

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Comparación del crecimiento del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*) en dos sistemas alternativos de cultivo; pearl-net y linternas.

Proyecto para optar al título de Ingeniero Acuicultor
Por
Macarena de los Ángeles Soto Fernández

Valparaíso
2012

Comité de Titulación:

Profesor Guía : Sr. José Gallardo Matus

Profesor : Srta. Mariel Campalans Barnier

Profesor : Sr. Gabriel Yany González

AUTORIZACIÓN DE USO

Al presentar este Proyecto como último requisito para la obtención del título de Ingeniero Acuicultor, autorizo a la biblioteca de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para que disponga libremente de ella. Autorizo además reproducciones parciales o totales de este Proyecto sólo con fines académicos.

Macarena Soto Fernández

CONTENIDO

	Pág.
Portada de presentación	
Comité de titulación	i
Autorización de uso	ii
Contenido	iii
Resumen	iv
Introducción	1
Objetivos	2
Antecedentes	3
Biología y cultivo del Ostión del Norte	3
Factores que afectan el crecimiento y la supervivencia del Ostión del Norte	6
Materiales y Métodos	8
Área de estudio	8
Diseño experimental	8
Análisis de datos	9
Resultados	13
Discusión	17
Conclusiones	18
Referencias	19
Anexo 1	20
Anexo 2	21
Anexo 3	22

RESUMEN

El presente proyecto de título es un estudio preliminar que tiene como objetivo determinar el efecto de los sistemas de cultivo pearl-net y linterna sobre el crecimiento del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* y en caso de ser cierta la hipótesis de mayor crecimiento, cuantificarlo y llevarlo a parámetros productivos, con el fin de tomar una decisión con respecto a que sistema de cultivo utilizar. El estudio se realizó durante 4 meses por un período de 120 días, en la empresa Hidrocultivos S.A, ubicada en la localidad de Bahía Inglesa 27°08'05''S y 70°54'27''W, Región de Atacama, Chile. Se utilizaron 6.000 semillas de Ostión del Norte, las que se depositaron en 3 reinales de pearl net y 3 linternas con una densidad de 100 semillas por pearl-net y por piso respectivamente. En el primer muestreo realizado a los 26 días de crecimiento en el mar, los ostiones cultivados en linternas obtuvieron un crecimiento mayor, sin embargo, en el segundo muestreo realizado a los 120 días, el crecimiento fue mayor en pearl-net, con una diferencia estadísticamente significativa en crecimiento de 2,99 mm con un 95% de confianza. Los resultados del estudio experimental permiten concluir que el Ostión del Norte durante su fase de cultivo intermedio presenta un mejor crecimiento valvar cuando es cultivado en sistemas de pearl-net respecto a linternas maxi-cuna. Sin embargo, en términos productivos se recomienda cultivar ostiones en linternas, toda vez que el mayor crecimiento en pearl-net no compensa los costos de manejo relacionados a los desdobles.

ABSTRACT

The present's university degree project is a preliminary study, which has an objective to determine the pearl-net system culturing and lantern net maxi-cuna effects about northern scallops growing called *Argopecten purpuratus*, and in case of being true the hypothesis of a major growth, quantifying it and taking it to productive parameters, with the purpose of taking a decision which culturing's system is better to use. The study was made during 4 months (120 days) in Hidrocultivos S.A company, located in Bahia Inglesa 27°08'05''S y 70°54'27''W, Atacama Region, Chile. For the project were used 6000 seeds of the northern scallops, which were settled in 3 pearl-net reinal and 3 lantern nets with a density of 100 seeds per level and pearl-net. The first sample was made when passed 26 days, as a result the scallops cultured in lantern were growing more than others cultured in pearl-net, but the second sample made 120 days passed, it showed as a result greater development in pearl-net scallops with a significantly major growth of 2,99 with 95% of confidence. The experimental study makes possible to conclude northern scallops, during its intermediated cultured phase shows a greater valve development when it is cultured in pearl-net system than lantern net maxi-cuna. However, it would be recommended to culture scallops in lantern than in pearl-net due to high management costs related to move them from one system to the other.

INFORME PROYECTO DE TITULO

TEMA: “Determinación del efecto de dos sistemas alternativos de cultivo; pearl-net y linternas, sobre el crecimiento del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*)”.

PROFESOR GUIA: Sr. José Gallardo Matus.

ALUMNO: Srta. Macarena Soto Fernández.

INFORME

Sr. José Gallardo Matus
Profesor Guía

Srta. Mariel Campalans Barnier
Profesor Informante

Sr. Gabriel Yany González
Profesor Informante

INTRODUCCION

El Ostión de Norte, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), es una de las especies de pectínidos que más se comercializa en el mercado internacional, posee un alto valor nutritivo, grandes posibilidades para ser cultivados y gran aceptación en Estados Unidos, Japón y Francia. Los mayores productores de este recurso son Japón, Francia, Chile, Estados Unidos, Perú, México y Australia (Avendaño, 2007). La industria del ostión en Chile, el año 2010 produjo alrededor de 8.840 toneladas. (Sernapesca, 2012).

Los métodos de cultivo practicados en Chile son similares a aquellos desarrollados en Japón para la acuicultura del *Pecten yessoensis* (Ventilla, 1982). El cultivo se desarrolla en base a instalaciones de sistemas suspendidos en la columna de agua, de manera que los ejemplares puedan filtrar su alimento (microalgas) desde el ambiente, característica que lo cataloga como cultivo extensivo (Uddin *et al.*, 2007). La tecnología de cultivo considera 3 fases: captación de semillas o producción de ésta, cultivo intermedio en la cual se produce el traspaso de juveniles, previamente seleccionados de acuerdo a su longitud a sistemas de cultivo llamados reinales de pearl-net o a linternas maxi-cuna y cultivo de engorda, etapa de cultivo final, la cual se inicia con el traspaso de los ostiones desde pearl-net o linterna maxi cuna a linternas de mayor tamaño.

Por consiguiente, en la etapa intermedia del cultivo se pueden utilizar tanto reinales de pearl-net como linternas maxi-cuna, los primeros implican un manejo complejo y lento, creando una mayor necesidad de mano de obra para evitar inconvenientes, dentro de los cuales se destaca un mayor porcentaje de mortalidad en los sistemas, sin embargo, para este tipo de sistemas hay estudios que demuestran una mayor tasa de crecimiento, mientras que las linternas maxi-cuna poseen un manejo más rápido, requiriendo menor cantidad de mano de obra, aunque, con una menor tasa de crecimiento.

