

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS Y RECURSOS NATURALES



Captación y asimilación de nutrientes en *Mazzaella laminarioides* (Bory de Saint-Vincent) Fredericq 1993, y su posible utilización como biorremediante para la acuicultura

Nombre Natalia Carolina Osorio Rodríguez

Director Tesis : Nelso Navarro Martínez
Co-Director Tesis: Mauricio Palacios Subiabre

Punta Arenas – Chile
Diciembre, 2012

TITULO DEL TEMA

Por: Captación y asimilación de nutrientes en *Mazzaella laminarioides* (Bory de Saint-Vincent) Fredericq 1993, y su posible utilización como bioremediante para la acuicultura

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Fecha : Diciembre, 2012

Decano Facultad Ciencias

Jefe de Carrera

Aprobado por Comisión de Calificación

Director Tesis

Co-director

Evaluador 1

Evaluador 2

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

2012

Universidad de Magallanes
Facultad de Ciencias
Departamento de Ciencias y Recursos Naturales



**Captación y asimilación de nutrientes en *Mazzaella laminarioides* (Bory de Saint-Vincent)
Fredericq 1993, y su posible utilización como bioremediante para la acuicultura**

Natalia Carolina Osorio Rodríguez

Profesor guía: Nelso Navarro Martínez

Co-tutor: Mauricio Palacios Subiabre

Punta Arenas – Chile

Diciembre, 2012

INDICE GENERAL

i. RESUMEN	8
ii. ABSTRACT	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1. 1. <i>Macroalgas como biorremediadores</i>	12
1. 2. <i>Ecología y economía de macroalgas</i>	16
1. 3. <i>Antecedentes de Mazzaella laminarioides</i>	17
3. 4. <i>Biología reproductiva y contenidos de ficocolóides en Mazzaella laminarioides</i>	18
2. HIPÓTESIS	20
3. OBJETIVOS	21
3. 1. <i>Objetivo general</i>	21
3. 2. <i>Objetivos específicos</i>	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	22
4. 1. <i>Material biológico y condiciones de cultivo</i>	22
4. 2. <i>Diseño experimental</i>	23
4. 3. <i>Análisis de muestras</i>	25
4. 3. 1. <i>Medición de nutrientes en el agua</i>	25
4. 3. 1. A. <i>Determinación de amonio</i>	25
4. 3. 1. B. <i>Determinación de nitrato y nitrito</i>	25
4. 3. 1. C. <i>Tasa de Absorción</i>	26
4. 4. <i>Análisis del material biológico</i>	27
4. 4. 1. <i>Tasa de crecimiento</i>	27
4. 4. 2. <i>Determinación de Clorofila a</i>	27
4. 4. 3. <i>Determinación de Ficobilinas</i>	28
4. 4. 4. <i>Extracción y cuantificación de polisacáridos</i>	29
4. 5. <i>Análisis estadístico</i>	30
5. RESULTADOS	31
5. 1. <i>Concentración inicial de nutrientes</i>	31
5. 2. <i>Captación de nutrientes</i>	31
5. 3. <i>Tasa de crecimiento relativa</i>	35
5. 4. <i>Concentración de clorofila a</i>	35
5. 5. <i>Concentración de Ficobilinas</i>	36
5. 6. <i>Rendimiento de polisacáridos (carragenanos)</i>	37
6. DISCUSIÓN	39
6. 1. <i>Concentraciones iniciales de compuestos nitrogenados</i>	39
6. 2. <i>Captación de compuestos nitrogenados</i>	40
6. 3. <i>Asimilación de compuestos nitrogenados</i>	42
7. CONCLUSIÓN	44
9. LITERATURA CITADA	45

INDICE FIGURAS

Figura 1. Resumen de los impactos ambientales sobre los sistemas bentónicos y pelágicos promovidos por la actividad de cultivo de salmón en Chile. Valores de porcentaje de los flujos de nitrógeno y fósforo calculados a partir del balance de la masa anual, obtenidos a partir de un cultivo marino con base en la tierra (Extraído de Buschmann <i>et al.</i> , 2009).....	11
Figura 2. Diagrama conceptual del sistema de Acuicultura Multitrófica Integrada (IMTA), combinado el cultivo de peces, moluscos y algas. Los moluscos consumen la materia orgánica particulada, mientras que las algas consumen los nutrientes inorgánicos disueltos en el sistema (modificado de www.oceansfortomorrow.ca/en/wise-source-salmon/).....	12
Figura 3. Principales procesos de absorción y asimilación de compuestos nitrogenados en una célula de macroalgas (modificado de Lobban & Harrison, 1994).....	15
Figura 4. Desembarque de macroalgas en Chile desde el año 1998 hasta el año 2011 (Fuente: Anuario estadístico de pesca, 2011).	16
Figura 5. Desembarque de <i>Mazzaella laminarioides</i> en Chile entre los años 2002 hasta el año 2011 (Fuente: Anuario estadístico de pesca, 2011).....	17
Figura 6. Ciclo de vida trifásico de <i>Mazzaella laminarioides</i>	19
Figura 7. Ubicación geográfica del lugar de colecta de <i>Mazzaella laminarioides</i> en Punta Santa Ana (1) y la ubicación de un centro de cultivo de salmónidos donde fue obtenida el agua de mar (2) en el Estrecho de Magallanes, Chile.	22
Figura 8. A: Intermareal de Punta Santa Ana, lugar de colecta <i>Mazzaella laminarioides</i> . B: Centro engorda de salmónes ubicado en el sector de Capitán Aracena, Estrecho de Magallanes, Chile.....	23
Figura 9. Diseño experimental para el cultivo unialgal de <i>Mazzaella laminarioides</i> en laboratorio.....	24
Figura 10. Análisis de las muestras de agua. A: Amonio (NH_4^+). B: Nitrito (NO_2^-). C: Nitrato (NO_3^-).....	25
Figura 11. Consumo de amonio por parte de ápices de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivados en agua de mar de punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días.	32
Figura 12. Consumo de nitrato por parte de ápices de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivados en agua de mar de punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo.	32
Figura 13. Consumo de nitrito por parte de ápices de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivados en agua de mar de punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo.	33

