



UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS

Magíster en Ciencias mención
“Manejo y Conservación de Recursos Naturales de Ambientes
Subantárticos”

**Distribución batimétrica, demografía y producción de
Mytilus edulis platensis en la bahía de San
Julián, Patagonia, Argentina.**

Tesis Alicia M. Sar

Directora: Dra Zulma I. Lizarralde

ÍNDICE DE CONTENIDOS	PAG.
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	7
Hipótesis.....	7
2. METODOLOGÍA.....	8
2.1. Área de estudio	8
2.2 Muestreo de la comunidad bentónica.....	16
2.3 Muestreo mensual de la población de <i>Mytilus edulis platensis</i>	17
2.4 Muestreo de los parámetros ambientales.....	17
2.5 Trabajo de laboratorio y análisis de los datos.....	18
2.5.1 Distribución de <i>Mytilus edulis platense</i>	18
2.5.2 Demografía y producción secundaria	21
3. RESULTADOS.....	24
3.1 Características ambientales.....	24
3.2 Distribución de <i>Mytilus edulis platensis</i> y de las especies del macrobentos...	25
3.2.1 Composición de la comunidad.....	25
3.2.2 Distribución vertical de los principales componentes de la macrofauna....	26
3.3 Poblamientos: grupos cuantitativos (UPGMA y NMDS).....	36
3.4 La población de <i>Mytilus edulis platensis</i> en banco justicia.....	45
3.4.1 Densidad y biomasa mensual.....	45
3.4.2 Estructura poblacional de tallas.....	46
3.4.3 Relación talla-peso.....	48
3.4.4 Parámetros de crecimiento.....	50
3.5 Producción.....	51
4. DISCUSIÓN.....	53
5. AGRADECIMIENTOS.....	63
6. BIBLIOGRAFÍA.....	63
7. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS	PAG
Ejemplar de <i>Mytilus edulis platensis</i> de la bahía de San Julián	7
Figura 1: Bahía San Julián, Santa Cruz (Argentina). Imagen LANDSAT	10
Figura 2: Punta Guijarro. Aspectos del banco de mejillón	12
Figura 3: Isla Cormorán. Banco de mejillón	13
Figura 4: Isla Cormorán. Detalle del banco de mejillón	14
Figura 5: Isla Justicia. Aspectos del banco de mejillón	15
Figura 6: Muestreo cuantitativo en Banco Justicia. Cuadrado muestreal	17
Figura 7: Temperatura media del agua	24
Figura 8: Variación mensual de la clorofila "a"	25
Figura 9: Punta Guijarro. Número de individuos de las especies más abundantes	27
Figura 10: Punta Guijarro. Curvas respuesta según modelos jerárquicos HOF	28
Figura 11: Punta Guijarro (continuación modelos HOF)	29
Figura 12: Banco Justicia. Número de individuos de las especies más abundantes	31
Figura 13: Banco Justicia. Curvas respuesta según modelos jerárquicos HOF	32
Figura 14: Isla Cormorán. Número de individuos de las especies más abundantes	33
Figura 15: Isla Cormorán. Curvas respuesta según modelos jerárquicos HOF	34
Figura 16: Dendrograma de ordenación resultado del análisis UPGMA	36
Figura 17: Escalamiento multidimensional no métrico (MDS)	37
Figura 18: Dominancias acumuladas para los grupos	38
Figura 19: Estimadores de la diversidad (S, H', J') y número de individuos	42
Figura 20: Diagrama de ordenación de especies y variables ambientales	44
Figura 21: Banco Justicia. Promedio mensual (individuos/m ² ±DE)	45
Figura 22: Banco Justicia. Promedio mensual (±DE) de la biomasa	46
Figura 23: Promedio mensual (±DE) de la talla poblacional	47
Figura 24: Número de reclutas/m ²	48
Figura 25: Relación talla peso seco para el mejillón	49
Figura 26: Peso seco medio (mg) ajustado por el efecto de la talla	50
Figura 27: Estimación de la curva de crecimiento según von Bertalanffy	51
Figura 28: Producción somática individual (en mg) de <i>Mytilus edulis platensis</i>	52
Figura 29: Producción somática para la población del mejillón	53

ÍNDICE DE TABLAS	PAG
Tabla 1. PERMANOVA entre localidades y niveles intermareales	35
Tabla 2. SIMPER, contribución de las especies a la similaridad	39
Tabla 3. SIMPER. Contribución de las especies a la disimilaridad	40
Tabla 4. Sumario de la ordenación CCA	43

Resumen

La distribución del mejillón *Mytilus edulis platensis* fue estudiada en 3 sitios de la bahía de San Julián (Santa Cruz, Argentina): Isla Justicia e Isla Cormorán caracterizados por sustratos de fango con elementos de soporte, y en la restinga rocosa de punta Guijarro. El muestreo se realizó en febrero del 2007, a diferentes alturas sobre la línea de bajamar siguiendo una transecta perpendicular a la línea de costa. Se identificaron las especies de la flora y fauna acompañantes, y se registró el número de individuos. Se estudiaron las curvas de respuesta de las abundancias respecto de la altura de mareas, según modelos jerárquicos Huisman-Olff-Fresco (HOF); así como la relación entre las especies y su asociación con parámetros ambientales mediante un análisis canónico de correspondencias (CCA). El mejillón se asienta tanto en sustratos rocosos como fangosos con elementos de soporte, presentando su máxima abundancia sobre estos últimos, en niveles intermedios y bajos del intermareal, donde domina numéricamente, superando el 70 % del número de individuos del macrobentos por unidad de superficie. Se asocia principalmente con *Perumytilus purpuratus*, *Siphonaria lessoni* y *Exosphaeroma calcarea*.

En banco Isla Justicia se estudió desde febrero de 2007 hasta diciembre de 2008 la estructura de tallas, la densidad y biomasa poblacional, y la producción secundaria empleando el método de la tasa de crecimiento específico en peso. La densidad osciló entre 1300 y 2500 ind/m²; la estructura de tallas fue polimodal pero no se registró un asentamiento de reclutas significativo. La comparación de las regresiones talla-peso seco mensuales indicó diferencias significativas entre meses, con valores mínimos en verano y máximos en otoño y comienzos de primavera. La producción

poblacional alcanza un valor de $P = 1497,3 \text{ g PSLC/m}^2/\text{año}$; el valor calculado de $P/B = 0,91$ fue bajo indicando una estructura poblacional dominada por adultos.

Abstract

The distribution of the mussel *Mytilus edulis platensis* was studied in three sites in the San Julián Bay (Santa Cruz, Argentina): Isla Cormoran and Isla Justicia are characterized with by mud sediment with support elements, and Punta Guijarro with rock substrate. Sampling was performed in February 2007, at different heights along a transect perpendicular to the coastline. Species of flora and fauna were identified, and the number of individuals was recorded. The responses of the abundance curves to the tides height, according to Huisman-Olff Fresco hierarchical models (HOF), and the relationship between species and their association with environmental parameters through a canonical correspondence analysis (CCA) were studied. The mussel is related with rocky and muddy substrates, showing its highest abundance on the latter, at middle and low intertidal where it dominated numerically. It is mainly associated with *Perumytilus purpuratus*, *Siphonaria lessoni* and *Exosphaeroma calcarea*. The Isla Justicia population was studied from February 2007 until December 2008. The size structure, density, biomass, and secondary production were studied. The density ranged between 1300 and 2500 ind/m²; the size structure was polymodal but no settlement of recruits was detected. Comparison of length-dry weight regressions indicated significant differences between months, with lower values in summer and maximum in autumn and early spring. Production population reaches a value of $P = 1497.3 \text{ g AFDW/m}^2/\text{y}$; the estimated value of $P/B = 0.91$ was low indicating a population structure dominated by adults.

1. INTRODUCCIÓN

Los mejillones son moluscos bivalvos pertenecientes a la familia Mytilidae. Los mitílicos se encuentran entre los moluscos marinos más comunes y son dominantes en muchos ecosistemas litorales y sublitorales de aguas someras; su importancia económica, ecológica, biológica y evolutiva ha llevado a que la familia sea una de las mejores estudiadas entre los bivalvos (Zaixso, 1999).

El mejillón de la costa argentina ha sido identificado como diferentes especies basados principalmente, en rasgos morfológicos, tales como *Mytilus platensis* d'Orbigny 1842 (Castellanos 1962, Penchaszadeh 1979) y *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854) por Castellanos (1957), Vinuesa (1979), Tortorelli (1987); o como subespecie *Mytilus edulis platensis* (Soot-Ryen 1955) (Lasta et al. 1986, Bala 1989, Zaixso 2009).

La taxonomía de los mejillones de la costa argentina, no está resuelta, posiblemente debido a que los estudios sistemáticos efectuados se basaron exclusivamente en la morfología valvar, obviando la circunstancia de que la forma de los individuos en la familia Mytilidae no solo depende de su condicionante genético, sino quizás en mayor proporción de la influencia del ambiente, tal como ha sido puntualizado por diversos autores (Seed, 1968, 1973; Zaixso y Pastor, 1977; Bala 1989).

En este trabajo se adoptará para el mejillón de la Bahía de San Julián la opción sugerida por Trucco (2000) quien concluyó que los mejillones de la costa del Atlántico Sur de Sudamérica deben referirse como *Mytilus edulis platensis* basándose en un estudio de treinta loci enzimáticos y cinco marcadores de DNA, 4

nucleares (Glu-8, Fp-1, Its y Mac-1) y uno mitocondrial (ColIII). Los marcadores de DNA, las frecuencias alélicas para los loci diagnósticos (Est-D, Lap-1, Mpi y Odh) y los análisis de ordenación y agrupamiento a partir de las distancias genéticas mostraron que los mejillones de la costa atlántica de Sudamérica son próximos a *Mytilus edulis* del hemisferio norte. A pesar de esta afinidad, los mejillones de Argentina son morfológica y genéticamente distinguibles de la especie del Hemisferio Norte (Mc Donald et.al. 1991; Hilbish et al. 2000; Trucco 2000), por lo cual corresponde utilizar este criterio. Por último, se entiende que la identificación del género *Mytilus* en las costas patagónicas es compleja y que se deberá realizar un estudio más profundo a fin de establecer las especies que aquí se encuentran, tal como se ha realizado para las especies *Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis* y *M. californianus* del hemisferio norte (Levinton y Koehn 1976).

Los estudios existentes sobre el mejillón (*Mytilus edulis platensis*) en la región patagónica argentina se refieren a su biología y ecología en el Golfo San José, provincia de Chubut (Bala, 1989; Zaixso 2009), al crecimiento en cultivos (Zaixso et al. 1976; Trancart, 1978; Bertolotti et al., 1986), a la comparación de métodos de encordado (Zaixso y Bala, 1993; Zaixso y Lizarralde, 1994; Zaixso y Lizarralde, 1999) y a la captación de semilla sobre colectores (Ruzzante y Toyos de Guerrero, 1984; Lizarralde y Zaixso, 1993; Lizarralde, 1997). En la provincia de Santa Cruz son escasos los estudios sobre la especie; Vinuesa (1979) describió el ciclo gonadal de la especie, Zaixso y Pastor (1977) analizaron las asociaciones de mitílidos de la ría Deseado, y Pittaluga y Lizarralde (2004) estudiaron el reclutamiento de semillas de mejillón en bancos naturales del estuario de Río Gallegos.

Pérès y Picard (1964) definieron como “facies” a un aspecto de una biocenosis donde debido a condiciones locales específicas, predomina una especie o un bajo número de ellas, las cuales pueden ser indicadoras de la biocenosis. En Argentina cuando las especies dominantes o codominantes tienen importancia pesquera, esta definición coincide con el concepto de “banco” para describir las poblaciones de mariscos y las especies acompañantes. (Zaixso 2004). En la costa argentina, se encuentran bancos de mejillones ocupando principalmente sustratos rocosos del mesolitoral e infralitoral constituyendo a menudo franjas paralelas a la costa a diferentes rangos de profundidades (desde 10 a 80 m), como sucede en la provincia de Buenos Aires (Penchaszdeh, 1974); en cambio, en el Golfo San Matías los bancos sometidos a explotación se encuentran a profundidades variables entre 7-35 m, es decir son más costeros que en Buenos Aires (Morsan 2008). En el Golfo San José (Chubut) se encuentran en aguas someras desde el mesolitoral, en sustratos arenosos hasta 20 m de profundidad (Bala 1989). Para el infralitoral del golfo San José se ha señalado la posibilidad de una vía de sucesión entre éstos y los bancos mixtos de cholga-mejillón, ambos sobre ambientes similares en cuanto a sustrato, profundidad y exposición al oleaje, lo que podría indicar que ambos tipos de bancos son diferentes aspectos temporales de un mismo ensamble (Zaixso, 2004).

En el litoral de Puerto Deseado (Santa Cruz), el piso mesolitoral de sustrato rocoso es muy extenso, y su característica más saliente es la presencia del mitílido *Perumytilus purpuratus*. Entre el mesolitoral inferior y el piso infralitoral existe una zona de transición donde se hallan especies de ambos pisos; esta zona suele presentarse en áreas de fuerte pendiente donde abundan los moluscos bivalvos del

género *Aulocomya* y *Mytilus* (Bastida *et al.* 2007). Bala (1989) cita la presencia de *Mytilus edulis platensis* a 30 m en la costa de Santa Cruz, entre Cabo Blanco y la ría de Deseado.

En la costa de Tierra del Fuego, cerca de Ushuaia, en sustratos rocosos el mejillón es la especie más abundante (Zaixso *et al.* 1978). En la Isla de los Estados también de litoral rocoso, la extensión del piso mesolitoral es escaso y en el nivel inferior se hallan comunidades de *Aulacomya ater* y *Mytilus chilensis* (Kühneman 1976).

El mejillón es una especie de importancia en la pesquería artesanal en diversas regiones de Argentina. La pesquería del mejillón en el país se desarrolló a partir de la década del 40 con la explotación de los bancos Faro Querandí y Quequén (Provincia de Buenos Aires) y gradualmente se constituyó en la principal especie de bivalvo por la magnitud de las capturas durante las décadas del 60 y 70, aunque en las últimas dos décadas las capturas no superaron las 350 t (Morsán 2008). En la provincia de Río Negro la pesquería se ha centrado en San Antonio Oeste y los primeros registros datan de 1964, operando solo dos barcos hasta 1968. El principal pulso de explotación tuvo lugar entre 1988 y 1993 a partir de un reclutamiento exitoso en la costa NE del golfo que dio lugar a un ciclo de cinco años de explotación donde se extrajeron 6078 t. En junio de 2000 se estableció en Río Negro el marco regulatorio de la pesca de bivalvos y por lo tanto la pesca se reinició con embarcaciones artesanales. Durante 2002, 30 lanchas (21 equipadas y para buceo y 8 con rastras de reducido tamaño) operaron sobre la población de mejillón (Morsan y Failla, 2003). La máxima captura anual se registró en 2005 con 1367 t, de las

cuales 93 % provino de embarcaciones con rastra (Morsán 2008). En Chubut la pesquería de moluscos se encuentra centralizada en el Golfo San José, donde desde 1974 solo está permitida la extracción con buceo. Las capturas de mejillón bajo esta modalidad han significado una pequeña fracción de las capturas totales, alcanzado un máximo de 100 t en 1994 (Ciocco et al.,1998). En algunos casos, como Riacho San José, el mejillón se encuentra en aguas someras que permiten la recolección manual y constituye la base una explotación multiespecífica que realizan algunas comunidades costeras (Morsán 2008)

Para la Provincia de Santa Cruz, la información acerca del volumen de extracción de mejillones es escasa o no existe. En Puerto San Julián los bancos de mejillón están sometidos a la actividad de marisqueo artesanal; alrededor de 4 equipos marisqueros operan regularmente en los últimos años, lo que significa una captura anual cercana a 10 toneladas por temporada, que es procesada y vendida casi en su totalidad en la localidad para el consumo en fresco o a la industria pesquera local para su envasado. La forma de recolección es manual. Se observó que la mayor parte del marisqueo lo realizan los pescadores con rastrillos, lo que estaría afectando la estructura de los bancos naturales de mitílidos de la bahía de San Julián. La pesquería es vedada gran parte del año, generalmente de octubre a mayo, por la presencia de la toxina paralizante de moluscos, conocida como marea roja (Zaixso *et.al.* 2008).

Los mejillones de la familia Mytilidae tienen un rol funcional importante tanto en ambientes intermareales como en ambientes costeros de aguas someras, aportando una gran variedad de servicios ecosistémicos (Bayne, 1976; Norling y Kautsky,

2007). Los mejillones han sido considerados ingenieros ecosistémicos clásicos (Jones et al. 1994) dado que generan estructuras que persisten a lo largo del tiempo, afectan muchos procesos del ecosistema y generan heterogeneidad en el ambiente (Borthagaray y Carranza 2007, Carranza et al. 2009). Los bancos del mejillón *Perumytilus purpuratus* proveen hábitat favorable para un amplio rango de organismos que encuentran entre ellos refugio y alimento (Thiel y Ullrich, 2002). La retención de sedimento que se produce en el banco de mejillones también determina el ensamble de organismos de la macrofauna presente (Prado y Castilla, 2006).

La estructura de tallas y la distribución de la biomasa de las poblaciones varían no sólo con el tipo de sustrato y la heterogeneidad del hábitat, sino también con los procesos históricos tales como la irregularidad del reclutamiento año a año, o eventos catastróficos de mortalidad, que alteran la estructura futura de la población (Fiori y Cazzaniga 1999). Las poblaciones pueden ser comparadas a través de su abundancia (en número o en biomasa), pero los estudios de la producción secundaria proveen una buena síntesis de la tasa de crecimiento, del peso individual, de la densidad poblacional y la biomasa, y es un indicador más completo de la dinámica poblacional (Cusson y Bourget, 2005). Los estudios sobre producción en bivalvos son abundantes en especies de otras regiones de climas templados (Hughes, 1970; Burke y Mann, 1974; Dare, 1976; Hibbert, 1977; Bayne y Worrall, 1980; Griffiths, 1980; Kautsky, 1982; Thompson, 1984) pero muy escasos en especies de nuestro país (Lomovasky et al., 2002; Lizarralde y Cazzaniga, 2009).

Mytilus edulis platensis al igual que otros organismos suspensívoros constituye un eslabón importante en el proceso de flujo de energía entre los productores

primarios y otros niveles tróficos superiores (Mc Lachlan *et al.* 1981, Cardoso y Veloso, 2003). Además, el mejillón es una especie de interés comercial, y por lo tanto el conocimiento de su distribución, de la estructura de tallas de la población y de su producción secundaria como contribución a la productividad de la comunidad de macrofauna, es crítico para aportar a un correcto manejo de estas poblaciones en el marco de un desarrollo sustentable.



Ejemplar de *Mytilus edulis platensis* de la bahía de San Julián.

OBJETIVOS:

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el conocimiento de la distribución, estructura de tallas y producción secundaria del mejillón *Mytilus edulis platensis* (Soot-Ryen 1955) en la bahía de Puerto San Julián, Santa Cruz, Argentina.

HIPÓTESIS:

1) La distribución de la especie *Mytilus edulis platensis* está correlacionada con las características del sustrato y con la altura de mareas.

- 2) La distribución de tallas de la población presenta una estructura polimodal, presentando un máximo en su reclutamiento cada año en verano y éste se encuentra correlacionado con la productividad primaria y la temperatura de agua.
- 3) La producción secundaria se encuentra dentro del rango de la producción reportada para especies de la familia Mytilidae en otras regiones. La tasa de renovación de la biomasa poblacional se produce en un tiempo inferior al año.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudio:

La bahía de San Julián se ubica, entre los 68° 50' 01.76" y los 67° 35' 50.22" de longitud oeste y entre los 49° 00' 12.17" y los 49° 47' 02.73" de latitud sur, tiene una extensión de 15 km de largo y 5 km de ancho, donde se asienta la ciudad de San Julián de 12000 habitantes y el puerto, ubicados en la zona central de la bahía (Figura 1). Posee importantes extensiones de marismas donde predomina *Sarcocornia perennis*, y un sector externo con islas en las que se encuentran colonias de aves marinas, principalmente pingüinos y cormoranes, y abundantes poblaciones intermareales de mejillón *Mytilus edulis platensis*, cholga *Aulacomya atra atra* y mejillín *Perumytilus purpuratus*.

El área de la bahía de San Julián pertenece a la porción centro oriental de Santa Cruz, en el sector austral del Macizo del Deseado. Predomina la acción fluvial como agente modelador del paisaje, además de los importantes efectos producto de la erosión eólica, remoción en masa o erosión marina (Panza et al.1994). El área costera de San Julián presenta una gran variedad de estructuras geomorfológicas y

se caracteriza principalmente por ser una costa poco recortada. Su aspecto más destacado es la presencia de altos acantilados activos, que alcanzan más de 100 m, los cuales constituyen en ocasiones cabos, puntas y promontorios rocosos que se adentran en el mar; como es el caso de Cabo Curioso. Parte de la gran diversidad geomorfológica se encuentra relacionada con la dinámica de intrusiones y procesos de neotectonismo ocurridas durante el Pleistoceno. Como resultado de este proceso es posible observar una sucesión de cordones litorales y planicies de marea a lo largo de la franja costera. La Bahía de San Julián se caracteriza por ser una entrada notable de la costa en su mayor parte formada por una llanura fangosa sobre la que se desarrolla una red de canales de mareas que se comunica con el mar mediante un canal principal cegado en parte con material fangoso (Cavallotto 2007). La bahía posee un régimen macromareal de tipo semidiurno, con mareas de gran amplitud, que alcanza los 9 metros entre la pleamar máxima (9,05 m) y la máxima bajamar (0,22 m) (Servicio de Hidrografía Naval, 2007). Las alturas se refieren al plano de reducción que pasa 4,60 metros por debajo del nivel medio de mareas.

La temperatura media anual del aire es 9,3 °C y las máximas y mínimas mensuales promedio son 15 °C en los meses de verano (diciembre, enero y febrero) y 3,4 °C en los meses de invierno (junio, julio y agosto). El clima de la región es semiárido; el régimen hídrico se caracteriza por la escasa magnitud de las precipitaciones que alcanzan un promedio anual de 220 mm. La intensidad del viento con promedios de más de 30 km/h para los veranos y algo menores de 28 km/h para los inviernos. Los vientos más frecuentes provienen del oeste y del sudoeste, con

valores (en escala 0-1000) de 314 y 192 respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional estación aeronáutica Puerto San Julián).

