

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



**EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INFLUENCIA
DE UN GLACIAR SOBRE CARACTERÍSTICAS
OCEANOGRÁFICAS EN SENO GALLEGOS (SENO
ALMIRANTAZGO, CHILE)**

Oswaldo Javier Vásquez Jaime

Director de tesis: Dr. Américo Montiel San Martín

Co- directora de tesis: M.Sc. Bibiana Jara Vergara

2011

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



**EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INFLUENCIA
DE UN GLACIAR SOBRE CARACTERÍSTICAS
OCEANOGRÁFICAS EN SENO GALLEGOS (SENO
ALMIRANTAZGO, CHILE)**

Oswaldo Javier Vásquez Jaime

Director de tesis: Dr. Américo Montiel San Martín

Co- directora de tesis: M.Sc. Bibiana Jara Vergara

2 0 1 1

**EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INFLUENCIA
DE UN GLACIAR SOBRE CARACTERÍSTICAS
OCEANOGRÁFICAS EN SENO GALLEGOS (SENO
ALMIRANTAZGO, CHILE)**

Por: Osvaldo Javier Vásquez Jaime

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Fecha: 22 de Julio del 2011

Víctor Díaz Huentelican
Decano Facultad Ciencias

M.Sc Bibiana Jara Vergara
Jefe de Carrera

Aprobado por Comisión de Calificación

Dr. Américo Montiel San Martín
Director Tesis

M.Sc Bibiana Jara Vergara
Co-directora

Dr. Máximo Frangópulos Rivera
Evaluador 1

Dr. Javier Díaz Ochoa
Evaluador 2

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

2 0 1 1

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

**EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA INFLUENCIA
DE UN GLACIAR SOBRE CARACTERÍSTICAS
OCEANOGRÁFICAS EN SENO GALLEGOS (SENO
ALMIRANTAZGO, CHILE)**

Tesis presentada para optar al Título de Biólogo Marino

Oswaldo Javier Vásquez Jaime

2011

*“Saber es saber que no sabes nada, ese es el significado de la verdadera
sabiduría”*

Confucio (551 a. C.- 479 a. C)

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el constante apoyo y confianza entregada durante estos años y por los valores de superación y responsabilidad inculcados, sin ellos, no podría haber finalizado esta etapa de mi vida.

A mis directores de tesis: Bibiana Jara y Américo Montiel por el constante apoyo y orientación impartidos durante la realización de esta tesis, y por los buenos momentos compartidos durante las salidas a terreno.

Al proyecto FONDECYT iniciación (011090208; IP Dr. Américo Montiel), el cual financió este estudio. Además se agradece a las instituciones Universidad de Magallanes y Fundación Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego-Patagónica y Antártica (CEQUA), por la facilitación de infraestructura e instrumentación, respectivamente.

A lo profesores, Eduardo Quiroga, Máximo Frangópulos y Javier Díaz, quienes estuvieron siempre dispuestos a ayudarme cuando se los solicité.

A los tripulantes y capitán de la embarcación Cabo Tamar, por facilitar al máximo las labores de terreno. También me gustaría agradecer a mis amigos, en especial a Santiago Pineda Metz, Pablo Moraga y Rodrigo Pérez. Finalmente quisiera agradecer a Paulina González por el cariño entregado en estos últimos años.

RESUMEN

Con cerca de 1650 km de longitud en línea recta, los fiordos y canales chilenos son una de las más extensas zonas estuarinas del mundo. Pese a la importancia económica que ha tenido esta área para el país en las últimas décadas, el conocimiento oceanográfico hasta 1993 era limitado, lo cual hacía difícil comprender la distribución y caracterización de las masas de agua y su respectiva dinámica hidrográfica.

En el estrecho de Magallanes y canales adyacentes, los estudios son puntuales abarcando solo las variaciones en términos geográficos, y dejando de lado la variabilidad temporal. Una de las características más conspicuas de la región de Magallanes es la presencia de grandes campos de hielo, No obstante, estudios empíricos que evalúen la influencia de esas masas de hielo sobre la columna de agua adyacente son escasos. En este contexto, esta tesis busca establecer el efecto de las descargas de agua y sedimentos de un glaciar sobre la distribución de la temperatura, salinidad, y concentraciones de clorofila *a*, considerando tanto la variabilidad espacial como la temporal en el sector periglacial del seno Gallegos (XII región, Chile).

