CULTIVO COMERCIAL DE LA ALMEJA FINA CHILENA *Mulinia edulis*

Autores

Doris Oliva	Universidad de Valparaíso
Antonio Cifuentes	Universidad Católica de Valparaíso
Alejandro Abarca	Pesquera San José
Rodolfo Farlora	Universidad de Valparaíso
Paola Vera	Universidad Católica de Valparaíso
L. René Durán	Universidad de Valparaíso
Jaime Urra	Universidad de Valparaíso
Alejandra Urra	Universidad de Valparaíso
Donald Brown	Universidad de Valparaíso
Angela del Pilar Celis	Universidad de Valparaíso
Rodrigo Gutierrez	Pesquera San José

Edición y Diagramación

Andrea Aspée	Universidad de Valparaíso

INDICE DE CONTENIDOS

1 ASPECTOS BIOLÓGICOS 7
1.1 Características generales 7
1.2 Reproducción 9
1.3 Distribución geográfica 11
1.4 Pesca extractiva 11
1.5 Depredadores 12
1.6 Parásitos y epibiontes 13
1.6.1 Parásitos 13
1.6.2 Epibiontes 13

2 TECNOLOGÍA DE CULTIVO 15
2.1 Hatchery 17
2.1.1 Obtención de reproductores 17
2.1.2 Inducción a la emisión de gametos. 17
2.1.3 Fecundación. 18
2.1.4 Cultivo embrionario y larval 18
2.1.5 Cultivo de semillas (2 a 4 mm) 18
2.2 Nursery 19
2.2.1 Sistemas tipo raceway en tierra 20
2.2.2 Sistemas de fondo en el mar 21
2.2.3 Sistemas suspendidos en el mar 22
2.3 Engorda 22
2.3.1 Sistemas submareales 22
2.3.2 Sistemas intermareales 23
2.4 Cosecha 24

3 SELECCIÓN DE SITIOS DE CULTIVO 25
3.1 Factores involucrados 25
3.2 Preparación y mantención de la zona de cultivo 26

4 ASPECTOS NORMATIVOS PARA LA TRAMITACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE CULTIVO 27
4.1 Tramitación de concesiones de acuicultura para la instalación de un hatchery en propiedad fiscal. 27
4.2 Tramitación de una concesión marítima para el emplazamiento de un hatchery en terreno privado 32

5 EL NEGOCIO DE LA ALMEJA FINA CHILENA 35
5.1 Modelo de negocio 35
5.1.1 Relaciones horizontales 37
5.1.2 Relaciones verticales 39
5.2 Evaluaciones económicas de los negocios 40
5.2.1 Evaluación económica Hatcheries 40
5.2.2 Evaluación económica de los centros de engorda 41
5.2.3 Evaluación económica de la elaboración y venta de almejas. 43

6 EL MERCADO MUNDIAL PARA LAS ALMEJAS 45

PRESENTACION

Este Manual sobre el cultivo de la almeja fina chilena *Mulinia edulis* es la culminación de cinco años de trabajo de este equipo en el desarrollo de tecnologías de cultivo en nuestras almejas autóctonas.

En la búsqueda de especies de almejas apropiadas para el cultivo, analizamos empíricamente la factibilidad técnica del cultivo de *Protothaca thaca, Venus antiqua, Tawera gayi* y *Mulinia edulis*.

Las tres primeras especies citadas tienen limitaciones biológicas para su cultivo industrial debido a su marcada estacionalidad en el ciclo reproductivo. Además, en el caso de *Tawera gayi* la tasa de crecimiento de las semillas es muy lenta por lo que los costos de la engorda son insostenibles para un cultivo comercial.

Mulinia edulis, por otra parte, reune una serie de características que la hace un excelente material biológico para el cultivo. Debido a las características de su ciclo reproductivo es posible obtener emisión de gametos durante todo el año, la sobrevivencia de los cultivos larvales y postlarvas son altas y la tasa de crecimiento de las semillas permiten obtener almejas entre 12 y 18 meses dependiendo de la temperatura del agua y de la talla de cosecha.

El paquete tecnológico que hemos desarrollado incorpora (a) selección de reproductores, (b) cultivo larval, (c) cultivo de semillas y (d) engorda de semillas, temas que se desarrollan con detalle en el presente manual.

Además de que la almeja fina chilena es una especie fácil de cultivar, existe una alta demanda del producto en los mercados internacionales. Los bancos naturales por si solo no pueden dar cuenta de esta demanda y la tendencia es a la disminución de los desembarques.

Las expectativas del equipo de trabajo es la incorporación del cultivo de la almeja fina chilena como una actividad económica nueva que cuente con el reconocimiento y autorización de los servicios públicos. La transferencia del paquete tecnológico implica la incorporación de empresas al negocio diversificando sus productos, la creación de nuevas empresas y empleos, que generarán para el país un aumento en sus exportaciones.

El contenido del presente manual se ha obtenido a través de los proyectos FONDEF D98I1081, D01T2013 y del proyecto FONTEC 202-3032.

Esperamos que este manual constituya una herramienta que aporte al desarrollo de una nueva actividad económica para la industria de la acuicultura.

DORIS OLIVA / Jefe Proyecto FONDEF D01T2013

1 ASPECTOS BIOLÓGICOS

1.1 Características generales

Nombre común:
"Taquilla", "calhue", "almeja dulce" en Chile
Nombre científico:
Mulinia edulis (King & Broderip, 1832)

La almeja taquilla es un molusco bivalvo marino (Figura 1), y al igual que la mayoría de los bivalvos presenta un cuerpo blando protegido por dos valvas calcáreas unidas por la charnela, que se mantienen cerradas gracias a los músculos aductores ubicados en los extremos anterior y posterior (Figuras 2 y 3). La masa corporal está cubierta por el manto cuya función principal es la secreción de la concha. El manto se comunica con el exterior mediante el sifón inhalante que lleva el agua de mar rica en oxígeno y partículas nutritivas hacia las branquias, donde se realiza el intercambio gaseoso y donde las partículas nutritivas como microalgas y detritus orgánico son atrapadas en un mucus, siendo transportadas mediante ondas ciliares branquiales hacia los palpos labiales, que llevan finalmente el alimento a la boca; el sifón exhalante finalmente lleva el agua de mar nuevamente hacia fuera del organismo. En el borde ventral se ubica el pie, que es usado por las almejas para hundirse en el sustrato donde viven.
La almeja taquilla vive parcialmente enterrada en fondos arenosos y fango-arenosos, tolerando incluso sustratos con bajo contenido de oxígeno. Se encuentra en costas protegidas, cerca del nivel inferior de las mareas.

Phylum: MOLLUSCA
Clase: BIVALVIA Linnaeus, 1758
Subclase: HETERODONTA Neumayr, 1884
Orden: VENEROIDA H. & A. Adams, 1815
Superfamilia: MACTROIDEA Lamarck, 1809
Familia: MACTRIDAE Lamarck, 1809
Género: Mulinia Gray, 1837
Especie: *edulis* (King & Broderip, 1892)

Figura 1. Ubicación sistemática de la almeja taquilla *Mulinia edulis*

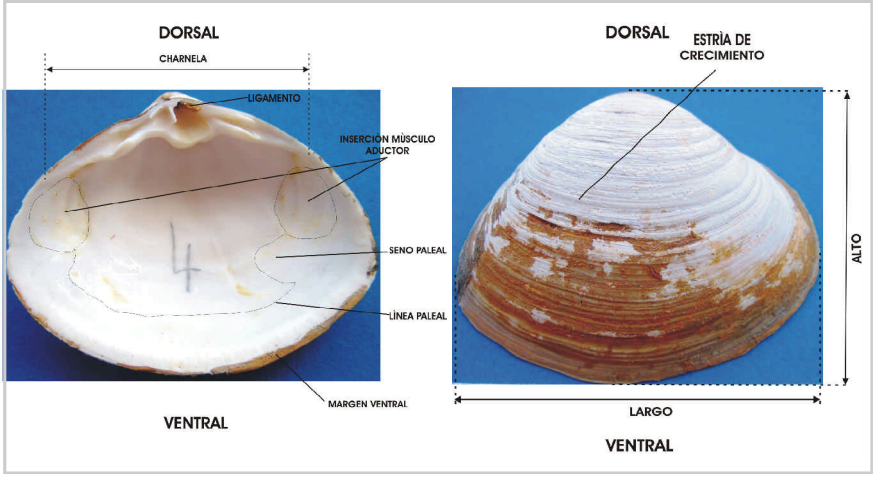


Figura 2. Foto-esquema de la concha de *Mulinia edulis* vista desde el lado interno (izquierda) y externo (derecha).