El presente proyecto es un estudio preliminar que tiene como objetivo determinar el efecto de los sistemas de cultivo pearl-net y linterna sobre el crecimiento del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* y en caso de ser cierta la hipótesis de mayor crecimiento, cuantificarlo y llevarlo a parámetros productivos, con el fin de tomar una decisión con respecto a que sistema de cultivo utilizar. El estudio se realizó durante 4 meses en la Empresa Hidrocultivos S.A, dedicada al cultivo del Ostión del Norte desde 1987.

OBJETIVOS

- **Objetivo general:**

Comparar el efecto de los sistemas de cultivo pearl-net y linterna sobre el crecimiento del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus*, durante la fase de cultivo intermedio.

- **Objetivos específicos:**

Determinar el crecimiento del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*) en dos sistemas alternativos de cultivo: pearl-net y linternas.

Analizar según los parámetros productivos de la empresa cual es el mejor sistema de cultivo para el Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*).

ANTECEDENTES

- **Biología y Cultivo del Ostión del Norte**

Taxonomía

Clase	:	Pelecypoda
Orden	:	Pteroidea
Super Familia	:	Pectinacea
Familia	:	Pectinidae
Género	:	<i>Argopecten</i>
Especie	:	<i>purpurata</i>
Nombre Científico	:	<i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819)
Nombre Común	:	Ostión del Norte (Barnes, 1989)

En el año 1982, comienzan a desarrollarse los primeros cultivos comerciales de Ostión del Norte *Argopecten 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, convirtiendo a Chile en el tercer productor mundial de ostiones después de China y Japón. El producto se vende como congelado (99 por ciento), fresco refrigerado (1 por ciento), con y sin coral (gónada).

Hábitat y distribución geográfica - Los ostiones son moluscos bivalvos nativos, hermafroditas de fecundación externa. Sus primeras etapas de vida las desarrolla como larva planctónica. Vive en fondos costeros bajo la línea intermareal, prefiere aguas con temperaturas que varían entre 12 y 20 °C. Se alimenta de microalgas y detritos orgánicos. La distribución geográfica el Ostión del Norte es en la Costa Oriental del Océano Pacífico, en Chile se distribuye en el bentos litoral de la costa norte y central (desde Arica hasta Valparaíso) normalmente se encuentra entre los 2 y 30 metros de profundidad y ocasionalmente hasta los 40 metros (Maeda, 2008). 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). 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) lo que genera un alto riesgo comercial.

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).

Inducción al desove y fertilización – En *Argopecten 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 *Argopecten purpuratus*, son afectados por el origen de los reproductores (Uriarte *et al.*, 2001).

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.

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, que tiene un amplio espectro y alta estabilidad en el agua de mar (Le Pennec y Prieur, 1977) y aumenta significativamente la sobrevivencia larvaria y la sobrevivencia postmetamorfosis de *Argopecten 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 cultivos de bivalvos.

Fijación y metamorfosis – Las larvas de pectínidos se fijan cuando alcanzan un tamaño 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.*, 1997), 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*, (Uriarte y Farías, 1995). 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). 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.*, 2001). Uriarte y Farías (1995), utilizando una mezcla con alto contenido en proteína de T-Iso y *C. neogracile* acortaron el periodo de cultivo postlarvario en *Argopecten 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 cultivo 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.

Tecnología de cultivo - La técnica de cultivo utilizada consiste en la adaptación del modelo japonés de cultivo, el cual se desarrolla en base a instalaciones de sistemas suspendidos en la columna de agua, de manera que los ejemplares puedan filtrar su alimento (microalgas) desde el ambiente, característica que lo cataloga como cultivo extensivo. La tecnología de cultivo considera 3 fases: captación de semillas o producción de esta, cultivo intermedio y cultivo de engorda. La primera fase consiste en un abastecimiento de semilla ya sea desde hatchery o proveniente de captación natural, la segunda fase de cultivo intermedio consiste en un traspaso de semillas, previamente seleccionadas de acuerdo a su longitud a sistemas de cultivos, estos pueden ser pearl-net o linternas maxi cuna y la última fase de cultivo de engorda que se inicia con el traspaso de ostiones desde cultivo intermedio a linternas.

Sistemas utilizados en cultivo intermedio y de engorda – Pearl-net: El pearl-net tiene forma de pirámide, con un área basal de 35X35 cm. y un alto de 25 cm. El marco y las diagonales de la base son de alambre galvanizado y forrado. La abertura de malla varía entre 2, 4, 6, 8 y 9 mm., en la medida que los ostiones van creciendo son cambiados a pearl-net de mayor tamaño de malla. (Fig.1). Un reinal de pearl-net generalmente está conformado por 10 unidades de cultivo. Linternas maxi-cuna: Miden 2 m de largo, poseen 10 pisos de 20 cm. cada uno y 35 cm. de diámetro, poseen el mismo rango de abertura de malla de los pearl-net. (Fig.2). Linternas: La linterna mide 2 m de largo, posee 10 pisos de 20 cm. cada uno y 50 cm. de diámetro. La abertura de malla utilizada varía entre los 9 a 20 mm., de acuerdo al tamaño de los organismos en cultivo. En este sistema se mantienen los ostiones hasta alcanzar su talla comercial de 9 cm.



Figura 1: Reinal de pearl-net

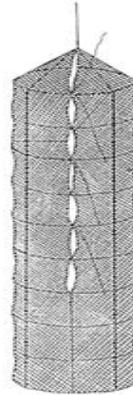


Figura 2: Linterna maxi-cuna

Número y superficie de centros de cultivos en Chile- Se encuentran autorizados 252 centros de cultivo de ostiones, los cuales ocupan un área de 6.852 Hectáreas con un promedio de 27 Hectáreas. Los centros de cultivo de ostiones son los de mayor extensión en nuestro país, superando incluso las 500 Hectáreas. La mayor parte de las empresas que cultivan industrialmente este recurso están integradas verticalmente ya que controlan desde la captación o producción de semillas hasta su comercialización.

