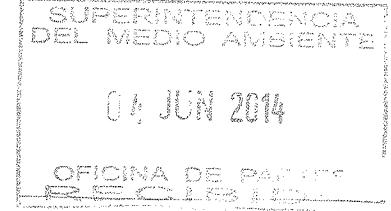


Acompaña documentos y solicita tener presente lo expuesto



SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Daniel Gordon Adam, en representación de **Colbún S.A.**, en el procedimiento administrativo sancionatorio D-022-2013, iniciado mediante el ORD U.I.P.S. N° 853 de fecha 29 de octubre de 2013, a usted respetuosamente digo:

Que por el presente escrito solicito se tenga por acompañado al expediente del proceso D-022-2013 el documento denominado "*Plan de monitoreo de ingreso de biomasa marina al sistema de enfriamiento Complejo Santa María de Coronel. Eficiencia de filtros para la biota marina*", elaborado conjuntamente por la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas y por el Departamento de Oceanografía, ambos de la Universidad de Concepción, a fines de mayo de 2014.

Como se ha señalado en el escrito de Descargos presentado a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), con fecha 28 de noviembre de 2013, entre otras defensas, se dio cuenta en forma contundente de una serie de acciones realizadas por Colbún S.A. para implementar en la Central Santa María 1 la mejor tecnología disponible para la captación de aguas de enfriamiento (principalmente, páginas 22 a 27). Así, se demuestra que desde un primer momento Colbún realizó diligencias para evaluar la situación del medio marino, las alternativas disponibles y gestionó las autorizaciones correspondientes frente a la autoridad para ejecutar las medidas más idóneas. Es así como más de dos meses antes de la formulación de cargos la empresa ya había presentado una consulta de pertinencia al Servicio de Evaluación Ambiental de la Región del Biobío (22 de agosto de 2013) —lo que presupone la realización de una serie de diligencias y estudios previos— a fin de obtener autorización para ejecutar mejoras el sistema de captación de aguas de enfriamiento de la Central. La tecnología propuesta en la consulta, y posteriormente autorizada, fue la siguiente: "*una batería de diez filtros cilíndricos de malla metálica (modelo S96 HCE del fabricante Johnson Screen) y un manifold recolector, que irán adosados al cabezal del ducto de captación de agua de mar existente, con el fin de disponer de una barrera física que impida el ingreso de biota marina de un tamaño igual o mayor a 4 mm, al sistema de enfriamiento de la central*" (Carta de Pertinencia al SEA Biobío, de fecha 20 de agosto de 2013, citado del escrito de Descargos, p. 23).

Posteriormente, mediante presentación de fecha 23 de enero de 2014, esta parte informó a la SMA de la finalización del proceso de instalación y montaje de los filtros señalados, quedando Santa María 1 con la más alta tecnología mundial en el sistema de captación de aguas de enfriamiento.

En lo que respecta al documento adjunto a esta presentación, se da cuenta del desempeño ambiental de los filtros luego de sus primeros meses de operación, evacuándose el informe con fecha 24 de mayo de 2014, demostrándose el éxito en la implementación tecnológica hecha por Colbún. Al respecto, las conclusiones generales del informe señalan lo siguiente: “*La instalación y puesta en marcha del sistema de filtros ha disminuido sustancialmente la biomasa de macrofauna y microalgas retenida en el canastillo de la zona Intake. Para la abundancia y biomasa total de organismos de macrofauna la eficiencia de los filtros ha sido de un 98,3% y 99,2%, respectivamente, mientras que para la biomasa total de macroalgas la eficiencia de los filtros ha sido de un 99,2%*” (p. 91, énfasis agregado). Cabe recordar que Colbún había planteado que la batería de filtros permitiría reducir cerca de un 98% de las especies con potencial de ingresar al ducto de captación (Res. Exenta N°221/2013 del SEA Biobío que resolvió la Carta de Pertinencia, p. 3), con lo cual se confirma la eficiencia de la medida implementada.

De esta forma, los antecedentes ahora proporcionados complementan y actualizan la información proporcionada originalmente en el escrito de Descargos, presentado con fecha 28 de noviembre de 2013, dando cuenta del avance progresivo y satisfactorio de las gestiones de Colbún S.A. en la instalación de la mejor tecnología existente para impedir el ingreso de biota marina a su sistema de captación de aguas de enfriamiento.

POR TANTO,

Solicito a la Superintendencia del Medio Ambiente, tener por acompañados el documento anteriormente individualizado y tener presente lo expuesto.





Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

&

Departamento de Oceanografía

Universidad de Concepción

**PLAN DE MONITOREO INGRESO DE BIOMASA MARINA
AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

COMPLEJO SANTA MARÍA DE CORONEL

EFICIENCIA DE FILTROS PARA LA BIOTA MARINA

24 de Mayo de 2014

Grupo de trabajo

Investigador Principal:

Dr. Eduardo Hernández

Co-Investigadores

Dr. Renato Quiñones

Dr. Erasmo Macaya

Investigadores Asistentes:

Biol. Mar. Álvaro Araneda

Biol. Mar. Santiago Miranda

Biol. Mar. Sergio Pérez

Biol. Mar. Paulina Riquelme

Biol. Mar. María Fabiola Monsalvez

Biol. Mar. Patricia Molina

Biol. Ernesto Díaz

Índice

1. Resumen	4
2. Introducción	7
3. Metodología.....	10
3.1. Área de estudio y canastillo de acumulación de material (Intake)	10
3.2. Análisis de datos macrofauna y macroalgas	20
4. Resultados	23
4.1. Contenido total del canastillo y eficiencia	23
4.2. Macrofauna	26
4.3. Macroalgas	58
5. Discusión y conclusiones	87
6. Referencias	92
7.1. Anexo I.....	95
7.2. Anexo II	101
7.3. Anexo III.....	108
7.4. Anexo IV.....	115
7.5. Anexo V	148
7.6. Anexo VI.....	167
7.7. Anexo VII	176
7.8. Anexo VIII.....	195
7.9. Anexo IX.....	217

1. Resumen

A solicitud de la Central Termoeléctrica Santa María de Colbún en Bahía Coronel, se realizó un estudio que consistió en la identificación de los organismos que ingresan por la bocatoma de agua de mar de la Unidad 1 del Complejo y que es utilizada en sus procesos de enfriamiento del condensador. El período de muestreo cubrió desde tres meses antes y hasta tres meses después de la instalación de un sistema de filtros en la bocatoma de agua de mar, implementación que fue aprobada por la autoridad ambiental regional de acuerdo a la Resolución Exenta 221/2013. Durante el período de seis meses de estudio, se realizaron 18 muestreos independientes de la macrofauna y macroalgas retenidas en los canastillos en la zona denominada Intake. 9 muestreos se realizaron antes de la instalación de los filtros y 9 en forma posterior. La información obtenida fue utilizada para dar cuenta de: (i) las especies de macrofauna y macroalgas que ingresan antes y después de la instalación de los filtros, (ii) cuantificar la abundancia, biomasa y tamaños corporales de cada una de las especies y, (iii) evaluar la eficiencia global y para cada una de las especies posterior a la instalación y funcionamiento del sistema de filtros.

En total se identificó la presencia de 83 especies de macrofauna y 36 especies de algas. En la etapa previa a la instalación de los filtros, la macrofauna estuvo dominada, tanto en abundancia como en biomasa, por las especies *Prolatilus jugularis*, *Normanichthys crockeri*, *Semimytilus algosus*, *Leptonotus blainvilleanus* y Estomatópodo sp1. Las algas estuvieron dominadas por las especies *Halymenia* sp., *Ulva* sp. y *Sarcothalia crispata* en biomasa y, *Halymenia* sp., *Ulva* sp. y *Ulva* forma *Enteromorpha* en abundancia. Para este período, tanto para la macrofauna como para las macroalgas, se observó una fuerte variabilidad temporal en las magnitudes estandarizadas de individuos y biomassas

cuantificadas. Para la macrofauna, en promedio se obtuvo una abundancia de 21.915 (ind/día) y una biomasa de 31,4 (kg/día). Para las algas se cuantificó una abundancia de 8.680 (ind/7 días) y una biomasa de 15.868 (g/7 días).

En cuanto a la etapa de post-instalación de los filtros, la macrofauna estuvo dominada fuertemente por la especie *Semimytilus algosus*, tanto en abundancia como en biomasa. Las algas estuvieron dominadas por las especies *Ulva sp.*, *Ulva* forma *Enteromorpha* y *Petalonia binghamiae* en abundancia y las mismas especies en biomasa. Para este segundo período, tanto para la macrofauna como para las macroalgas se observó una disminución en la variabilidad temporal de las magnitudes estandarizadas del número de individuos y sus biomassas. Para la macrofauna, en promedio se obtuvo una abundancia de 372 (ind/día) y una biomasa de 0,27 (kg/día). Para las algas se cuantificó una biomasa total de 1.149 kg al sumar los 18 períodos de muestreo.

En términos generales, la eficiencia total de los filtros para la macrofauna fue de un 98,3% en abundancia y de 99,2% en biomasa y, sus tamaños promedios bajaron desde 40-50 mm a 10-20 mm. Las macroalgas por su parte disminuyeron de 148,57 Kg a 1,15 Kg con un 99,23% de eficiencia y sus tamaños promedio también disminuyeron de 15,8 a 3,4 cm. Para la biomasa total de macrofauna la eficiencia de los filtros fue de un 99,2%, para los peces fue de un 99,8%, para los moluscos de un 96,8%, para los crustáceos de un 99,9% y para los otros organismos fue de un 96,9%. La algas verdes disminuyeron de 30,96 Kg a 0,98 Kg con un 96,84% de eficiencia, las algas rojas de 115,15 Kg a 0,06 Kg con un 99,95% de eficiencia y las algas pardas de 2,36 Kg a 0,11 Kg con un 95,45% de eficiencia. Para el total de especies de macrofauna, el 36,1% disminuyó en un 100% su ingreso, esto es que luego de instalados los filtros, estas especies nunca volvieron a ser observadas y sólo

cuatro presentaron una eficiencia menor al 50%. Para las macroalgas este porcentaje fue de 50% ya que 18 de las 36 especies no aparecen en el canastillo luego de la instalación de los filtros. Los porcentajes de eficiencia de los filtros son descritos en detalle tanto en abundancia como en biomasa para cada una de las especies registradas en todo el período de estudio.

2. Introducción

Una de las problemáticas ambientales en el funcionamiento de centrales termoeléctricas que utilizan el agua marina para el enfriamiento de los condensadores, es la eventual mortalidad de organismos que se produce durante la captación del agua desde el mar por parte de su sistema de bocatoma (ej. Hanson *et al.*, 1977). Entre los factores que dan cuenta de la mortalidad se ha descrito principalmente: *shock* térmico, elementos químicos utilizados como *antifouling*, condición abrasiva dentro de las tuberías y elementos mecánicos de retención (ej. Hanson *et al.*, 1977, Langford, 1990, Jiang *et al.*, 2009, Nieder, 2010). La mortalidad puede ocurrir en todos los estadíos ontogenéticos de las diversas especies de la comunidad planctónica y bentónica (i.e. huevos/esporas, larvas, juveniles y adultos). Su magnitud dependerá de cada especie en particular, de su tamaño corporal y, de su capacidad natatoria y/o de movilidad.

Por otro lado, las zonas costeras de la VIII Región, se caracterizan por ser importantes áreas de desove y reclutamiento de peces, crustáceos y moluscos de importancia ecológica y económica (Hernández-Miranda *et al.*, 2009). En el caso particular del Golfo de Arauco, peces pelágicos como la anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina común (*Strangomera bentincki*), machuelo (*Ethmidium maculatum*), mote (*Normanichthys crockeri*) y pampanito (*Stromateus stellatus*) lo utilizan como un área de desove y crianza larval temprana, principalmente durante la época invernal (Castillo *et al.*, 1991, Parada *et al.*, 2001, Cubillos *et al.*, 2003, 2005, Bernal *et al.*, 2004). Por otro lado, los principales componentes del ensamble de especies demersales de Chile central, como la merluza común (*Merluccius gayi*), el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el lenguado de

ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) (Arancibia, 1992, Menares & Sepúlveda, 2005), se reproducen dentro del Golfo de Arauco o sus estadios tempranos son transportados hacia el interior por la zona denominada Boca Grande del Golfo de Arauco (ubicada hacia el norte del Golfo y en contacto con la desembocadura del río Bio-Bío) en conjunto con la intrusión de Aguas Ecuatoriales Sub Superficiales (Yannicelli *et al.*, 2006).

Si bien, puede considerarse que el volumen de agua utilizado por las centrales termoeléctricas es mínimo cuando se considera la zona costera a una escala regional, a nivel de escala local (i.e. decenas a cientos de metros) el ingreso de organismos adultos, juveniles, estadíos larvales, esporas de algas y de fitoplancton podría ser significativo, si no se consideran las medidas de contención adecuadas.

En particular, debido a eventos de varazón masiva de organismos ocurridos en Bahía Coronel en el último año, principalmente de *Normanichthys crockeri* (mote) y de *Pleuroncodes monodon* (langostino colorado) asociados a fuertes eventos de surgencia, se generó el ingreso no deseado de organismos por las tuberías de la Unidad 1 del Complejo Santa María, la cual contaba hasta ese entonces con rejillas en la parte marina de la bocatoma de un tamaño cercano a los 20 cm. Dado este nuevo escenario ambiental en Bahía Coronel, Colbún realizó una modificación de los sistemas de filtros, instalando una batería de 10 filtros cilíndricos de 4 mm de apertura (modelo S96 HCE, Johnson Screens) con el objetivo de disminuir el ingreso de organismos a través de la bocatoma.

Para conocer qué tipo de organismos ingresan por las tuberías durante el proceso de enfriamiento de la Central y cuáles son sus tamaños corporales, es necesario llevar a cabo una descripción poblacional y comunitaria de esta biota. En este contexto, a solicitud de la Central Termoeléctrica Santa María de Colbún, se realizó el seguimiento de los organismos

que ingresan por la captación de agua de mar utilizada para sus procesos de enfriamiento. Esta información fue además utilizada como base para evaluar la eficiencia de los sistemas de filtros instalados en la bocatoma de agua de mar de la Central. Así, este estudio se enmarca en el denominado "*Plan de Monitoreo Ingreso de Biomasa Marina al Sistema de Enfriamiento del Complejo Santa María de Coronel*" y en particular en lo relativo a la eficiencia de filtros para la biota marina (macrofauna y macroalgas).

Los objetivos del presente estudio fueron:

Objetivo 1. Identificar los organismos (macrofauna y macroalgas) que ingresan por la bocatoma de agua de mar y colectados en el canastillo de filtración o sector "Intake".

Objetivo 2. Cuantificar la abundancia y biomasa de los organismos (macrofauna y macroalgas) que ingresan por la bocatoma de agua de mar y colectados en el sector "Intake".

Objetivo 3. Estimar valores de eficiencia total de los filtros instalados en la captación de cada una de las especies identificadas.

3. Metodología

3.1. Área de estudio y canastillo de acumulación de material (Intake)

En la zona centro-norte de Bahía Coronel se encuentra en funcionamiento la Central Termoeléctrica Santa María de Colbún. En Puerto Coronel y a unos 150 metros de la zona costera, se ubica el área denominada Intake, lugar en donde se encuentra instalado un canastillo de filtración de agua de mar, el cual acumula el material sólido que ingresa al proceso de la Central por la tubería de captación desde el ambiente marino. El canastillo es una estructura metálica de 2 m de largo, 2 m de ancho y 1 m de alto, posee en sus paredes y piso una malla de 0,5 cm de trama (Figura 1). Este tiene un funcionamiento continuo las 24 horas del día, con el objetivo de retener todos los elementos mayores a esta trama, previo al uso del agua de mar en el proceso de enfriamiento de la Central.



Figura 1. Canastillo de acumulación de materiales y sus dimensiones.

3.1.1. Muestreo en Intake

En la zona de Intake, se realizaron 18 muestreos de la macrofauna y macroalgas retenidas en el canastillo de filtración de agua de mar (Tabla I). El muestreo consistió en dos etapas: preparación del canastillo y colecta de muestras.

Tabla I. Calendario de muestreos. Condición pre y post-filtros corresponde a muestreos realizados con la instalación y funcionamiento o no de los filtros.

Fecha	Condición de operación
30-sept-13	Pre-instalación de filtros
21-oct-13	Pre-instalación de filtros
28-oct-13	Pre-instalación de filtros
11-nov-13	Pre-instalación de filtros
18-nov-13	Pre-instalación de filtros
25-nov-13	Pre-instalación de filtros
02-dic-13	Pre-instalación de filtros
09-dic-13	Pre-instalación de filtros
16-dic-13	Pre-instalación de filtros
06-ene-14	Post-instalación de filtros
13-ene-14	Post-instalación de filtros
20-ene-14	Post-instalación de filtros
03-feb-14	Post-instalación de filtros
17-feb-14	Post-instalación de filtros
24-feb-14	Post-instalación de filtros
03-mar-14	Post-instalación de filtros
10-mar-14	Post-instalación de filtros
31-mar-14	Post-instalación de filtros

Preparación del canastillo: Realizado por personal de Colbún. Mediante faenas de 10-12 minutos, se utiliza una grúa para retirar el canastillo del pozo de filtración de agua de mar e instalarlo en un lugar seguro para el trabajo de muestreo (Figura 2). En la Figura 3 se puede observar como el agua marina es filtrada por este canastillo sobre un pozo profundo.



Figura 2. Grúa desplazando el canastillo de acumulación de materiales hacia el lugar de muestreo.



Figura 3. Canastillo de acumulación filtrando el agua marina.

Colecta de muestras: Para cada evento de muestreo (Tabla I), el canastillo se mantuvo acumulando material durante aproximadamente 3 días. Esto consiste en retirar el material del canastillo un día viernes por la tarde, acumular durante todo el fin de semana para luego realizar el muestreo el día lunes, aproximadamente a las 12:00 hrs. Este procedimiento se realizó para cada uno de los 18 eventos de muestreo.

Durante cada muestreo, utilizando bolsas de polietileno y cajas plásticas de 100 L, se retiró el contenido del canastillo de forma manual. Si, al momento de retirar la muestra se observó a simple vista organismos blandos (peces, pulpos, etc.), estos fueron almacenados en forma separada en bolsas de polietileno transparentes, de tal forma de retrasar su descomposición y no dificultar su posterior identificación y medición. En la Figura 4 se puede observar el trabajo de remoción de material *in situ* y, la metodología de almacenamiento del material previo a su transporte al laboratorio y posterior análisis. La Figura 5 corresponde a dos muestras independientes dando cuenta visualmente de los períodos pre y post instalación de los filtros.



Figura 4. Remoción de la muestra desde el canastillo de acumulación.



Figura 5. Material acumulado durante dos eventos de muestreo independientes. Arriba corresponde a un muestreo pre-filtros y abajo un muestreo en condiciones post-filtros.

Tratamiento y análisis de muestras

Durante el traspaso del contenido del canastillo hacia los contenedores de transporte, la muestra completa fue pesada (*i.e.* material biológico, plásticos, restos orgánicos, etc). Para esto, se utilizó una balanza de resorte (Figura 6). Posteriormente, la muestra completa fue almacenada en cajas plásticas y trasladada hasta la estación de Biología Marina de la Universidad de Concepción, en Dichato. En el laboratorio las

muestras fueron ple-clasificadas en cinco grupos: (1) desechos inorgánicos antropogénicos (i.e. basura, de origen plástico en su mayoría), (2) desechos orgánicos (i.e. organismos en avanzado estado de descomposición, aglomerados de materia orgánica), (3) restos de conchas vacías, (4) macroalgas y (5) macrofauna. Los desechos inorgánicos de origen antropogénico fueron separados de la muestra y pesados mediante una balanza digital de precisión 0,1 g (Figura 7). A continuación, estos desechos fueron eliminados.



Figura 6. Proceso de pesaje de la muestra (peso total) realizado en el lugar de muestreo.



Figura 7. Desechos inorgánicos de origen antropogénico acumulados en el canastillo y posteriormente pesados en laboratorio.

En el laboratorio, los organismos pertenecientes a la macrofauna fueron identificados de forma individual hasta el nivel taxonómico más específico posible (Figura 8). Para esto se utilizaron claves de identificación específicas de cada grupo (ej: peces, moluscos, crustáceos, etc.). Una vez identificados, se procedió a medir y pesar de forma individual cada uno de los individuos, utilizando una balanza digital de precisión 0,1 g, una balanza digital de precisión 0,0001 g para los organismos más pequeños y un pie de metro de precisión 0,1 mm. En el caso de los crustáceos decápodos y algunos peces (i.e. *Schroederichthys chilensis* y *Leptonotus blainvilleanus*), se determinó además el sexo de los organismos. Esto a partir de la identificación visual de rasgos indicadores de dimorfismo sexual: Presencia o ausencia de clasper (*S. chilensis*), pleópodos abdominales (decápodos), y un notable levantamiento del cuerpo por detrás de la cabeza y hasta el extremo anterior de la aleta dorsal en las hembras de *L. blainvilleanus*.



Figura 8. Clasificación de los organismos previo a las mediciones individuales.

Se debe destacar, sin embargo, que ante la dificultad de medir de forma individual algunos organismos (debido al avanzado estado de descomposición y/o a la presencia de altas abundancias), fue necesario en algunos casos analizar una fracción de la muestra y estimar a partir de ahí, la cantidad de organismos y biomasa total de la muestra. Además, en el caso de algunos poliquetos y piure, sólo se cuantificó su biomasa total. Por último, los organismos fueron eliminados en forma separada de los residuos inorgánicos, y cuando el material se encontraba en evidente estado de descomposición, este fue eliminado con el resto de la basura común.

Las muestras de algas fueron tratadas de la siguiente manera: En las dependencias de Dichato sólo se pesó la biomasa total del conjunto de especies algales (Figura 9), mientras que en las dependencias del Laboratorio de Estudios Algales de la Universidad de Concepción (AlgaLAB) se realizó el trabajo de identificación y cuantificación individual de las especies. Estas fueron clasificadas al nivel taxonómico más bajo posible. Cada especie fue además separada en los distintos estados reproductivos (alga tetraspórica, alga cistocárpica) ó material vegetativo (no reproductivo). Cada organismo fue pesado (peso húmedo - gr.) y medido (largo máximo - cm.), las mediciones se llevaron a cabo sólo en aquellos casos que se obtuvo algas completas, es decir, aquellas que presentaron disco adhesivo. Para todos aquellos trozos sin disco adhesivo, se realizaron mediciones de peso y separación en estado reproductivo/vegetativo. La identificación de las algas se realizó a través de análisis de la morfología externa y estructuras reproductivas, para lo cual se realizaron cortes transversales y mediciones de los tamaños celulares (meristodermo, corteza o médula, según correspondía).



