



Laboratorio de genética
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
Universidad Austral de Chile



Brechas para la selección genética en moluscos bivalvos con etapa larval pelágica extensa.



- Especies de importancia económica, susceptibles de mejoramiento genético.



Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*).

Especie de importancia económica.

Su distribución en Chile es en la tercera y cuarta región.

Actualmente en veda extractiva.

Solo se comercializa el producto de su cultivo.

Es un organismo hermafrodita, por lo que genera problemas en la producción de juveniles en laboratorio y por ende para posibles programas de mejoramiento genético.

Algunos trabajos respecto a la autofecundación en el ostión del norte y sus efectos sobre la tasa de mortalidad, tasa de crecimiento y heredabilidad para el rasgo longitud de la valva

Arch Med Vet 41, 247-255 (2009)

ARTÍCULO ORIGINAL

Efectos de la autofecundación sobre las varianzas aditiva, ambiental y fenotípica, y sobre el valor de la heredabilidad para el rasgo “longitud de la valva” en *Argopecten purpuratus*, utilizando un modelo animal

Effects of selfing on the additive, environmental and phenotypic variation and on the heritability value for “shell length” in *Argopecten purpuratus* using an animal model

JE Toro^{a*}, MP Montoya^a, V Martínez^b

^aInstituto de Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

^bFacultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Arch Med Vet 42, 63-70 (2010)

ARTÍCULO ORIGINAL

**Consecuencias de la autofecundación sobre la tasa de crecimiento
y supervivencia de *Argopecten purpuratus***

Consequences of self-fertilization on the growth rate and survival
of *Argopecten purpuratus*

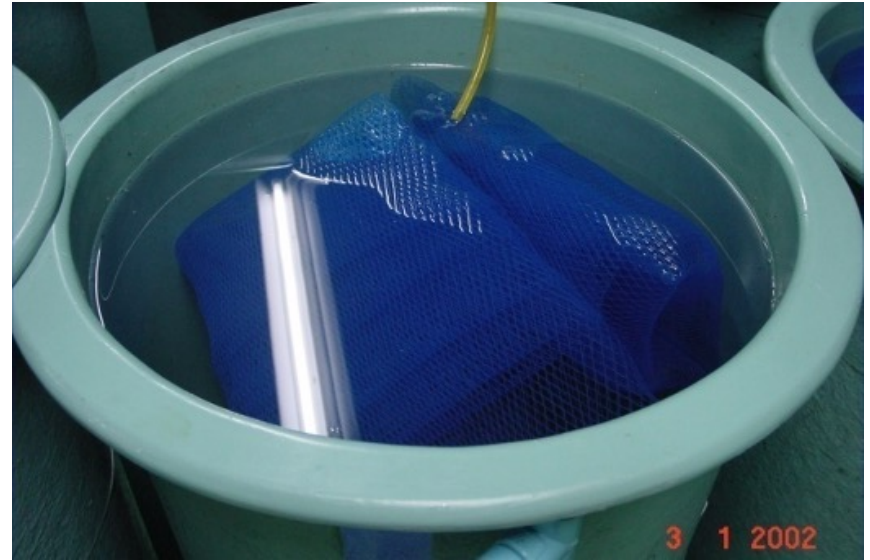
JE Toro^{a*}, MP Montoya^a, V Martínez^b, D Gutiérrez^a, AM Vergara^c

^aInstituto de Biología Marina “Dr. Jürgen Winter”, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

^bFacultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

^cInstituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt, Chile.

Generación de familias genéticas (autofecundadas y no autofecundadas)



- En la producción de juveniles en laboratorio la condición hermafrodita en ostiones genera un alto porcentaje de individuos autofecundados debido a los reducidos volúmenes de agua utilizados (Ibarra y col 1995).
- La autofecundación es un mecanismo reproductivo que conlleva a una pérdida de variabilidad genética y afecta la capacidad adaptativa de una especie ya que altera el número de loci homocigotos (Tuan y Simões 1998).
- Para el caso de programas de mejoramiento genético, el desconocimiento del porcentaje de individuos autofecundados en las familias y la potencial disminución en la variabilidad genética, puede sesgar seriamente las estimaciones de la variación genética aditiva y la estimación de los efectos de la depresión endogámica.

En estos estudios:

Cuadro 3. Análisis de varianza, para el efecto de la autofecundación sobre la mortalidad, en familias de cruzamiento a los 9 y 12 meses de edad en *A. purpuratus*.

Analysis of variance for the effect of selfing on the mortality among families produced by crossing at 9 and 12 months of age in *A. purpuratus*.

9 Meses	Fuente	G.L.	CM	F	P
	Modelo	1	926,50	78,84	*
	Error	3.992	12,20		
12 Meses	Modelo	1	68,29	1,49	ns
	Error	3.992	45,79		

GL: Grados de libertad; CM: cuadrado medio; P: probabilidad; *: significativo $P < 0,05$; ns: no significativo.

Cuadro 4. Porcentaje de individuos autofecundados (%) dentro de las familias de cruzamiento por estadio de desarrollo en *A. purpuratus*.

Percentage of selfing (%) among families produced by crossing at each stage of development in *A. purpuratus*.

Familia	Hembra %	Inicial %	Larvas %	Juvenil %	Adultos %
F08	2	45,8	18,7	4,7	2,20
F10	2	45,8	20,0	6,6	0,00
F15	3	14,9	8,3	0,0	0,00
F16	3	14,9	14,2	7,2	5,13
F19	3	14,9	4,0	0,0	0,00
F20	3	14,9	14,2	8,3	0,00
F28	5	17,9	7,6	0,0	0,00
F36	6	23,2	0,0	0,0	2,56
F38	6	23,2	14,2	5,0	3,23
F39	6	23,2	0,0	0,0	0,00
Promedio		23,8	7,2	4,9	1,57



Familias autofecundadas vs no autofecundadas para los rasgos peso y longitud

Cuadro 5. Análisis de varianza para longitud de la valva (mm) y peso vivo (g) a los 9 y 12 meses de edad, comparando familias autofecundadas versus de cruzamiento en *A. purpuratus*.

Analysis of variance for shell length (mm) and live weight (g) at 9 and 12 months of age, comparing families produced by selfing and crossing in *A. purpuratus*

9 meses	Fuente	GL	CM	F	P
Talla	Tipo	1	940.858	18,010	*
	Error	3062	52.242		
Peso	Tipo	1	294.458	8,846	*
	Error	3062	33.288		
12 meses					
Talla	Tipo	1	471.525	11,821	*
	Error	1872	39.887		
Peso	Tipo	1	325.885	2,571	ns
	Error	1872	126.733		

GL: Grados de libertad; CM: cuadrado medio; P: probabilidad; *: significativo $P < 0,05$; ns: no significativo.

Efecto de la autofecundación sobre la varianza genética aditiva

Existe una sobre-estimación de la heredabilidad en familias autofecundadas

Cuadro 6. Media de las varianzas aditiva, ambiental, fenotípica y de la heredabilidad esperada \pm DS, en familias con y sin autofecundación utilizando distintos valores de heredabilidad en *A. purpuratus*.

Mean of the additive, environmental and phenotypic variances and the expected heritabilities \pm SD in families with and without selfing, using different heritability values in *A. purpuratus*.

Heredabilidad	Autofecundación	Varianza				Heredabilidad esperada			
		Aditiva media \pm SD		Ambiental media \pm SD		Fenotípica media \pm SD		media \pm SD	
0,05	no	0,051	0,028	0,948	0,045	0,999	0,038	0,051	0,028
	sí	0,094	0,028	0,931	0,036	1,025	0,033	0,091	0,027
0,1	no	0,101	0,036	0,898	0,047	1,000	0,039	0,101	0,035
	sí	0,185	0,046	0,866	0,039	1,051	0,037	0,175	0,040
0,2	no	0,201	0,051	0,797	0,048	0,999	0,042	0,201	0,047
	sí	0,339	0,062	0,749	0,042	1,088	0,044	0,310	0,048
0,3	no	0,300	0,063	0,697	0,048	0,998	0,045	0,299	0,055
	sí	0,465	0,071	0,648	0,041	1,113	0,051	0,416	0,049
0,4	no	0,401	0,073	0,597	0,049	0,999	0,049	0,400	0,059
	sí	0,565	0,073	0,562	0,038	1,128	0,055	0,499	0,046
0,5	no	0,500	0,080	0,498	0,049	0,998	0,051	0,498	0,061
	sí	0,631	0,068	0,494	0,034	1,125	0,053	0,559	0,040

conclusiones

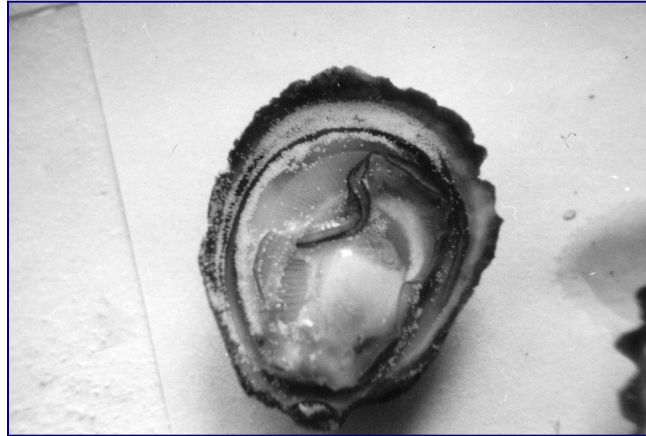
- Comparando los resultados obtenidos en ambos grupos (control y con autofecundación), se observa que la autofecundación presenta un efecto significativo sobre el valor de la heredabilidad haciendo que esta sea sobre estimada. Tal efecto está dado por el hecho de que hay una redistribución de las varianzas (debido a que no se incluyen las covarianzas entre autofecundados y propios hermanos), que hace que varíe la varianza genética aditiva.
- Los resultados permiten concluir que los efectos directos de la autofecundación en las familias producidas por cruzamiento, como reducción en la tasa de crecimiento y sobrevivencia, solo son evidentes en la etapa juvenil del ostión del norte. Lo anterior debido a que se observó una disminución significativa de individuos autofecundados dentro de las familias de cruzamiento a medida que se avanza en el ciclo de vida del ostión. Además, la presencia de individuos autofecundados produce un cambio significativo en los valores de la heredabilidad, haciendo que estos sean sobrestimados para los rasgos longitud de la valva y peso vivo en *A. purpuratus*.

- Los porcentajes de autofecundación obtenidos en los ejemplares utilizados en los cruzamientos durante el presente estudio variaron entre 9,96% y 45,76%, valores que están dentro de los rangos descritos en la literatura para esta especie (Winkler y Estévez 2003).
- Lo interesante es que a pesar de haber tenido altos porcentajes de autofecundación iniciales, las familias formadas con estos ovocitos presentaron porcentajes cercanos al 1% a los 12 meses de edad (estado adulto).
- Ello permite inferir que al momento de realizar con esta misma cohorte cruzamientos para producir una segunda generación, el número de individuos autofecundados sería menor al 1%.
- Cabe destacar que la mayoría de los estudios en moluscos hermafroditas que se han realizado hasta ahora solo han cuantificado diferencias para la tasa de crecimiento y supervivencia entre las familias generadas por autofecundación y las producidas por cruzamiento en los primeros estadios larvales o en etapas juveniles iniciales (hasta 180 días).

- El presente estudio, a diferencia de los citados anteriormente, se logró identificar por medio de marcadores moleculares los individuos autofecundados dentro de las familias producidas por cruzamiento, y además, mantuvo los individuos de las familias experimentales hasta los 360 días de edad, lo cual permitió observar cómo los porcentajes de autofecundación en esas familias fueron disminuyendo durante las distintas etapas de su ciclo de vida.
- Debido a que la heredabilidad de ciertos rasgos podría verse afectada por la autofecundación de forma indirecta al disminuir la potencialidad de determinados caracteres, es que es necesario considerarla al momento de generar las familias genéticas dentro de un experimento de mejoramiento genético.

- Además, según Avendaño y col (2001) existen graves problemas que enfrenta actualmente la producción artificial de juveniles de *A. purpuratus*, uno de los cuales se expresa como un **estancamiento en el crecimiento de las larvas entre los 122 y 135 μm** , que va **acompañado de una alta tasa de mortalidad, cercana al 100%**. Este tipo de larvas con bajo crecimiento se observó también en el presente estudio. Estas tienen apariencia globosa y se asocian a ovocitos que no han alcanzado una madurez plena.
- Otro problema detectado es la aparición de larvas anormales a las 48 horas de edad, las que se caracterizan por presentar valvas desiguales y ondulaciones en su contorno, impidiendo su cierre. La aparición de estas larvas podría estar relacionada con la utilización de una muy alta concentración de espermios (poliespermia) que causaría un daño estructural en ovocitos maduros de apariencia normal (Avendaño y col 2001).
- Ambos problemas serían los responsables de la baja producción de juveniles en laboratorio en esta especie actualmente (Avendaño y col 2001). Esta información es importante para no sobre-estimar la mortalidad causada por autofecundación en esa etapa del ciclo de vida del ostión.