Grado de asociatividad gremial - La industria cultivadora de Ostión del Norte se encuentra asociada en la APOOCH (Asociación de Productores de Ostras y Ostiones de Chile), que representa el 95% de la producción de este recurso.

Problema latente - Los costos de producción que poseen los centros de cultivo chilenos son superiores en relación a los costos de nuestros competidores directos frente al mercado europeo (Perú), esto se debe a que en Perú existen abundantes bancos naturales de este recurso, evitando así los costos asociados al cultivo de estos.

Desafíos - Abastecimiento seguro y estable de semillas, mantención de las certificaciones sanitarias con EEUU y la UE, disponibilidad de mayor cantidad de áreas de cultivo, desarrollo de tecnología que permita orientar la exportación a nuevos mercados y optimización de los procesos productivos.

- **Factores que afectan el crecimiento y la supervivencia del Ostión del Norte.**

Uno de los factores que afectan en el crecimiento y la supervivencia del cultivo de ostiones son los epibiontes, estos organismos se adhieren tanto a las valvas de la especie como a las estructuras de cultivo; cabos, boyas, pearl-net y linternas (Lodeiros *et al*, 1998). Los epibiontes pueden llegar a producir pérdidas muy importantes a la industria del cultivo

de pectínidos. Particularmente se han registrado pérdidas en el cultivo de *Argopecten purpuratus* en Chile, causadas por el poliqueto *Polydora spp* y por la ascidia *Ciona intestinalis*. (Merino, 1998). Numerosos estudios muestran un efecto negativo en el crecimiento y la supervivencia de pectínidos bajo condiciones de cultivo, debido a la obstrucción del flujo de agua en los sistemas de cultivo, reduciendo la disponibilidad de alimento y oxígeno (MacDonald y Thompson, 1985).

Durante los años 1998 y 2001, Uribe y Etchepare realizaron una investigación sobre las variables que influyen en el desarrollo del piure blanco (*Ciona intestinalis*) en el cultivo del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), en la localidad de Bahía Inglesa, Chile. En la cual se concluyó que la ascidia *Ciona intestinalis* se fijaba sobre las unidades de cultivo recién sumergidas en menos de 45 días. Después de los 100-125 días, ya las cubría por completo, alcanzando una condición crítica para la supervivencia de los ostiones. Incluso se detectaron algunos casos que en menos de 15-20 días se cubrían los cultivos intermedios en pearl-net y los de engorda en linternas. Otros estudios realizados confirman que el incremento en peso (kg./m.²) en los sistemas debido a epibiontes es más eficiente en pearl-net, pudiendo llegar a un 25% más con respecto a la linterna (Merino, 1998).

Otro de los factores que afectan a la supervivencia del recurso son los depredadores. El grupo más ubicuo de depredadores de cultivos suspendidos está constituido básicamente por una amplia variedad de cangrejos (Wallace, 1985). La tasa de mortalidad por depredación es siempre más alta en los estadios tempranos del recurso (Maeda y Martínez, 2001). El efecto negativo de la depredación sobre sistemas suspendidos de cultivo ha sido reportado para varias especies de pectínidos, afectando principalmente a las semillas y a los juveniles.

La condición o estado fisiológico de la especie también modifica la vulnerabilidad de ésta, ya que la depredación se incrementa en pectínidos estresados, como es el caso de individuos debilitados por incrementos o descensos no habituales en la temperatura del agua (Harrison *et al.* 1996) o con ejemplares designados a resiembra debido al estrés del manipuleo y el transporte (Young, 1994). La vulnerabilidad se incrementa también en los individuos con valvas debilitadas por infestación con gusanos perforadores (*Polydora spp.*, por ejemplo), cuyas valvas son más fácilmente fracturadas por los cangrejos (Barbeau *et al.* 1995).

MATERIALES Y METODOS

- **Área de estudio**

El estudio se realizó durante un periodo de 120 días, entre el 11 de febrero y el 09 de junio del 2009 en la empresa Hidrocultivos S.A, ubicada en la localidad de Bahía Inglesa 27° 08' 05'' S y 70° 54' 27'' W, Región de Atacama, Chile. Durante la experiencia el área de mar presento una temperatura promedio de 16 °C con una baja de 12.8 °C y una máxima de 19 °C, la salinidad se mantuvo constante en 35 ‰, el oxígeno disuelto del agua se mantuvo alrededor de los 7 mg/l con un porcentaje de saturación que osciló entre un 85% y 92%.

- **Diseño experimental**

Se utilizaron 3 reinales con 10 pearl-net cada uno y 3 linternas maxi-cuna de 10 pisos cada una, ambos sistemas con una abertura de malla de 6 mm., 6.000 semillas de Ostión del Norte *Argopecten purpuratus*, provenientes del mismo batch de hatchery, las cuales fueron seleccionadas dentro de un rango de 12 a 15 mm., su talla promedio fue de 13,53 mm con una desviación estándar de 1,46 mm. (Anexo 1). Estas semillas se depositaron en los 6 sistemas con una densidad de 100 semillas por piso y por pearl-net. Con el fin de garantizar igualdad de condiciones se sembraron en una línea madre de 9 metros de largo, posicionando cada un metro los reinales y las linternas, de manera alterna. La profundidad de los sistemas dispuestos en el mar fue de 2 metros aproximadamente, ya que a juicio de expertos de la empresa, ésta es la profundidad adecuada para el cultivo de la especie.

Los sistemas se monitorearon cada dos semanas con el fin de evitar la presencia de depredadores y organismos incrustantes, los que al desarrollarse en gran abundancia pueden afectar el cultivo, ya que desgastan y deterioran los materiales de cultivo, además de modificar el flujo de agua, dejando al recurso sin suministro de alimento, pudiendo influir negativamente en el crecimiento (Pacheco & Garate, 2005), así como causar alta mortalidad.

Se realizaron dos muestreos; el primero, transcurridos 26 días de la experiencia el 09/03/2009 y el segundo transcurridos 120 días el 09/06/2009, de los cuales se obtuvieron datos de longitud de concha, mortalidad y cantidad de fouling, los muestreos se realizaron en el primer, quinto y último piso de los seis sistemas, tomando altura valvar de 15 ostiones por piso y pearl-net en mm., lo que corresponde a un 15% de la muestra total. Para los muestreos se utilizó un pie de metro de +- 0,01 mm. de precisión. Los datos obtenidos en ambos muestreos se encuentran en los Anexos 2 y 3.