Figura 9. Presentación de las especies de macroalgas previo a las mediciones individuales. Arriba, pre-filtros: se observa una alta diversidad de algas incluidas especies de importancia comercial (flecha blanca "Luga Negra" y flechas amarillas "Carola". Abajo, post-filtros: se aprecia la presencia de pequeños trozos algales y que corresponden al ejemplar de alga verde *Ulva* forma *Enteromorpha* (Sin importancia comercial).

3.2. Análisis de datos macrofauna y macroalgas

Listado de especies y clasificación: se registraron las especies a lo largo de todo el periodo de estudio y a qué grupo taxonómico pertenecían. También se estimó el número de especies semanalmente y mensualmente, para evaluar la variabilidad en una escala inter-semanal e inter-mensual.

Abundancia absoluta (N abs) y estandarizada (N est) por evento de muestreo: para cada especie se realizó el conteo de todos los individuos y se estandarizaron en términos de “individuos por semana, o por mes”, mediante la siguiente ecuación:

$$N \text{ est} = (N \text{ abs} * S)/t$$

Dónde: S corresponde a los días de una semana ($S=7$) y ($S=28, 30$ o 31) en un mes, para macrofauna y para macroalgas y, t corresponde a los días efectivos que duró la acumulación de material ($t=3$). Además, con el volumen de agua que fluye por las tuberías en estos períodos de tiempo se estandarizó las abundancias en relación a la unidad de 100 m^3 .

Composición porcentual (abundancia): Mediante gráficos porcentuales, se obtuvo la abundancia relativa de cada especie con relación al total de organismos (100%) para cada muestreo, semana y para cada mes.

Biomasa absoluta (B abs) y estandarizada (B est) por evento de muestreo: al igual que para las abundancias, se realizó la suma de todos los pesos individuales de cada organismo, para todas las especies, estandarizando en términos de “biomasa de individuos por semana, o por mes”, mediante la siguiente ecuación:

$$B_{est} = (B_{abs} * S) / t$$

Dónde los valores S y t son los mismos que la ecuación de abundancia.

Iguales criterios a las abundancias se siguieron para estimar los valores de biomasa por volumen de agua filtrada.

Composición porcentual (biomasa): Mediante gráficos porcentuales, se obtuvo la biomasa relativa de cada especie con relación al total de organismos (100%) para cada muestreo, semana y para cada mes.

Estructuras de distribución de tamaño/peso: Este análisis se realizó con las 5 especies más abundantes de macrofauna considerando los 18 muestreos realizados. También se hizo un ejercicio similar, esta vez agrupando a todos los organismos registrados durante todo el periodo de estudio (separando períodos pre y post filtros), sin distinción del grupo taxonómico y/o la especie que pertenecen. Para las algas esto se realizó considerando el largo promedio por muestreo y período pre y post-funcionamiento de los filtros.

Índices de diversidad: para dar cuenta de la diversidad comunitaria en cada evento de muestreo se estimaron los índices de Shannon-Wiener y de Simpson. Ambos permiten dar cuenta la diversidad de especies y su relación con la dominancia de alguna de ellas respecto al resto de las especies presentes en un muestreo particular. Estos indicadores fueron obtenidos en forma separada para macrofauna y para macroalgas.

Análisis estadístico: Para evaluar diferencias estadísticas en la composición de especies y, sus abundancias y biomassas relativas entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros, se realizó el análisis PERMANOVA (Anderson *et al.*, 2008). Visualmente, estos

resultados fueron presentados mediante un análisis de escalamiento multidimensional (MDS), utilizando similares matrices de similitud a las del análisis PERMANOVA (Clarke & Warwick 2001; Anderson *et al.*, 2008). Estos análisis fueron obtenidos en forma separada para macrofauna y para macroalgas.

4. Resultados

4.1. Contenido total del canastillo y eficiencia

Para el contenido total del canastillo, la proporción en peso presentó grandes diferencias entre períodos de muestreo. El período pre-filtros estuvo dominado principalmente por la biomasa de macrofauna y macroalgas. Así, los tres primeros muestreos estuvieron dominados por las macroalgas, mientras que los siguientes seis por la macrofauna. Posterior a la instalación y funcionamiento de los filtros, la dominancia estuvo dada principalmente por el peso de los restos de conchas vacías. El último muestreo estuvo dominado por item definido como otros restos orgánicos (i.e. materia orgánica aglomerada y organismos en avanzado estado de descomposición)(Figura 10). Las Figuras 11 y 12 dan cuenta del mismo patrón, estandarizado por mes de muestreo y además agrupado globalmente para los períodos pre y post-filtros.

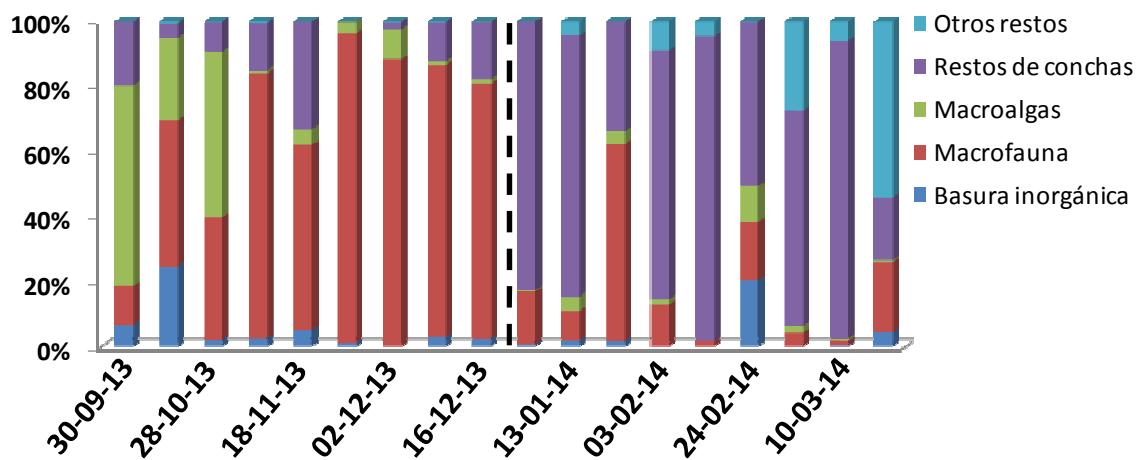


Figura 10. Variación temporal proporcional del contenido total en peso del canastillo por evento de muestreo. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

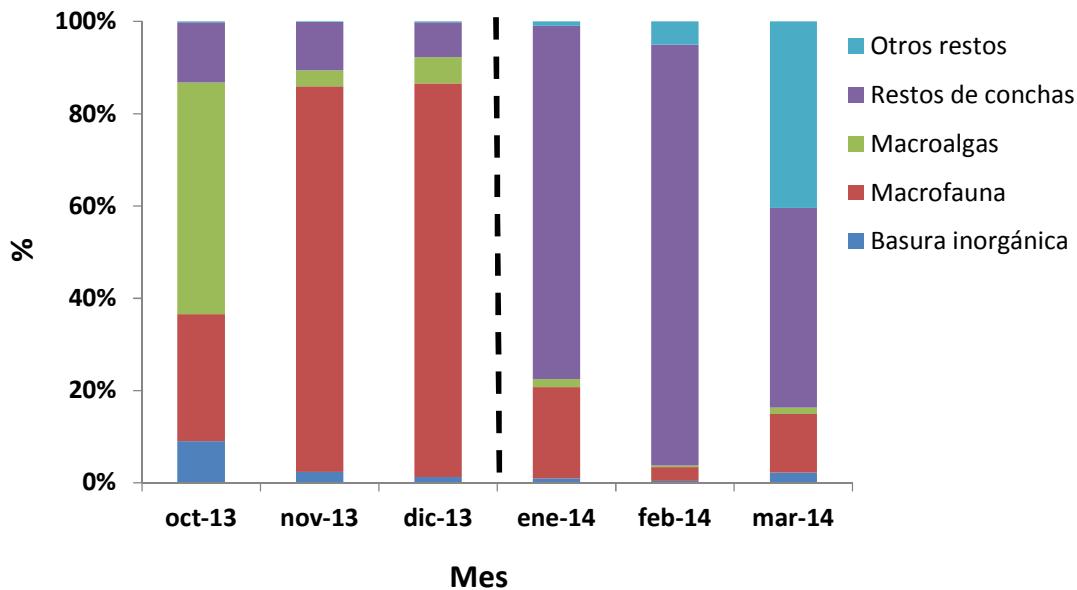


Figura 11. Variación temporal proporcional del contenido total en el canastillo en peso estandarizado por mes de muestreo. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

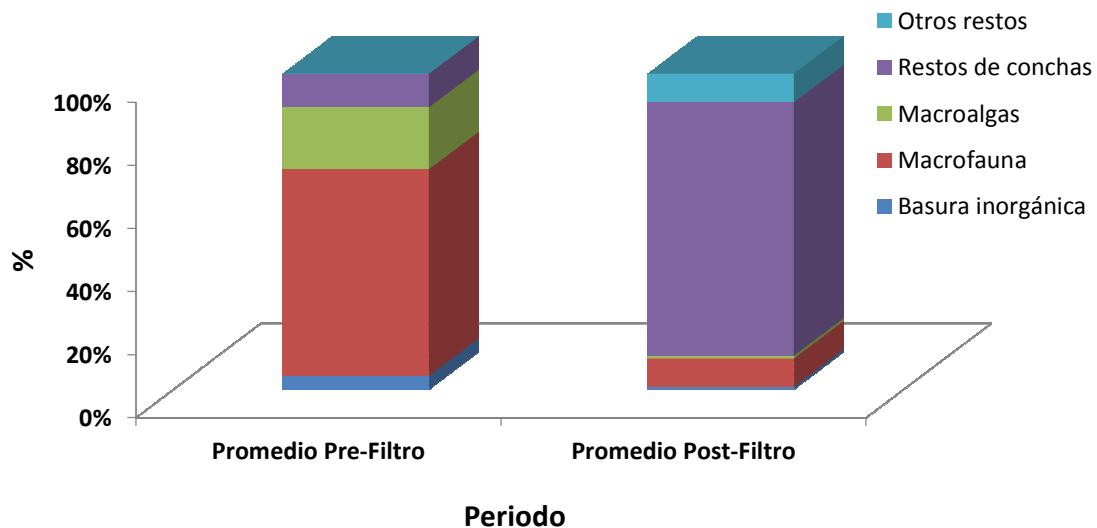


Figura 12. Variación temporal proporcional del contenido total en peso en el canastillo agrupado por períodos pre y post-funcionamiento de los filtros.

En términos de la eficiencia total y para cada una de las cinco categorías entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros, se encontró que: (i) para el contenido total en peso del canastillo hubo una eficiencia de un 90,6%, (ii) para la biomasa de macroalgas fue de un 99,6%, (iii) para la biomasa de la macrofauna fue de un 99,0%, (iv) para el peso de conchas vacías fue de un 29% y (v) para otros restos orgánicos fue de un 98,2%. La dinámica temporal estandarizada mensualmente del peso y/o biomasa por cada categoría se entrega en la Figura 13. Se observa que en general, son principalmente las conchas vacías las que dan cuenta de la variabilidad del peso total del canastillo post instalación de los filtros, esto probablemente debido a las conchas que se encontraban en la captación y que fueron liberados con la instalación de los filtros.

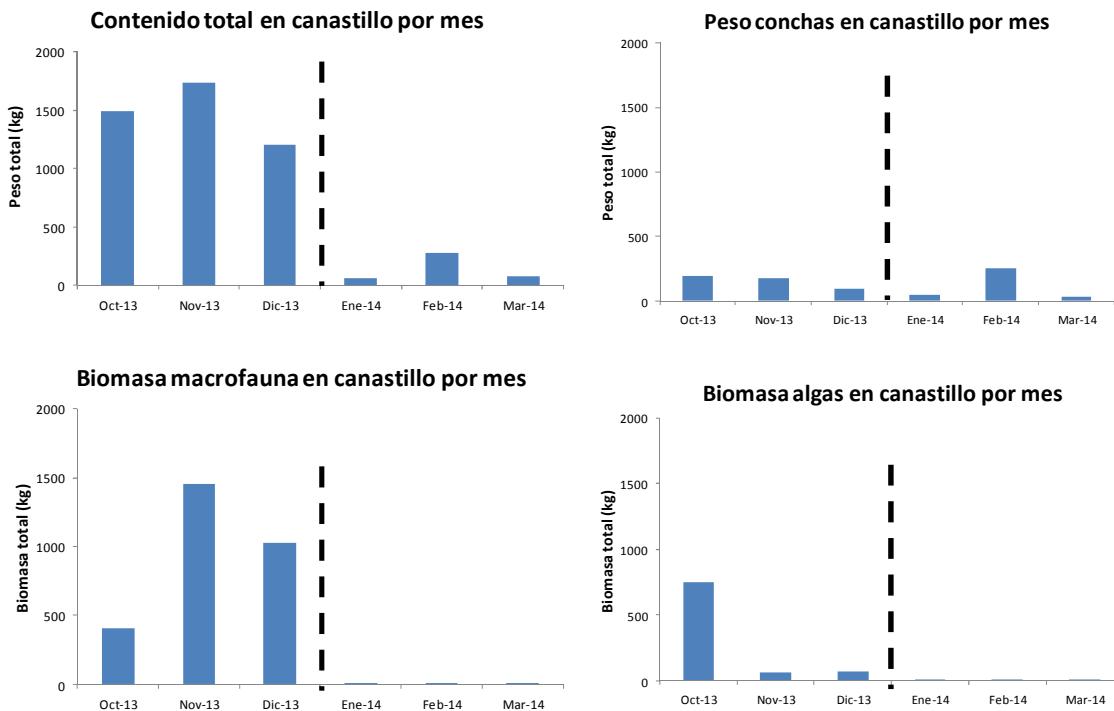


Figura 13. Variación temporal mensual del peso y/o biomasa del contenido total y de las tres categorías mayores en el canastillo. La línea segmentada separa los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros.

4.2. Macrofauna

4.2.1. Listado de especies, clasificación y diversidad

El número total de especies y/o taxas diferentes registrados para los 18 muestreos fue de 83. Esta varió semana a semana, pero con una tendencia general a disminuir en el tiempo (Figura 14). La mayoría de las especies se clasifican en 3 grupos taxonómicos mayores: Peces (Super Clase Pisces), Moluscos (Phylum Mollusca) y Crustáceos (Phylum Arthropoda). El resto de las especies se clasificó como “otros organismos” (Tabla II). Al realizar la segmentación entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros se observa que la riqueza total de especies que ingresan por el canastillo disminuyó en 26 taxa, principalmente asociada a los grupos taxonómicos de peces y crustáceos (Figura 15). El porcentaje promedio total de ocurrencia de especies en el canastillo disminuyó de 48,5% a 26,1%. Los valores de porcentaje de ocurrencia para cada una de las especies son detallados en la Tabla II.

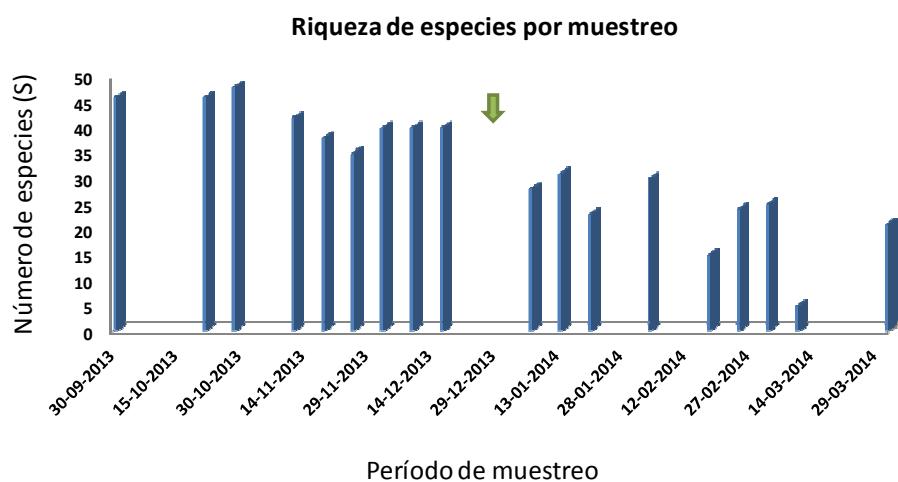


Figura 14. Número de especies registradas en el canastillo durante cada evento de muestreo. La flecha separa los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros.

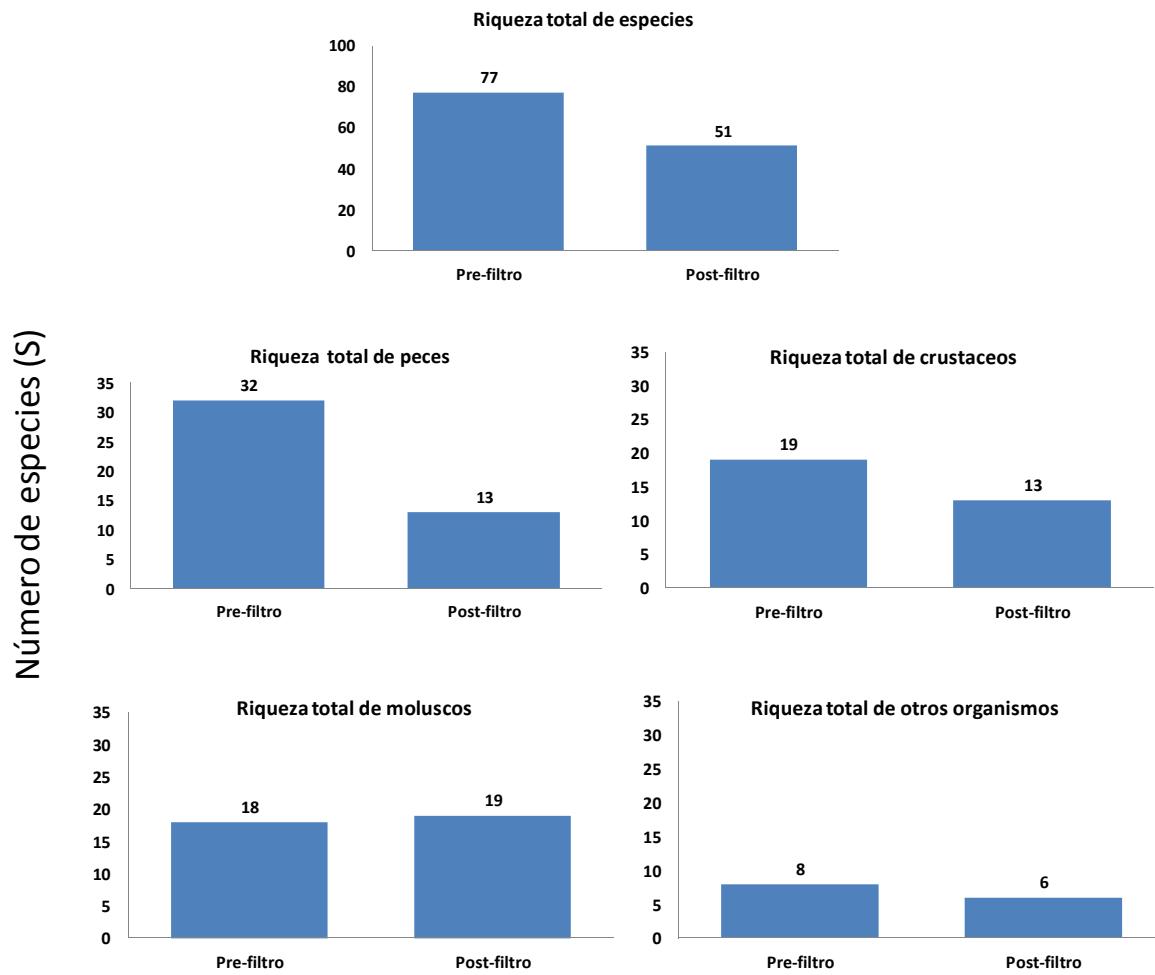


Figura 15. Número de especies registradas durante los períodos de muestreo pre y post-funcionamiento de los filtros. Se presentan los valores por grupos de taxa mayores.

Tabla IIa. Listado de especies de peces registradas para todo el período de estudio. Se señala el porcentaje de ocurrencia para los períodos pre, post-filtros y total.

Clase	Orden	Familia	Especie	Porcentaje de ocurrencia (%)		
				Pre-filtro	Post-filtro	Total
Myxini	Myxiniformes	Myxinidae	<i>Heptapterus sp</i>	22,2	0	11,1
Cephalaspidomorphi	Petromyzontiformes	Mordaciidae	<i>Mordacia lapticida</i>	33,3	0	16,6
Elasmobranchii	Carcharhiniformes	Scyliorhinidae	<i>Schroederichthys chilensis</i>	44,4	0	22,2
Actinopterygii	Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Aphos porosus</i>	88,8	44,4	66,6
	Clupeiformes	Clupeidae	<i>Ethmidium maculatum</i>	22,2	0	11,1
		Engraulidae	<i>Strangomerina bentincki</i>	22,2	0	11,1
			<i>Engraulis ringens</i>	66,6	0	33,3
	Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Genypterus maculatus</i>	33,3	0	16,6
			<i>Genypterus blacodes</i>	44,4	0	22,2
	Perciformes	Blenniidae	<i>Hypsoblennius sordidus</i>	100	88,8	94,4
		Cheilodactylidae	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	22,2	0	11,1
		Clinidae	<i>Myxodes sp</i>	22,2	22,2	22,2
		Eleginopsidae	<i>Eleginops maclovinus</i>	44,4	0	22,2
		Gobiidae	<i>Ophiogobius sp</i>	11,1	0	5,5
		Labrisomidae	<i>Calliclinus nudiventris</i>	55,5	0	27,7
		Pinguipedidae	<i>Pinguipes chilensis</i>	88,8	22,2	55,5
		Stromateidae	<i>Prolatilus jugularis</i>	100	33,3	66,6
		Sciaenidae	<i>Stromateus stellatus</i>	55,5	0	27,7
		Tripterygiidae	<i>Cilus gilberti</i>	11,1	0	5,5
	Dactyloscopidae		<i>Helcogrammoides sp</i>	44,4	44,4	44,4
	Bovichtyidae		<i>Sindoscopus australis</i>	11,1	0	5,5
	Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Bovichtus chilensis</i>	11,1	0	5,5
	Scorpaeniformes	Agonidae	<i>Paralichthys adspersus</i>	100	0	50
		Congiopodidae	<i>Agonopsis chiloensis</i>	100	55,5	77,7
			<i>Congiopodus peruvianus</i>	66,6	33,3	50

	Normanichthyidae	<i>Normanichthys crockeri</i>	100	66,6	83,3
	Sebastidae	<i>Sebastes capensis</i>	100	55,5	77,7
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Leptonotus blainvilleanus</i>	100	88,8	94,4
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Odontesthes sp</i>	88,8	22,2	55,5
Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Sicyases sanguineus</i>	22,2	22,2	22,2
		Pez sin identificar Sp1	33,3	0	16,6
		Pez sin identificar Sp3	11,1	0	5,5

Tabla IIb (continuación). Listado de especies de crustáceos registradas para todo el período de estudio. Se señala el porcentaje de ocurrencia para los períodos pre, post filtros y total.

