

Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile

Iker Uriarte

Instituto de Acuicultura, Universidad Austral de Chile

CIEN Austral

Puerto Montt, Chile

E-mail: iuriarte@uach.cl

Uriarte, I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. *FAO Actas de Pesca y Acuicultura*. No. 12. Roma, FAO. pp. 61–75.

RESUMEN

El trabajo resume las principales especies de moluscos bivalvos cultivados en Chile, así como también el estado de desarrollo en que se encuentran, diferenciándolas en fases de desarrollo: a) experimental, b) transferencia tecnológica y c) industrial. Se discuten los factores que afectan su crecimiento en condiciones naturales y controladas, entre los que destacan: la calidad y cantidad de la dieta, la temperatura del agua, la densidad de los organismos, y la calidad del agua asociados al cultivo. Finalmente, se identifican los problemas que frenan la sustentabilidad de estos recursos en Chile, para lo cual se proponen desafíos y recomendaciones que pueden llevar a resolverlos.

ABSTRACT

The paper summarizes the main species of bivalve molluscs cultured in Chile, as well as the state of development in which they find themselves, at distinct stages of development: a) pilot, b) technology transfer and c) commercial. It discusses the factors affecting their growth in natural and controlled conditions, including: quality and quantity of diet, water temperature, density of the organisms and water quality associated with the cultivation. Finally, problems that inhibit the sustainability of these resources in Chile are discussed and challenges and recommendations are proposed to tackle such.

INTRODUCCIÓN

Esta revisión tiene como objetivo caracterizar el desarrollo que han alcanzado en la actualidad los cultivos de moluscos bivalvos en Chile, identificando las tendencias que han seguido los estudios científico-tecnológicos y destacando especies que han alcanzado mayor impacto económico y social. Se analizan las problemáticas que pueden frenar el desarrollo tanto de cultivos en fase industrial, como aquellos en fase experimental.

La Acuicultura en Chile – Chile es el país más largo del continente americano, ya que cuenta con 4 270 km, y el más estrecho, con un ancho promedio de 190 km entre cordillera y mar. Con una superficie de 756 626 km². Con diversidad de ambientes,

desde desiertos hasta bosques lluviosos y canales de origen glaciar. La primera actividad productiva de importancia es la minería, con el 17 por ciento de las reservas de cobre en Chile, con ingresos por exportaciones de 58 116 millones de dólares EE.UU. (2006). La segunda actividad de importancia es la forestal, con exportaciones de 2 550 millones de dólares EE.UU. en el 2005. La pesca y acuicultura se ubica en tercer lugar, con retornos por 2 500 millones de dólares EE.UU. en el año 2005. Luego viene la actividad frutícola, con retornos de 1.650 millones de dólares EE.UU. Por lo señalado anteriormente, Chile es un país de 16 267 000 millones de habitantes (2005), principalmente exportador.

El sector acuícola, es el que ha tenido el mayor desarrollo en la economía chilena, ya que a partir del año 1990, presenta una tasa de incremento promedio anual en torno al 18,4 por ciento. El año 2006 cerró con más de 700 000 toneladas de producción, en más de 1 000 centros de cultivo, que generaron ingresos en exportaciones por 3 682 millones de dólares EE.UU., de los cuales 2 210 millones de dólares corresponden a salmónidos (60 por ciento), con 400 000 toneladas, ubicando a Chile entre los 10 países más importantes de la acuicultura mundial. Los moluscos le siguen en volumen, con 78 500 toneladas, lo que representó el 13,5 por ciento. Chile, es el tercer productor de ostiones de cultivo del mundo. Y si la producción de chorito (mejillón) continúa manteniendo la tendencia del 20 por ciento de crecimiento anual, en el año 2012, llegará a ocupar el segundo lugar en el mundo después de China, con sobre las 300 000 toneladas de producción por año.

Diagnóstico del cultivo de moluscos bivalvos en Chile

Los primeros estudios en moluscos bivalvos en Chile, se iniciaron en el año 1960 con la ostricultura, en particular con el cultivo de la ostra chilena (*Ostrea chilensis*). Le siguió el desarrollo de la mitilicultura en el año 1961, con el cultivo de choritos (*Mytilus chilensis*), cholga (*Aulacomya ater*) y choro zapato (*Choromytilus chorus*), a cargo de la Universidad Austral de Chile y del Instituto de Fomento Pesquero, con el objetivo de determinar las condiciones para la captación de larvas provenientes del ambiente natural, y abastecer de semillas a centros de cultivos destinados a la engorda de estas especies. A continuación, se desarrolló la pectinicultura con el cultivo del ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), especie que fue primero explotada intensivamente desde banco natural a mediados de la década 40, luego le siguió el desarrollo científico-tecnológico de su cultivo en el año 1981, a cargo de la Universidad Católica del Norte y el Instituto de Fomento Pesquero, lo que permitió las primeras producciones comerciales a partir del año 1986 en las regiones III y IV. Este conjunto de especies son los que presentan la mayor tradición en el país, habiéndose consolidado actualmente su cultivo a nivel comercial.

Investigación y Desarrollo: Financiamiento

En la última década en Chile, los fondos de investigación gubernamentales (FONTEC, INNOVA, FONDEF, FONDECYT, FDI, FNDR, FIP, FIA, CIMAR, PROFOS), han apoyado fuertemente la diversificación de especies acuícolas, ello ha llevado al desarrollo experimental de nuevas especies, fomentando que una vez superada y estandarizada su tecnología de cultivo, pasen a la fase de transferencia tecnológica, para a continuación escalar a la fase industrial. En los pectínidos y en particular, en la especie *Argopecten purpuratus*, es donde más se ha invertido en investigación y desarrollo (IyD), alcanzando el 31 por ciento del total del financiamiento asignado a los moluscos, lo que ha significado una inversión de más de cuatro mil millones de pesos (7 843 millones de dólares EE.UU.), de un total de 14 064 millones de pesos (27 000 millones de dólares EE.UU.) en proyectos de moluscos. Los mitílidos, han recibido el 11.9 por ciento de los recursos IyD en moluscos provenientes del estado, empresas y universidades (Bravo *et al.*, 2007).