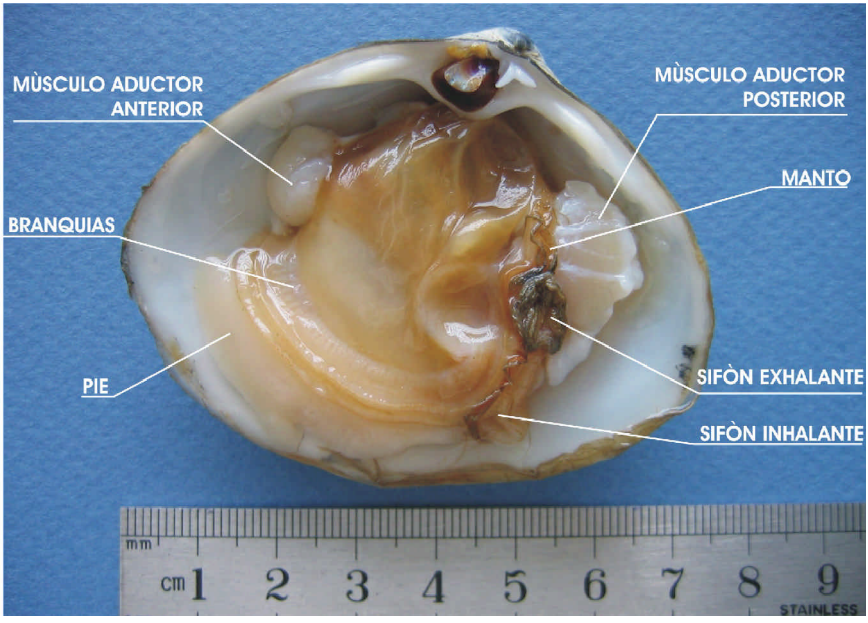


Figura 3. Foto-esquema de la anatomía interna de *Mulinia edulis*.

1.2 Reproducción

La especie tiene fecundación externa, sexos separados (sin dimorfismo externo), pudiendo distinguirse el sexo a través de la observación del color de las gónadas, presentando las hembras un color púrpura oscuro, mientras que los machos poseen una coloración anaranjada.

La gónada de *Mulinia edulis* se ubica entre el hepatopáncreas y el pie, siendo atravesada por el sistema digestivo. La pared gonadal está compuesta de un epitelio prismático monoestratificado, bajo el cual subyace tejido conectivo junto a una serie de fibras musculares orientadas en diferentes direcciones. La organización morfofuncional de la gónada es de tipo folicular, presentándose la gametogénesis desde las paredes hacia el lumen de los folículos en forma radial. Las células germinales más inmaduras se encuentran adheridas a las paredes de los folículos, mientras que las que presentan un mayor grado de madurez se ubican hacia el lumen. El tamaño de los folículos aumenta a medida que avanza el estado de madurez gonadal, llegando en muchos casos a fusionarse al alcanzar la madurez máxima. Es común la presencia de gran cantidad de células somáticas vesiculosas intrafoliculares, encontrándose mayoritariamente representadas durante los períodos de regresión gonadal, luego de la evacuación de gametos. Los diferentes estados morfológicos de la línea ger-

minal para machos y para hembras se presentan en la Figura 4.

El ciclo reproductivo es continuo sin período de reposo gonadal, presentando estados iniciales de desarrollo superpuestos con estados de regresión o evacuación de gametos, pudiendo ser también anual, dependiendo del estado fisiológico de la población. La talla de primera madurez sexual para la población de Puerto Aldea, IV región, ha sido estimada en 31,9 mm.

La fecundidad para esta especie oscila entre 425.000 y 19,35 x 10^6 ovocitos, con una media de 8,35 x 10^6 ovocitos. El tamaño de los ovocitos emitidos en el laboratorio es de 55,5 ± 2,2 mm.

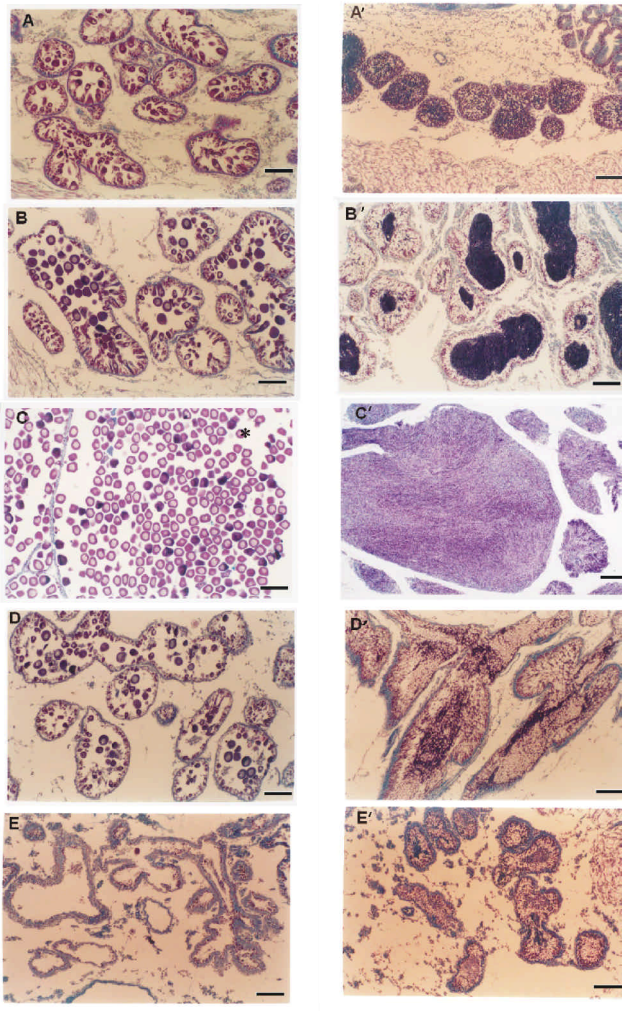


Figura 4. Fotomicrografías de los distintos estados histológicos de las gónadas de hembras (columna izquierda) y machos (columna derecha) de *Mulinia edulis*. Aumento 100X, barra 100mm.

A-A´: Madurez inicial**; B-B´:** Madurez avanzada**; C-C´:** Madurez total**; D-D´:** Regresión inicial**; E-E´:** Regresión total.

1.3 Distribución geográfica

La especie se encuentra desde Callao, Perú, hasta el Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego.

1.4 Pesca extractiva

A partir del año 1994 los anuarios estadísticos del Servicio Nacional de Pesca incluyen a la especie bajo el nombre común de "taquilla", separándola de la categoría previa que agrupaba a varias especies de almejas. Los desembarques presentan grandes variaciones desde el año 1994 a la fecha, registrándose los mayores registros históricos para el año 2002, con 7034 toneladas (Figura 5). La pesca del recurso es realizada exclusivamente por el sector artesanal, en caletas ubicadas en la IV, VII, VIII y X regiones. La talla mínima legal de extracción para todas las especies de almejas en Chile es de 5,5 cm de longitud.

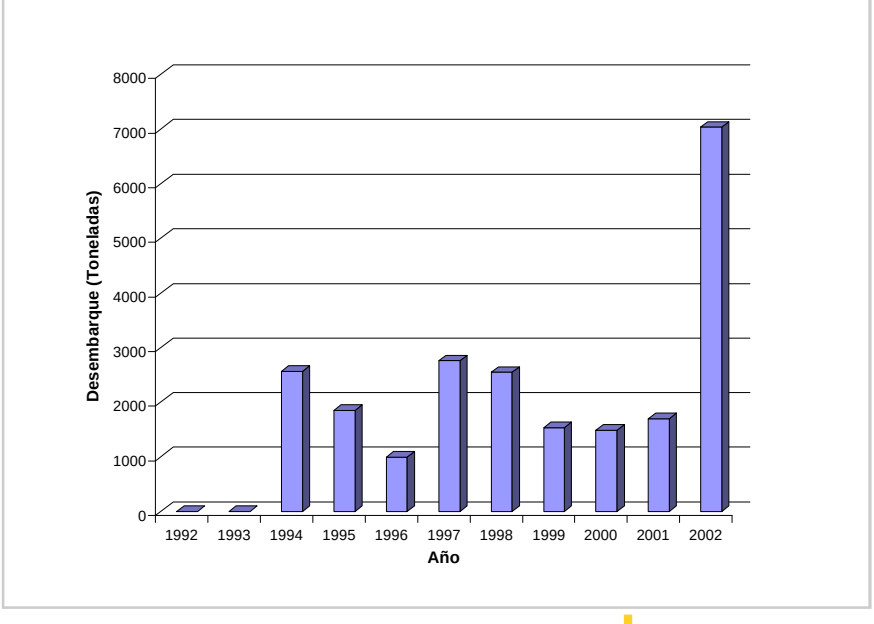


Figura 5. Desembarques de la almeja taquilla *Mulinia edulis* en Chile.

1.5 Depredadores

En los sistemas de cultivo de engorda submareales e intermareales de la almeja taquilla se han encontrado depredadores de distintos grupos principalmente moluscos gastrópodos de los géneros *Argobuccinum*, *Xanthochorus* y *Nassarius* (Figura 6); y crustáceos decápodos de los géneros *Cancer* y *Mursia* (Figura 7).

