

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



**PRODUCCIÓN SECUNDARIA DEL ENSAMBLE MACROBENTÓNICO EN
EL INTERMAREAL DE BLOQUES Y CANTOS: UNA COMPARACIÓN
ENTRE GRUPOS TRÓFICOS**

Belén Guarda Araya

Director de Tesis:

Dr. Américo Montiel San Martín

2015

PRODUCCIÓN SECUNDARIA DEL ENSAMBLE MACROBENTÓNICO EN EL
INTERMAREAL DE BLOQUES Y CANTOS: UNA COMPARACIÓN ENTRE
GRUPOS TRÓFICOS

Por Belén Guarda Araya

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Fecha: 25 de Marzo 2015

Aprobado Comisión de Calificación

MSc. Orlando Dollenz Álvarez

Director Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Dr. Javier Díaz Ochoa.

Jefe de Carrera de Biología Marina

Dr. Américo Montiel San Martín

Director de Tesis

Comisión evaluadora

Dr. Eduardo Quiroga Jamett

MSc. Claudia Andrade Díaz

Tesis entregada como un requerimiento para obtener el título
de Biólogo Marino en la Facultad de Ciencias

2015

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

**PRODUCCIÓN SECUNDARIA DEL ENSAMBLE MACROBENTÓNICO EN
EL INTERMAREAL DE BLOQUES Y CANTOS: UNA COMPARACIÓN
ENTRE GRUPOS TRÓFICOS**

Tesis presentada para optar al título de Biólogo Marino

Belén Guarda Araya

Punta Arenas

2015

“Solo existen dos días en el año en los que no se puede hacer nada.

Uno se llama ayer y el otro mañana.

Por lo tanto hoy es el día ideal para amar,

Crear, hacer y principalmente vivir.”

- Dalai Lama

AGRADECIMIENTOS

A mi director de Tesis, Dr. Américo Montiel. Quien confió en mi para realizar este gran desafío, además de enseñarme y entregarme los conocimientos necesarios para el desarrollo de esta tesis, (valores profesionales), me enseñó también valores personales, como lo es la entrega a un compromiso adquirido, la lealtad, el compañerismo y dedicación por lo que uno hace. Muchas gracias “profe” por su paciencia, tiempo y apoyo incondicional en todas las instancias que conllevó esta tesis. (Terreno, laboratorio, elaboración del escrito de tesis etc.). Gracias profe por esos momentos de “risotadas”, gracias por la paciencia, sé que saqué “canas verdes”.

A mi mejor amiga y colega Nykol Jara Reyes “Nikki”, por su apoyo incondicional en esta última etapa profesional que duró alrededor de 3 semestres de sacrificios, gracias a su hermosa familia por su gran apoyo. Gracias por ser siempre un aporte en esta última etapa, por esas risas infinitas, las discusiones, las tardes eternas en el “lab “contando bichos” y hablando de la vida. Gracias totales a mi miga Nikki, que aportó en mi tesis tanto como si fuese suya.

Al Laboratorio de Hidrobiología (Instituto de la Patagonia) por facilitar sus instalaciones y poder realizar mis análisis de laboratorio.

A mi padre Alex Guarda Medina quien siempre ha confiado en mí desde el comienzo, gracias por tu inmenso amor, tu protección, y entrega en mi crianza, eres el mejor Papito que pude desear, gracias por ser mi partner y fans #1.

Gracias a mi familia por su apoyo en este proceso. A mis amigos en general que permanecieron junto a mí durante los 5 años de U y en esta última instancia me brindaron su apoyo y ánimos. A mis queridos Pedagogos (Mariela, Seba y Diego).

A todos los funcionarios de UMAG que de una u otra forma estuvieron conmigo, haciendo que guarde siempre los mejores momentos de ellos.

A mi querida ONG, Wildlife Conservation Society , muchísimas gracias por todo su apoyo, buena onda y comprensión en este proceso, grandes profesionales, GRANDES PERSONAS, Daniela Droguett , Alejandro Vila , profe Mauricio Palacios, Yessica Vásquez y Alejandro Kush. Gracias a todos porque de una u otra forma confiaron en mí. Gracias mi querido equipo!!

