

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS Y RECURSOS NATURALES



PAPEL DEL MEROPLANCTON DENTRO DEL ACOPLAMIENTO
PÉLAGO-BENTÓNICO EN UN ÁREA PERIGLACIAR (XII REGIÓN, CHILE)

Santiago Esteban Agustín Pineda Metz

Director de Tesis: Dr. Américo Montiel San Martín

Co-Directora de Tesis: MSc. Bibiana Jara Vergara

2012

PAPEL DEL MEROPLANCTON DENTRO DEL ACOPLAMIENTO
PÉLAGO-BENTÓNICO EN UN ÁREA PERIGLACIAR (XII REGIÓN, CHILE)

Santiago Esteban Agustín Pineda Metz

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Fecha:

Aprobado Comisión de Calificación

Director Departamento de Ciencias y RRNN: MSc. Orlando Dollenz

Jefa de Carrera: MSc. Bibiana Jara

Director Proyecto de Tesis: Dr. Américo Montiel

Co-Directora Proyecto de Tesis: MSc. Bibiana Jara

Comisión: Dr. Cristian Aldea

Comisión: Lic. Sylvia Oyarzún

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

2012

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

PAPEL DEL MEROPLANCTON DENTRO DEL ACOPLAMIENTO
PÉLAGO-BENTÓNICO EN UN ÁREA PERIGLACIAR (XII REGIÓN, CHILE)

Tesis presentada para optar al título de Biólogo Marino

Santiago Esteban Agustín Pinceda Metz

Punta Arenas

2012

“Vuele bajo, porque abajo esta
la verdad. Esto es algo que los
hombres, no aprenden jamás” --
Facundo Cabral (1937 - 2011).

AGRADECIMIENTOS

Una gran artista chilena comenzó una de sus canciones con la frase “Gracias a la vida, que me ha dado tanto” y la misma continúa enumerando las razones de dicho agradecimiento. En mi caso también tengo una importante lista de gente y eventos a los que estar agradecido, por poder terminar un ciclo de mi vida que culmina con esta tesis.

Primeramente, agradecer al proyecto FONDECYT de iniciación 011090208 (IP Dr. Américo Montiel), el cual financió este mini idilio que duró algo más de un año.

Sin más preámbulos... Gracias a quienes financiaron algo más que un año, a los que vienen financiándome hace ya casi 24 años, mis viejos Laura y Mario. Gracias al que dio el puntapié inicial que me permitió venir a Punta Arenas y comenzar este ciclo de iluminación, el Dr. Horacio A. Costa y, a quién me permitió mantener clara la visión (literalmente), el oftalmólogo Dr. Horacio Freile. Gracias a los que, cuando lo requerí, me tradujeron y corrigieron el inglés, mis primos Candela y Joaquín.

No puedo dejar de lado a quienes supervisaron la confección de este trabajo, los profesores Bibiana y Américo. Tampoco puedo obviar a mis compañeros de trajines Carlos (Wallace) y Osvaldo, quienes hicieron su aporte durante el análisis de las muestras en laboratorio y trabajo en terreno, o a Dieter y Eduardo, a quienes destaco por la experiencia que me transmitieron. Otro factor importante dentro del proyecto fueron las personas que se embarcaron con nosotros tanto en la “Nueva Galicia” y el “Cabo Tamar”, por todo lo que me enseñaron y ayudaron, muchas gracias.

Un poco más informalmente no puedo dejar de mencionar a mis amigos y mi hermano Lucas, quienes fueron un fuerte apoyo logístico haciendo un aporte invisible, pero indispensable y muy necesario, impulsándome a completar este texto y ayudándome a sobrellevar todo lo que esto significó. Muy agradecido, lamento no poder nombrarlos a todos ya que son muchos y no sobra abunda el espacio.