La salinidad del agua de mar oscila a lo largo del año entre 32,1 y 34,7 ups ocurriendo los valores más altos hacia la zona del saco de la bahía y los más bajos en la zona de la boca tanto en verano como en invierno. La bahía puede considerarse como un área relativamente incontaminada ya que las bacterias colifecales sólo se encuentran en la zona de descarga del efluente de aguas servidas de la ciudad y la concentración de metales pesados (en carne de mejillones) no se diferencia significativamente de la encontrada en sitios no contaminados ubicados en mar abierto y alejados de la boca de la bahía (Zaixso, com. pers.).

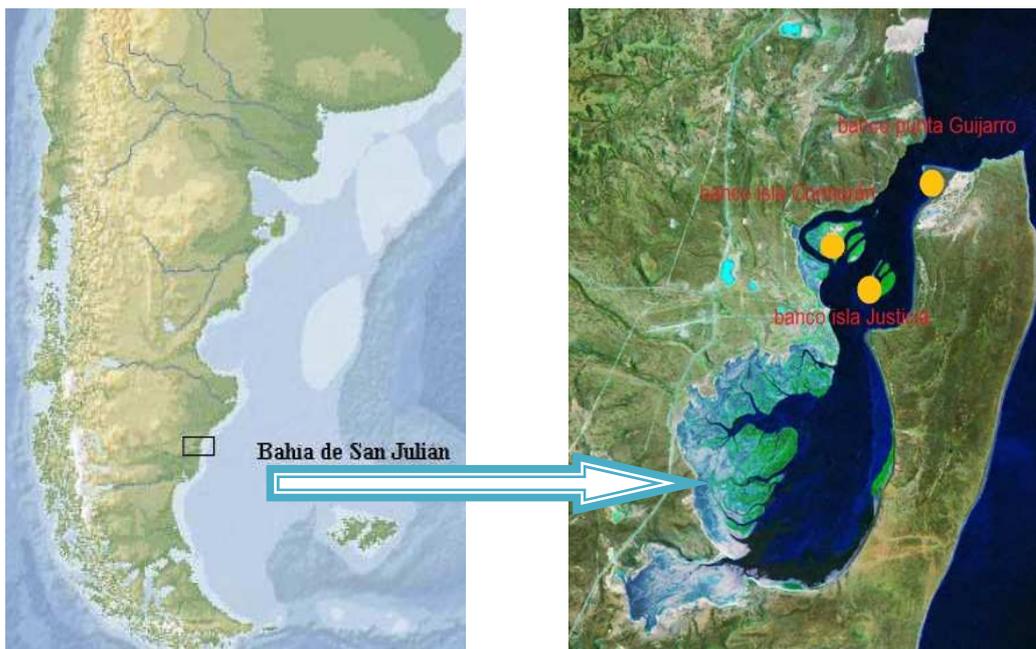


Figura 1: Bahía San Julián, Santa Cruz (Argentina). Se indican los sitios de muestreo.

En el presente trabajo se seleccionaron tres localidades para efectuar las investigaciones, por lo cual se describen brevemente sus principales características.

Punta Guijarro: es una plataforma de abrasión de pendiente muy leve, formada por sedimentos fosilíferos consolidados (Formación San Julián); su moda es medianamente expuesta ya que si bien se encuentra en la boca de la bahía, se halla separada del mar abierto por la presencia del banco Ferreyra. Es el área más importante de la bahía donde pueden hallarse sustratos rocosos de baja pendiente, (Figura 2) ya que tales sustratos carecen prácticamente de representación en el interior de ésta. Todo el intermareal se halla ocupado por poblamientos de mitílidos más o menos densos, excepto en la parte más alta del intermareal (horizonte supralitoral inferior y un pequeño sector del horizonte mesolitoral superior) que se halla ocupada por una playa de rodados de pendiente alta, desprovista de macrofauna y que escurre agua durante la bajamar. En parte más baja del intermareal, depositada sobre la roca puede encontrarse una capa de fango que permite la presencia de especies propias de este tipo de sustratos como *Buccinanops* sp. y *Darina solenoides*. En general la retención de agua bajo la forma de encharcados es importante en toda la plataforma. El horizonte mesolitoral superior se halla ocupado por rocas y bochones grandes con cobertura del liquen negro *Verrucaria* sp. y del alga *Porphyra columbina* y varias especies de *Enteromorpha*, *Blidingia* y cianobacterias.



Figura 2: Punta Guijarro. Dos aspectos del banco de mejillón del intermareal.

Isla Cormorán: Ocupada en su parte terrestre por una extensa colonia reproductiva de pingüino de Magallanes. Posee asimismo un extenso intermareal que comparado con el del banco Justicia presenta mayor cantidad de elementos de soporte y es de pendiente moderada; al igual que el banco Justicia su costa se halla protegida de las olas pero está expuesta a fuertes corrientes de marea. En la zona superior del intermareal (mitad superior del mesolitoral superior y supralitoral inferior) y al igual que en el banco Justicia, se desarrolla una asociación con dominancia de *Sarcornia perennis*, algas verdes y cianobacterias (Fig. 3 y 4).



Figura 3: Banco de mejillón del intermareal de Isla Cormorán.



Figura 4: Isla Cormorán. Detalle del banco de mejillón del intermareal.

Isla Justicia: Se caracteriza por sedimentos finos con algunos elementos de soporte tales como rodados y cáscaras vacías de bivalvos; se halla protegido de las olas pero está sujeto a fuertes corrientes de marea (Fig. 1 y 4). Su pendiente es entre leve y moderada. El banco queda sumergido en las mareas comunes casi por completo, con excepción de una pequeña zona donde nidifican los cormoranes imperiales. En la parte alta del intermareal (horizontes supralitoral inferior y mesolitoral superior) se desarrolla una marisma dominada por la halófito *Sarcocornia perennis*, que forma una carpeta continua de plantas relativamente bajas. En el mesolitoral superior *Sarcocornia* se halla acompañada del alga roja *Porphyra columbina* y cianobacterias. (Figura 5).



Figura 5: Isla Justicia. Dos aspectos del banco de mejillón del intermareal.

2.2. Muestreo de la comunidad bentónica.

El muestreo en la bahía de San Julián fue llevado a cabo en febrero 2007 en tres localidades: el banco Justicia, sobre sustrato fangoso, en la isla Cormorán (fango y rodados) y en la restinga rocosa de punta Guijarro (Figura 1). En cada localidad, el muestreo consistió en una transecta perpendicular a la línea de costa sobre la cual se ubicaron diferentes niveles a diferentes alturas sobre la línea de bajamar, muestreándose en cada uno de ellos seis o siete unidades muestrales de 225 cm² (um) al azar; dentro de cada nivel las um se separaron adecuadamente entre sí para evitar la pseudo-replicación. Estudios previos han indicado que un tamaño de muestra entre 50 y 200 cm² es representativo para analizar las especies o la abundancia de organismos que viven asociados a bancos de mejillones (Buschbaum et al. 2009; Tsuchiya y Nishihira 1985, 1986). Se obtuvieron en total 116 unidades muestrales (um). A los efectos descriptivos, el intermareal fue dividido en las siguientes categorías, conforme al criterio de Pérès (1982) de división del intermareal en pisos y horizontes: horizonte infralitoral superior HIS (menos de 1,67 m), horizonte mesolitoral inferior HMI (entre 1,67 y 3,66 m), horizonte mesolitoral medio HMM (entre 3,67 y 5,65 m) y horizonte mesolitoral superior HMS (entre 5,66 y 7,63 m). Los horizontes mencionados se hallan referidos al plano de reducción local que pasa 4,60 metros por debajo del nivel medio de mareas. Todos los individuos de la macrofauna fueron removidos del sustrato y en presencia de sustratos blandos se extrajeron éstos hasta unos 5 cm de profundidad. Las um fueron llevadas a los

laboratorios de la Unidad Académica de San Julián de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Muestras de sustrato fueron obtenidas en cada sitio y nivel y clasificadas de acuerdo a sus características granulométricas generales.

2.3. Muestreo mensual de la población de *Mytilus edulis platensis*:

En el mesolitoral medio de Banco Justicia se recolectaron mensualmente 6 muestras al azar sobre el banco de mejillones, utilizando un cuadrado muestral de 20 x 20 cm (Fig. 6) . En el área marcada se recolectó su contenido, se colocó en bolsas rotuladas y posteriormente se congelaron hasta el momento de su elaboración.



Figura 6: Muestreo cuantitativo en Banco Justicia. Se observa el cuadrado muestral utilizado.

2.4. Muestreo de los parámetros ambientales:

Mensualmente se colectó una muestra de agua para determinar la productividad primaria, medida como clorofila “a” en $\mu\text{g/l}$, y se analizó utilizando una técnica fluorométrica (Yentsch y Menzel, 1963). La temperatura del agua de mar se

registró empleando un termógrafo de registro continuo, colocado en el banco de Isla Cormoranes.

2.5. Trabajo de laboratorio y análisis de datos

2.5.1. Distribución de *Mytilus edulis platensis* y especies acompañantes

Para el estudio de distribución, las especies de la macrofauna fueron separadas del sedimento lavando las muestras con agua sobre un tamiz de 500 micras, y fijadas en formol 4% hasta su identificación al menor nivel taxonómico posible. Se registró el número de individuos de cada especie por unidad de muestreo.

La distribución vertical de las abundancias de los organismos de la macrofauna se ajustó a modelos jerárquicos Huisman-Olff-Fresco (HOF) (Huisman *et al.* 1993). Los modelos jerárquicos HOF permiten discriminar entre las posibles curvas respuesta de las densidades de una especie respecto de una variable ambiental particular, en este caso la altura de mareas en el intermareal, de acuerdo a cinco modelos jerárquicos: Modelo I (respuesta uniforme), Modelo II (respuesta monótona), Modelo III (respuesta monótona con asíntota), Modelo IV (respuesta unimodal simétrica) y Modelo V (respuesta unimodal asimétrica). El ajuste fue llevado cabo con el programa HOF versión 2.3 (Oksanen 1996 y 1998), trabajando con un nivel de significación $\alpha=0,05$, error Poisson y M de acuerdo al máximo encontrado en cada localidad. El programa lleva a cabo el ajuste utilizando una estimación de máxima verosimilitud (con error Poisson). Los parámetros son no lineales y se estiman por iteración utilizando una variante de los métodos quasi-Newton (Oksanen

1996). La versión 2.3 del programa utiliza una prueba de F para el análisis de la significación de las diferencias de desvíos, la que es más apropiada para datos de tipo sobredisperso que la prueba de χ^2 utilizada en versiones previas (Anderson 1988). El estadístico F se calcula a partir de los desvíos (Oksanen 1998). En la salida del programa se grafican los modelos que presentan el mejor ajuste para el nivel de significación elegido.

A continuación se llevó a cabo un análisis de la varianza factorial multivariado y permutacional entre localidades y niveles (ambos como factores fijos), utilizando como medida de distancia la disimilaridad de Bray-Curtis con transformación raíz cuadrada de las densidades (en rangos). Dado que el número de réplicas por horizonte no correspondía a un diseño balanceado, se redujo al número de éstas a seis por nivel; para ello se conservaron las um más cercanas al nivel medio de cada horizonte. La significación de cada término fue calculada con el estadístico pseudo-F, basado en los cuadrados medios esperados como en un análisis de la varianza univariado y los valores de P correspondientes fueron obtenidos de una simulación de Monte Carlo con 4999 permutaciones. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante sendas pruebas *a posteriori* con corrección de Bonferroni y un $\alpha' = 0,05$ (Sokal y Rohlf, 1997). Para este análisis se utilizó el programa PERMANOVA versión 1.6 (Anderson, 2001, 2005). A continuación, las um de todas las localidades fueron agrupadas utilizando el índice de Bray-Curtis (disimilaridad) con transformación raíz cuadrada de las densidades y aplicación del método UPGMA, que es un método de agrupamiento aglomerativo jerárquico (van Tongeren 1995, Legendre & Legendre 1998). El proceso de agrupamiento fue detenido cuando la distancia entre pasos

sucesivos fue máxima, como fuera sugerido por Hair *et al.* (1992). Como método complementario de la clasificación obtenida con el UPGMA, se llevó a cabo una ordenación mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) sobre la matriz de disimilaridad de Bray-Curtis. La contribución de las especies a los diferentes grupos fue analizada mediante la rutina SIMPER del programa Primer, la que fue utilizada para obtener las especies indicadoras de cada grupo, en el sentido de que ellas fueron encontradas consistentemente en alto número (asociaciones cuantitativas) en todas las um del grupo (Clarke & Gorley 2001). La misma rutina fue utilizada para encontrar las especies que mejor discriminan entre grupos (Clarke & Gorley 2001). Para cada una de las um de cada grupo se calcularon: el número promedio de individuos por um (N); el número total de especies (S); el índice de diversidad de Shannon y Wiener $H' = -\sum_i p_i (\log p_i)$, donde p_i es la proporción del número total de individuos que aparece representada en la especie i ; para los cálculos correspondientes se utilizó logaritmo en base e; y el índice de equitabilidad de Pielou $J' = H' / \log S$. Los análisis fueron llevados a cabo con el software Primer v5 (Clarke & Warwick, 1994; Clarke & Gorley, 2001). Con los valores de diversidad obtenidos se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) entre grupos. Previamente a estos análisis, se llevó a cabo una prueba log-anova de homogeneidad de varianzas (Sokal & Rholf 1997), debiéndose en dos casos (S y N), practicarse la transformación de los datos por $X' = \log_{10} (X + 1)$. Los análisis con resultado significativo fueron seguidos de una prueba GT2 de comparación múltiple de medias (Sokal & Rholf 1997). Los análisis se llevaron a cabo con el software SPSS versión 17.0. La relación de los poblamientos con las variables ambientales

fue estudiada a través de un análisis canónico de correspondencias (CCA) (ter Braak 1986, ter Braak & Smilauer 1998), utilizando para ello el programa CANOCO 4.0 (ter Braak & Smilauer 1998) con los siguientes parámetros: transformación raíz cuadrada, preservación de la distancia de χ^2 entre las um, “biplot scaling” y selección de las variables ambientales significativas ($P < 0,05$) con pruebas de permutación de Monte Carlo sobre modelo completo y 999 permutaciones. Las variables ambientales empleadas fueron: Nivel (altura de la um en metros sobre el plano de reducción local), Sustrato: F fango con escasos elementos de soporte (rodados y restos de valvas), F-R fango arenoso con abundantes elementos de soporte, A-R arenoso con abundantes elementos de soporte y R roca; la pendiente fue dividida en baja (menos de 5°) y media-alta (5° o más); la retención de agua en bajamar dividida en dos clases, con y sin retención de agua. Para evitar la influencia excesiva de las especies raras sobre la ordenación se utilizó la opción “down-weighting” que proporciona el programa. La interpretación del diagrama de ordenación se efectuó de acuerdo a la regla de distancia. Esta regla expresa que dos um son más semejantes, cuanto más cercanas se hallan entre sí (ter Braak & Smilauer 1998). La proyección de los puntos de las especies sobre las flechas de variables ambientales representan aproximadamente la ubicación de los promedios ponderados de la especie sobre esa variable y en el caso de las variables nominales la relación se interpreta por cercanía (ter Braak 1995).

2.5.2. Demografía y producción secundaria de *Mytilus edulis platensis*

Para el estudio de las características poblacionales (demografía, producción secundaria), en laboratorio se separaron los individuos de mejillón de cada muestra

mensual recolectada en banco Justicia, se contaron y se midió el largo total (L_t) de cada individuo (distancia antero-posterior) utilizando un calibre digital de precisión 0,01 mm. Con los datos de talla se elaboraron las distribuciones de frecuencia, agrupando los individuos cada 2 mm. A los efectos de analizar la incorporación de reclutas en la población, se consideró como tal a los individuos juveniles menores de 5 mm. Se analizó la correlación entre la presencia de reclutas, con la temperatura y la variación mensual de la clorofila "a" (Sokal y Rohlf, 1981).

El peso seco (PS) de los individuos se obtuvo mediante secado de las partes viscerales en estufa a 70 °C hasta peso constante. Para cada una de las muestras mensuales se determinó la relación $\text{Peso seco (PS)} = a L_t^b$ (a y b son parámetros constantes de la ecuación) mediante ajuste de regresiones por mínimos cuadrados. La biomasa de mejillones (peso seco/m^2) se determinó a partir de la regresión talla-peso seco y la estructura de talla poblacional. Asimismo fue realizada una comparación de las regresiones talla-peso seco anuales y mensuales mediante ANCOVA usando el largo L_t como covariable (Sokal y Rohlf, 1981). El peso promedio para un valor de la covariable de 65 mm fue utilizado para comparar las variaciones mensuales de la condición de los individuos (Tarazona et al. 2007, Gutierrez y Defeo 2005).

La producción somática anual de la población (P_s) fue calculada utilizando el método de la tasa de crecimiento específico en peso (Crisp 1984; Brey 2001) empleando los datos de abundancia, la distribución de frecuencia de tallas obtenida de todas las muestras, los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy y la relación talla-peso:

$$P_s = \sum N_i \cdot W_i \cdot G_i \quad [\text{g PS} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}], \text{ donde:}$$

N_i es el número promedio de ejemplares ($N \cdot m^{-2}$),

W_i es el peso corporal promedio en la clase de talla i , y

G_i es la tasa de crecimiento específico en peso:

$$G_i = b \cdot K \cdot ((L_\infty / L_i) - 1) [y^{-1}] \quad \text{y} \quad P_{ind} \text{ la producción individual}$$

$$P_{ind} = W_i \cdot G_i \quad G_i \quad [g \text{ PS} \cdot y^{-1}], \text{ donde:}$$

b es el exponente de la relación talla-peso seco,

K y L_∞ son parámetros de la función de von Bertalanffy, y

L_i es la talla media de cada clase de talla i .

La biomasa promedio por clases anual B fue calculada mediante la ecuación:

$$B = \sum N_i \cdot W_i [g \text{ PS} \cdot m^{-2}]$$

La tasa de renovación anual P/B fue calculada a partir de la producción somática anual P y de la biomasa media anual B .

Las estimaciones de crecimiento se obtuvieron con la función de crecimiento de von Bertalanffy:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

donde L_t es la talla de un individuo al tiempo t ; L_∞ es la máxima talla teórica; k es una constante de crecimiento y t_0 el tiempo teórico en el cual la talla es cero.

Los parámetros de crecimiento fueron estimados a partir de la frecuencia de tallas, con la subrutina ELEFAN I del programa computacional FISAT (Gayanilo et al. 1996). Se eligió el valor mas alto del índice de bondad del ajuste (R_n), que de acuerdo con Gayanilo et al. (1996), se define como

$R_n = 10^{ESP/ASP}/10$ donde, ASP es la Suma de Picos Disponible y ESP es la Suma de Picos Explicada; la primera se estima como la suma de los "mejores" valores de los picos "disponibles", y la segunda se determina sumando todos los picos y cruzamientos con una curva de crecimiento.

Para la determinación del valor de t_0 se empleó la fórmula sugerida por Pauly (1980) y empleada para especies de bivalvos (Tarazona et al. 2007):

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log(L_\infty) - 1,038 \log(K)$$

3. RESULTADOS

3.1. Características ambientales:

La temperatura media anual del agua fue de 8,7 °C. La amplitud térmica estacional fue de 10 °C, con valores máximos de 13- 14 °C en enero-febrero de cada año, y mínimos de 3,3 °C en julio-agosto (Figura 7).

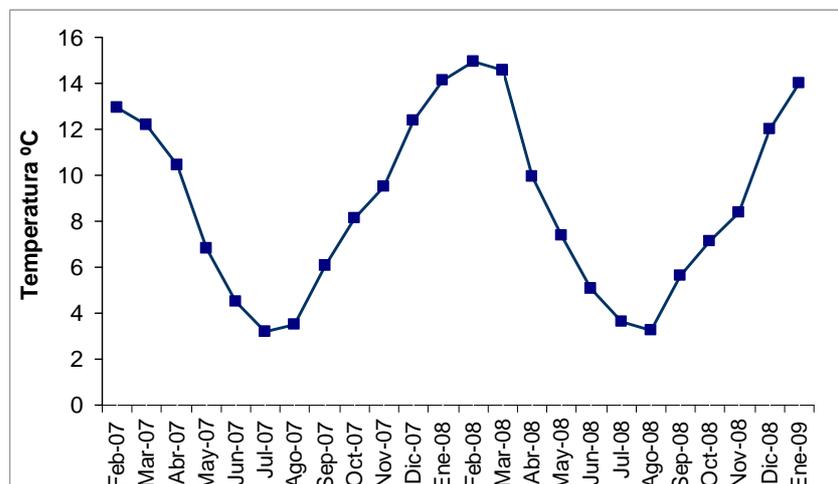


Figura 7: Temperatura media del agua en Bahía San Julián (Santa Cruz, Argentina).

Los valores mensuales de productividad primaria, medida como clorofila "a" ($\mu\text{g/l}$) mostraron una oscilación muy grande a lo largo del período estudiado, con máximos en los meses de otoño (abril 2007 y abril-mayo 2008) y en el invierno (junio-julio) de 2007 (Figura 8).

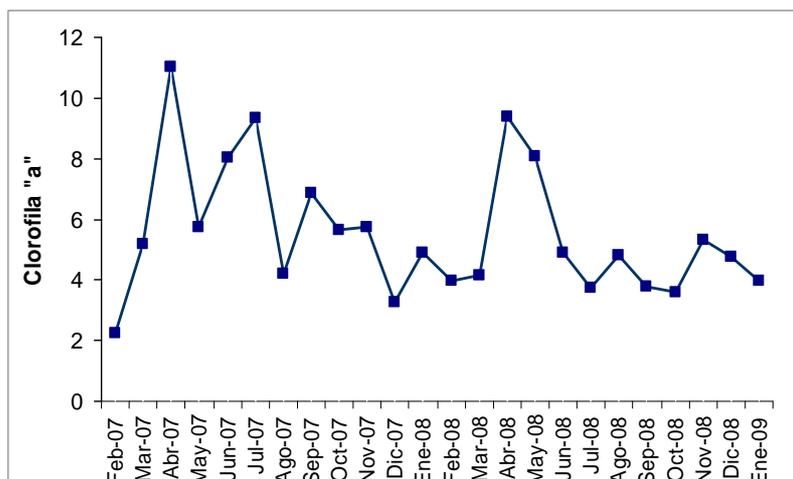


Figura 8: Variación mensual de la clorofila "a" en $\mu\text{g/l}$ en Bahía San Julian (Santa Cruz, Argentina).