Figura 14. Tasa de crecimiento relativo (%día⁻¹) de ápices de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar de punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo. 35

Figura 15. Clorofila a en mg/g de peso seco (PS) en ápices de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar de Punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo. 36

Figura 16. Ficocianina en mg/g de peso seco (PS) en ápices de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar de Punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo.... 36

Figura 17. Ficoeritrina en mg/g de peso fresco (PF) en ápices de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar de Punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo.... 37

Figura 18. Rendimiento de polisacáridos en ápices de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar de Punta Santa Ana (C1: Barras de color claro) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2: Barras gris oscuro) durante 23 días de cultivo. 37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones iniciales de amonio, nitrito y nitrato presentes en muestras de agua de mar antes del experimento.....	31
Tabla 2. Resultados de test de Newman-Keuls para el consumo de amonio, nitrato y nitrito por parte de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivada en agua de mar de Punta Santa Ana (C1) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2) durante 23 días de cultivo. Se presentan las diferentes combinaciones de tratamientos (C1 y C2) en los diferentes tiempos de muestreo (T1=10; T2= 16; T3= 23 días). Valores en color rojo representan a valores estadísticamente significativos en un nivel de confianza del 95% (p<0,05).	34
Tabla 3. Resultados de test de LSD Fisher para el consumo de amonio, nitrato y nitrito por parte de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivadas en agua de mar de Punta Santa Ana (C1) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2) durante 23 días de cultivo. Se presentan las diferentes combinaciones de tratamientos (C1 Y C2) en los diferentes tiempos de muestreo (T1=10; T2= 16; T3= 23 días). Valores en color rojo representan a valores estadísticamente significativos en un nivel de confianza del 95% (p<0,05).....	34
Tabla 4. Resultados de test de Newman-Keuls para crecimiento, clorofila, carragenanos, Ficobilinas de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivada en agua de mar de Punta Santa Ana (C1) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2) durante 23 días de cultivo. Se presentan las diferentes combinaciones de tratamientos (C1 Y C2) en los diferentes tiempos de muestreo (T1=10; T2= 16; T3= 23 días). Valores en color rojo representan a valores estadísticamente significativos en un nivel de confianza del 95% (p<0,05).	38
Tabla 5. Resultados de test de LSD Fisher para crecimiento, clorofila, carragenanos, Ficobilinas de <i>Mazzaella laminarioides</i> cultivada en agua de mar de Punta Santa Ana (C1) y agua de mar proveniente de un centro de cultivo (C2) durante 23 días de cultivo. Se presentan las diferentes combinaciones de tratamientos (C1 Y C2) en los diferentes tiempos de muestreo (T1=10; T2= 16; T3= 23 días). Valores en color rojo representan a valores estadísticamente significativos en un nivel de confianza del 95% (p<0,05).....	38
Tabla 6. Comparación de análisis de nutrientes entre Punta Santa Ana, Isla Capitán Aracena y dos trabajos realizados en el Estrecho de Magallanes. Estrecho de Magallanes 1: Análisis de nutrientes correspondiente al trabajo realizado por Vásquez et al., (2012); Estrecho de Magallanes 2: Análisis de nutrientes correspondiente al trabajo realizado por Valdenegro y Silva (2003); N/D: Nutrientes no analizados.	40

i. RESUMEN

Las macroalgas tienen gran importancia ecológica, económica y social en Chile, ya que numerosas especies son utilizadas como alimento humano y como materia prima para la obtención de geles (principalmente de uso industrial). Dentro de este contexto, las algas rojas son un recurso de alto interés comercial, tanto en Chile como en el extranjero, principalmente como fuente de ficocolóides (*e.g.* carragenanos). Estos compuestos se extraen principalmente de macroalgas conocidas como “lugas” que corresponden a los géneros *Gigartina*, *Iridaea*, *Mastocarpus*, *Sarcothalia* y *Mazzaella*. Este trabajo evaluó la captación y asimilación de nutrientes en tetrasporofitos de *Mazzaella laminarioides* cultivados en agua de mar proveniente de un centro de cultivo de salmones. Además se evaluó la tasa de crecimiento, producción de carragenanos, concentración de pigmentos fotosintetizantes ficobilinas. Los resultados mostraron que *M. laminarioides* captó gran parte de los nutrientes disponibles y consecuentemente aumentó su biomasa. *M. laminarioides* prefirió los nutrientes de acuerdo a la concentración de cada uno de ellos, así al inicio del experimento *M. laminarioides* captó nitrato, luego amonio y finalmente nitrito. A la luz de estos resultados, se propone que esta especie como potencial bioremediante para los sistemas acuícolas.