El desarrollo del cultivo de mitílidos a nivel comercial

En Chile, el cultivo de mitílidos se centra en 3 especies: el chorito o mejillón (*Mytilus chilensis*), el choro (*Choromytilus chorus*) y la cholga (*Aulacomya ater*). Las tres especies se encuentran en fase de desarrollo industrial, sin embargo, la primera de ellas, es la que está alcanzando mayor impacto comercial y social.

Especies que se cultivan:

I. Chorito (Mejillón) – El chorito (*Mytilus chilensis* Hupe, 1854), se distribuye desde Callao (Perú) al Estrecho de Magallanes, y canal Beagle (Chile), extendiendo su área de dispersión hasta el sur de Brasil, incluyendo también las islas Malvinas (Figura 1). Su distribución batimétrica, va desde el sector rocoso del intermareal hasta los 10 mts de profundidad (Osorio, 1979).

II. Cholga – La cholga (*Aulacomya ater* Molina 1782), se distribuye por el Pacífico, desde Callao (Perú) hasta el Canal Beagle, islas Navarino e isla Picton (Chile), continuando hasta el norte por la costa Atlántica hasta el sur de Brasil. También se encuentra en la isla Juan Fernández y las Malvinas (Figura 2). Su distribución batimétrica, va desde el sector rocoso del intermareal hasta los 10 mts de profundidad (Osorio, 1979).

III. Choro – El choro (*Choromytilus chorus* Molina, 1782), se distribuye desde Ecuador al Estrecho de Magallanes, siguiendo hacia el norte por el Atlántico hasta Santa Cruz (Argentina) (Figura 3). Su distribución batimétrica, va desde el sector rocoso del intermareal hasta los 10 mts de profundidad (Osorio, 1979).

Cultivo de chorito o mejillón (*M. chilensis*). Durante el año 2005, se extrajeron 109 440 toneladas de moluscos, de las cuales 88 071 toneladas fueron de chorito (Sernapesca, 2005). Desde el año 2006, el 100 por ciento de la producción de choritos en Chile proviene de cultivo, mientras que hace 20 años cerca del 100 por ciento de la producción provenía de banco natural.

Aunque el cultivo de mitílidos en los últimos años ha alcanzado gran desarrollo con un aumento de la tasa de producción del 20 por ciento anual (Figura 4), su precio por tonelada exportada ha ido disminuyendo. Este recurso es procesado principalmente en cuatro líneas de elaboración, de las cuales destaca el congelado y la conserva, con muy bajas cantidades destinadas a cocido o fresco-refrigerado, debido a que la mayor parte de la producción es exportada. Los países de destino en el año 2006 fueron 37: España (27,3 por

FIGURA 1
Chorito (mejillón) (*Mytilus chilensis*,
Hupe 1854)

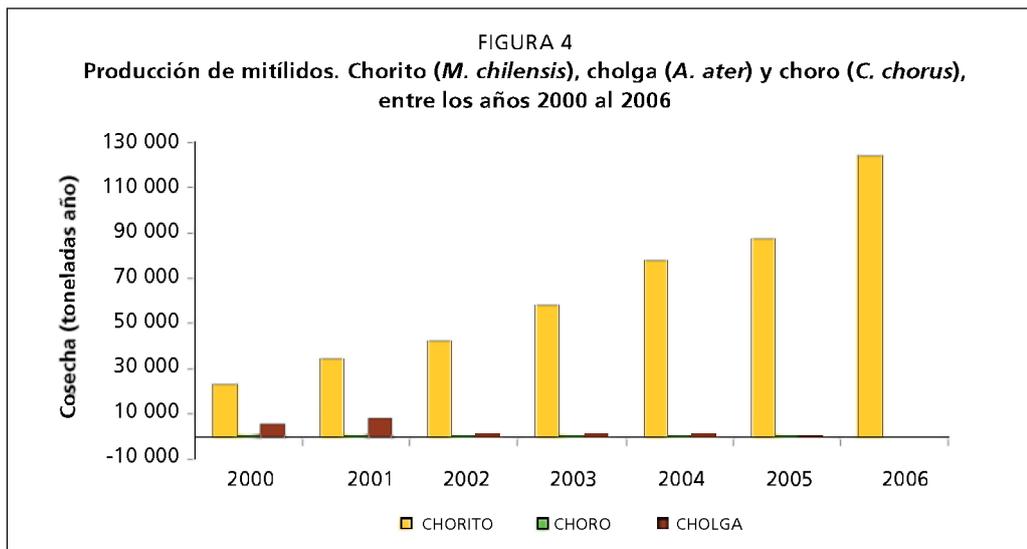


FIGURA 2
Cholga (*Aulacomya ater*, Molina 1782)



FIGURA 3
Choro (*Choromytilus chorus*, Molina 1782)





ciento), Portugal (22,3 por ciento), Italia (16,5 por ciento), Argentina (13,9 por ciento), Estados Unidos de América (6,6 por ciento), y otros (13,4 por ciento). El precio en el 2006 fue de 5,6 dólares/FOB EE.UU.

Investigación y desarrollo en choritos

El chorito (*M. chilensis*), que se perfila en función de los niveles de producción alcanzado en los últimos años, como un potencial recurso de gran impacto económico, requiere urgentemente, para asegurar su sustentabilidad, mayores estudios en impacto ambiental, comportamiento y deriva larvaria, y selección de familias con características apropiadas a la producción y demandas de los mercados nacional e internacionales.