3.2. Distribución de *Mytilus edulis platensis* y de las especies del macrobentos.

3.2.1. Composición de la comunidad

Se identificaron un total 63 especies de organismos macrobentónicos, recolectadas en los diferentes niveles del intermareal en los 3 sitios de muestreo. El grupo taxonómico más diverso correspondió a Mollusca con 25 especies, Polychaeta con 18 y Crustacea con 14 especies). Además se recolectaron dos especies de ascidias, una especie de equinodermos, una de picnogónido, una de insecto y una especie de anémona actinoidea. Punta Guijarro presentó la mayor riqueza de especies (51) e Isla Cormorán la menor, con 29 especies (Anexo I).

3.2.2. Distribución vertical de los principales componentes de la macrofauna

En la figura 9 se grafica la distribución de las especies más abundantes del intermareal de **Punta Guijarro**. El resultado del ajuste de los modelos HOF a la abundancia de las especies con promedio mayores a cinco indiv/225 cm² y con respecto a la altura de mareas, se indica en las Figuras 10 y 11 y en el Anexo II. En **Punta Guijarro** el horizonte mesolitoral superior (entre 5,66 y 7,63 m de altura sobre el plano de reducción local) se caracteriza por la presencia del insecto *Clunio brasiliensis*, el mejillón *Mytilus edulis platensis*, el mejillín *Perumytilus purpuratus* y la lapa pulmonada *Siphonaria lessoni*, todos ellos en densidades bajas, con la excepción de *Clunio*. El isópodo valvífero *Edotia tuberculata* tiene su máximo en este nivel ajustando sus abundancias a un modelo II.

En el horizonte mesolitoral medio (entre 3,67 y 5,65 m) es donde el mejillón *Mytilus edulis platensis* alcanza su máxima densidad. El óptimo del mejillín *Perumytilus purpuratus* se ubica alrededor de los 5 m de altura, en tanto que el del mejillón se ubica algo por debajo de los 4,5 m de altura; ambas especies ajustan sus abundancias a sendos modelos IV (respuesta unimodal simétrica, Anexo II). En este nivel también se ubican los óptimos de *Siphonaria lessoni* y del bivalvo *Lasaea* sp. En el límite entre los horizontes superior y medio del mesolitoral se encuentra el óptimo del anfípodo *Corophoxus* sp. (Figuras 9 a 11 y Anexo II).

En el horizonte mesolitoral inferior (entre 1,67 y 3,66 m de altura) tienen su óptimo (modelo IV) la cholga (*Aulacomya atra atra*), algo por debajo de los 2,5 m de altura (100 individuos por cada 225 cm²) y el isópodo parásito *Edotia doellojuradoi*,

que en esta localidad fuera encontrado en la cavidad paleal de mejillones y cholgas (Figuras 9 a 11 y Anexo II).

El horizonte infralitoral superior (ubicado por debajo de 1,67 m de altura) es el nivel donde se encuentran las máximas abundancias de los isópodos *Exosphaeroma calcárea* y *Cymodocella eatoni*, el poliqueto *Platynereis australis* y el gasterópodo *Calyptraea pileolus*, ajustando las abundancias de todos ellos a sendos modelos II (Figuras 9 a 11 y Anexo II). En este nivel se encontraron algunos escasos ejemplares de algas rojas como *Corallina mediterránea*, *Gigartina skottsbergi* e *Hymenena laciniata* y del alga parda *Macrocystis pyrifera*, especie que es más abundante y forma bosques densos hacia niveles inferiores.

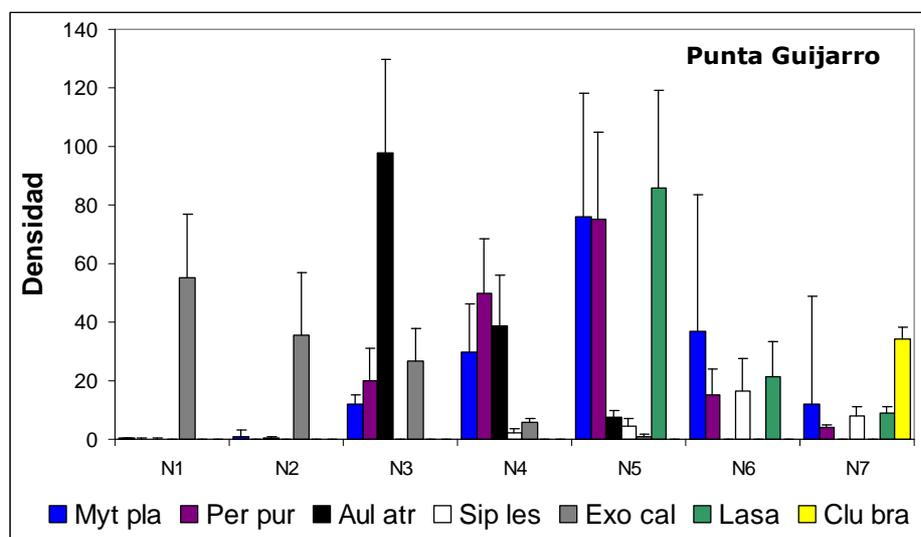


Figura 9: Punta Guijarro. Número de individuos/225 cm² (\pm DE) de las especies más abundantes en los distintos niveles del intermareal (N7 indica el nivel más alto). Ref: Myt pla: *Mytilus edulis platensis*; Per pur: *Perumytilus purpuratus*; Aul atr: *Aulacomya atra atra*; Sip les: *Siphonaria lessoni*; Exo cal: *Exosphaeroma calcarea*; Lasa: *Lasaea* sp.; Clu bra: *Clunio brasiliensis*.

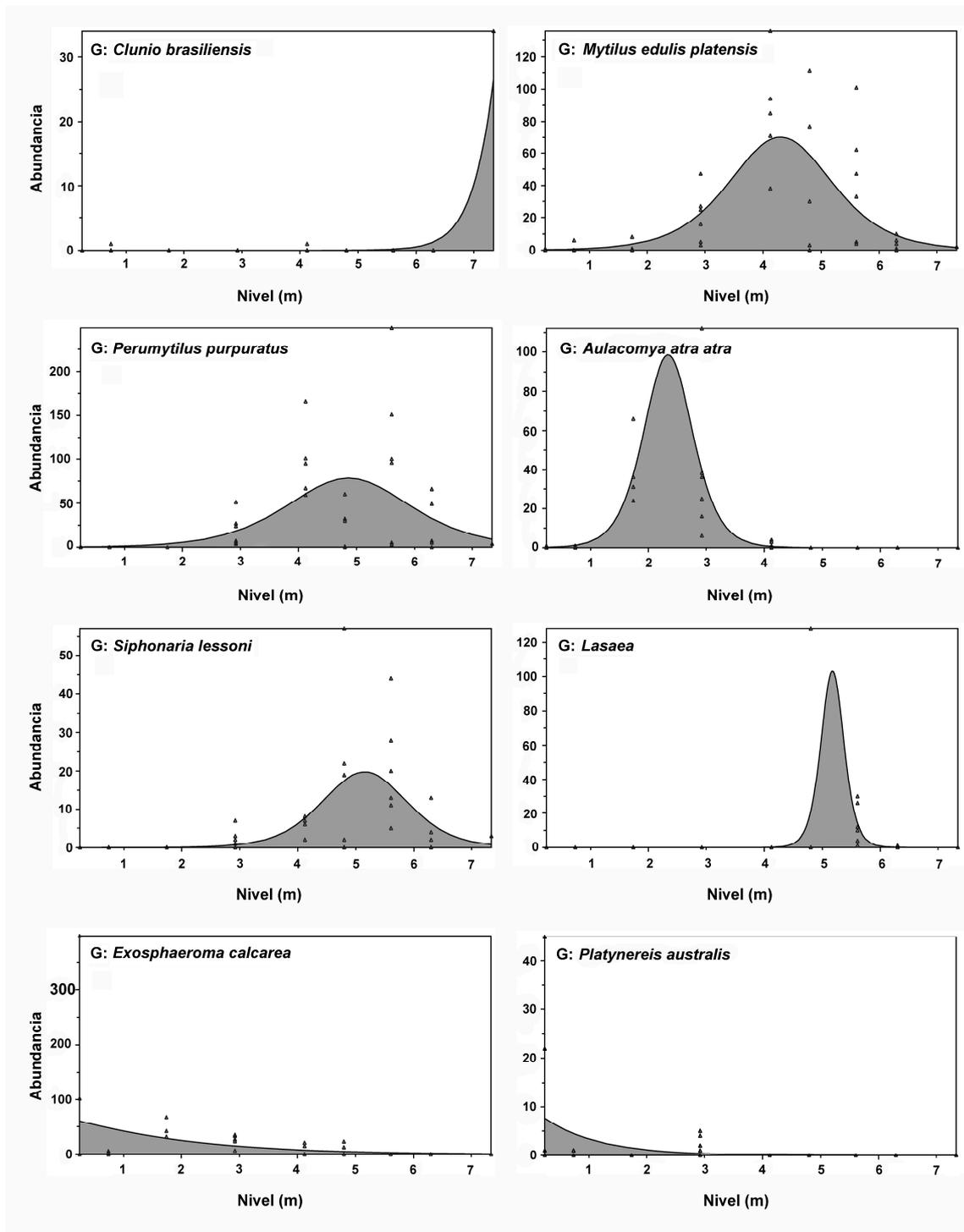


Figura 10: Punta Guijarro. Curvas respuesta de la abundancia de las especies con promedio de al menos cinco indiv/225 cm² (N7 indica el nivel más alto del intermareal) según modelos jerárquicos HOF.

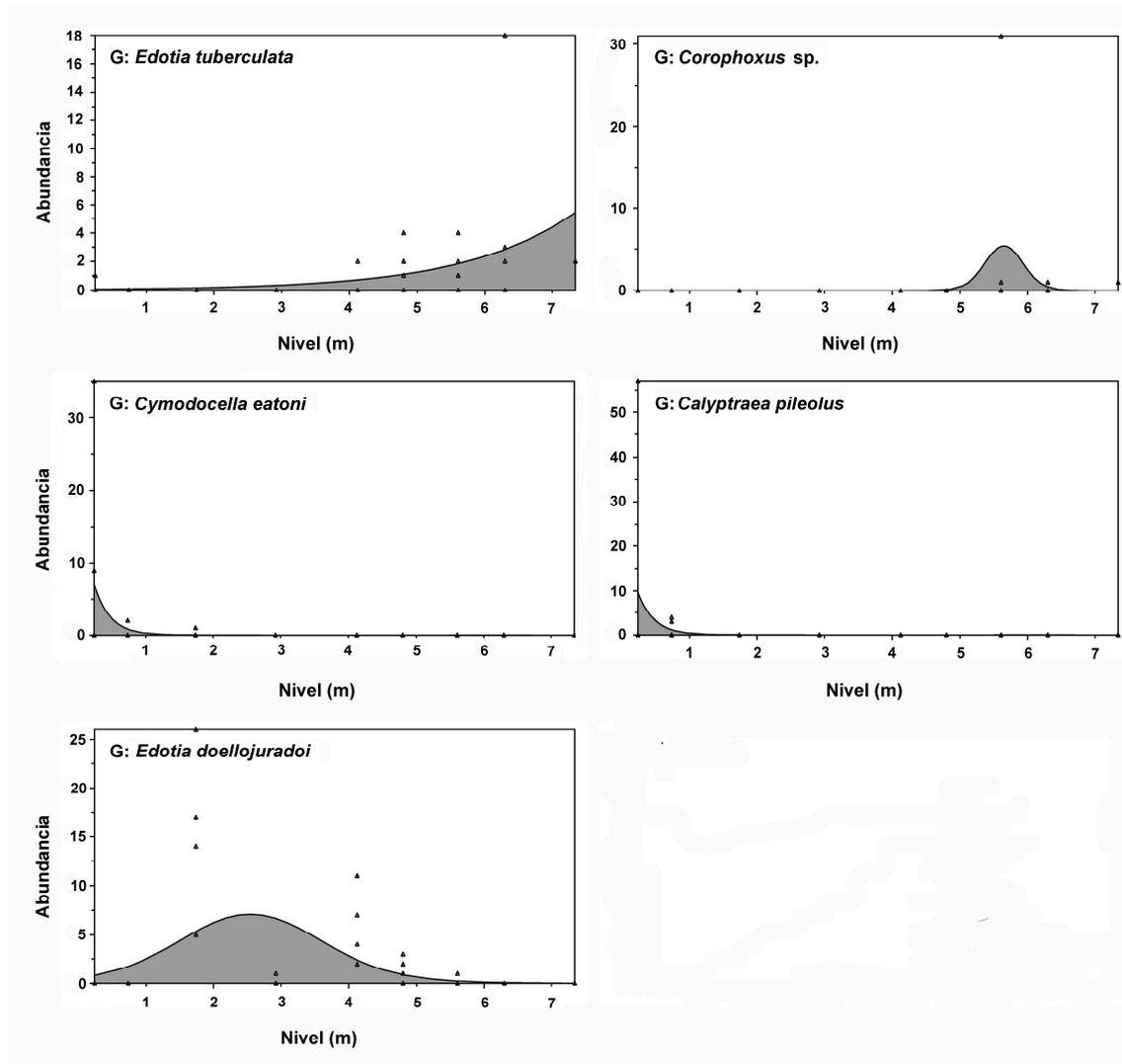


Figura 11: Punta Guijarro (continuación). Curvas respuesta de la abundancia de las especies con promedio de al menos cinco indiv/225 cm² (N7 indica el nivel más alto del intermareal) según modelos jerárquicos HOF.

En **Banco Justicia** en la parte alta del intermareal los únicos organismos de la macrofauna presentes son algunas raras larvas del insecto *Clunio brasiliensis* (Figuras 12 y 13).

En el horizonte mesolitoral medio se encuentra el óptimo de *Perumytilus purpuratus* (modelo IV), con densidades promedio de algo más de 15 indiv/225 cm² a una altura de unos 3,7 m sobre el plano de reducción. En este nivel comienzan a aparecer los primeros ejemplares de mejillón. En este nivel el sustrato predominante es fangoso con abundantes rodados como elementos de soporte.

En el horizonte mesolitoral inferior se halla el óptimo del mejillón *Mytilus edulis platensis* (modelo IV) con abundancias promedio del orden de los 80 indiv/225 cm² a los 2,5 m de altura llegando esta especie hasta el infralitoral superior (Figs. 12 y 13 y Anexo II). En este nivel el sustrato es francamente fangoso, si bien presenta elementos de soporte; las algas son escasas y se pueden encontrar algunos ejemplares de *Enteromorpha* spp. Una característica propia de los poblamientos de este nivel es el enrollamiento que puede afectar a las carpetas de mejillones por efecto de las corrientes de marea; la ruptura natural o por extracción por los pescadores de la matriz de mejillones, favorece la acción del agua sobre los nuevos bordes de ataque creados y causa el arrastre de sectores enteros de la carpeta, su enrollamiento por efecto de la fuerza del agua y su eventual desprendimiento y pérdida. Los resultados de estos fenómenos son manifiestos en algunos de los otros bancos de mejillones del interior de la bahía.

Entre el mesolitoral inferior y el infralitoral superior se hallan las máximas abundancias del gasterópodo *Margarella violacea* (modelo IV, 25 indiv/225 cm²) El isópodo *Exosphaeroma calcárea* tiene su máxima abundancia (modelo II) en el horizonte infralitoral superior. *Aulacomya atra atra* se encuentra presente en esta localidad sólo en bajas densidades (menores a los 5 indiv/225 cm²). En el banco

Justicia el infralitoral superior es el nivel más rico en especies y en él se registraron algunos depredadores como *Trophon geversianus* y *Anasterias* spp. En conjunto el número de especies con abundancias del orden de los 5 o más indiv/225 cm² es marcadamente menor en el banco Justicia que en punta Guijarro (Figs. 12 y 13 y Anexo II).

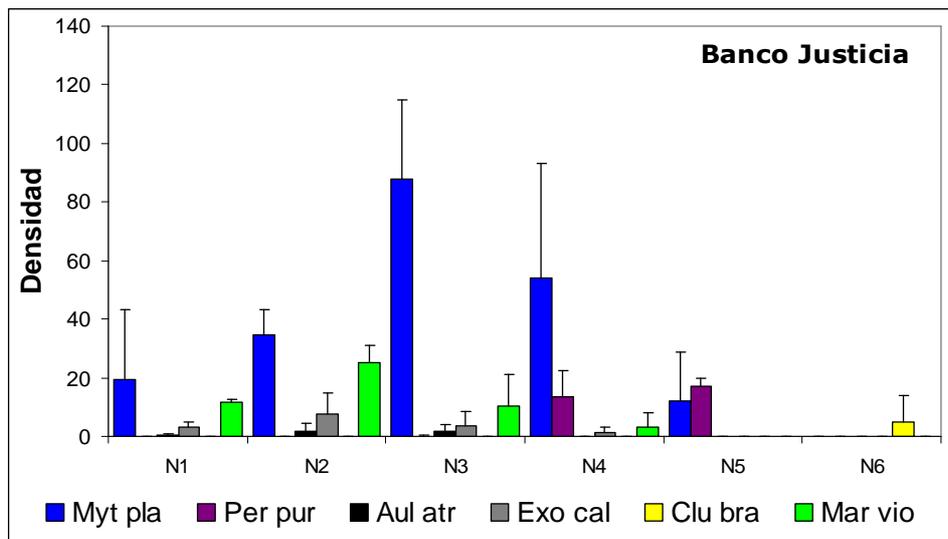


Figura 12: Banco Justicia. Curvas respuesta de la abundancia de las especies con promedio de al menos cinco indiv/225 cm² (N6 indica el más alto del intermareal) según modelos jerárquicos HOF. Ref: Myt pla: *Mytilus edulis platensis*; Per pur: *Perumytilus purpuratus*; Aul atr: *Aulacomya atra atra*; Exo cal: *Exosphaeroma calcarea*; Clu bra: *Clunio brasiliensis*; Mar vio: *Margarella violacea*.

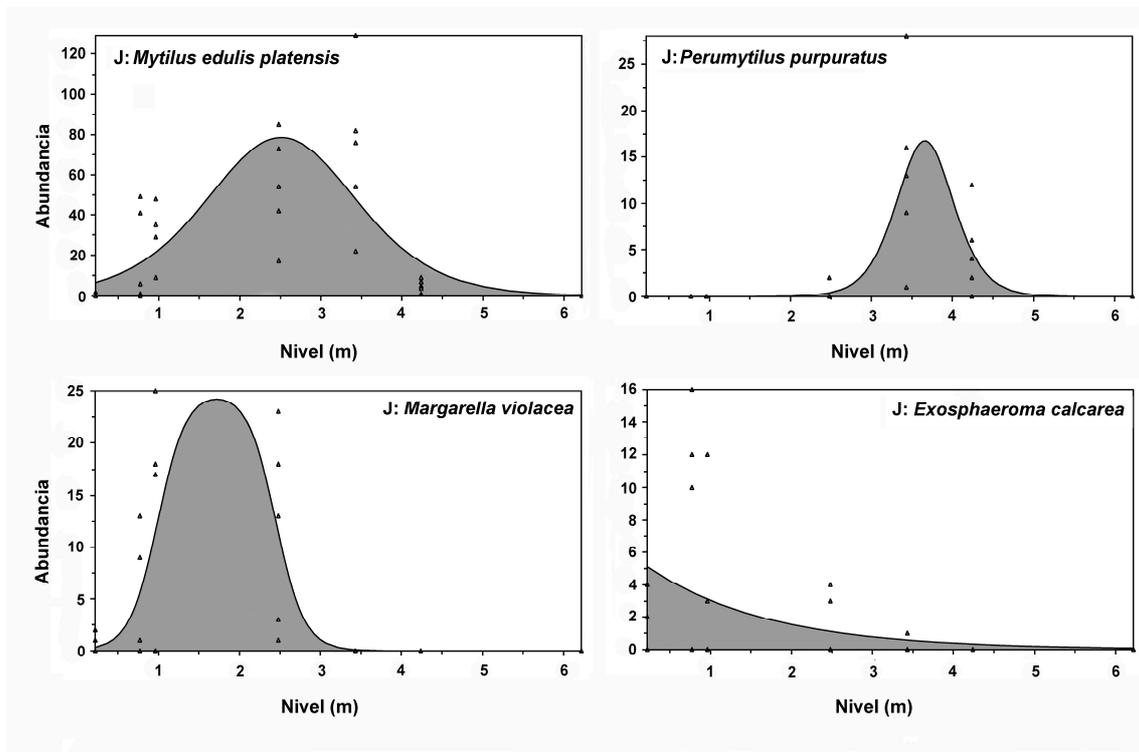


Figura 13: Banco Justicia. Curva respuesta de las abundancias de las especies más abundantes según modelos jerárquicos HOF.

En **Isla Cormorán** la zona superior del intermareal se caracteriza por la presencia del poliqueto *Platynereis australis* cuya distribución se ajusta a un modelo II, y *Clunio brasiliensis* aunque ambas especies registraron densidades muy bajas. En la mitad inferior del mesolitoral superior, en sustrato fango-arenoso el bivalvo infaunal *Darina solenoides* presenta su densidad máxima (Modelo V) (Fig. 14 y 15, y Anexo II),

En el límite entre el horizonte mesolitoral medio y el inferior tres especies encuentran sus máximas abundancias promedio: el mejillín *Perumytilus purpuratus* (modelo IV: óptimo a los 3,6 m de altura), el bivalvo *Lasaea* (modelo IV) y el isópodo *Edotia tuberculata* (modelo IV) aunque estas dos últimas en densidades muy bajas

(Fig. 14 y Anexo II). En el mesolitoral inferior los mejillones *Mytilus edulis platensis* tienen su óptimo de alrededor de 105 indiv/225 cm², algo por debajo del nivel de 3 m (modelo IV). En el infralitoral superior, la especie más abundante es el anfípodo *Paramoera* sp., cuyas abundancias ajustan a un modelo II (Fig. 15).