A mi pololo Miguel Barrientos que me ha acompañado en el final de esta etapa que es quizás la más estresante, Gracias por tu amor incondicional, tu apoyo y ánimos que me entregas día a día.

Finalmente a ti, Silvia Medina Bravo, gracias por seguir en mi vida por siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
1.-INTRODUCCIÓN	16
2.- MARCO TEÓRICO	19
2.1. Producción secundaria	19
2.1.1. Métodos para la determinación de producción secundaria y razón P/B	20
2.2. Grupos funcionales y su relación con la producción secundaria	21
2.3. El hábitat intermareal de bloques y cantos.....	23
2.3.1. Estudio sobre el intermareal de bloques y cantos en el sistema de fiordos y canales chilenos.....	26
2.3.1.1 Patrones de zonación.	26
2.3.1.2 Estructura de la comunidad bentónica (diversidad y composición de especies) ..	27
2.3.1.3 Estudios sobre producción secundaria y tramas tróficas	28
3. PREGUNTAS E HIPÓTESIS DE TRABAJO	30
4. OBJETIVO	31
5.1 OBJETIVOS GENERAL.....	31
5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	31
5. MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1. Área de estudio.....	32
5.2. TRABAJO EN TERRENO.....	36
5.2.1 Diseño muestral.....	36

5.3. TRABAJO EN LABORATORIO.....	38
5.3.1 Separación y determinación de organismos.	38
5.4. Análisis de datos	38
5.5. Cálculo de peso seco libre de ceniza y transformación calorimétrica	39
5.6. Cálculo de la razón $P/B a^{-1}$ y producción secundaria.....	40
5.7. Categorización para cada especie a grupo trófico, modo alimenticio y hábito alimenticio	42
5.8. Análisis estadístico.....	44
6. RESULTADOS	46
6.1. Estructura trófica del ensamble macrobentónico del intermareal de bloques y cantos	46
6.1.1 Composición taxonómica de los grupos tróficos.	46
6.2. Abundancia y biomasa de los grupos tróficos por transecto.....	47
6.3. Variación estacional de la producción secundaria	50
6.4. Variación estacional de la razón $P/B a^{-1}$ promedio.	51
6.5. Producción secundaria por cada grupo trófico.....	52
6.6. Razón $P/B a^{-1}$ promedio por cada grupo trófico.....	54
6.7. Variación espacial de la producción secundaria de los grupos tróficos.....	56
6.8. Variación espacial de la razón $P/B a^{-1}$ de los grupos tróficos	60
7. DISCUSIÓN	64
7.1. Composición de especies de los grupos tróficos.	64
7.2. Abundancia y biomasa de grupos tróficos	66
7.3. Variación temporal.....	67
7.3.1 Variación temporal de producción secundaria.....	67
7.3.2 Variación temporal de la razón $P/B a^{-1}$	67
7.4. Variación de la razón $P/B a^{-1}$ y producción secundaria entre los grupos tróficos	67

7.4.1 Variación la razón P/B a^{-1} de los grupos tróficos	68
7.4.2 Variación de producción secundaria de los grupos tróficos	69
7.5. Variación espacial de la producción secundaria y razón P/B a^{-1} entre grupos tróficos.....	69
8. CONCLUSIONES	70
9. LITERATURA	73
10. ANEXO	80

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Fechas de muestreos realizados estacionalmente y variables ambientales de cada día.	36
TABLA 2. Categorización de <i>Taxa</i> /especies de acuerdo a su dieta alimenticia y hábito trófico	43
TABLA .2. Continuación	44
TABLA 3. Comparación de la producción secundaria de cada estación de año ($\text{g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$). Prueba de Mann-Whitney, en negritas valores significativos $p < 0,05$	51
TABLA 4. Comparación de la producción secundaria de cada grupo trófico ($\text{g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$). Prueba de Mann-Whitney, en negritas valores significativos $p < 0,05$	53
TABLA 5. Comparación de razón $P/B \text{ a}^{-1}$ de los grupos tróficos. Prueba de Mann-Whitney, en negritas valores significativos $p < 0,05$	55
TABLA 6. Permutaciones múltiples del análisis PERMANOVA para la producción secundaria ($\text{g C m}^{-2} \text{ a}^{-1}$) de cada grupo trófico	58
TABLA 7. Permutaciones múltiples del análisis PERMANOVA para la productividad ($P/B \text{ a}^{-1}$) de cada grupo trófico	62
TABLA 8. Valores de razón P/B promedio a^{-1} en los grupos tróficos, presentes en literatura asociada.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