Para lograr el objetivo planteado, se realizaron cuatro muestreos entre las temporadas de otoño (2010) y verano (2011), donde se tomaron muestras de agua a distintas profundidades con una botella Niskin (0, 5, 10, 20 y 30 m) para determinar los sólidos totales suspendidos en 12 localidades perpendiculares al glaciar, cuatro en el sector denominado FG (frente glaciar), cuatro en el sector IN (intermedio) y cuatro en el sector AF (afuera glaciar) y mediante un CTDO se obtuvieron los datos para realizar los perfiles y secciones transversales de temperatura (°C), salinidad (psu) y clorofila *a* (mg m^{-3}).

La columna de agua del seno Gallegos presentó dos capas; una capa superficial (hasta los 25 m aproximadamente), donde en las temporadas primavera- verano se registraron los mayores valores de temperatura, clorofila *a* y sólidos totales

suspendidos ($9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $15,41\text{ mg m}^{-3}$ y $49,87\text{ mg L}^{-1}$, respectivamente), y en la temporada de invierno se registró la mayor salinidad ($30,06\text{ psu}$). Mientras que en la capa profunda ($25\text{-}90\text{m}$), por lo general, presentó valores homogéneos de temperatura, salinidad y bajas concentraciones de clorofila a ($<1\text{ mg m}^{-3}$) y de sólidos totales suspendidos con una mediana máxima de $6,18\text{ mg L}^{-1}$

Las concentraciones de clorofila a mostraron una relación lineal con la salinidad y los sólidos totales suspendidos. Mientras que, las concentraciones de los sólidos totales suspendidos primaverales fueron significativamente más altas que las concentraciones calculadas para el resto de las estaciones del año.

De acuerdo a los resultados, se sugiere una influencia directa de los glaciares provenientes del Campo de Hielo Cordillera Darwin sobre los cuerpos de agua del seno Gallegos, debido a que las continuas descargas de material particulado y agua dulce desde el glaciar adyacente, provoca que en las zonas aledañas a este, como el sector FG presenten bajos valores de salinidad, temperatura y bajas concentraciones de clorofila a , contrario a lo que sucede con los sólidos totales suspendidos, los que presentan las mayores concentraciones superficiales en este sector. Al aumentar la distancia desde el glaciar (IN y AF), disminuye el efecto de este sobre la columna de agua, aumentando los valores de temperatura, salinidad y concentraciones de clorofila a , sin embargo se produce una disminución en la concentración de sólidos totales suspendidos.

Estos resultados amplían el conocimiento regional sobre la variabilidad temporal y espacial de características oceanográficas, evidenciando la constante influencia de los glaciares en la columna de agua, además, entrega información crucial para comprender de mejor forma la dinámica de las masas de agua en un área periglacial.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	ii
SUMMARY	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1.- INTRODUCCIÓN	2
1.1.- Aspectos oceanográficos generales del sistema de fiordos y canales chilenos.	3
1.2.- Estudios oceanográficos en los fiordos y canales chilenos.	4
1.2.1.- Programa CIMAR-fiordos.	6
1.3.- Características oceanográficas en fiordos.	9
1.3.1.- Características oceanográficas de fiordos con y sin influencia glacial.	11
2.- HIPÓTESIS	16
3.- OBJETIVOS	17
4.- MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1.- Área de estudio.	18
4.2.- Trabajo de terreno.	19
4.3.- Análisis de datos y de laboratorio.	21
4.4.- Determinación de sólidos totales suspendidos.	21
4.5.- Análisis estadístico.	22
5.- RESULTADOS	23
5.1.- Variabilidad espacial.	27
5.1.1.- Frente Glaciar (FG).	27
5.1.2.- Intermedio (IN).	33
5.1.3.- Afuera Glaciar (AF).	37
5.2.- Variabilidad temporal.	41
5.2.1.- Capa superficial.	41