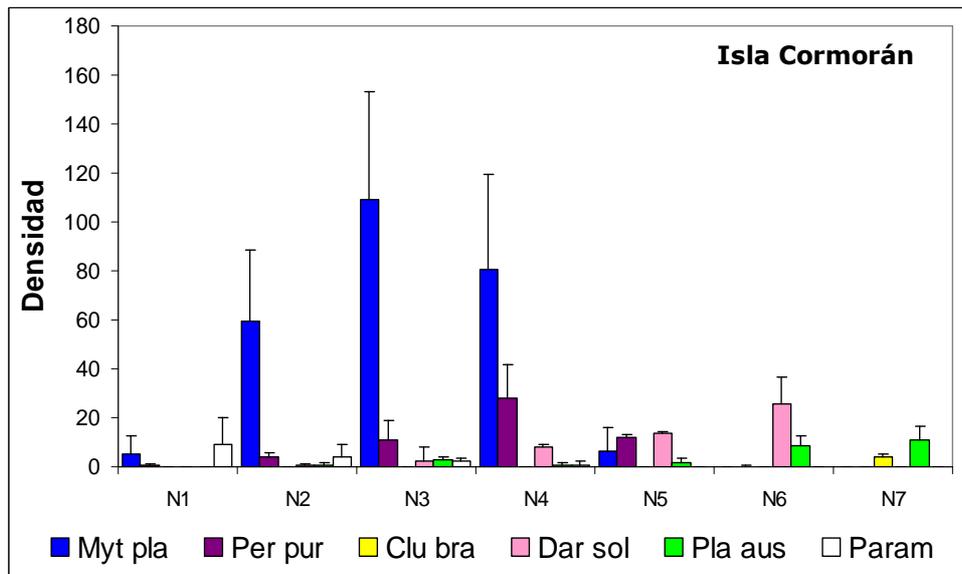


Figura 14: Isla Cormorán. Número de individuos/225 cm² (\pm DE) de las especies más abundantes en el intermareal (N6 indica el nivel más alto). Ref: Myt pla: *Mytilus edulis platensis*; Per pur: *Perumytilus purpuratus*; Clu bra: *Clunio brasiliensis*; Dar sol: *Darina solenoides*; Pla aus: *Platynereis australis*; Param: *Paramoera* sp.

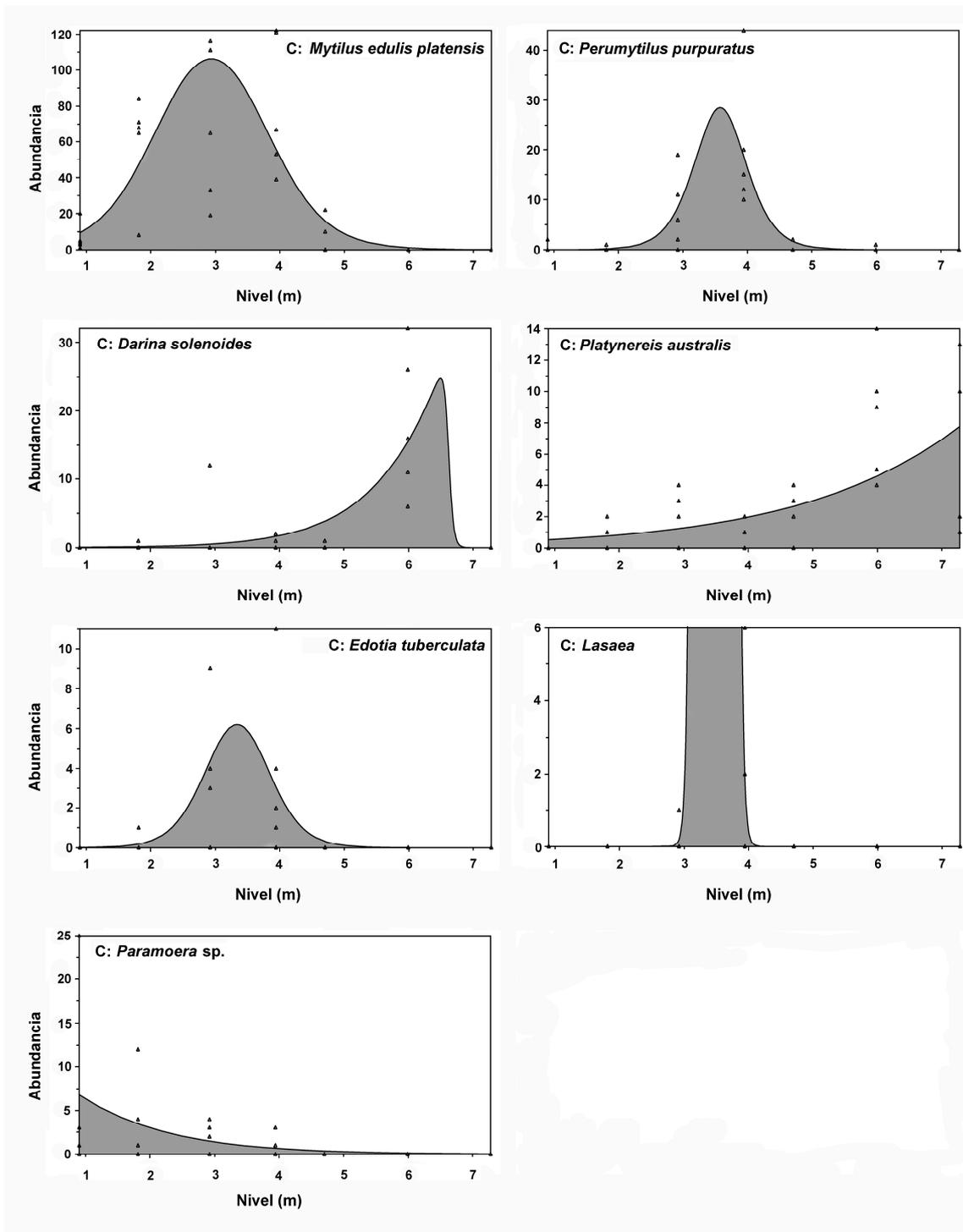


Figura 15: Isla Cormorán. Curvas respuesta de la abundancia de las especies más importantes según modelos jerárquicos HOF.

La comparación entre las tres localidades estudiadas y los niveles en el intermareal, empleando un análisis de la varianza permutacional múltiple de las disimilaridades de Bray-Curtis encontró diferencias altamente significativas entre localidades (Loc), niveles (Ni) y su interacción (Tabla 1).

Tabla 1: PERMANOVA entre localidades y niveles intermareales (análisis de la varianza multivariado permutacional) de las distancias de Bray-Curtis con transformación raíz cuadrada. GL, grados de libertad; SC, suma de cuadrados; CM, cuadrado medio; F, Pseudo-F; P (MC), probabilidad según simulación de Monte Carlo.

Fuente	GL	SC	CM	F	P (MC)
Localidad	2	11833431,288	5916715,644	17,577	0,0002
Nivel	3	21389190,382	7129730,127	21,180	0,0002
Loc x Niv	6	22857901,629	3809650,271	11,317	0,0002
Residual	60	20197569,958	336626,166		
Total	71	76278093,257			

A continuación se llevaron a cabo sendas pruebas *a posteriori* de diferencias de medias para Lo x Ni encontrándose que: (1) para el horizonte mesolitoral superior se encontraron diferencias significativas entre todas las localidades ($p= 0,00022$); (2) para el horizonte mesolitoral medio no se encontraron diferencias significativas entre localidades ($p=0,0126$); (3) para el horizonte mesolitoral inferior se encontraron diferencias significativas entre la localidad de sustrato rocoso (Guijarro) y las de sustrato fangoso (Cormorán y Justicia) ($p= 0,0018$), las que no difieren entre sí; y (4) para el horizonte infralitoral superior no se encontraron diferencias significativas entre localidades ($p= 0,058$).

3.3. Poblamientos: Grupos cuantitativos (UPGMA y NMDS)

Como resultado del análisis UPGMA sobre una matriz de disimilaridades de Bray-Curtis (con transformación raíz cuadrada de las abundancias), se obtuvo de acuerdo a la regla de corte de Hair *et al.* (1992) un total de tres grupos: A, B y C, formados respectivamente por 17, 13 y 86 um. El grupo C se halla formado por um del piso mesolitoral de todas las localidades muestreadas; el grupo B se halla formado por um del infralitoral de punta Guijarro y del banco Justicia; el grupo A se halla formado en su mayoría por um provenientes del horizonte mesolitoral superior de la isla Cormorán y del banco Justicia (Fig. 16).

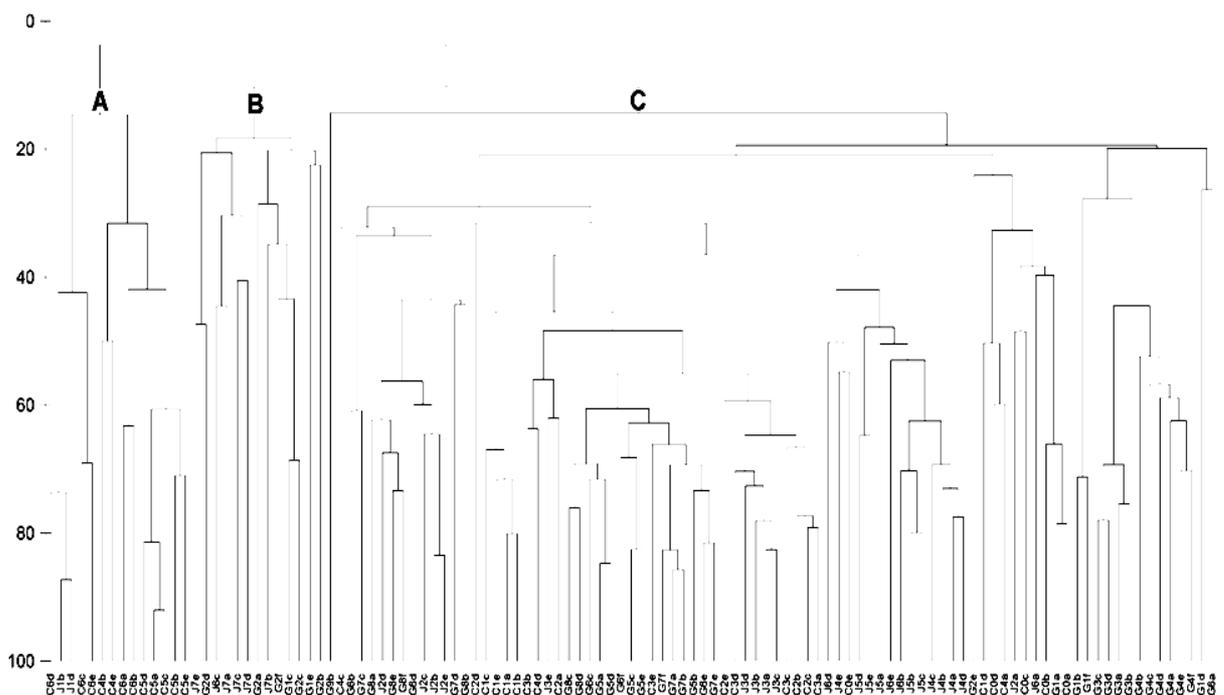


Figura 16: dendrograma de ordenación resultado del análisis UPGMA, aplicado a todas las um de las tres localidades.

Un NMDS aplicado sobre la misma matriz de disimilaridades (*stress*= 0,17) mostró que los grupos B y C se hallan relacionados entre sí, en tanto que el grupo A es, por su ubicación, diferenciable de los anteriores (Fig. 17).

Las dominancias acumuladas por grupo son indicadas en la Figura 18, donde se observa que en el grupo A son necesarias al menos 3 especies para superar el valor arbitrario del 80% de las dominancias acumuladas; para el grupo C son necesarias 5 especies y en el grupo B se requieren 16 especies para superar este valor.

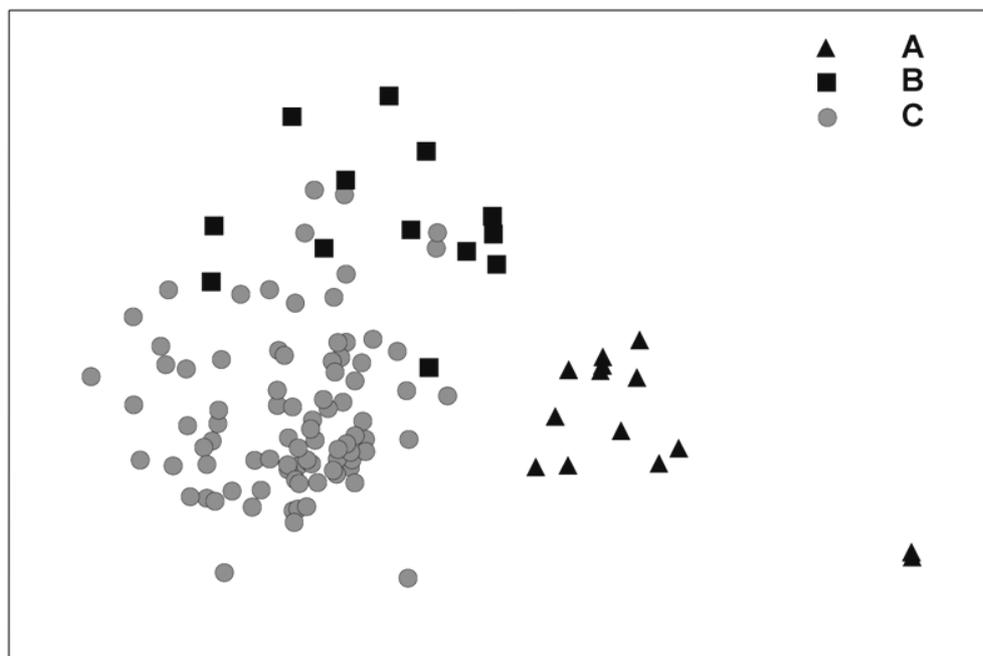


Figura 17: Escalamiento multidimensional no métrico (MDS) resultado de la aplicación del índice de disimilaridad de Bray-Curtis entre um. Se han volcado sobre el diagrama los grupos obtenidos con el método UPGMA de agrupamiento (A, B y C).

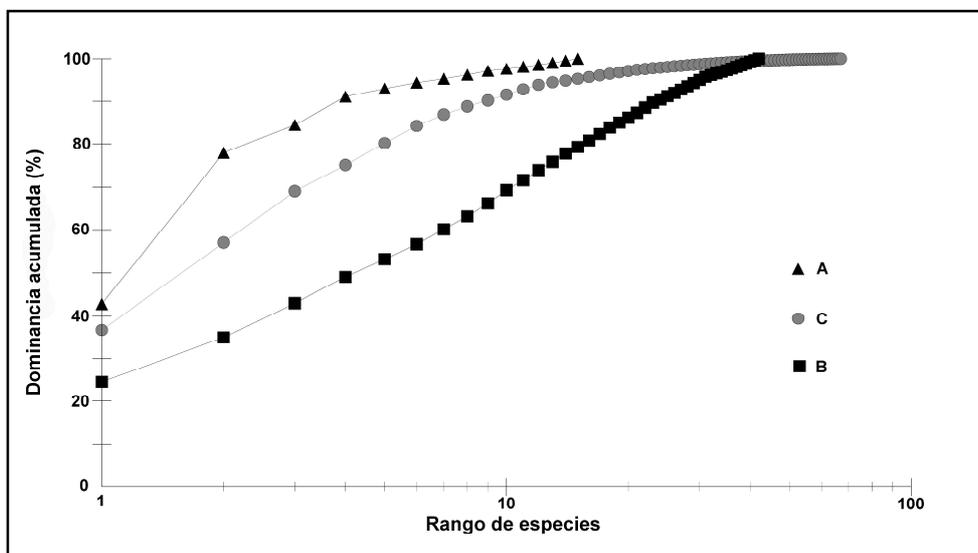


Figura 18: Dominancias acumuladas para los grupos de un obtenidos con el índice de disimilaridad de Bray-Curtis, transformación raíz cuadrada y método UPGMA.

De acuerdo al análisis SIMPER, el grupo A se caracteriza por la abundancia de *Clunio brasiliensis*, *Platynereis australis* y el bivalvo infaunal *Darina solenoides* (Tabla 2). Por su parte el grupo B se caracteriza por la abundancia de *Exosphaeroma calcarea*, *Aulacomya atra atra*, *Platynereis australis*, *Pyura* sp., *Margarella violacea* y *Paramoera* sp., entre otras especies. Finalmente el grupo C se halla caracterizado por la abundancia de *Mytilus edulis platensis*, *Perumytilus purpuratus* y *Siphonaria lessoni*, entre otras especies.

Tabla 2: SIMPER, promedios de abundancia (por 225 cm²) y contribución de las especies a los porcentajes de similitud por grupo cuantitativo.

Grupo A			
Especies	Abundancia promedio	Similaridad promedio	Contribución (%)
<i>Platynereis australis</i>	5,36	20,59	65,05
<i>Clunio brasiliensis</i>	1,00	5,02	15,86
<i>Darina solenoides</i>	6,50	4,31	13,63
Grupo B			
Especies	Abundancia promedio	Similaridad promedio	Contribución (%)
<i>Exosphaeroma calcarea</i>	2,08	9,47	41,36
<i>Aulacomya atra</i>	1,62	3,10	13,52
<i>Platynereis australis</i>	0,69	1,97	8,61
<i>Pyura</i> sp.	0,62	1,21	5,30
<i>Margarella violacea</i>	0,38	0,79	3,46
<i>Paramoera</i> sp.	0,62	0,78	3,42
<i>Corophium</i> sp.	1,23	0,70	3,08
<i>Mytilus edulis</i>	0,69	0,62	2,69
<i>Calyptraea pileolus</i>	0,92	0,51	2,23
<i>Bispira magalhaensis</i>	0,85	0,40	1,76
<i>Polyzoa opuntia</i>	0,31	0,19	1,47
<i>Paramolgula gregaria</i>	0,46	0,33	1,44
<i>Actinaria</i>	0,23	0,30	1,30
<i>Balanus laevis</i>	0,23	0,30	1,30
Grupo C			
Especies	Abundancia promedio	Similaridad promedio	Contribución (%)
<i>Mytilus e. platensis</i>	35,92	17,31	56,52
<i>Perumytilus purpuratus</i>	20,05	5,13	16,75
<i>Siphonaria lessoni</i>	4,01	2,51	8,18
<i>Exosphaeroma calcarea</i>	11,79	1,30	4,23
<i>Edotia tuberculata</i>	1,35	0,95	3,11
<i>Aulacomya atra</i>	4,97	0,62	2,04

Complementariamente, el análisis SIMPER produjo también un listado de las especies que son responsables de las diferencias entre grupos y que no necesariamente son las más abundantes (Tabla 3).

Tabla 3: SIMPER. Para cada par de poblamientos se indican las diez especies que más aportan a la disimilaridad entre éstos. Para cada una se indican las abundancias promedio (N/225 cm²) y su contribución a la disimilaridad.

Grupos A y C (Disimilaridad promedio: 96,68)			
	Grupo A	Grupo C	
Especies	N	N	Disimilaridad (%)
<i>Mytilus edulis</i>	0,00	35,92	22,37
<i>Perumytilus purpuratus</i>	0,07	20,05	11,34
<i>Platynereis australis</i>	5,36	1,22	9,73
<i>Darina solenoides</i>	6,50	0,29	6,80
<i>Exosphaeroma calcarea</i>	0,00	11,79	5,31
<i>Siphonaria lessoni</i>	0,00	4,01	5,28
<i>Clunio brasiliensis</i>	1,00	0,38	3,98
<i>Aulacomya atra</i>	0,00	4,97	3,31
<i>Edotia tuberculata</i>	0,00	1,35	2,83
<i>Heterophoxus sp.</i>	1,00	0,06	2,65
Grupos A y B (Disimilaridad promedio: 93,49)			
	Grupo A	Grupo B	
Especies	N	N	Disimilaridad (%)
<i>Platynereis australis</i>	5,36	0,69	10,63
<i>Exosphaeroma calcárea</i>	0,00	2,08	9,18
<i>Darina solenoides</i>	6,50	0,08	8,40
<i>Clunio brasiliensis</i>	1,00	0,08	4,98
<i>Calyptrea pileolus</i>	0,00	4,92	4,37
<i>Aulacomya atra</i>	0,00	0,62	4,08
<i>Pyura sp.</i>	0,00	0,62	3,60
<i>Corophium sp.</i>	0,00	1,23	3,17
<i>Heterophoxus sp.</i>	1,00	0,00	3,15
<i>Paramoera sp.</i>	0,00	0,62	2,96
Grupos C y B (Disimilaridad promedio: 89,69)			
	Grupo C	Grupo B	
Especies	N	N	Disimilaridad (%)
<i>Mytilus edulis</i>	35,92	0,69	17,90
<i>Perumytilus purpuratus</i>	20,05	0,00	9,89
<i>Exosphaeroma calcárea</i>	11,79	2,08	7,70
<i>Siphonaria lessoni</i>	4,01	0,00	4,60

<i>Aulacomya atra</i>	4,97	0,62	4,41
<i>Margarella violacea</i>	1,84	0,38	3,19
<i>Calyptraea pileolus</i>	0,02	4,92	3,10
<i>Paramoera sp.</i>	1,05	0,62	3,00
<i>Platynereis australis</i>	1,22	0,69	2,97
<i>Edotia tuberculata</i>	1,35	0,31	2,87

Respecto del número de especies (**S**) de los grupos A,B y C, un análisis de la varianza encontró diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$, potencia observada= 1) entre los valores promedio (datos transformados por $X' = \log(X+1)$); una prueba GT2 de comparaciones entre las medias de S encontró que la media del grupo A (media retrotransformada: 1,4744) es significativamente menor que la de los grupos B y C los que no difieren significativamente entre sí (medias retrotransformadas: 6,9066 y 4,9309 respectivamente) (Fig. 19a).

Se encontraron asimismo diferencias altamente significativas ($P < 0,0001$, potencia observada= 1) entre los valores promedio del índice de diversidad de Shannon-Wiener (**H'**) de los grupos; una prueba GT2 encontró que la media del grupo B es significativamente mayor (1,7560) que las de los grupos A (0,6941) y C (1,0688), las que a su vez difieren significativamente entre sí (Fig. 19b).

Respecto de la equitabilidad **J'** se encontraron diferencias altamente significativas entre los valores promedio de cada grupo ($P < 0,0001$). Una prueba GT2 encontró que la media del grupo C es significativamente menor (0,6240) que la de los grupos A (0,7830) y B (0,8641) que no difieren entre sí (Fig. 19c).

