

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



**EFFECTOS DE LA LUZ SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO
INORGÁNICO (CI) EN RHODOPHYTAS ANTÁRTICAS**

Tesis, Carrera de Biología Marina

Por: Gabriela Fernanda Ovando Ojeda

Directora: Pamela Fernández Subiabre

Codirector: Nelso Navarro Martínez

2025

EFFECTOS DE LA LUZ SOBRE ESTRATEGIAS DE CAPTACIÓN DE CARBONO INORGÁNICO (CI) EN RHODOPHYTAS ANTÁRTICAS

Por: Gabriela Fernanda Ovando Ojeda

Sr. Gustavo Poblete
Decano Facultad de Ciencias

Dr. Nelso Navarro Martínez
Director Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Dra. Valeria Latorre
Jefe de Carrera

Comisión Evaluadora:

Dra. Pamela Fernández Subiabre
Directora de Tesis

Dr. Nelso Navarro Martínez
Codirector de Tesis

Dr. Pedro Murúa (UACH)
Evaluador 1

Dra. Gemita Pizarro (IFOP)
Evaluadora 2

Tesis entregada como requerimiento para obtener el Título de Biólogo Marino en la Universidad de Magallanes

Punta Arenas, Chile

Junio, 2025

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

**Efectos de la luz sobre las estrategias de captación de carbono inorgánico (Ci) en
rhodophytas antárticas**

Tesis entregada como requerimiento para obtener el Título de
Biólogo Marino en la Universidad de Magallanes

Gabriela Fernanda Ovando Ojeda

Punta Arenas, Chile

Junio, 2025

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. Pamela Fernández y el Dr. Nelso Navarro por su dedicación, tiempo y apoyo entregado como directores de tesis, guiándome de la mejor manera. Sin duda fueron un factor importante para lograr este cometido.

A mi familia, agradecer por el apoyo entregado a lo largo de estos cinco años. A mi pareja, por su apoyo incondicional. A mis amigas de la carrera, con quienes compartí aprendizajes y risas.

Agradecer a todas las personas que de alguna u otra manera ayudaron en este largo proceso.

RESUMEN

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) proyecta que para el año 2100 la concentración de CO₂ atmosférico se duplicará respecto del nivel actual (426,25 ppm al año 2024) (Earth's CO₂ 2024), generando consecuencias en la química del agua de mar. Algunos de los cambios proyectados son aumento en las concentraciones de Dióxido de carbono (CO₂) y Bicarbonato (HCO₃⁻), moléculas indispensables para el proceso de fotosíntesis en algas, siendo Antártica una de las áreas más afectadas. Las algas han desarrollado mecanismos de concentración de carbono (CCMs) para utilizar HCO₃⁻ y CO₂ como fuentes de Carbono inorgánico (Ci) exógeno. Se sabe que estos mecanismos varían dependiendo de la especie y su distribución (vertical y latitudinal), pero muy poco se sabe de la variación de estos mecanismos en algas Antárticas. Por lo tanto, el principal objetivo del presente estudio fue determinar y comparar los mecanismos de utilización de Ci en algas rojas Antárticas expuestas a distintos regímenes ambientales (intermareal-submareal). Para esto, cuatro especies algales, *Pyropia endiviifolia* (CCM), *Curdiea racovitzae* (CCM), *Neuroglossum ligulatum* (no-CCM) y *Trematocarpus antarcticus* (CMM) fueron colectadas a diferentes profundidades en Península Fildes, Isla Rey Jorge, Antártida. Posteriormente, bajo condiciones controladas de laboratorio, se determinó el efecto de la luz y oscuridad sobre el funcionamiento de los CCMs, utilizando las técnicas de pH drift y $\delta^{13}\text{C}$. Los resultados obtenidos confirmaron el funcionamiento de CCMs en las especies *P. endiviifolia*, *C. racovitzae* y *T. antarcticus*, mientras que *N. ligulatum* fue la única especie que no presentó CCMs. Por otro lado, nuestros resultados fueron contrarios a los esperados, ya que aparentemente la disponibilidad de la luz no fue un factor determinante para la determinación del uso de CO₂ y/o HCO₃⁻ en las especies CCMs. En ambas condiciones experimentales, las especies CCMs fueron capaces de mantener activos sus CCMs, y utilizar ambas fuentes de Ci, (pH del medio > 9,0 y valores de $\delta^{13}\text{C}$ > -30‰).

Palabras claves: CCM, macroalgas, calentamiento global, OA.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	8-12
HIPÓTESIS	13
OBJETIVOS	14
Objetivo General 1	14
Objetivo General 2	14
METODOLOGÍA	15-19
Recolección de muestras y parámetros	15-17
Diseño experimental	17
Variables químicas y fisiológicas.....	17-19
Análisis de datos.....	19
RESULTADOS.....	20-37
Parámetros ambientales.....	20
Variables bioquímicas y fisiológicas al tiempo inicial (T_0).....	20-24
Variables bioquímicas y fisiológicas al tiempo intermedio (T_8).....	25-26
Variables bioquímicas y fisiológicas al tiempo final (T_{16}).....	27-34
DISCUSIÓN	35-40
CONCLUSIÓN.....	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42-47
ANEXOS.....	48-53

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1: Proceso de fotosíntesis en algas marinas	10
Figura 2: Esquema de utilización de carbono inorgánico en macroalgas	11
Figura 3: Ubicación geográfica del sitio del estudio.....	16
Figura 4: Valores de pH registrados en el experimento de pH drift para las cuatro especies al tiempo inicial (T_0).....	21
Figura 5: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ registrados en las cuatro especies en el tiempo inicial (T_0).....	21
Figura 6: Contenido (en porcentaje) de C (A), N (B) y C/N (C) para las cuatro especies al tiempo final (T_0).....	23
Figura 7: Valores de pH registrados en el experimento de pH drift para las cuatro especies al tiempo intermedio (T_8).....	25
Figura 8: Valores de F_v/F_m registrados en las cuatro especies al tiempo intermedio (T_8)	26
Figura 9: Valores de pH registrados en el experimento de pH drift para las cuatro especies al tiempo final (T_{16}).....	28
Figura 10: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ registrados en las cuatro especies al tiempo final (T_{16}).....	28
Figura 11: Valores de F_v/F_m registrados en las cuatro especies al tiempo final (T_{16}).....	29
Figura 12: Contenido (en porcentaje) de C (A), N (B) y C/N (C) para las cuatro especies al tiempo final (T_{16}).....	32

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1: Características taxonómicas, ecológicas y fisiológicas de las especies algales	15
Tabla 2: Análisis (Anova) de las variables respuestas al T ₀	24
Tabla 3: Promedio de las variables al T ₀ con sus respectivas desviaciones estándar....	24
Tabla 4: Análisis (Anova) de las variables respuestas de pH drift al T ₈ y T ₁₆	33
Tabla 5: Análisis (Anova) de las variables respuestas F _v /F _m T ₈ y las variables del T ₁₆ : F _v /F _m , δ C ¹³ , %C, %N y C/N.....	33
Tabla 6: Promedio de las variables al T ₈ con sus respectivas desviaciones estándar.....	34
Tabla 7: Promedio de las variables al T ₁₆ con sus respectivas desviaciones estándar.....	34