Clase	Orden	Familia	Especie	Porcentaje de ocurrencia (%)		
				Pre-filtro	Post-filtro	Total
Malacostraca	Decapoda	Atelecyclidae	<i>Pseudocoryistes sicarius</i>	22,2	0	11,1
			<i>Cancer coronatus</i>	77,7	44,4	61,1
		Cancridae	<i>Cancer edwardsii</i>	44,4	44,4	44,4
			<i>Cancer porteri</i>	11,1	0	5,5
			<i>Cancer setosus</i>	44,4	33,3	38,8
		Epialtidae	<i>Pisoides sp</i>	11,1	0	5,5
			<i>Taliepus dentatus</i>	44,4	22,2	33,3
		Inachidae	<i>Euryopodius latreillii</i>	33,3	11,1	22,2
		Pilumnoididae	<i>Pilumnoides perlatus</i>	55,5	33,3	44,4
		Polybiidae	<i>Ovalipes trimaculatus</i>	0	11,1	5,5
		Porcellanidae	<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	11,1	0	5,5
		Varunidae	<i>Hemigrapsus sp</i>	100	55,5	77,7
		Xanthidae	<i>Paraxanthus barbiger</i>	11,1	0	5,5
		Hippidae	<i>Emerita analoga</i>	33,3	0	16,6
		Rhynchocinetidae	<i>Rhynchocinetes typus</i>	100	33,3	66,6

		Alpheidae	<i>Betaeus sp</i>	88,8	77,7	83,3
		Munididae	<i>Pleuroncodes monodon</i>	11,1	0	5,5
Isopoda		Holognathidae	<i>Cleantis sp</i>	33,3	33,3	33,3
		Sphaeromatidae	<i>Amphoroidea typa</i>	33,3	0	16,6
Stomatopoda	-		<i>Estomatópodo</i>	88,8	33,3	61,1
Maxillopoda	Sessilia	Balanidae	<i>Balanus sp</i>	0	22,2	11,1

Tabla IIc (continuación). Listado de especies de moluscos registradas para todo el período de estudio. Se señala el porcentaje de ocurrencia para los períodos pre, post filtros y total.

Clase	Orden	Familia	Especie	Porcentaje de ocurrencia (%)			
				Pre-filtro	Post-filtro	Total	
Gastropoda	Littorinimorpha	Calyptaeidae	<i>Crepidatella dilatata</i>	88,8	77,7	83,3	
		Ranellidae	<i>Argobuccinum ranelliforme</i>	66,6	44,4	55,5	
	Neogastropoda	Muricidae	<i>Acanthina monodon</i>	100	88,8	94,4	
			<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	22,2	77,7	50	
		Nassariidae	<i>Xanthochorus sp</i>	11,1	11,1	11,1	
			<i>Chorus giganteus</i>	0	11,1	5,5	
			<i>Nassarius dentifer</i>	11,1	11,1	11,1	
	Vetigastropoda	Fissurellidae	<i>Fissurella sp</i>	88,8	0	44,4	
		Turbinidae	<i>Prisogaster niger</i>	0	11,1	5,5	
Bivalvia	Anomalodesmata	Lyoniidae	<i>Entodesma cuneata</i>	66,6	11,1	38,8	
		Mytilidae	<i>Aulacomya atra</i>	77,7	66,6	72,2	
	Mytiloida		<i>Choromytilus chorus</i>	44,4	66,6	55,5	
			<i>Mytilus edulis platensis</i>	88,8	66,6	77,7	
			<i>Perumytilus purpuratus</i>	55,5	88,8	72,2	
			<i>Semimytilus algosus</i>	100	100	100	
	Veneroida	Veneridae	<i>Eurhomalea rufa</i>	33,3	0	16,6	

			<i>Petricola sp</i>	77,7	77,7	77,7
			<i>Mulinia edulis</i>	0	33,3	16,6
Polyplacophora	Chitonida	Chaetopleuridae	<i>Chaetopleura benaventei</i>	88,8	66,6	77,7
Cephalopoda	Myopsida	Loliginidae	<i>Loligo sp</i>	100	11,1	55,5
	Octopoda	Octopodidae	<i>Robsonella sp</i>	100	55,5	77,7

Tabla II d (continuación). Listado de otras especies registradas para todo el período de estudio. Se señala el porcentaje de ocurrencia para los períodos pre, post filtros y total.

Clase	Orden	Familia	Especie	Porcentaje de ocurrencia (%)		
				Pre-filtro	Post-filtro	Total
Asteroidea	Valvatida	Asterinidae	<i>Patiria chilensis</i>	0	11,1	5,5
Holothuroidea	Aspidochirotida	Holothuriidae	<i>Holoturia</i>	44,4	0	22,2
Ophiuroidea	-	-	<i>Ophiuro sp1</i>	22,2	33,3	27,7
Echinoidea	Camarodonta	Parechinidae	<i>Loxechinus albus</i>	33,3	0	16,6
Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	<i>Glycera americana</i>	88,8	88,8	88,8
Polychaeta	Scolecida	Arenicolidae	<i>Arenicola sp</i>	11,1	0	5,5
Anthozoa	-	-	<i>Actinia sp1</i>	77,7	22,2	50
Asciidiacea	Stolidobranchia	Pyuridae	<i>Pyura chilensis</i>	66,6	11,1	38,8
-	-	-	<i>Braquipodo sp1</i>	66,6	44,4	55,5

Peces: Se registró un total de 32 especies, pertenecientes a 4 clases (Actinopterygii, Myxini, Cephalaspidomorphi y Elasmobranchii), 12 órdenes y 25 familias (ver Tabla IIa). La clase de los peces óseos (Actinopterygii) agrupó la mayor cantidad de especies para este grupo taxonómico (29 de las 32 especies). En términos de presencia-ausencia, 13 especies se registraron en ambos períodos. En la etapa pre-funcionamiento de los filtros las especies más recurrentes (100%) fueron (*Prolatilus jugularis*, *Hypsoblennius sordidus*, *Paralichthys adspersus*, *Agonopsis chiloensis*, *Normanichthys crockeri*, *Sebastes capensis* y *Leptonotus blainvilleanus*). Post-filtros ninguna especie de pez estuvo presente en todos los muestreos (ver Tabla IIa).

Crustáceos: Se registró un total de 21 especies de crustáceos pertenecientes a 4 órdenes y 17 familias (Tabla IIb). En términos de presencia-ausencia, 11 especies se registraron en ambos períodos. Las especies más recurrentes (100%) en la etapa pre-funcionamiento de los filtros fueron (*Hemigrapsus* sp. y *Rhynchocinetes typus*). En el periodo post-funcionamiento de los filtros ninguna especie de crustáceo estuvo presente en todos los muestreos (ver Tabla IIb).

Moluscos: Se registró un total de 21 especies pertenecientes a 9 órdenes y 14 familias. 10 corresponden al grupo de los bivalvos, 9 al de gastrópodos, 2 al de cefalópodos y 2 al de poliplacóforos (Tabla IIc). En términos de presencia-ausencia, 17 especies se registraron en ambos períodos. En el periodo pre-funcionamiento de los filtros, las especies más recurrentes (100%) fueron (*Acanthina monodon*, *Semimytilus algosus*, *Crepidatella dilatata*, *Loligo* sp y *Robsonella* sp). Por otra parte, en el periodo post-funcionamiento de los filtros sólo *Semimytilus algosus* estuvo presente en todos los muestreos (Ver Tabla IIIc).

Otros organismos: Las 9 especies restantes corresponden taxonómicamente a grupos muy distantes entre sí. Algunas de estas especies fueron complejas de identificar hasta su nivel más específico (esto debido al estado de descomposición), por lo que son descritas hasta el menor nivel taxonómico posible (Tabla IIId). Entre ellas se encuentran las holoturias, Actinias y ofiuros. Las otras 6 especies pertenecen a 6 familias e igual número de órdenes. En términos de presencia-ausencia, ninguna de estas especies estuvo presente en todos los muestreos pre y post-funcionamiento de los filtros.

En relación a los índices de diversidad comunitarios, el período pre-funcionamiento de los filtros presentó los menores valores para Shannon-Wiener y los mayores para el índice de dominancia de Simpson (Figura 16). Este patrón se invierte en el período post-funcionamiento de los filtros. Esto quiere decir que posterior a la instalación de los filtros, la diversidad se incrementa y además disminuye la dominancia de una o varias especies respecto al total. Sólo el último muestreo escapa de este patrón, lo que estaría explicado por la baja riqueza de especies y la alta dominancia de una sola especie (*i.e. Semimitilus algosus*).

El análisis PERMANOVA señala que existen diferencias estadísticas significativas entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros (Tabla III, Figura 17). Es decir, la comunidad en su conjunto, tanto en abundancia como en biomasa fue diferente entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros. Esto podría deberse por un lado al ingreso diferenciado de organismos desde el ambiente entre los períodos pre y post filtros, o también, podría estar asociado a cambios temporales en la composición de especies en Bahía Coronel.

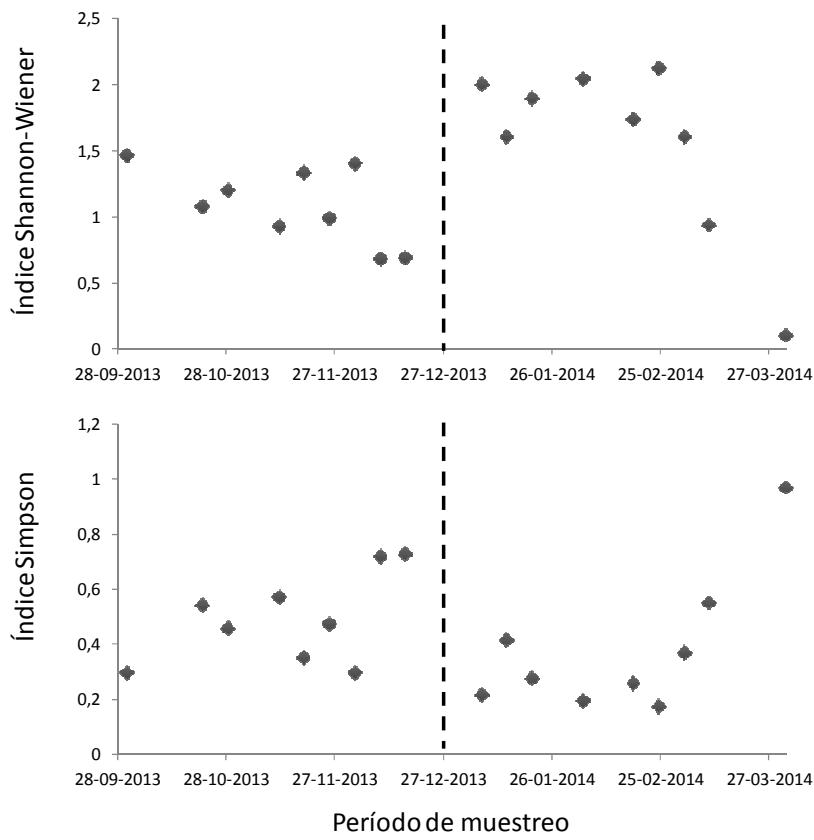


Figura 16. Índices de diversidad comunitarios registrados durante los períodos de muestreo pre y post-funcionamiento de los filtros. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

Tabla III. Resultados análisis PERMANOVA. El diseño estadístico consistió en comparar los períodos pre y post-filtros. Cada período tuvo 9 muestreos independientes. Los datos corresponden a la abundancia y biomasa de cada especie estandarizadas semanalmente.

Fuente	gl	SCE	CME	Pseudo- <i>F</i>	<i>P</i> (perm)	Permutaciones únicas
Abundancia de especies						
Período	1	19685	19685	7,0717	0,0001	8135
Residuos	16	44539	2783,7			
Total	17	64224				
Biomasa de especies						
Período	1	18223	18223	5,9091	0,0001	8119
Residuos	16	49343	3083,9			
Total	17	67566				

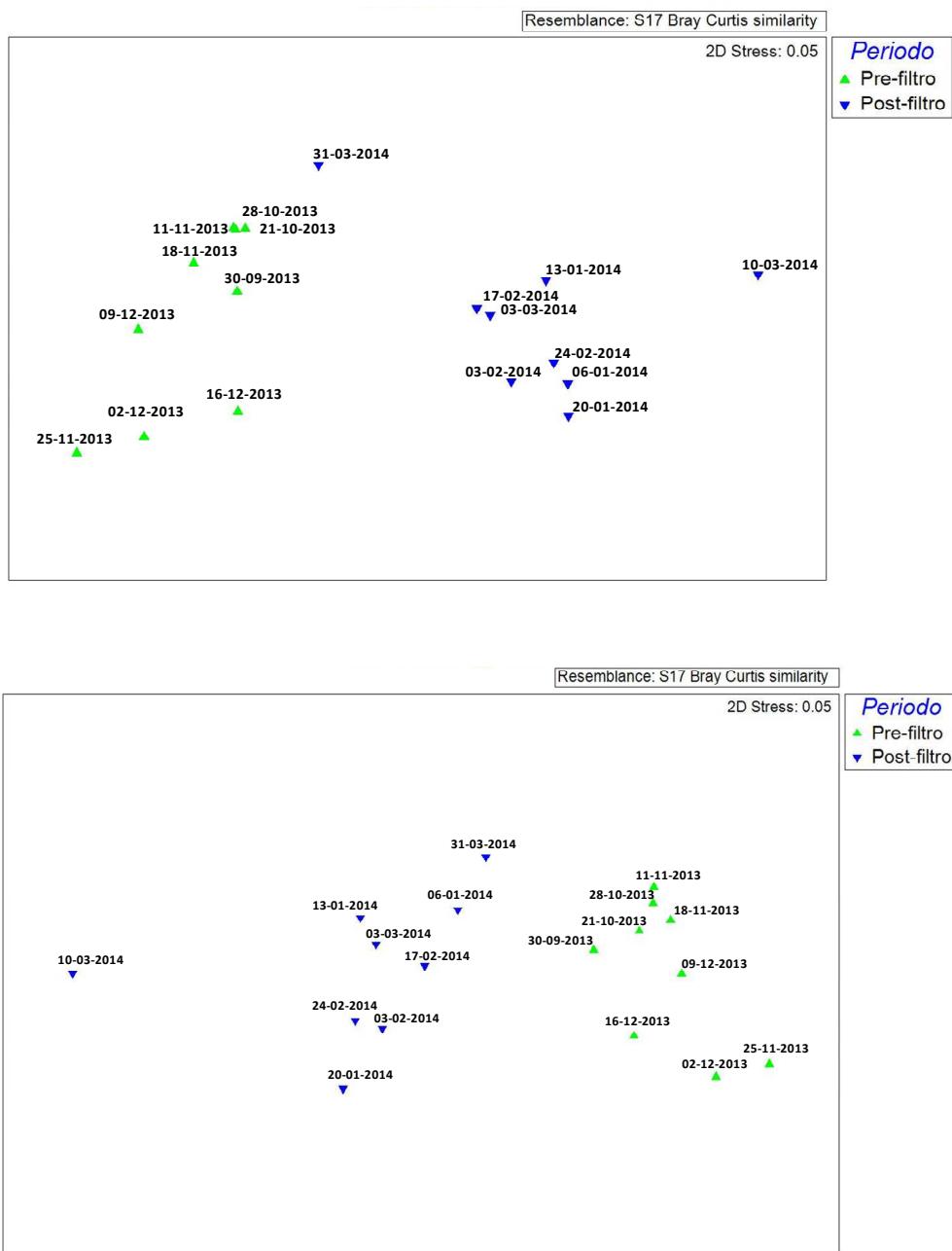


Figura 17. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS), estimado a partir del índice de similitud Bray-Curtis para valores de abundancia (arriba) y biomasa (abajo) estandarizados semanalmente. Igual matriz de similitud fue utilizada para el análisis PERMANOVA. Cada símbolo presenta asociada la fecha de muestreo.

4.1.2. Abundancias y eficiencia de los filtros por grupos mayores y por especie

Durante el período pre-funcionamiento de los filtros las abundancias relativas estuvieron dominadas principalmente por los peces. Luego de su instalación y funcionamiento, porcentualmente la dominancia pasó a ser determinada por los moluscos. Los valores de abundancia absoluta señalan un patrón similar (Figuras 18 y 19). Para el total de organismos colectados en el canastillo la eficiencia de los filtros fue de un 98,3%, para los peces fue de un 99,8%, para los moluscos de un 90,6%, para los crustáceos de un 99,7% y para los otros organismos fue de un 92,2%. Las secuencias mensuales de abundancias absolutas totales y por grupos mayores se presentan en la Figura 20 y, los valores de eficiencia para cada una de las especies se presentan en la Tabla IVa-d. El detalle de los valores de abundancia obtenidos por especie en relación al volumen de agua de mar filtrado por período de muestreo se entrega en el ANEXO I.

Al considerar las especies más abundantes para todo el período de estudio se observó que proporcionalmente *Semimitilus algosus* aumentó desde un 15% hasta un 82%, siendo la especie dominante al final de ambos períodos de estudio. *P. jugularis*, especie dominante en el período pre-funcionamiento de los filtros disminuyó proporcionalmente desde un 38% hasta un 0,18% (Figura 21), mismo patrón observado para *N. crockeri* y *L. Blainvilleanus*. Para el resto de las especies, en general su aporte relativo fue menor posterior a la instalación y funcionamiento de los filtros (Ver además, ANEXO II).

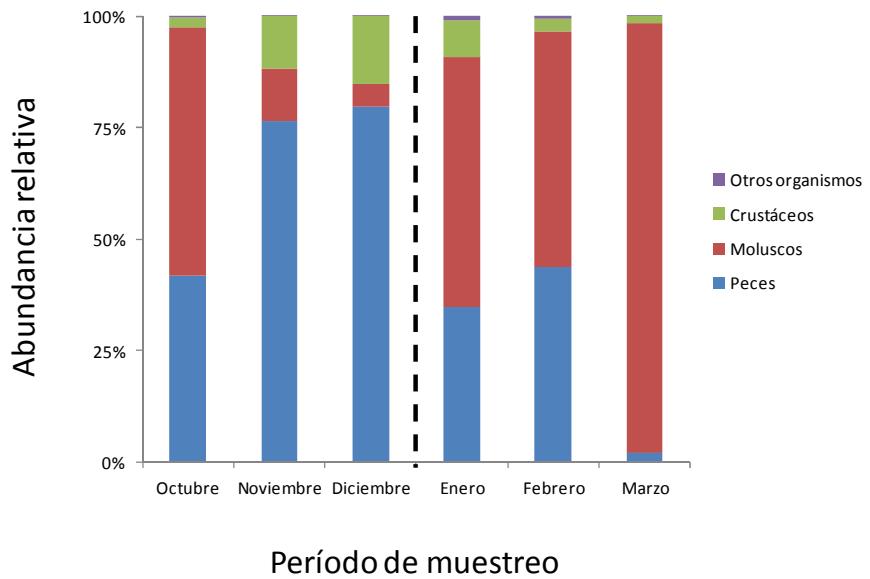


Figura 18. Abundancia relativa de todas las especies presentada como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

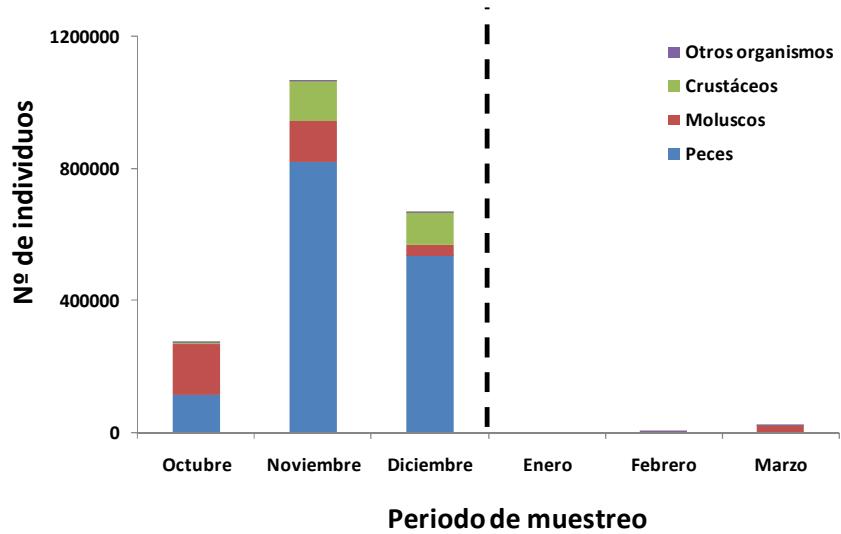


Figura 19. Abundancia absoluta de todas las especies presentada como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