Finalmente, los valores promedio del número de individuos **N** de los grupos (datos transformados por $X' = \log(X+1)$) presentaron diferencias altamente significativas

($P < 0,0001$, potencia observada = 1); una prueba GT2 encontró que las medias de los grupos A y B no difieren significativamente entre sí (medias retrotransformadas: 9,89 y 14,47) y ambas son significativamente menores que el número promedio de individuos por um que se encuentra en el grupo C (55,35) (Fig. 19d).

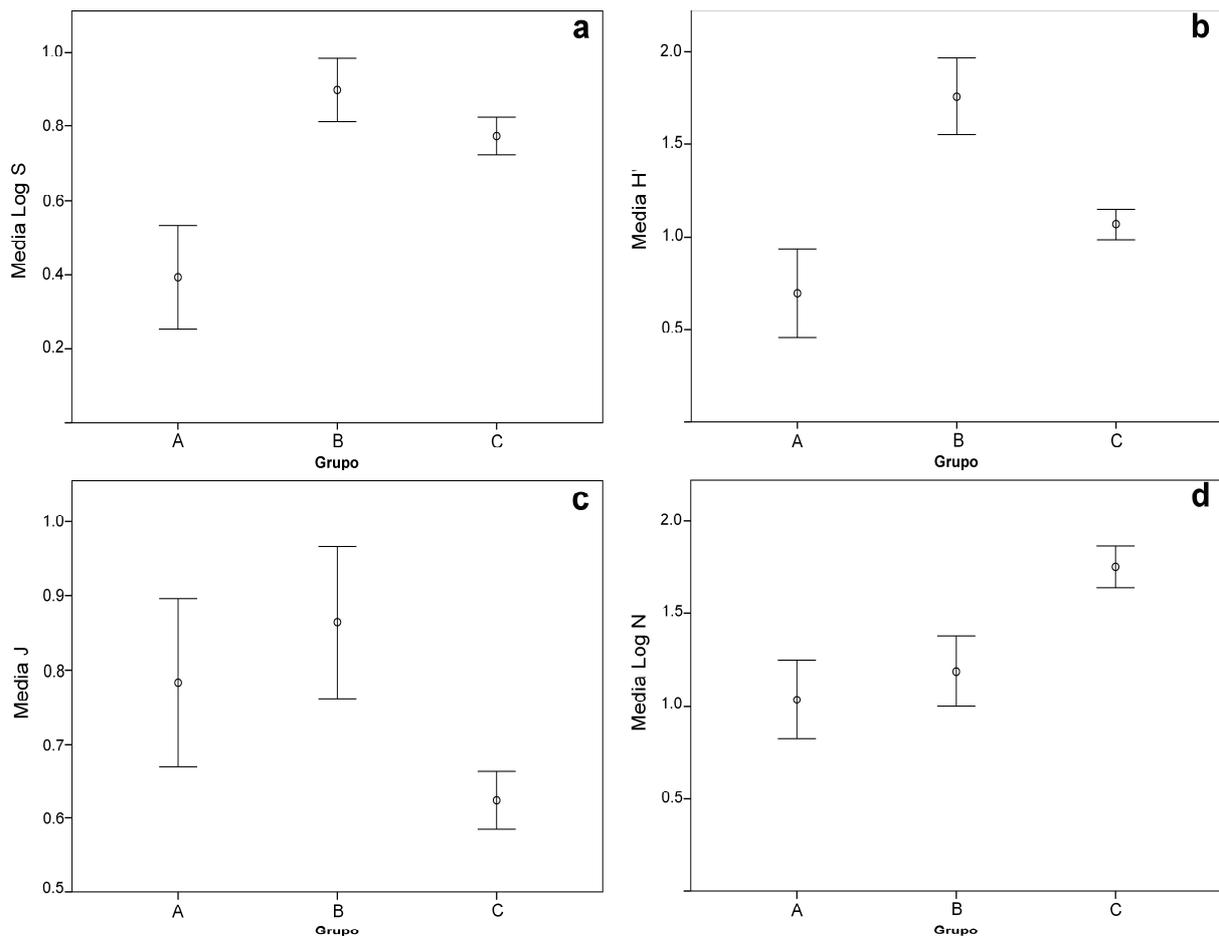


Figura 19: Estimadores de la diversidad (S, H', J') y número de individuos totales por um, para los grupos A, B y C. Las barras representan los intervalos de confianza al 95%.

El análisis canónico de correspondencia CCA, efectuado entre los grupos y la variables ambientales seleccionó como significativas ($p < 0,05$) a las variables Nivel ($P <$

0,001; media= 3,2 m), R roca ($P < 0,001$), F fango ($P < 0,001$) y pendiente ($P < 0,04$; media= 2,9). Las variables F-R, A-R y la retención de agua resultaron con $p > 0,05$ y no fueron incluidos en el análisis. Los valores de inflación de la varianza para las variables seleccionadas fueron menores a 1,3, lo que indica ausencia de colinearidad entre las mismas. Los resultados son indicados en la Tabla 6.

Tabla 6: Sumario de la ordenación CCA.

Ejes	1	2	3	4	Inercia total
Valores propios	0.388	0.224	0.170	0.094	5.477
Correlaciones especies-ambiente	0.906	0.780	0.674	0.602	
Porcentaje acumulado de la varianza de los datos de especies	7.1	11.2	14.3	16.0	
Porcentaje acumulado de la varianza de la relación especies-ambiente	44.3	69.9	89.3	100.0	

En el biplot resultado del CCA (Fig. 20) se observa la relación de las especies con las variables ambientales.

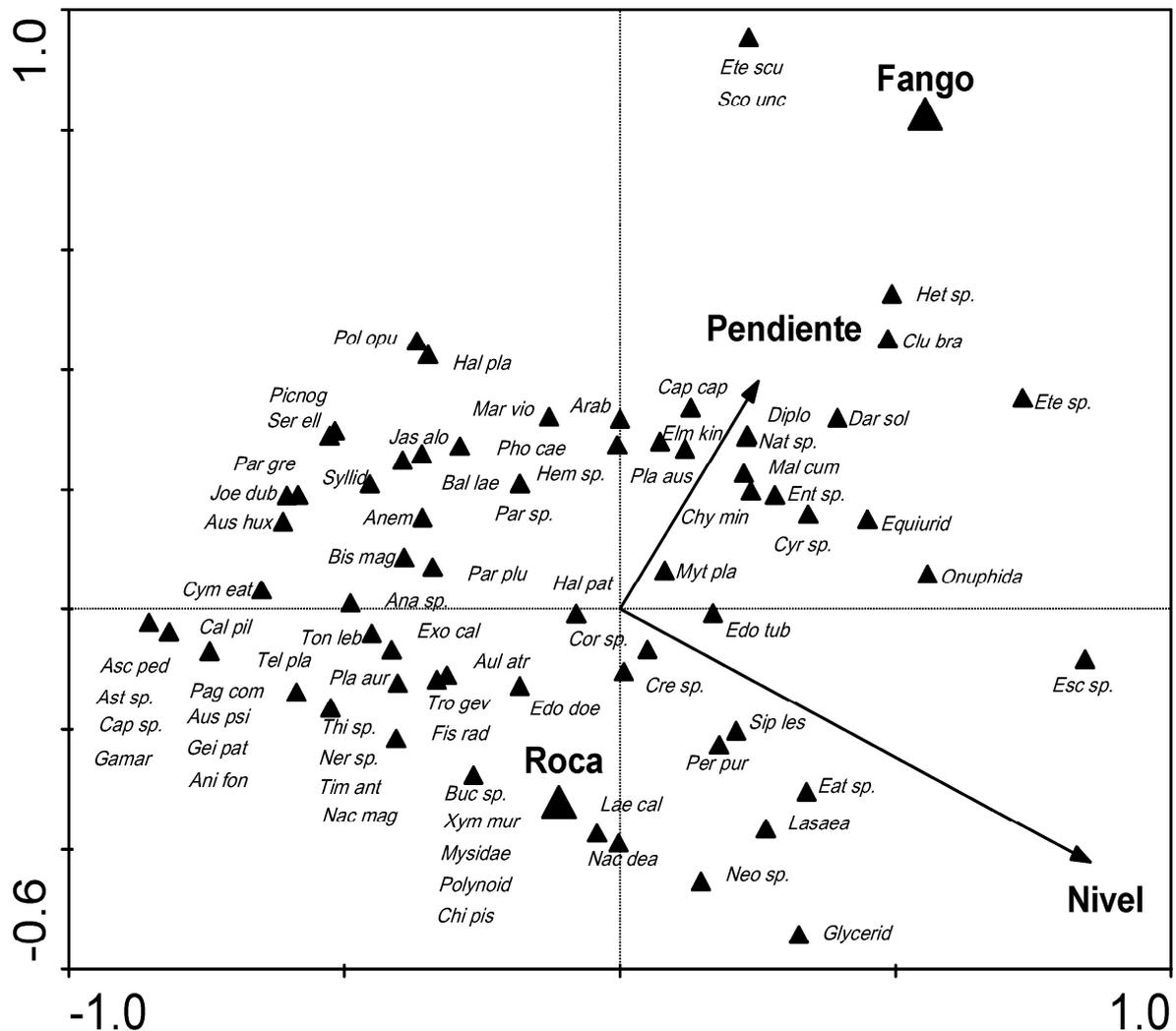


Figura 20: Diagrama de ordenación de especies y variables ambientales obtenido mediante un análisis canónico de correspondencias (CCA).

Las especies características del grupo **A** (*Clunio brasiliensis*: *Clu bra*, *Platynereis australis*: *Pla aus* y *Darina solenoides*: *Dar sol*) se asocian a niveles por encima de la media, sustratos fangosos y pendientes por encima de los 3°. Las especies características del grupo **B** (*Exosphaeroma calcárea*: *Exo cal* y *Aulacomya atra atra*: *Aul*) se asocian a los niveles más bajos del intermareal, sustratos rocosos y

pendientes bajas. Finalmente, las especies características del grupo C (*Mytilus edulis platensis*: *Myt pla* y *Perumytilus purpuratus*: *Per pur*) se asocian a niveles entre la media (3,2 m) y algo por encima de este valor, pendientes bajas y sustratos tanto de roca como fangosos.

3.3. La población de *Mytilus edulis platensis* en Banco Justicia.

3.3.1. Densidad y biomasa mensual

La densidad de la población de *Mytilus edulis platensis* de Banco Justicia (Fig. 21) se mantuvo relativamente estable alrededor de un valor de 1800 individuos/m². El número mínimo registrado fue de 1300 y el máximo de 2500 ind/m².

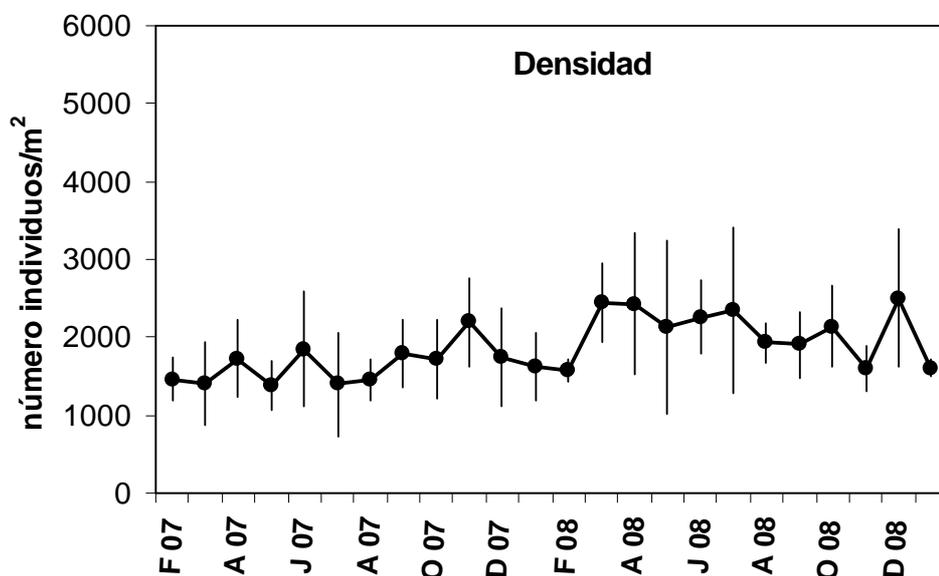


Figura 21: promedio mensual (\pm desvío estándar DE) del individuos/m² de la población de Banco Justicia.

La biomasa, expresada en peso seco/m² (Fig. 22) varió entre un valor mínimo de 600 g (marzo de 2007) y un máximo de 1400 g (noviembre de 2007). Los valores más altos se registraron en la primavera cada año.

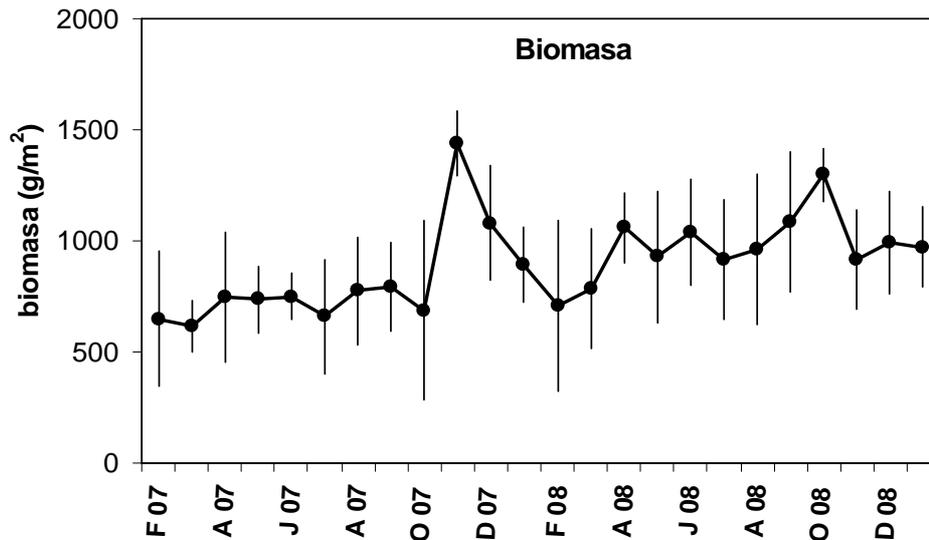


Figura 22: promedio mensual (\pm DE) de la biomasa (peso seco en g/m²) de la población de Banco Justicia.

3.3.2 . Estructura poblacional de tallas

El promedio poblacional de tallas se mostró estable, variando entre un mínimo de 40 y un máximo de 49,9 mm (Figura 23).

La población de *Mytilus edulis platensis* mostró una estructura polimodal durante todo el período (Anexo III), observándose una nueva moda en los meses de asentamiento de reclutas cada año, aunque no fue numéricamente significativa. En febrero de 2007 el 85 % de la población estaba constituida por individuos mayores de 20 mm, y el 78 % de individuos mayores de 30 mm. La proporción de estas clases de

talla nunca fueron inferiores a un 80 y 70 % respectivamente durante los dos años de estudio.

El análisis del número mensual de reclutas se presenta en la Figura 24. Casi todos los meses se registraron reclutas en la población, aunque su número fue escaso. El máximo número de individuos menores de 5 mm/m² se registró en la población en los meses de inicios de otoño y primavera-inicios de verano.

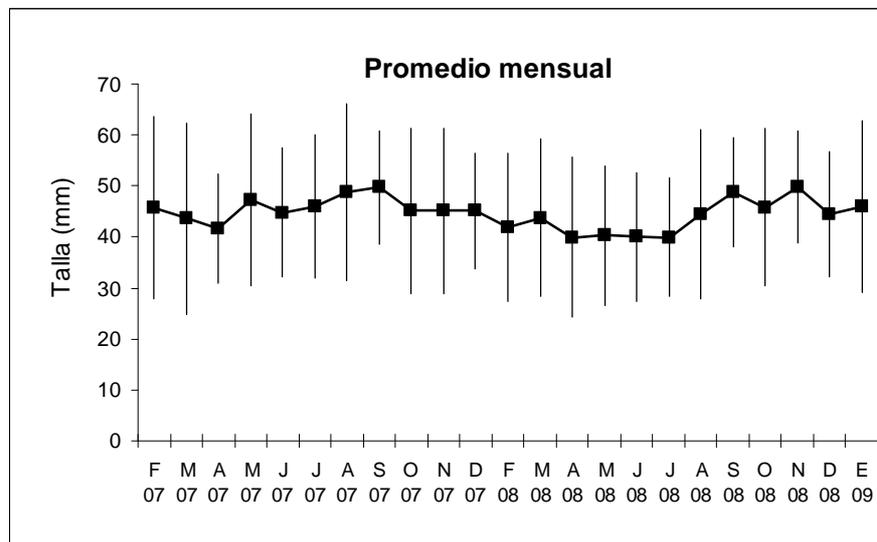


Figura 23: promedio mensual (\pm DE) de la talla poblacional de *Mytilus edulis platensis*.

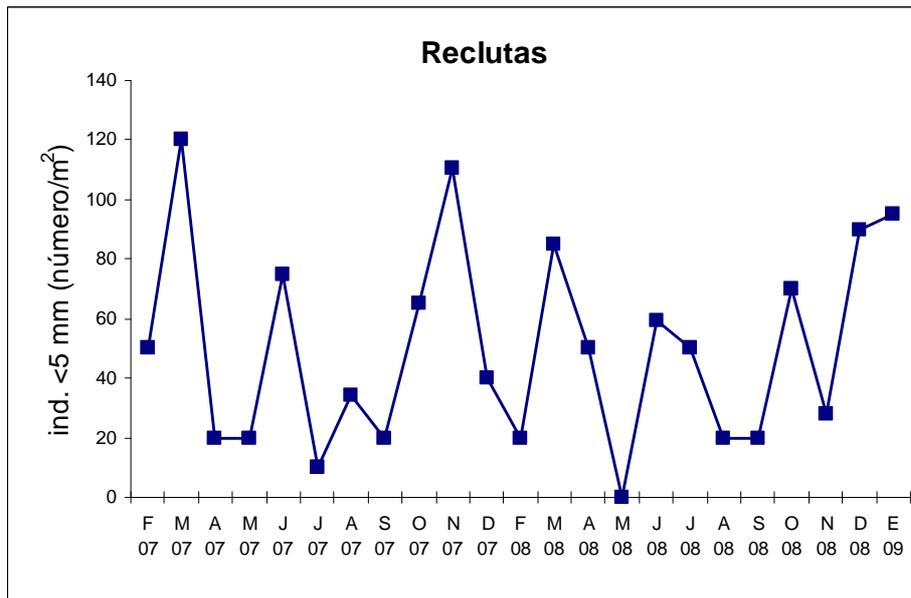


Figura 24: Número de reclutas/m² asentados en el banco Justicia entre febrero de 2007 y enero de 2009.

No se verificó correlación entre el reclutamiento y el ciclo de variación de la temperatura del agua ($r^2= 0,41$) , ni tampoco con la productividad primaria medida como clorofila “a” ($r^2= 0,28$).

3.3. 3. Relación talla-peso

Durante 2007 la relación peso seco sobre largo total obtenida para la población de *Mytilus edulis platensis* mostró una pendiente levemente menor ($b=2,51$) que durante 2008 ($b= 2,56$); estos valores indican una alometría negativa (Fig. 25) . Un análisis de la covarianza indicó que no existen diferencias significativa entre las regresiones para ambos períodos ($F = 0,259$; $P > 0,05$).

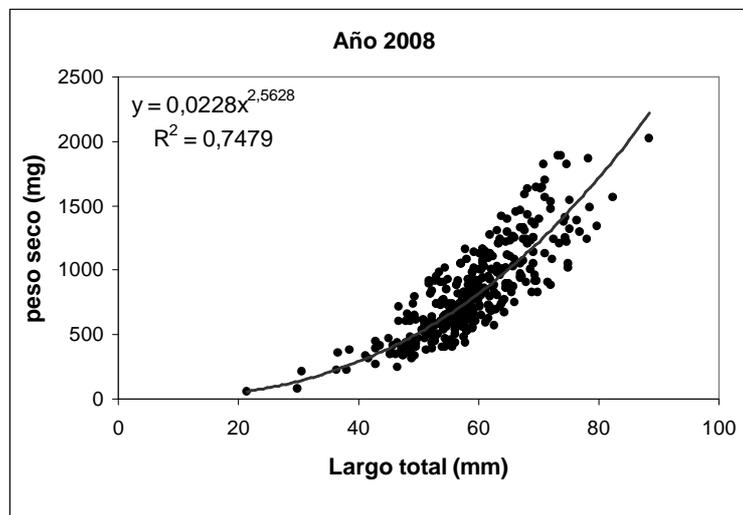
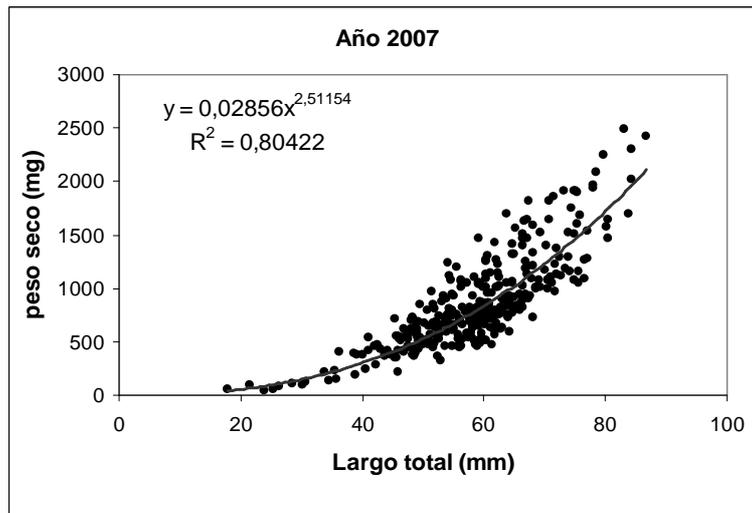


Figura 25: relación talla peso seco para el mejillón *Mytilus edulis platensis* en la Bahía de San Julian.

La comparación de las regresiones talla-peso seco mensuales mediante ANCOVA indicó diferencias significativas entre meses ($F_{(22,67)} = 7,17$ $p=0,00$).

En la Figura 26 se representa la variación mensual del peso promedio (en mg) para un individuo de 65 mm calculado a partir de las relaciones talla-peso

seco. Los valores mínimos del peso se registraron en verano y los valores máximos en otoño y comienzos de primavera de cada año.