Producción de semilla de mitílidos por captación natural. Actualmente, la mitilicultura en Chile, se desarrolla a partir de la oferta ambiental de semillas en las denominadas zonas de captación natural, los cuales corresponden a sectores durante los meses de verano-otoño, en que existe una elevada cantidad de larvas en la columna de agua, que pasado un periodo de 20 a 25 días (según temperatura y disponibilidad de alimento), alcanzan la etapa de larva competente o próxima al asentamiento sobre un sustrato. El momento apropiado de la puesta de los colectores, se establece una vez detectada una cantidad superior a 50 larvas l^{-1} , que son cuelgas, principalmente de malla anchovetera en desuso, suspendidas desde estructuras flotantes, como long-lines. En los colectores suspendidos, se fijan las larvas competentes o próximas a la metamorfosis, y se mantienen hasta que alcanzan el tamaño de semilla de 1 a 3 cm de longitud. Posteriormente, para permitir su crecimiento, se ralean desprendiéndolas de la cuelga y colocándolas en mangas de algodón, en cuyo interior existe un sustrato de fijación. Esta técnica puede variar acorde



a si la empresa es del tipo artesanal o industrial (Figura 5). Luego de 10 días en el mar, la manga se disuelve y las semillas quedan adheridas al colector. Las semillas se convierten en juveniles hasta alcanzar la talla comercial, lo que puede variar entre los 10 a los 18 meses, a partir de una semilla de 1–2 cm de longitud, según la época del año.

Producción de semilla por criadero (Hatchery). En la etapa de captación de semillas, el principal problema que arriesga la sostenibilidad del cultivo es la alta variabilidad de las captaciones naturales de un año a otro, y la falta de información que permita tomar decisiones respecto de la puesta de colectores en los momentos apropiados. Esta variabilidad genera inestabilidad a los cultivadores y a las empresas que procesan el producto, por eventual escasez o falta de materia prima. La producción de *M. chilensis* en hatchery no presenta problemas de factibilidad técnica (Uriarte *et al.*, 2004; Toro *et al.*, 2004). Diversas instituciones de investigación y privados en el mundo, han adoptado la iniciativa de producir semilla en criadero (hatchery), incluso a niveles industriales, como ocurre con la especie *Mytilus galloprovincialis*, en la empresa Penn Cove Shellfish, LLC (Washington, EE.UU.). La producción de semilla seleccionada de criadero debiera permitir, por un lado, adelantar la época y frecuencias de producción, aportando semilla para llevarla a engorda a comienzos de la estación natural de la zona, y por otro lado, ampliar el período de la cosecha, lo que redundaría en el mejor aprovechamiento de las plantas de proceso multiespecíficas que operan en la zona. Las principales características y recomendaciones sugeridas para desarrollar la producción de semillas en condiciones controladas, se encuentran documentadas en Uriarte *et al.*, (2004). En España (López, 1992), Nueva Zelandia (Jenkins, 1979) y Estados Unidos (Jefferds, 2005), la producción de semillas se encuentra en fase de desarrollado experimental, piloto e industrial, respectivamente.

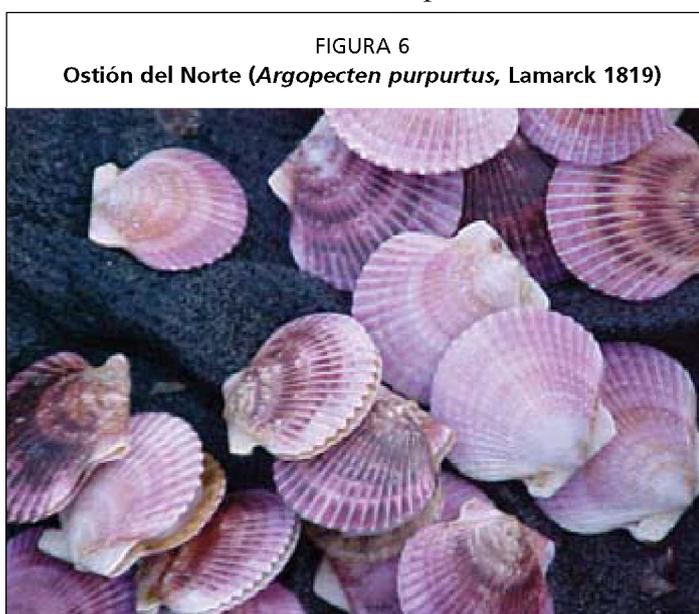
El desarrollo del cultivo de pectínidos a nivel comercial

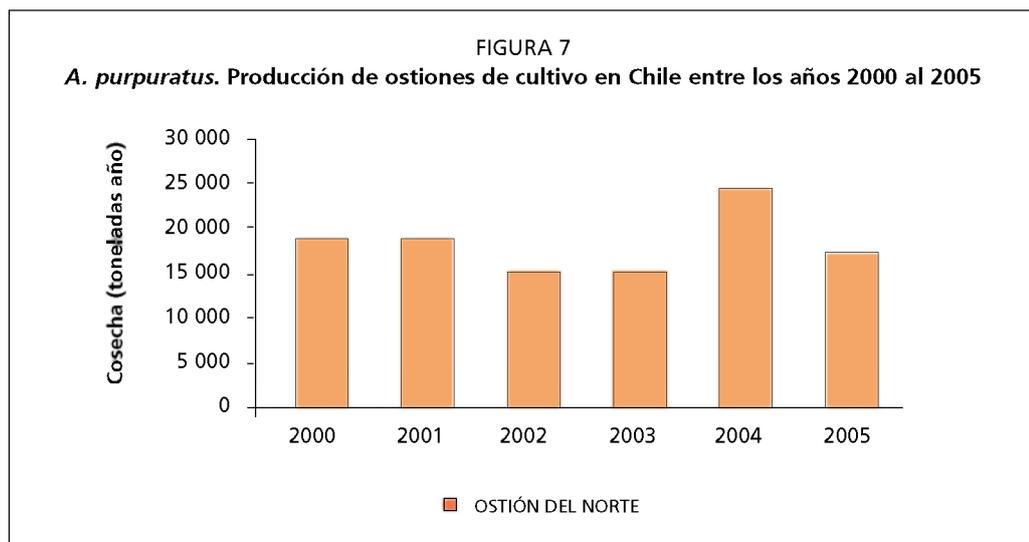
En Chile, el cultivo de los pectínidos a nivel comercial solo se centra en una especie: el ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*). Esta especie se encuentra en fase de desarrollo industrial.

Especies que se cultivan:

- I. **Ostión del Norte** – El ostión del Norte (*Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819), se distribuye en la costa del Pacífico desde Panama hasta Chiloé (Chile) (Figura 6). Su distribución batimétrica va desde 1 a 40 metros de profundidad (Osorio y Bahamonde, 1968).

