

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



**TRAMAS TRÓFICAS EN COMUNIDADES COSTERAS DE ALTAS
LATITUDES, ¿EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE ZONAS ANTÁRTICAS Y
SUBANTÁRTICAS?**

Por: Matías Bernardo Cárcamo Chávez

Director: Máximo Frangópulos
Codirectora: Lisette Zenteno Devaud

2023

Tramas tróficas en comunidades costeras de altas latitudes, ¿existen diferencias entre zonas antárticas y subantárticas?

Por: Matías Bernardo Cárcamo Chávez

Dr(c). Víctor Díaz H.
Decano Facultad de Ciencias

Dra. Bibiana Jara
Directora Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Dr. Cristian Aldea
Jefe de Carrera

Comisión Evaluadora:

Dr. Máximo Frangópulos
Director del Proyecto de Tesis

Dra. Lisette Zenteno Devaud
Codirectora del Proyecto de Tesis

Dr. Cristian Aldea
Evaluador

Dra. Claudia Andrade
Evaluadora

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

Punta Arenas, Chile

Mayo, 2023

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

Tramas tróficas en comunidades costeras de altas latitudes, ¿existen diferencias entre zonas antárticas y subantárticas?

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

Matías Bernardo Cárcamo Chávez

Punta Arenas, Chile

Mayo. 2023

“El mundo que hemos creado es un proceso de nuestro pensamiento. No se puede cambiar sin cambiar nuestra forma de pensar.” Albert Einstein (1879 – 1955).



Regata Desafío Cabo de Hornos 2020, acompañado de mi padre Jaime Cárcamo, en el velero Ole Lady. Canal Beagle, frente a Puerto Williams.

AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis, Dra. Lisette Zenteno Devaud y Dr. Máximo Frangópulos, por su infinito apoyo, comprensión y sabiduría tanto en lo académico cómo en lo personal.

A mis padres, Jaime Cárcamo y Gabriela Chávez por estar siempre conmigo y otorgarme la posibilidad de formarme en esta carrera.

A los proyectos FONDAP-IDEAL N°15150003 y FONDECYT N°3190455, los cuales financiaron este estudio.

A la Fundación CEQUA – Centro de Estudios del Cuaternario por brindarme un lugar para poder trabajar y desarrollar el escrito de la tesis. Y al todo el equipo por recibirme cordialmente. Y a Lautaro Oyarzún por su disposición en revisar el escrito.

Al Grupo de Estudios Ambientales (GEA), principalmente a M.C. Erika Mutschke y Dr. Carlos Ríos por permitirme desempeñar laboralmente mientras elaboraba mi tesis. Y a Fernanda, Claudio y Rodrigo por todas sus enseñanzas.

A todo el equipo administrativo, académico y docente de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Magallanes.

A Fiordos del Sur, especialmente a Catalina y Guillermo por ofrecerme un trabajo de medio tiempo cómo guía a Isla Magdalena, donde pude dar a conocer mis conocimientos de la fauna marina de la región además de hacerlo en el idioma inglés.

A mis amigos, tanto a los que conocí a lo largo de mis estudios y a los que han estado durante toda mi vida conmigo. Especialmente a Pedro, Cristóbal, Felipe, Victoria, María Jesús, Francisca, Vicente, Fernando y Catalina.

Y, por último, a mis amigos de la carrera de Biología Marina, Daniel, Francisco, Constanza, Cristina, Rodrigo y Ángel.

RESUMEN

Las tramas tróficas bentónicas costeras constituyen importantes laboratorios naturales para estudiar los impactos climáticos en los ecosistemas marinos. Los efectos de estos impactos aún no están claros, por lo que estudios comparativos de grupos tróficos similares son necesarios para evaluar potenciales cambios de dieta en diferentes hábitats. Este estudio analizó la señal isotópica del carbono y nitrógeno en un total de 318 organismos (invertebrados y peces) provenientes de dos zonas subantárticas (estrecho de Magallanes y canal Beagle) y dos zonas antárticas (bahía Sur y bahía Fildes). Los resultados confirmaron diferencias significativas en la redundancia, estructura trófica basal y vertical entre las tramas tróficas bentónicas costeras de regiones antárticas y subantárticas, revelando que los aumentos de heterogeneidad de hábitats en zonas antárticas podrían estar aumentando los rangos de carbono, nitrógeno y diversidad, y, en consecuencia, disminuyendo la redundancia de las tramas. Estos resultados destacan la importancia de considerar los cambios de dieta en grupos tróficos para detectar los cambios de las interacciones tróficas en un escenario de cambio global.

