

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y RECURSOS NATURALES



Determinación del efecto biomitigador de *Mytilus edulis platensis* en un centro de cultivo de salmónidos en Magallanes

Pablo Daniel Ñanculef Núñez

Director de Tesis: Dr. Cristian Aldea

2016

Determinación del efecto biomitigador de *Mytilus edulis platensis* en un centro de cultivo de salmónidos en Magallanes

Por: Pablo Daniel Ñanculef Núñez
Departamento de Ciencias y Recursos Naturales
Fecha: junio, 2016

Prof. Orlando Dollenz
Director Departamento de Ciencias y RRNN

Dr. Cristian Aldea
Jefe de Carrera

Aprobado Comisión Evaluadora

Dr. Cristian Aldea
Director Proyecto de Tesis

Prof. Silvia Oyarzún
Evaluadora

Dr. Pablo Gallardo
Evaluador

Tesis entregada como un requerimiento para obtener el título de Biólogo Marino en la Facultad de Ciencias.

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Determinación del efecto biomitigador de *Mytilus edulis platensis* en un centro de cultivo de salmónidos en Magallanes

Tesis presentada para optar al título de Biólogo Marino

Pablo Daniel Ñanculef Núñez

Punta Arenas, junio de 2016

Agradecimientos

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de esta tesis, todos y cada uno merecen un reconocimiento. En especial a mi director de tesis Dr. Cristian Aldea, quien ha sido fundamental en la toma de decisiones de esta tesis, ha dado seguimiento y la supervisión necesaria para cada ámbito del trabajo.

A mis profesores Bibiana Jara, Javier Díaz, Silvia Oyarzún y Pablo Gallardo que con su conocimiento han ayudado a mejorar distintos aspectos de la tesis.

A el profesor de la Universidad Austral de Chile, Don Jorge Navarro, quien se dio el tiempo de revisar el proyecto de tesis y aportar su amplio conocimiento.

A mis compañeros Constanza Jiménez, Samuel Alcaino y Katherine Barría quienes me ayudaron en procedimientos y toma de muestras.

A mi amiga Valeska Oyarzo por su apoyo y dedicar su tiempo en leer y corregir durante la etapa de proyecto de tesis.

A la empresa NovaAustral, por permitir instalar mi experimento en uno de sus centros de cultivo, además, de aportar con toda la logística para la realización de ésta.

A los encargados de gestionar mi práctica profesional y apoyar la realización de esta tesis Christian Mella, Claudia Vásquez, Carolina Bahamonde y Rodrigo Carrillo.

A los trabajadores del centro de cultivo Cockburn 13, entre ellos, Saúl Leal, Michael Andrade, Manuel Paillaman, Rolando Leal, José Díaz, buzos, operarios y eléctricos.

A mi familia y en especial a Ingrid Núñez, Andrés Ñanculef y Jorge Ñanculef por su apoyo incondicional ante las adversidades ocurridas durante el proceso.

A los encargados de laboratorio Juan Carlos Soto y Juan Carlos Barrientos por todas las gestiones, ayuda y preocupación.

A la secretaria de la facultad de ciencias Claudia Calbucoy por todas las gestiones y trámites internos realizados para de la tesis y Yasna Guzmán por todas las gestiones para la realización del proyecto FDI.

Para todos ustedes, Muchas Gracias.

Resumen

Los cultivos integrados multitróficos (en inglés, IMTA) corresponden a la crianza acuícola intensiva de especies tróficamente compatibles, conectadas por la transferencia de nutrientes a través del agua, apuntando a la mitigación o eliminación de residuos en base a especies tróficamente compatibles, las cuales proporcionan sustentos para niveles tróficos más bajos. Específicamente *Mytilus edulis platensis* (Hupé, 1854) cumple un papel biomitigador en IMTA. Por consiguiente en esta investigación se busca determinar su potencial evaluando diferencias en su eficiencia de absorción. El ensayo se llevó a cabo durante el periodo 19/02/2016 – 22/03/2016 (verano austral), utilizando organismos de 20 a 30 milímetros de longitud valvar. Se determinó la eficiencia de absorción (AE) obteniendo como resultado valores de 70,55% y 70,62%. También se realizó la medición de los organismos, esperando obtener diferencias, en las cuales el índice de condición obtuvo diferencias significativas tanto en control como el ensayo. Otros índices, como el índice gonadosomático y el índice de rendimiento productivo, no presentaron diferencias significativas. Además, fue analizada la sobrevivencia de estos organismos en acuarios de laboratorio, para determinar si consumen alimentos como *pellet*, y si sobreviven bajo altas concentraciones de éste. Finalmente, se pudo aceptar la hipótesis de acuerdo a los resultados obtenidos para la AE, ya que asimilan aproximadamente un 70% de lo que filtran, por lo cual, estos organismos disminuirían la concentración de materia orgánica provenientes de la engorda de salmones.

