

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



**ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL FITOPLANCTON EN EL FIORDO-
GLACIAR SENO BALLENA, ESTRECHO DE MAGALLANES (53°S) CHILE, DURANTE
OTOÑO 2019**

Tesis, Carrera de Biología Marina

Por: Paola Stephania Muñoz Lagos

Director Tesis: José Luis Iriarte M.
Codirector Tesis: Máximo Frangópulos

2021

ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL FITOPLANCTON EN EL FIORDO-GLACIAR SENO BALLENA, ESTRECHO DE MAGALLANES (53°S) CHILE, DURANTE OTOÑO 2019

Por: Paola Stephania Muñoz Lagos

Dr. Víctor Díaz H.
Decano Facultad de Ciencias

M. Cs. Orlando Dollenz A.
Director Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Dr. Cristian Aldea V.
Jefe de Carrera

Comisión Evaluadora:

Dr. José Luis Iriarte M.
Director de Tesis

Dr. Máximo Frangópulos R.
Codirector de Tesis

Dra. Gloria Sanchez S.
Evaluadora

Dra. Lorena Rebolledo
Evaluadora

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

Punta Arenas, Chile

Mayo, 2021

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

**Estructura comunitaria del fitoplancton en el fiordo-glaciar Seno Ballena,
Estrecho de Magallanes (53°S) Chile, durante Otoño 2019**

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

Paola Stephania Muñoz Lagos

Punta Arenas, Chile

Mayo, 2021

"Si tan solo pudiéramos ver la interminable cadena de consecuencias que resultan de nuestras acciones más pequeñas" ... (Buscando a Alaska, John Green)

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis tutores José Luis Iriarte y Máximo Frangópulos por creer en mí, brindar su tiempo, dedicación y preocupación en este paso tan importante de mi formación profesional.

A Marco Pinto-Torres por darme todo su apoyo, tiempo, dedicación y motivación durante los últimos 2 años, fuiste mi guía en el arduo trabajo de tesis y práctica profesional, te lo agradezco mucho.

A Cesar Alarcón y Gemita Pizarro, investigadores del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) por el apoyo en la realización de este proyecto y materialización del desarrollo de la tesis.

A mi hija Samantha por ser mi cable a tierra en la vida, por darme fuerzas para enfrentar la distancia que nos tocó vivir estos años de estudio. Tenerte siempre en mis pensamientos me ayudó a soportar los malos días, eres mi vida.

A mis padres por darme la oportunidad de estudiar una carrera tan hermosa, apoyándome en todo lo que necesitaba.

Agradecer a la Universidad de Magallanes y al Departamento de Ciencias y Recursos Naturales por todo el apoyo que recibí en mi proceso de formación profesional.

Al Centro IDEAL por recibirme y apoyarme en varias oportunidades a lo largo de mi formación profesional y por apoyarme en los análisis de microscopia y toma de imágenes.

Al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) por facilitar sus instalaciones para la preparación y degradación de muestras biológicas.

Financiamiento: FONDECYT 1170174 “Annual Dynamics of Air-Sea Exchange of CO₂ in Subantarctic Waters: The Role of Glacier Melting and Primary Production as Drivers of ρ CO₂ in a Patagonia Glaciar-Fjord”.

Centro de Investigación: Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (FONDAP IDEAL) 1515003.