Cultivo de ostión del Norte o vieira (*A. purpuratus*) – En el año 1982, comienzan a desarrollarse los primeros cultivos comerciales de de ostión del norte (*A. purpuratus*) en el país. El acceso a nuevas áreas de cultivo a mediados de la década de los 80, producto de una veda indefinida para esta especie en el año 1986, permitió una expansión de la actividad, la cual tuvo su auge a partir de los 90 y hasta la actualidad, alcanzando precios superiores a los 10 dólares EE.UU./kg, convirtiendo a Chile en el tercer productor mundial de ostiones después de





China y Japón. Las regiones en Chile con las mayores producciones de cultivo, son la II, la III y la IV. Mientras que en el Sur de Chile, en la región X (Región de los Lagos), luego de introducirse la especie a mediados de la década de los 80, ha contado solo con producciones ocasionales (Uriarte *et al.*, 2001, 2004). Aunque la factibilidad del cultivo de esta especie en el sur de Chile ha sido demostrada, la especie se encuentra en rangos extremos de alimentación, temperatura y salinidad que afectan la sobrevivencia y el crecimiento (Navarro y González, 1998; López *et al.*, 2004; Farías y Uriarte, 2001) y generan un alto riesgo comercial.

La producción de ostión del Norte, ha mostrado un importante crecimiento durante los últimos años, al pasar de 1182 toneladas en 1990, con ingresos de 1 millón de dólares (\$EE.UU.) por exportación, a 24 577 toneladas en el año 2004, con ingresos por sobre 25 millones de dólares. En el año 2005, se produjo una disminución de 5 000 toneladas respecto del año anterior (Figura 7). El producto se vende como congelado (99 por ciento), fresco refrigerado (1 por ciento), con y sin coral (gónada). Los mercados de destino en el 2006 fueron: Francia (94 por ciento), Holanda (2 por ciento), Bélgica (1 por ciento), Reino Unido (1 por ciento) y otros (2 por ciento).

Investigación y desarrollo en pectínidos – Al importante desarrollo de la pectinicultura en Chile, han contribuido en forma significativa autores como Akaboshi e Illanes, (1982), e Illanes *et al.* (1985), entre otros, de la Universidad Católica del Norte (UCN), como también diferentes autores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y de la Universidad Austral de Chile (UACH). En esta especie (*A. purpuratus*) es donde más proyectos IyD se han financiado, principalmente en las temáticas de cultivo y producción, genética y reproducción. Sin embargo, son escasos los proyectos en economía y mercado, medio ambiente y producción limpia, entre otros (Bravo *et al.*, 2007).

Producción controlada de semillas del ostión del norte (Hatchery) – La obtención controlada de semillas del ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) vía criadero esta bien documentada por Uriarte *et al.* (2001) y por Von Brand *et al.* (2006), destacándose algunas fases críticas (Figuras 8 y 9).

Selección y acondicionamiento de los reproductores – El cultivo del ostión del Norte comienza con la selección de los reproductores provenientes del medio natural, los que se acondicionan hasta conseguir la maduración gonadal, que demora entre 2 a 5 semanas, dependiendo de las condiciones de temperatura y alimento que se mantengan (Farías *et al.*, 1997; Hernández *et al.*, 2000).



Inducción al desove y fertilización – En *A. purpuratus*, el estímulo que más se aplica es el aumento gradual de la temperatura en 5 °C por sobre la temperatura de acondicionamiento. Los óvulos son fertilizados por adición de espermatozoides en una proporción de 1:10 (óvulo: espermatozoides). La fecundidad de los reproductores, el diámetro de los huevos y el tamaño de las larvas pediveliger de *A. purpuratus*, son afectados por el origen de los reproductores (Uriarte *et al.*, 1996b).

Incubación y cultivo larvario – Después del desove, el corpúsculo polar se hace visible en los huevos esféricos. A las 12 horas, aparece la larva trocófora, a las 48 horas, se obtiene la larva veliger, con forma de “D” característica, con desarrollo completo de su sistema digestivo. A partir de esta etapa, la larva está capacitada para alimentarse por sí misma, terminando el período larvario como larva pediveliger o larva con “ojo”. En esta etapa, para obtener una alta supervivencia, crecimiento y fijación, además de una rigurosa limpieza y asepsia, se requiere controlar: temperatura del agua, cantidad y calidad del alimento, salinidad, pH y densidad de las larvas en el cultivo. La densidad de las larvas debe ser regulada a medida que avanza su desarrollo, iniciándose con densidades de 5 a 8 larvas D ml⁻¹ hasta llegar al final de la etapa larvaria premetamórfica, con densidades de 1 a 2 larvas ml⁻¹.

Agentes patógenos – De acuerdo con Araya *et al.* (1999), una de las mayores problemáticas en el cultivo de pectínidos son las altas mortalidades de larvas y postlarvas, atribuidas principalmente a infección por bacterias, en particular del género *Vibrio*. No obstante, si bien una buena filtración y una estricta limpieza son indispensables, no siempre resultan suficientes, y aparecen bacterias en los cultivos procedentes del alimento (microalgas, emulsiones, etc.), y del manejo, lo que hace necesario recurrir a los antibióticos. El antibiótico más utilizado en pectínidos es el cloranfenicol a concentraciones entre 0.25 a 8 mg l⁻¹, que tiene un amplio espectro y alta estabilidad en el agua de mar (Román y Perez, 1976; Le Pennec y Prieur, 1977) y aumenta significativamente la sobrevivencia larvaria y la sobrevivencia postmetamorfosis de *A. purpuratus* (Uriarte *et al.*, 2001). Araya *et al.* (1999), han aislado probióticos (bacterias benéficas) con el objeto de utilizarlas como alternativa a los antibióticos utilizados en los criaderos de bivalvos.

Fijación y metamorfosis – Las larvas de pectínidos se fijan cuando alcanzan un tamaño de entre 220 y 250 µm, para ello «buscan» un substrato adecuado el que reconocen y recorren reptando, durante la fase de pediveliger, a continuación ocurre la metamorfosis, en la cual la larva se transforma en una postlarva iniciando su vida bentónica. La fijación como etapa previa a la metamorfosis, produce una disminución de la materia orgánica de la larva, principalmente de las proteínas y los lípidos (Farías *et al.*, 1998), la desaparición del velo y la disminución de la tasa de filtración del alimento (Abarca y Castilla, 1997).