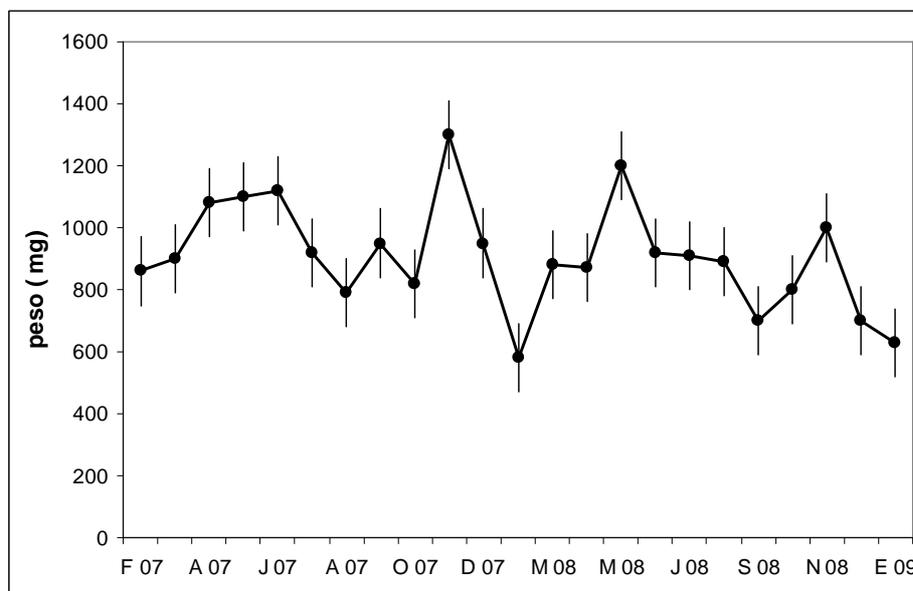


Figura 26: peso seco medio (mg) ajustado por el efecto de la talla. Las barras de error representan el intervalo de confianza (95 %).

El análisis efectuado no mostró correlación entre las variaciones del peso individual con el ciclo de temperatura del agua ($r^2 = -0,38$) ni con la productividad primaria ($r^2 = 0,37$).

3.3. 4. Parámetros de crecimiento

La curva de crecimiento estimada según von Bertalanffy para el mejillón se muestra en la Figura 27.

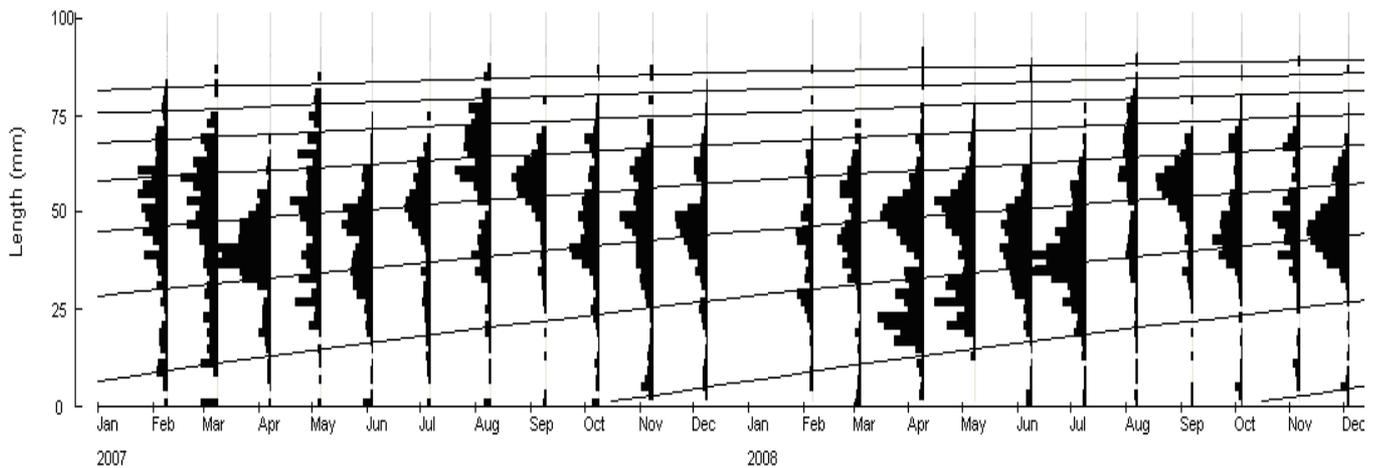


Figura 27: Estimación de la curva de crecimiento según von Bertalanffy, utilizando la rutina ELEFAN para la población de *Mytilus edulis platensis*.

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy calculados mediante la rutina ELEFAN resultaron:

$$L_{\infty} = 105,1 \text{ mm}$$

$$K = 0,31$$

$$R_n = 0,281$$

El valor calculado de t_0 a partir de la fórmula de Pauly (1980) fue de -0,40.

3.4. Producción

La producción somática individual de *Mytilus edulis platensis* varía en función de la talla (Fig. 28) alcanzando un valor máximo de 667,7 mg de peso seco a una talla de 61 mm, para luego decrecer nuevamente.

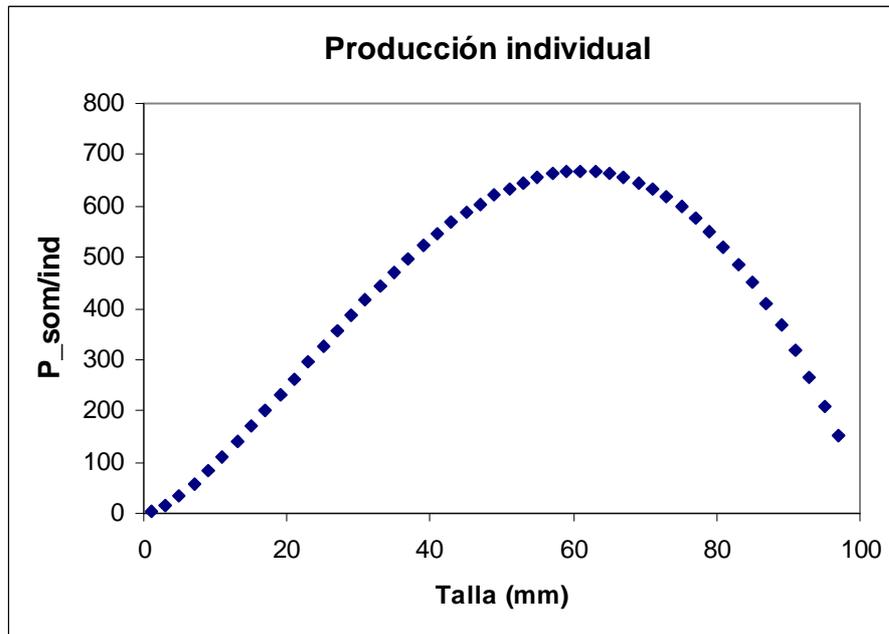


Figura 28: producción somática individual (en mg) de *Mytilus edulis platensis* en función de la talla.

La producción poblacional alcanza un valor de 1801,8 g de peso seco/m²/año, y la biomasa poblacional B= 1984,0 g. A los efectos de poder establecer comparaciones se utilizó el factor de conversión calculado por Brey (2001) para convertir la producción calculada en peso seco en valores de peso seco libre de cenizas (PSLC), resultando en un valor de P= 1497,3 g PSLC/m²/año.

Los individuos entre 39 y 53 mm son los que más contribuyen en la producción somática poblacional (Fig. 29). La relación P/B calculada fue 0,91.

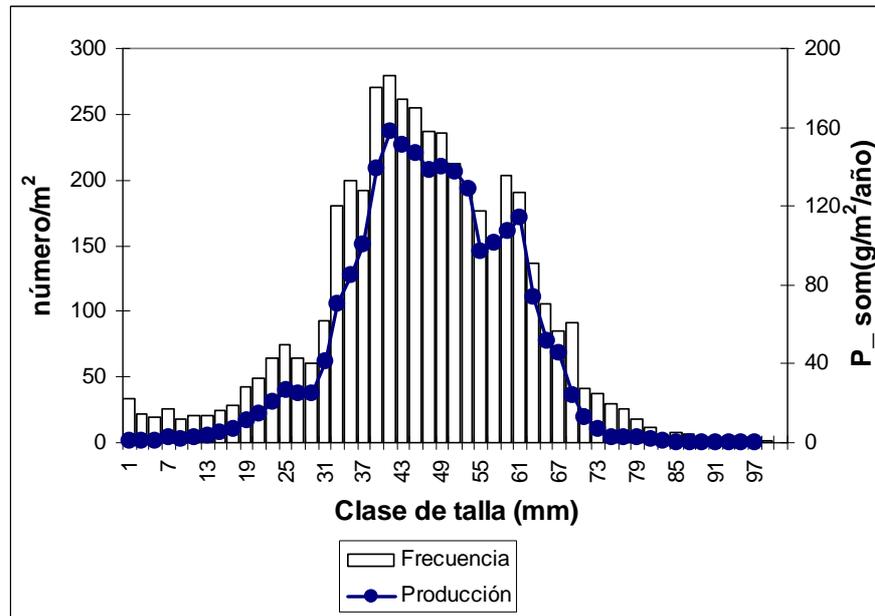


Figura 29: producción somática para la población del mejillón *Mytilus edulis platensis* de Banco Justicia, Bahía de San Julián.

4. DISCUSIÓN

En el interior de la bahía de San Julián se encontraron tres asociaciones cuantitativas relacionadas con poblamientos de mitílidos, que se corresponden en mayor o menor grado con asociaciones descritas con anterioridad para otros sitios de la costa argentina: (1) la de plantas vasculares halófilas y cianobacterias descrita originalmente para la ría Deseado (Halperin 1967, Zaixso 1975, Zaixso y Pastor 1977) y representada en San Julián por la asociación macrofaunística A, caracterizada por *Platynereis australis*, *Clunio brasiliensis* y *Darina solenoides*; (2) la de fondos rocosos de suspensívoros y raspadores descrita por primera vez por Zaixso et al. (1998) en el golfo San José y representada en San Julián por la

asociación B de *Aulacomya atra atra* y *Exosphaeroma calcárea*; y (3) la epilítica mesolitoral, descrita inicialmente para la ría Deseado (Zaixso y Pastor 1977) y representada en la bahía de San Julián por la asociación C de *Mytilus edulis platensis* y *Perumytilus purpuratus*.

La asociación de halófitas, se halla relacionada a sustratos fangosos del mesolitoral superior sin retención de agua en bajamar y pendientes menores a 5°. Esta es la asociación con menor número de especies y menor diversidad específica (H'), es uno de los grupos con menor número de individuos por unidad de superficie y uno de los grupos de mayor equitabilidad. En la bahía de San Julián los mitílidos se hallan prácticamente ausentes en esta asociación, encontrándose sólo raros ejemplares del mejillín *Perumytilus purpuratus*. Esto constituye una diferencia respecto de poblamientos equivalentes descritos para la ría Deseado, ubicada unos 200 km más al norte, donde las asociaciones de *Sarcocornia*, presentan frecuentes mejillines en las bases de las matas (Zaixso, 1975; Zaixso y Pastor, 1977). A equivalencia de otros factores de estrés (ej. viento) o una mayor indulgencia en otros (ej. altas temperaturas), una posible razón para este comportamiento puede radicar en el congelamiento de los niveles altos del intermareal durante el invierno, el que excluiría a los mejillines del mesolitoral superior.

El grupo B de *Aulacomya-Exosphaeroma*, se encuentra asociado tanto con sustratos rocosos como con blandos con elementos de soporte del infralitoral superior, de pendientes bajas y sin retención de agua durante la bajamar. El CCA indicó además que la cholga presenta su óptimo en los sustratos rocosos. Es uno de las asociaciones con mayor número de especies y es el grupo de mayor diversidad

específica (H'); su equitabilidad es alta respecto de los otros grupos y el número de individuos por unidad de superficie es bajo, siendo su densidad media menor que la observada en el grupo C. Esta asociación se halla relacionada con facies descriptas para el infralitoral superior rocoso del golfo San José (Zaixso *et al.*, 1998), con la denominada zona de transición (infralitoral superior) de la ría Deseado (Otaegui y Zaixso, 1974) y en general con poblamientos del infralitoral superior rocoso, típicos de la costa patagónica argentina. La cholga *Aulacomya atra atra* es muy escasa o se halla ausente en los sustratos fangosos.

El grupo C caracterizado por la abundancia de *Mytilus edulis platensis* y *Perumytilus purpuratus* se asocia tanto a sustratos rocosos como a sedimentos finos con elementos de soporte, en los horizontes mesolitoral medio e inferior. El CCA permitió discriminar las preferencias de las especies características del grupo con respecto al sustrato: el mejillón *Mytilus* presenta su mayor abundancia en la zona a sustratos fangosos con elementos de soporte, en tanto que *Perumytilus* tiene su máximo en sustratos rocosos. Es un grupo con alto número de especies y de diversidad específica (H') intermedia entre las asociaciones previas; es un grupo de equitabilidad baja y el de mayor número de individuos por unidad de superficie.

En la asociación de *Mytilus-Perumytilus* la diversidad difiere significativamente entre niveles equiparables de sustratos duros y fangosos, siendo ésta mayor en los sustratos rocosos. Esto puede deberse a que los bancos en fondos rocosos son más estables que los de fondos blandos y alcanzan mayores edades o bien que en los primeros, los disturbios tienen un efecto menos marcado u ocurren con una menor frecuencia. Ha sido señalado que a medida que los bancos de mitílidos envejecen y

crecen, se incrementa no sólo el componente biológico sino que también aumenta su componente físico, produciendo entidades estructuralmente complejas que son capaces de portar asociaciones complejas de fauna y flora (Tsuchiya y Nishihira, 1986; Seed y Suchanek, 1992; Zaixso, 2004). Nehls y Thiel (1993) señalan que tanto en fondos rocosos como fangosos, una vez establecidos, los bancos de mitílidos persisten durante muchos años o décadas. En algunos de estos bancos sin embargo, la sucesión hacia una mayor complejidad estructural puede ser reiniciada por la ocurrencia de disturbios de diversa índole entre los que se cuentan temporales (Zaixso, 2004). Este parece ser el caso de los bancos ubicados sobre fondos muebles de la bahía de San Julián, donde por acción de corrientes de marea se producen mortalidades masivas con desprendimiento de sectores importantes de la matriz de mitílidos. Estos eventos ocurren en diferentes estaciones del año, son más importantes en los poblamientos donde la matriz se halla ligada débilmente al sustrato por escasez de elementos de soporte y parecen depender del espesor (edad) de la matriz de mejillones. Si bien Seed y Suchanek (1992) señalan que tanto la integridad como la estabilidad física de los bancos de *Mytilus* dependen directamente de la fuerza de adhesión de sus filamentos bisales al sustrato, esta circunstancia no se aplica a los bancos de fondos muebles de la bahía, ya que durante el disturbio los mejillones son eliminados junto con los elementos de soporte a los que se hallan adheridos.

Estas circunstancias estarían de acuerdo con la hipótesis del disturbio intermedio según la cual la mayor diversidad tiene lugar a intensidades de disturbio intermedias, a frecuencias intermedias o a tiempos intermedios luego de ocurridos éstos (Connell

1978, Begon et al. 1996). Estos resultados son consistentes con los obtenidos en el análisis de la varianza múltiple que señaló diferencias significativas para el horizonte mesolitoral inferior entre las localidades de sustrato fangoso y la localidad de sustrato rocoso, pero no pudo hallar diferencias en el horizonte mesolitoral medio, donde se ubica la asociación de *Mytilus-Perumytilus*. Mejillines y mejillones presumiblemente compiten por el espacio y es posible que los mejillines estén mejor adaptados a la desecación que los mejillones dado que su óptimo siempre se encuentra por sobre el óptimo de los mejillones. Bertness et al. (2006) señalan que el alga roja *Corallina officinalis* es quien restringe por competencia la distribución de *Perumytilus purpuratus* en los niveles inferiores del intermareal de las costas patagónicas argentinas; sin embargo, en la bahía de San Julián esta especie de alga es escasa en costas rocosas y se halla ausente en sustratos fangosos con lo cual es poco probable que *Corallina* en este caso en particular, intervenga regulando el límite inferior del mejillín. También fueron escasas las especies de depredadores registradas, particularmente en fondos blandos, limitándose a algunos ejemplares de gasterópodos como *Trophon geversianus* y estrellas de mar (*Anasterias* spp.).

En los bancos asentados sobre sustratos fangosos, la oferta de sustrato firme a través de la disponibilidad de valvas de animales vivos o muertos, crea ambientes propicios para nuevos organismos (Dittmann 1990, Albretch 1998, Buschbaum et al. 2009). Por su parte, los propios mitílidos requieren para poder asentarse en sustratos fangosos de la presencia de algunos elementos de soporte como guijarros, trozos de valvas o cáscaras enteras; en algunos casos son las conchas vacías de bivalvos propios de la infauna, las que permiten iniciar la colonización por parte de mitílidos de

la epifauna (Zaixso, 2004). En los sustratos rocosos, la oferta de sustrato secundario representada por las valvas de la especie dominante en el poblamiento, permite que las especies excluidas por los mitílidos al competir por el sustrato primario puedan ingresar a los bancos y coexistir con el competidor dominante (Lohse 1993). Thiel y Ullrich (2002) concluyen en su comparación entre bancos de mitílidos en sustratos duros y blandos que los primeros sólo proporcionan sustrato a la fauna asociada, en tanto que los bancos de sustratos blandos proveen tanto sustrato como recursos alimenticios; es decir que en adición a su función protectora, los mejillones que viven en fondos muebles también proveen comida a la fauna asociada bajo la forma de heces y pseudoheces, debido a las condiciones hidrodinámicas que rigen en general en los sitios donde se pueden acumular sedimentos.

Buschbaum *et al.* (2009), analizando asociaciones de diferentes especies de mitílidos, no encuentran un patrón definido en cuanto al aumento o la disminución de la diversidad en bancos de fondos blandos respecto de las comunidades adyacentes sin presencia de mitílidos, asumiendo como hipótesis el incremento en la heterogeneidad del hábitat. Una de las razones para tal circunstancia puede relacionarse con que la real disponibilidad de sustratos duros en bancos nuevos depende de las especies bajo estudio. En *Mytilus edulis* (Theisen, 1972; Suchanek, 1986) y en *Mytilus edulis platensis* Bruzzone (1982), el pie es utilizado para la limpieza de las valvas, comportamiento que no ha sido demostrado para otros mitílidos. De acuerdo a Theisen (1972) las valvas de los individuos vivos están protegidas contra los epibiontes debido a esta actividad de limpieza, en tanto que las

conchas de los individuos muertos son rápidamente incrustadas con algas y epifauna y los mejillones vivos circundantes se fijan activamente a ellas.

La protección contra el estrés ambiental para los organismos de la fauna acompañante ha sido señalada como característica de los bancos de mitílidos por diferentes autores. Por ejemplo Bertness et al. (2006) indican que la matriz de *Perumytilus purpuratus* en la costa patagónica actúa protegiendo a la fauna acompañante, aún a los eventuales depredadores, contra la desecación.

En el mesolitoral de las localidades donde predominan los sustratos fangosos la abundancia del mejillón *Mytilus edulis platensis* es máxima, representando más del 70 % del total de los individuos de la macrofauna tanto en Banco Cormorán como Banco Justicia. La densidad de mejillones registrada mensualmente en el banco Justicia, fue menor a la señalada por Pittaluga y Lizarralde (2004) para un banco costero del estuario de Río Gallegos asentado sobre sustrato fangoso con rodados, quienes señalaron un número promedio de 2871,29 mejillones/m², y un máximo de 4750 mejillones/m² para otoño-principios de invierno. Esta diferencia posiblemente se deba a la ausencia de un reclutamiento significativo durante los años estudiados, lo que hizo que no se evidenciaran fluctuaciones en el número de individuos de mejillón en el banco. Diversos autores han señalado que la incorporación de reclutas en las poblaciones de organismos bentónicos presenta variaciones interanuales numéricamente importantes, produciendo a veces picos erráticos de incremento poblacional (Craeymeersch et al.1986, López Gappa y Tablado 1997, Lizarralde y Cazzaniga 2009). Esta alternancia de alta y baja abundancia de reclutas, común en algunos invertebrados con larvas planctónicas, podría relacionarse con variaciones

en las condiciones ambientales, con interacciones predador-presa, o a fenómenos de denso-dependencia, dado que una alta densidad de adultos es un factor que no favorece un asentamiento masivo de reclutas (Ciocco y Aloia 1991, Roeger 1991, Defeo 1996; Honkoop y van der Meer 1998). Penchaszadeh (1980), en sus estudios sobre el mejillón de bancos circalitorales de la provincia de Buenos Aires, señala la ausencia de reclutamiento aún los años en los cuales constataron la evacuación normal de gametas por parte de la población adulta. Thorson (1950) señaló como una de las causas más probables para explicar la ausencia de reclutamiento, el arrastre de las larvas por las corrientes, las que colonizarían otros fondos o morirían al no encontrar sustratos adecuados. Este fenómeno quizá podría estar actuando en la bahía, dado que registra corrientes de marea extremadamente fuertes, especialmente en el periodo medio de ascenso y descenso de las mareas (Zaixso, 2008). Debería analizarse la influencia de este fenómeno de corrientes de marea sobre el asentamiento de las larvas en los diversos bancos de mejillón de la bahía y sostener muestreos a largo plazo para poder establecer la periodicidad del reclutamiento.

El crecimiento estimado para el mejillón de la bahía de San Julián se asemeja al indicado por Trancart (1978) y Bala (1996), ambos estudios efectuados en la región patagónica norte, quienes calcularon una talla asintótica de 100,83 mm y 105,6 mm respectivamente. Los resultados obtenidos en las relaciones longitud-peso indican que la especie presenta un crecimiento alométrico negativo, modificando sus proporciones corporales al aumentar de tamaño. El peso de las vísceras de un individuo estándar no se mantiene constante durante todo el año, siendo mínimo en

los meses de verano y máximos en otoño y comienzos de primavera; similar oscilación estacional se registró en la biomasa poblacional. Ciclos anuales de variaciones en la biomasa han sido documentados para diversos bivalvos (Beukema y Desprez, 1986; Harvey y Vincent, 1990; Salzwedell, 1979; Zwarts, 1991; Bala, 1989; Lomovasky B *et al.* 2002; Lizarralde y Cazzaniga 2009), relacionados principalmente con el desove y la disponibilidad de alimento. Sin embargo, en la población en estudio no se evidenció una correlación entre estas oscilaciones y los ciclos de la temperatura y la productividad primaria.