En fin, gracias a todos aquellos que de manera directa o indirecta formaron parte de estos años de estudios que fructifican en esta tesis.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. MARCO TEÓRICO	
2.1. PATRONES DE DISTRIBUCIÓN LARVAL	16
2.2. ÁREAS PERIGLACIARES Y SU FAUNA BENTÓNICA	17
2.3. ACOPLAMIENTO PÉLAGO-BENTÓNICO	20
3. HIPÓTESIS	23
4. OBJETIVOS GENERALES	23
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS	24
6.1. ÁREA DE ESTUDIO	24
6.2. TRABAJO DE TERRENO	25
6.2.1. MUESTRAS MEROPLANCTÓNICAS	25
6.2.2. MUESTRAS MACROBENTÓNICAS	26
6.2.3. VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	26
6.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO	26
6.3.1. SEPARACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL MEROPLANCTON Y MACROBENTOS	26
6.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS	27
6.4.1. DETERMINACIÓN DE LA ABUNDANCIA NUMÉRICA DEL MEROPLANCTON Y MACROBENTOS	27
6.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
7. RESULTADOS	31
7.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD MEROPLANCTÓNICA	31

7.1.1. VARIACIÓN TEMPORAL DEL MEROPLANCTON	33
7.1.2. VARIACIÓN ESPACIAL DEL MEROPLANCTON	35
7.2. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA	36
7.2.1. VARIACIÓN TEMPORAL DEL MACROBENTOS	38
7.2.2. VARIACIÓN ESPACIAL DEL MACROBENTOS	40
7.3. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS	41
7.4. ACOPLAMIENTO PÉLAGO-BENTÓNICO	45
7.5. RELACIÓN ENTRE LA COMUNIDAD MEROPLANCTÓNICA Y LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	47
8. DISCUSIÓN	49
8.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD MEROPLANCTÓNICA	49
8.2. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA	50
8.3. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS	53
8.4. ACOPLAMIENTO PÉLAGO-BENTÓNICO	53
8.5. RELACIÓN ENTRE LA COMUNIDAD MEROPLANCTÓNICA Y LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	54
9. CONCLUSIONES	56
10. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	57
11. BIBLIOGRAFÍA	58
12. ANEXOS	66

INDICE DE TABLAS

TABLA. 1: Análisis ANOSIM para los muestreos de meroplancton en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Todos los valores de R fueron significativos ($p < 0,05$).	34
TABLA. 2: Análisis ANOSIM para los muestreos de meroplancton en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Todos los valores de R fueron significativos ($p < 0,05$).	39
TABLA. 3: Registro de las variables oceanográficas en los muestreos.	42
TABLA. 4: Valor de ρ para las distintas combinaciones utilizadas durante el análisis BEST (con correlación de Spearman). Todos los valores de ρ fueron significativos ($\rho = 0,02$).	48
TABLA. 5: Comparación de la abundancia promedio (ind/m^3) por <i>taxa</i> obtenida en seno Gallegos en comparación con la abundancia promedio de cada <i>taxa</i> para otras localidades de la región de fiordos y canales chilenos, y la Antártida.	51
TABLA. 6: Comparación de la diversidad de morfotipos para cada <i>taxa</i> entre seno Gallegos y Bahía Borge (Stanwell – Smith <i>et al.</i> , 1999).	52

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Estaciones donde se realizaron muestreos de meroplancton en las distintas campañas y localidades en seno Gallegos (Cordillera Darwin).	66
ANEXO 2. Abundancia total (ind/m ³) larval de cada <i>taxa</i> para cada estación muestreada en seno Gallegos (Cordillera Darwin).	67
ANEXO 3. Estaciones donde se realizaron muestreos de bentos en las distintas campañas y localidades en seno Gallegos (Cordillera Darwin).	68
ANEXO 4. Abundancia total (ind/m ²) de cada <i>taxa</i> bentónico para cada estación muestreada en seno Gallegos (Cordillera Darwin).	69
ANEXO 5. Fórmulas utilizadas en los análisis estadísticos.	70
ANEXO 6. Selección de larvas meroplanctónicas extraídas en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Donde: A), B), C) y D) corresponden a Ophiuroidea tardía, E) Trocofora (Bivalvia), F) Bipinaria (Asterozoa), G) Echinopluteus (Echinozoa), H) Cifonauta (Briozoa), I) Trocofora (Gastropoda), J) Nauplius Y (Crustacea), K) Nauplius (Balanidae), L) Nauplius (Crustacea), M) y N) Zoea (Decapoda), O) Ofiopluteus (Ophiurozoa), y P) Pilidium (Nemertea).	72
ANEXO 7. Selección de larvas de Polychaeta extraídas en seno Gallegos (Cordillera Darwin).	73