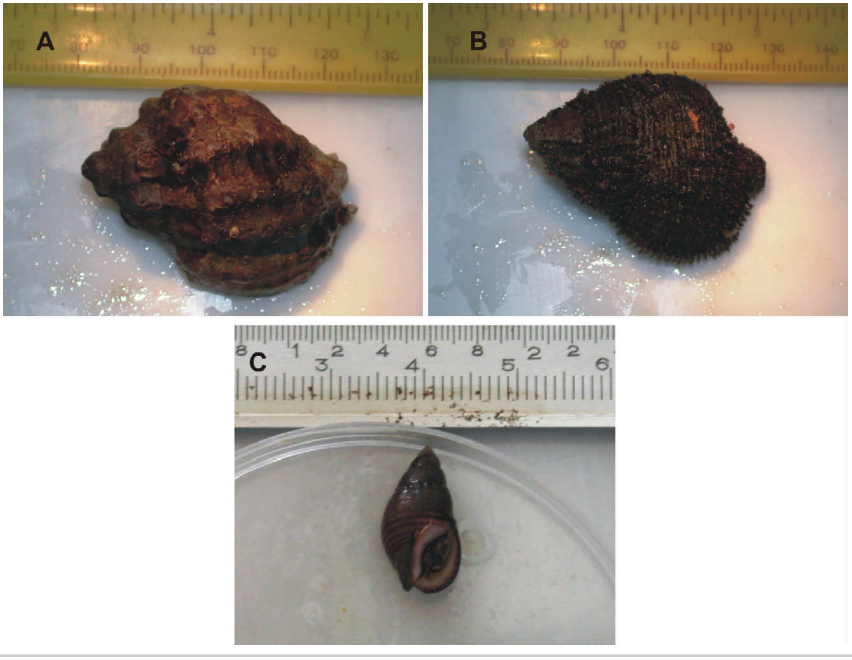


Figura 6. Caracoles depredadores comunes de la almeja *Mulinia edulis* encontrados en sistemas de cultivo submareal de la IV región (**A** y **B**) e intermareal de la X región (**C**). **A.** *Xanthochorus crassidiformis.* **B.** *Argobuccinum* (*Priene*) *rude*. **C.** *Nassarius gayi*.

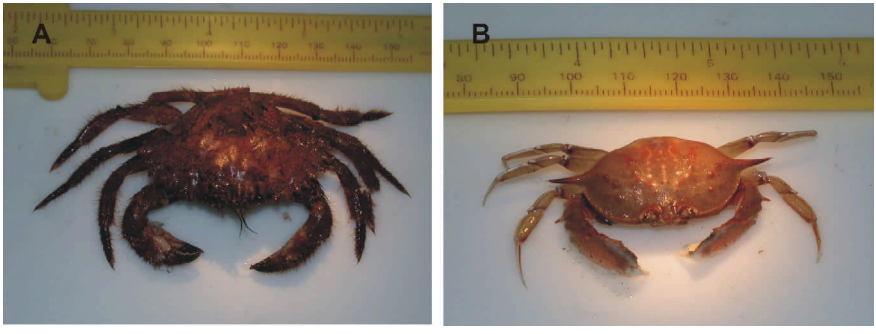


Figura 7. Crustáceos decápodos depredadores comunes de la almeja taquilla *Mulinia edulis*, encontrados en sistemas de cultivo submareal de la IV región. **A.** *Cancer Polyodon*. **B.** *Mursia gaudi chaudi.*

1.6 Parásitos y epibiontes

1.6.1 Parásitos

Se ha observado la presencia de larvas enquistadas de tremátodos, en un estado juvenil denominado *metacercaria*. La almeja actuaría como huésped intermediario, desarrollándose el estado adulto del parásito una vez que alcanza el hospedador final, altamente especie-específico (no afecta al ser humano). No se han encontrado infestaciones masivas ni efectos dañinos de estos parásitos sobre los individuos de *Mulinia edulis* observados.

1.6.2 Epibiontes

Los poliquetos espiónidos de los géneros *Polydora*, *Dipolydora* y *Boccardia* junto a otros géneros relacionados (*Carazziella*, *Boccardiella*, *Pseudopolydora*, *Tripolydora* y *Amphipolydora*) son colectivamente denominados polidóridos, siendo conocidas muchas especies de los géneros *Polydora* y *Dipolydora* debido a su capacidad de perforación en sustratos calcáreos, tales como conchas de moluscos, corales y algas coralinas.

Se ha encontrado que *Polydora bioocipitalis* Blake & Woodwick, 1972 habita en las valvas de la almeja *Mulinia edulis*, provenientes de la población de Puerto Aldea, IV región, no existiendo información precisa sobre su prevalencia o nivel de infestación. La presencia de *P. biooccipitalis* en la almeja *M. edulis* se manifiesta en la formación característica de ampollas en la zona umbonal.

Es importante destacar que la presencia de poliquetos en las conchas de moluscos no genera necesariamente un efecto negativo en la especie afectada; sin embargo, altos niveles de infestación causan un debilitamiento de la concha y pueden llegar a ser perjudiciales para los organismos afectados.

2

TECNOLOGÍA DE CULTIVO

El proceso de producción de la almeja taquilla está formado por tres etapas consecutivas: Hatchery, nursery y engorda. Cada etapa esta diseñada para producir almejas de un tamaño específico, con el objetivo final de generar un producto de óptima calidad para satisfacer la demanda de los mercados de destino. (Figura 8). Un esquema del desarrollo de la almeja taquilla en cultivo se presenta en la Figura 9.

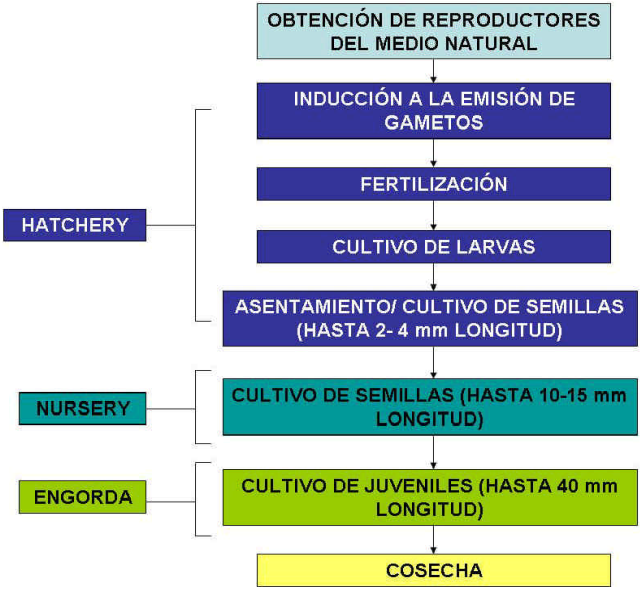


Figura 8. Esquema de las etapas de producción de cultivo de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

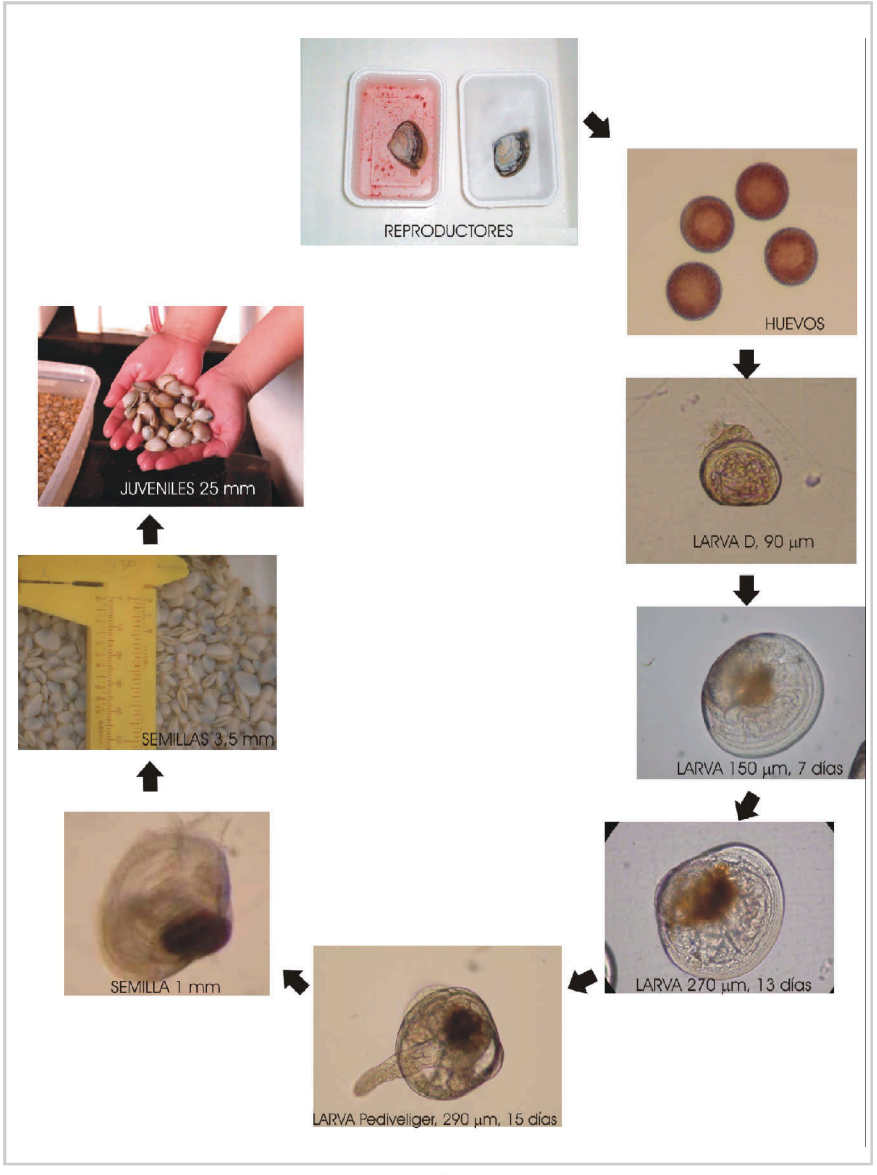


Figura 9. Desarrollo de la almeja taquilla *Mulinia edulis* en cultivo.