Palabras clave: IMTA, bivalvo, filtrador, eficiencia de absorción, índice de condición.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Impacto de la acuicultura.....	4
1.2 Uso de antibióticos.....	6
1.3 Aplicación de IMTA.....	7
1.4 Alimentación y asimilación en IMTA.....	9
1.5 ¿Por qué en los fiordos y canales?.....	10
1.6 Potencial de aplicación de IMTA.....	11
2. HIPÓTESIS.....	13
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1 Área de estudio.....	14
4.2 Método de cultivo.....	16
4.3 Medición de condiciones físicas.....	17

4.4 Determinación de la biodepositación	18
4.5 Crecimiento	19
4.6 Análisis de Eficiencia de Absorción (AE)	19
4.7 Método de cultivo para determinar sobrevivencia.....	20
4.8 Cálculo del Índice de Condición.....	22
4.9 Índice Gonadosomático.....	22
4.10 Índice de Rendimiento Productivo (IRP)	22
4.11 Análisis estadísticos	23
5. RESULTADOS.....	24
5.1 Condiciones físicas del medio.....	24
5.2 Biodepositación.....	25
5.3 Crecimiento, sobrevivencia e índices corporales	26
5.4 Eficiencia de Absorción	34
6. DISCUSIÓN	35
7. CONCLUSIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA	44
9. ANEXO	52
9.1 Estado taxonómico de <i>Mytilus edulis platensis</i>	52
9.2 Referencias.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig.1:</i> Cosechas en centros de cultivos de salmón del Atlántico (<i>Salmo salar</i>) y centros de cultivo de chorito (<i>Mytilus edulis platensis</i>) de las regiones X, XI y XII, en sus respectivos años. (Recopilación de datos del anuario estadístico, Servicio Nacional de Pesca)	2
<i>Fig.2:</i> Esquema representativo de Acuicultura multitrófica integrada en aguas abiertas. Redibujado de Xunta de Galicia (2012).....	7
<i>Fig. 3:</i> Ubicación del área de estudio, donde se sitúa el Centro Cockburn 13, Comuna Cabo de Hornos, XII Región.....	15
<i>Fig. 4:</i> Vista del módulo de balsas jaulas del centro Cockburn 13, donde se realizó el estudio	15
<i>Fig.5:</i> Modelo del método experimental realizado durante la ejecución del ensayo	17
<i>Fig.6:</i> Modelo del método utilizado para medir la biodepositación de las balsas jaula	18
<i>Fig.7:</i> Esquema de mediciones de un mitílido.....	19
<i>Fig.8:</i> Variación de la temperatura y oxígeno disuelto a una profundidad de 5 metros, en el Centro de cultivo Cockburn 13, durante el periodo del ensayo	24
<i>Fig.9:</i> Variación de la velocidad y dirección de corriente en el Centro de cultivo Cockburn 13 durante el periodo del ensayo a una profundidad de 5 metros. La línea roja en el círculo graduado indica la dirección promedio de la corriente	25

<i>Fig.10:</i> Crecimiento somático de <i>Mytilus edulis platensis</i> : A= Control; B= Ensayo, con sus correspondientes barras de error.	27
<i>Fig.11:</i> Supervivencia de <i>Mytilus edulis platensis</i> en condiciones de laboratorio: A= Alimentación de <i>pellet</i> utilizado en alimentación de halibut; B= Alimentación de peces ornamentales, con sus correspondiente barras de error.....	28
<i>Fig.12:</i> Índice de condición (IC) de <i>Mytilus edulis platensis</i> en relación a su talla, con sus respectivos ajustes: A= Control (R^2 inicio = 0,7871, R^2 término = 0,8067); B= Ensayo (R^2 inicio = 0,912, R^2 término = 0,9276)	29
<i>Fig.13:</i> Índice gonadosomático (IGS), en relación a su talla en centímetros (longitud valvar): A= Control; B= Ensayo	31
<i>Fig.14:</i> Índice de rendimiento productivo (IRP), en relación a su talla en centímetros (longitud valvar): A= Control; B= Ensayo	32
<i>Fig.15:</i> Longitud valvar (\pm DE, en rojo) que muestra la diferencia significativa del índice de condición en el ensayo, mediante la prueba de U de Mann-Whitney y la prueba de normalidad <i>a posteriori</i> de Kolmogorov Smirnov	33
<i>Fig.16:</i> Modelo del método experimental propuesto previo a la ejecución del ensayo	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de impactos de la acuicultura, tomando como ejemplo el caso de España: notable (●), moderado (○), no hay relación (-). Extraída de Borja (2002)	5
Tabla 2: Límites de la concesión perteneciente a Nova Austral, específicamente el centro de cultivo Cockburn 13	14
Tabla 3: Información nutricional de alimento para peces ornamentales, marca Sera Goldy.....	21
Tabla 4: Información nutricional de <i>pellet</i> utilizado en alimentación de halibut.....	21
Tabla 5: Biodepositación de balsas jaula expresado en peso seco (PS), peso seco libre de ceniza (PSLC) y porción orgánica (PO) obtenida en el centro de cultivo Cockburn 13 durante el periodo del ensayo.....	26
Tabla 6: Análisis estadístico ANOVA del índice gonadosomático (IGS), índice de condición del control (IC control) y índice de rendimiento productivo (IRP). El grupo con diferencias significativas se indica en negrilla.	33
Tabla 7: Resultados eficiencia de la absorción (AE) y séston.	34
Tabla 8: Alimento para salmón utilizado en centro de cultivo Cockburn 13, Marca EWOS micro boost, calibre 100 60a.....	39