La producción es un parámetro dinámico que indica la condición de una población en términos de crecimiento individual, así como las variaciones de la densidad y biomasa poblacional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la técnica empleada para medir esta tasa de incorporación de materia orgánica o energía en la población no considera los cambios en biomasa o en estructura de edades año a año (Crisp 1984, Cusson y Bourget 2005), por lo tanto los cálculos efectuados se refieren a la producción potencial bajo condiciones teóricas de estabilidad. La producción de la población de *Mytilus edulis platensis* de $P = 1497,3 \text{ g PSLC/m}^2/\text{año}$ está en el rango indicado para otras especies de la familia Mytilidae: *Mytilus edulis* $156 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (Craeymeersch *et al.* 1986), $2900 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (Dare 1976); $2120 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (Deslous-Paoli *et al.* 1990; *Perna perna* osciló entre 1350 y $1806 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (Hicks *et al.* 2001). El valor de P/B estimado para la población fue de $0,91$, en concordancia con el reportado por Terry & Mendo (2002) para el mitílido *Aulacomya ater* ($P/B = 0,78$). *Mytilus edulis* $P/B = 1$ (Hibbert 1977) y de $0,93$ para *Mytilus squamosus* (Prieto *et al.* 1985).

De acuerdo a la literatura, los valores de P/B tienden a ser más elevados en especies con cortos ciclos vitales y con mayor número de generaciones; en cambio valores bajos de la tasa de renovación P/B está en relación con poblaciones dominadas por adultos, como es el caso de la población estudiada (Sprung, 1993; Cusson y Bourget, 2005; Lizarralde y Cazzaniga 2009).

CONCLUSIONES:

En la bahía de San Julián, el mejillón *Mytilus edulis platensis* se asienta tanto en sustratos rocosos como fangosos con elementos de soporte. Su máxima abundancia la alcanza sobre sustratos fangosos con soportes en niveles intermedios y bajos del intermareal, donde domina numéricamente, superando el 70 % del número de individuos del macrobentos por unidad de superficie disponible. Se asocia principalmente con *Perumytilus purpuratus*, *Siphonaria lessoni* y *Exosphaeroma calcarea*. Las algas coralináceas no intervienen, como ocurre en otros sitios de la costa argentina, en la imposición de un límite inferior a la distribución del mitílido, y los depredadores son en general escasos, particularmente en sustratos blandos.

En banco Justicia, el estudio mensual de la población de *Mytilus edulis platensis* mostró que la población mantiene un número estable de individuos, y que no se registró un asentamiento de reclutas que modifique significativamente su densidad. La biomasa expresada como peso seco de las vísceras alcanzó un máximo de 1400 g/m² mostrando una leve oscilación estacional.

La producción de la población de *Mytilus edulis platensis* está en el rango indicado para otras especies de la familia Mytilidae. El valor calculado de P/B fue bajo indicando una estructura poblacional dominada por adultos.

6. AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a Luis por el apoyo incondicional en ayudar a cumplir una de las etapas de mi profesión.

A mis directores la Dra Zulma I. Lizarralde y Lic Héctor E. Zaixso por la buena disposición en sostener este proyecto de tesis, el tiempo brindado, por su acompañamiento, sus enseñanzas y consejos para corregir este trabajo.

Al Dr Juan Pablo Martin, por la desinteresada ayuda en colaborar en las tareas de laboratorio e identificación de algunas de las muestras.

A la Dra Alicia Boraso por su estímulo y sugerencias a este estudio.

A los colegas que colaboraron en los muestreos, Paula Stoyhoff, Martín Varisco, Damián Gil, Javier Tolosano, Juan Manuel Zaixso.

A los profesores del magíster de la Universidad de Magallanes (Chile) por su conocimiento permitió formarme en este postgrado.

A los compañeros del Magister, por los momentos compartidos durante las clases de los diferentes cursos obligatorios y electivos y mi estadía en Punta Arenas.

A la Prefectura Naval Argentina, por su colaboración con las salidas en lancha a los sitios de muestreo.

A la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por permitirme llevar a cabo este postgrado.

7. BIBLIOGRAFIA

Adami, ML, Tablado, A y Sodor MA. 2008. Population dynamics of the intertidal mytilid *Brachidontes rodriguezii* (Bivalva) on a rocky shore *Thalassas* , 24 (1): 21-27.

- Alfaro, A. 2006. Population dynamics of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, at various spatial and temporal scales in northern New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 334:294–315
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Anderson, M.J. 2005. PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Website:
<http://www.stat.auckland.ac.nz/~mja>
- Bayne, B.L. 1976. *Marine mussels: their ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bala, LO. 1989. *Biología y ecología del mejillón (Mytilus edulis platensis) en el golfo San José, provincial de Chubut*. Tesis doctoral, Ciencias Naturales, Universidad de La Plata, 278 pp.
- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1996. *Ecology, Individuals, populations and communities*. Tercera Edición. Blackwell Science, Oxford, 1068 pp.
- Bertness M. D., Crain C., Silliman, B. R., Bazterrica, M. C., Reyna, V., Hidalgo, F. y Farina, J. 2006. The community structure and organization of Western Atlantic Patagonian rocky shores. *Ecological Monographs* 76: 439-460.
- Borthagaray A.I y A. Carranza. 2007. Mussels as ecosistema engineers: their contribution to species richness in a rocky litoral community. *Acta Oecologica* 31: 243-250.

- Brey, T. 2001. Population dynamics in benthic invertebrates. A virtual handbook. <http://www.awibremerhaven.de/Benthic/Ecosystem/FoodWeb/Handbook/main.html>. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany.
- Bruzzone, J. H. 1982. Funciones del pie en *Mytilus edulis chilensis* (Hupe). Physis (Buenos Aires) Sección A 41: 51-61.
- Buschbaum, C, Dittman, S., Hong, J.-S., Hwang, I.-S., Strasser, M., Thiel, M. Valdivia, N., Yoon, S.-P. y Reise, K. 2009. Mytilid mussels: global habitat engineers in coastal sediments. Helgolander Marine Research 63: 47-58.
- Carcelles, A R & SI Williamson. 1951. Catálogo de los moluscos marinos de la Provincia Magallánica. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Ciencias Zoológicas 2:225-383.
- Cavallotto, J L. 2008. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino Geología y geomorfología de los ambientes costeros y marinos
- Carranza A., O. Defeo, M. Beck y J.C. Castilla. 2009. Linking fisheries Management and conservation in bioengineering species: the case of South American mussels (Mytilidae). Rev. Fish. Biol. Fisheries, 19: 349-366.
- Clarke, KR, 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18: 117-143.
- Clarke KR & RM Warwick, 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Clarke KR & R N Gorley. 2001. PRIMER v5: User Manual /Tutorial. PRIMER-E: Plymouth, 91 pp.

- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rainforest and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Craeymeersch J. A., P. M.J. Herman y P.M. Meire.1986.Secondary production of an intertidal mussel (*Mytilus edulis* L.) population in the Eastern Scheldt (S.W. Netherlandas). *Hydrobiología* 133: 107:115.
- Cusson, M. y E. Bourget. 2005. Small-scale variations in mussel (*Mytilus* spp.) dynamics and local production. *Journal of Sea Research* 53: 255-268.
- Crisp D J, 1984. Energy flow measurements. In: NA Holme, AD Mc Intyre eds, *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell, London, 284-372.
- Dare, P.J. 1976. Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus edulis* L. in Morecambe Bay, England. *Fish. Invest. Ser. 2* (28): 1-25.
- Deslous-Paoli, J; S. Boromtanarat; M. Hérald, W. Boromtanarat, D. Razet. 1990. Energy budget of a *Mytilus edulis* population during its first year on bouchots in the bay of Marenne-Oléron. *Aquacult.* 91: 49-63. 1990
- Fiori SM, Cazzaniga NJ.1999. Mass mortality of the yellow clam, *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mactracea) in Monte Hermoso, Argentina. *Biological Conservation* 89: 305-309.
- Gayanilo, F., P. Sparre y D. Pauly. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (Fisat). FAO Computerized Information Series 8, Roma.
- Gutiérrez N., Defeo O. 2005. Spatial patterns in population dynamics of the scallop *Psittochlamys patagonica* at the northern edge of its range. *Journal of Shellfish Research*, 24:877-882
- Halperin DR de 1967. Cianofíceas marinas de Puerto Deseado (provincia de Santa

- Cruz, Argentina), II. Darwiniana 14: 273-354.
- Hair, J. F., Anderson R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. 1992. *Multivariate data analysis with readings*. 3rd edition. Mac Millan Publishing, New York, 544 pp.
- Helmuth, B. 1998. Intertidal mussel microclimates: Predicting the body temperature of a sessile invertebrate. *Ecological Monographs* 68 (1): 51-74.
- Hicks, D.;J.Tunnell, R. McMahon, 2001.Population dynamics of the nonindigenous brown mussel, *Perna perna* (Linnaeus, 1758), in the Gulf of Mexico compared to other world-wide populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 211: 181-192.
- Hilbish T,J., A. Mullinax, S.I. Dolven, A. Meyer, R.K. Koehn, y P.D. Rawson. 2000. Origin of the antitropical distribution pattern in marine mussels (*Mytilus* spp.): routes and timing of transequatorial migration. *Mar Biol* 136:69-77.
- Huisman J, H Olf & LFM Fresco. 1993. A hierarchical set of models for species response analysis. *Journal of Vegetation Science* 4: 37-46.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. & Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69: 373–386.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. & Schachak, M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946–1957
- Lizarralde y Cazzaniga 2009. Population dynamics and production of *Tellina Petitiانا* (Bivalvia) on a sandy beach of Patagonia, Argentina. *Thalassas: An international journal of marine sciences*, ISSN 0212-5919, Vol. 25, Nº. 1, pages. 45-57
- Lohse, D. P. 1993. The importance of secondary substratum in a rocky intertidal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 166 (1): 1-17.

- López Gappa, J. J., Tablado, A. y Magaldi, N. H. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezii*. Marine Ecology Progress Series 63: 163-175.
- López Gappa J. y A. Tablado. 1997. Growth and production of an intertidal population of the chiton *Plaxiphora aurata aurata* (Spalowski). Veliger 40: 263-270. U.S.A.
- Lomovasky B, T Brey, E Morriconi & J Calvo. 2002. Growth and production of the venerid bivalve *Eurhomalea exalbida* in the beagle Channel, Tierra del Fuego. Journal of Sea Research 48: 209-216.
- Mac Donald J.H., R. Seed y R.H. Cohen, 1999. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern Hemispheres. Mar Biol 111: 323-333.
- Morsan E. 2008. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino Geología y geomorfología de los ambientes costeros y marinos
- Nehls G, Thiel M. 1993. Large-scale distribution patterns of the mussel *Mytilus edulis* in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: do storms structure the ecosystem? Netherland Journal of Sea Research 31:181–187.
- Norling P. Y N. Kautsky. 2007. Structural and functional effects of *Mytilus edulis* on diversity of associated species and ecosystem functioning. Mar. Ecol Prog. Ser 351: 163-175.
- Oksanen J. 1996. HOF: Gradient analysis using Huisman- Olf-Fresco models with maximum likelihood. Disponible en:
<http://www.helsinki.fi/~jhoksane/pages/hof2.html> (6/12/1998).

- Oksanen J. 1998. HOF: Ecological gradient analysis using Huisman-Olff-Fresco models. Version 2.3. Disponible en:
<http://www.helsinki.fi/~jhoksane/softhelp/hofread.html> (17/10/1999)
- Olivier, S. R., Escofet, A., Orensanz, J. M., Turro, A. M. y Turro, E. M. 1966a. Contribución al conocimiento de las comunidades bénticas de Mar del Plata. I. El litoral rocoso entre Playa Grande y Playa Chica. Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires 7: 185-206.
- Olivier, S. R., Kreibohm de Paternoster I y Bastida R 1966b. Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). Boletín del Instituto de Biología Marina, Mar del Plata, 10, 74 pp.
- Otaegui AV y Zaixso HE 1974. Distribución vertical de los moluscos marinos del litoral rocoso de la ría de Puerto Deseado (Santa Cruz, Argentina). Una guía para reconocer los diferentes pisos y horizontes litorales. Physis, Sección A, 33: 321-334.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. ICES Journal of Marine Science 39(2): 175-192.
- Penchaszadeh, P. E. 1973. Ecología de la comunidad del mejillín (*Brachydontes rodrigezi* d'Orb.) en el mediolitoral rocoso de Mar del Plata (Argentina). El proceso de recolonización. Physis (Buenos Aires) Sección A 32: 51-64.
- Penchaszadeh, P. 1980. Ecología larvaria y reclutamiento del mejillón del atlántico suroccidental *Mytilus Platensis*. Caniers de Biologie Marine. Tomo XXI- 169-179
- Pérès JM & J Picard, 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer

Méditerranée. Recueil des Travaux Station Marine d'Endoume 31: 1-137.

Pérès JM. 1982. Zonations. En: Kinne O (ed.) Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters, 5 (1). John Wiley & Sons, Chichester: 9-45.

Pittaluga T.S.y Z.I.Lizarralde. 2004. Variación temporal en el reclutamiento de mejillón *Mytilus edulis platenses* en un banco costero del estuario del río Gallegos, Santa Cruz. Actas II Jornadas Patagónicas de Mallines y Humedales. Versión CD.

Prado, L. y J.C. Castilla. 2006. The bioengineer *Perumytilus purpuratus* (Mollusca: Bivalvia) in central Chile: biodiversity, habitat structural, complexity and environmental heterogeneity. Journal Marine Biological Association of the United Kingdom 86: 417-421.

Prieto Arcas A, O. Ramos, D. Arrieche, J. Villalba y C. Lodeiros. 2001. Producción secundaria e índice de condición en Arca zebra (Mollusca: Bivalvia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. Rev. Biol. Trop., 49(2): 599-608,

Ringuelet RA, Amor A, Magaldi N y Pallares R 1962. Estudio ecológico de la fauna intercotidal de Puerto Deseado en febrero de 1961. Physis (Buenos Aires) 23 (64): 35-52.

Salvat, B.; 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sediment meubles intertidaux et la repartition verticals de la fauna endogée. Cah. Rech. Acad.Sci.París, 259: 1576-1579

- Sánchez, V. & Zaixso, H. E. 1995. Secuencias de recolonización mesolitoral en una costa rocosa del golfo San José (Chubut, Argentina). *Naturalia patagónica, Serie Ciencias Biológicas*, 3 (1-2): 57-83.
- Seed, R. y Suchanek, T. H. 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. En: Gosling, E. (ed.) *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and aquaculture*. Elsevier, Amsterdam: 87-169.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1997. *Biometry*. Tercera Edición. W. H. Freeman and Company, New York, 887 pp.
- Suchanek, T. H. 1986. Mussels and their role in structuring rocky shore communities. En: Moore, P. G. y Seed, R. (eds.) *The ecology of rocky coasts. Essays presented to J. R. Lewis*. Columbia University Press, New York: 70-96.
- Tarazona J., R. Espinoza, M. Solís y W. Arntz. 2007. Crecimiento y producción somática de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco (Perú) comparados entre eventos El Niño y La Niña. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 275 – 285.
- ter Braak C. J. F. 1995. Ordination. En: Jongman R. H. G., ter Braak C. J. F. y Van Tongeren, O. F. R. (eds) *Data analysis in community and landscape ecology*: Cambridge University Press, Cambridge: 91-173.
- ter Braak, C. J. F. y P. Smilauer, P. 1998. *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows*. Software for canonical community ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, New York, 351 pp.
- Terry C & J Mendo. 2002. Crecimiento, mortalidad y producción del choro (*Aulacomya ater*) en Bahía Independencia durante el período 1999-2000. En: Mendo J & M

- Wolff (eds) Memorias I Jornada Científica Bases ecológicas y socioeconómicas para el manejo de los recursos vivos de la Reserva Nacional de Paracas, pp. 95-102. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Theisen, B. 1972. Shell cleaning and deposit feeding in *Mytilus edulis* L. (Bivalvia). *Ophelia* 10 (1): 49-55.
- Thiel, M. y N. Ullrich. 2002. Hard rock versus soft bottom: the fauna associated with intertidal mussel beds on hard bottoms along the coast of Chile, and considerations on the functional rol of mussel beds.
- Thorson, F 1950. Reproductive and larval ecology of Marine Bottom Invertebrates. *Biol. Rev.*, 25: 1-45
- Trucco, M.I. 2000. Diferenciación genética con polimorfismos alozimicos de *Mytilus* spp. del Atlántico Sudoccidental. PhD thesis, Facultad de Ciencias, Universidad de Vigo, España.
- Tsuchiya M, Nishihira M. 1985 Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Marine Ecology and Progress Series* 25:71–81.
- Tsuchiya M, Nishihira M. 1986. Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Marine Ecology and Progress Series* 31:171–178.
- Tsuchiya M, Bellan-Santini D. 1989. Vertical distribution of shallow rocky shore organisms and community structure of mussel beds (*Mytilus galloprovincialis*) along the coast of Marseille, France. *Mésogée* 49:91–110.

- Wildish, D. J. 1977. Factors controlling marine and estuarine sublittoral macrofauna. *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*. 30: 445-454.
- Wildish, D. y Kristmanson, D. 1997. Benthic suspension feeders and flow. Cambridge University Press, Cambridge, 409 pp.
- Witman, J. D. 1985. Refuges, biological disturbance, and rocky subtidal structure in New England. *Ecological Monographs* 55 (4): 421-445.
- Yentsch CS y Menzel DW.1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep Sea Research*, 10: 221-231
- Zaixso HE.1975. Distribución vertical de los moluscos marinos de la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). Sustratos con fracción limosa. *Physis* (Buenos Aires), Sección A, 34 (89): 229-243.
- Zaixso HE. 1999. Distribución submareal del mitílido *Aulacomya atra atra* (Molina) en el golfo San José (Argentina) en relación a la profundidad, características del fondo y condiciones hidrográficas. *Physis* (Buenos Aires), Sección A, 57 (132-133): 1-10.
- Zaixso HE. 2004. Bancos de cholga *Aulacomya atra atra* (Molina) (Bivalvia: Mytilidae) del golfo San José (Chubut, Argentina): Diversidad y relaciones con facies afines. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39 (2): 61-78.
- Zaixso HE y Pastor CT 1977. Observaciones sobre la ecología de los mitílicos de la ría Deseado. I. Distribución y análisis biocenótico. *Ecosur* 4: 1-46.
- Zaixso HE, Boraso de Zaixso AL y López Gappa JJ 1978. Observaciones sobre el mesolitoral rocoso de la zona de Ushuaia (Tierra del Fuego) Argentina. *Ecosur* 5 (10):119-130.

- Zaixso, H., Vidal, A. & Lizarralde, Z. 1994. Recolonización en un poblamiento de mitílidos del mesolitoral inferior del golfo San José (Chubut, Argentina). *Naturalia patagónica, Serie Ciencias Biológicas*, 2 (1-2): 71-81.
- Zaixso, H. E., Lizarralde, Z. I., Pastor, C., Gómes Simes, E., Romanello, E. y Pagnoni, G. 1998. Distribución espacial del macrozoobentos submareal del golfo San José (Chubut, Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía (Chile)*, 33 (1): 43-72.
- Zaixso, H. E. & Z. I. Lizarralde 1999. Efecto del método de encordado sobre el crecimiento y la pérdida de mejillones (*Mytilus platensis* d'Orb.) en cultivos suspendidos. *Biología Pesquera (Chile)*, 27: 47-62.
- Zaixso, H. E. 2004. Subproyecto Competitivo BB-70 Estudio de base para una gestión integrada de la bahía de San Julián. <http://www.ambiente.gov.ar/gef>
- Zaixso, H. E 2008. Informe Técnico Pesca Artesanal y Acuicultura para la Agencia de Desarrollo Sustentable de Puerto San Julián.

Anexo I: Promedio del número de individuos/225 cm² (\pm DE) de las especies de la macrofauna en cada sitio estudiado. Se promediaron los niveles de muestreo.