2.1 Hatchery

2.1.1 Obtención de reproductores

Los reproductores son obtenidos mediante buceo semi-autónomo con equipo hooka, desde bancos naturales identificados geográficamente en un proyecto anterior (FONDEF D98I1081). La presencia de ejemplares maduros durante la mayor parte del año en el medio natural facilita la obtención de reproductores susceptibles de ser inducidos a la emisión de gametos en diferentes temporadas. Una vez extraídos, los ejemplares son trasladados en seco al hatchery en cajas de styrofoam a baja temperatura (usando "ice pack's"). Una vez en el hatchery, los individuos son mantenidos en estanques de polivinilcarbonato de 100 litros, con suministro continuo de aire y de agua de mar filtrada (15º-18º C), con la finalidad de propender la expulsión de arena.

2.1.2 Inducción a la emisión de gametos.

La inducción a la emisión de gametos se realiza por medio de variaciones sucesivas de temperatura, depositando a los ejemplares en bandejas de 30 litros con de agua de mar temperada (22-24 ºC), para luego transferirlos a otras bandejas con agua de mar a temperatura ambiente (16-18 ºC). Este procedimiento se repite hasta el comienzo de la emisión. Las emisiones masculinas presentan una coloración blanquecina, mientras que los desoves son de color rojo (Figura 10)

Una vez que los animales comienzan a emitir sus gametos, son separados por sexo y colocados en recipientes con agua de mar microfiltrada (1ìm) y esterilizada con luz ultravioleta.

Figura 10. Emisión de gametos (Izquierda hembra, derecha macho) de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.1.3 Fecundación.

La fecundación se realiza mezclando la suspensión de ovocitos en agua de mar microfiltrada con algunas gotas de la suspensión de espermatozoides, en una proporción de 1:5 a 1:10 espermatozoides/ovocitos. Los recuentos de los gametos se realizan bajo en microscopio óptico. En el caso de los ovocitos, se utiliza una cámara de recuento Sedgwick-Rafter de 1 ml, mientras que para los espermatozoides, los recuentos de suspensiones diluidas se realizan en un hemocitómetro de 0,1 ml.

Después de realizada la fecundación, los huevos son lavados en intervalos de 30 min. En los tres primeros lavados se remueve el tercio superior (sobrenadante) de agua del recipiente, rellenando cada vez la fracción extraída con agua de mar microfiltrada y esterilizada. Finalmente los huevos son filtrados utilizando tamices de 50 µm y 125 µm, con la finalidad de eliminar los restos de espermatozoides y tejido gonádico.

La incubación de los huevos se realiza en estanques rectangulares de 100 L con agua de mar microfiltrada, sin aireación ni alimentación, a una densidad de 20 huevos/ml.

2.1.4 Cultivo embrionario y larval

Una vez aparecidas las larvas velígeras, estas son retenidas utilizando un tamiz de 50 µm, siendo posteriormente colocadas en estanques cónicos de 500 litros, con agua de mar microfiltrada y esterilizada con luz ultravioleta, a una temperatura de 18 ± 1°C. Se realizan recambios totales de agua cada 48 horas, utilizando tamices de entre 50 y 220 µm, dependiendo del tamaño de las larvas. La densidad de cultivo recomendada es de 10 larvas/ml.

Como alimento inicial de las larvas, se administra la microalga *Isochrysis* aff. *galbana* (Clon T-ISO) a una concentración de 25000 cél/ml/día. Transcurridos 12-14 días, se proporciona una mezcla de *Isochrisis* aff. *galbana*- *Chaetoceros gracilis* a una concentración de 50.000 cél/ml/día. La duración de esta etapa de cultivo es de 14-16 días.

2.1.5 Cultivo de semillas (2 a 4 mm)

Este período comprende desde el asentamiento y metamorfosis de las larvas pedivelígeras (0,27-0,29 mm) hasta la obtención de semillas de 2-4 mm de longitud valvar.

Las larvas pedivelígeras son cultivadas en el laboratorio en bandejas de madera cubiertas con resina, de 100 x 50 x 10 cm, con una capa de 2 cm de arena en el fondo, donde ocurre su asentamiento. Las bandejas son llenadas con 50 L de agua de mar microfiltrada (1 mm) y esterilizada (radiación UV) a una temperatura de 18 ± 1°C, realizándose recambios totales de agua cada 48 horas. Como alimento se utilizan las microalgas *Isochrysis galbana* y *Phaeodactylum tricornutum*, en una proporción de 9:1, con raciones de 50.000- 100.000 cél/ml/día. La densidad recomendada es de 10 semillas /cm^2 (Figura 11), con una duración de aproximadamente 30-45 días.

Figura 11. Bandejas de madera con arena para el cultivo de semillas de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.2 Nursery

Esta etapa de cultivo considera el crecimiento de las semillas provenientes del hatchery hasta una talla apropiada, que maximice su supervivencia, en los sistemas de engorda en el mar. La utilización del nursery reduce los costos asociados a la mantención de las semillas en sistemas intensivos en el hatchery, debido al uso de agua "cruda" (sin filtrar), que permite el aprovechamiento del alimento naturalmente presente en el agua de mar.

Las semillas de 2-4 mm son mantenidas hasta alcanzar un talla de 10-15 mm para luego ser transferidas a los sistemas de engorda en el mar. La duración de esta etapa es de aproximadamente 45 días. La densidad recomendada varía entre 0,5 y 1,5 semillas/cm^2, de acuerdo con el sistema a emplear. Densidades mayores pueden alcanzarse para los sistemas con flujo continuo (tipo raceway), adicionando de ser necesario, alimento artificial adicional, y pasando de un sistema de tipo abierto a uno de tipo semi-abierto, sin flujo durante la alimentación, para evitar la pérdida de microalgas. Se han probado tres tipos de sistema de nursery, los cuales se describen a continuación:

2.2.1 Sistemas tipo raceway en tierra

Los sistemas raceway en tierra proveen un ambiente controlado en que las semillas pueden crecer hasta alcanzar un tamaño menos vulnerable a las variaciones ambientales y a la acción de los predadores, que pueden redundar en niveles inaceptables de mortalidad.

Los sistemas consisten en bandejas rectangulares de madera cubiertas con resina, de 100 x 50 x 10 cm, con una capa de arena de 2 cm de espesor en el fondo, donde son distribuidas las semillas. Por un extremo de las bandejas se bombea agua cruda, de manera de establecer un flujo horizontal a través de las semillas (Figura 12), aprovechando el aporte natural de alimento.

Figura 12. Sistemas de cultivo tipo raceway, para la etapa de nursery de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.2.2 Sistemas de fondo en el mar

Este método de cultivo consiste en la colocación de las semillas provenientes desde el hatchery directamente en sistemas sumergidos en el mar.

Los sistemas utilizados son bandejas de polietileno de alta densidad (HDPE) de 57 x 40 x 20 cm, con una capa de arena de 4 cm (Figura 13). Las semillas se distribuyen en el fondo de las bandejas, siendo posteriormente cubiertas con una malla plástica de 10 mm de abertura. Finalmente, las bandejas se fijan en un marco de fierro galvanizado anclado en el fondo, para evitar su volcamiento por efecto de las corrientes.

Se debe considerar un especial cuidado en la selección del lugar donde se instalarán los sistemas de fondo, procurando sitios protegidos de las corrientes y de la acción de las olas. Se deben preferir fondos someros, a fin de que las semillas cuenten con suficiente alimento (microalgas), lo que facilita además su manipulación y cosecha.

Figura 13. Bandeja para el cultivo de fondo de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.2.3 Sistemas suspendidos en el mar

Los sistemas de cultivo suspendido consisten en bandejas de polietileno de alta densidad (HDPE) de 57 x 40 x 20 cm, con orificios laterales para mejorar la circulación del agua, que son colgadas una sobre otra con una separación de 50 cm mediante un cabo de 8 mm amarrado desde sus extremos (Figura 14). Las semillas son colocadas dentro de bolsas de malla de 2 mm de abertura, con arena como sustrato. Las bandejas son enganchadas mediante tirantes a una línea madre sumergida, manteniéndose a una profundidad media de 2 m desde la superficie.