- Especies de importancia económica que requieren y son factibles para realizar mejoramiento genético:



La ostra chilena (*Ostrea chilensis*).

Especie de importancia económica.

Su distribución es en la Décima y Undécima Regiones.

Posee una muy baja tasa de crecimiento (3 a 4 años para llegar a talla comercial)

Es un organismo hermafrodita protándrico con alternancia de sexos.

Posee fecundación interna y no presenta caracteres sexuales secundarios por lo que genera problemas en la producción de juveniles en laboratorio y por ende para los experimentos de mejoramiento genético.

Se han realizado estudios de selección genética para mejorar la tasa de crecimiento y estimas de heredabilidad, utilizando la técnica del pair mating.



Aquaculture 146 (1996) 27–36

Aquaculture

Spatial variation in response to selection for live weight and shell length from data on individually tagged Chilean native oysters (*Ostrea chilensis* Philippi, 1845)

Jorge E. Toro^{*}, Pablo Aguila, Ana M. Vergara

Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

Accepted 18 May 1996

Aquat. Living Resour., 1991, 4, 101-108

Response to artificial selection and realized heritability estimate for shell height in the Chilean oyster *Ostrea chilensis*

Jorge E. Toro⁽¹⁾ and Gary F. Newkirk⁽²⁾

⁽¹⁾ *Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.*

⁽²⁾ *Biology Department, Dalhousie University, Halifax, B3H 4J1 Canada.*

Received October 31, 1990; accepted February 19, 1991.

Pair Mating in *Ostrea chilensis*



Cruzamientos factoriales con cinco poblaciones de ostra chilena (*Ostrea chilensis* Philippi 1845) aisladas geográficamente*

J.E. Toro, M.V., M.Sc.; P.R. Aguila, Biol. Mar.

Instituto de Biología Marina, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

Response to artificial selection and realized heritability estimate for shell height in the Chilean oyster *Ostrea chilensis*

Jorge E. Toro⁽¹⁾ and Gary F. Newkirk⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

⁽²⁾ Biology Department, Dalhousie University, Halifax, B3H 4J1 Canada.

Received October 31, 1990; accepted February 19, 1991.

Revista de Biología Marina y Oceanografía 39(2): 53 – 59, diciembre de 2004

Journal of Shellfish Research, Vol. 14, No. 1, 87–92, 1995.

Respuesta a la selección genética para crecimiento en juveniles de *Ostrea chilensis* Philippi (Bivalvia: Ostreidae), mantenidos en condiciones de laboratorio

Response to genetic selection for growth rate in juveniles of *Ostrea chilensis* Philippi (Bivalvia: Ostreidae), maintained under laboratory conditions

Jorge E. Toro, Angélica C. Alcapán, Johana A. Ojeda y Ana M. Vergara

Instituto de Biología Marina "Dr. Jürgen Winter", Universidad Austral de Chile
Casilla 567, Valdivia, Chile
jtoro@uach.cl

SELECTION RESPONSE AND HERITABILITY ESTIMATES FOR GROWTH IN THE CHILEAN OYSTER *OSTREA CHILENSIS* (PHILIPPI, 1845)

JORGE E. TORO, MARIO A. SANHUEZA, JÜRGEN E. WINTER,
PABLO AGUILA AND ANA M. VERGARA
Instituto de Biología Marina
Universidad Austral de Chile, Casilla 567
Valdivia, Chile

ABSTRACT Oyster parent stock was taken from the 1987 natural spatfall of *Ostrea chilensis* collected on plastic plates in the Quemillén River Estuary of southern Chile. From the 40-month-old cohort 5,030 oysters were monitored for live weight and shell length. Divergent selection was carried out by applying a selection intensity of ± 1.755 for the trait "live weight". Five subgroups each of high selected oysters, low selected oysters and an unselected control group were conditioned in 15 150-liter tanks. A highly significant correlation ($r = 0.94$, $N = 5,030$) was found between the traits "live weight" and "shell length". Juveniles from the 10 selected and 5 control subgroups were individually tagged. Live weight and shell length were monitored after 8, 14 and 27 months in 200 oysters from each subgroup. The phenotypic serial correlations for both traits indicate that either 8 or 14 months of age can be appropriate for the selection of parents to be used in an *O. chilensis* breeding program. The ANOVA results show a significant difference, in both traits, between the high and low selected groups at 8, 14 and 27 months of age. The heritability estimates for increasing the trait "live weight" ranged between 0.43 ± 0.18 and 0.69 ± 0.11 while the heritability estimates for decreasing the same trait ranged between 0.24 ± 0.06 and 0.35 ± 0.08 . Mass selection appears to be a promising technique for the improvement of the Chilean oyster broodstocks.



Sin embargo, estos estudios y otros que se han realizado, aunque interesantes, y con resultados positivos al mejoramiento para tasa de crecimiento, muestran que es posible lograr respuestas a la selección con heredabilidades significativas, estos son de muy corto plazo, lo que se requiere son programas a largo plazo, como los llevados a cabo en agricultura, el área forestal y salmonicultura.

- Especies de importancia económica y su factibilidad de mejoramiento genético



El mejillón chileno (chorito) *Mytilus chilensis*.

Especie de importancia económica.

Su distribución actual es desde la VIII al la XII Regiones.

Es un organismo gonocórico, con fecundación externa, sin caracteres sexuales secundarios externos que permitan identificar hembras de machos

Permite obtener gametos de ambos sexos por separado para implementar la formación de familias en programas genéticos.

Cruzamientos interpopulacionales en *Mytilus chilensis*, un bivalvo de importancia comercial y sus efectos sobre el crecimiento en longitud de la valva durante la etapa larval

Inter-population breeding in *Mytilus chilensis*, an economically important bivalve, and its effects on the shell length during the larval stage

JE Toro^{a*}, AC Alcapán^a, RA Stead^b

^aInstituto de Biología Marina "Dr. Jürgen Winter", Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

^bI-MAR y Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile.

Note

Heritability estimates of larval shell length in the Chilean blue mussel *Mytilus chilensis*, under different food densities

Jorge E. Toro ^{(1)*} and Loreto I. Paredes ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

* Present address, corresponding author: Department of Biology, Memorial University of Newfoundland St. John's, N.F. Canada A1B 3X9.

Received May 20, 1996; accepted September 30, 1996.

Herabilidades significativas para tasa de crecimiento

SUMMARY

Two geographically separated natural populations of *Mytilus chilensis* were utilized to carry out the experimental crosses on the present study. In every crossing, using the factorial design with replication, fertilization of eggs occurred without detection of significant differences among inter and intra-population crosses in relation to percentage of eggs developed into larvae at day 4 ($P > 0.05$). However, the percentage of abnormal larvae at day 4, was significantly higher among inter-population crosses ($P < 0.05$). The larvae from each cross were placed into a 200 l fiber-glass tank containing 1 μ m filtered and U.V. treated fresh sea water, at a density of 100 larvae per ml. A high cell concentration of the micro algae *Isochrysis galbana* was used as food. Samples for analyzing larval growth were taken from the larval cultures at 4, 10 and 20 days after fertilization. Larval samples were videotyped from a plankton decantation chamber in an inverted microscope fitted with a Pulnux video camera. Selected images were captured for subsequent processing and measurement of each larva using a Scion Image 3.0b PC Software. Significant differences ($P < 0.05$) were found in the size of the larvae among the experimental crosses. The sibs from inter-population crosses showed significant ($P < 0.05$) higher sizes than those produced by the intra-population crosses. These higher values in the shell length of inter-population juvenile mussels may suggest the presence of heterosis.

Palabras clave: heterosis, bivalvos, *Mytilus*, Chile.

Key words: inter population crosses, heterosis, bivalves, *Mytilus*, Chile.

Generación de heterosis a través de cruzamientos Inter-poblacionales.

Heritability estimates of larval and spat shell height in the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupe 1854) produced under controlled laboratory conditions

Jorge E Toro, Angélica C Alcapán, Ana M Vergara & Johana A Ojeda

Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla, Valdivia, Chile

Heritability of body size in the Chilean blue mussel (*Mytilus chilensis* Hupé 1854): effects of environment and ageing

Angélica C. Alcapán¹, Roberto F. Nespolo² & Jorge E. Toro¹

¹Facultad de Ciencias, Instituto de Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Casilla, Valdivia, Chile

²Facultad de Ciencias, Instituto de Ecología y Evolución, Universidad Austral de Chile, Casilla, Valdivia, Chile

Todo bien hasta que:

Genetic relationships of *Mytilus galloprovincialis* Lmk. populations worldwide: evidence from nuclear-DNA markers

Claire Daguin and Philippe Borsa

Laboratoire Génome Populations Interactions and IRD, Station Méditerranéenne de l'Environnement Littoral, 1 Quai de la Daurade, 34200 Sète, France

Corresponding author: P. Borsa (philippeborsa@yahoo.fr)

3724 words of text, 35 references, 2 tables, 3 figures

Abbreviated title: Geographical structure of *Mytilus galloprovincialis*

To be cited as:

Daguin C., Borsa P. 2000. – Genetic relationships of *Mytilus galloprovincialis* Lmk. populations worldwide: evidence from nuclear-DNA markers. In Crame A., Harper E., Taylor J. (eds.), *Bivalve Systematics and Evolution. Geological Society of London Special Publications* 177, 389-397.

Journal of Shellfish Research. Vol. 24, No. 4, 1117–1121, 2005.

**MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE CHILEAN BLUE MUSSEL
(*MYTILUS CHILENSIS* HUPE 1854) DEMONSTRATES EVIDENCE FOR THE OCCURRENCE OF
MYTILUS GALLOPROVINCIALIS IN SOUTHERN CHILE**

**JORGE E. TORO,* JOHANA A. OJEDA, ANA M. VERGARA, GRACE C. CASTRO AND
ANGELICA C. ALCAPÁN**

*Instituto de Biología Marina Dr. Jürgen Winter, Universidad Austral de Chile, Casilla 567,
Valdivia, Chile*

Presencia de *Mytilus galloprovincialis*, especie invasora que puede producir híbridos con *M. chilensis*.

Lat. Am. J. Aquat. Res., 40(1): 243-247, 2012
DOI: 10.3856/vol40-issue1-fulltext-24

243

Short Communication

Production and performance of larvae and spat of pure and hybrid species of *Mytilus chilensis* and *M. galloprovincialis* from laboratory crosses

**Jorge E. Toro¹, Pablo A. Oyarzún¹, Carolina Peñaloza¹, Angélica Alcapán¹, Viviana Videla²
Jorge Tillería², Marcela Astorga³ & Víctor Martínez⁴**

¹Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile
P.O. Box 567, Valdivia, Chile

²Fundación Chiquihue, Camino a Chiquihue Kilómetro 12, Puerto Montt, Chile

³Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, Chile

⁴Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

ABSTRACT. Adult specimens of *M. galloprovincialis* from Concepción Bay and *M. chilensis* from Yaldad Bay, Chile, were transferred to the laboratory to produce crosses of “pure” and “hybrid” species in order to evaluate early larval development and growth. These variables are important for understanding the dynamics of these two mussel species in this potential hybrid zone where they occur sympatrically. The study showed that fertilization occurred in all crosses and significant differences were not detected between pure lines and hybrids in terms of the percentage of eggs that developed into larvae. Hybrid larvae and spat from both reciprocal crosses grew significantly more than those from pure lines, although valve length values were within the ranges reported in the literature.

Keywords: *Mytilus chilensis*, *Mytilus galloprovincialis*, larval development, hybrids, Chile.

No presenta barreras pre-zygóticas a la hibridación

ISSN: 2574 -1241

DOI: 10.26717/BJSTR.2021.34.005505

Evaluation of Prezygotic Barrier Using Laboratory Crosses Between Three Species of Blue Mussels of The Genus *Mytilus*, Present Along the Chilean Coast

Jorge E Toro*¹, Xiomara B Avila¹, Pablo A Oyarzún² and Alex Illesca¹

¹*Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Chile*

²*Centro de Investigación Marina Quintay (CIMARQ), Universidad Andres Bello, Quintay, Chile*

***Corresponding author:** Jorge E Toro, 1Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Chile



Research Article

Differences in sperm ultrastructure between *Mytilus chilensis* and *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia, Mytilidae): could be used as a taxonomic trait?