Palabras clave: Tramas tróficas antárticas y subantárticas, nichos isotópicos, redundancia trófica, comunidad bentónica.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	6
Marco Teórico	6
Uso de los isótopos estables en tramas tróficas.....	9
HIPÓTESIS	11
OBJETIVOS	12
Objetivo General	12
Objetivo específico 1	12
Objetivo específico 2	12
METODOLOGÍA	13
Áreas de estudio.....	13
Estaciones Subantárticas.....	14
Estaciones Antárticas.....	15
Recolección de muestras	15
Análisis de Isótopos estables	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS	19
Tendencias generales entre zonas subantárticas y antárticas.....	19
Estructura trófica.....	22
Contribución relativa de recursos basales en peces.....	26
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	46

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Sitios de muestreo. Mapa general comparativo entre zonas antárticas y subantárticas.	13
Figura 2. Sitios de muestreo. A. Mapa general comparativo entre zonas antárticas y subantárticas. B. Estrecho de Magallanes (Sector Faro San Isidro); C. Canal Beagle (Bahía Yendegaia); D. Bahía Fildes; E. Bahía Sur.....	13
Tabla 1. Resumen de Información respecto a los sitios estudiados. Zona Subantártica: Estrecho de Magallanes (Faro San Isidro), Canal Beagle (Bahía Yendegaia). Zona Antártica: Bahía Fildes, Bahía Sur.....	15
Figura 3. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para cada grupo trófico (A: Filtradores, B: Herbívoros, C: Invertebrados, D: Vertebrados) en las zonas de Estrecho de Magallanes (Azul), Canal Beagle (Rojo), Bahía Fildes (Verde), Bahía Sur (Magenta).	19
Tabla 2. Promedios de marcadores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) para cada especie, ordenados por sector y grupo trófico. Se incluye sus respectivas desviaciones estándar para cada promedio.....	20
Tabla 3. Resumen de la prueba a posteriori de Pair-Wise entre grupos tróficos.	21
Tabla 4. Comparación de rangos isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$), Diversidad Trófica (CD) y Redundancia Trófica (MNND) entre zonas (Estrecho de Magallanes, Canal Beagle, Bahía Fildes, Bahía Sur). Para determinar diferencias significativas respecto a las métricas de Leymann. La comparación considera si la zona indicada en la fila si es significativamente menor que la zona indicada en la columna.....	22
Tabla 5. Resumen del Área Total (TA), Área estándar de la elipse (SEA) y Área estándar bayesiana de la elipse corregida (SEAc). Para cada grupo trófico (Filtradores, Herbívoros, Invertebrados, Vertebrados) por zona (Estrecho de Magallanes, Canal Beagle, Bahía Fildes, Bahía Sur).....	23

Tabla 6. Porcentaje de solapamiento entre grupos tróficos A y B (Filtradores, Herbívoros, Invertebrados, Vertebrados) por cada zona (Estrecho de Magallanes, Canal Beagle, Bahía Fildes, Bahía Sur)..... 24

Figura 4. Comparación de rangos isotópicos ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$), Diversidad Trófica (CD) y Redundancia Trófica (MNND) entre zonas (Estrecho de Magallanes, Canal Beagle, Bahía Fildes, Bahía Sur)..... 24

Figura 5. Comparación del tamaño estándar de las elipses para cada zona (A. Estrecho de Magallanes, B. Canal Beagle, C. Bahía Fildes, D. Bahía Sur). Las líneas sólidas indican el tamaño del nicho corregido (SEAc)..... 25

Figura 6. Estimaciones del área estándar bayesiana de las elipses por grupo trófico (SEAB). Puntos negros indican la media de la SEAB y puntos rojos la media de la SEAc. Cajas grises indican la probabilidad de distribución de los datos al 50, 75 y 95% (cajas grises oscuras, cajas grises y cajas grises más claras respectivamente)..... 26

Figura 7. A: Asimilación de los canales de energía bentónicos y pelágicos en peces costeros de regiones antárticas y subantárticas. Círculos indican un 95% de confianza y las líneas de tendencia representan la mediana al 50% de confianza. 27