Cultivo postlarvario – Las postlarvas de pectínidos se fijan sobre substratos o mallas, siendo las más comunes las mangas de “Netlon”. Durante aproximadamente 45 días las postlarvas fijadas al substrato se continúan alimentando con dietas microalgales mixtas de *Isochrysis aff galbana* (clon T-Iso) y *Chaetoceros neogracile*, a una densidad microalgal de entre 80 y 100 cél µl⁻¹ (Uriarte y Farías, 1995), hacia el final de la etapa, a los 2 mm, las concentraciones algales pueden alcanzar hasta las 200 cél µl⁻¹ a densidades promedios finales de 2 postlarvas⁻¹ (Uriarte *et al.*, 1996a, b). El mayor costo que tiene el cultivo postlarvario que demora hasta 8 semanas, lo constituye el alimento, lo que se traduce muchas veces en una disminución de las tasas de crecimiento por limitación en la cantidad o en la calidad del alimento (Uriarte y Farías, 1995, 1999). Por ello, tanto la eficiencia de la producción microalgal como la búsqueda de sustitutos de las microalgas, son áreas de investigación de alto interés en la fase postlarvaria. La alimentación durante esta fase está constituida por las microalgas *Isochrysis aff galbana* (clon T-Iso) y *Chaetoceros neogracile*. La dieta microalgal puede o no estar enriquecida, complementada o suplementada con dietas inertes (Uriarte *et al.*, 1993). Uriarte y Farías (1995), utilizando una mezcla con alto contenido en proteína de T-Iso y *C. neogracile* acortaron el periodo de cultivo postlarvario de *A. purpuratus* en 15 días, para alcanzar el tamaño de presemilla de 2 a 3 mm, previo a su traslado al mar.

Transporte de semillas a los sistemas de cultivo en el mar – El traslado de semillas al lugar de engorde en el mar, es otra de las etapas críticas del cultivo de pectínidos, en donde se reportan grandes mortalidades (Bourne y Hodgson, 1991). Las semillas se pueden trasladar del criadero cuando aún son muy pequeñas (<1.0 mm) y difíciles de manipular, para bajar los costos de mantenimiento y producción de microalgas. Ello requiere que las semillas sean transportadas al mar en el mismo sustrato de fijación o colectores, dentro de contenedores con agua de mar y aireación. Una vez en el sitio de cultivo, los colectores son suspendidos en las líneas de cultivo.

El desarrollo del cultivo de ostreidos a nivel comercial

En Chile, el cultivo de las ostras se centra en dos especies: la ostra chilena (*Ostrea chilensis*) y la ostra Japonesa o del Pacífico (*Crassostrea gigas*). Las dos especies se encuentran en fase de desarrollo industrial.

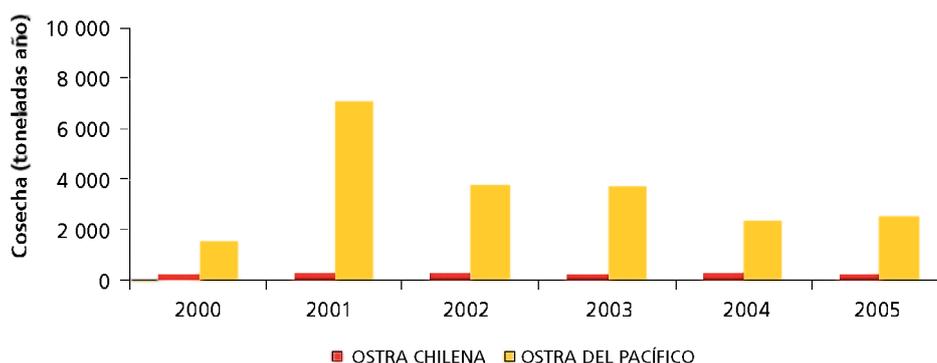
Especies que se cultivan:

I. Ostra chilena – La ostra chilena (*O. chilensis*, Philippi 1845), se distribuye entre Iquique y el estrecho de Magallanes, incluye también la costa Atlántica de Argentina, llegando hasta el norte de Brasil (Figura 10). Su distribución batimétrica va desde el intermareal hasta los 8 m de profundidad, adherida en fondos rocosos o fangosos duros (Osorio, 1979).

FIGURA 10
Ostra chilena (*Ostrea chilensis*, Philippi 1845)



FIGURA 11
O. chilensis y *C. gigas*. Producción de ostras de cultivo, ostra chilena y ostra del Pacífico, entre los años 2000 al 2005



II. Ostra del Pacífico – La ostra del Pacífico (*C. gigas*), es originaria de las costas de Japón, Corea y China (Figura 12). En Chile es una especie exótica, introducida en el año 1978.

Cultivo de ostra chilena (*O. chilensis*)

La explotación de la ostra chilena se registra desde comienzos del siglo en el Golfo de Quetalmahue (X región). Esta especie presenta fertilización interna de sus huevos con un período de incubación que se prolonga por 6 a 9 semanas, lo que impide realizar cruzamientos controlados. La producción de ostra chilena en los últimos seis años se ha mantenido en niveles bajos de producción, que se destina al mercado nacional como producto vivo.

Investigación y desarrollo en ostra chilena. En la mayor parte de las áreas IyD se observa escasa inversión en esta especie, a pesar de que su cultivo se ha visto restringido por la falta de juveniles.

FIGURA 12
Ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*, Thunberg 1793)



Otro de los problemas más serios de esta especie es su baja tasa de crecimiento con relación a otros moluscos bivalvos en la región sur-austral de Chile. La talla comercial de 50 mm, se alcanza después de los 3 años en cultivo suspendido (Winter *et al.*, 1984). La ostricultura en Chile no ha utilizado los beneficios del mejoramiento genético de la especie a través de programas de cruzamiento, debido a que tradicionalmente no se realiza reproducción artificial para la obtención de semillas, (Guiñez, 1988).