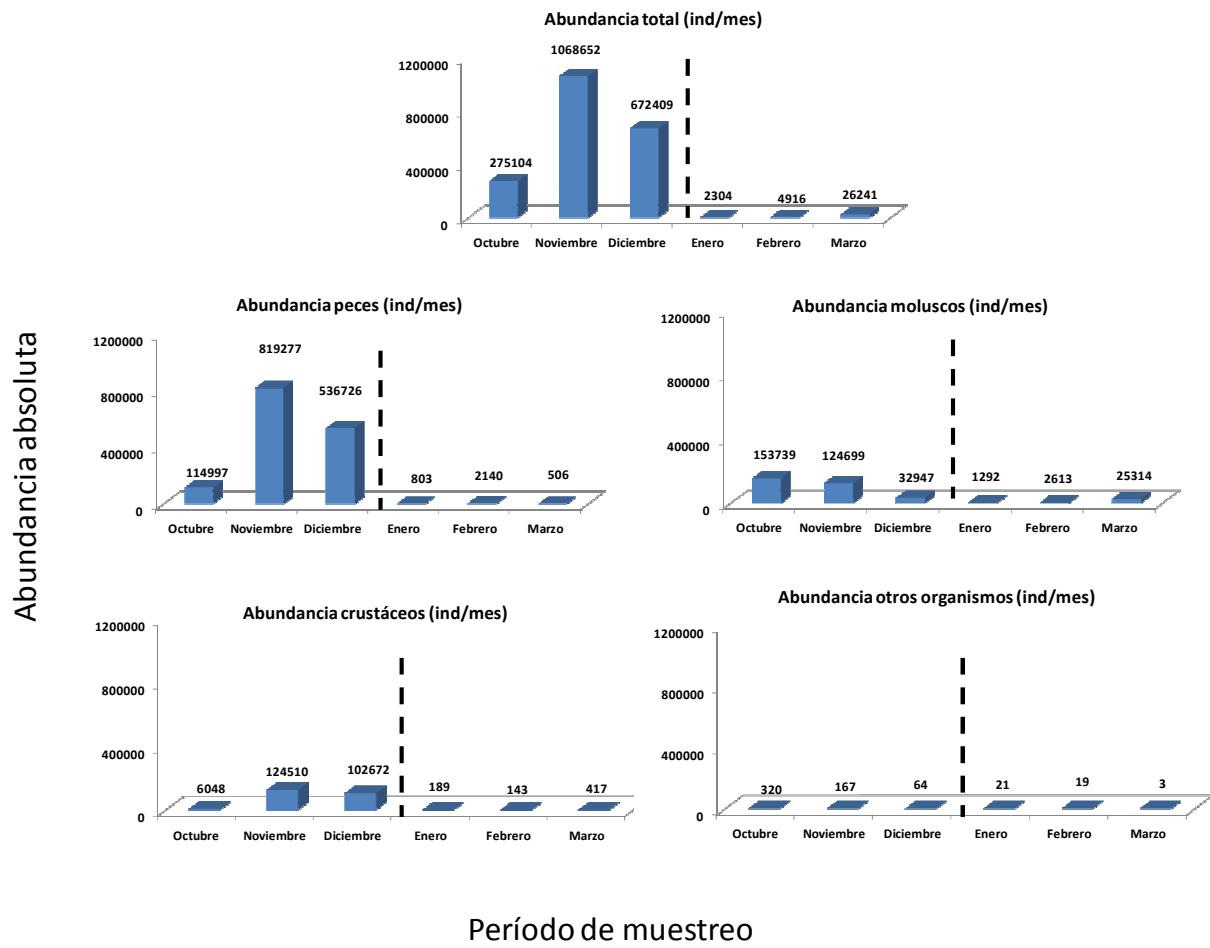


Figura 20. Abundancia absoluta de todas las especies presentada separadamente como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

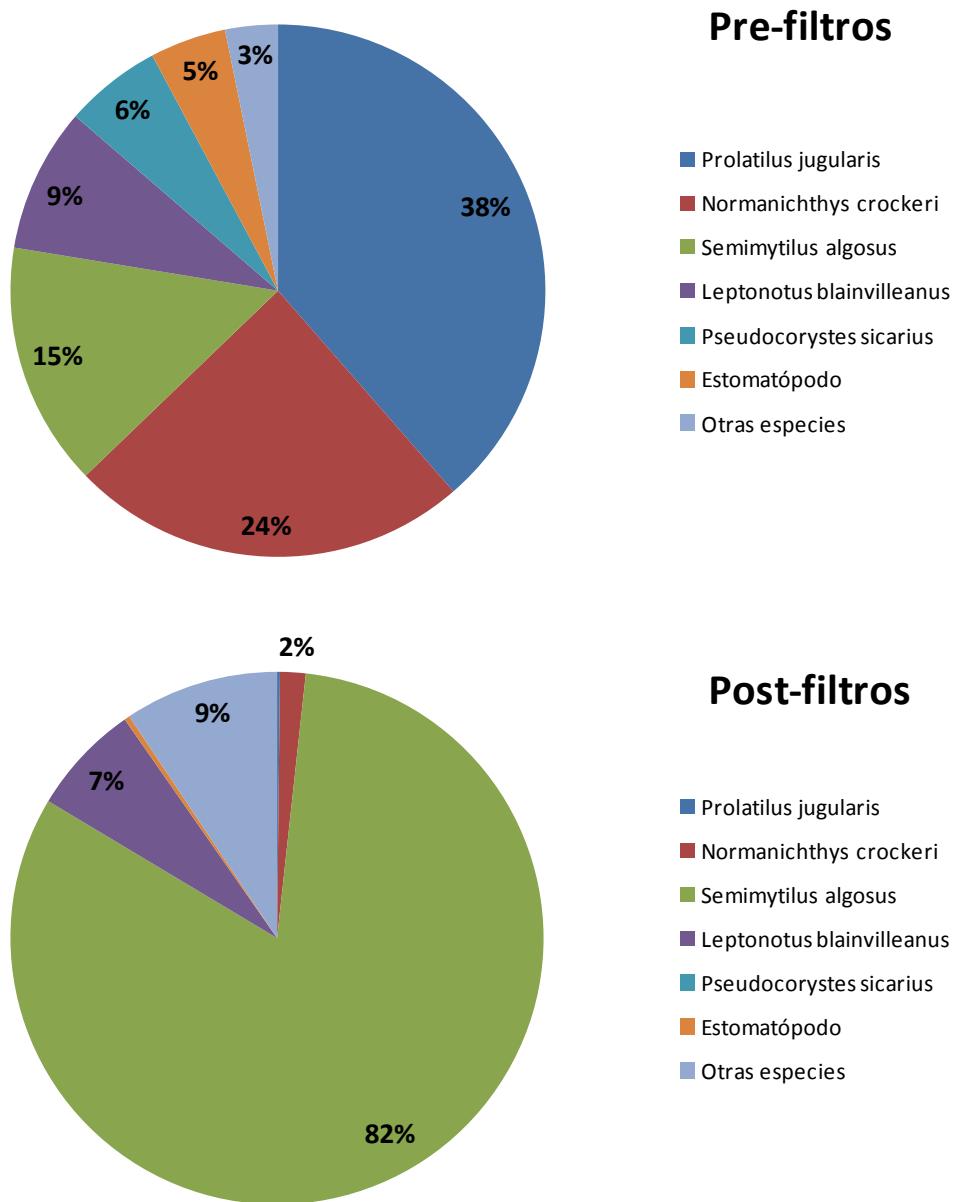


Figura 21. Abundancia relativa de todas las especies estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. Se presenta el promedio de la abundancia relativa de cada especie considerando los nueve muestreos por período.

Tabla IVa. Resultados de porcentajes de eficiencia en abundancia y biomasa para cada una de las especies de peces identificadas en todo el período de estudio. Los datos utilizados para el cálculo de eficiencia corresponden a valores estandarizadas semanalmente y sumados para todo el período pre y post instalación de los filtros. (*) corresponde a especies con mayores valores de abundancia y/o biomasa post-filtros, (**) corresponde a especies no registradas pre-filtros y si registradas post-filtros, (***) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Nombre vernacular	Pre-filtro (N)	Abundancia		Biomasa		
			Post-filtro (N)	Eficiencia (%)	Pre-filtro (kg)	Post-filtro (kg)	Eficiencia (%)
<i>Heptatretus sp</i>	Anguila babosa	19	0	100	0,050	0	100
<i>Mordacia lapicida</i>	Lamprea	51	0	100	0,297	0	100
<i>Schroederichthys chilensis</i>	Tiburón pinta roja	78	0	100	3,935	0	100
<i>Aphos porosus</i>	Bagre	7565	48	99,3	71,778	0,005	99,9
<i>Ethmidium maculatum</i>	Tritre, machuelo	33	0	100	0,772	0	100
<i>Strangomera bentincki</i>	Sardina	38	0	100	0,027	0	100
<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta	143	0	100	0,748	0	100
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	31	0	100	0,144	0	100
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	31	0	100	2,506	0	100
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	Cachudito	6325	455	92,8	13,239	1,269	90,4
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Vilagay	508	0	100	0,177	0	100
<i>Myxodes sp</i>	Doncella	30	5	83,6	0,016	0,007	55,7
<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo	958	0	100	2,749	0	100
<i>Ophiogobius sp</i>		48	0	100	0,053	0	100
<i>Calliclinus nudiventris</i>		47	0	100	1,171	0	100
<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	465	7	98,4	1,504	0,040	97,3
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo, cabrilla	777688	65	99,9	1133,271	0,030	99,9
<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito	94	0	100	0,909	0	100
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina, corvinilla	5	0	100	0,079	0	100
<i>Helcogrammoides sp</i>	Trombollito	850	18	97,8	0,269	0,014	94,8
<i>Paralichthys adspersus</i>	Lenguado	150	0	100	11,332	0	100

<i>Agonopsis chiloensis</i>	Pez acorazado	8904	16	99,8	8,865	0,007	99,9
<i>Congiopodus peruvianus</i>	Cacique, chanchito	77	8	89,8	0,504	0,016	96,8
<i>Normanichthys crockeri</i>	Mote	488445	571	99,8	447,864	1,038	99,7
<i>Sebastes capensis</i>	Cabrilla, vieja colorá	1359	62	95,4	2,842	0,058	97,9
<i>Leptonotus blainvilleanus</i>	Pez aguja	176324	2393	98,6	237,224	0,457	99,8
<i>Odontesthes sp</i>	Pejerrey	652	3	99,5	3,685	0,001	99,9
<i>Sicyases sanguineus</i>	Peje-sapo	17	28	(*)	0,700	0,006	99,1
<i>Sindoscopus australis</i>		7	0	100	0,029	0	100
<i>Bovichthys chilensis</i>	Torito	7	0	100	0,293	0	100
Pez sin identificar sp1		51	0	100	0,035	0	100
Pez sin identificar sp3		3	0	100	0,004	0	100

Tabla IVb (continuación). Resultados de porcentajes de eficiencia en abundancia y biomasa para cada una de las especies de moluscos identificadas en todo el período de estudio. Los datos utilizados para el cálculo de eficiencia corresponden a valores estandarizadas semanalmente y sumados para todo el período pre y post instalación de los filtros. (*) corresponde a especies con mayores valores de abundancia y/o biomasa post-filtros, (**) corresponde a especies no registradas pre-filtros y si registradas post-filtros, (***) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Nombre vernacular	Pre-filtro	Abundancia		Pre-filtro	Biomasa	
		(N)	Post-filtro (N)	Eficiencia (%)	(kg)	Post-filtro (kg)	Eficiencia (%)
<i>Crepidatella dilatata</i>		1641	105	93,6	1,599	0,215	86,5
<i>Argobuccinum ranelliforme</i>		144	38	73,6	0,174	0,012	93,2
<i>Acanthina monodon</i>	Caracol dentado	543	505	6,9	0,853	0,773	9,3
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>		8	35	(*)	0,002	0,031	(*)
<i>Xanthochorus sp</i>		3	3	0	0,001	0,001	16,6
<i>Chorus giganteus</i>	Caracol trumulco	0	14	(**)	0	0,009	(**)
<i>Nassarius dentifer</i>	Caracol	14	21	(*)	0,021	0,025	(*)
<i>Fissurella sp</i>	Lapa	72	0	100	0,410	0	100
<i>Prisogaster niger</i>		0	3	(**)	0	0,001	(**)
<i>Entodesma cuneata</i>		75	1	98,0	0,048	0,001	98,6
<i>Aulacomya atra</i>	Cholga	266	94	64,4	1,088	0,177	83,6
<i>Choromytilus chorus</i>	Choro zapato	109	116	(*)	0,451	0,369	18,0
<i>Mytilus edulis platensis</i>	Chorito	659	410	37,7	3,210	0,728	77,3
<i>Perumytilus purpuratus</i>	Chorito maico	214	299	(*)	0,902	0,686	23,8
<i>Semimytilus algosus</i>	Chorito negro	297867	27564	90,7	516,204	16,494	96,8
<i>Eurhomalea rufa</i>	Almeja	126	0	100	0,027	0	100
<i>Petricola sp</i>		343	158	53,9	0,844	0,248	70,6
<i>Mulinia edulis</i>	Taquilla	0	11	(**)	0	0,002	(**)
<i>Chaetopleura benaventei</i>	Quiton	278	83	70,0	0,655	0,197	70,00
<i>Loligo sp</i>	Calamar	4338	1	99,9	34,034	0,015	99,9
<i>Robsonella sp</i>	Pulpo	4685	36	99,2	77,485	0,582	99,2

Tabla IVc (continuación). Resultados de porcentajes de eficiencia en abundancia y biomasa para cada una de las especies de crustáceos identificadas en todo el período de estudio. Los datos utilizados para el cálculo de eficiencia corresponden a valores estandarizadas semanalmente y sumados para todo el período pre y post instalación de los filtros. (*) corresponde a especies con mayores valores de abundancia y/o biomasa post-filtros, (**) corresponde a especies no registradas pre-filtros y si registradas post-filtros, (***) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Nombre vernacular	Abundancia			Biomasa		
		Pre-filtro (N)	Post-filtro (N)	Eficiencia (%)	Pre-filtro (kg)	Post-filtro (kg)	Eficiencia (%)
<i>Pseudocoryistes sicarius</i>		118713	0	100	4,084	0	100
<i>Cancer coronatus</i>	Jaiba reina	113	51	54,9	1,623	0,020	98,7
<i>Cancer edwardsii</i>	Jaiba marmola	75	151	(*)	0,161	0,039	75,9
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	5	0	100	0,616	0	100
<i>Cancer setosus</i>	Jaiba peluda	443	155	64,9	1,536	0,094	93,8
<i>Pisoides sp</i>		10	0	100	0,031	0	100
<i>Taliepus dentatus</i>	Panchote	103	7	93,3	1,261	0,002	99,8
<i>Eurypodius latreillii</i>	Araña de mar	52	7	86,6	0,462	0,002	99,5
<i>Pilumnoides perlatus</i>		42	21	50,9	0,087	0,005	94,7
<i>Ovalipes trimaculatus</i>	Jaiba remadora	0	7	(**)	0	0,002	(**)
<i>Allopétrolisthes angulosus</i>		7	0	100	0,011	0	100
<i>Hemigrapsus sp</i>		945	48	94,9	4,168	0,024	99,4
<i>Paraxanthus barbiger</i>		3	0	100	0,007	0	100
<i>Emerita analoga</i>	Pulga de mar	16	0	100	0,015	0	100
<i>Rhynchoscinetes typus</i>	Camarón de roca	18056	13	99,9	5,555	0,001	99,9
<i>Betaeus sp</i>		755	110	85,4	0,215	0,032	85,2
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	145	0	100	0,023	0	100
<i>Cleantis sp</i>		630	30	95,3	0,030	0,003	90,7
<i>Amphoroidea typa</i>		19	0	100	0,004	0	100
<i>Estomatópodo</i>		93098	107	99,8	264,318	0,027	99,9
<i>Balanus sp</i>	Picoroco	0	59	(**)	0	0,045	(**)

Tabla IVd (continuación). Resultados de porcentajes de eficiencia en abundancia y biomasa para cada una de las especies de otras especies identificadas en todo el período de estudio. Los datos utilizados para el cálculo de eficiencia corresponden a valores estandarizadas semanalmente y sumados para todo el período pre y post instalación de los filtros. (*) corresponde a especies con mayores valores de abundancia y/o biomasa post-filtros, (**) corresponde a especies no registradas pre-filtros y si registradas post-filtros, (***) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Nombre vernacular	Abundancia			Biomasa		
		Pre-filtro (N)	Post-filtro (N)	Eficiencia (%)	Pre-filtro (kg)	Post-filtro (kg)	Eficiencia (%)
<i>Patiria chilensis</i>	Estrella	0	3	(**)	0	0,005	(**)
Holoturia	Pepino	39	0	100	0,235	0	100
Ophiuro		11	18	(*)	0,006	0,005	6,1
<i>Loxechinus albus</i>	Erizo blanco	32	0	100	0,022	0	100
<i>Glycera americana</i>	Poliqueto			(***)	15,839	0,437	97,2
<i>Arenicola sp</i>				(***)	0,055	0	100
Actinia		146	4	96,9	1,580	0,029	98,1
<i>Pyura chilensis</i>	Piure			(***)	2,458	0,141	94,2
Braquiopodo		323	19	94,0	0,173	0,012	92,9

4.1.3. Biomassas y eficiencia de los filtros por grupos mayores y especies

Durante el período pre-funcionamiento de los filtros, las biomassas relativas estuvieron proporcionalmente dominadas por los peces. Luego de su instalación la dominancia pasó a ser dada por los moluscos. Los valores de abundancia absoluta señalan similar patrón (Figuras 22 y 23). Para la biomasa total de organismos la eficiencia de los filtros fue de un 99,2%, para los peces fue de un 99,8%, para los moluscos de un 96,8%, para los crustáceos de un 99,9% y para los otros organismos fue de un 96,9%. Las secuencias mensuales de biomassas absolutas se presentan en la Figura 24 y los valores de eficiencia para cada una de las especies se presentan en la Tabla IVa-d. Al considerar a las especies con mayor aporte relativo en biomasa para todo el período de estudio se observó que proporcionalmente *S. algosus* aumentó de un 18% hasta un 68%, siendo al igual que para las abundancias, la especie dominante al final del período de estudio (Figura 25). *P. jugularis*, segunda especie dominante en biomasa disminuyó proporcionalmente desde un 39% hasta menos de un 1% (Figura 25). Para el resto de las especies, en general su aporte relativo en biomasa fue menor posterior al funcionamiento de los filtros y similar a lo encontrado para sus abundancias (Ver además, ANEXO II). El detalle de los valores de biomasa obtenidos por especie en relación al volumen de agua de mar filtrado por período de muestreo se entrega en el ANEXO I.

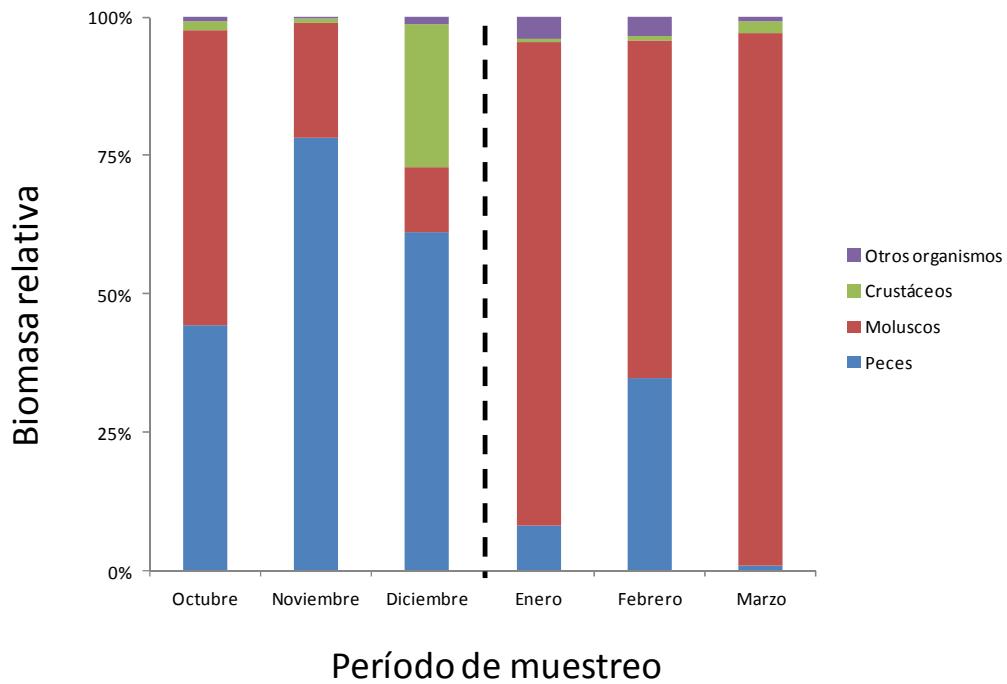


Figura 22. Biomasa relativa de todas las especies presentada como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

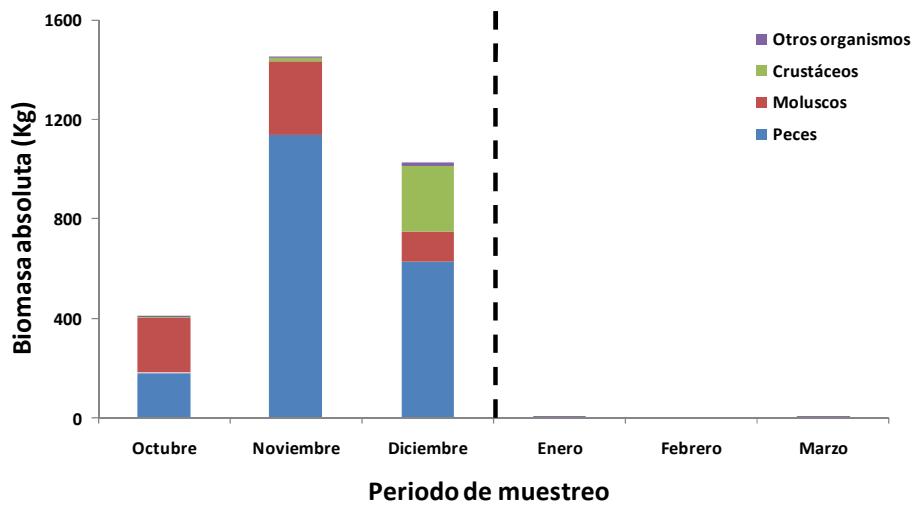


Figura 23. Biomasa absoluta de todas las especies presentada como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

