

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



**RECONSTRUCCIÓN DE LOS CAMBIOS PALEOCEANOGRÁFICOS Y
PALEOCLIMÁTICOS DE LOS ÚLTIMOS 500 AÑOS EN EL MAR DE ROSS, ANTÁRTICA
MEDIANTE UN ENFOQUE MULTIPROXY**

Tesis, Carrera de Biología Marina

Por: Bárbara Montecinos Estefanía Silva

Directora: Dra. Lorena Rebolledo Manríquez

Codirector: Dr. Máximo Frangopulos Rivera

2024

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

**RECONSTRUCCIÓN DE LOS CAMBIOS PALEOCEANOGRÁFICOS Y
PALEOCLIMÁTICOS DE LOS ÚLTIMOS 500 AÑOS EN EL MAR DE ROSS, ANTÁRTICA
MEDIANTE UN ENFOQUE MULTIPROXY**

Por: Bárbara Montecinos Estefanía Silva

Dr. Víctor Díaz Huentelicán
Decano Facultad de Ciencias

Dra. Viviana Jara
Directora Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Dr. Cristian Aldea Venegas
Jefe de Carrera

Comisión Evaluadora:

Dra. Lorena Rebolledo Manríquez
Director/a de Tesis

Dr. Máximo Frangopulos Rivera
Codirector de Tesis

Dra. Gloria Sánchez Sánchez
Evaluadora

Dr. Javier Díaz Ochoa
Evaluador

Punta Arenas, Chile, mayo, 2024

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

Reconstrucción de los cambios paleoceanográficos y paleoclimáticos de
los últimos 500 años en el Mar de Ross, Antártica mediante un enfoque
multiproxy

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

Bárbara Estefanía Montecinos Silva

Punta Arenas, Chile

Mayo, 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, a madre y hermanos, por su apoyo constante en cada proceso de mi vida. A mi directora de tesis, Dra. Lorena Rebolledo, le agradezco sinceramente su orientación experta en el tema de la paleoceanografía y dedicación en la revisión de la tesis, al Dr. Máximo Frangopulos por brindar su tiempo y dedicación en el proceso de revisión, y a los miembros de la comisión por la revisión de la tesis. También a mis amistades quienes me ayudaron a hacer más amena mi paso por la Universidad, mi amiga Taryn Sepúlveda, cuya compañía y apoyo han sido fundamentales en cada paso de este camino.

Quisiera reconocer el respaldo proporcionado por el Programa AMP-INACH (2403052), con el financiamiento del microscopio Carl Zeiss Axioscope 5, el cual ha sido fundamental para el recuento y reconocimiento taxonómico de diatomeas, al proyecto (PM23060) del Instituto de Investigaciones Polar Coreano, KOPRI (liderado por el Dr. Jeong-Hoon Kim), a la Dra. So Young del KOPRI por las muestras proporcionadas para la realización de esta tesis, obtenidas durante en el crucero oceanográfico-geológico (ANA-11A) y los análisis geoquímicos proporcionados en el testigo 54. Igualmente, expreso mi agradecimiento a la Dra. Práxedes Muñoz por el desarrollo del modelo de edad basado en ^{210}Pb , el cual ha sido esencial para la discusión de los resultados de esta tesis. También quisiera reconocer en todo momento la gestión proporcionada por el jefe de carrera de la Universidad de Magallanes y a las secretarías de la Universidad de Magallanes por la ayuda administrativa

Por último, deseo expresar mis reconocimientos a los profesionales del Laboratorio Embajador Jorge Berguño Barnes del INACH y mencionar mi gratitud hacia Alejandro Font, por su valiosa ayuda y orientación en los análisis estadísticos y en el uso de R Studio.

RESUMEN

El Océano Austral (OA) desempeña un papel crucial como regulador térmico del clima global y constituye un lugar fundamental para el estudio de los cambios paleoceanográficos. En el Mar de Ross, se sitúa la polinia de mayor extensión en el OA, caracterizada por su alta concentración de clorofila-a. En este estudio, se analizó la asociación de diatomeas preservadas en los sedimentos junto a indicadores sedimentológicos (contenido de agua y susceptibilidad magnética) y geoquímicos (sílice biogénica, carbono orgánico total y nitrógeno total) recuperado del testigo 54, el cual tiene un largo de 36 cm y fue obtenido a una profundidad de 555 m de la columna de agua bordo del Rompehielos Araon, en el Mar de Ross, (Antártica). El modelo de edad en el testigo 54, se basó en las depositaciones de ^{210}Pb , el cual presentó una tasa de sedimentación promedio de 0.08 cm año^{-1} . En el testigo 54, se registraron 41 especies de diatomeas, 1 especie de silicoflagelado y restos de espículas de esponjas. Las especies de diatomeas más abundantes corresponden a esporas de resistencia de *Chaetoceros* spp., *Eucampia antarctica* var. *recta* (valva terminal e intercalar), además de diatomeas de las especies *Fragilariopsis curta* y *F. obliquecostata*, donde los cambios en la abundancia de diatomeas responderían a fluctuaciones en el hielo marino y temperatura registrados durante los últimos 500 años. Se propone que, durante la Pequeña Edad de Hielo (LIA), la región occidental del Mar de Ross experimentó un enfriamiento significativo, influenciado por vientos catabáticos y la expansión del hielo marino. Este enfriamiento se relaciona con un aumento en la productividad biológica debido a la expansión de la polinia y la mayor exposición de la superficie del mar.