Pablo A. Oyarzún^{1,2}, Jorge E. Toro¹, Orlando Garrido¹, Carolina Briones³ & Ricardo Guíñez³

¹Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas (ICML), Facultad de Ciencias
Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia, Chile

²Programa de Doctorado en Biología Marina, Universidad Austral de Chile
Independencia 641, Valdivia, Chile

³Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Facultad de Recursos del Mar
Universidad de Antofagasta, P.O. Box 170, Antofagasta, Chile

ABSTRACT. The sperm ultrastructure has been used to solve several systematic and phylogenetic problems in marine invertebrates. The sperm ultrastructure of the Chilean mussel *Mytilus chilensis* and *Mytilus galloprovincialis* corresponds to the ect-aquasperm type. Sperm from both taxa measured 55-60 µm between head (acrosome + nucleus), midpiece (only 5 mitochondria) and the flagellum which in its end piece has a smaller diameter tail. The differences between both taxa are clearly shown, in the structure of the acrosome and nucleus. Therefore, according to our results and those reported in the literature, we indicate that Chilean native mussel sperm is different from other species of the *Mytilus* complex (*M. trossulus*, *M. galloprovincialis* and *M. edulis*). These differences in sperm ultrastructure found in *M. chilensis*, are another trait that can be used to validate the taxonomic status of the species. Differences in sperm morphology are related with reproductive isolation, and probably will be useful to understand future data on speciation. Finally, we discussed the finding that *Mytilus galloprovincialis* sperm from Chile have an acrosome notoriously smaller than those reported for specimens from Europe and Africa, though they have a great similarity with specimens from Japan, as reported in the literature.

Keywords: mussel, *Mytilus chilensis*, *Mytilus galloprovincialis*, sperm, ect-aquasperm, taxonomy.

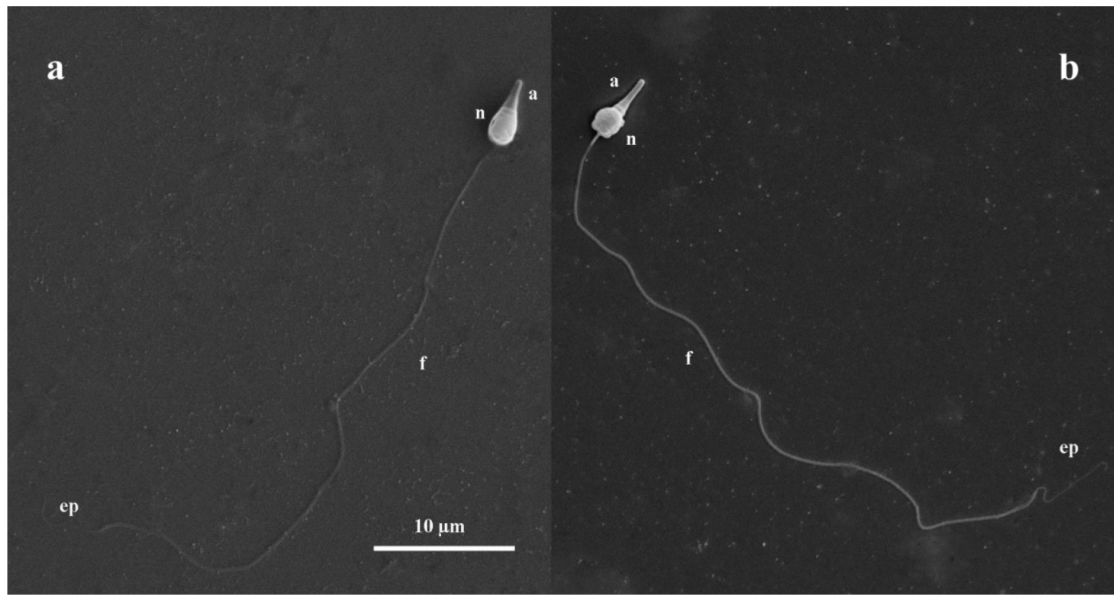
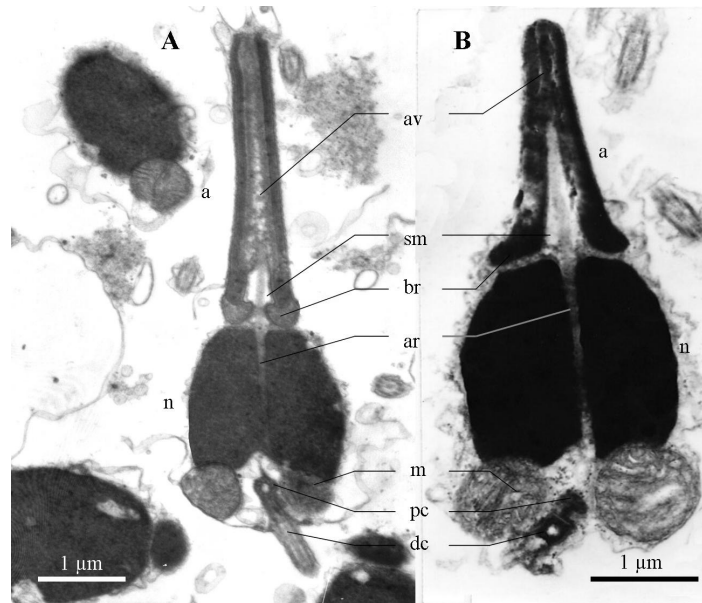


Figure 1. Scanning electron micrographs of the mature sperm of a) *Mytilus chilensis*, and b) *Mytilus galloprovincialis*. a: acrosome, n: nucleus, f: flagellum, ep: end piece or tail.



Short Communication

Caracterización genética de híbridos entre las especies *Mytilus edulis platensis* y *Mytilus galloprovincialis* (Mytilidae: Bivalvia) en la costa chilena

Andrea Valenzuela¹, Marcela P. Astorga², Pablo A. Oyarzún^{3,4} & Jorge E. Toro⁴

¹Doctorado en Ciencias de la Acuicultura, Universidad Austral de Chile
P.O. Box 1327, Puerto Montt, Chile

²Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, P.O. Box 1327, Puerto Montt, Chile

³Doctorado en Biología Marina, Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia, Chile

⁴Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile
Independencia 641, Valdivia, Chile

Correspondencia: Andrea Valenzuela (andreavalenz@gmail.com)

RESUMEN. Dada la capacidad de hibridación entre *Mytilus edulis platensis* y *M. galloprovincialis*, se planteó evaluar la variabilidad genética de la descendencia híbrida en relación a las especies puras a partir de 8 loci de microsátelites. Se observaron diferencias genéticas entre la descendencia híbrida en comparación a las especies puras, siendo la descendencia híbrida la que presenta los mayores valores de heterocigosidad observada promedio ($H_o = 0,63 \pm 0,28$), con valores de endogamia que tienden mayoritariamente hacia valores de F_{is} negativos, evidenciando un exceso de heterocigotos en los híbridos en comparación a los individuos puros, quienes presentaron desvíos significativos hacia valores de F_{is} positivos. El análisis de componentes principales muestra tres grupos claramente diferenciados entre las muestras analizadas, identificando a la descendencia híbrida como un grupo intermedio entre las especies puras.

Palabras clave: *Mytilus edulis platensis*, *Mytilus galloprovincialis*, híbridos, caracterización genética, microsátelites.

El mayor número de loci heterocigotos en la descendencia híbrida se debería al cruzamiento entre individuos de especies puras que aportan alelos privados a la descendencia híbrida, similar a lo reportado por Hilbish et al. (2002) en zonas híbridas entre *M. edulis* y *M. galloprovincialis*, donde también se observó que las poblaciones de híbridos se caracterizan por presentar alta frecuencia de individuos con genotipos heterocigotos, con evidente aumento en la longitud de la concha en comparación a las especies puras

Existen zonas híbridas de *Mytilus* en Chile



Biological Journal of the Linnean Society, 2016, **117**, 574–585. With 2 figures.

Bioinvasion threatens the genetic integrity of native diversity and a natural hybrid zone: smooth-shelled blue mussels (*Mytilus* spp.) in the Strait of Magellan

PABLO A. OYARZÚN^{1,2}, JORGE E. TORO^{1*}, JUAN I. CAÑETE³ and JONATHAN P. A. GARDNER^{4,5,6}

¹*Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas (ICML), Facultad de Ciencias Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia, Chile*

²*PhD program in Marine Biology, Universidad Austral de Chile, Valdivia (UACH), Chile*

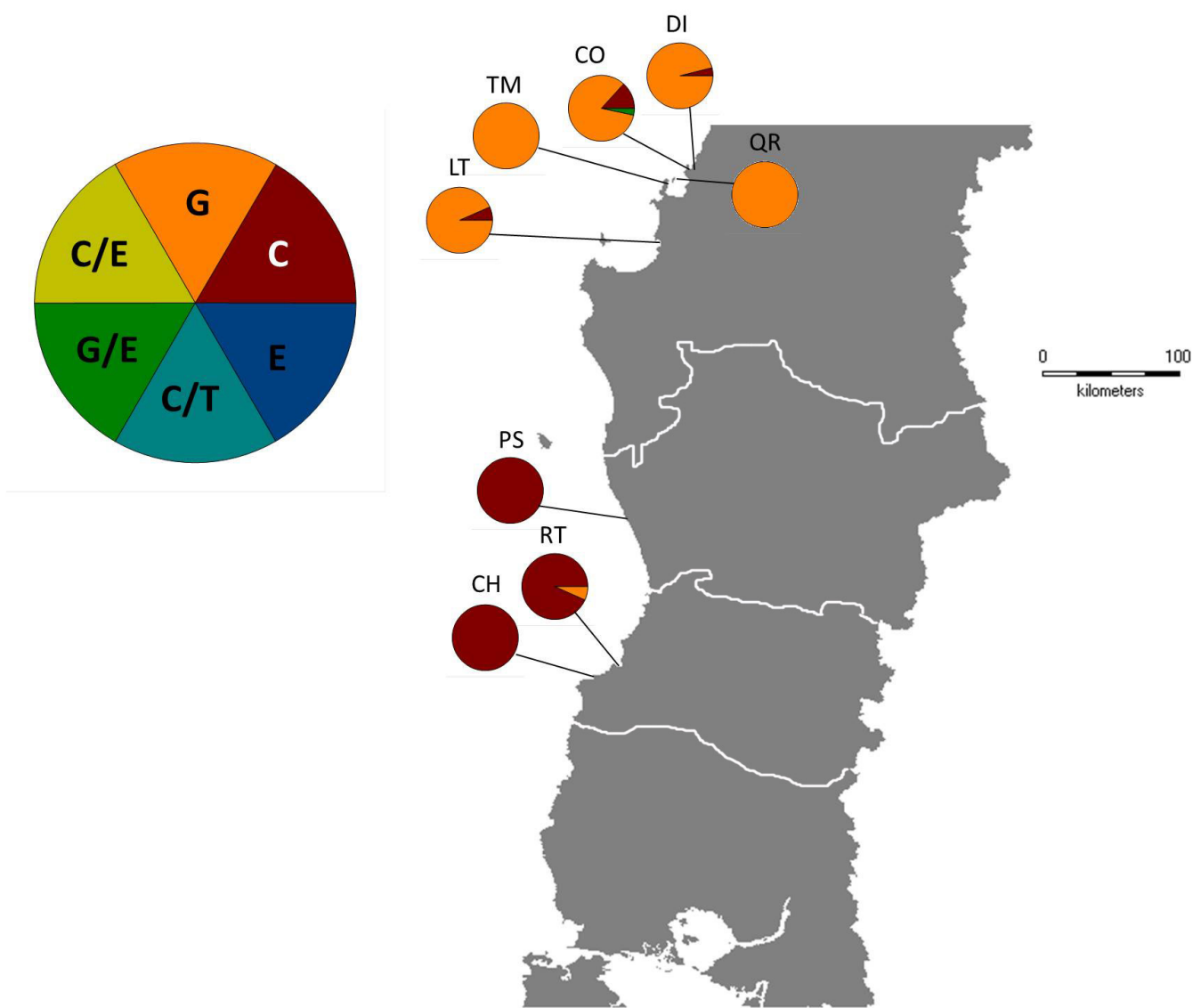
³*Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile*

⁴*Centre for Marine Environmental and Economic Research, Victoria University of Wellington, P O Box 600, Wellington, 6140, New Zealand*