Figura 14. Sistema de cultivo suspendido en bandejas para la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.3 Engorda

Existen dos modalidades de engorda que han sido probados para el cultivo de la almeja taquilla: Submareal e Intermareal, las cuales se describen a continuación.

2.3.1 Sistemas submareales

Los sistemas de engorda submareales consisten en jaulas compuestas de un armazón de fierro de 8 mm de grosor, revestido en polietileno, de 200 x 100 x 30 cm. En la base y paredes (hasta los 10 cm de alto) se coloca una malla arpillera que permite retener la arena, y desde los 10 a los 30 cm de altura la pared y la tapa superior están formadas por una malla plástica de 10 mm de abertura, que permite una mejor circulación del agua y los sedimentos del lecho marino, reduciendo la posibilidad de embancamiento de los sistemas (Figura 15).

Al igual que en la etapa de nursery en sistemas de fondo, debe prestarse especial cuidado en la selección del lugar donde se instalarán los sistemas de fondo, procurando sitios protegidos de las corrientes y de la acción de las olas. Se deben preferir fondos someros, a fin de que las semillas cuenten con suficiente alimento (microalgas), lo que facilita además su manipulación y cosecha.

Figura 15. Corral para el cultivo de engorda submareal de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.3.2 Sistemas intermareales

Los sistemas de engorda intermareales corresponden a jaulas idénticas a las utilizadas para la engorda submareal, las cuales son emplazadas en un nivel cercano a la más baja marea (Figura 16). Estos sistemas son efectivos pero tienen un alto valor al escalar la producción a nivel comercial, por lo que se planea la instalación de sistemas alternativos, consistentes en una red de 0,5 cm de abertura de poro, en doble capa para una mayor durabilidad, que se dispone directamente sobre el sustrato, sobre la cual se colocan las semillas. La red se pliega sobre las semillas cubriéndolas para protegerlas de la acción de los depredadores, siendo las esquinas estacadas al sustrato.

Esta modalidad de cultivo tiene la ventaja de permitir un mayor grado de manejo de los sistemas a un menor costo, ya que las actividades de mantención (remoción de depredadores, reparación de los sistemas de cultivo, remoción del fouling, etc) no requieren de operadores de buceo.

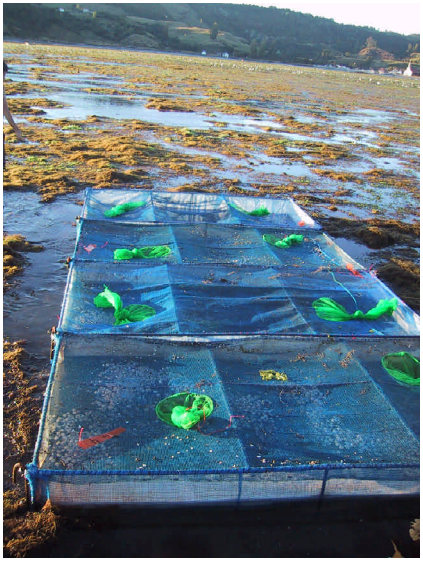


Figura 16. Corrales para la engorda intermareal de la almeja taquilla *Mulinia edulis*.

2.4 Cosecha

La cosecha se realiza manualmente, utilizando rastrillo con un espaciamiento preciso entre los dientes (Figura 17) de acuerdo al tamaño deseado de las almejas a extraer. La red de protección de los predadores es desplegada, extrayendo las estacas que la mantienen fija al fondo (o bien moviendo la tapa protectora en el caso de los sistemas de cultivo en jaula), la horquilla se introduce en el sustrato y las almejas se remueven, siendo almacenadas durante el proceso de la recolección en "chinguillos", para ser llevadas posteriormente a la orilla.

Figura 17. Rastrillo utilizado para la recolección manual de almejas.

3

SELECCIÓN DE SITIOS DE CULTIVO

3.1 Factores involucrados

La selección de un sitio para el cultivo de moluscos bivalvos, tanto en ambientes intermareales, submareales o de tipo suspendido, debe considerar una serie de factores que tienen directo impacto sobre los organismos de cultivo y sobre las operaciones relacionadas. Como un paso inicial en la evaluación de un sitio de cultivo, se debe colectar información del área en cuestión, siendo los principales parámetros ambientales (biofísicos) a considerar los siguientes (Figura 18)

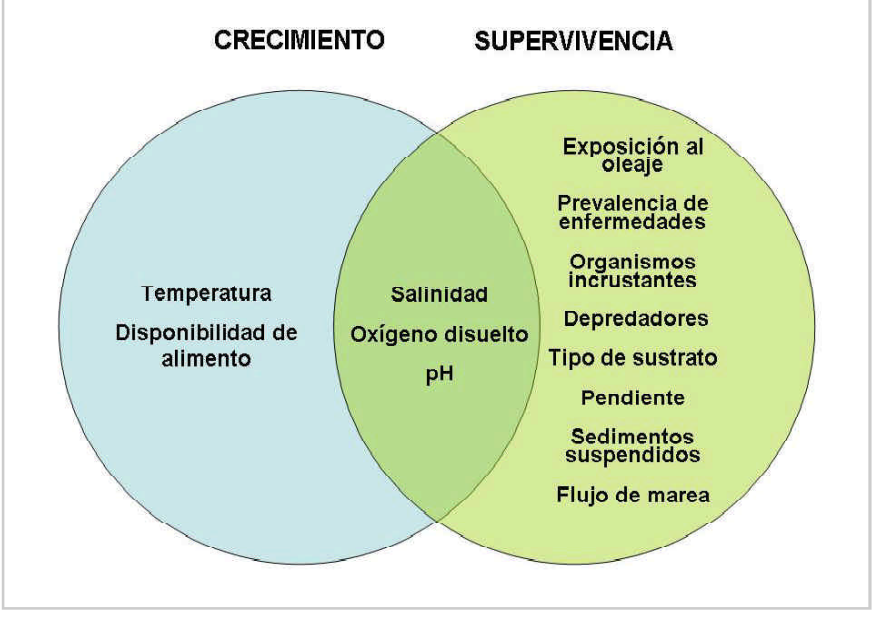


Figura 18. Factores que afectan el crecimiento y supervivencia en el cultivo intermareal de moluscos bivalvos (Modificado Cross & Kingzett ,1992 y Paesanti & Pellizato, 2000).

La temperatura y disponibilidad de alimento afectan directamente el crecimiento de los moluscos bivalvos, mientras que la exposición al oleaje, sedimentos suspendidos, prevalencia de enfermedades, organismos incrustantes, depredadores, tipo de sustrato, pendiente y la ubicación de los sistemas de engorda intermareal en relación con la marea baja, afectan directamente su supervivencia. La salinidad, oxígeno disuelto y pH por su parte afectan indirectamente el crecimiento y supervivencia de los bivalvos en cultivo.

Los cultivadores deben recolectar información en diferentes épocas del año, en orden de establecer la estacionalidad de todos, o de un subgrupo, de los parámetros biofísicos relacionados.

3.2 Preparación y mantención de la zona de cultivo

Una vez que la zona ha sido seleccionada, asumiendo que cumple con los criterios biofísicos, el área de cultivo intermareal debe ser preparada adecuadamente. De modo similar a los predios agrícolas en que los terrenos son arados y limpiados, los terrenos intermareales de playa requieren una manipulación y preparación previa a la siembra de las semillas de almejas. Junto a lo anterior, deben tomarse medidas para minimizar el daño causado por la acción del oleaje y las tormentas, así como para controlar a los depredadores.

La acumulación de fouling en los sistemas intermareales debe ser controlada, removiendo cada cierto tiempo los organismos, fundamentalmente macroalgas, que cubren las redes de los sistemas.

4

ASPECTOS NORMATIVOS PARA LA TRAMITACIÓN Y OPERACIÓN DE CENTROS DE CULTIVO

La administración de esta actividad, esta centrada en la Subsecretaria de Pesca (**SUBPESCA**), no obstante participan de modo importante de esta actividad:

- Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (**DIRECTEMAR**)
- Subsecretaria Marina (**SUBMARINA**)
- Servicio Nacional de Pesca (**SERNAPESCA**)
- Subsecretaria de Pesca (**SUBPESCA**)
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (**CONAMA**)
- Contraloría General de la República (**CGR**)

Las concesiones pueden ser de porción de agua y fondo, playa, terreno de playa y roca.

4.1 Tramitación de concesiones de acuicultura para la instalación de un hatchery *en propiedad fiscal.*

En el caso que la instalación (hatchery) se localice en terreno de playa de propiedad fiscal, correspondiente a los 80 metros sobre a la marea más alta, se deberán realizar los siguientes pasos para su emplazamiento (Figura 19).