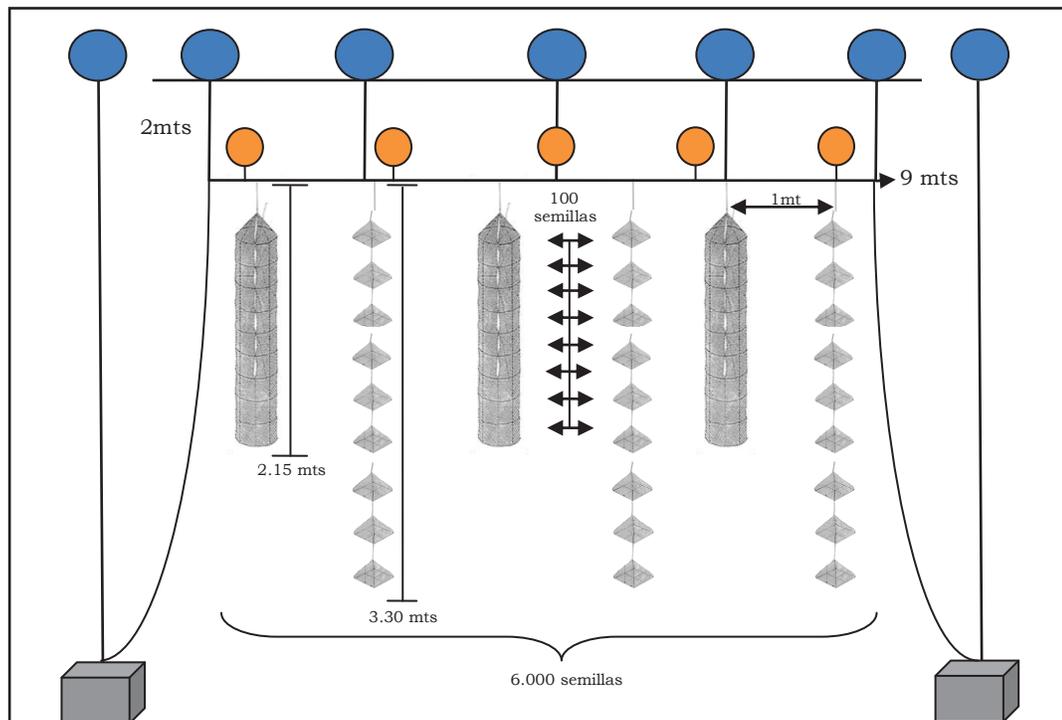


Figura 3: Diagrama del diseño experimental. Elaboración propia.

- **Análisis de datos**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un Análisis de Varianzas (ANOVA). El primer concepto fundamental de este análisis es que todo valor observado puede expresarse mediante la siguiente función:

$$L_k(i,j) = \mu + S_i + P_j + e \quad \text{Donde } k=1,2,\dots,6000.$$

Esta función (variable dependiente) representa el valor observado de la k-ésima semilla, en el i-ésimo sistema de cultivo, en el j-ésimo piso del sistema. El significado de los parámetros es el siguiente:

L_k	Valor observado. Crecimiento de los ostiones en longitud
μ	Efecto fijo sistema.
S_i	Sistema de cultivo, con $i=1,2$ (1 = pearl-net, 2 = linterna).
P_j	Piso del sistema; con $j=1,2,3$ (1 = piso 1, 2 = piso 5, 3 = piso 10).
e	Error residual.

Previo a comparar las medias, se verificaron los supuestos de normalidad y de homogeneidad de las varianzas.

Hipótesis para el objetivo específico 1:

Normalidad	Ho: Las tallas de las semillas de ostión del grupo i , son iguales. H1: Las tallas de las semillas de ostión del grupo i , son diferentes.
Homocedasticidad	Ho: Varianza i son iguales. H1: Al menos una varianza difiere. Donde i representara el tipo de sistema: pearl-net y linterna.

Cumpléndose estos supuestos, entonces se pueden comparar las medias de los distintos tipos de sistemas:

Hipótesis:	Ho: Las medias i son iguales. H1: Al menos dos de las medias no son iguales. Donde i representara el tipo de sistema: pearl-net y linterna.
------------	---

Para establecer la existencia de diferencias significativas entre las medias de los tipos de sistemas, se utilizó el método de las diferencias significativas mínimas (LSD) de Fisher con un 95% de confianza.

- Determinación del incremento en talla

Para determinar el incremento en talla de los ostiones se utilizó la siguiente expresión:

$$IT: Tf-Ti$$

Donde;

IT: Incremento en talla (mm.)

Tf: Talla final (mm.)

Ti: Talla inicial (mm.)

- Determinación de tasa de crecimiento:

$$Tc: IT/T$$

Donde;

Tc: Tasa de crecimiento

T: Tiempo (días)

Para realizar los cálculos de homogeneidad de varianzas, incremento en talla, tasa de crecimiento, análisis estadístico y creación de gráficos, se utilizó el programa computacional Microsoft Office Excel y el software Statistica 7.0.

- Relación talla-peso

Para determinar esta relación se utiliza un estudio realizado por la Universidad Católica del Norte (“Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del Ostión del Norte”), el cual es un estudio biométrico del ostión (*Argopecten purpuratus*), para llevar todas las tallas (1 a 10 cm) a pesos seco, considerando todas las partes blandas del ostión, se realizó con datos de estudios hechos en Bahía Inglesa (III Región) y Bahía Tongoy (IV Región). Este análisis mostró que a medida que el ejemplar crece su peso aumenta exponencialmente de acuerdo a la ecuación (Martínez 1986).

$$Ps = 0,04 \times L^{2,10}$$

Donde;

Ps: Peso seco

L: Longitud cm.

Además se realizó un estudio biométrico entre el peso seco y peso húmedo de las partes blandas, variables que presentan una relación lineal de acuerdo a la ecuación (Martínez, 1986).

$$Ps = 0,08 + 0,17 Ph$$

Donde;

Ps: Peso seco

Ph: Peso húmedo

La relación que existe entre el tamaño de la concha del ostión con el peso total, de las partes blandas, músculo, gónada, concha y volumen es de carácter exponencial en esta especie.