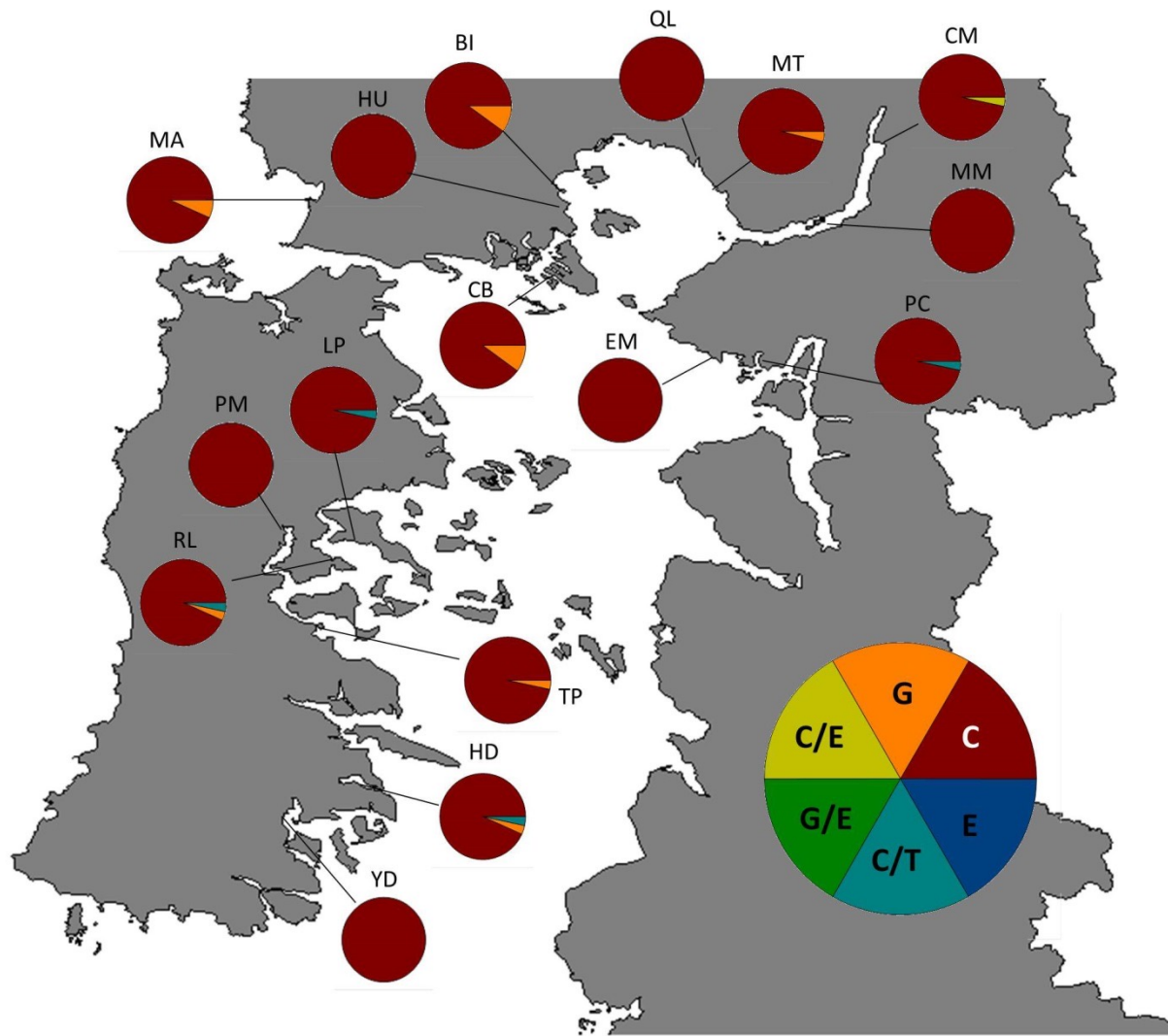
⁵*Key Laboratory of Freshwater Animal Breeding, Ministry of Agriculture, College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070, China*

⁶*Freshwater Aquaculture Collaborative Innovation Centre of Hubei Province, Wuhan, 430070, China*

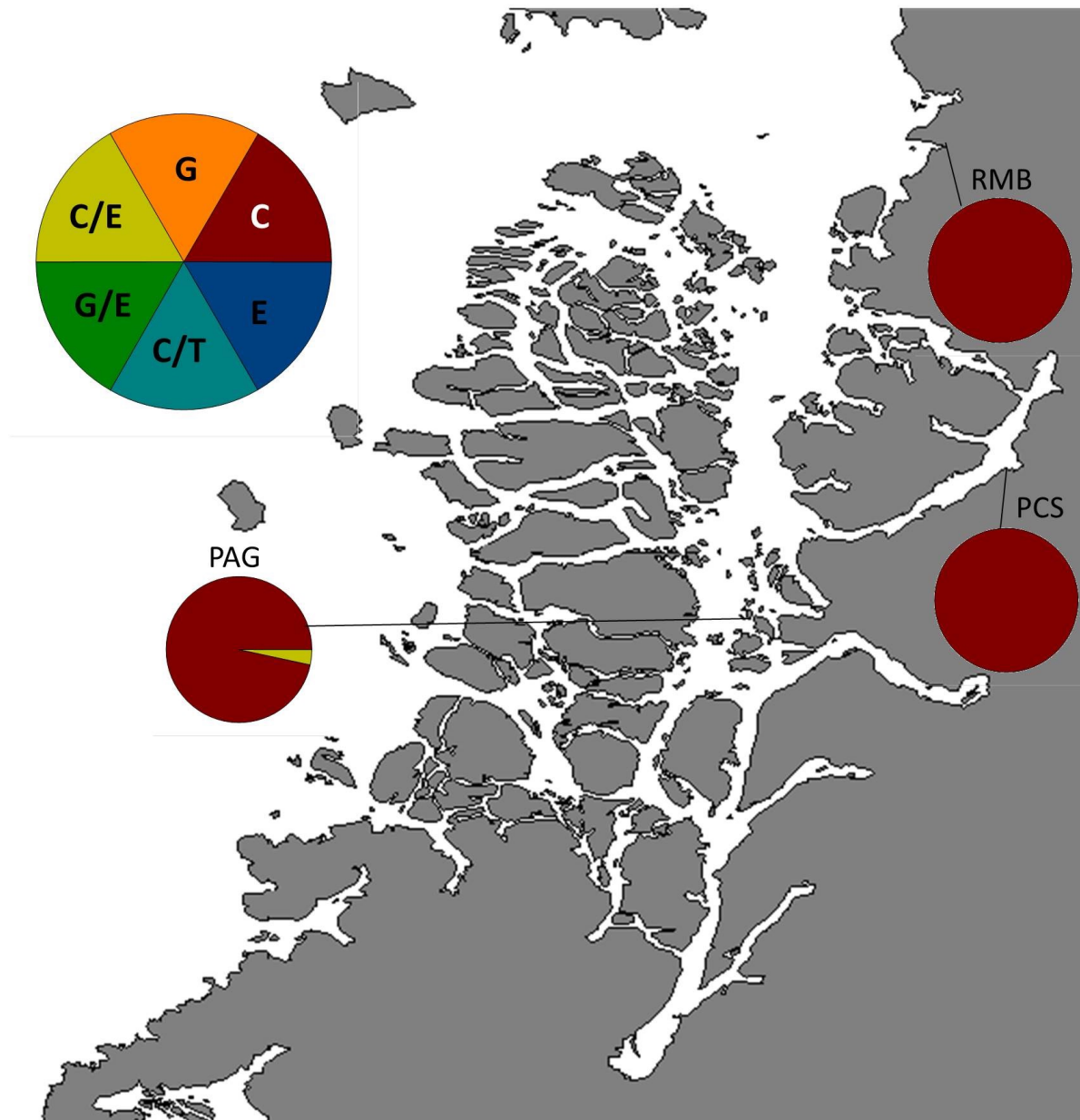
Received 3 June 2015; revised 17 August 2015; accepted for publication 17 August 2015



Sitios muestreados entre la VIII y la XIV región de Chile (ocho localidades). Frecuencia de los alelos para los marcadores de determinación específica de las muestras de *Mytilus* spp. **DI**: Dichato; **CO**: Coliumo; **QR**: Isla Quiriquinas; **TM**: Tumbes; **LT**: Lota; **PS**: Puerto Saavedra; **RT**: Rio tornagaleones; **CH**: Chaihuin. **G** = *Mytilus galloprovincialis*; **C** = *Mytilus Chilensis*; **E** = *Mytilus edulis*; **T** = *Mytilus trossulus*.

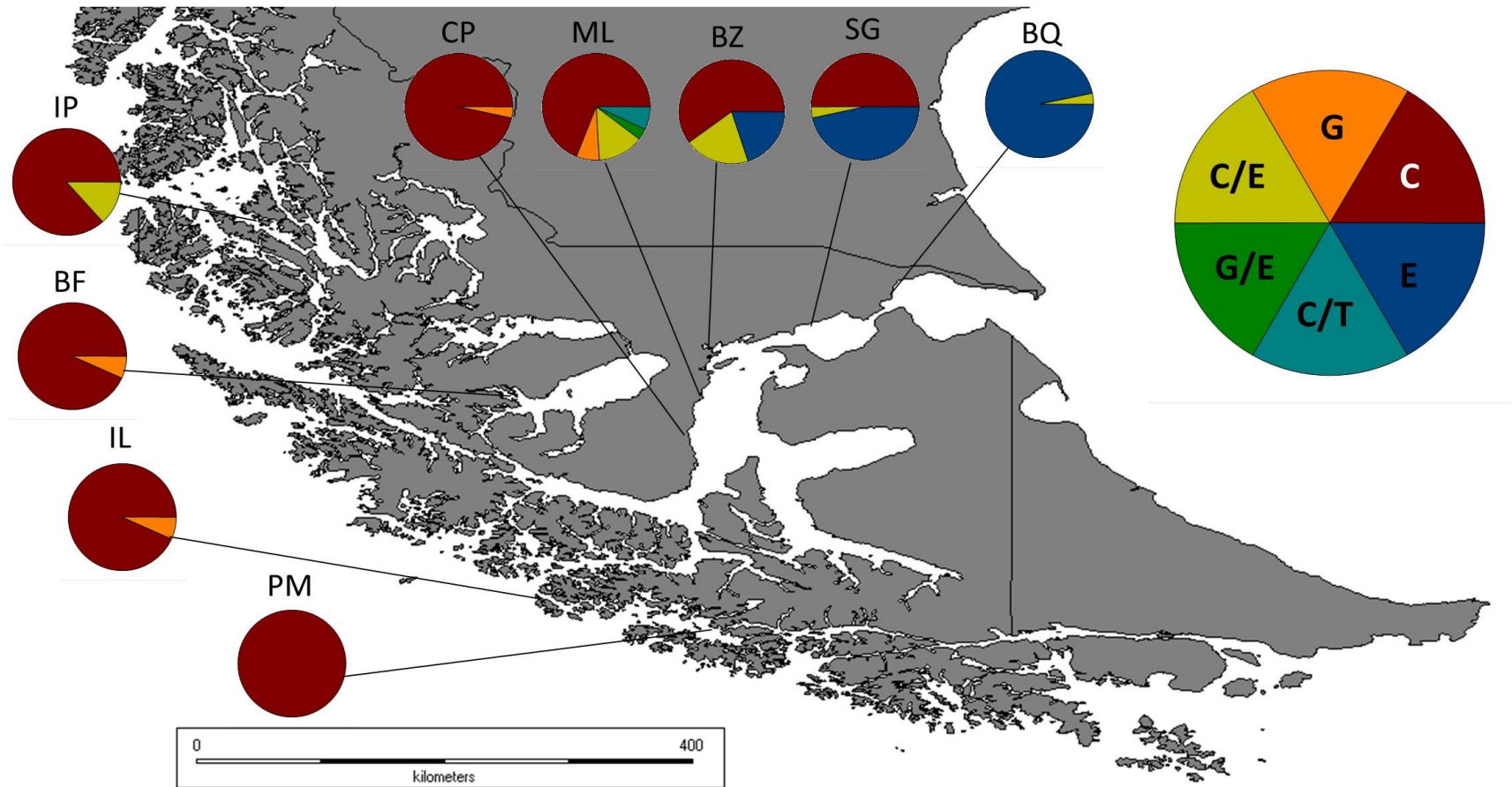


Sitios muestreados en la X región (CHILE) (16 localidades). Frecuencia de los alelos para los marcadores de determinación específica de las muestras de *Mytilus* spp. **MA**: Maullín; **HU**: Huelmo (Fundación Chinquihue); **BI**: Bahía Ilque (Acuicultura Ilque); **QL**: Quillaipe; **MT**: Metri; **CM**: Cochamó (Federación de Semilleros); **MM**: Isla Merimeli (Federación de Semilleros); **EM**: El Manzano; **PC**: Pichicolo; **CB**: Calbuco (Empresa Orizon); **LP**: La Planchada (Empresa Leo Man); **PM**: Putemún; **RL**: Rilán (Empresa Apiao); **TP**: Teupa (Cerna Mar); **HD**: Huiladad; **YD**: Yaldad. **G** = *Mytilus galloprovincialis*; **C** = *Mytilus Chilensis*; **E** = *Mytilus edulis*; **T** = *Mytilus trossulus*



Sitios muestreados en la XI región (CHILE) (tres localidades). Frecuencia de los alelos para los marcadores de determinación específica de las muestras de *Mytilus* spp. **RMB**: Raul Marin Balmaceda; **PCS**: Puerto Cisne; **PAG**: Puerto Aguirre. **G** = *Mytilus galloprovincialis*; **C** = *Mytilus Chilensis*; **E** = *Mytilus edulis*; **T** = *Mytilus trossulus*


Además, es necesario considerar el flujo génico generado por los extensos periodos larvales pelágicos, bajo las condiciones Oceanográficas presentes en el Estrecho de Magallanes.