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Fiordos con influencia glaciár en la zona centro-sur (Fuente: WCS). En rojo se marcan los fiordos con influencia glaciár, mientras que el azul corresponde a los glaciares y campos de hielo.	18
Fig. 2. Caracterización oceanográfica de seno Gallegos (Modificado de Vásquez <i>et al.</i> , 2012).	19
Fig. 3. Representación del acoplamiento pélogo-bentónico y sus componentes (Modificado de Antezana, 1999).	21
Fig. 4. Área de muestreo. Seno Gallegos, XII Región, Chile. A) Chile; B) seno Almirantazgo; y C) seno Gallegos. Se delimitan las localidades de muestreo: Frente Glaciár (FG, azul), Intermedio (IN, rosa) y Afuera (AF, verde).	24
Fig. 5. Equipos utilizados en el trabajo de terreno. Red de Zooplanton (izquierda), CTD (derecha) y Draga Van Veen (abajo).	25
Fig. 6. Representación del método de muestreo meroplanctónico.	29
Fig. 7. Muestreos de meroplancton (círculos rojos) y macrobentos (círculos negros) en los meses de, a) Agosto 2010, b) Noviembre 2010, c) Enero 2011, d) Septiembre 2011 y e) Noviembre 2011.	29
Fig. 8. Representación del proceso para la realización de la prueba de Mantel.	30
Fig. 9. Representación porcentual de morfotipos larvales (n=38) por <i>taxa</i> meroplanctónico presente en el seno Gallegos (Cordillera Darwin). "Otros" incluye a Bivalvia, Crustacea, Echinoidea, Nemertea (5,3% cada uno), Asteroidea, Balanidae, Bryozoa y Gastropoda (2,6% cada uno).	31
Fig. 10. Selección de morfotipos larvales recolectados en seno Gallegos (Cordillera Darwin), donde a) representa a Decapoda, b) Polychaeta, c) Asteroidea, d) Nemertea, e) Gastropoda, y f) Balanidae. Fotos con aumento 45x.	32
Fig. 11. Abundancia relativa por <i>taxa</i> meroplanctónico (n=193.344 ind/m ³) presente en el seno Gallegos (Cordillera Darwin). "Otros" incluye a Balanidae (4,43%), Ophiuroidea (3,88 %), Nemertea (3,30%), Polychaeta (2,10%), Echinoidea (0,88%), Gastropoda (0,18%), Decapoda (0,13 %) y Asteroidea (0,002%).	32

Fig. 12. Abundancia total en ind/m ³ de los organismos larvales para las temporadas muestreadas en el seno Gallegos (Cordillera Darwin). Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable.	33
Fig. 13. Agrupación de estaciones de muestreo meroplancónicas de Agosto 2010 (▲), Noviembre 2010 (▼), Enero 2011 (■), Septiembre 2011 (◆) y Noviembre 2011 (●).	34
Fig. 14. Abundancia total en ind/m ³ de los organismos larvales para las localidades muestreadas en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable.	35
Fig. 15. Abundancia total en ind/m ³ de los organismos larvales para los sectores de la columna de agua en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable.	36
Fig. 16. Representación porcentual de cada <i>taxa</i> macrobentónica (n=29) presente en seno Gallegos (Cordillera Darwin). "Otros" incluye a Polychaeta, Brachyopoda, Chordata, Cnidaria, Nematoda, Nemertea, Sipuncula y Priapulida (3,4% cada <i>taxa</i>).	37
Fig. 17. Selección de <i>taxa</i> macrobentónicos recolectados en seno Gallegos (Cordillera Darwin), donde a) representa a Crustacea, b) a Crinoidea, c) a Brachyopoda, d) a Echinodermata, e) a Bivalvia, y f) a Polychaeta.	37
Fig. 18. Abundancia relativa de cada <i>taxa</i> macrobentónicos (n=26.095 ind/m ²) presente en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Dentro de la denominación "Otros" se encuentran los <i>taxa</i> Nemertea (3,41 %), Brachyopoda (1,02 %), Nematoda (0,73%), Echinodermata (0,32%), Sipuncula (0,09%), Chordata (0,005%), Cnidaria (0,005%) y Priapulida (0,005%).	38
Fig. 19. Abundancia total de los organismos macrobentónicos en los muestreos realizados en seno Gallegos (Cordillera Darwin). Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable.	39
Fig. 20. Agrupación de estaciones de muestreo macrobentónicas de Agosto 2010 (▲), Noviembre 2010 (▼), Enero 2011 (■), Septiembre 2011 (◆) y	40