- Proyección de crecimiento

Para la proyección del crecimiento de los ostiones hasta llegar a su talla comercial se utiliza el supuesto que los ostiones presentan un comportamiento de crecimiento logístico, por lo tanto, utilizando la función de curva logística bajo la ecuación de Verhulst tenemos que:

La función logística simple se define mediante la fórmula:

$$P(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$$

Donde la variable P puede ser considerada o denotada como *población*, e es la constante de Euler y la variable t puede ser considerada el tiempo₁. Para valores de t en el rango de los números reales desde $-\infty$ a $+\infty$, la curva S se puede obtener.

Si P representa el tamaño de la población y t representa el tiempo, este modelo queda formalizado por la ecuación diferencial:

$$\frac{dP}{dt} = rP \left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

Donde la constante r define la tasa de crecimiento y K es la capacidad de persistencia. La solución general a esta ecuación es una función logística. Con una población inicial P_0 :

$$P(t) = \frac{KP_0e^{rt}}{K + P_0(e^{rt} - 1)}$$

Llegando a una ecuación en función de:

$$f(K,P,r,X) = \frac{KP e^{r(t_2-t_1)}}{K+P(e^{r(t_2-t_1)} - 1)}$$

Donde;

K: Talla máxima alcanzada por los ostiones en cultivo (mm)

P: Talla inicial (mm)

r: Tasa de crecimiento intrínseco

t: Tiempo (días)

RESULTADOS

En el primer muestreo realizado a los 26 días de crecimiento en el mar, los ejemplares cultivados en linternas presentaron un crecimiento significativamente mayor (23,91 mm \pm 2,06) con respecto a aquellos cultivados en sistemas pearl-net (22,70 mm \pm 1,83) (Fig.4). No se observó mortalidad en ninguno de los seis sistemas, la presencia de depredadores fue nula, el foulling presente en los sistemas fue mínimo, sin embargo en el primer y último sistema de la línea madre, se observó mayor presencia de foulling en comparación con los otros.

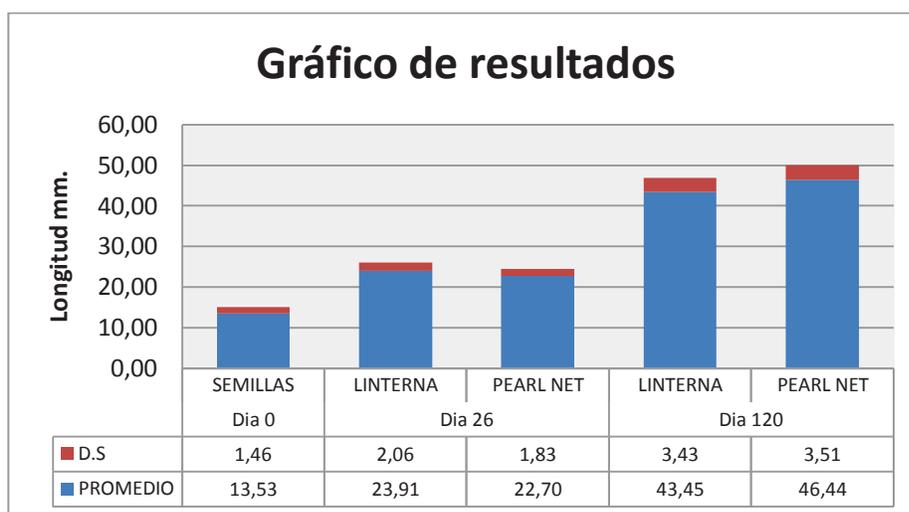


Figura 4: Gráfico de los resultados obtenidos en muestreo 1 y 2.

En el segundo muestreo realizado a los 120 días de iniciada la experiencia, se observó que los reinales de pearl-net 1 y 2, ambos en el pearl net N°10 sufrieron ataque de depredadores (jaibas), como consecuencia de ello, se perdieron el pearl net N°10 del reinal 1 y 2. El estudio considera cada reinal de pearl-net como una réplica, por lo tanto, para el análisis estadístico de los datos se corrigió el error considerando el promedio de las replicas del pearl-net en cuestión, en ningún caso se consideraron los datos como valor 0, es decir, la pérdida de datos de pearl-net no influye en los resultados finales.

Se infiere con un 95% de confianza que el crecimiento de los ejemplares cultivados en reinales de pearl-net fue significativamente mayor (+2,99 mm) con respecto a aquellos cultivados en linternas maxi-cuna (Fig.4).

El porcentaje de mortalidad es de 0,083% en los ostiones cultivados en linternas y de un 0,17% en aquellos cultivados en reinales de pearl-net. La presencia de depredadores, específicamente jaibas, fue mayor en pearl-net con un total de 8 en comparación con las 2 encontradas en linternas. La presencia de foulling se cuantifico cualitativamente siendo normal y similar para ambos tipos de sistemas (Fig.5).

Los ejemplares que presentaron una mayor tasa de crecimiento los primeros 26 días de realizada la experiencia, son los que obtuvieron un menor crecimiento en los días restantes. La tasa de crecimiento diaria va siendo cada vez más lenta, en ambos tipos de sistemas.

Tabla 1: Incremento en talla y tasa de crecimiento diaria de pearl-net y linternas.

Muestreo 1	Linterna	Pearl-net	Muestreo 2	Linterna	Pearl-net
Incremento en talla (IT)	10,38	9,17	Incremento en talla (IT)	29,92	32,91
Tasa de crecimiento diaria (TC)	0,40	0,35	Tasa de crecimiento diaria (TC)	0,25	0,27



Figura 5: Fotos medición de fouling, segundo muestreo.

Los resultados obtenidos al término de la experiencia, coinciden con otros dos estudios realizados en similares condiciones (Moya, 1998 y Garrido, 2001).

Tabla 3: Cuadro comparativo de tres estudios con características similares.