Cultivo de la ostra del Pacífico (*C. gigas*) – La historia de cultivo de esta especie supera los 350 años en Japón y fue introducida en todos los continentes debido a su gran capacidad de adaptación a las diferentes condiciones del medio. Esta especie es resistente a los cambios de temperatura, salinidad y pH, lo que la hace muy manejable en cualquier sistema de cultivo. Los principales países que realizan su cultivo son Canadá, China, Corea, Estados Unidos, Alaska, Hawaii, Tahití, Islas Palau, Australia, Nueva Zelanda, Francia, Inglaterra, Sudáfrica y Chile. En 1980 Chile produjo la primera cosecha de 80 toneladas produciéndose cerca de las 2 000 toneladas por año en la actualidad (Figura 11).

El cultivo de esta especie es similar a la del ostión del norte. Las diferencias están en las temperaturas de acondicionamiento y cultivo larvario y post larvario, que en esta especie se realiza a 25 °C. La tecnología tanto de producción en cultivo controlado, como el traslado de larvas con ojo para fijación remota en centros de cultivo para su posterior engorda es bien conocida a nivel global. El cultivo de la ostra del Pacífico en Chile se orienta a la exportación de productos congelados y fresco-refrigerados. Los principales mercados de destino de esta especie son Japón, Taiwán Provincia de China, China y Singapur.

Cultivo de bivalvos autóctonos a nivel experimental o piloto

En Chile, existen otras especies de moluscos bivalvos, que se encuentran en fase de cultivo experimental, y cuya producción, en la actualidad, está basada en la extracción de bancos naturales. Es el caso de las almejas, que comprenden 9 especies, dentro de las cuáles *Venus antiqua*, *Gari solida* y *Mulinia edulis*, se encuentran entre las especies más importantes para cultivo, mientras que otras especies como *Protothaca taca*, *Eurhomalea exalbida*, *Semele solida*, *E. rufa*, *E. lenticularis* y *Tawera gavi*, no cuentan aún con experiencias de cultivo o éstas son muy incipientes. En el caso de los pectínidos, que se encuentran en fase de desarrollo experimental, están: el ostión patagónico (*Zygochlamys patagónica*) y el ostión el sur (*Chlamys vitrea*). Entre los Mesodemácidos, se encuentra la macha (*Mesodesma donacium*) con desarrollo de cultivo en fase experimental, y entre los Solénidos, se encuentra la navaja (*Ensis macha*), también en fase de desarrollado a nivel experimental. Las principales etapas críticas que enfrenta el cultivo de estas especies en ambiente controlado, se encuentran en el control de los acondicionamientos reproductivos y en la producción de larvas y postlarvas. Los problemas más comunes en estas etapas, han sido de baja efectividad en la maduración gonadal, contaminación del cultivo larvario, bajos porcentajes de metamorfosis y escasa obtención de individuos juveniles para la engorda, sin embargo, en la mayoría de estas especies se ha conseguido cerrar el ciclo de vida.

Las especies en cultivo experimental son:

- **Almeja** – La almeja (*Venus antiqua*, King 1831), se distribuye desde Callao en Perú hasta el estrecho de Magallanes, siguiendo hacia el norte por la costa Atlántica hasta los 34° Latitud Sur (Osorio, 1979) (Figura 13). Actualmente, esta especie se encuentra en fase de transferencia tecnológica (Olavarría *et al.*, 1966; Uriarte *et al.*, 2002).
- **Culengue** – El culengue (*Gari solida*, Gray 1828), se distribuye desde Talara (Perú) hasta el Archipiélago de los Chonos (Chile), extendiéndose hacia la costa

atlántica hasta los 38° Latitud Sur (Osorio, 1979) (Figura 14). Actualmente, esta especie se encuentra en fase de cultivo experimental (Olavarría *et al.*, 1966; Uriarte *et al.*, 2002).

- **Ostión Patagónico** – El ostión Patagónico (*Chlamys Patagonica*, King y Broderip 1831), se distribuye desde Puerto Montt a Tierra del Fuego (Chile), y por el Atlántico hasta Santa Cruz, Chubut en Argentina e islas Malvinas (Osorio, 1979) (Figura 15). Actualmente, esta especie se encuentra en fase de cultivo experimental (Valladares y Stotz, 1996).
- **Ostión del sur** – La especie ostión del sur (*Chlamys vitrea*), se distribuye exclusivamente en los canales de la provincia de Magallanes, desde el Canal Messier (48° S) hasta la cuenca sur del Cabo de Hornos (55° S) (Waloszek, 1984) (Figura 16). Actualmente, esta especie se encuentra en fase de cultivo experimental.
- **Macha** – La macha (*Mesodesma donacium*, Lamarck 1818) se distribuye desde bahía Sechura (Perú) hasta el río Inio en el extremo sur de la isla de Chiloé (Chile) (Figura 17). Por la costa Atlántica alcanza, hacia el norte, hasta San Matías en Argentina (Osorio, 1979). Los ejemplares viven enterrados en zonas de arenas gruesas, a una profundidad de 13 m. Actualmente, esta especie se encuentra en fase de cultivo experimental.
- **Navaja** – La navaja (*Ensis macha*, Molina 1782), se distribuye desde Caldera hasta Magallanes, alcanzando por la costa Atlántica, el Golfo de San Matías, Argentina (Osorio, 1979) (Figura 18). Se ubica desde el submareal somero, hasta profundidades cercanas a los 20 m, formando agregaciones o bancos. Actualmente, esta especie se encuentra en fase de cultivo experimental.