RESUMEN

Los sistemas fiordo-glaciar juegan un papel importante en la regulación de intercambio de características químicas entre estos fiordos y el océano, dado que los glaciares liberan grandes cantidades de agua dulce y material orgánico e inorgánico, así como también microorganismos al sistema marino adyacente. Los fiordos de la región sur-austral de Chile son áreas de gran productividad primaria, por lo que son claves en la regulación de los niveles de captación de CO₂, siendo considerados como un mecanismo de mitigación del cambio global. Seno Ballena es un fiordo-glaciar Patagónico (53°S) ubicado en la Isla Santa Inés próximo a la abertura occidental del Estrecho de Magallanes (Chile), aislado de influencia antropogénica, representando condiciones ambientales prístinas y entregando una oportunidad única para investigar los ensamblajes fitoplanctónicos de un sistema de fiordo con influencia glacio-marino. El objetivo de este estudio fue determinar y comparar durante otoño la composición del fitoplancton en el fiordo-glaciar que cuenta con la presencia de un *sill* en su zona media. Para ello, se realizó un muestreo oceanográfico en mayo de 2019, a bordo de la embarcación Maripaz II. A lo largo de un transecto “glaciar-océano” se muestrearon cinco estaciones, tres al interior y dos al exterior del fiordo, utilizando el *sill* como barrera natural. Se caracterizaron los ensamblajes de fitoplancton y condiciones oceanográficas durante el otoño austral. Los resultados obtenidos demuestran un total de 124 taxa a lo largo del transecto, en el cual se destaca una mayor riqueza y abundancia de las taxa en las estaciones internas al fiordo, principalmente aquellas especies simpágicas como *Asterionellopsis glacialis*, *Pleurosigma* sp., *Paralia sulcata*, *Pinnularia* sp. En contraste a las estaciones externas donde se observaron taxa de origen marino como *Skeletonema* sp., *Paralia sulcata*, *Thalassiosira anguste-linneata*, *Dyctiocha speculum*.

Las condiciones oceanográficas señalan la presencia de aguas más frías, menos salinas y estratificadas en los primeros 10 m, con una capa superficial rica en ortofosfato y nitrato, pero muy baja en ácido silícico. Las potenciales implicancias ecológicas sugieren que, bajo un posible escenario de incremento de la temperatura, y de la tasa de aceleración del derretimiento del glaciar, incrementarían estas taxa en el sector.

Palabras claves: Fitoplancton, nanoplancton, especies simpágicas, diatomeas, *sill*, fiordo-glaciar, Seno Ballena, Estrecho de Magallanes.

ABSTRACT

The fjord-glacier system plays an important role in regulating the exchange of chemical characteristics between these fjords and the coastal ocean, due glaciers release large amounts of fresh water and organic and inorganic material, as well as microorganisms to the adjacent marine system. The fjords of the southernmost region of Chile are areas of high primary productivity, so they are key in regulating the levels of atmospheric CO₂, as being considered as a mechanism for mitigating global change. Seno Ballena is a Patagonian fjord-glacier (53°S) located on Santa Inés Island near the western opening of the Strait of Magellan (Chile). Isolated from anthropogenic influence, it represents pristine fjord conditions, and providing a unique opportunity to investigate assemblage's phytoplankton's of a coastal system with glacio-marine influence. The objective of this thesis was to determine and compare the composition of the phytoplankton in the fjord influenced by a glacier and oceanic waters during autumn. An oceanographic sampling was carried out in May 2019, aboard the Maripaz II vessel. Along a "glacier-ocean" transect, five stations were sampled throughout the water column, three stations inside (near the glacier) and two stations outside the fjord (open to Strait of Magellan), using the *sill* as a natural barrier. Phytoplankton assemblages (identification, abundance) and oceanographic conditions (temperature, salinity, stratification, inorganic nutrients) were characterized during the austral autumn. The results showed a total of 124 taxa of phytoplankton identified along the transect; high richness and abundance of taxa were observed in the inner stations, characterized by sympagic species such as *Asterionellopsis glacialis*, *Pleurosigma* sp., *Paralia sulcata*, *Pinnularia* sp. In contrast louter stations, low taxa richness were observed and dominated by marine population such as *Skeletonema* sp., *Paralia sulcata*, *Thalassiosira anguste-linneata*, *Dyctiocha speculum*.

Oceanographic conditions indicated the presence of colder, less saline and stratified waters in the first 10 m at the inner stations, with a surface layer rich in orthophosphate and nitrate, but limiting concentration of silicic acid. The potential ecological implications suggest that, under a possible scenario of an increase in temperature, and the acceleration rate of the melting of the glacier, the freshwater taxa dominate in glacier-fjord in the southernmost region of Patagonia.