		Moya (1998)	Garrido (2001)	Soto (2011)
Linterna	Tasa de crecimiento	0,29	0,35	0,25
	Mortalidad	5,97%	/	0,08%
	Foulling	Bajo	Normal	Normal
pearl-net	Tasa de crecimiento	0,33	0,38	0,27
	Mortalidad	5,76%	/	0,02%
	Foulling	Bajo	Normal	Normal
Area de Estudio		Bahía Tongoy, Chile	Bahía Tongoy, Chile	Bahía Inglesa, Chile
Duración del Estudio		120 días	120 días	120 días

El promedio de la tasa de crecimiento al final de la experiencia para ambos sistemas fue de 0,26 mm./d., siendo inferior a la calculada por Moya (1998) y Garrido (2001). Lo que explicaría esta inferioridad en crecimiento es que en este estudio no se realizó mantenimiento de la línea ni cambio de sistemas de cultivo sucios por limpios, a fin de evitar la presencia de depredadores y organismos incrustantes, pues, estos organismos al desarrollarse en gran abundancia desgastan y deterioran los materiales de cultivo, además de modificar el flujo de agua, dejando a los ostiones sin suministro de alimento, afectando negativamente el crecimiento (Uriarte et al, 2001), así como causar alta mortalidad.

Para analizar según los parámetros productivos de la empresa cual es el mejor sistema de cultivo para el Ostión del Norte se utilizó la relación talla-peso y la proyección de crecimiento, obteniéndose los siguientes resultados:

En linternas la talla final fue de 43,45 mm obteniéndose un peso seco de 0,875 gr. y un peso húmedo de 4,674 gr. mientras que en pearl-net la talla final fue de 46,44 mm obteniéndose un peso seco de 1,006 gr. y un peso húmedo de 5,446 gr. Por consiguiente en linternas la cantidad necesaria de ostiones por kilo (ost/kg) es de 214 y de 184 en pearl-net, por lo tanto, existe una diferencia de 30 ost/kg entre sistemas linternas y pearl-net.

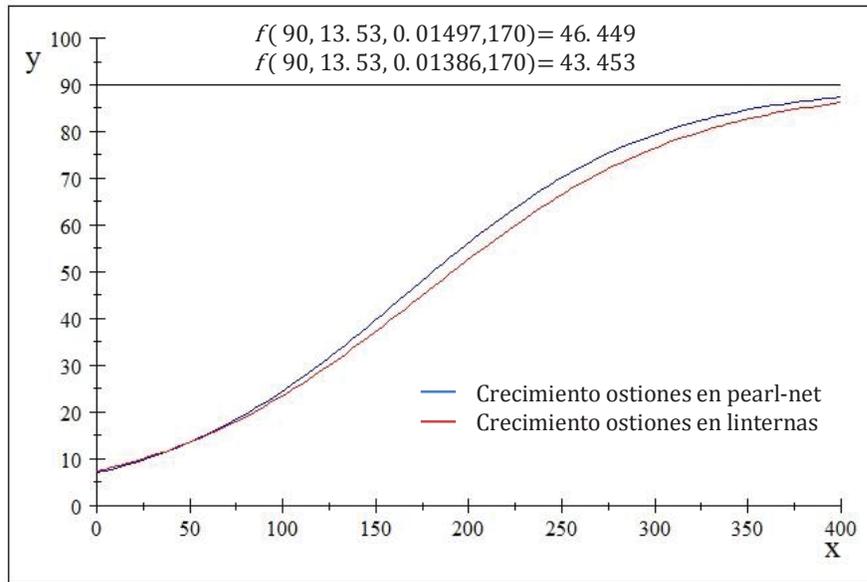


Figura 6: Grafico del crecimiento logístico de los ostiones a través del tiempo de cultivo.

De acuerdo a la ecuación de modelo logístico de Verhulst ajustada al análisis se obtiene que la proyección de crecimiento para los ostiones al final de 370 días de cultivo en linternas es de 84,349 mm con un peso húmedo de 20,247 gr y 49,39 ost/kg y en pearl-net una proyección de crecimiento de 85,963 mm, 21,088 gr. peso húmedo y 47,42 ost/kg. Existiendo una diferencia de 1,97 ost/kg entre ambos sistemas.

En la Empresa Hidrocultivos S.A la meta de productividad de un trabajador es de 25,9 linternas o 12,7 pearl-net por día.

Considerando este dato en el proceso de desdoble en la etapa de engorda, que es la etapa que presenta mayor costo de mano de obra en el proceso de cultivo se obtiene que:

- Un trabajador desdobra 136,55 kg/día trabajando con linternas.
- Un trabajador desdobra 64,28 kg/día trabajando con pearl-net.

DISCUSION

La longitud media de los ejemplares cultivados en reinales de pearl-net fue mayor en comparación a aquellos cultivados en linternas, por lo tanto, existen diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* determinadas por el tipo de sistema de cultivo utilizado.

En el primer muestreo realizado los ostiones cultivados en sistemas de linternas presentaron un mayor crecimiento en comparación con los pearl-net sin embargo este mayor crecimiento no es significativo ni marca una diferencia y sugiere una condición para crecer de mayor variabilidad en linternas.

Los sistemas de cultivo pearl net además de ocupar una columna de agua con mayor profundidad tienen una forma piramidal que posee mayor superficie expuesta, lo que permite un mejor flujo de agua. Existen varios factores ambientales como la temperatura y disponibilidad de alimento (Fajardo, 2000) que podrían determinar diferencias en el crecimiento y rendimiento en peso de los ostiones, por lo que la diferencia de crecimiento observada entre los dos tipos de sistemas de cultivo utilizados estaría dada por la mayor disponibilidad de factores ambientales en los reinales de pearl-net. Sin embargo, este tipo de sistema presenta una gran desventaja con respecto a las linternas, ya que la lentitud y complejidad de su manejo al realizarles desdobles y posteriormente en la cosecha, es considerablemente mayor que en linternas, pues se involucra mucho tiempo en descoser pearl-net por pearl-net y luego sacudirlos uno a uno.

Se utilizó una densidad de 100 ejemplares por piso, ya que con ésta se mantiene una tasa de mortalidad baja, además en la experiencia de la industria el incremento de crecimiento es el adecuado con dicha densidad. Según Pereira, 1998, el incremento en longitud, es mayor mientras menor es la densidad de ejemplares por sistema, aumentando la sobrevivencia mientras mayor es la longitud de los juveniles.

La diferencia de crecimiento de 2,99 mm entre linterna y pearl-net arroja una diferencia en peso húmedo de 0,77 gr. lo que llevado a número de ost/kg es de 214 y 184 para linternas y pearl-net respectivamente, requiriendo 30 ostiones mas por kilo en caso de cultivar en sistemas linternas.