10.1 Listado de <i>taxa/</i> especies identificadas en el intermareal de bloques y cantos con los respectivos factores entregados en la tabla de conversión de Brey.	80
10.2 Listado de <i>taxa/</i> especies identificadas en el intermareal de bloques y cantos de Bahía Laredo (52°30'S-70°51'W) categorizadas de acuerdo a su dieta y hábito trófico. (Mutschke <i>et al.</i> , 1998).....	82-83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frecuencia acumulada del número de estudios producción secundaria y razón P/B a^{-1} por cada intervalo de profundidad. Los criterios de búsqueda fueron que en el título aparezcan las palabras: Production Secondary /Productivity– entre el 2004 y 2014 (Fuente: Institute for Scientific Information Web of Science).....	20
Figura 2. Investigaciones seleccionadas que muestran la ubicación de intermareales de bloques y cantos de origen glaciar. (1) Kuklinski, 2006; (2) Le Hair, 2003; (3) McGuinness, 2003; (4) Brattström, 1990; (5) Ríos y Guzmán, 1981; Guzmán y Ríos, 1982; Ríos y Gerdes, 1997; Mutschke <i>et al.</i> , 1998; Ríos y Mutschke, 1999; Ríos 2010; (6) Arntz, 1994; Barnes, 2003; Echevería <i>et al.</i> , 2006.	24
Figura 3. Representación esquemática de (A) las tres comunidades presentes en el intermareal de B&C (Bloques y cantos) y (B) las subcomunidades presentes en este intermareal. (Le Hair, 2005)	25
Figura 4. Área de estudio, sector de la zona costera ubicado frente al parque María Behety.	32

Figura 5. A, Perfiles correspondientes al intermareal de bloques y cantos del área de estudio basado en el método Emery, línea continua indica el transecto uno, línea puntuada al transecto dos y línea entrecortada al transecto tres. B, Área de estudio, sector de la zona costera- límite urbano sur de Punta Arenas.....	33
Figura 6. A temperatura del agua de mar superficial en el área de estudio. B Tiempo teórico de desecación (TDD) .Círculos rojos muestran días muestreados en cada estación.	35
Figura 7 Representación esquemática del diseño muestreal, se observan los tres transectos, cada uno con 10 niveles. Los cuadrados representan las muestras de macrofauna más una réplica.	37
Figura 8. Esquema que muestra los procedimientos utilizados para estimar la productividad y producción secundaria usando el modelo de Red Neuronal Artificial (RNA).....	40
Figura 9. Esquema de la red neuronal artificial utilizada para predecir la población relación de la producción al biomasa (razón P/B a^{-1}) a partir de tres parámetros continuos (temperatura, profundidad del agua, la masa corporal) y 17 parámetros categóricos (5 taxones, 7 estilo de vida, medio ambiente 4, y estado de explotación) (extraído de Brey <i>et al</i> , 2012).	41
Figura 10. Representación gráfica del número de <i>taxa</i> agrupadas en grupos tróficos v/s transectos uno, dos y tres (T1, T2, T3)	47
Figura 11. A la izquierda, densidad promedio ($ind\ m^{-2}$) de cada grupo trófico, para cada transecto representados por A T1 (transecto 1), A T2 (transecto 2), A T3	

(transecto 3). A la derecha biomasa promedio (mg PSLC m²) de cada grupo trófico representado como B T1 (transecto 1), B T2 (transecto 2), B T3 (transecto 3). 49

Figura 12. Box-Wishker de producción secundaria (g C m⁻² a⁻¹) por cada estación del año (N=30 por cada una). Donde las líneas horizontales representan los cuartiles de distribución (10, 25, 50, 70 y 90) de las variables. 50

Figura 13. Gráfico de líneas el cual muestra la relación entre la producción secundaria (g C m⁻² año⁻¹) de cada grupo trófico v/s las cuatro estaciones del año. 52

Figura 14. *Fig.14.* Valores de producción secundaria (g C m⁻² a⁻¹) Log x¹⁰ por cada grupo trófico..... 54