Sitios muestreados en la XII región (CHILE) (nueve localidades). Frecuencia de los alelos para los marcadores de determinación específica de las muestras de *Mytilus* spp. **PM**: Canal Pomar; **IL**: Isla London; **BF**: Bahía Fanny; **IP**: Isla Piazzzi; **CP**: Caleta Pescadores; **ML**: Muelle Loreto; **BZ**: Bahía Zenteno; **SG**: San Gregorio; **BQ**: Buque Quemado. **G** = *Mytilus galloprovincialis*; **C** = *Mytilus chilensis*; **E** = *Mytilus edulis*; **T** = *Mytilus trossulus*

ORIGINAL ARTICLE

Native and invasive taxa on the Pacific coast of South America: Impacts on aquaculture, traceability and biodiversity of blue mussels (*Mytilus* spp.)

Maria A. Larraín¹ | Malgorzata Zbawicka² | Cristian Araneda³ |
Jonathan P. A. Gardner⁴ | Roman Wenne² 

Ambos trabajos utilizaron SNPs y la misma muestra proveniente del Estrecho de Magallanes (Caleta de Pescadores), donde en el estudio anterior (2016) se había encontrado casi 100% *M. chilensis*, concordando con lo encontrado en estos dos trabajos, pero utilizando distintos marcadores moleculares.

Zbawicka et al. *Genet Sel Evol* (2018) 50:5
<https://doi.org/10.1186/s12711-018-0376-z>



RESEARCH ARTICLE

Open Access



Single nucleotide polymorphisms in native South American Atlantic coast populations of smooth shelled mussels: hybridization with invasive European *Mytilus galloprovincialis*

Małgorzata Zbawicka¹, María I. Trucco² and Roman Wenne^{1*} 

En este estudio mas reciente:

Received: 8 March 2019 | Revised: 3 October 2019 | Accepted: 5 November 2019


DOI: 10.1002/aqc.3271



RESEARCH ARTICLE

WILEY

A biogeography-based management for *Mytilus chilensis*: The genetic hodgepodge of Los Lagos versus the pristine hybrid zone of the Magellanic ecotone

Borja Díaz-Puente¹ | Alfonso Pita^{1,2} | Juan Uribe³ | José Cuéllar-Pinzón⁴ |
Ricardo Guíñez⁵ | Pablo Presa^{1,4} 

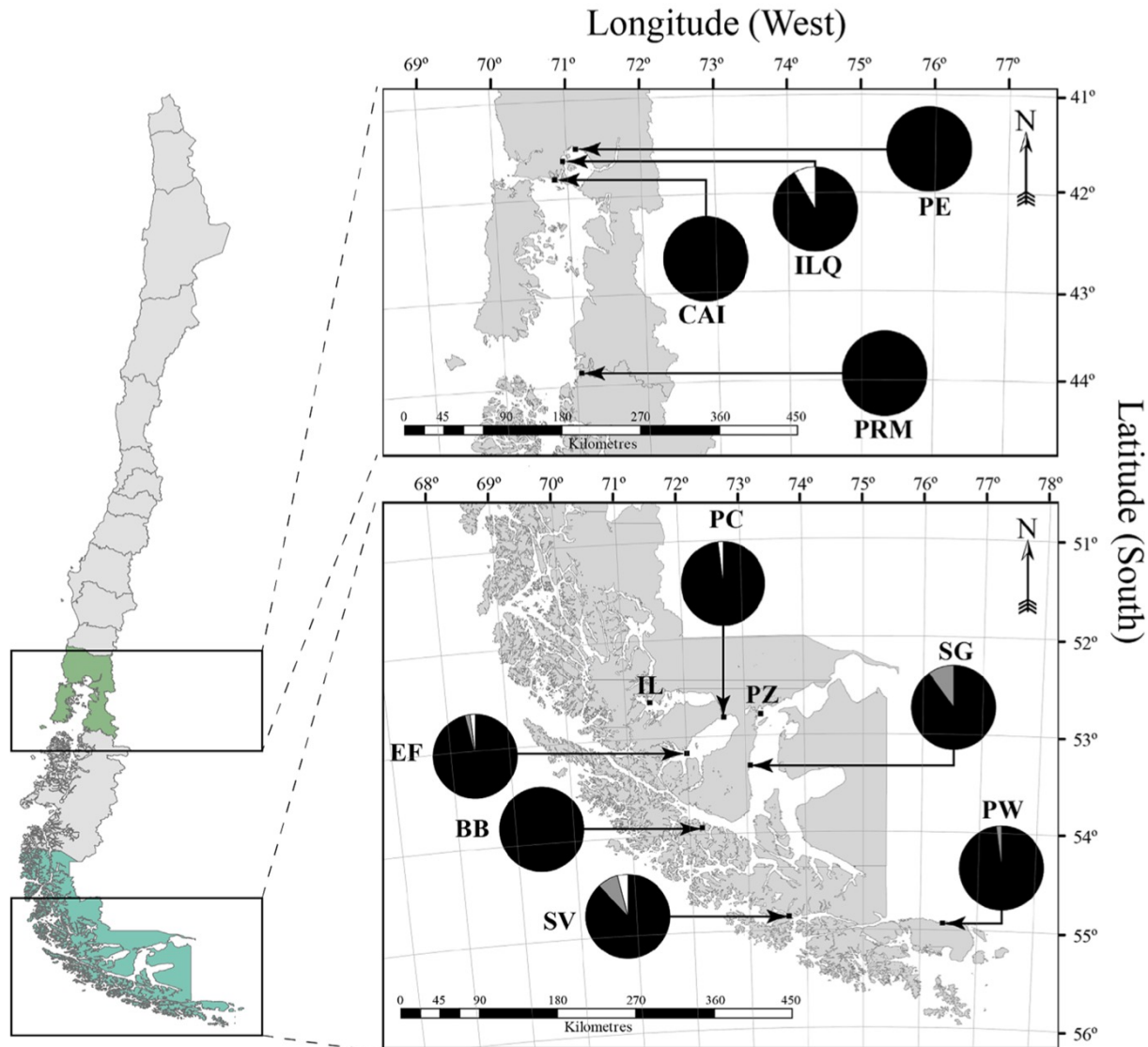


FIGURE 1 Geographical coordinates of sampling locations on the southern Chilean coast, in accordance with the World Geodetic System WGS 84. Los Lagos Region: Pellico (PE), Ilque (ILQ), Caicaén (CAI); Aysén Region: Puerto Raúl Marín (PRM); Magallanes Region: Isla Larga (IL), Puerto Curtze (PC), Puerto Zenteno (PZ), Estuario Fanny (EF), Sector Guairabo (SG), Bahía Bell (BB), Seno Ventisquero (SV), and Puerto Williams (PW). *Aulacomya atra* was sampled in IL, *Choromytilus chorus* was sampled in PZ, and *Perumytilus purpuratus* was sampled in SG. Coloured circles show the proportion of specific Polyphenolic Adhesive Protein gene (PAP) alleles from *Mytilus* spp. (Inoue et al., 1995; Santaclara et al., 2006) per locality: black (*Mytilus chilensis*), grey (*Mytilus edulis*), white (*Mytilus trossulus*)

COMPLEX SPATIAL GENETIC CONNECTIVITY OF MUSSELS *MYTILUS CHILENSIS* ALONG THE SOUTHEASTERN PACIFIC COAST AND ITS IMPORTANCE FOR RESOURCE MANAGEMENT

MARCELA P. ASTORGA,^{1*} LEYLA CÁRDENAS,² MONTSE PÉREZ,³ JORGE E. TORO,⁴ VICTOR MARTÍNEZ,⁵ ANA FARÍAS¹ AND IKER URIARTE¹

¹*Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt, Los Pinos s/n, PO Box 1327, Puerto Montt 5480000, Chile;* ²*Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, Valdivia 5090000, Chile;* ³*AQUACOV, Centro Oceanográfico de Vigo, Instituto Español de Oceanografía, Radio Faro 50, Vigo 36390, Spain;* ⁴*Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, PO Box 567, Valdivia 5090000, Chile;* ⁵*Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile, Santiago 8320000, Chile*

ABSTRACT To ensure the maintenance of natural mussel beds along the southeastern Pacific coast of Chile, it is important to understand their population dynamics. This means evaluating their genetic population structure and gene flow, and the degree of connectivity among natural beds. To do this, the spatial genetic population structure of seven natural *Mytilus chilensis* beds within the mussels' present distribution range along the Chilean coast was evaluated. Genetic differences were established between populations with cytochrome oxidase I (COI) gene sequences ($F_{st} = 0.099$) and microsatellites ($F_{st} = 0.048$), showing that locations that consistently presented greater differentiation were those at the extremes of the geographical distribution. An "isolation by distance" pattern was not observed in the COI and microsatellite data. We suggest that because of the high resolution of these markers, the differences between locations may be explained by high reproductive variance, which determines local changes in each reproductive cycle of the species. These changes would account for the differences between the natural beds. Furthermore, differentiated genetic types were observed in some locations, demonstrating the presence of local processes in some cases, perhaps caused by gene flow restrictions resulting from the local geomorphological and oceanographic conditions. The gene structure and connectivity of natural beds in sessile species with larval dispersion are strongly determined by local retention characteristics. For this reason, the data generated in this study can be used to improve population management. These data can also be used to support and motivate the creation of a marine protected area containing natural beds of this species with sufficient levels of genetic diversity.