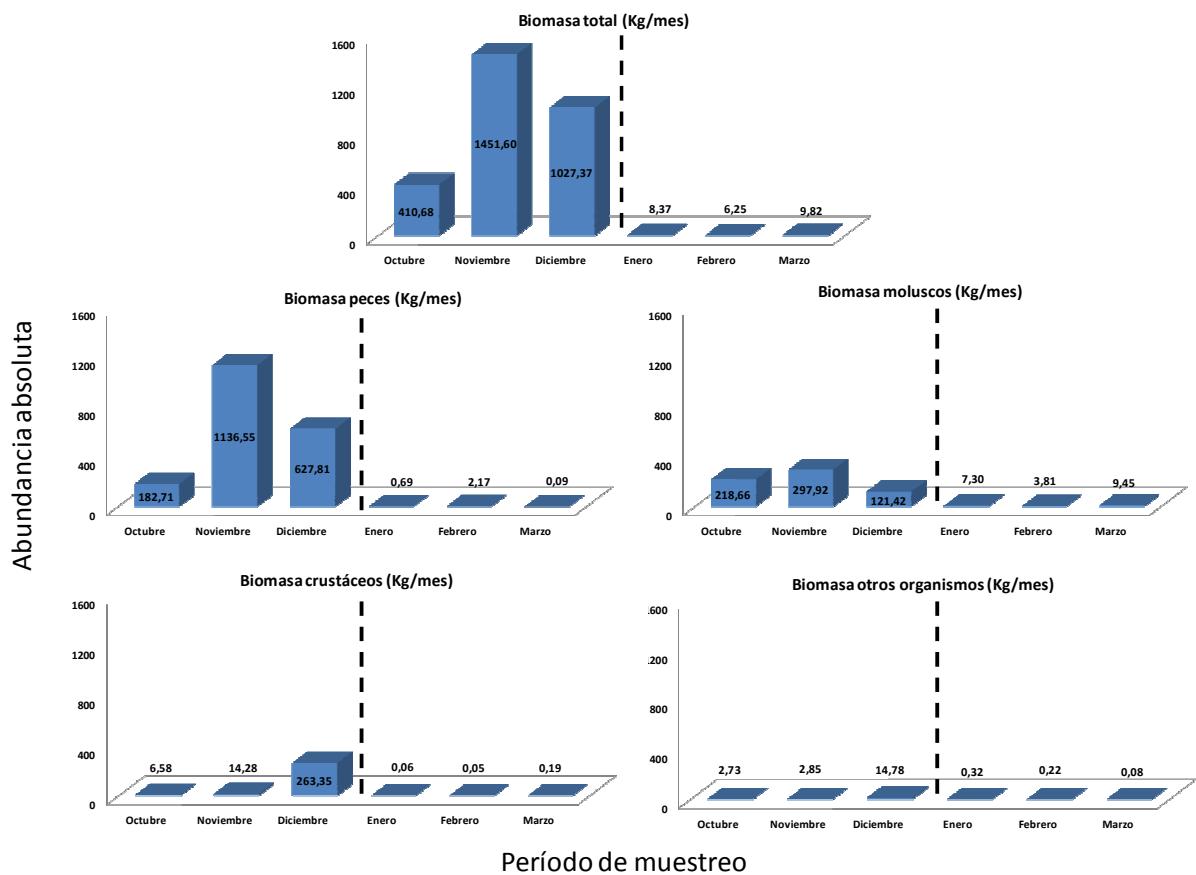


Figura 24. Biomasa absoluta de todas las especies presentada separadamente como grupos mayores y estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

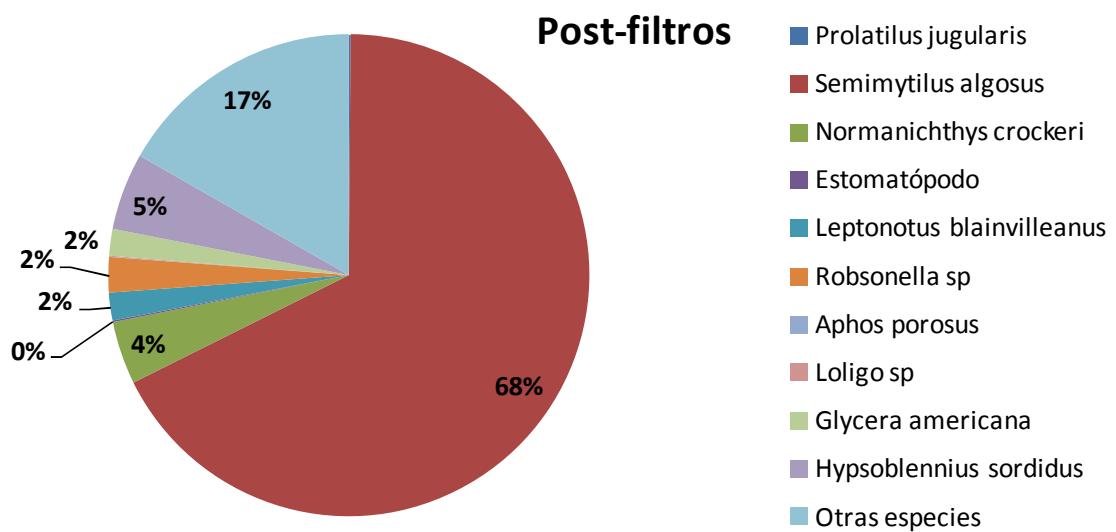
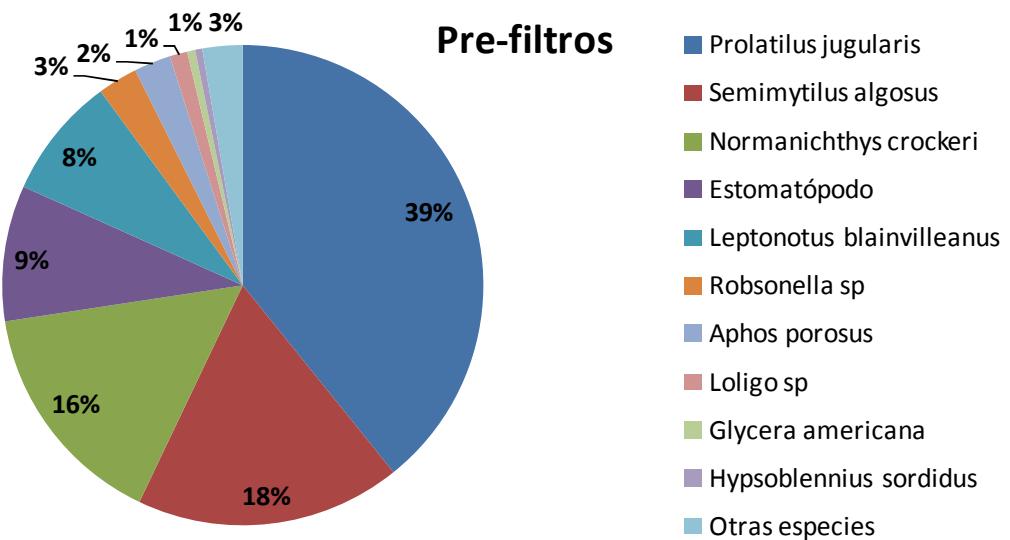


Figura 25. Biomasa relativa de todas las especies estandarizada mensualmente para todo el período de estudio. Se presenta el promedio de la biomasa relativa de cada especie considerando los nueve muestreos por período.

4.1.4. Abundancia y biomasa para las especies dominantes

Las 5 especies dominantes en abundancia y biomasa para todo el período de estudio fueron: *Prolatilus jugularis*, *Normanichthys crockeri*, *Semimytilus algosus*, *Leptonotus blainvilleanus* y Estomatópodo sp1 (Figuras 26 y 27, Tabla IV). Todas ellas presentaron una fuerte disminución, tanto en abundancia como en biomasa, en forma posterior a la instalación y puesta en funcionamiento de los filtros. Sólo *Semimytilus algosus* presentó valores de abundancia comparativamente altos posterior al funcionamiento de los filtros, siendo además la especie dominante al final de todo el período de estudio. Fotografías de las especies dominantes y las más representativas de la macrofauna se entregan en el ANEXO IV.

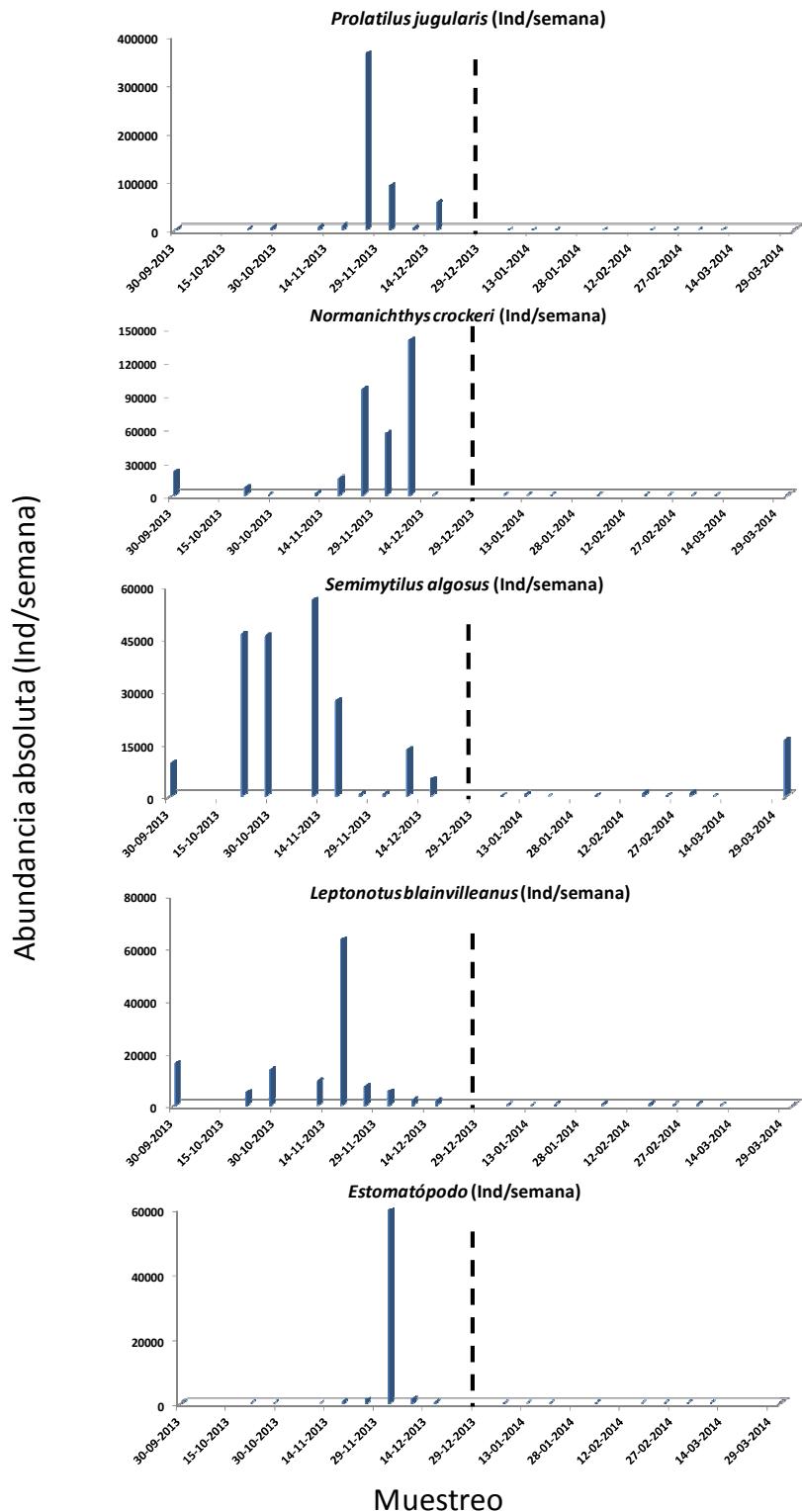


Figura 26. Abundancias absolutas de las especies dominantes estandarizadas semanalmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

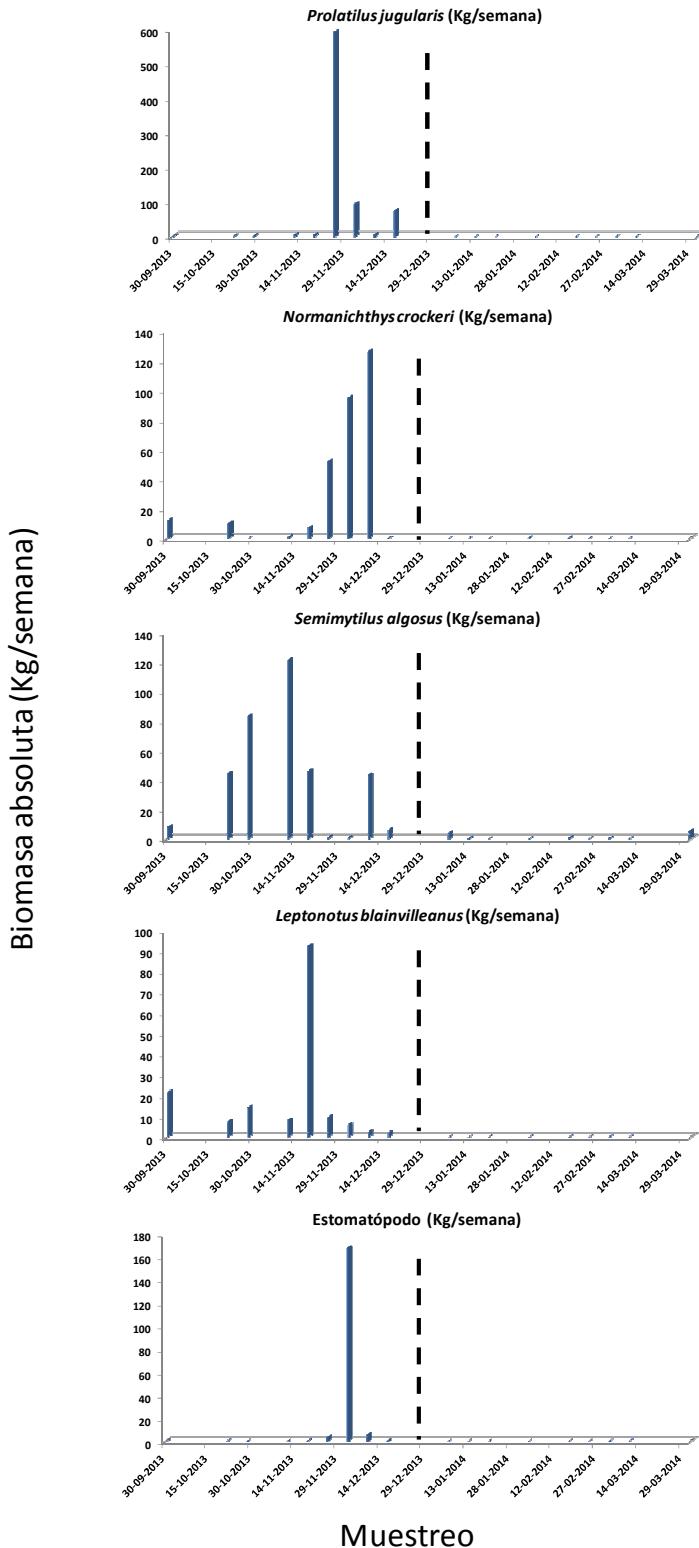


Figura 27. Biomassas absolutas de las especies dominantes estandarizadas semanalmente para todo el período de estudio. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros.

4.1.5. Estructuras de tamaño y peso para las especies dominantes

En relación a los tamaños corporales y pesos individuales de las especies dominantes, se observó que en general los valores medios disminuyeron entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros (Figuras 28 y 29). En relación al tamaño corporal, el tamaño promedio disminuye a casi la mitad para cuatro de estas cinco especies en el periodo post-funcionamiento de los filtros. Sólo *N. crockeri* presentó valores de tamaño relativamente similares entre ambos períodos (Figura 28). Por su parte el peso medio se desplaza a valores menores para las mismas cuatro especies y presentó valores similares para *N. crockeri* (Figura 29).

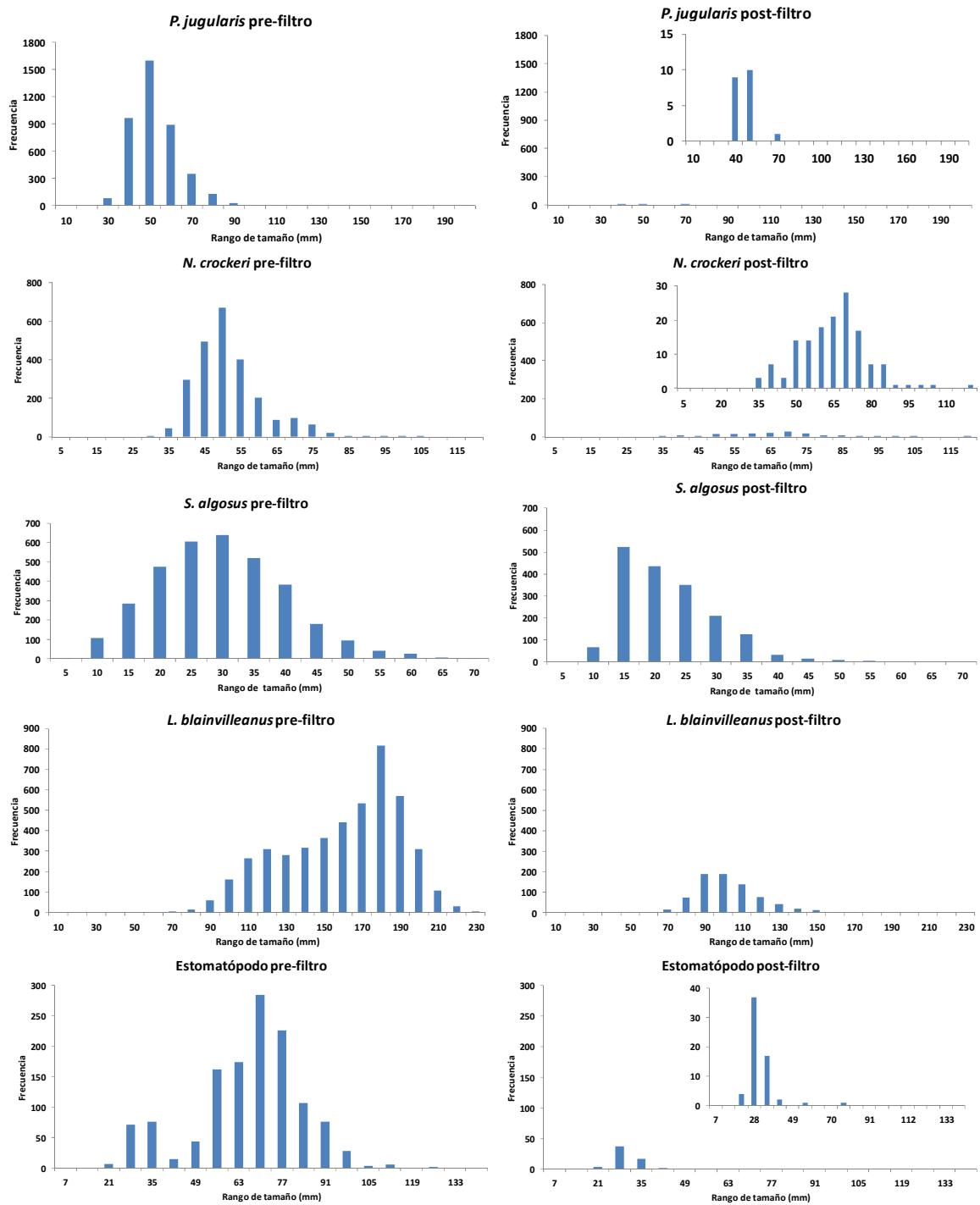


Figura 28. Estructuras de distribución de tamaños de las 5 especies dominantes. En orden decreciente: *Prolatilus jugularis*, *Normanichthys crockeri*, *Semimytilus algosus*, *Leptonotus blainvillleanus* y Estomatópodo sp1.

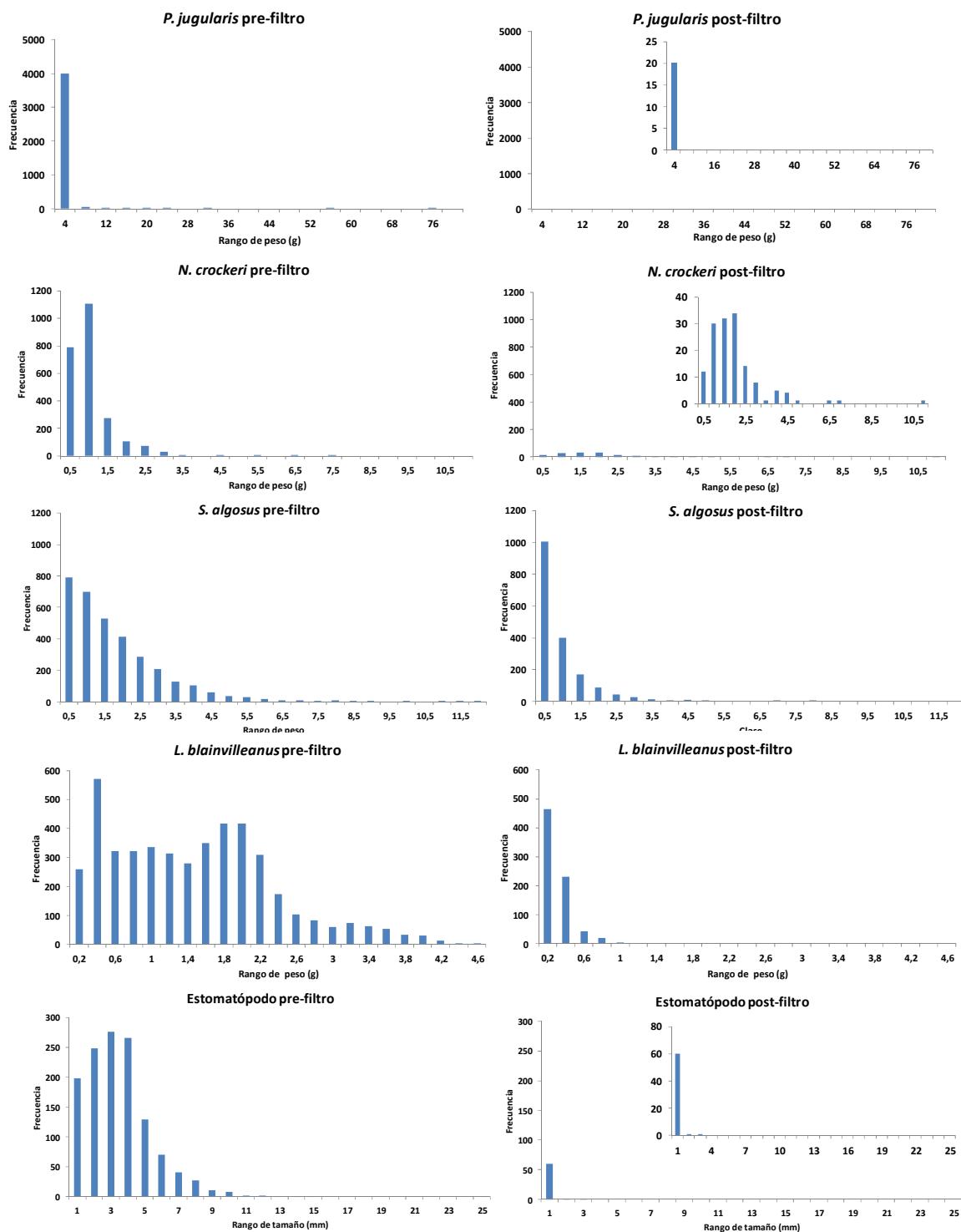


Figura 29. Estructuras de distribución de pesos de las 5 especies dominantes. En orden decreciente: *Prolatilus jugularis*, *Normanichthys crockeri*, *Semimytilus algosus*, *Leptonotus plainvilleanus* y *Estomatópodo* sp1.