Figura 15. Razón P/B a⁻¹ promedio de cada grupo trófico. La línea entrecortada representa la razón P/B a⁻¹ promedio total de las cuatro estaciones. 56

Figura 16. Variaciones de producción secundaria de grupos tróficos v/s transectos (T1, T2 y T3). 57

Figura 17 a. Escalamiento multidimensional MDS muestra la distribución de los datos de acuerdo a transectos T1, T2, T3, en cuanto a la producción secundaria (g C m⁻² a⁻¹). 59

Figura 17 b. Escalamiento multidimensional MDS muestra la distribución de los datos de los grupos tróficos en los transectos en cuanto producción secundaria g C m⁻² a⁻¹. 59

Figura 18. Variaciones en transectos de razón P/B a⁻¹ de grupos tróficos v/s transecto.. 60

Figura 19 a. Escalamiento multidimensional MDS muestra la distribución de los datos de acuerdo a transectos T1 T2 T3 en cuanto a la razón $P/B a^{-1}$ 62

Figura 19 b. Escalamiento multidimensional MDS muestra la distribución de los datos de los grupos tróficos en los transectos en cuanto a la razón $P/B a^{-1}$ 62

Figura 20. Gráfico de barras muestra en forma comparativa la proporción en porcentajes de los grupos tróficos en diferentes estudios realizados en el intermareal de bloques y cantos. Fuente: Mutschke *et al.*, 1998; Ríos y Mutschke 1999)..... 64

RESUMEN

El objetivo de esta tesis fue estimar la producción secundaria y razón P/B a^{-1} de cada grupo trófico presente en el intermareal de bloques y cantos durante muestreos estacionales. El área de estudio se ubicó en frente a la ciudad de Punta Arenas ($53^{\circ}11'095''S$; $70^{\circ}55'34,8'' O$). Los muestreos fueron realizados entre mayo del 2013 y febrero del 2014. En total se recolectaron 240 muestras para el análisis del macrobentos, las cuales se obtuvieron dentro de cuadrantes de $0,065$ m^2 cada una. Las 39 especies determinadas fueron categorizadas y agrupadas en cuatro grupos tróficos. La producción secundaria y razón P/B a^{-1} se estimó mediante el modelo empírico de redes neuronales artificiales.

Se determinó que otoño fue la estación con mayor producción secundaria ($0,77 \pm 0,69$ $g C m^{-2} a^{-1}$). Mientras que la razón P/B a^{-1} no presentó una estacionalidad estadísticamente significativa. El grupo trófico más productivo para esta área de estudio corresponde a suspensívoros ($2,148 \pm 0,925$ $g C m^{-2} a^{-1}$), seguidos por ramoneadores ($0,132 \pm 0,030$ $g C m^{-2} a^{-1}$), posteriormente los detritívoros ($0,086 \pm 0,035$ $g C m^{-2} a^{-1}$) mientras que el grupo de los predadores registraron la menos contribución de producción secundaria ($0,077 \pm 0,026$ $g C m^{-2} a^{-1}$). Mientras que el grupo trófico con mayor razón P/B a^{-1} corresponde al de ramoneadores ($2,55 \pm 0,35$ a^{-1}), seguidos por predadores ($2,41 \pm 0,85$ a^{-1}), posteriormente los detritívoros ($1,60 \pm 0,68$ a^{-1}), mientras que los suspensívoros registraron los valores de razón P/B a^{-1} más bajos ($0,53 \pm 0,68$ a^{-1}). Se sugiere que la producción secundaria es mayor en grupos tróficos que estén representados por individuos con mayor tamaño, peso corporal, y altas tasas de longevidad como los mitílidos. Mientras que al ser individuos pequeños, debido a su acelerado metabolismo y corto ciclo de vida, los anfípodos son los responsables de la alta razón P/B fueron los ramoneadores.

Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas entre los tres transectos. Lo que sugiere que la estructura trófica es constante a lo largo de toda el área de estudio y pertenecen a un mismo ensamble macrobentónico. Finalmente con esta investigación se obtuvo una amplia visión tanto estructural como funcional en una comunidad bentónica presente en el intermareal de bloques y cantos, lo cual permite en un futuro generar planes de manejo para los recursos y por ende la conservación de estos.