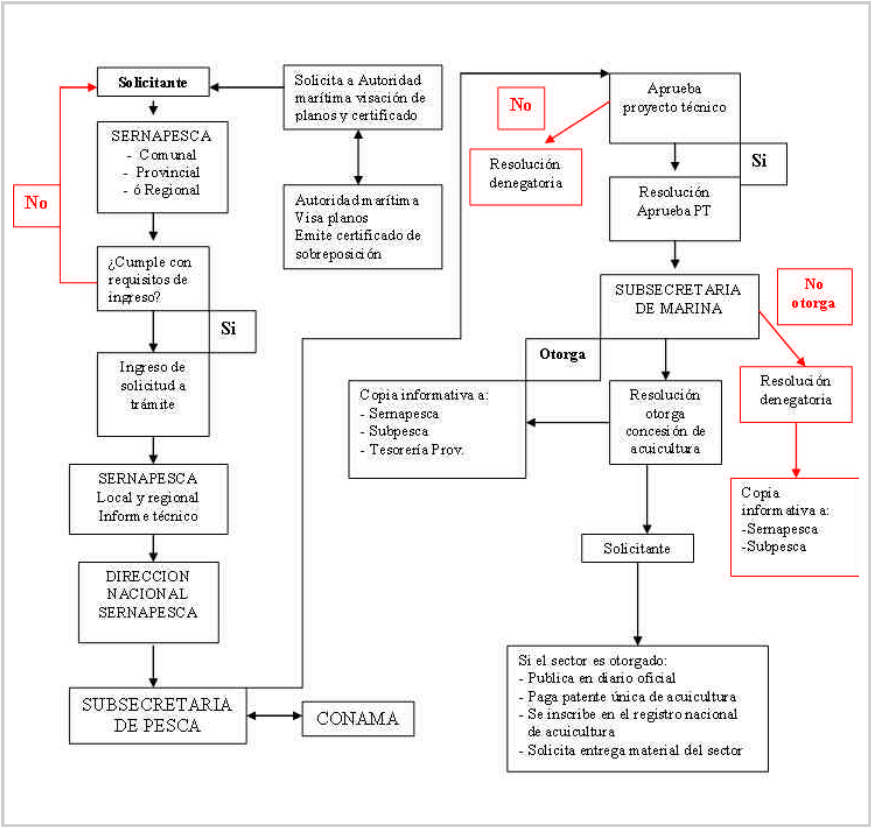


Figura 19. Flujo de trámites a seguir para la instalación de un hatchery en terreno de playa de Propiedad Fiscal.

PASO 1

- El titular presenta el requerimiento en la Capitanía de Puerto (DIRECTEMAR), quien certifica que los planos han sido elaborados conforme a las especificaciones técnicas señaladas en el Artículo 10 del reglamento y devuelve tres ejemplares para su presentación el SERNAPESCA.
- El certificado debe indicar si existe o no sobreposición con cualquier otro tipo de concesión o destinación ya otorgada o en trámite

Con relación a los planos:

a) De ubicación geográfica:

- Se realiza en base a las cartas o planos que definen las áreas aptas para el ejercicio de la acuicultura (**AAA**).
- Se debe mantener la grilla o cuadrícula geográfica y la escala original de las cartas.

b) De la concesión:

En escala de 1: 1000 ó 1: 5000 debe tener:

- Norte geográfico
- Grilla o cuadrícula geográfica
- Cuadro de coordenadas de los vértices referidas a las cartas en que fueron fijadas las (AAA)
- Nombre del peticionario
- Nombre del profesional responsable

La elaboración de los planos, se hará en base a las instrucciones hidrográficas editadas para este efecto por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, publicación SHOA Nº 3108.

Tratándose de terrenos de playa, se deberá indicar en el plano la línea de más alta marea y la de más baja marea, o la línea de aguas máximas y mínimas, según corresponda, como así mismo la línea de los 80 metros correspondientes al terreno de playa.

PASO 2

Antecedentes a presentar en SERNAPESCA: (Post-retiro del formulario)

1- Fotocopia del RUT del solicitante y de la cédula nacional de identidad cuando se trate de personas naturales.

2- Juego de planos (Ubicación y concesión).

3- Certificado emitido por la autoridad marítima.

4- Personas jurídicas, deben acreditar su existencia legal y poderes de su representante.

5- Los estatutos sociales de las personas jurídicas, deben contener dentro de su giro el ejercicio de las actividades de la acuicultura.

6- Proyecto técnico firmado en original, de acuerdo con el formulario de SERNAPESCA.

7- Cuando se trata de terrenos de playa, copia autorizada de la inscripción de dominio a nombre del fisco, con certificado de vigencia.

8- Se puede acompañar un informe que acredite la ausencia de bancos naturales.

El proyecto técnico:

1- Identificación del solicitante.

2- Tipo de solicitud (Nueva ó modificación).

3- Antecedentes del sector (Ubicación, coordenadas geográficas, superficie, carta de referencia, tipo de concesión, profundidad del sector).

4- Tipo de cultivo, tipo de alimento, especie o grupo de especies a cultivar, etapa del cultivo.

5- Cronograma de actividades (Estructuras del cultivo, ejemplares a incorporar, programa de producción).

6- Firma (De puño y letra en original).

Ingreso a trámite:

SERNAPESCA ingresa a trámite, sólo cuando se da cumplimiento a todos los requerimientos señalados anteriormente.

Se asigna un número de solicitud, fecha y hora de ingreso, que determinaran su prelación

PASO 3

Si el SERNAPESCA aprueba la ficha técnica, remite el expediente a la SUBPESCA.

Evaluación de la **SUBPESCA**:

1- Revisa computacionalmente solicitud, sobreposición y distancias

2- Evaluación cartográfica

3- Evaluación del proyecto técnico y cronograma de actividades

Si la solicitud es evaluada como técnicamente apta, se solicita al interesado que ingrese al sistema de evaluación de impacto ambiental (**SEIA**) mediante la **CONAMA** en un plazo de 150 días.

(*) **Nota**: Los hatchery de moluscos, entran directamente al SEIA y solamente deben cumplir con una declaración de impacto ambiental.

PASO 4

Otorgamiento de Concesión
La SUBPESCA remite el proyecto a la SUBMARINA, ente dependiente del Ministerio de Defensa Nacional.

1- Las concesiones de acuicultura son otorgadas por la Subsecretaria de Marina

2- El otorgamiento se realiza mediante una resolución

3- La resolución se dictará en un plazo de 90 días, contado desde que se reciban los antecedentes emitidos por la Subsecretaria de Pesca.

4- La resolución esta sujeta a trámite de toma de razón el la Contraloría General de la República.

PASO 5

Deberes del solicitante una vez otorgada la concesión

1- Publicar el extracto de la resolución dictada por la Subsecretaria de Marina, en el diario oficial en un tiempo de 45 días.

2- Pagar la patente única de acuicultura en la Tesorería General de la Republica.

3- Inscribir la concesión en el Registro Nacional de Acuicultura, que lleva el Servicio Nacional de Pesca.

4- Solicitar a la autoridad marítima la entrega de materiales del área concebida, previa presentación de planos de coordenadas GPS en base a publicación SHOA (90 días desde la publicación)

Tiempo de tramitación para la obtención de una concesión: 2 años, que va desde la presentación de planos en la Autoridad Marítima hasta la resolución dictada por la Subsecretaria de Marina. El costo asociado para la obtención de los documentos a ser presentados en los servicios públicos es de $2.500.000 aproximadamente.

4.2 Tramitación de una concesión marítima para el emplazamiento de un hatchery en terreno privado

En caso que la instalación se localice en terreno particular, solamente de debe solicitar una concesión marítima para la instalación de una cañería de aducción, la cual tendrá que cruzar el terreno de playa para su funcionamiento.
Los pasos administrativos para la obtención de la concesión son:

PASO 1

Solicitar en la capitanía de puerto (perteneciente a la DIRECTEMAR) la extensión de un informativo a trámite, con el propósito de solicitar una concesión marítima para la instalación de una cañería de aducción. (Visita a terreno)

PASO 2

Una vez extendido el documento por el Capitán de Puerto, este da a conocer en el expediente los certificados que se deben presentar. En relación a los certificados, estos deben ser tramitados en las siguientes instituciones:

- Servicio de impuestos internos (**SII**)
- **SEREMI** de Vivienda y Urbanismo (en caso que la instalación sea en zona rural)
- **SEREMI** de Obras Públicas (en caso de zona rural)
- Dirección de Obras Municipales
- Servicio Nacional de Turismo (**SERNATUR**)
- Servicio Nacional de Pesca

Si se trata de una persona jurídica, se deberá presentar además de los certificados ya mencionados los siguientes:

- Certificado de constitución de la sociedad
- Certificado de vigencia
- Fotocopia Rut legalizada ante notario
- Mandato poder notarial del representante

PASO 3

Recopilada toda la información, el capitán de puerto revisa la documentación. Si se aprueba, el capitán visa y folia el expediente para su presentación.

PASO 4

Posterior a esta etapa, se debe concurrir nuevamente al SERNAPESCA, donde se procederá a llenar un formulario técnico el cual contiene las siguientes especificaciones:

- Identificación del solicitante
- Antecedentes del sector : Ubicación, coordenadas geográficas, Plano en el cual se basan las coordenadas (carta SHOA), Abastecimiento y descarga de aguas
- Aspectos técnicos: Nombre común, científico, etapa de cultivo y procedencia de la especie, tipo de estructuras, número de ejemplares, producción anual proyectada.
- El proyecto debe someterse al sistema de evaluación ambiental (CONAMA) para obtención de una declaración de impacto ambiental.