Noviembre 2011 (●).

Fig. 21. Abundancia total en ind/m² de los organismos macrobentónicos para las localidades muestreadas. Las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 75 y 90) de la variable. 41

Fig. 22. Sección transversal para densidad (sigma-t, Kg/m³) de seno Gallegos durante Invierno 2010 (arriba) y Primavera 2010 (abajo). 43

Fig. 23. Sección transversal para densidad (sigma-t, Kg/m³) de seno Gallegos durante Verano 2011 (arriba), Invierno 2011 (medio) y Primavera 2011 (abajo). 44

Fig. 24. Representación de la correlación obtenida mediante la prueba de Mantel entre las comunidades meropláctónica y bentónica en los distintos meses de muestreo. Los valores significativos se representan con cuadrados, mientras que los no significativos se representan con círculos. 45

Fig. 25. Representación porcentual de los *taxa* meropláctónicos en las distintas localidades de seno Gallegos (Cordillera Darwin). "Otros" incluye a Asteroidea (FG=0% ; IN=0,005% ; AF=0,002%), Balanidae (FG=5,59% ; IN=5,89% ; AF=2,41%), Decapoda (FG=0,13% ; IN=0,16% ; AF=0,11%), Echinoidea (FG=1% ; IN=0,87% ; AF=0,78%), Gastropoda (FG=0,19% ; IN=0,34% ; AF=0,06%), Nemertea (FG=3,38% ; IN=3,31% ; AF=3,22%), Ophiuroidea (FG=5,28% ; IN=3,69% ; AF=2,77%) y Polychaeta (FG=2,04% ; IN=2,66% ; AF=1,76%). 46

Fig. 26. Representación porcentual de los *taxa* macrobentónicos en las distintas localidades de seno Gallegos (Cordillera Darwin). "Otros" incluye a Brachyopoda (FG e IN=0% ; AF=3,07%), Cnidaria (FG e IN=0% ; AF=0,02%), Echinodermata (FG=0,2% ; IN=0,31% ; 0,45%), Nematoda (FG=0,01% ; IN=0,58% ; AF=1,64%), Nemertea (FG=2,09% ; IN=3,52% ; AF=4,70%), Sipuncula (FG=0,03% ; IN=0,10% ; AF=0,15%) y Priapulida (FG y AF=0% ; IN=0,02%). 47

RESUMEN

El acoplamiento pélogo-bentónico es la interconexión entre la comunidad meroplanctónica con la bentónica mediante intercambios químicos y biológicos, donde la dispersión del meroplancton es un proceso clave en la mantención de las comunidades bentónicas. Por otro lado, la distribución de abundancias depende, entre otros parámetros, de factores como la temperatura, salinidad y concentración de clorofila *a*.