Key words: Phytoplankton, nanoplankton, sympagic species, diatoms, *sill*, glaciario-fjord, Seno Ballena, Strait of Magellan.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	11
Características generales.....	11
Sistema marino de altas latitudes	12
Dinámica de la comunidad del fitoplancton.....	15
Planteamiento del problema.....	18
Marco teórico	19
Justificación del estudio	20
Preguntas de investigación.....	21
HIPÓTESIS.....	22
OBJETIVOS	23
Objetivo general.....	23
Objetivo específico 1	23
Objetivo específico 2	23
Objetivo específico 3	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Área de estudio.....	24
Muestreo oceanográfico	25
Fraccionamiento por tamaño corporal del fitoplancton.....	26
Análisis nutrientes inorgánicos (ortofosfato, nitrato y ácido silícico)	27
Análisis microscópico	27
Tratamiento estadístico de la información	28
RESULTADOS	30
Características hidrográficas	30
Nutrientes.....	31
Análisis cualitativo y cuantitativo del Fitoplancton.....	34
Muestra de microfitoplancton.....	36
Muestra de nanofitoplancton entre 20 - 10 μm	36
Muestra de nanofitoplancton entre 10 - 5 μm	37
Muestra de fitoplancton total	38

<i>Ranking</i> de especies	38
Identificación microscópica	40
Muestra de microfitoplancton	40
Muestra de fitoplancton total	41
Muestra de nanofitoplancton entre 20 - 10 μm	42
Muestra de nanofitoplancton entre 10 - 5 μm	43
Análisis de diversidad de especies	44
Curva de acumulación de especies	45
DISCUSIÓN	47
CONCLUSIÓN.....	49
REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1: Mecánica oceanográfica de un fiordo	11
Figura 2: Ubicación de fiordos descritos en sistema y archivos de fiordos.....	13
Figura 3: A) Topografía básica de un fiordo B) Patrón general de intercambios de agua.15	
Figura 4: Esquema conceptual de la hipótesis	22
Figura 5: Área de estudio del fiordo glaciar de la isla Santa Inés.....	24
Figura 6: Localización de las estaciones de muestreo de seno Ballena.....	25
Figura 7: Esquema del protocolo de fraccionamiento	26
Figura 8: Perfiles de temperatura, salinidad y estratificación de la columna de agua	31
Figura 9: Perfiles de nutrientes (Nitrato, Ortofosfato y Ácido silícico)	32
Figura 10: Regresión lineal de nutrientes.....	33
Figura 11: Distribución de grupos taxonómicos según su dominancia	36
Figura 12: Distribución de grupos taxonómicos según su dominancia	37
Figura 13: Distribución de grupos taxonómicos según su dominancia	37
Figura 14: Distribución de grupos taxonómicos según su dominancia	38
Figura 15: Grafico de <i>ranking</i> de abundancia de taxa	39
Figura 16: Taxa encontradas en seno Ballena.....	40
Figura 17: Taxa encontradas en seno Ballena.....	41

Figura 18: Taxa encontradas en seno Ballena.....	42
Figura 19: Taxa encontradas en seno Ballena.....	43
Figura 20: Índice de acumulación	45
Figura 21: Índice de acumulación	46
Tabla 1: Listado de taxa total encontrada en seno Ballena.....	35
Tabla 2: Análisis de diversidad de especies	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Glosario de términos	59
ANEXO 2: Tablas de conteo de células por litro	60
Tabla 3: Abundancia de muestras de microfitoplancton.....	60
Tabla 4: Abundancia de muestras de fitoplancton total.....	62
Tabla 5: Abundancia de muestras de nanofitoplancton entre 20-10 micras.....	62
Tabla 6: Abundancia de muestras de nanofitoplancton entre 10-5 micras.....	63