KEY WORDS: *Mytilus chilensis*, mussels, COI, southeastern Pacific, microsatellites

Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 2021, **59**, 139-228

© S. J. Hawkins, A. J. Lemasson, A. L. Allcock, A. E. Bates, M. Byrne, A. J. Evans, L. B. Firth, E. M. Marzinelli,
B. D. Russell, I. P. Smith, S. E. Swearer, P. A. Todd, Editors

Taylor & Francis

PHYLOGEOGRAPHY OF SOUTHERN HEMISPHERE BLUE MUSSELS OF THE GENUS *MYTILUS*: EVOLUTION, BIOSECURITY, AQUACULTURE AND FOOD LABELLING

JONATHAN P. A. GARDNER¹, PABLO A. OYARZÚN², JORGE E.
TORO³, ROMAN WENNE⁴ & MALGORZATA ZBAWICKA⁴

¹*School of Biological Sciences, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand*

²*Centro de Investigación Marina Quintay (CIMARQ), Universidad Andres Bello, Quintay, Chile*

³*Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas (ICML), Facultad de Ciencias,
Universidad Austral de Chile, Independencia 631, Valdivia, Chile*

⁴*Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland*

RESEARCH ARTICLE

Blue mussels of the *Mytilus edulis* species complex from South America: The application of species delimitation models to DNA sequence variation

Pablo A. Oyarzún^{1*}, Jorge E. Toro², José J. Nuñez², Elkin Y. Suárez-Villota³, Jonathan P. A. Gardner⁴

1 Centro de Investigación Marina Quintay (CIMARQ), Universidad Andres Bello, Quintay, Chile, **2** Facultad de Ciencias Universidad Austral de Chile, Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas (ICML), Valdivia, Chile, **3** Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Instituto de Ciencias Naturales (ICCNN), Universidad de las Américas, Concepción, Chile, **4** School of Biological Sciences, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand

* pablo.oyarzun@unab.cl



OPEN ACCESS

Citation: Oyarzún PA, Toro JE, Nuñez JJ, Suárez-Villota EY, Gardner JPA (2021) Blue mussels of the *Mytilus edulis* species complex from South America: The application of species delimitation models to DNA sequence variation. PLoS ONE 16(9): e0256961. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256961>

Abstract

Smooth-shelled blue mussels, *Mytilus* spp., have a worldwide antitropical distribution and are ecologically and economically important. Mussels of the *Mytilus edulis* species complex have been the focus of numerous taxonomic and biogeographical studies, in particular in the Northern hemisphere, but the taxonomic classification of mussels from South America remains unclear. The present study analysed 348 mussels from 20 sites in Argentina, Chile, Uruguay and the Falkland Islands on the Atlantic and Pacific coasts of South America. We sequenced two mitochondrial loci: Cytochrome c Oxidase subunit I (625 bp) and 16S

100 OF THE WORLD'S WORST INVASIVE ALIEN SPECIES

MICRO-ORGANISM

avian malaria (*Plasmodium relictum*)
 banana bunchy top virus (*Banana bunchy top virus*)
 rinderpest virus (*Rinderpest virus*)

MACRO FUNGI

chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*)
 crayfish plague (*Aphanomyces astaci*)
 Dutch elm disease (*Ophiostoma ulmi*)
 frog chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*)
 phytophthora root rot (*Phytophthora cinnamomi*)

AQUATIC PLANT

cauliepa seaweed (*Caulerpa taxifolia*)
 common cord-grass (*Spartina anglica*)
 wakame seaweed (*Undaria pinnatifida*)
 water hyacinth (*Eichhornia crassipes*)

LAND PLANT

African tulip tree (*Spathodea campanulata*)
 black wattle (*Acacia mearnsii*)
 Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius*)
 cogon grass (*Imperata cylindrica*)
 cluster pine (*Pinus pinaster*)
 erect pricklypear (*Opuntia stricta*)
 fire tree (*Myrica faya*)
 giant reed (*Arundo donax*)
 gorse (*Ulex europaeus*)
 hipgrave (*Hiptage benghalensis*)
 Japanese knotweed (*Fallopia japonica*)
 Kohli ginger (*Hedyotis gardnerianum*)
 Koster's curse (*Chakama hirta*)
 kudzu (*Pterocarya montana var. lobata*)
 lantern (*Lantana camara*)
 leafy spurge (*Euphorbia esula*)
 leucaena (*Leucaena leucocephala*)
 melaleuca (*Melaleuca quinquenervia*)
 mesquite (*Prosopis glandulosa*)
 miconia (*Miconia micrantha*)
 mile-a-minute weed (*Mimosa pigra*)
 mimosa (*Mimosa pigra*)
 privet (*Ligustrum robustum*)
 pumpkinweed (*Cecropia peltata*)
 purple loosestrife (*Lythrum salicaria*)
 quinine tree (*Cinchona pubescens*)
 shoebutton ardisia (*Ardisia elliptica*)

LAND PLANT (CONTINUED)

Siam weed (*Chromolaena odorata*)
 strawberry guava (*Psidium cattleianum*)
 tamarisk (*Tamarix ramossissima*)
 wodeila (*Sphagnetocola trilobata*)
 yellow Himalayan raspberry (*Rubus ellipticus*)

AQUATIC INVERTEBRATE

Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)
 comb jelly (*Mycobolia leishi*)
 fish hook flea (*Cercopagis pengoi*)
 golden apple snail (*Pomacea canaliculata*)
 green crab (*Carcinus maenas*)
 marine clam (*Patamocorbula amurensis*)
 Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*)
 Northern Pacific seastar (*Asterias amurensis*)
 zebra mussel (*Dreissena polymorpha*)

LAND INVERTEBRATE

Argentine ant (*Icerythema humile*)
 Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*)
 Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*)
 bag-headed ant (*Pheidole megacephala*)
 common malaria mosquito (*Anopheles gambiae s.s.*)
 common wasp (*Vespa vulgaris*)
 crazy ant (*Anoplolepis gracilipes*)
 cypress aphid (*Cyrtosiphum caryocarpae*)
 flatworm (*Planorbis manokwari*)
 Formosan subterranean termite (*Reticulitermes formosus shiraki*)
 giant African snail (*Acicula fulva*)
 gypsy moth (*Lymantria dispar*)
 khapra beetle (*Trogoderma granarium*)
 little fire ant (*Wasmannia auropunctata*)
 red imported fire ant (*Solenopsis invicta*)
 rusty wolf snail (*Engelmannia rosea*)
 sweet potato whitefly (*Bemisia tabaci*)

AMPHIBIAN

bullfrog (*Rana catesbeiana*)
 cane toad (*Rhina uvariana*)
 Caribbean tree frog (*Eleutherodactylus coqui*)

FISH

brown trout (*Salmo trutta*)
 carp (*Cyprinus carpio*)
 large-mouth bass (*Micropterus salmoides*)

FISH (CONTINUED)

Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*)
 Nile perch (*Lates niloticus*)
 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
 walking catfish (*Clarias batrachus*)
 Western mosquito fish (*Gambusia affinis*)

BIRD

Indian myna bird (*Acridotheres tristis*)
 red-vented bulbul (*Pyromastus cafer*)
 starling (*Sturnus vulgaris*)

REPTILE

brown tree snake (*Bruceus irvingi*)
 red-eared slider (*Trachemys scripta*)

MAMMAL

brush-tail possum (*Trichosurus vulpecula*)
 domestic cat (*Felis catus*)
 goat (*Capra hircus*)
 grey squirrel (*Sciurus carolinensis*)
 macaque monkey (*Macaca fascicularis*)
 mouse (*Mus musculus*)
 nutria (*Myocastor coypus*)
 pig (*Sus scrofa*)
 rabbit (*Oryctolagus cuniculus*)
 red deer (*Cervus elaphus*)
 red fox (*Vulpes vulpes*)
 ship rat (*Rattus rattus*)
 small Indian mongoose (*Herpestes javanicus*)
 stoat (*Mustela erminea*)

Species were selected for the list using two criteria: their serious impact on biological diversity and/or human activities, and their illustration of important issues of biological invasion. To ensure a wide variety of examples, only one species from each genus was selected. **Absence from the list does not imply that a species poses a lesser threat.**

Development of the 100 of the World's Worst Invasive Alien Species list has been made possible by the support of the Fondation d'Entreprise TOTAL (1998 - 2000). www.issg.org/database

GISD (2012) Global Invasive species Database – *Mytilus galloprovincialis* – available from <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=102&fr=1&sts=sss&lang=EN>

CABI (2011). Invasive Species Compendium. *Mytilus galloprovincialis* datasheet. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/73756>

- Efectos latitudinales en patrones reproductivos en mitílidos, o efectos del cambio climático ?

Reproductive patterns of mussel *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia: Mytilidae), along the Chilean coast: effects caused by climate change?

PABLO A. OYARZÚN^{1,2}, JORGE E. TORO¹, JOSÉ GARCÉS-VARGAS^{1,3}, CLAUDIA ALVARADO¹,
RICARDO GUIÑEZ⁴, ROBERTO JARAMILLO¹, CAROLINA BRIONES¹ AND BERNARDITA CAMPOS⁵

¹Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, ²PhD programme in Marine Biology, Universidad Austral de Chile (UACH), Chile, ³Centro FONDAPE de Investigación en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), ⁴Instituto de Ciencias Naturales Alexander von Humboldt, Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Biológicos, Universidad de Antofagasta, P.O. Box 170, Antofagasta, Chile, ⁵Escuela de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales, Universidad de Valparaíso, Chile

- Estudios experimentales indican que un incremento de temperatura tiene un efecto en la gametogénesis, por otro lado los datos indican que en el Océano Pacífico Sur, la temperatura del agua a disminuido considerablemente (Baumann & Doherty, [2013](#)), probablemente causado por un incremento en las surgencias costeras como resultado de un aumento del estrés eólico asociado al cambio climático global (Bakun, [1990](#); Bakun et al., [2010](#); Sydeman et al., [2014](#)).

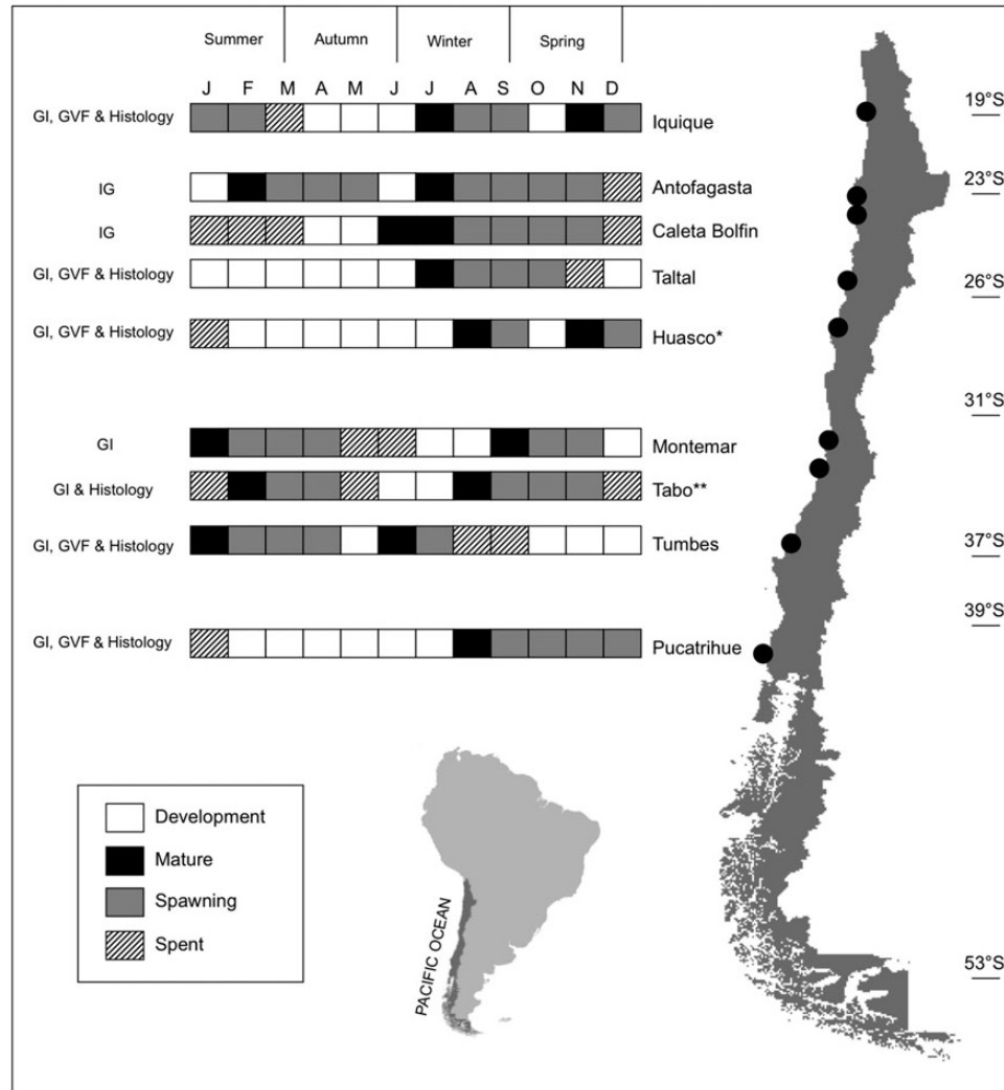


Fig. 1. Reproductive cycle (set of gonad development stages) of *Perumytilus purpuratus* from the coast of Chile based on samples collected monthly from September 2010 to October 2012. The reproductive cycles at Huasco (from Oyarzún *et al.*, 2010) and Tabo (based on data from Lozada & Reyes, 1981) are also shown. Methodology, GSI, gonadosomatic index; GVF, Gamete Volume Fraction; Histology, histological observations.