5.2.2.- Capa profunda.	43
6.- DISCUSIÓN	48
7.- CONCLUSIONES	53
8.- LITERATURA CITADA	54
9.- ANEXO	61
9.1.- Producción científica.	62
9.2.- Anexo 2. Estaciones de muestreo por temporada para el seno Gallegos.	63
9.3.- Anexo 3. Información oceanográfica en diversos ambientes marinos de la zona de fiordos y canales chilenos.	64
9.4.- Anexo 4. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila <i>a</i> , para la temporada de otoño.	65
9.5.- Anexo 5. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila <i>a</i> , para la temporada de invierno.	66
9.6.- Anexo 6. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila <i>a</i> , para la temporada de primavera.	67
9.7.- Anexo 7. Perfiles de temperatura, salinidad y clorofila <i>a</i> , para la temporada de verano.	68
9.8.- Anexo 8. Concentración de sólidos totales suspendidos registradas en la temporada de invierno.	69
9.9.- Anexo 9. Concentración de sólidos totales suspendidos registradas en la temporada de verano.	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Análisis Post Hoc ANDEVA.	27
----------	---------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Áreas estudiadas por los CIMAR-fiordos entre 1995 y 1998. a) Crucero CIMAR-1 fiordos. b) CIMAR-2 fiordos. c) CIMAR-3 fiordos. d). CIMAR-4 fiordos (Silva y Palma, 2006).	9
Figura 2.	Fiordos con influencia glaciar en la zona centro-sur (Fuente: Wildlife Conservation Society).	12
Figura 3.	Esquema vertical de temperatura y salinidad (Kilian <i>et al.</i> , 2007).	14
Figura 4.	A. Zona sur de los fiordos y canales chilenos, desde el estrecho de Magallanes al cabo de Hornos. B. Área de estudio (seno Gallegos), adyacente al campo de hielo cordillera Darwin. (modificada de Google Earth 6.0.3.2197)	19
Figura 5.	Muestreos en las temporadas de, a) otoño, b) invierno, c) primavera y c) verano (amarillo: FG, verde: IN y rosado: AF)	20
Figura 6.	Secciones transversales de temperatura (°C) para las temporadas de; a) Otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano para el seno Gallegos (XII región, Chile), donde FG (0- 600 m), IN (1000- 1600 m) y AF (2000- 2006 m).	24

Figura 7.	Secciones transversales de salinidad (psu) para las temporadas de; a) Otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano para el seno Gallegos (XII región, Chile), donde FG (0- 600 m), IN (1000- 1600 m) y AF (2000- 2006 m).	25
Figura 8.	Sólidos totales suspendidos (mg L^{-1}) en las temporadas de otoño, invierno, primavera y verano. Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable.	26
Figura 9.	Sección transversal de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la localidad frente glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	29
Figura 10.	Sección transversal de salinidad (psu) en la localidad frente glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	30
Figura 11.	Sección transversal de clorofila <i>a</i> (mg m^{-3}) en la localidad frente glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	31
Figura 12.	Sólidos totales suspendidos en la localidad: a) Frente glaciar, b) Intermedio y c) Afuera glaciar. Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable	32
Figura 13.	Sección transversal de temperatura en la localidad intermedio para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	34

Figura 14.	Sección transversal de salinidad en la localidad intermedio para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	35
Figura 15.	Sección transversal de clorofila <i>a</i> (mg m^{-3}) en la localidad intermedio para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	36
Figura 16.	Sección transversal de temperatura en la localidad afuera glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	38
Figura 17.	Sección transversal de salinidad en la localidad afuera glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	39
Figura 18.	Sección transversal de clorofila <i>a</i> (mg m^{-3}) en la localidad afuera glaciar para: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	40
Figura 19.	Perfiles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para las temporadas de: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	44
Figura 20.	Perfiles de salinidad (psu) para las temporadas de: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	45
Figura 21.	Perfiles de clorofila <i>a</i> (mg m^{-3}) para las temporadas de: a) otoño, b) invierno, c) primavera y d) verano.	46
Figura 22.	Sólidos totales suspendidos (mg L^{-1}) en; capa superficial (0-10 m; azul) y capa profunda (20-30 m; rojo) donde las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 70 y 90) de la variable.	47