PASO 5

El Servicio Nacional de Pesca, de ser aprobado el proyecto, le proporciona todos los antecedentes al solicitante para que este inscriba la concesión en el Registro Nacional de Acuicultura (RGA), para su posterior utilidad.

El tiempo de tramitación para la obtención de una concesión marítima es de aproximadamente un año, desde la presentación de certificados en la Autoridad Marítima hasta la resolución dictada por la Servicio Nacional de Pesca. El costo asociado para la obtención de los documentos a ser presentados en los servicios públicos es de $2.000.000 aproximadamente.

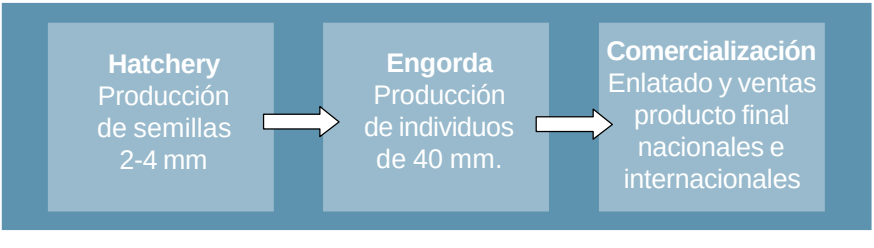
5

EL NEGOCIO DE LA ALMEJA FINA CHILENA

5.1 Modelo de negocio

El negocio de producción de la almeja fina chilena se visualiza bajo el concepto de cluster productivo, ya que para su conformación y éxito se requieren varios negocios asociados en redes verticales y horizontales, creando valor a través del conocimiento tecnológico aplicado a los negocios productivos de almeja. De esta manera, se espera conformar un polo regional-cluster que sea capaz de competir con otros de la misma magnitud a nivel internacional, evitando la competencia de empresas a nivel local.

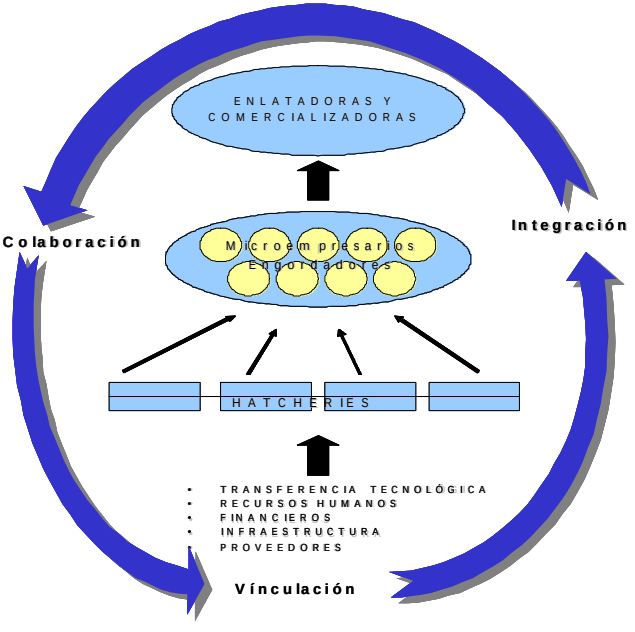
Para la producción y comercialización del producto almeja se requiere la existencia básica de 3 negocios productivos: hatchery, cultivo y comercialización de almejas.



Cada negocio estará conformado por un grupo de empresas formando una red cuyas características y relaciones serán establecidas en relaciones horizontales. Además estos grupos de empresas conformando cada negocio productivo formarán una red que las relacionará en forma vertical, ambas redes interrelacionadas tendrán el soporte técnico de la Universidad de Valparaíso. Este cluster de producción de almejas en redes interrelacionadas será un mecanismo de cooperación entre productores, que se afiliarán en forma voluntaria, manteniendo su independencia jurídica y autonomía gerencial, pero que serán favorecidos en su integración por su acción organizada en conjunto. Su eje principal será el consumidor final y su objetivo será lograr un mayor valor agregado en el producto (en cuanto a su calidad, tamaño y disponibilidad de acuerdo a requerimientos del cliente), una mayor competitividad del sistema integrado y una mayor velocidad de reacción ante los cambios de su entorno.

La conformación de este cluster productivo además generará una serie de ventajas para la región y el país, como la preservación y fortalecimiento del tejido industrial, fortalecimiento de las cadenas productivas, fomento del empleo en zonas rurales, mejora del financiamiento para la zona rural, atracción de nuevos capitales, mejora de la vinculación entre el sector público (Universidad) con el privado, entre otros.

MODELO DE CLUSTER
NEGOCIO DE ALMEJA *Mulinia edulis*



5.1.1 Relaciones horizontales

Hatchery: Empresas de producción de semillas

En Chile existen 8 hatcheries autorizados para la producción de semillas de moluscos, de los cuales San José es el único productor de semillas de almejas actualmente, debido a su trabajo conjunto con la Universidad de Valparaíso para desarrollar este paquete tecnológico. Lo que se espera es la incorporación planificada de al menos 3 hatcheries más a la producción de semillas, empresas que deberán establecer relaciones horizontales, con la finalidad de que cada empresa que se incorpore al negocio sea parte de una red que se complemente y se coordine con sus compañeras, logrando los siguientes acuerdos:

- Planificación de la producción total de semillas en relación a los requerimientos de los empresarios engordadores de la materia prima, evitando pérdidas por baja o sobre producción.

- Lograr mejora continua en el proceso productivo de semillas, acelerando el aprendizaje a través del intercambio de experiencias claves en la etapa de hatchery y nursery.

- Mejorar el poder de negociación con proveedores de insumos necesarios para la producción de semillas.

Engorda: Acuicultura rural

De acuerdo a los estudios del presente proyecto, el negocio de engorda de semillas será desarrollado por los microempresarios de las concesiones de pelillo (*Gracilaria spp*) de la X Región, debido a que en esta región se encuentran la mayor cantidad de concesiones de acuicultura autorizadas y porque cuentan con las característica de ser sectores intermareales y no estar expuestos al oleaje, condición ideal para el cultivo de almejas. Actualmente existen más de 500 concesiones de pelillo en la X Región, cuyos titulares corresponden principalmente a pescadores artesanales o agrupaciones de éstos organizados a través de Sindicatos o Cooperativas, los cuales en su gran mayoría no acceden a una superficie proporcionalmente mayor a las 0,5 hectáreas por asociado. La comercialización del alga se realiza a través de un intermediario, quien la vende finalmente a las plantas de proceso.

Los microempresarios cultivadores de la X Región no se encuentran asociados en su conjunto y no poseen experiencia en comercialización directa con el comprador. Por lo cuál, se espera formar un grupo asociado de productores, donde se mantenga la autonomía de los participantes, pero se obtengan los beneficios propios de un grupo organizado, trabajando en conjunto por un objetivo común.

Esta red de engordadores de semillas de almejas asociada tendrá como objetivo principal el unificar a los microempresario para establecer un plan estratégico que logre sacar adelante el negocio de la engorda y proyectarlo en el corto y largo plazo. Las funciones, roles y beneficio de la creación de esta red de microempresarios serán las siguientes:

- Coordinación de actividades en terreno, logrando el trabajo integrado y especializado de los socios.

- Planificación de la localización de los insumos y de la distribución funcional de los sistemas de cultivos

- Mejorar el poder de negociación con proveedores de insumos necesarios para el cultivo intermareal, a través de la compra informada la que se logrará a través de obtención de información sobre proveedores, planificación de la compra de acuerdo a la producción planificada, de esta manera se pueden establecer convenios de compra, precios y tiempos de pago a los proveedores.

- Realizar economía de escala interna: disminución de los costos fijos por unidad de producción, al aumentar el volumen.

- Planificación secuencial de la producción total, adecuación a las necesidades de los clientes.

- Solucionar cuellos de botella solicitando asesoría técnica conjunta.

- Acceder a financiamiento en caso necesario.

Comercialización: Empresas enlatadoras y exportadoras

En Chile existen 25 empresas enlatan y comercializan almejas en el extranjero, por un monto total que sobrepasó los 9 millones de dólares anuales el 2003. Se trata de un grupo de empresas con experiencia en el mercado de la exportación de productos marinos y de almeja en particular, las que eventualmente podrán formar un grupo exportador con lo cual se logra reducir costos en aspectos de acceso a la información sobre mercados hasta la promoción y la comercialización. También les posibilita a los integrantes del grupo mejorar la oferta, tener un mayor poder de negociación y armar una imagen comercial fuerte frente a sus clientes

5.1.2 Relaciones verticales

Las empresas de los distintos sistemas productivos deberán establecer relaciones verticales que ensamblen la cadena del valor de producción de almeja, lo que permitirá la puesta en el mercado del producto final. Las ventajas de la creación de esta red vertical son las siguientes:

- Mejorar la competitividad de la cadena en su conjunto, por tratarse de un sistema regional que no compite con otros locales, ya que todos se encuentran unidos.