Sin embargo, basándose en la proyección de crecimiento para el cultivo hasta la talla comercial, ésta diferencia en número de ost/kg se reduce a 49,39 y 47,42 para linternas y pearl-net respectivamente, vale decir 1,97 ostiones más por kilo y 1970 ostiones más por tonelada. Tomando en cuenta los datos de productividad de los trabajadores de la Empresa Hidrocultivos S.A es considerablemente menor el costo de desdoblar estos 1970 ostiones más cultivados en linternas, que el beneficio económico del mayor crecimiento en pearl-net.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio experimental permiten concluir que el Ostión del Norte durante su fase de cultivo intermedio presenta un mejor crecimiento valvar cuando es cultivado en sistemas de pearl-net respecto a linternas maxi-cuna. Sin embargo, en términos productivos se recomienda cultivar ostiones en linternas, toda vez que el mayor crecimiento en pearl-net no compensa los costos de manejo relacionados a los desdobles.

REFERENCIAS

- Abarca, A. & J.C. Castilla. 1997. Chemical induction of settlement and metamorphosis in *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) larvae. 11th International Pectinid Workshop. La Paz, B.C.S. México, 105–106 pp.
- Araya, R., M. Jorquera & C. Riquelme. 1999. Asociación de bacterias al ciclo de vida de *Argopecten purpuratus*. Revista Chilena de Historia Natural. 72: 261–271.
- Arsenault, D., J. Girard & J.H. Himmelman. 1997. Field evaluation of the effects of refuge use and current velocity on the growth of juvenile scallops. Exp.Mar.Biol.Ecol, 217:31-45.
- Avendaño, M., M. Cantillañez & M. Le Penneec, *et al.* 2001. Cultivo de pectínidos Iberoamericanos en suspensión. pp 193–211.
- Avendaño M., M. Cantillanez, M. Le Penneec, C. Lodeiros, L. Freites. 2008. Cultivo de pectínidos Iberoamericanos en suspensión. En: A.N. Maeda-Martínez (ed), Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. McGraw-Hill, México, 10:193-211.
- Avendaño, M., M. Cantillañez, G. Thouzeau. 2007. Effects of water depth on survival and growth of *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) spat in northern Chile. Aquacult Int (2008) 16:377–391.
- Barbeau, M., R.E. Scheibling & B.G. Hatcher. 1995. Effects of predators on the dynamics of seeded scallops populations. Pectinid Workshop Cork, Irlanda, 203-209 pp.
- Blanchard, P., R. Devaney., G. Hall. 1998. Ecuaciones Diferenciales. International Thomson Editares S.A. México.
- Bourne, N. & C.A. Hodgson. 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, USA, 273–280 pp.
- Cisneros, R., J. Bautista, J. Argüelles. 2008. Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. Ecología Aplicada, Universidad Nacional Agraria La Molina Perú. Vol. 7, Núm. 1-2, 81-87 pp.
- Dawes, C. 1991. Botánica marina. Editorial Limusa. México.
- Fajardo, M. 2000. Determinación del crecimiento del crecimiento del Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), en linternas tradicionales y modificadas en cultivo suspendido.
- Farías, A., I. Uriarte & P. Varas. 1997. Estudio de los requerimientos nutricionales del ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) durante el acondicionamiento reproductivo. Rev. Biol. Mar. Oceanogr., Valparaíso, 32: 127–136.
- Garrido, R. 2001. Crecimiento y supervivencia del ostión del norte *Argopecten purpuratus*. Tesis Universidad Católica del Norte.

- Harrison, B., K.A. Tammi, W.H. Turner. 1996. Algal fouling and predation of artificial spat collectors in the Westport River Estuary, J. Shellfish Res., Massachusetts, 15:454-455.
- Le Pennec, M. & D. Prieur. 1977. Les antibiotiques dans les élevages de larves de bivalves marins. Aquaculture, 12: 15–30.
- Lodeiros, C., J. Rengel, L. Freites, F. Morales, J. Himmelman. 1998. Growth and survival of the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* maintained in suspended culture at three depths. Aquaculture 165:41-50.
- MacDonald, B., R. Thompson. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetic of the giant scallop Mar. Ecol. Progr. Ser. 25:279-294.
- Maeda, A., P. Lombeida & L. Freites. 2001. Cultivo de pectínidos en fondo y en estanques. Cap 11. En: A.N. Maeda-Martínez (ed.). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial McGraw-Hill
- Maeda, A. 2008. Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa, Mexico.
- Merino, G., J. Barraza, H. Maureira. 1998. Diseño y dimensionamiento técnico – económico de plantas de hidrolavado Caldera, Chile. Asistencia técnica en gestión ambiental. SERCOTEC Y CORFO. 71pp.
- Moya, L. 1998. Efecto del fouling en el crecimiento de ostiones *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), cultivados en pearl-nets en bahía Tongoy IV región, Coquimbo. 100 pp.
- Navarro, J.M. & C.M. González. 1998. Physiological responses of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* to decreasing salinities. Aquaculture, 167: 315–327.
- Pereira, L. 1997. Tecnología de Cultivo de Ostión del Norte *Argopecten purpuratus* en Ambiente Natural. Décimo Curso Internacional En Cultivo de Moluscos. UCN, Facultad de ciencias del mar. Coquimbo, Chile. 454 pp.
- Uddin, M.J., K. Park, D. Kang & K. Choi. 2007. Comparative reproductive biology of Yeso scallop, *Patinopecten yessoensis*, under two different culture systems on the east coast of Korea. Aquaculture. 265:139-147.
- Uriarte, I., & A. Fariás. 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.).
- Uriarte, I., G. Rupp, A. Abarca. 2001. Spat production of iberoamerican scallops under controlled conditions. En: Maeda-Martínez, A.N. (Ed.), Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa, México. 147–171 pp.
- Uribe, E., I. Etchepare. 1998. Investigación de variables que influyen en el desarrollo del piure blanco *Ciona Intestinalis* en el cultivo de ostión del norte *Argopecten purpuratus*. Informe al fondo de Investigación Pesquera, Chile, N° 96-98. 220 pp.
- Uribe, E. et al. 2008. Informe final proyecto FIP N°2006-37. Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del Ostión del Norte. Universidad Católica del Norte. Facultad de Ciencias del Mar.
- Ventilla, R.F. 1982. The scallop Industry in Japan. Adv Mar Biol 20:310–380.