El estudio del acoplamiento pélogo-bentónico en ambientes periglaciares marinos (APM) permite entender los procesos ecológicos que determinan la riqueza y abundancia de las especies bentónicas en estas áreas. Después del área antártica, la región de Magallanes, posee la mayor cantidad de APM del hemisferio sur, lo cual ha generado un alto interés científico para entender los procesos ecológicos que ocurren en estos ambientes. A pesar de esto, en la región de Magallanes existe poca información sobre los ambientes periglaciares marinos. En este contexto, el objetivo general de esta tesis fue analizar el papel del meroplancton en el ámbito del acoplamiento pélogo-bentónico y establecer como las variables oceanográficas influyen sobre la comunidad meroplanctónica en un ambiente periglaciario marino.

El área de estudio se ubicó frente al ventisquero Garibaldi, en la cuenca del seno Gallegos (54°28'58''S - 69°50'51,88''O). Allí se realizaron cinco periodos de muestreos de meroplancton y bentos durante los años 2010 y 2011. Las muestras se recolectaron en tres localidades ubicadas desde la cabeza hasta la boca del seno. Para las muestras meroplanctónicas se utilizó una red para zooplancton de 200µm, mientras que las muestras macrobentónicas se extrajeron con una draga Van Veen. Fueron separados y contabilizados todos los organismos presentes en las muestras, para posteriormente clasificarlas mediante bibliografía especializada. La comunidad fue descrita utilizando los análisis ANOSIM, MDS, BEST, prueba de Mantel y prueba U de Mann-Whitney.

La abundancia total de la comunidad meroplanctónica fue de 193.344 ind/m³ con un promedio de 38.669 ± 37.259 ind/m³ por periodos de muestreo. De los 38 morfotipos larvales determinados, la clase Crustacea fue la más abundante (71.056 ind/m³), mientras que la clase Polychaeta presentó la mayor cantidad de morfotipos larvales (18 morfotipos). La comunidad macrobentónica presentó una abundancia total de 26.095 ind/m² con un

promedio de 5.219 ± 2.106 ind/m² por periodo de muestreo. Se determinaron 29 *taxa*, donde la clase Polychaeta fue la más abundante (20.104 ind/m²) y Crustacea presentó la mayor diversidad (11 *taxa*).

Ambas comunidades presentaron una marcada estacionalidad, con una mayor abundancia del meroplancton durante el muestreo de Noviembre del 2011 (104.534 ind/m³) y menor en Enero del 2011 (882 ind/m³), mientras que para la comunidad macrobentónica se registró una mayor abundancia en Noviembre del 2010 (7.452 ind/m²) y la menor en Noviembre 2011 (2.625 ind/m²). Por otro lado, para ambas comunidades no se observaron diferencias significativas entre las localidades ($R = -0,017$; $p=0,9$; $R = -0,084$; $p=0,9$, respectivamente).

Los resultados señalan que los patrones de distribución y abundancia de ambas comunidades tienen una significativa correlación negativa ($Z=-0,3$; $p=0,005$), lo que implica que el acoplamiento entre el meroplancton y macrobentos de fondo blando en el AMP es débil. Por otro lado, la distribución vertical del meroplancton sobre picnoclina fue significativamente mayor que la comunidad bajo la picnoclina ($U=459,5$; $p<0,0001$). La combinación entre salinidad y temperatura tienen mayor influencia significativa sobre la distribución del meroplancton ($r=0,48$; $p=0,02$). Mientras que la concentración clorofila *a* no muestra una correlación significativa con la distribución de la comunidad meroplantónica.

Basados en los resultados obtenidos, tanto en abundancia como en cantidad de morfotipos larvales en un AMP, muestran similitudes con otros ambientes periglaciares de la región y con el patrón de distribución estacional descrito para las comunidades meroplanctónicas Antárticas. Además, de acuerdo a lo observado en este estudio, en el acoplamiento pélogo-bentónico, la abundancia de la comunidad macrobentónica de fondos blandos contribuye, a lo menos, con el 30% a la abundancia de la comunidad meroplantónica en el AMP o viceversa. Esto puede ser considerado relativamente alto debido a las otras posibles fuentes larvales como son los fondos duros, epifauna bentónica o cuencas marinas adyacentes. La correlación negativa puede ser explicada por la relación inversa observada entre los valores de abundancia y número de morfotipos de las clases Crustacea y Polychaeta.