4.1.6. Estructuras de tamaño y peso agrupadas

No obstante la existencia de una gran variedad de tamaños corporales, pre-funcionamiento de los filtros fueron más abundantes organismos entre 40 y 60 mm y, post-funcionamiento entre 20 y 30 (Figura 30). Esto da cuenta de una disminución promedio en la captación de organismos cercana a los 25 mm. Pre-instalación de los filtros se registraron individuos hasta 460 mm y post-funcionamiento hasta 190 mm. Por otro lado, con relación a la biomasa, pre-funcionamiento de los filtros fueron más abundantes organismos entre 0,5 y 1,5 g y, post-funcionamiento cercano a los 0,5 g (Figura 31). Esto da cuenta de una disminución promedio en la captación de organismos cercana a 1 g. Pre-funcionamiento de los filtros se registraron individuos hasta 590 g y post-funcionamiento hasta 100 g.

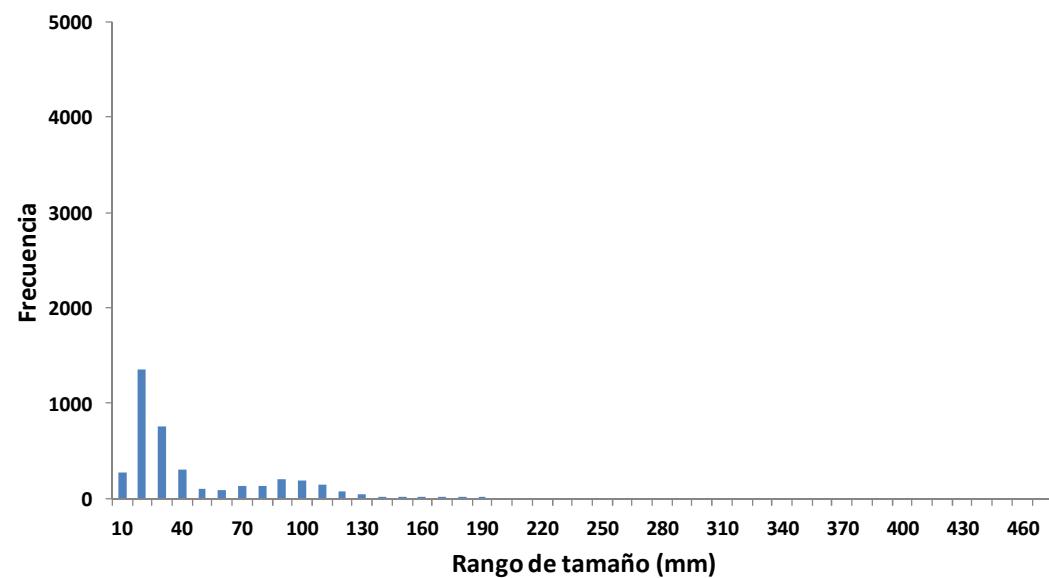
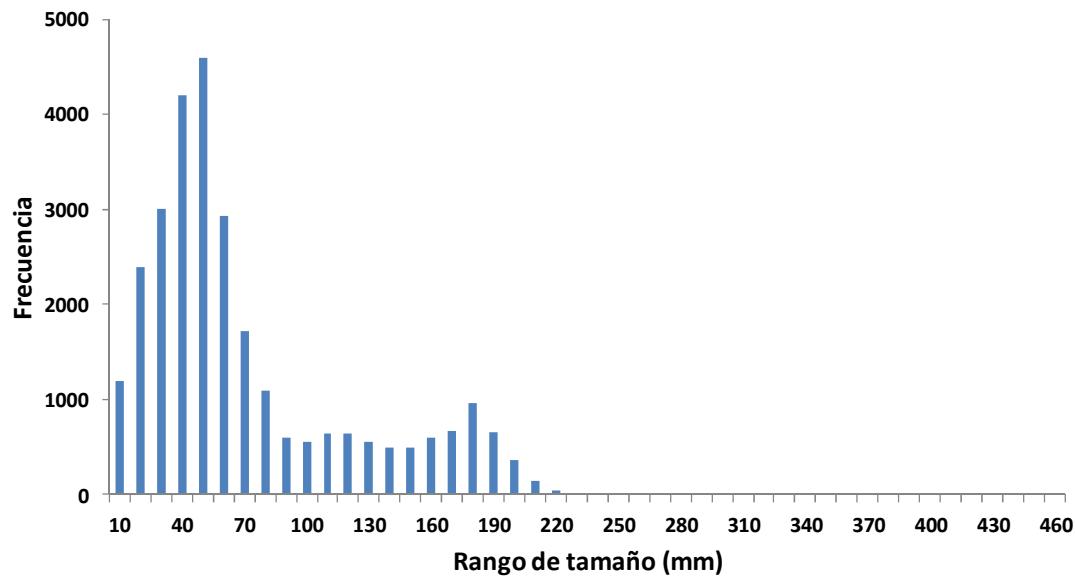


Figura 30. Distribución de frecuencias de tamaño agrupadas para todos los organismos colectados en el canastillo para los dos períodos de estudio. Arriba pre-filtros, abajo post-filtros.

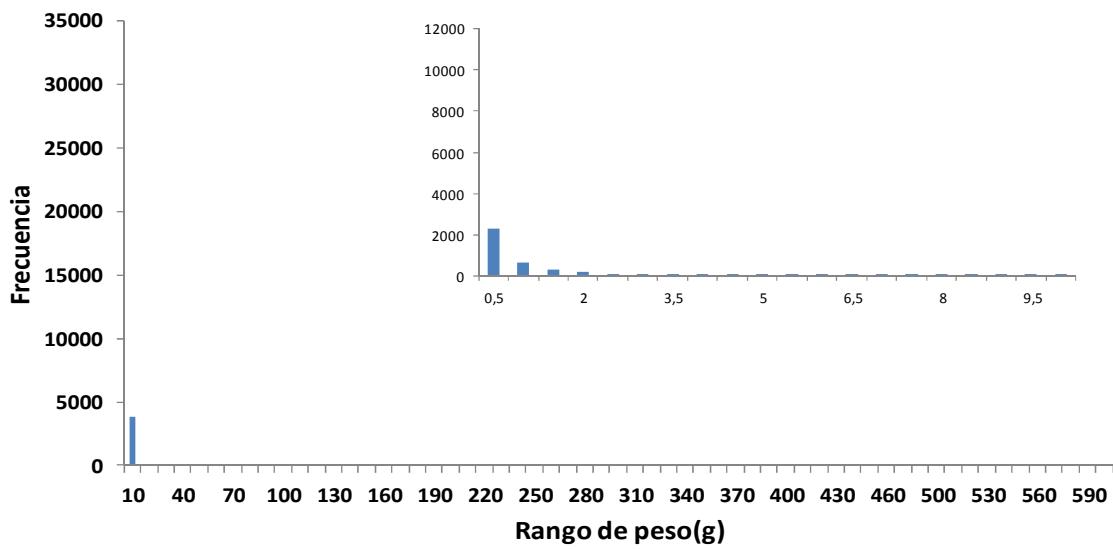
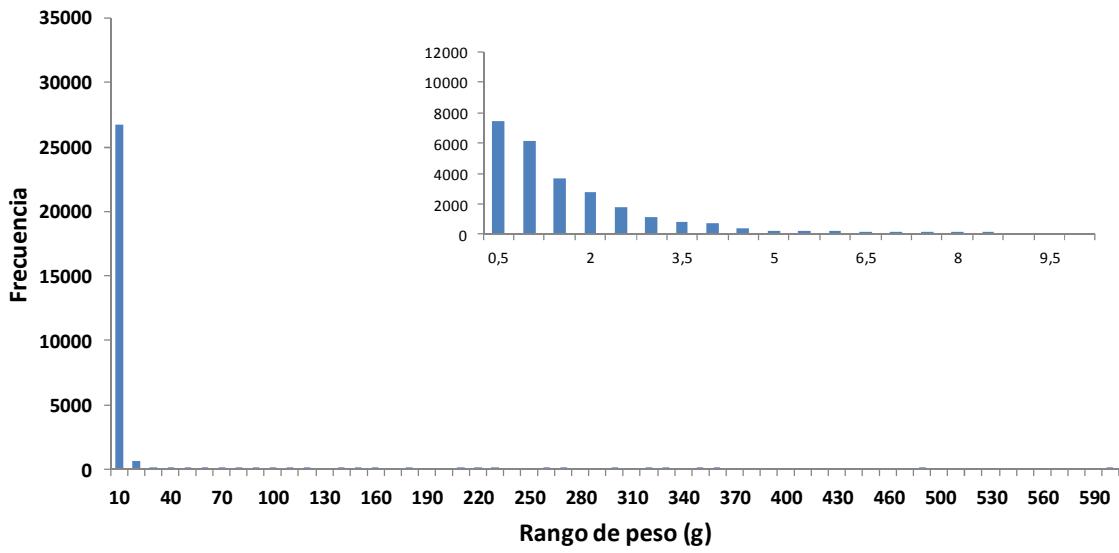


Figura 31. Distribución de frecuencias de pesos agrupadas para todos los organismos colectados en el canastillo para los dos períodos de estudio. Arriba pre-filtros, abajo post-filtros.

4.3. Macroalgas

4.3.1. Listado de especies

Se identificó un total de 36 especies de macroalgas, de éstas: 28 correspondieron a Rhodophytas (algas rojas), 6 a Phaeophyceae (algas pardas) y 2 Chlorophyta (algas verdes). Del total, 10 corresponden a especies de importancia comercial (Tabla V). Ver Tablas VI a VIII para el detalle taxonómico de las especies registradas.

Tabla V. Listado de especies de macroalgas registradas para todo el período de estudio comprendido entre el 30 de Septiembre y 31 de Marzo. * Algas de importancia comercial (Nombre vernacular).

Chlorophyta (Algias Verdes)	Phaeophyceae (Algias Pardas)	Rhodophyta (Algias Rojas)
<i>Ulva forma Enteromorpha</i>	<i>Desmarestia ligulata</i>	<i>Ahnfeltiopsis durvillei*</i> (Liquen Gomojo)
<i>Ulva sp.</i> (Lechuga de Mar)	<i>Durvillaea antarctica*</i> (Cochayuyo)	<i>Antithamnionella ternifolia</i>
	<i>Hincksia mitchelliae</i>	<i>Callophyllis concepcionensis</i>
	<i>Macro cystis pyrifera*</i> (Huiro)	<i>Callophyllis macrostiolata</i>
	<i>Petalonia binghamiae</i>	<i>Callophyllis variegata*</i> (Carola)
	<i>Scytoniphon lomentaria</i>	<i>Ceramium rubrum</i>
		<i>Chondrachanthus chamussoi*</i> (Chicorea)
		Delessertiaceae
		Florideophyceae
		<i>Gelidium sp.*</i> (Casca)
		<i>Grateloupia doryphora</i>
		<i>Grateloupia sp.</i>
		<i>Grateloupia sp1</i>
		<i>Grateloupia sp4</i>
		<i>Halymenia sp.</i>
		<i>Halymeniaceae</i>
		<i>Kallymeniaceae</i>
		<i>Mazzaella laminarioides*</i> (Luga cuchara)
		<i>Mazzaella membranacea*</i> (Luga Luga)
		<i>Phycodris quercifolia</i>
		<i>Polysiphonia sp.</i>
		<i>Pyropia sp.*</i> (Luche)
		<i>Rhodymenia skottsbergii</i>
		<i>Rhodymenia coccocarpa</i>
		<i>Rhodymenia sp.</i>
		<i>Salishia chilensis</i>
		<i>Sarcothalia crispata*</i> (Luga Negra)
		<i>Schizymenia binderi</i>

Tabla VI. Clasificación de algas verdes registradas durante el periodo de estudio.

División	Clase	Orden	Familia	Especie
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva</i> forma <i>Enteromorpha</i> <i>Ulva</i> sp.

Tabla VII. Clasificación de algas pardas registradas durante el periodo de estudio.

División	Clase	Orden	Familia	Especie
Ochrophyta	Phaeophyceae	Desmarestiales Durvillaeales Ectocarpales Laminariales	Desmarestiaceae Durvillaceae Acinetosporaceae Scytoniphonaceae Lessoniacaceae	<i>Desmarestia ligulata</i> <i>Durvillaea antarctica</i> <i>Hincksi a mitchelliae</i> <i>Petalonia binghamiae</i> <i>Scytoniphon lomentaria</i> <i>Macrocytis pyrifera</i>

Tabla VIII. Clasificación de algas rojas registradas durante el periodo de estudio.

División	Clase	Orden	Familia	Especie
Rhodophyta	Bangiophyceae Florideophyceae	Bangiales Gigartinales	Bangiaceae Gigartinaceae	<i>Pyropia</i> sp. <i>Mazzaella laminarioides</i> <i>Mazzaella membranacea</i> <i>Sarcothalia crispata</i> <i>Chondrachanthus chamussoi</i> <i>Callophyllis concepcionensis</i> <i>Callophyllis macrostiolata</i> <i>Callophyllis variegata</i> <i>Salishia chilensis</i> <i>Ahnfeltiopsis durvillei</i> <i>Gelidium</i> sp.* <i>Grateloupia doryphora</i> <i>Grateloupia</i> sp. <i>Grateloupia</i> sp1 <i>Grateloupia</i> sp4 <i>Halymenia</i> sp.
		Gelidiales Halymeniales	Phyllophoraceae Gelideaceae Halymeniaceae	<i>Schizymenia binderi</i> <i>Rhodymenia skottsbergii</i> <i>Rhodymenia coccocarpa</i> <i>Rhodymenia</i> sp. <i>Polysiphonia</i> sp. <i>Antithamnionella ternifolia</i> <i>Ceramium rubrum</i> <i>Phycodris quercifolia</i>
		Nemastomatales Rhodymeniales	Schizymeniaceae Rhodymeniaceae	
		Ceramiales	Rhodomelaceae Ceramiaceae Delessertiaceae	

El número de especies fue variable, con un máximo de 23 taxa encontrados el 2 de Diciembre de 2013 y un mínimo de 3, contabilizados el 10 de Marzo de 2014 (Figura 32). Asimismo se observa que el mayor número de especies estuvo representado por las algas rojas (Figura 33). De las 36 especies, sólo una estuvo presente en todo el período de estudio (*Ulva* sp.). Ver Tabla IX para el detalle de las especies registradas.

Al realizar la segmentación entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros se observa que la riqueza total de especies disminuyó en 3 taxa (Figura 34). Cabe señalar que algunas especies de algas fueron encontradas sólo en el periodo post-filtro, correspondiendo a ejemplares de tamaños menores a 5 cm y ejemplares filamentosos (ej: *Hincksia mitchelliae* y *Polysiphonia* sp.). Ver Tabla IX para el detalle de las especies.

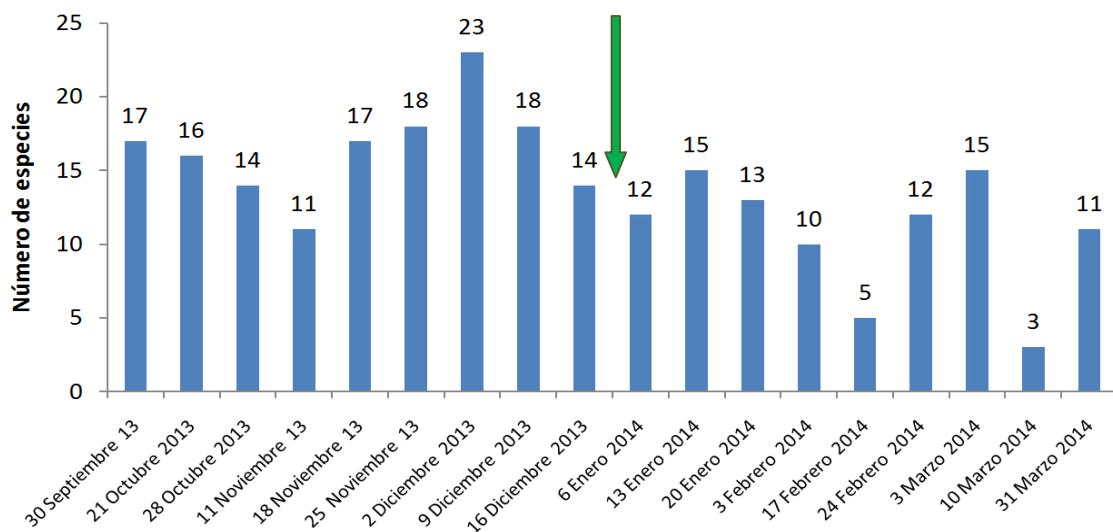


Figura 32. Número de especies registradas durante cada periodo de muestreo. Flecha verde separa los períodos pre y post-filtros.

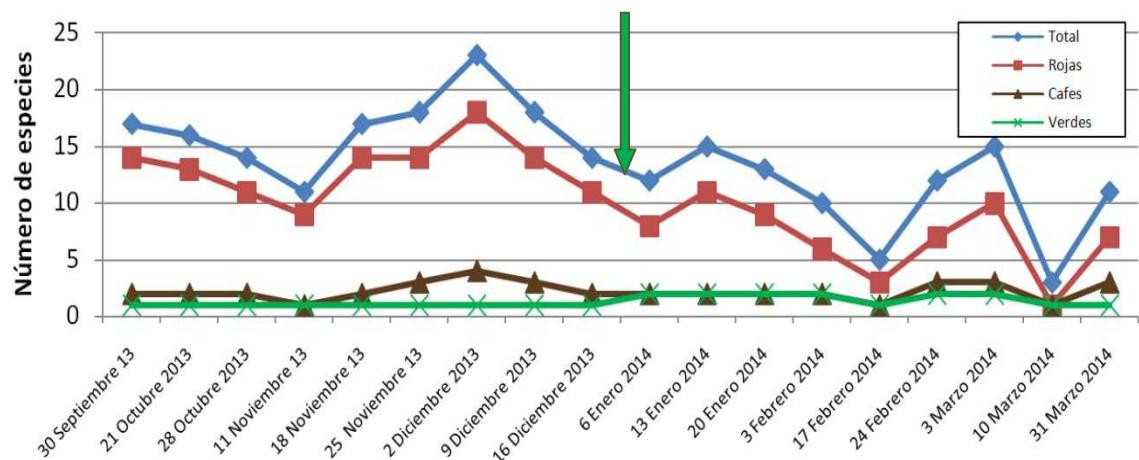


Figura 33. Número de especies total y por grupo de algas registradas durante cada período de muestreo. Flecha verde separa los períodos pre y post-filtros.

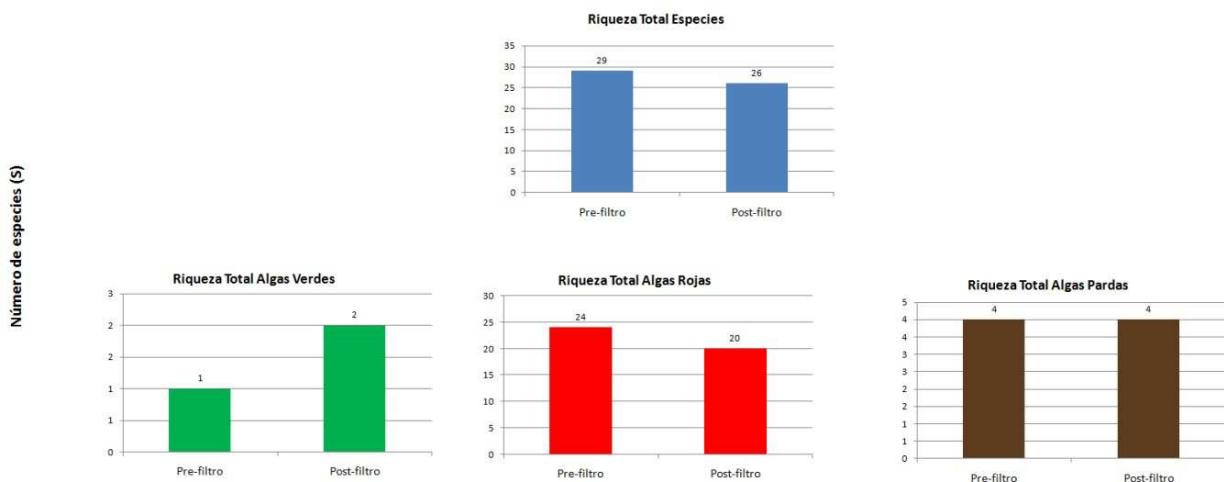


Figura 34. Número de especies registradas durante los períodos de muestreo pre y post-funcionamiento de los filtros. Se presenta la agrupación por grupos de taxa mayores.

Tabla IX. Listado de especies registradas por muestreo para todo el período de estudio. Presencia (1), ausencia (0) y, porcentaje de ocurrencia.

División	Especie	30-9-13	21-10-13	28-10-13	11-11-13	18-11-13	25-11-13	2-12-13	9-12-13	16-12-13	6-1-14	13-1-14	20-1-14	3-2-14	17-2-14	24-2-14	3-3-14	10-3-14	31-3-14	%
Chlorophyta	<i>Ulva forma Enteromorpha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	33
	<i>Ulva sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100
Phaeophyceae	<i>Desmarestia ligulata</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
	<i>Durvillaea antarctica</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	<i>Hincksia mitchelliae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	11
	<i>Macrocystis pyrifera</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	89
	<i>Petalonia binghamiae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	61
	<i>Scytoniphon lomentaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Rhodophyta	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	50
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	17
	<i>Callophyllis concepcionensis</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	50
	<i>Callophyllis macrostiolata</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	67
	<i>Callophyllis variegata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	56
	<i>Ceramium rubrum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	39
	<i>Chondrachanthus chamissoi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11
	<i>Delesseriaceae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	<i>Gelidium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	17
	<i>Grateloupia doryphora</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
	<i>Grateloupia sp.</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	22
	<i>Grateloupia sp1</i>	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
	<i>Grateloupia sp4</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	<i>Halymenia sp.</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	50
	<i>Halymeniaceae</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	22
	<i>Kallymeniaceae</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	44

Tabla IX (continuación). Listado de especies registradas por muestreo para todo el período de estudio. Presencia (1), ausencia (0) y, porcentaje de ocurrencia.