Palabras clave: diatomeas, Polinia, testigo de sedimento, modelo de edad, diatomeas, opal, sílice biogénica

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	10
El Continente Antártico	10
Fitoplancton.....	13
Cambios Oceanográficos y Climáticos en el Mar de Ross durante los últimos 500 años	15
HIPÓTESIS.....	17
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	18
Área de estudio	18
Oceanografía	19
Muestreo Sedimentario.....	19
Geocronología: Modelo de edad basado en ^{210}Pb	20
Análisis geoquímico	21
Susceptibilidad magnética.....	21
Preparado de las muestras permanentes.....	21
RESULTADOS.....	25
Geocronología del testigo 54	25
Parámetros sedimentarios y geoquímicos en el testigo 54	25
Recuento de diatomeas y otros microorganismos silíceos en sedimentos.....	27
Diversidad de diatomeas en el testigo sedimentario 54	30
PCA de las principales especies de diatomeas registradas en el testigo 54.....	31
Variabilidad del contenido de valvas de diatomeas y el contenido de sílice biogénica	32

Comparación entre los testigos sedimentarios 54 y 59 en el Mar de Ross	35
DISCUSIÓN.....	37
Geocronología del testigo de sedimento 54	37
Geoquímica del testigo de sedimento 54.....	37
Especies y ensambles de Diatomeas como indicadores climáticos	38
Variabilidad en el hielo marino en el mar de Ross.....	40
Comparación entre testigos de sedimentarios 54 y 59 en el Mar de Ross	42
Variabilidad de la productividad marina durante los últimos 500 años.....	43
CONCLUSIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXO1. Taxonomía de especies de diatomeas preservada en los sedimentos	54
ANEXO 2. Códigos scripts empleados para el análisis de la data estadística realizados en Rstudio	58

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Localización de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA).....	11
Figura 2. Mapa del Mar de Ross, donde se observa la zona del Área Marina Protegida	12
Figura 3. Mapa geomorfológico con la ubicación de los testigos 54 y 59.....	18
Figura 4. Recolección del testigo de sedimento 54 y 59 y sedimentos superficiales Con <i>box-corer</i>	20
Figura 5. Preparación de las muestras de diatomeas	22
Figura 6. Perfil de actividad del ^{210}Pb (mBqg $^{-1}$).....	25
Figura 7. Características geoquímicas y sedimentológicos del testigo 54.....	26

Figura 8. Fotomicrografía de las principales especies de diatomeas preservadas en sedimentos del Mar de Ross.....	28
Figura 9. a) Porcentaje de CRS, b) índice de diversidad Shannon Weaver, c) abundancia de diatomeas, d) concentración de silicoflagelados y e) espículas de esponja	30
Figura 10. Análisis de Componentes Principales (PCA) de las especies de diatomeas más comunes	31
Figura 11. Regresión lineal entre abundancia de diatomeas (valvas·g ⁻¹) v.s % opal (sílice biogénica).....	32
Figura 12. Matriz de correlación de Pearson entre el contenido de agua, susceptibilidad magnética, nitrógeno total, carbono total, opal y valvas g ⁻¹	33
Figura 13. Abundancia relativa de las principales especies de diatomeas.....	34
Figura 14. Gráficos de caja de las variables opal (%), diatomeas (valvas g ⁻¹), nitrógeno total (%) y carbono orgánico total (%) de los testigos 54 y 59	36
Figura 15. Variabilidad en el contenido de diatomeas a lo largo del testigo 54 y su comparación con los índices de hielo marino	41
Figura 16. Esquema de las condiciones atmosféricas y oceanográficas durante la Pequeña Edad del Hielo (1450-1850 CE) en el Mar de Ross a partir de datos de núcleos de hielo	44
Figura 17. Esquema de las condiciones atmosféricas y oceanográficas de la Edad Moderna (1850-1992 CE) en el Mar de Ross.....	45
Tabla 1. Clasificación de las especies de diatomeas antárticas registradas en el testigo 54, según su afinidad ecológica	27
Tabla 2. Ranking de las especies dominantes de diatomeas para el testigo 54	29
Tabla 3. Registro de las especies más abundantes de diatomeas en la columna de agua y en sedimentos en el Mar de Ross	39