	Isla Justicia	Isla Cormorán	Punta Guijarro
MOLLUSCA			
Bivalvia			
<i>Mytilus edulis platensis</i>	25,46 (15,02)	35,79 (20,36)	23,90 (18,33)
<i>Perumytilus purpuratus</i>	2,65 (2,20)	4,77 (3,88)	32,47 (25,90)
<i>Aulacomya atra</i>	0,77 (1,09)	0,03 (0,07)	10,04 (7,39)
<i>Darina solenoides</i>	3,8 (7,91)	4,17 (4,1)	6,48 (13,43)
<i>Lasaea sp.</i>	2,53 (5,37)	-----	-----
<i>Malettia sp</i>	-----	10,37 (23,19)	-----
<i>Neolepton sp</i>	-----	-----	4,12 (10,08)
<i>Diplodonta patagónica</i>	-----	11,25 (21,09)	-----
Gastropoda			
<i>Buccinonaps sp.</i>	-----	-----	4,12 (7,91)
<i>Calyptreaea pileolus</i>	-----	-----	1,21 (3,98)
<i>Crepidula sp</i>	-----	1,48 (3,31)	1,65 (4,03)
<i>Eatonella sp</i>	-----	1,48 (6)	1,65 (2,2)
<i>Fissurella radiosa</i>	-----	-----	3,29 (6,15)
<i>Laevilittorina caliginosa</i>	-----	-----	5,76 (10,59)
<i>Nacella deaurata</i>	-----	-----	1,98 (4,42)
<i>Nacella magallanica</i>	-----	-----	1,23 (2,45)
<i>Trophon geversianus</i>	8,88 (19,87)	-----	4,61 (8,83)
<i>Nacella deaurata</i>	-----	-----	1,97 (4,42)
<i>Natica sp.</i>	0,60 (1,02)	0,31 (0,7)	0,18 (0,14)
<i>Margarella violacea</i>	4,8 (1,71)	0,38 (0,6,6)	0,13 (0,51)
<i>Photinula caerulescens</i>	1,4 (0,50)	1,48 (3,31)	1,24 (0,35)
<i>Siphonaria lessoni</i>	0,75 (0,2)	1,23 (0,30)	5,9 (2,44)
<i>Pareuthria plumbea</i>	-----	1,48 (3,31)	0,36 (0,63)
<i>Ximenopsis sp</i>	-----	-----	0,83 (2,02)
Polyplocophora			
<i>Tonicia lebruni</i>	0,06 (0,7)	-----	0,39 (0,1)
<i>Plaxiphora aurata</i>	0,8 (0,87)	-----	1,11 (809)
ECHINODERMATA			
<i>Anasterias sp</i>	0,13 (1,49)	-----	0,29 (1,71)
ANNELIDA			
Polychaeta			
Arabellidae	0,54 (0,27)	0,47 (0,73)	-----
<i>Boccardia polybranchia</i>	-----	-----	2,64 (0)
<i>Capitella capitata</i>	0,27 (0,3)	0,55 (0,56)	-----
<i>Clymenella minor</i>	-----	0,44 (7,37)	-----
<i>Cirratulus sp</i>	-----	0,77 (22,48)	0,57 (2,01)
<i>Eteone sp</i>	-----	0,21 (4,28)	-----
Glyceridae	-----	-----	0,82 (0,96)
<i>Halosydna patagonica</i>	0,07 (0,15)	0,63 (0,2)	0,25 (0,04)
<i>Hemispodus sp</i>	0,88 (0,77)	3,7 (0,8)	1,81 (0,95)
<i>Bispira magalhaensis</i>	0,62 (1,03)	0,93 (0,25)	0,1 (0,15)
<i>Nereis sp</i>	-----	-----	0,47 (0,5)
Onuphidae	-----	0,29 (0,64)	-----
<i>Platynereis australis</i>	0,42 (0,29)	3,59 (1,41)	1,92 (0,13)
Polynoidae	--	-----	0,83 (2,01)
<i>Scolecoclepidus uncinatus</i>	-----	0,71 (0,41)	-----
Syllidae	0,35 (1,19)	-----	0,64 (0,03)
<i>Thelepus plagistoma</i>	-----	-----	0,99 (0,41)
<i>Timarete antarcticus</i>	-----	-----	0,35 (0,69)

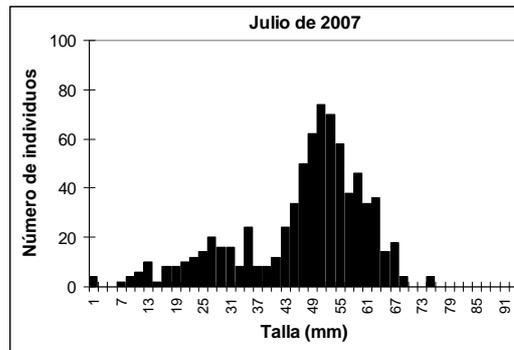
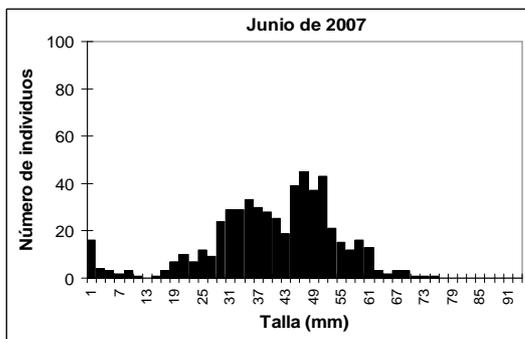
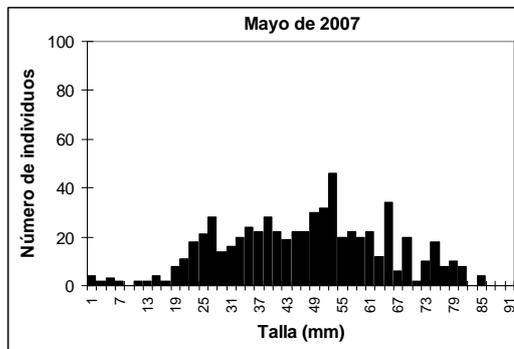
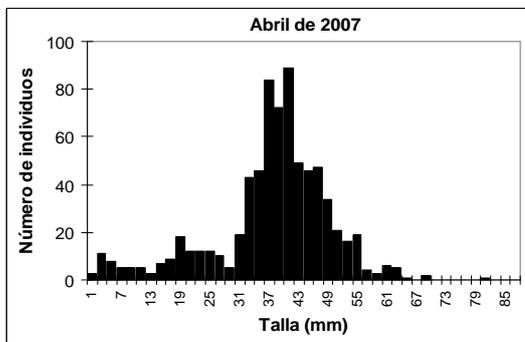
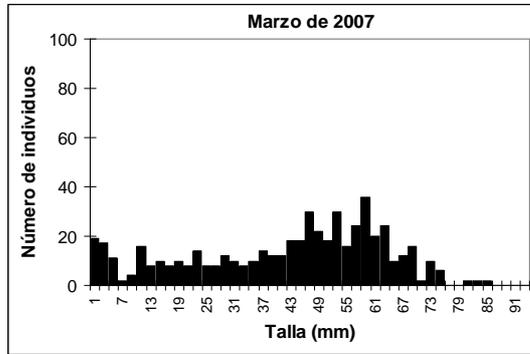
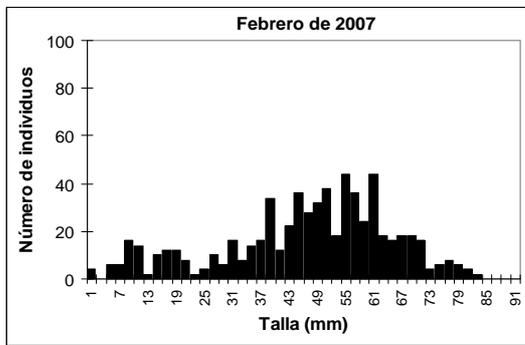
ARTROPODA			
Crustacea			
<i>Austromegabalanus pssittacus</i>	-----	-----	0,22 (0,40)
<i>Balanus laevis</i>	0,15 (0,14)	-----	0,33 (6,20)
<i>Cymodoceella eatoni</i>	-----	0,99 (2,24)	0,88 (1,70)
<i>Corophium sp</i>	0,46 (0,70)	-----	0,74 (0,76)
<i>Elminius kingy</i>	0,07 (0,10)	-----	----
<i>Edotia tuberculata</i>	0,91 (1,62)	1,33 (1,33)	0,95 (1,44)
<i>Edotia doellojuradoi</i>	-----	-----	2,49 (1,61)
<i>Exosphaeroma calcárea</i>	1,97 (2,23)	0,03 (0,07)	19,81 (26,29)
<i>Paramoera sp</i>	0,17(0,33)	1,19 (1,25)	1,25 (0,78)
<i>Joeropsis dubia</i>	0,19 (0,45)	-----	0,16 (0,41)
<i>Jassa alonsae</i>	0,66 (1,41)	-----	0,09 (0,23)
<i>Heterophoxus sp</i>	0,14 (0,26)	2,80 (3,12)	-----
<i>Halicarcinus planatus</i>	0,20 (0,45)	-----	-----
<i>Serolis elliptica</i>	0,06 (0,13)	-----	0,02 (0,05)
Insecta			
<i>Clunio brasiliensis</i>	0,39 (0,37)	0,25 (0,22)	3,82 (0,09)
Pycnogonida	0,60 (0,80)	-----	0,16 (0,41)
Actiniaria	0,37(0,44)	-----	0,32 (0,48)
Asciacea			
<i>Polyzoa opuntia</i>	0,14 (0,21)	-----	-----
<i>Paramolgula gregaria</i>	0,14 (0,32)	-----	0,11 (0,14)

ANEXO II: Parámetros de ajuste a modelos HOF (a,b,c,d) para las especies más importantes de cada localidad de muestreo. Las especies con frecuencias menores de 3 no fueron incluidas en el análisis. M: modelo; a,b,c,d: parámetros del modelo.

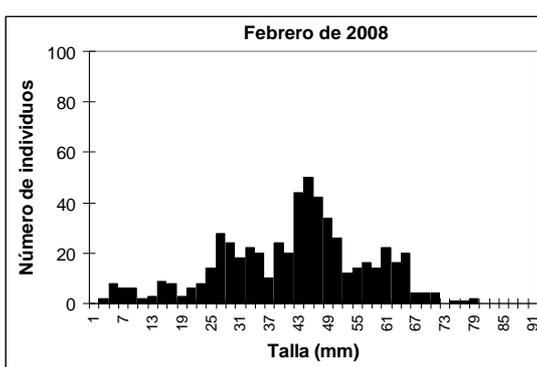
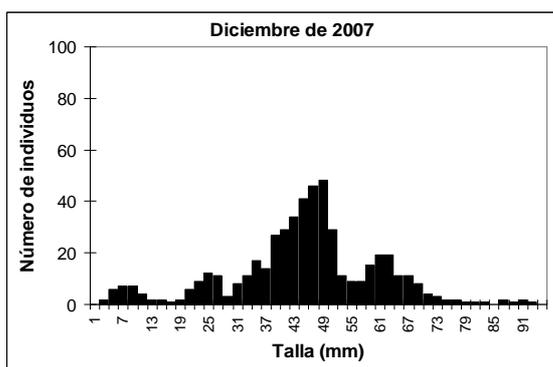
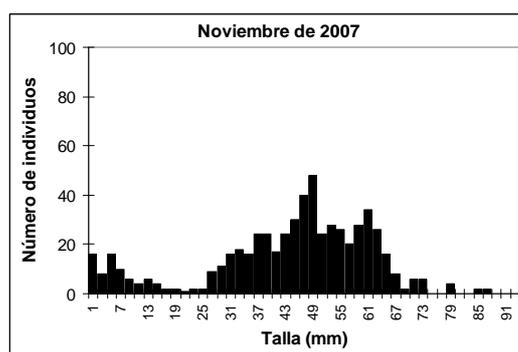
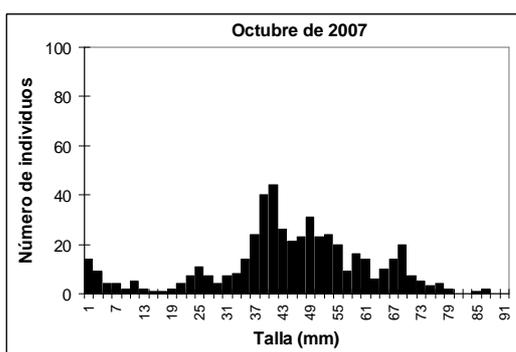
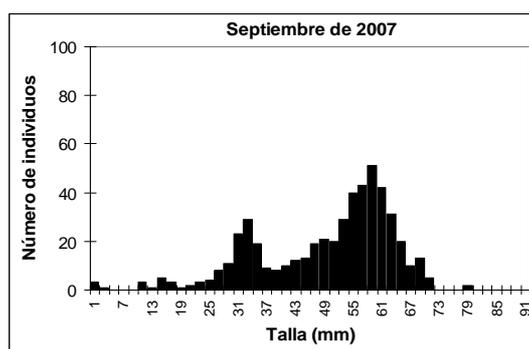
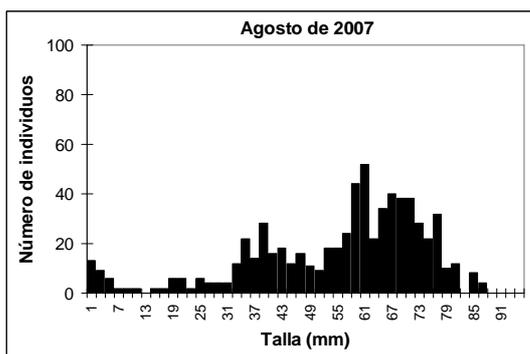
Punta Guijarro					
Especie (Modelo)	M	a	b	c	d
<i>Clunio brasiliensis</i> (II)	250	23,58	21,45	-∞	0
<i>Mytilus edulis platensis</i> (IV)	250	-6,97	11,98	6,73	21,45
<i>Perumytilus purpuratus</i> (IV)	250	-6,74	9,98	6,26	9,98
<i>Aulacomya atra atra</i> (IV)	250	-8,14	25,76	7,09	25,76
<i>Siphonaria lessoni</i> (IV)	250	-9,95	15,73	11,82	15,73
<i>Darina solenoides</i> (IV)	250	7,32	-16,16	-1,10	-16,16
<i>Edotia tuberculata</i> (II)	250	8,33	-4,53	-∞	0
<i>Lasaea</i> (IV)	250	-39,13	55,45	37,96	55,45
<i>Exosphaeroma calcárea</i> (II)	250	1,14	4,19	-∞	0
Actiniaria (IV)	250	7,67	-17,51	-2,58	-17,51
<i>Margarella violacea</i> (III)	250	-222,31	379,74	7,21	0
<i>Platynereis australis</i> (II)	250	3,46	7,83	-∞	0
<i>Anasterias</i> sp. (II)	250	5,78	3,34	-∞	0
<i>Halosydna patagonica</i> (IV)	250	7,99	-15,66	-3,22	-15,66
<i>Paramoera</i> sp. (I)	250	6,21	0	-∞	0
<i>Corophium</i> sp. (IV)	250	-35,48	48,87	39,00	48,87
<i>Bispira magalhaensis</i> (II)	250	4,56	4,85	-∞	0
<i>Trophon geversianus</i> (I)	250	7,74	0	-∞	0
<i>Tonicia lebruni</i> (IV)	250	7,10	-16,67	1,35	-16,67
<i>Paramolgula gregaria</i> (II)	250	5,91	21,38	-∞	0
<i>Plaxiphora aurata</i> (IV)	250	7,39	-14,57	-0,85	-14,57
<i>Cymodocella eatoni</i> (II)	250	3,55	30,93	-∞	0
<i>Pareuthria plumbea</i> (I)	250	7,15	0	-∞	0
<i>Pyura</i> sp. (IV)	250	-1,74	94,40	6,46	94,40
<i>Telephus plagiosoma</i> (V)	250	-77,70	251,17	7,65	14,14
<i>Calyptreaea pileolus</i> (II)	250	3,23	30,68	-∞	0
<i>Fissurella radiosa</i> (IV)	250	9,22	-21,05	-2,74	-21,05
<i>Edotia doellojuradoi</i> (IV)	250	-2,45	12,46	5,64	12,46
<i>Laevilittorina caliginosa</i> (IV)	250	-4,16	15,52	10,53	15,52
Banco Justicia					
Especie	M	a	b	c	d
<i>Clunio brasiliensis</i> (II)	150	8,54	-3,61	-∞	0
<i>Mytilus edulis platensis</i> (IV)	150	-5,00	10,56	3,07	10,56
<i>Perumytilus purpuratus</i> (IV)	150	-14,57	26,61	15,94	26,61
<i>Aulacomya atra atra</i> (I)	150	5,17	0	-∞	0
<i>Siphonaria lessoni</i> (IV)	150	-11,89	26,49	15,07	26,49
<i>Edotia tuberculata</i> (I)	150	5,00	0	-∞	0
<i>Heterophoxus</i> sp. (IV)	150	-2,95	17,99	8,50	17,99
<i>Photinula caerulescens</i> (I)	150	6,68	0	-∞	0
<i>Exosphaeroma calcárea</i> (II)	150	3,34	4,13	-∞	0

Actiniaria (II)	150	4,97	4,72	-∞	0
<i>Margarella violacea</i> (IV)	150	-8,43	28,99	6,01	28,99
<i>Platynereis australis</i> (II)	150	4,91	11,10	-∞	0
<i>Anasterias</i> sp. (II)	150	5,99	6,54	-∞	0
<i>Paramoera</i> sp. (II)	150	5,16	15,29	-∞	0
<i>Jassa alonsae</i> (II)	150	3,58	26,19	-∞	0
<i>Corophium</i> sp. (II)	150	3,95	26,58	-∞	0
<i>Polyzoa opuntia</i> (II)	150	5,42	13,15	-∞	0
<i>Balanus laevis</i> (II)	150	5,48	18,66	-∞	0
Isla Cormorán					
Especie	M	a	b	c	d
<i>Clunio brasiliensis</i> (II)	150	83,71	-78,89	-∞	0
<i>Mytilus edulis platensis</i> (IV)	150	-6,06	13,74	2,71	13,74
<i>Perumytilus purpuratus</i> (IV)	150	-9,73	23,80	10,25	23,80
<i>Siphonaria lessoni</i> (IV)	150	-2,25	11,63	6,01	11,63
<i>Darina solenoides</i> (V)	150	-151,55	168,98	8,01	7,33
<i>Edotia tuberculata</i> (IV)	150	-7,13	22,22	9,86	22,22
<i>Heterophoxus</i> sp. (II)	150	100,40	-96,44	-∞	0
<i>Natica</i> sp. (IV)	150	43,24	-121,84	-52,13	-121,84
<i>Photinula caerulescens</i> (II)	150	5,46	10,83	-∞	0
<i>Lasaea</i> (IV)	150	-74,66	165,71	59,09	165,71
<i>Exosphaeroma calcarea</i> (I)	150	6,49	0	-∞	0
<i>Margarella violacea</i> (IV)	150	-1,54	19,98	5,97	19,98
<i>Capitella capitata</i> (IV)	150	-2,06	16,60	5,86	16,60
<i>Platynereis australis</i> (II)	150	5,66	-2,76	-∞	0
<i>Diplodonta patagónica</i> (IV)	150	-3,91	17,00	7,27	17,00
<i>Halosydna patagonica</i> (I)	150	6,00	0	-∞	0
<i>Hemipodus</i> sp. (I)	150	6,37	0	-∞	0
<i>Paramoera</i> sp. (II)	150	3,04	4,94	-∞	0
Arabellidae (I)	150	5,92	0	-∞	0
<i>Bispira magalhaensis</i> (I)	150	6,96	0	-∞	0
<i>Cirratulus</i> sp. (IV)	150	-3,75	13,11	8,79	13,11
<i>Edotia doellojuradoi</i> (IV)	150	-1,79	22,54	5,81	22,54
<i>Clymenella minor</i> (I)	150	7,47	0	-∞	0
<i>Malletia cumingi</i> (IV)	150	9,96	-19,13	-4,69	-19,13

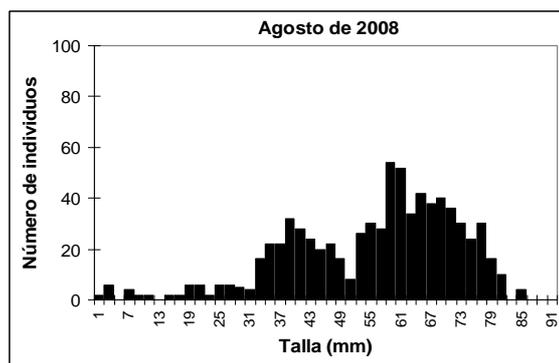
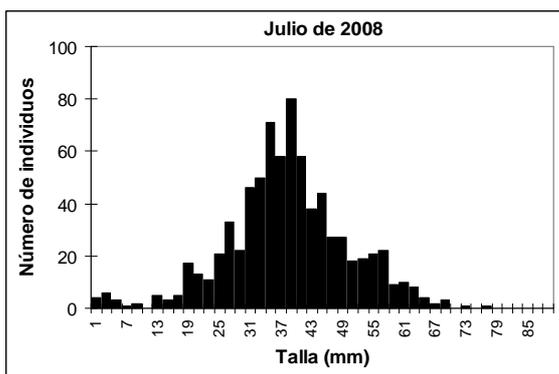
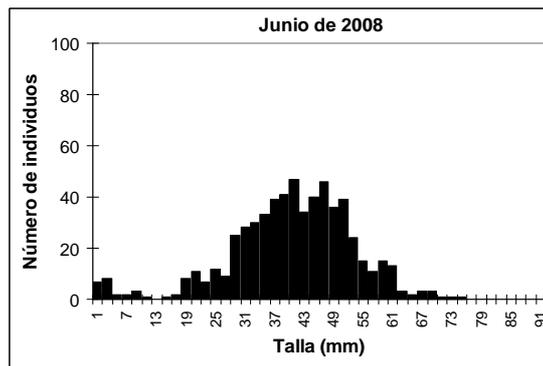
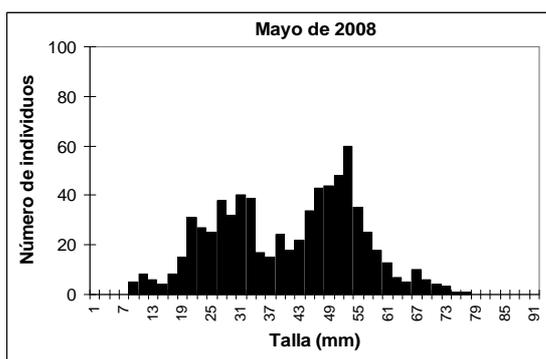
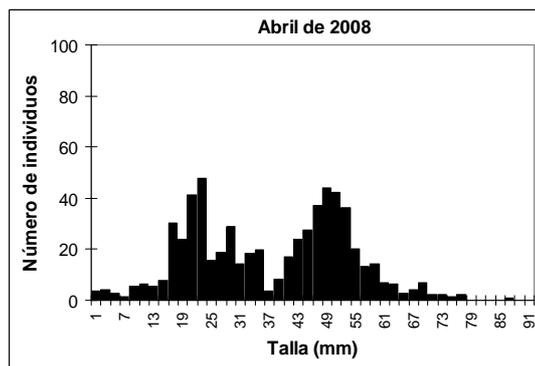
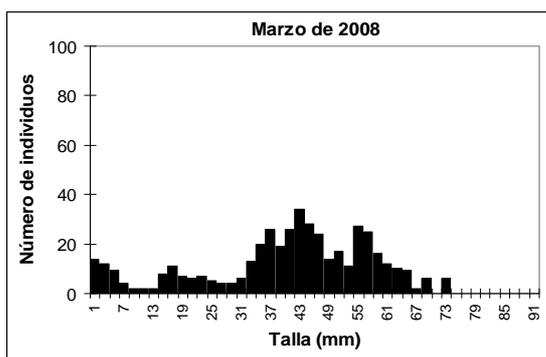
Anexo III: distribución de frecuencia de tallas de mejillón *Mytilus edulis platensis* en el banco Isla Justicia.



Anexo III (continuación): distribución de frecuencia de tallas de mejillón *Mytilus edulis platensis* en el banco Isla Justicia.



Anexo III (continuación): distribución de frecuencia de tallas de mejillón *Mytilus edulis* *platensis* en el banco Isla Justicia.



Anexo III (continuación): distribución de frecuencia de tallas de mejillón *Mytilus edulis platensis* en el banco Isla Justicia.