- El presente estudio observó un cambio en el patrón reproductivo de *Perumytilus* en Taltal, desde un ciclo semi-anual a un ciclo anual, en presencia con una disminución de la temperatura superficial del océano en esta localidad. Considerando el efecto de la temperatura sobre el ciclo reproductivo, es posible que una disminución de esta podría ser un factor que afecte el patrón del ciclo reproductivo. Así, estos resultados son la primera evidencia de un cambio en el patrón del ciclo reproductivo en invertebrados marinos bivalvos, como resultado de una disminución en la temperatura superficial del océano, causado por el cambio climático global. (England et al., [2014](#); Sydeman et al., [2014](#); Ancapichún & Garcés-Vargas, [2015](#)). También se observó un cambio en el ciclo reproductivo, incrementando el estadio de desarrollo gonádico desde 3 a 7 meses, con períodos de desove más prolongados.
- Sin duda ello también debería tener un efecto importante en los estadios larvales, posiblemente aumentando su período larval pelágico.

- Los cambios reproductivos en organismos bivalvos marinos producidos por una disminución en la temperatura del agua, no son muy conocidos; sin embargo, el presente estudio es uno de los primeros en proveer alguna evidencia sobre las consecuencias que este cambio en la temperatura del océano podría tener en la reproducción en este bivalvo.
- Ya en la publicación de Helmuth et al. ([2006](#)) indicaba que los cambios en la biota del intermareal debido al cambio climático están ocurriendo más rápido que en especies terrestres. Por lo tanto es una necesidad continuar con estos estudios, debido a que los cambios reproductivo y fenológicos podrían ser los primeros efectos de cambios ambientales permanentes.



Mytilus chilensis:

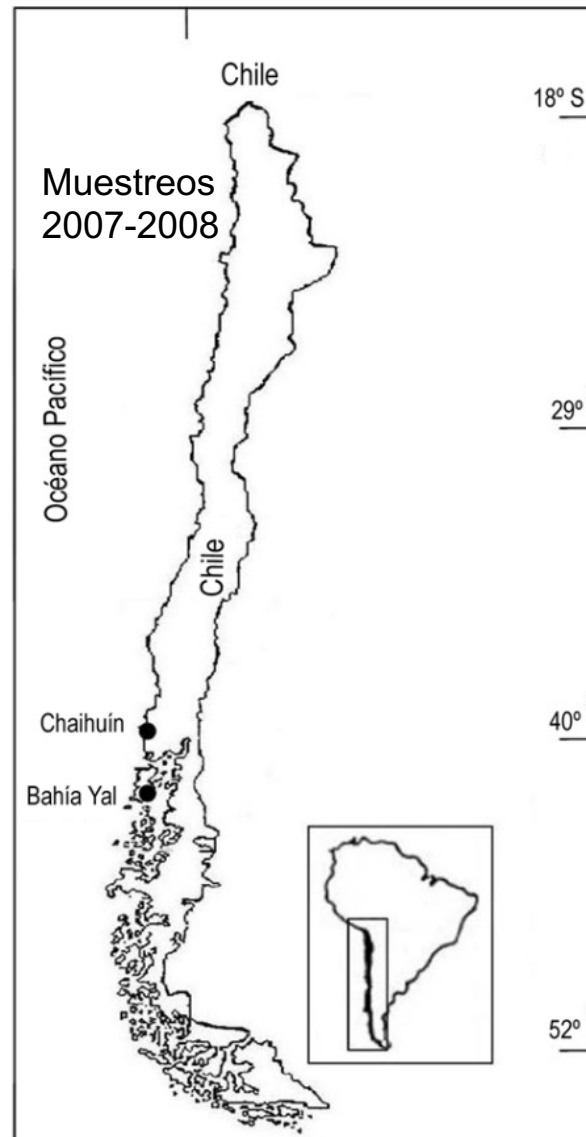
En Chile los primeros estudios sobre su desarrollo gonadal se realizaron en Chiloé (i.e. Winter et al. 1984). En base a esos trabajos se promulgó la veda biológica para todo el litoral.

Analizamos choritos de dos localidades en el sur de Chile (~300 km)

La latitud juega un rol en la gametogénesis *Mytilus chilensis*

Chaihuín = animales silvestres.

Bahía Yal = animales de cultivo.

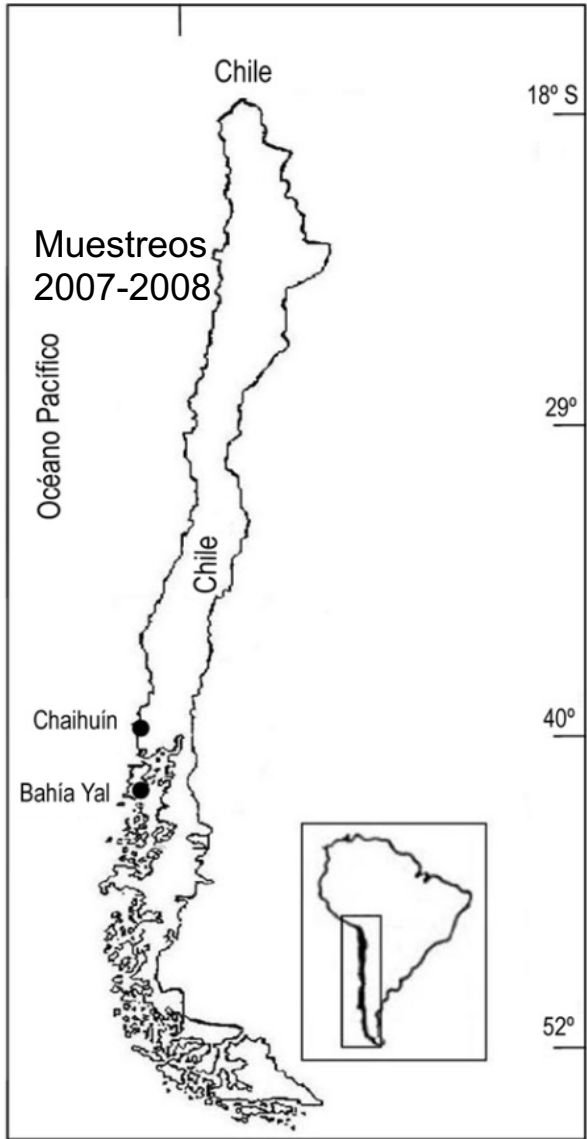


Resultados

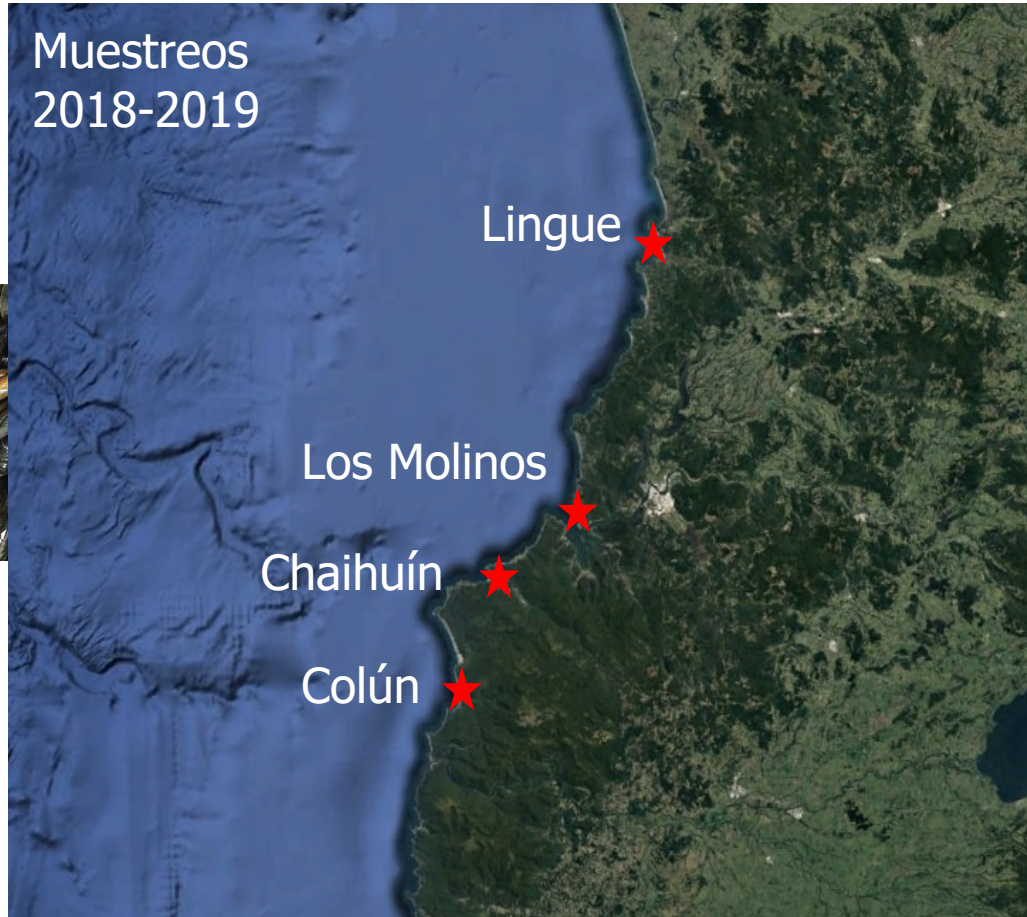
Alta frecuencia de gónadas maduras

												Veda	
												N	D
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Chaihuín	
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Bahía Yal	

- La mayor frecuencia de animales maduros fue registrada en octubre y noviembre.
- Diferencias en los ciclos gonadales entre las localidad analizadas.
- Los resultados fueron diferentes en los descritos en la literatura.



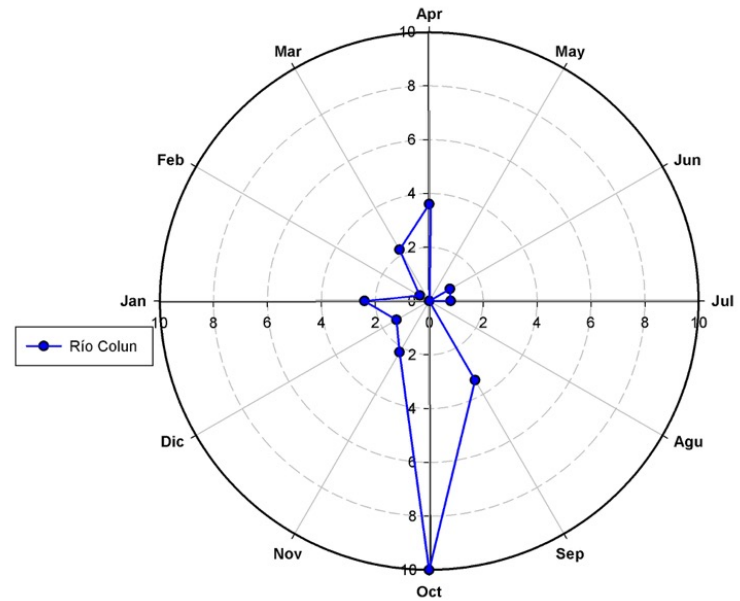
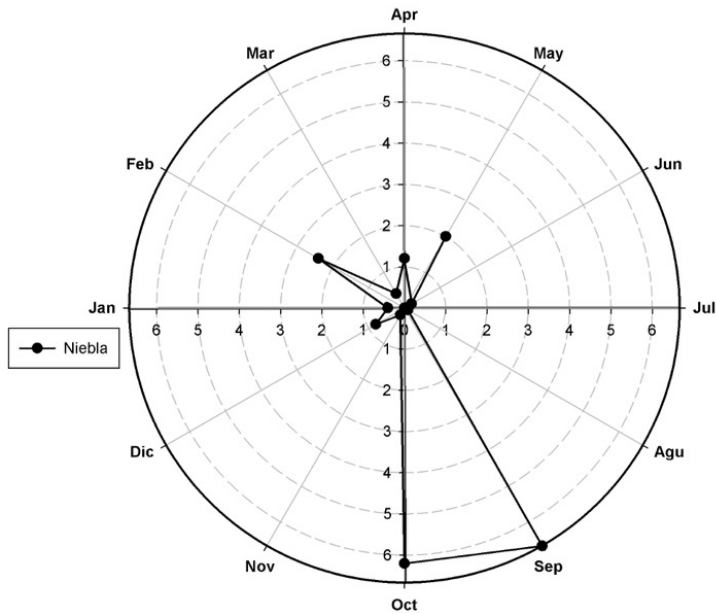
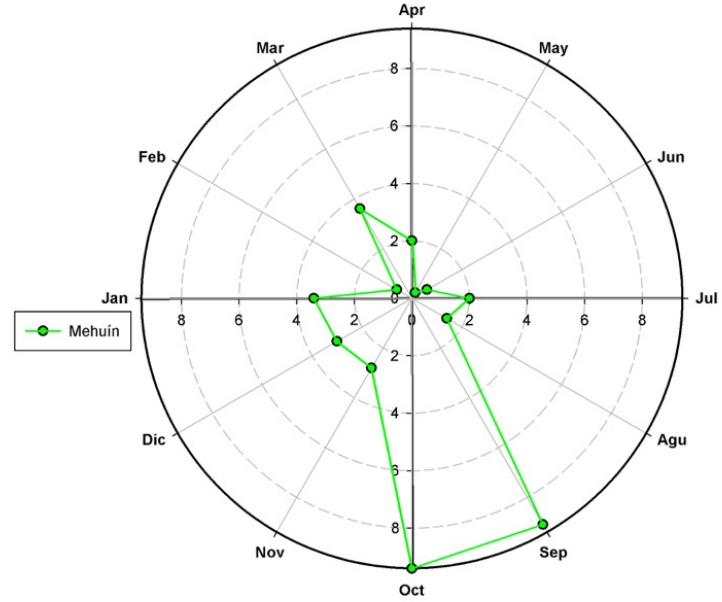
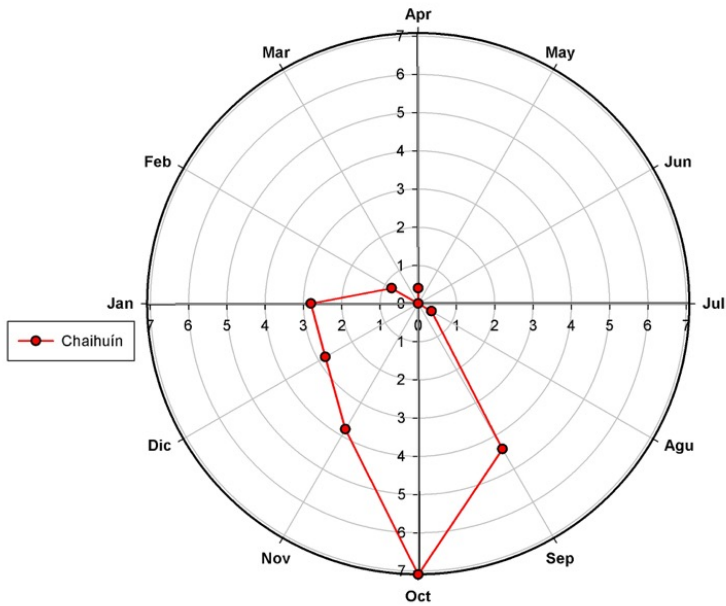
Estudiamos el ciclo reproductivo de choritos de cuatro localidades ubicadas en la Región de Los Ríos