CONCLUSIONES

En Chile se puede lograr la sustentabilidad del cultivo de moluscos bivalvos, que se encuentran en fase de desarrollo industrial, como también su escalamiento de aquellos en fase de desarrollo piloto y experimental, siempre y cuando:

- 1) se aumenten los fondos para Investigación y Desarrollo en áreas deficitarias de conocimientos científicos y tecnológicos, tomando en cuenta la escasa investigación básica que existe sobre diferentes especies autóctonas, de acuerdo con un reciente estudio sobre el “Diagnóstico de la Proyección de la Investigación en Chile” Proyecto FIP 2005-24 (Bravo *et al.*, 2007);

FIGURA 13
Almeja común (*Venus antiqua*, King y Broderip 1835)



FIGURA 14
Culengue (*Gari solida*, Gray 1828)



FIGURA 15
Ostión patagónico (*Chlamys patagonica*, King y Broderip 1832)



FIGURA 16
Ostión del sur (*Chalamys vitrea*, King y Broderip
1832)



FIGURA 17
Macha (*Mesodesma donacium*, Lamarck
1818)



FIGURA 18
Navaja (*Ensis macha*, Molina 1782)



- 2) se fortalezcan y modernicen los sistemas y tecnologías de cultivo para alcanzar un desarrollo productivo sustentable;
- 3) se consolide el “Cluster del Chorito Austral” y se mejore la asociatividad vertical y horizontal de las empresas;
- 4) se fomente la caracterización y trazabilidad de los moluscos bivalvos autóctonos con “denominación de origen” a través de la aplicación de herramientas biotecnológicas modernas;
- 5) se financien programas de monitoreo continuos en zonas de actividad acuícola de moluscos filtradores para el manejo apropiado de los cultivos frente a los eventos de marea roja, bacterias y virus que afectan la salud humana
- 6) se vigilen y controlen los emisarios industriales, sanitarios, urbanos y de otro tipo de cultivos de forma de proteger, con respeto mutuo, a usuarios y actividades desarrolladas en aguas del borde costero.
- 7) se protejan legalmente los semilleros naturales para todas las especies autóctonas de moluscos bivalvos, tanto comerciales como potenciales, asegurando el manejo y repoblamiento de los bancos sobreexplotados, lo que es crítico en bivalvos infaunales o enterradores;
- 8) se diversifique la producción acuícola de especies nativas, permitiendo disminuir la presión pesquera sobre algunas especies en riesgo de sobreexplotación;
- 9) se apliquen programas de selección genética de largo plazo para producir semilla de criadero seleccionada;
- 10) se integre el país a las redes de Cooperación Regional y Global, entre cuyos objetivos destaquen la propuesta de estándares internacionales de sustentabilidad de cultivos bivalvos en América Latina.

Si estas consideraciones son tomadas en cuenta las proyecciones son:

- 1) Alto impacto de la IyDyI para mejorar el rendimiento en las diferentes etapas del cultivo, asegurar la inocuidad para el ambiente y satisfacer los parámetros de seguridad alimentaria;
- 2) Concentración de la producción e integración vertical de las empresas (captación natural, cultivo, procesamiento y comercialización).

Sin embargo existen amenazas a la sustentabilidad, enfocadas principalmente en:

- 1) Contaminación con metales pesados y otros desechos industriales, sanitarios y urbanos;
- 2) Aumento de eventos de marea roja;
- 3) Exclusiva dependencia de semilla del medio natural;
- 4) Contaminación con nuevos virus y bacterias que afectan la salud humana.

Por lo tanto los desafíos para la sustentabilidad son:

- 1) Producir bivalvos de alta calidad para la nutrición y la salud humana;
- 2) Ofrecer un producto de la más alta calidad sanitaria;
- 3) Asegurar la protección del medio ambiente en las prácticas productivas;
- 5) Aplicar biotecnología y tecnologías de punta para la trazabilidad de la producción;
- 6) Fomentar el empleo digno y contribuir significativamente al bienestar de la población y la sociedad en general.

Si los desafíos se asumen con responsabilidad, las oportunidades que tienen hoy los cultivos de moluscos bivalvos en Chile como producto alimentario de alto valor nutritivo, podrán ser significativamente aprovechadas, estas oportunidades son:

- 1) la demanda mundial por alimentos de origen marino creciendo al 10 por ciento anual;
- 2) las aguas de calidad pristina del sur de Chile, incluso en las zonas de gran actividad acuícola;
- 3) la voluntad política para que Chile se convierta en una potencia alimentaria a nivel internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, A. y Castilla, J.C.** 1997. Chemical induction of settlement and metamorphosis in *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) larvae. pp 105–106. 11th *International Pectinid Workshop*, La Paz, B.C.S. México.
- Akaboshi, S. y Illanes, J.E.** 1982. Desarrollo larvario del ostión del norte, *Chlamys* (*Argopecten*) *purpuratus*. Etapa precultivo. *Informe Final Universidad del Norte*, 39 pp.
- Araya, R., Jorquera, M. y Riquelme, C.** 1999. Asociación de bacterias al ciclo de vida de *Argopecten purpuratus*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 261–271.
- Bourne, N. y Hodgson, C.A.** 1991. Development of a viable nursery system for scallop culture. In: S.E. Shumway and P.A. Sandifer (eds). *An International Compendium of Scallop Biology and Aquaculture*. World Aquaculture Society, p. 273–280, USA.
- Bravo, S., Silva, M.T. y Lagos, L.** 2007. Diagnóstico de la Proyección de la Investigación En Ciencia Tecnología de la Acuicultura Chilena. Proyecto FIP 2005–24. 265 pp.
- Farías, A. y Uriarte, I.** 2001. Effect of microalgae protein on the gonad development and physiological parameters for the scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *J. Shellfish Res.*, (20): 97–105.
- Farías, A., Uriarte I. y Varas, P.** 1997. Estudio de los requerimientos nutricionales de ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) durante el acondicionamiento reproductivo. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, Valparaíso, 32: 127–136.

