaciones (Nei, 1972) estimada en base a las frecuencias alélicas fue de 0,0014 en promedio

siendo la mínima de 0.004 y la máxima de 0.0250. (Tabla 5)

Tabla 5. Distancia génica entre las poblaciones en estudio de Peru y Chile de *Argopecten purpuratus*.

	Sechura	Tortugas	Independencia	Iquique	Caldera	Tongoy
Sechura		0.0038	0.0038	0.044	0.0005	0.0246
Tortugas			0.0089	0.0250	0.0028	0.0100
Independencia				0.0036	0.0160	0.0004
Iquique					0.0102	0.0023
Caldera						0.0164
Tongoy						

Distancia Génica promedio: 0,0114, Distancia Génica externas: Mínima: 0,004 Máxima: 0,0250

Discusión

Las poblaciones de la mayoría de los organismos acuáticos y terrestres están estructuradas como un conjunto de sub poblaciones que pueden ocupar áreas geográficas diferentes con estructuras demográficas y genéticas específicas (Spanakis et al., 1989). Por lo tanto, si dos poblaciones están aisladas una de otra, por razones geográficas o reproductivas estas poblaciones tienden a diferenciarse genéticamente (Osaka y Fujio, 1985). La diferenciación poblacional es altamente independiente de los niveles de migración o flujo genético, de tal modo que la diferenciación genética entre poblaciones puede producirse y perpetuarse solo si la tasa de intercambio de individuos o larvas esta fuertemente restringida entre ellos (Hartl, 1988).

El presente estudio revela que hay diferencias genéticas entre las poblaciones examinadas (Distancia génica promedio 0.0114), se podría decir que la estructura de cruzamiento es independiente para cada una de las localidades sin embargo la baja distancia genética entre las poblaciones indicaría que existe un cierto flujo génico entre ellas, el evento que permitiría este flujo sería el Fenómeno El Niño, el cual permite la formación de poblaciones intermedias entre las poblaciones existentes esto permitiría un flujo génico entre las poblaciones. Según Orensanz *et al* 1991 las diferencias pueden ser explicadas

teniendo en cuenta la estructura espacial de las poblaciones que señalan que si las poblaciones locales son intrínsecamente estables dentro de un entorno global heterogéneo cabría esperar una diferencia interpoblacional producto de la variabilidad local impuesta por el ambiente. De mantenerse las diferencias ambientales locales en un tiempo geológico amplio entre las componentes de la megapoblación y/o si la presión de selección es fuerte, cabría de esperar la existencia de diferencias genéticas entre ellas.

Los principales factores que causan diferencias genéticas en las megapoblaciones de pectinidos son procesos oceanográficos, presencia de elementos minerales, profundidad e interacciones ecológicas como predación o competencia. Es importante señalar que algunos autores han comprobado la existencia de una base genética en las diferencias de coloración de valva de individuos provenientes de Tongoy y Mejillones en Chile. (Wolf y Garrido 1991), así mismo Jollán (1993) muestra diferencias genéticas en caracteres cuantitativos entre poblaciones alopátricas de *Argopecten purpuratus*, cuantificando para ello las pendientes de las curvas de regresión para el crecimiento y sobrevivencia de estadios larvales y juveniles cultivados en un ambiente común.

La media de la heterocigocidad observada para todas las poblaciones muestreadas de *Argopecten purpuratus* de Perú y Chile fue de 0.103 este es un valor próximo al valor obtenido para la misma especie (0.081) por Galleguillos y Troncoso (1991) para muestras tomadas en Concepción e Iquique en Chile. Los valores anteriormente señalados son mas bajos cuando se comparan con otras especies de pectinidos como *Pecten maximus*, *Chlamys opercularis*, *Chlamys varia* y *Chlamys distorta* observándose heterocigocidades entre 0.155 y 0.321 *Argopecten irradians* y *Patinopecten yessoensis* de 0.116 y 0.093 respectivamente (Beaumont and Beveridge, 1984).

La variación de la heterocigocidad observada en las diferentes poblaciones podría ser la respuesta a las condiciones ambientales particulares en que se desarrolla cada una de las poblaciones.

En casi todos los casos el índice de fijación F_{st} se encuentra por debajo de 0.05 este valor es un indicador de la pequeña diferencia genética que presentan las poblaciones muestreadas de *Argopecten purpuratus* lo que corrobora la afirmaciones obtenidas a partir del análisis de las distancias genéticas de Nei. Esta variabilidad mínima entre las diferentes poblaciones muestreadas estaría influenciada por un posible flujo génico por efecto del Fenómeno El Niño y por otro lado la homogeneidad del hábitat donde se encuentran las poblaciones de este pectinido hace que la variabilidad genética sea menor.