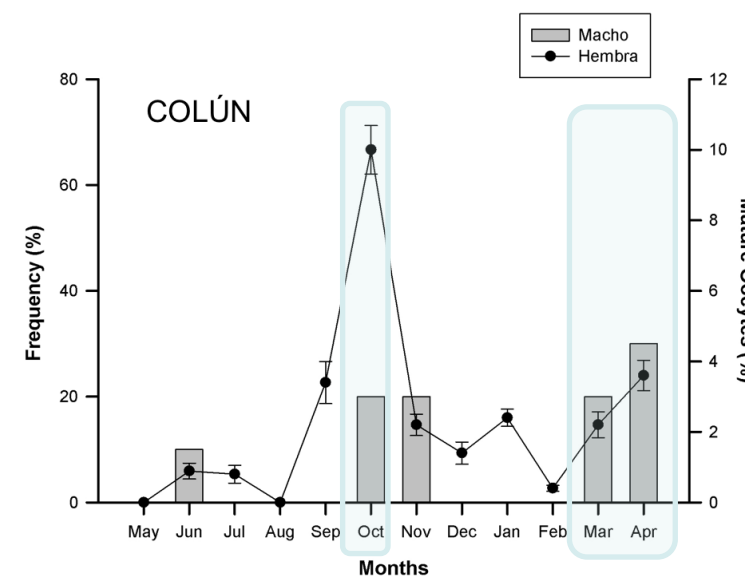
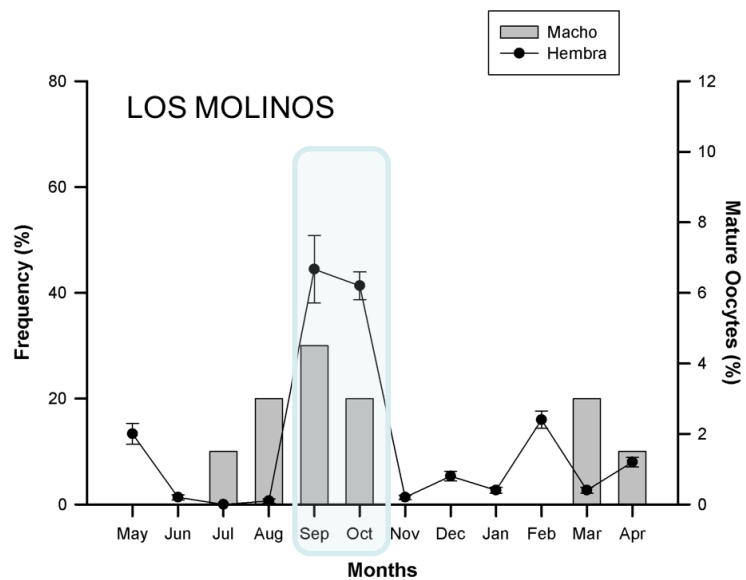
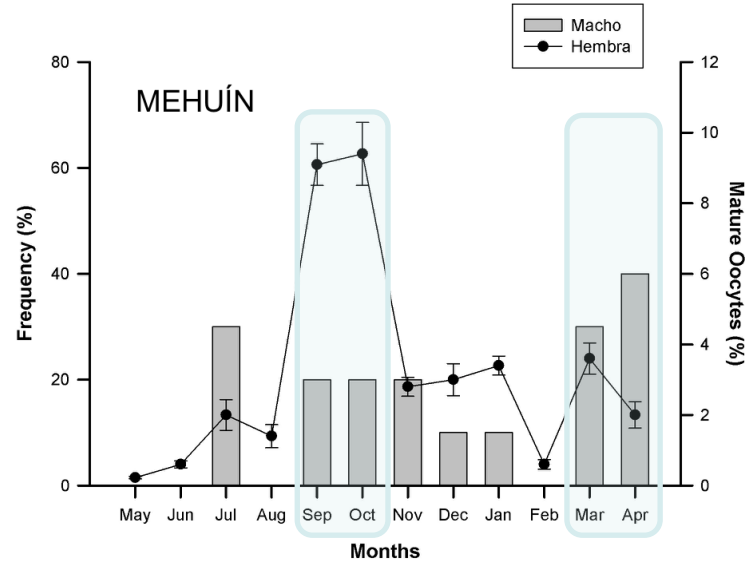
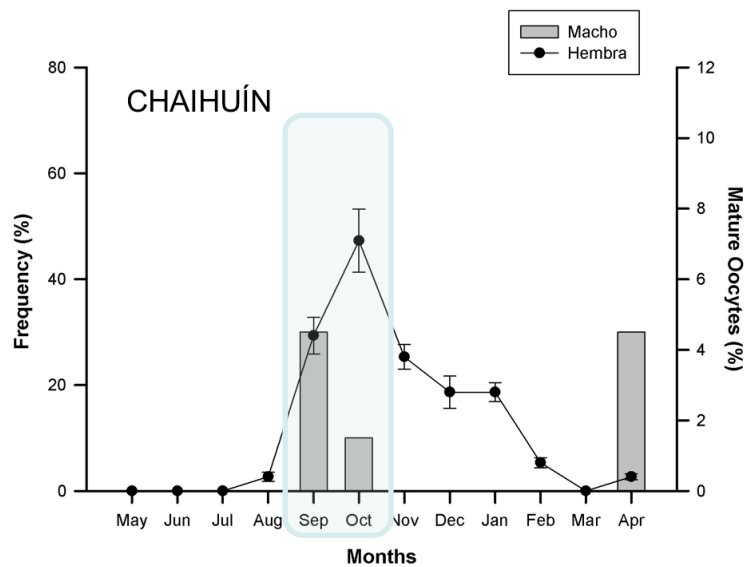
Región de
Los Ríos



Cantidad de ovocitos maduros en los meses de muestreo



Al permitir extraer animales en la época de mayor madurez gonadal se reduce el output reproductivo y la disponibilidad de larvas y juveniles, produciendo una pérdida de la diversidad genética de estos bancos.



Animales maduros *M. chilensis*, principalmente entre septiembre y octubre

Veda biológica de *M. chilensis* = 1 de noviembre al 31 de diciembre de cada año

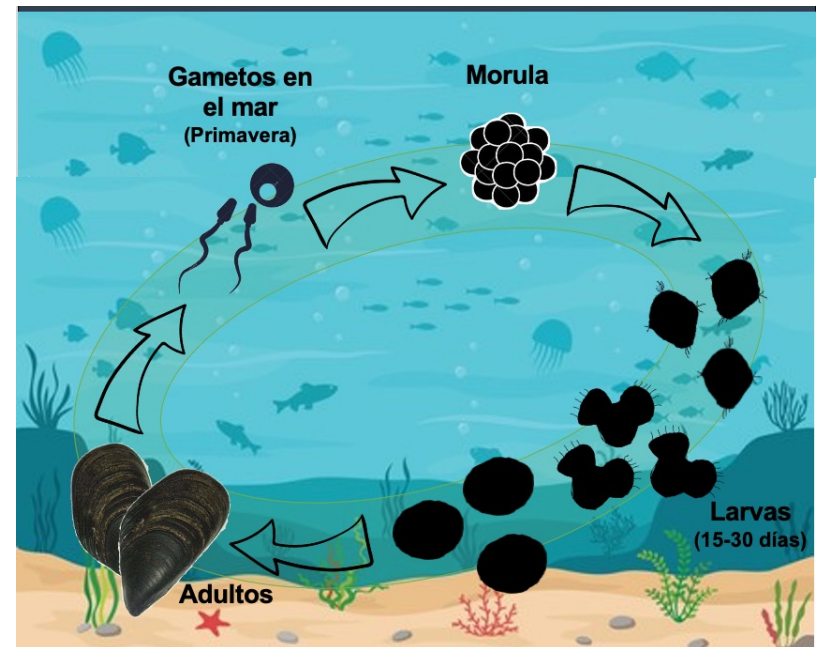
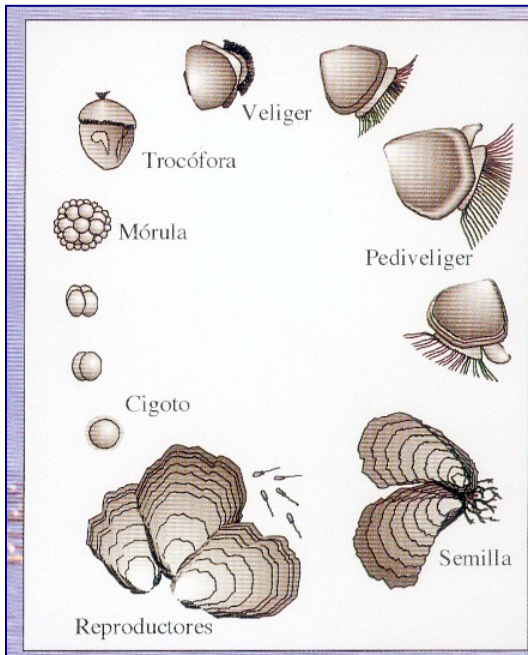
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Chaihuín	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mehuín	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Niebla-Los Molinos	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Colún	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Mayor madurez gonadal

- Nuevamente se registró una alta frecuencia de animales maduros en octubre y noviembre. También en marzo-abril en los choritos de Mehuín y Colún (actividad reproductiva otoñal).
- Se realizaron las gestiones ante el CCT para cambiar el período de veda de esta especie en la Región de los Ríos.

• Como un resumen final:

- Entre la problemática para generar larvas en experimentos de selección genética hay que considerar las características reproductivas de cada especie:
- En *Argopecten purpuratus*, el problema de ser hermafrodita y generar autofecundación.
- En *Ostrea chilensis*, el problema de fecundación interna y la alternancia de sexo.
- En *Mytilus chilensis*, el problema es poder identificar la especie pura y de lo extenso del periodo larval, que conlleva a incrementar los costos del experimento de selección.
- Además, a pesar de tener un control sobre la producción de juveniles en hatchery de estas especies, existen aún brechas que solucionar:
 - 1) El problema de costo (en el cultivo larval, excepto en *O. chilensis*) y
 - 2) La masividad en la producción de juveniles



Muchas gracias !