División	Especie	30-9-14	21-10-13	28-10-13	11-11-13	18-11-13	25-11-13	2-12-13	9-12-13	16-12-13	6-1-14	13-1-14	20-1-14	3-2-14	17-2-14	24-2-14	3-3-14	10-3-14	31-3-14	%
	<i>Mazzaella laminariooides</i>	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	50
	<i>Mazzaella membranacea</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	67
	<i>Phycodris quercifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	28
	<i>Polysiphonia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	28
	<i>Pyropia sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	94
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
	<i>Rhodymenia coccocarpa</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	<i>Rhodymenia sp</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	<i>Florideophyceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	11
	<i>Salishia chilensis</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
	<i>Sarcothalia crispata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	72
	<i>Schizymenia binderi</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

4.3.2. Biomosas

Al finalizar los 18 muestreos se colectó un total de 149,619 kilogramos de biomasa fresca para las macroalgas. El mayor porcentaje correspondió al grupo de algas rojas con 77,01% (115,216 kg), seguido de un 21,35% para algas verdes (31,939 kg) y un 1,65% para algas pardas (1,65 kg). La biomasa total del periodo pre-funcionamiento de los filtros fue de 148,470 kg mientras que en el periodo post-funcionamiento fue de 1,150 kg. Al realizar la extrapolación de estos valores, se puede obtener la biomasa de algas colectadas en el canastillo diariamente:

- Algas rojas = 1,746 kg/día
- Algas verdes= 0,484 kg/día
- Algas pardas= 0,037 kg/día.

La cuantificación de la biomasa en cada uno de los muestreos indica una mayor predominancia de algas rojas en los muestreos del 30 Sept., 21 y 28 de Octubre y 11 de Noviembre, las cuales constituyen usualmente más del 75% de la biomasa. Sin embargo, a partir del 18 de Noviembre, la proporción de algas verdes comienza a ser mayor y desde el 16 de Diciembre en adelante constituyen más del 70% del total de la biomasa algal colectada. La proporción de algas pardas siempre fue menor y varió de acuerdo a la semana de muestreo, sin embargo, nunca superó el 25% (Figura 35).

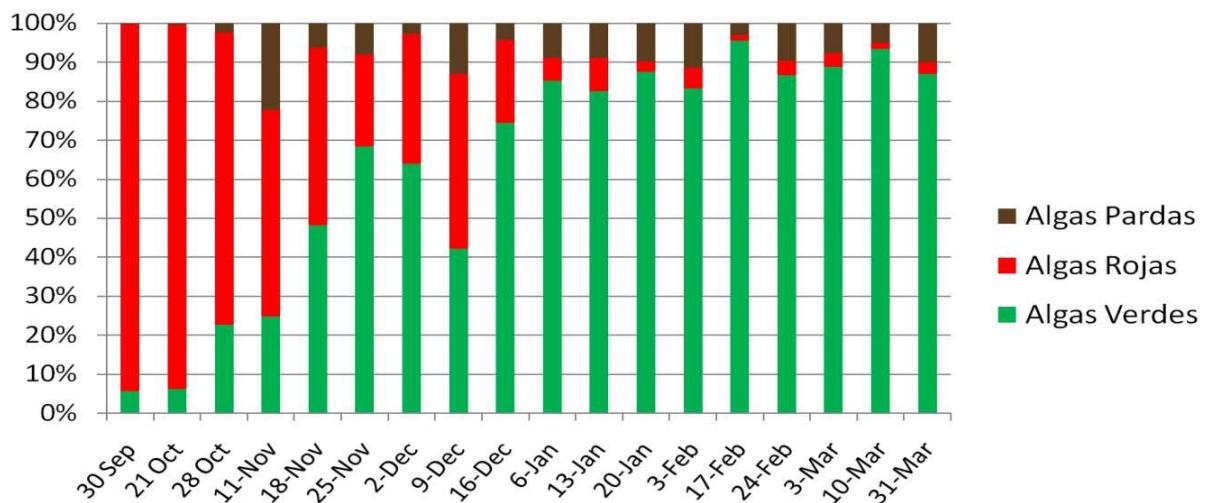


Figura 35. Proporción de la biomasa cuantificada en los 18 muestreos para los distintos grupos algales.

La cuantificación de la biomasa estandarizada (g/día) para cada uno de los meses, muestra claramente una disminución de la biomasa colectada a partir del mes de Octubre de 2013, la cual se mantuvo alrededor de los 5000 g/día durante Noviembre y Diciembre, para descender en forma considerable luego de la puesta en marcha de los filtros en los meses de Enero, Febrero y Marzo de 2014 (Figura 36).

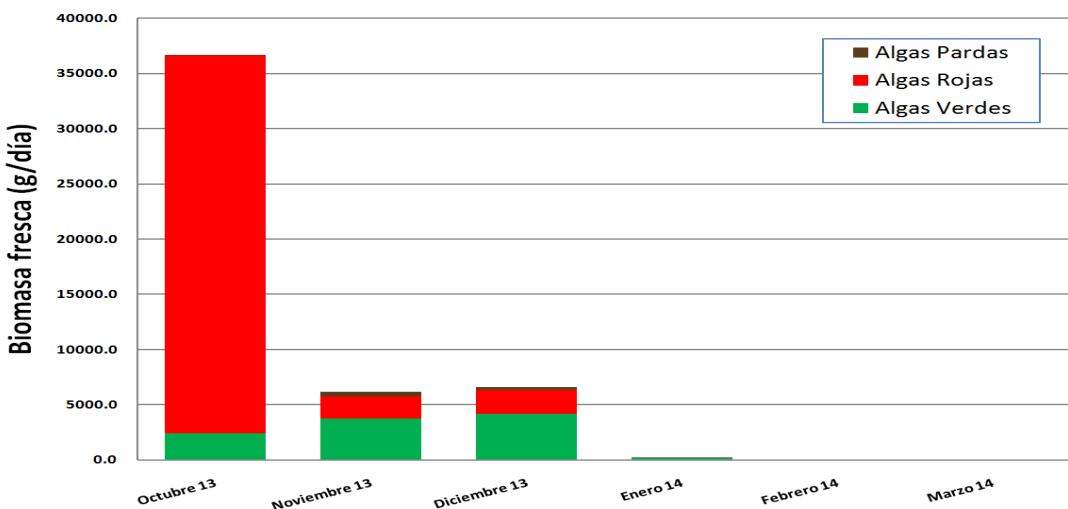


Figura 36. Biomasa (g/día) cuantificada para los distintos meses de muestreo.

4.3.3. Biomasa por especies

Al realizar la separación del peso fresco para cada una de las 36 especies, el 88,29% de la biomasa obtenida lo concentran sólo 3 especies de algas: *Halymenia* sp. (95,301 kg, 63,70%), *Ulva* sp. (31,873 Kg, 21,30%) y *Sarcothalia crispata* (4,937 Kg, 3,30%), de éstas, sólo *Sarcothalia crispata* (luga negra) corresponde a una especie de importancia comercial (Figura 37). Al realizar la extrapolación de estos valores, se puede obtener la biomasa colectada en el castillo diariamente:

- *Halymenia* sp. = 1,444 kg/día.
- *Ulva* sp. = 0,483 kg/día.
- *Sarcothalia crispata* = 0,075 kg/día.

La especie de alga roja *Antithamnionella ternifolia* fue aquella que se colectó en menor proporción con sólo un 0,0001%. En el ANEXO V pueden observarse las biomassas relativas para cada uno de los muestreos.

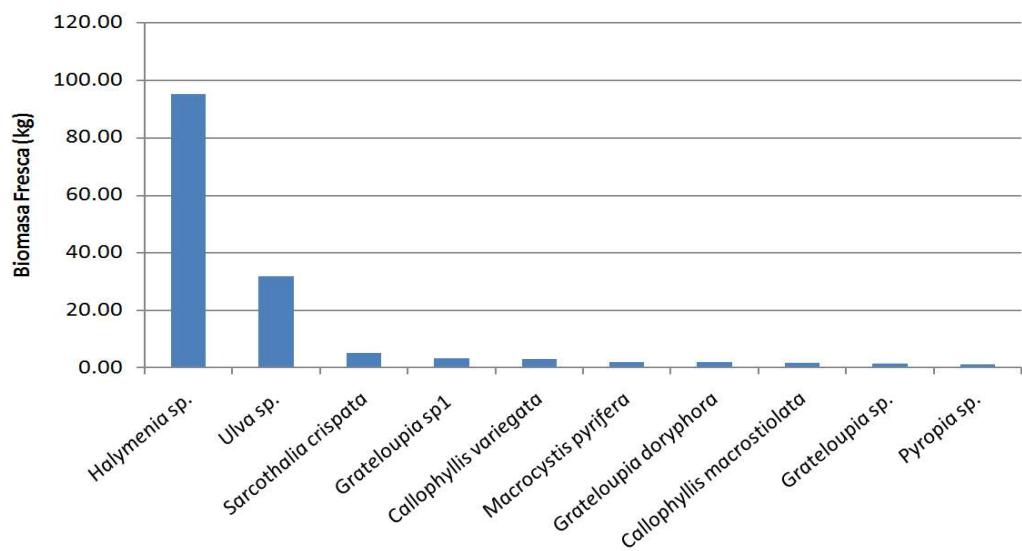


Figura 37. Biomasa cuantificada en los 18 muestreos para las 10 especies de macroalgas más abundantes.

4.3.4. Biomasa Reproductiva

Las macroalgas presentan diferentes ciclos de vida que varían según las especies, de esta forma es posible encontrar ejemplares “vegetativos”, los cuales son algas no reproductivas o inmaduras, ejemplares “cistocárpicos”, los cuales se pueden encontrar exclusivamente en las algas rojas y corresponden a plantas reproductivas que generan las carpoesporas, por último tenemos los ejemplares “tetraespóricos” que también son exclusivos de las algas rojas y producen las tetraesporas haploides.

La mayoría de las especies colectadas durante los 18 muestreos realizados se encontraban vegetativas; para 16 de las 36 especies, se encontraron ejemplares reproductivos en diferentes fases del ciclo de vida.

Las Figuras 38 a 43 muestran la proporción de estados vegetativos y reproductivos para 3 de las especies más abundantes, así como la gráfica de la biomasa fresca colectada para las mismas especies. El detalle para cada una de las especies se puede encontrar en el ANEXO VI.

- *Halymenia* sp.: Se encontraron 2 fases (algas cistocárpicas, y vegetativas), el material vegetativo fue el más abundante en todos los muestreos, incluso correspondieron al 100% de la biomasa en los muestreos del 16 de Diciembre y 13 de Enero 2014 (Figuras 38 y 39).

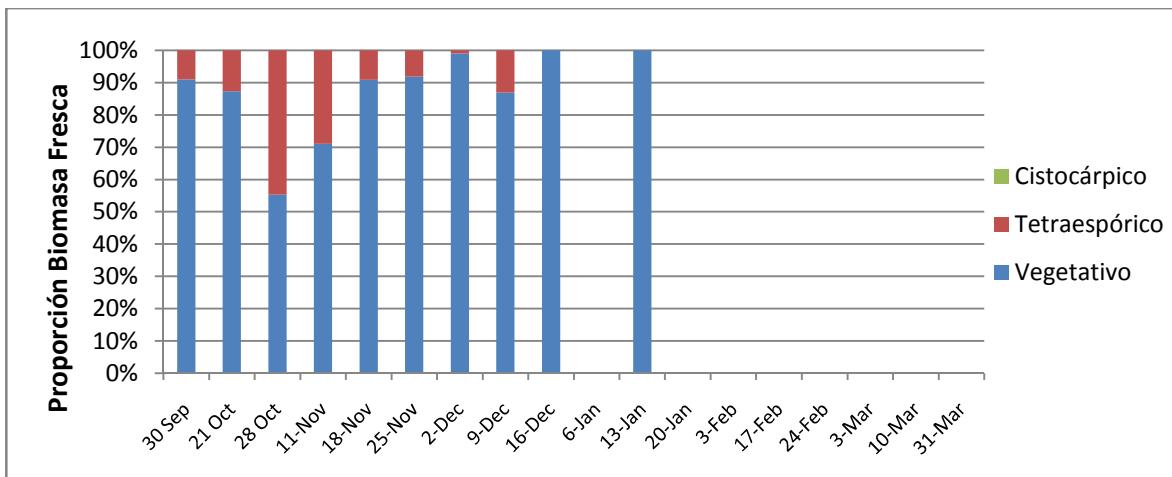


Figura 38. Proporción de estados vegetativo y reproductivos del alga roja *Halymenia* sp. durante los 18 muestreos.

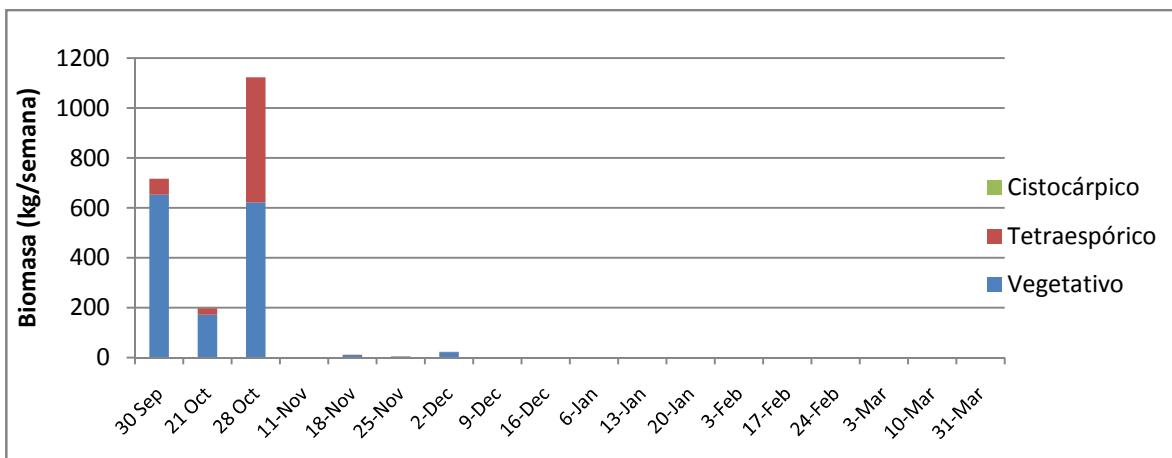


Figura 39. Biomasa (kg peso húmedo/semana) del alga roja *Halymenia* sp. y los diferentes estados reproductivos (cistocárpico y tetraespórico) y vegetativo obtenidos durante los 18 muestreos.

- *Sarcothalia crispata*: Se encontraron las 3 fases (algas cistocárpicas, tetraespóricas y vegetativas), la proporción de las distintas fases fue variable, siendo similares las algas tetraspóricas y vegetativas en los tres primeros muestreos, luego el 18 de noviembre de 2013 las algas cistocárpicas representaron más del 70% del material colectado, a partir del muestreo del 25 de noviembre de 2013 las algas vegetativas fueron siempre las dominantes (Figuras 40 y 41).

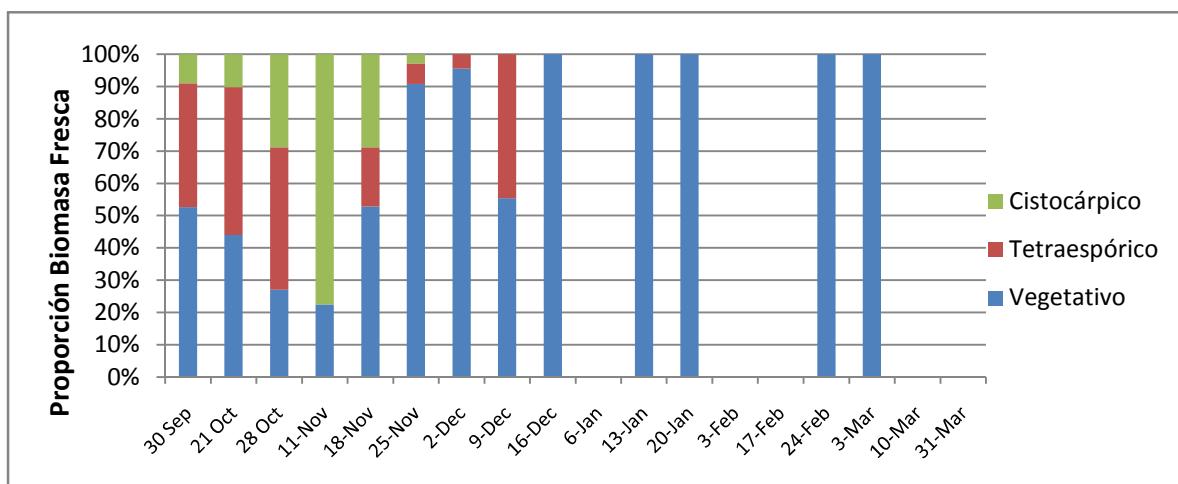


Figura 40. Proporción de estados vegetativo y reproductivos del alga roja *Sarcothalia crispata* (luga negra) durante los 18 muestreos.

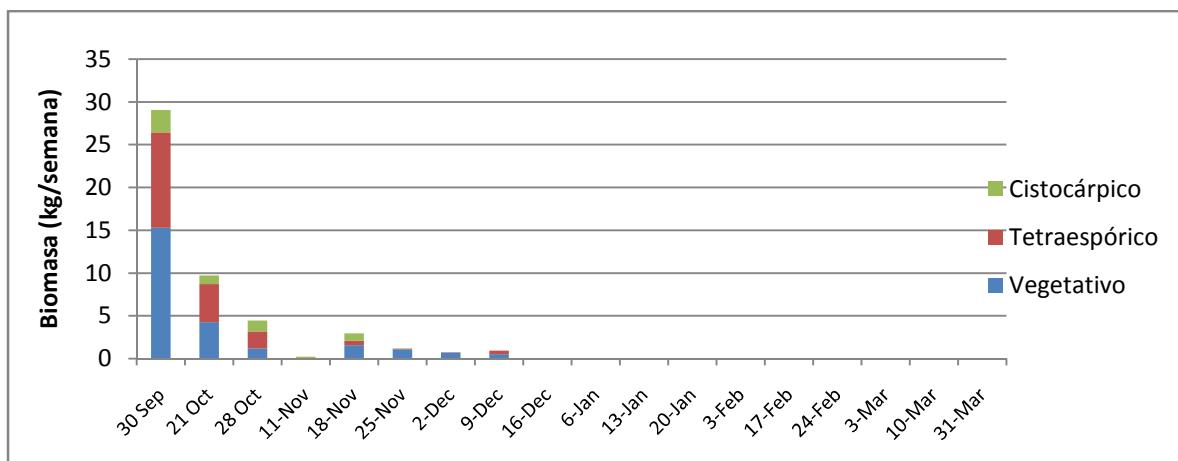


Figura 41. Biomasa (kg peso húmedo/semana) del alga roja *Sarcothalia crispata* (luga negra) y los diferentes estados reproductivos (cistocárpico y tetraespórico) y vegetativo obtenidos durante los 18 muestreos.

- *Callophyllis macrostiolata*: Se encontraron 2 fases (algas cistocárpicas y vegetativas), la proporción de las distintas fases fue variable, siendo mayor las algas vegetativas en la mayoría de los muestreos a excepción del 6 de enero de 2014, muestreo en el cual sólo se colectó material cistocárpico (Figuras 42 y 43).

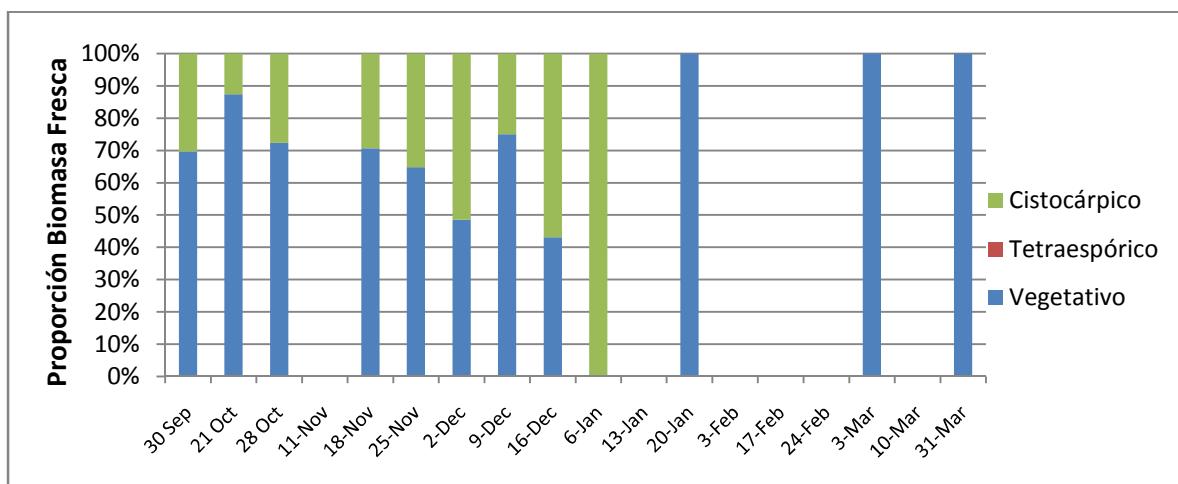


Figura 42. Proporción de estados vegetativo y reproductivos del alga roja *Callophyllis macrostiolata* durante los 18 muestreos.

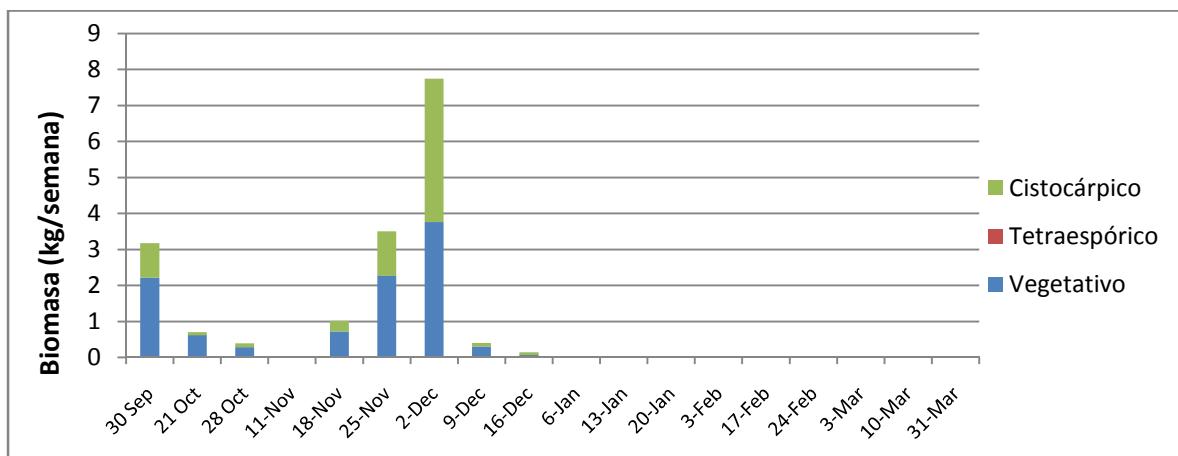


Figura 43. Biomasa (kg peso húmedo/semana) del alga roja *Callophyllis macrostiolata* y los diferentes estados cistocárpico y vegetativo obtenidos durante los 18 muestreos.