- Wallace, J., T. Reinsnes. 1985. The significance of various environmental parameters for growth of the leeland scallop, *Chalamys islandica* (pectinidae) in hanging culture. *Aquaculture* 44:229-242.
- Wollf, M. & J. Garrido. 1991. Comparative study of growth and survival of two colour morphs of the Chilean Scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) in suspended culture. *Journal Shellfish Research*. 10 (1) 47-53 pp.
- Young, C. 1994. Fisheries and aquaculture.809-824 pp. *Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.

ANEXO 1

Datos obtenidos del primer muestreo de longitud de concha en mm.

	Linterna 1	Linterna 2	Linterna 3	Pearlnet 1	Pearlnet 2	Pearlnet 3
P1	25	26	24	22	24	28
	25	26	23	21	26	24
	26	27	22	21	21	23
	25	27	22	23	26	23
	25	26	24	24	21	25
	24	26	24	21	24	20
	24	29	24	24	24	23
	24	24	27	21	23	24
	20	28	23	23	22	25
	24	26	21	21	22	21
	20	29	21	25	24	26
	22	28	22	22	25	22
	21	27	24	24	19	25
	23	25	20	22	25	25
23	24	23	21	21	24	
P5	26	26	24	18	22	24
	25	25	24	25	22	24
	24	27	25	25	25	24
	21	26	25	22	22	23
	20	22	23	22	25	24
	23	27	24	22	21	25
	24	27	24	24	25	24
	22	26	24	23	24	25
	25	25	20	24	25	24
	25	26	23	20	24	25
	24	26	23	24	22	24
	25	22	24	23	25	23
	25	25	24	25	21	23
	23	26	23	23	23	21
23	25	22	25	20	24	
P10	24	25	20	21	22	21
	24	20	24	21	24	21
	25	25	23	21	24	22
	25	25	21	20	24	22
	20	25	23	20	24	21
	24	25	24	21	20	21
	25	27	22	21	23	21
	20	25	23	22	24	22
	20	24	20	20	24	24
	23	26	25	23	21	19
	25	24	23	20	21	24
	21	25	21	20	21	21
	22	25	24	21	23	23
	21	25	21	20	20	20
22	25	21	25	22	21	

ANEXO 2

Datos obtenidos del segundo muestreo de longitud de concha en mm

	Linterna 1	Linterna 2	Linterna 3	Pearlnet 1	Pearlnet 2	Pearlnet 3
P1	42	42	45	51	47	48
	44	40	45	48	45	48
	43	43	47	50	47	54
	49	44	45	44	54	48
	45	41	47	43	47	51
	49	41	45	41	45	51
	48	50	45	49	39	47
	50	40	44	44	50	48
	47	46	47	49	38	46
	48	41	47	43	46	50
	52	43	46	47	47	46
	53	40	51	48	44	47
	47	45	47	48	48	49
	47	46	47	49	40	48
	45	41	46	47	48	50
P5	42	39	38	51	44	48
	42	38	39	53	46	38
	45	35	44	46	42	50
	44	40	40	48	44	45
	42	37	38	41	49	40
	38	45	39	46	43	45
	40	45	44	41	42	38
	41	39	40	40	45	41
	42	41	44	46	48	46
	40	42	40	45	50	47
	44	46	43	44	46	45
	47	39	43	46	40	45
	41	42	44	51	50	31
	43	44	45	49	45	41
46	44	42	50	41	50	
P10	45	42	48		51	47
	44	44	48		52	50
	44	41	44		61	45
	34	40	47		55	48
	50	42	42		53	48
	44	39	41			49
	44	43	41			50
	41	39	47			43
	43	37	48			48
	45	42	40			50
	45	43	46			47
	46	39	48			45
	46	44	43			47
	39	45	46			45
	42	42	41			48

ANEXO 3

Resumen de resultados de la experiencia

Sistema	Muestreo 1 (09/03/09)			Muestreo 2 (09/06/09)		
Linterna 1	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	23,40	23,67	22,73	47,27	42,47	43,47
Incremento en talla (IT)	9,87	10,14	9,20	33,74	28,94	29,94
Tasa de crecimiento (Tc)	0,38	0,39	0,35	0,28	0,24	0,25
Desviación Estándar (DS)	1,88	1,68	1,98	3,13	2,42	3,60
Linterna 2	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	26,53	25,40	24,73	42,87	41,07	41,47
Incremento en talla (IT)	13,00	11,87	11,20	29,34	27,54	27,94
Tasa de crecimiento (Tc)	0,50	0,46	0,43	0,24	0,23	0,23
Desviación Estándar (DS)	1,55	1,55	1,49	2,88	3,28	2,26
Linterna 3	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	22,93	23,47	22,33	46,27	41,53	44,67
Incremento en talla (IT)	9,40	9,94	8,80	32,74	28,00	31,14
Tasa de crecimiento (Tc)	0,36	0,38	0,34	0,27	0,23	0,26
Desviación Estándar (DS)	1,71	1,25	1,59	1,67	2,47	3,06
Pearl-net 1	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	22,33	23,00	21,07	46,73	46,47	-
Incremento en talla (IT)	8,80	9,47	7,54	33,20	32,94	-
Tasa de crecimiento (Tc)	0,34	0,36	0,29	0,28	0,27	-
Desviación Estándar (DS)	1,40	2,00	1,39	2,99	3,93	-
Pearl-net 2	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	23,13	23,07	22,47	45,67	45,00	54,40
Incremento en talla (IT)	9,60	9,54	8,94	32,14	31,47	40,87
Tasa de crecimiento (Tc)	0,37	0,37	0,34	0,27	0,26	0,34
Desviación Estándar (DS)	2,07	1,75	1,55	4,19	3,18	3,97
Pearl-net 3	Piso 1	Piso 5	Piso 10	Piso 1	Piso 5	Piso 10
Promedio talla	23,87	23,80	21,53	48,73	43,33	47,33
Incremento en talla (IT)	10,34	10,27	8,00	35,20	29,80	33,80
Tasa de crecimiento (Tc)	0,40	0,40	0,31	0,29	0,25	0,28
Desviación Estándar (DS)	2,00	1,01	1,36	2,15	5,16	2,09