- Abordar problemas con proveedores, por lo que se podrán fijar precios estables del producto en sus diferentes fases, tiempos de entrega específicos, se podrá asegurar la calidad del producto final.

- Abordar los problemas políticos y prácticas de compra, para establecer plazos y formas de pago, con especificaciones adecuadas a cada etapa del proceso productivo, evitando la falta de comunicación entre las partes.

- Las empresas involucradas como cliente tendrán un abastecimiento seguro y oportuno, los precios de la materia prima estarán establecidos mediante acuerdos, poseerán mayor flexibilidad frente a cambios.

- Las empresas involucradas como proveedoras tendrán certidumbre en las ventas dentro de la cadena, podrán programar la producción, estableciendo una cultura de calidad y mejora continua.

5.2 Evaluaciones económicas de los negocios

La evaluación financiera contempló tres negocios, la producción de semillas o etapa de hatchery (incluye nursery), la producción de almejas de pequeño calibre en centro de engorda y la elaboración y venta de almejas. Para cada negocio se hicieron estimaciones y suposiciones las cuales se detallan a continuación.

5.2.1 Evaluación económica Hatcheries

Estarán localizados en la zona sur del país, debido a la cercanía de los centros de cultivo y así disminuir la tasa de mortalidad por transporte y los costos de traslado de semillas. Cada hatchery abastecerá un centros de engorda o asociación de cultivadores de almejas, con semillas de 2 a 4 mm.
Se contempla la construcción de todas las obras físicas del hatchery antes de su puesta en marcha. Sin embargo, su implementación es gradual de acuerdo a la producción requerida, la cual alcanzará las 72 millones de unidades desde el tercer año.
Para la realización del plan financiero se asumió lo siguiente:

- La producción de semillas consta de cuatro etapas de proceso:
  - Desove a larva D
  - Larva D a pediveliger
  - Pediveliger a semilla a 0,8mm
  - Nursery donde se obtienen las semillas de tamaño comercial de 2 a 4 mm de alto
- Las *etapas críticas* son: Desde pediveliger a semillas de 0,8 mm; y nursery. Sus tasas de sobrevivencia son de 35 y 80% respectivamente.
- Las etapas críticas se realizan en bandejas plásticas de dimensión interior 60x40x10 cm.
- Se realizan 12 lotes anuales de producción, cada 25 días. Cada lote tiene una duración de 62 días.
- La producción anual alcanzará 24, 48 y 72 millones de semillas para primer, segundo y tercer año, de acuerdo a demanda proyectada
- El precio unitario de venta de las semillas es de 2 pesos.
- La depreciación de materiales, equipos y obras físicas es lineal.
- Los costos de mantención de equipos y obras físicas es del 10 % anual, sobre su costo inicial.
- Se evaluó el proyecto puro, por lo que no se considero financiamiento de ningún tipo.
- Se deberá pagar a la Universidad de Valparaíso por concepto de transferencia tecnológica 2 millones, pago que contempla la capacitación del personal en técnicas de producción de semillas.
- Se deberá pagar anualmente un royalty del 5% de las ventas por un periodo de cinco años; desde iniciadas las ventas

La inversión necesaria para realizar este negocio es cercana a $ 108.000.000. Como resultado de la evaluación económica se obtuvieron los siguientes indicadores:

VAN (MM$)	136
TIR	28%
PRK (años)	6

5.2.2 Evaluación económica de los centros de engorda

La producción de almejas de pequeño calibre se realizará en Centros de Engorda o Asociaciones de Cultivadores, los que abarcarán una superficie de 7 hectáreas, estarán ubicados en la zona sur del país y utilizarán la técnica de cultivo intermareal. Para el cultivo se utilizan cuadrantes de 9 m^2, con una densidad de 2000 almejas por m^2; cada cuadrante está compuesto de dos mallas. Las semillas de almejas de 2 a 4 mm deben ser cultivadas por un período aproximado de 17 meses, el que varía de acuerdo a las condiciones climáticas inherentes al Centro.

Para la realización del plan financiero se asumió lo siguiente:

- La producción irá aumentado de acuerdo al aumento de la demanda, se espera una producción de 360, 720 y 1080 Tm anuales para el primer, segundo y tercer año de cosecha.
- Periodo de crecimiento cercano a 17 meses.
- Se utilizarán semillas comerciales de 2 a 4 mm de alto.
- Los cuadrantes de cultivo tienen una densidad final de 1000 almejas por m^2.
- La mortalidad para el período de engorda es de 50%.
- El tamaño promedio de las almejas para la venta es de 40 mm de alto.

- Las semillas son compradas al hatchery a 2 pesos.

- El precio de venta de las almejas de 40 mm es de $370 pesos el kilo.

- La depreciación de materiales, equipos y obras físicas es lineal.

- Los costos de mantención de equipos es del 10 % anual.

- La vida útil de las mallas de los cuadrantes es de 5 años, y la compra de estos se realiza anualmente, dependiendo del volumen de producción.

- Se evaluó el proyecto puro, por lo que no se considero financiamiento de ningún tipo.

- Se deberá pagar a la Universidad de Valparaíso por concepto de transferencia tecnológica 1,2 millones, el cuál, contempla la capacitación del personal en técnicas de cultivo.

- Se deberá pagar anualmente un royalty del 5% de las ventas por un periodo de cinco años; desde el cuarto año una vez comenzado con los cultivos.

La inversión inicial necesaria para la realización del centro engorda asciende a $71.000.000. Sin embargo, los mayores costos se realizan durante el primer y segundo año de operación, debido a la compra de semillas y al periodo de engorda. A continuación se muestran los indicadores económicos asociados a la evaluación de este negocio:

VAN (MM$)	333
TIR	31%
PRK Años	6

5.2.3 Evaluación económica de la elaboración y venta de almejas.

La elaboración y venta de almejas enlatadas es un negocio que actualmente se realiza en nuestro país, alcanzado el consumo de almejas provenientes de bancos naturales a más de 15.000 Tm anuales. Además, Chile produce y exporta almejas congeladas con un volumen anual de 4.000 Tm y en menor medida comercializa almejas en fresco, las que se destinan principalmente para consumo interno, debido a las actuales restricciones con que cuenta el mercado Europeo. Sin embargo, este negocio puede llegar a ser muy rentable en un futuro cercano, ya que el precio es muy competitivo en el mercado internacional y se espera la disminución de las barreras impuestas debido al agotamiento de los bancos naturales.

No se contempla la capacitación para las empresas exportadoras que producen almejas enlatadas, ya que estas poseen la experiencia necesaria para producir productos marinos enlatados.

Para la realización del plan financiero se asumió lo siguiente:

- Materia prima, almeja de 40 mm de alto
- Precio neto de venta constante por el periodo de evaluación igual a US$ 30 por caja, de acuerdo al precio actual.
- Cada caja contiene 48 tarros de 78 g de carne cocida.
- Costos de producción, maquila, tarros etiquetas de $6.700 por cada, de acuerdo al precio de mercado.
- La producción irá aumentado de acuerdo al aumento de la demanda, se espera una producción anual de 13.000, 26.000 y 39.000 cajas para el primer, segundo y tercer año de ventas.
- El precio de compra de almejas de 40 mm es de $370 el kilo.
- Se evaluó el proyecto puro, por lo que no se considero financiamiento de ningún tipo.
- Se consideraron otros costos asociados al negocio, tales como seguros y transporte.

Este tipo de negocio no requiere de grandes inversiones, ya que sólo se necesita el capital asociado a la adquisición de materia prima y la elaboración de las almejas enlatadas. Se espera que el periodo de desfase entre la compra y venta no supere los dos meses, por lo que el capital de trabajo no debe superar los $40.000.000. Los indicadores económicos del negocio son los siguientes:

VAN (MM$)	62
TIR	33%
PRK Años	5

6

EL MERCADO MUNDIAL PARA LAS ALMEJAS

Literatura recomendada

- **Aspectos económicos**

Florida Sea Grant College Program. 1991. Investing in Commercial Hard Clam Culture: A Comprehensive Guide to the South Atlantic States. Florida Sea Grant and National Coastal Resources Research & Development Institute. 128p.

Blank, L. & A. Tarquin. 1999. Ingeniería Económica. Cuarta Edición, McGraw Hill.

Sapag, N. & R. Sapag. 2000. Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición, McGraw Hill.

- **Selección de sitios de cultivo**

Laing. I & B. E. Spencer. 1997. Bivalve cultivation: criteria for selecting a site. 41 pp. Laboratory Leaflet, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestof.

- **Biología y aspectos generales**

Osorio, C. 2002. Moluscos marinos en Chile. Especies de importancia económica: Guía para su identificación. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 221p.

- **Técnicas de cultivo de almejas y aspectos generales**

Paesanti, F. & M. Pellizato, 2000. Tapes philippinarum: Manuale sulla vongola verace d'allevamento. 73 pp. Veneto Agricoltura, Legnaro.