- Farías, A., Uriarte, I. y Castilla, J.C.** 1998. A biochemical study of the larval and postlarval stages of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. *Aquaculture*, 166: 37–47.
- González, M.L., López, D.A., Pérez, M.C. y Castro, J.M.** 2004. Effect of temperature on the scope for growth in juvenile scallops *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). *Aquaculture International*, (10): 339–348.
- Guiñez, R.** 1988. Mejoramiento genético en recursos marinos: situación actual y perspectivas. *Investigación Pesquera* (Chile). 35: 113–121.
- Hernández, J., Uriarte, I. y Farías, A.** 2000. Estudio de las progenies de ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y la ostra del pacífico (*Crassostrea gigas*), en reproductores acondicionados con distintas calidades de dieta. *En: Memorias del XX Congreso de Ciencias de Mar. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Campus San Andrés, Concepción. 23–26 de Mayo, 2000.*
- Illanes, J.E., Akaboshi, S. y Uribe, E.T.** 1985. Efectos de la temperatura en la reproducción del ostión del Norte *Argopecten purpuratus* en la bahía de Tongoy durante el fenómeno El Niño 1982–83. *Invest. Pesq.* (Chile). 32: 167–173.
- Jeffers, I.W.** 2005. Advances in seed and culture technology. 2nd International Shellfish. Forum 3–5 July. St New Foulard, Canada. pp 1–45.
- Jenkins, R.** 1979. Mussel cultivation in the Marlborough sounds (New Zealand). 1–75.
- Le Pennec, M. y Prieur, D.** 1977. Les antibiotiques dans les élevages de larves de bivalves marins. *Aquaculture*, 12: 15–30.
- López, M.I.** 1983. *El cultivo de Ostrea chilensis en la zona central y sur de Chile. Memorias Asociación Latinoamericana de acuicultura*, 5: 117–127.
- López, H.** 1992. Cultivo intensivo de larvas de mejillón gallego (*Mytilus galloprovincialis*) con distintas dietas microalgales. AGF92-0736. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. Plan Nacional I+D, Madrid. Proyecto de Investigación.
- Navarro, J.M. y González, C.M.** 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. *Aquaculture*, (167): 315–327.
- Olavarría, E., Farías, A. y Uriarte, I.** 1996. Larval and postlarval morphometry and growth rates of the bivalves *Venus antiqua* (King & Broderip, 1835) and *Gari solida* (Gray 1828) reared in the laboratory. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 31: 197–116.
- Osorio, C.** 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biol. Pesq. Chile*, (11): 3–47.
- Osorio, C. y Bahamonde, N.** 1968. Moluscos Bivalvos en pesquerías chilenas. *Biología Pesquera, Chile*, 3: 69–128.
- Román, G. y Pérez, A.** 1976. Cultivo de larvas de vieira *Pecten maximus* (Linnaeus), en laboratorio. *Bol.Inst.Esp.Ocean.*, 233: 1–17.
- SERNAPESCA.** 2005. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Ministerio de Economía y Fomento y Reconstrucción. Sistemas de Información y Estadísticas Pesqueras. Gobierno de Chile. 134 pp.
- Toro, J.E., Alcapán, A., Ojeda, J. y Vergara, A.** 2004. Respuesta a la Selección Genética para Crecimiento en Juveniles de *Ostrea chilensis*, Phillipi (Bivalvia: Ostreidae), Mantenidos en Condiciones de Laboratorio. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 39: 53–59.
- Uriarte, I.** 2004. Desarrollo científico-tecnológico de especies no salmonídeas en Chile. *Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rias Galegas. Illa de A Toxa (O Grove), 7 e 8 de outubro do 2004*, pp 279–293.
- Uriarte, I. y Farías, A.** 1995. Effect of broodstock origin and postlarval diet on postlarval growth and physiological performance of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus*. pp. 69–72. *En: P. Lavens, E. Jaspers & I. Roelants (eds.). Larvi'95 Fish & Shellfish Larviculture Symposium. European Aquaculture Society, Special Publications N° 24, Gent, Belgium.*
- Uriarte, I. y Farías, A.** 1999. The effect of dietary protein content on growth and biochemical composition of Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (L.) postlarvae and spat. *Aquaculture*, 180: 119–127.

- Uriarte, I., Farías, A., Hawkins, A.J. y Bayne, B.L. 1993. Cell characteristic and biochemical composition of *Dunaliella primolecta* Butcher conditioned at different concentrations of dissolved nitrogen. *Journal of Applied Phycology*, 5: 447–453.
- Uriarte, I., Farías, A. y Muñoz, C. 1996a. Growth and condition index of *Argopecten purpuratus* (Lamarck) in the South of Chile. Improvement of Commercial Marine Aquaculture Species. En: G.Gajardo & P. Coutteau (eds). *Proceedings of a workshop on Fish and Mollusc Larviculture*. pp. 135–143. Impresora Creces, Santiago, Chile.
- Uriarte, I., Farías, A. y Muñoz, C. 1996b. Cultivo en hatchery y preengorde del ostión del norte, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), en el sur de Chile. *Rev.Biol. Mar. Valparaíso*, 31(2): 81–90.
- Uriarte, I., Farías, A. y Castilla, J.C. 2001. Effect of antibiotic treatment during larval development of the Chilean scallop (*Argopecten purpuratus*). *Aquaculture Engineering*, 25: 139–147.
- Uriarte, I., Gilherme, R. y Abarca, A. 2001. Producción de juveniles de Pectínidos. En: Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura Pectínidos: A.N. Maeda-Martínez (ed.) Cap. 5: 147–171.
- Uriarte, I., Farías, A. y Olavaría, E. 2002. The controlled culture of sweet clam *Gari solida* (Gray, 1828). V *Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas*. Illa de Toxa (O Grove), 10–11 de outubro do 2002. 229–231.
- Valladares, C. y Stotz, W. 1996. Crecimiento de *Chlamys patagonica* (Bivalvia: Pectinidae) en dos localidades de la region de Magallanes. *Rev Chile. Historia Natural*. 69:321–338.
- Von Brand, E., Merino, G., Abarca, A. y Stotz, W. 2006. Scallop Fishery and Aquaculture in Chile. En: *Scallop – Biology, Ecology and Aquaculture*. S.E. Shumway and G.J. Parsons (eds.) Elsevier. Chapter, 27: 1203–1314.
- Walloszek, D. 1984. Variabilitat. Taxonomie and Verbreitung von *Chlamys patagonica* (King & Broderip 1832) und Anmerkungen zu weiteren *Chamys* - Arten von der Sudspitze Sud-Amerikas (Mollusca, Bivalvia, Pctinidae). *Verbreitungen de naturwissenschaftlichen Vereins Hamburg (N.F.)*, 27: 07–276.
- Winter, J.E., Toro, J.E., Navarro, J.M., Valenzuela, G.S. y Chaparro, O.P. 1984. Recent developments, status and prospects of molluscan aquaculture on the Pacific coast of South America. *Aquaculture*, 39: 95–134.