4. Referencias bibliográficas

- Aebersold, G., D. Winans, G. Teel, B. Milner y F. Utter, 1987. Manual For Starch gel electrophoresis: A Method for the detection of genetic variation. NOAA Technical Report NMFS 61. Dic 1987. US Department of Commerce. 19 pp.
- Alarcón, E., J.E. Illanes y L. Pereira. 1991. Crecimiento de *Argopecten purpuratus* en la zona Norte de Chile. Resúmenes del IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte resumen. P 23.
- Beaumont, A.R. 1991. Allozyme data and scallop stock identification J. Cons. Int. Explor Mer, 47: 333- 338.
- Beaumont, A.R y C.M. Beveridge. 1984. electrophoretic survey of genetic variation in *Pecten maximus*, *Chlamys opercularis*, *C. varia* and *C. distorta* from the Irish sea. Marine Biology 81: 299 – 306.
- DiSalvo, L., E. Alarcón, E. Martínez y E. Uribe. 1984. Progress in Mass culture of *Chlamys (Argopecten) purpurata* Lamarck (1819) with notes on its natural history. Revista Chilena de Historia Natural, 57: 35 – 45.
- FAO. (1994). Informe de la Consulta de Expertos sobre utilización y conservación de los recursos genéticos acuáticos, Grottaferrata Italia, N° 491 Roma. pp 60.
- Fujio, Y. 1984. Study on genetic characteristics of fish and shellfishes in Isozymic Analysis. 65 pp. Noshuho Tokubetsu Shiken (en japonés).
- Galleguillos, R. y L. Troncoso. 1991. Protein variation in the Chilean – Peruvian scallops *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819. In: International Compendium of Scallop Biology and Culture. Shumway S.A. & P.A. Sandfer (ed.) Published by the World Aquaculture Society. Pp. 146 – 150.
- Garrido, A. 1990. Tasas de crecimiento y mortalidad en dos morfos de coloración encontrados en el ostión del Norte *Argopecten purpuratus* y la composición fenotípica de su descendencia. Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Coquimbo Chile. 61 pp.
- Grau, G. 1959. Pectinidae of the Eastern Pacific. Plates 1-57 Allen Hancock Pacific Expeditions. University of Southern California Press Los Angeles 23: 103 – 105.
- Hart, D. 1988. A Primer of Population Genetic Ed. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts. 305 pp.
- Hedgecock, D. 1994. Metodos para evaluar la diversidad genética y biológica. Consulta de expertos sobre utilización y conservación de los recursos genéticos acuáticos. Informe de Pesca N° 491 FAO. 60 pp.
- Illanes, J.E. 1986. Situación actual del cultivo del ostión [*Chlamys purpurata*] y ostra (*Crassostrea gigas*) en el norte de Chile. La Pesca en Chile 305 – 314..
- Jollán, L. 1993. Estudio de diferencias genéticas en caracteres cuantitativos entre cuatro poblaciones alopátricas de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo-Chile, 66 pp.
- Kijima, A., K. Mori y Y. Fujio. 1984. Population differences in gene frequency of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* on the Okhotsk sea Coast of Hokkaido. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 50(2) 241 – 248.
- Marincovich, L. J. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile Natural History. Museum, Los Angeles County, Science Bulletin 16. 49 pp.
- Nei, 1978. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press. 495 pp.
- Nei, M. 1972. Genetic distances between populations. American Naturalist 106: 283 – 292.
- Orensanz, J., Parma, A. y O. Iribarne. 1991. Population dynamics and management of natural stocks. En: “Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture”. Shumway S. (de.) Elsevier, Amsterdam and New York, 625 – 713.
- Ryman, N y F. Utter. 1987. Population Genetic & Fishery Management. Washington Sea Grant Program. 419 pp.

- Spanakis, R.D. N, Tsimenides y E. Zorros. 1989. Genetic differences between populations of sardine *Sardina pilchardus*, and anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Aegean and Jonian seas *Journal of Fish Biology*, 35: 417-437.
- Vildoso, A. y N. Chirichigno. 1956. Contribucion al estudio de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* en el Peru. *Pesca y Caza Vol 7*: 26 pp.
- Von Brand, E. 1991. Genetics of cultured scallops population. Tesis para optar el grado de "Doctor en Agricultura" de la Univesidad de Tohoku, Sendai – Japón. 111 pp.
- Von Brand, E. y A. Kijima. 1990. Comparison of genetic markers between the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* and the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis*. *Tohoku Journal of Agricultural Research*. 41 (1-2): 25-35.
- Von Brand, E., Bellolio, G. y K. Lohrmann. 1990. Chromosome Number of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. *Tohoku Journal of Agricultural Research*. 40 (3-4): 91-95.
- Waller, T.R. 1969. The evolution of the *Argopecten gibbus* stock (Mollusca: Bivalvia), with emphasis on the Tertiary and Quaternary species of eastern North America. *Journal of Paleontology*. 43, part II of II Supplement N°5.
- Wolff, M. 1985. Abundancia masiva y crecimiento de pre adultos de la concha de abanico peruana (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisca bajo condiciones de "El Niño" 1983. *Boletín del Instituto del Mar del Peru, Callao Perú* 87-89.
- Wolff, M. 1987. Population dynamics of the peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) during the "El Niño" phenomenon of 1985. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44:1684-1691.
- Wolff, M. y J. Garrido. 1991. Comparative study of growth and survival of two colour morphs of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) in suspended culture. *Journal of Shellfish Research*. 10 (1): 47: 53.
- Ysla, L. 1989. Estudios para la captación de semilla de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia. *Boletín N° 28 Universidad Nacional Agraria - Facultad de Pesquería. Lima – Perú*. 65 pp.