4.3.5. Número de Algas

Durante los 18 muestreos realizados se contabilizó un total de 67321 ejemplares. Se observó una disminución importante en el número de algas colectadas a partir del 30 de Septiembre de 2013 (Figura 44). La abundancia total en el periodo pre-funcionamiento de los filtros fue de 61146 ejemplares, mientras que 6175 ejemplares se cuantificaron en el periodo post-filtro. Las algas rojas correspondieron al grupo dominante, alcanzando un valor máximo de 35474 ejemplares durante el muestreo del 30 de Septiembre. Las algas pardas se encontraron en menor proporción con un valor máximo de 160 ejemplares durante el muestreo del 13 de Enero de 2014, siendo el grupo proporcionalmente menor (Figuras 45 y 46). Se observó una disminución importante en el número de algas luego de los muestreos del 30 de Septiembre y del 28 de Octubre, la cual podría estar relacionada con la variabilidad temporal en la disponibilidad de biomasa y número de algas. En algunos casos correspondería a factores ambientales, por ejemplo: Radiación solar, temperatura, ó con marejadas que podrían haber facilitado el desprendimiento de algas desde el sustrato. En el ANEXO VII pueden observarse las abundancias relativas para cada uno de los muestreos.

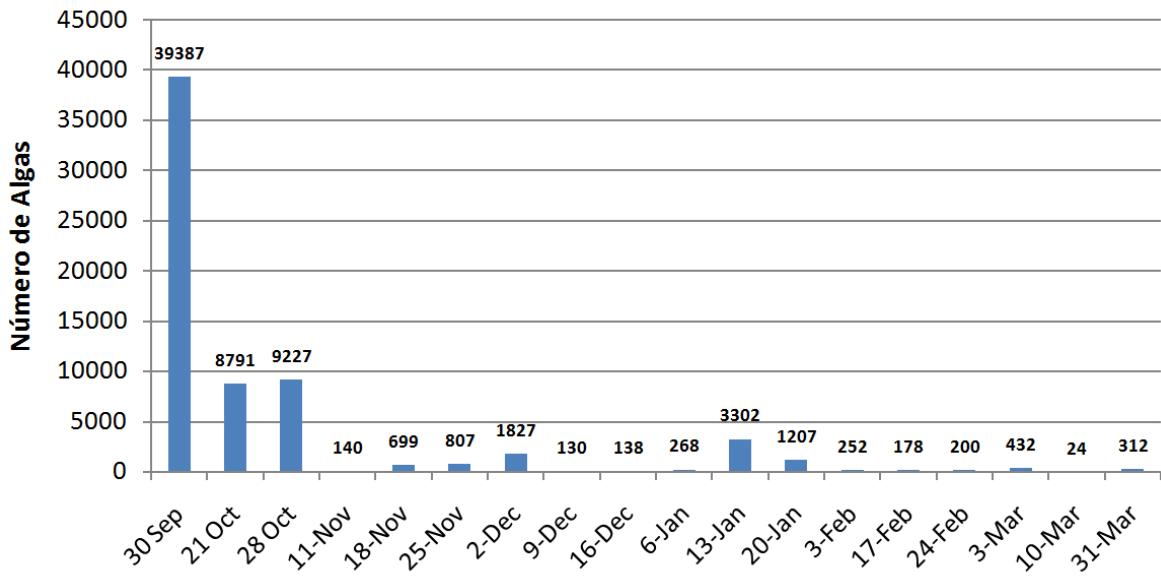


Figura 44. Número de ejemplares completos (con disco adhesivo) contabilizados en los 18 muestreos.

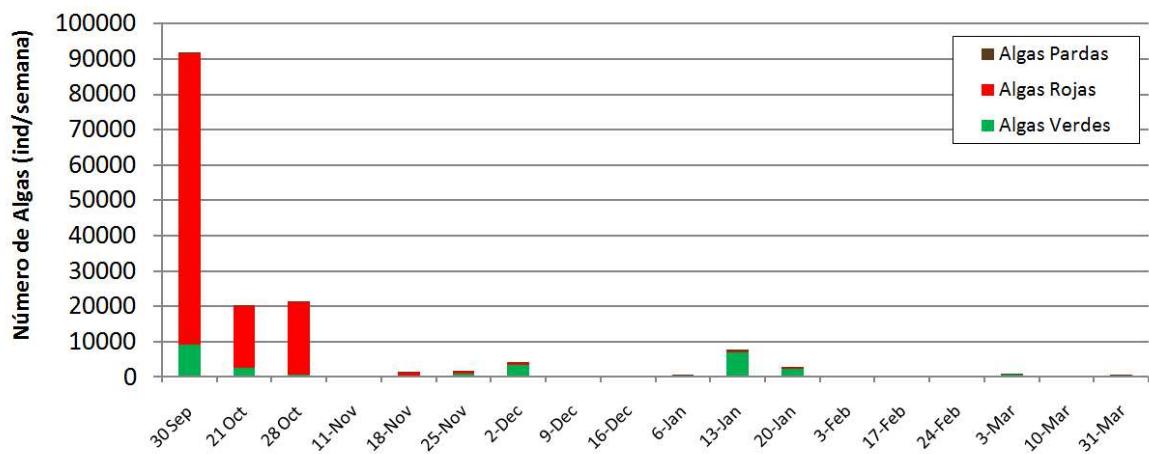


Figura 45. Número de ejemplares completos (con disco adhesivo) contabilizados en los 18 muestreos para los distintos grupos algales.

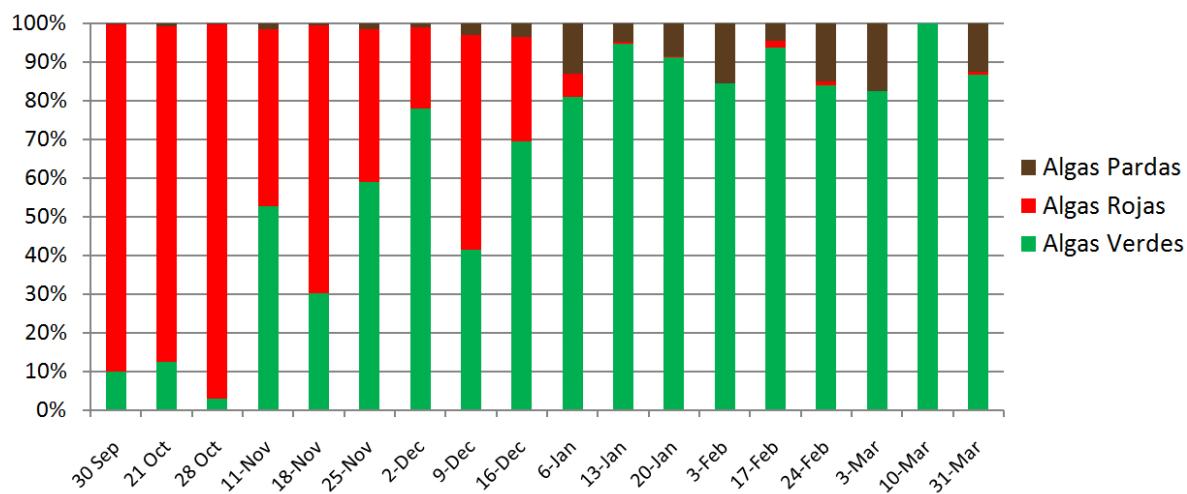


Figura 46. Proporción del número de ejemplares completos (con disco adhesivo) contabilizados en los 18 muestreos para los distintos grupos algales.

4.3.6. Longitud de las algas

Se obtuvo valores de longitud máxima para 21 de las 36 especies colectadas en el canastillo. Los ejemplares de mayor longitud se encontraron para el alga roja *Grateloupia* sp. (150,16 cm), mientras que los ejemplares de menor tamaño pertenecían al alga roja *Halymenia* sp. (0,60 cm). Cabe señalar que para el resto de las especies no se llevaron a cabo las mediciones debido a que en general el material se encontraba incompleto, sin disco adhesivo o en avanzado estado de descomposición. Los datos indican que para la mayoría de las especies, posterior a la instalación de los filtros, las algas colectadas fueron de menor tamaño, ingresando solamente organismos menores a 5 cm.

A continuación en las Figuras 47 a 53 se presentan los valores de largo máximo promedio para las 7 especies más abundantes, los valores y fotografías para todas las especies se pueden encontrar en los ANEXOS VIII, IX y X.

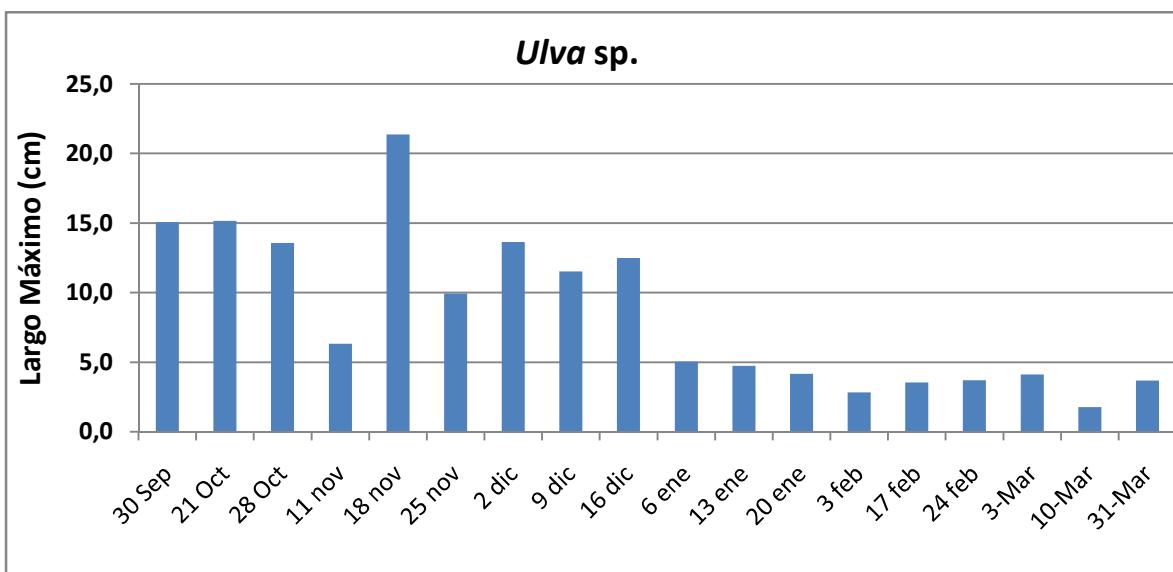


Figura 47. Largo máximo de talos para el alga verde *Ulva* sp. durante los 18 muestreos.

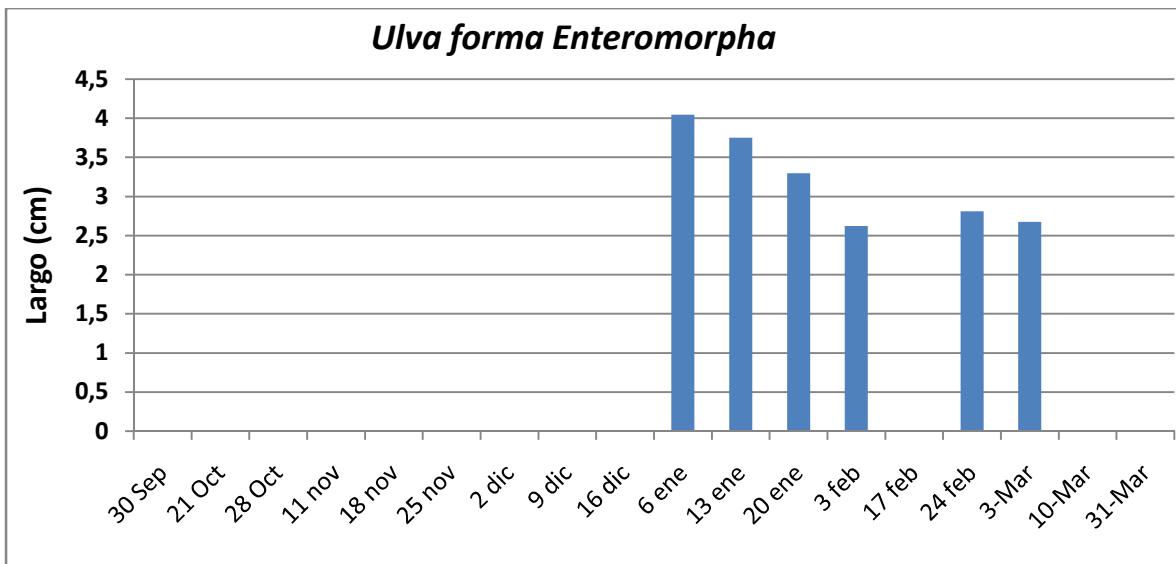


Figura 48. Largo máximo de talos para el alga verde *Ulva* forma *Enteromorpha* durante los 18 muestreos.

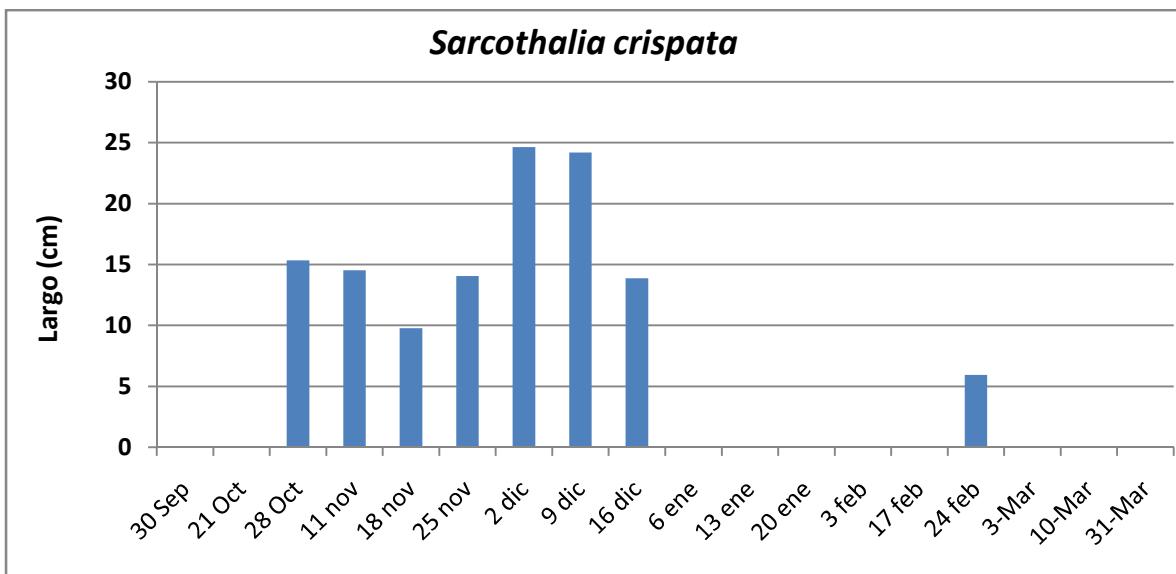


Figura 49. Largo máximo de talos para el alga roja *Sarcophala crispata* (luga negra) durante los 18 muestreos.

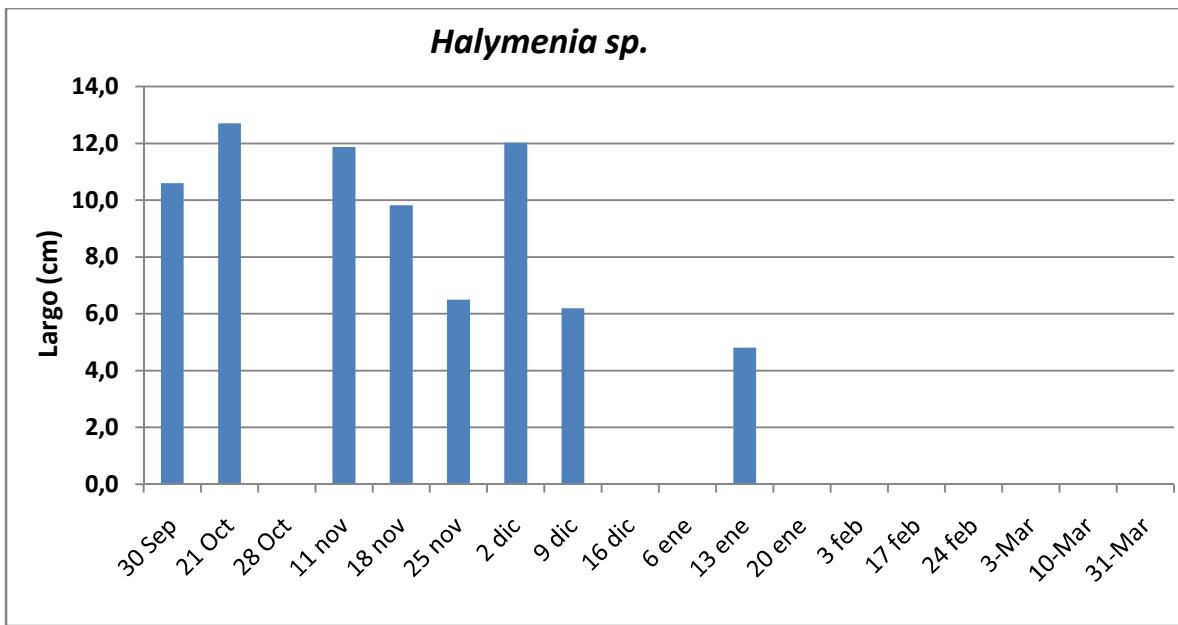


Figura 50. Largo máximo de talos para el alga roja *Halymenia* sp. durante los 18 muestreos.

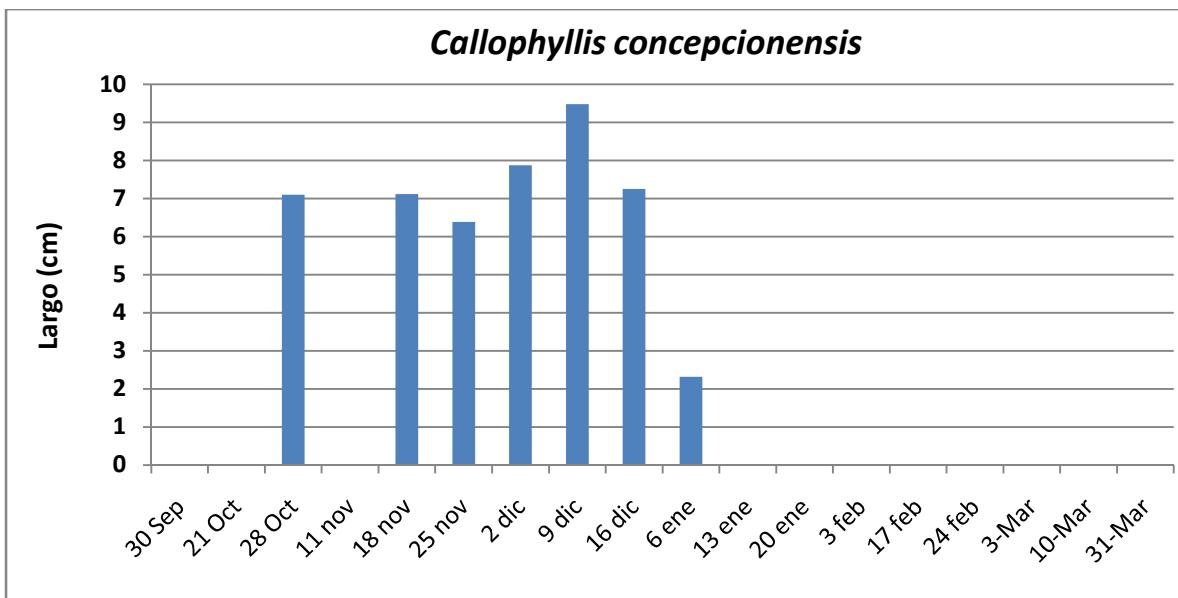


Figura 51. Largo máximo de talos para el alga roja *Callophyllis conceptionensis* durante los 18 muestreos.

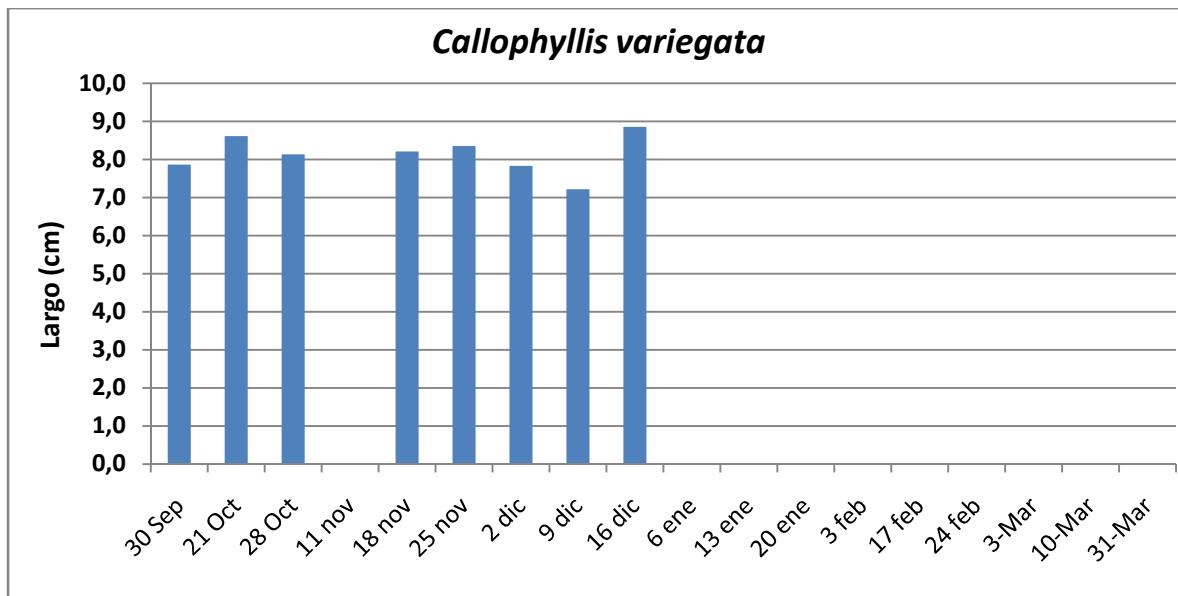


Figura 52. Largo máximo de talos para el alga roja *Callophyllis conceptionensis* durante los 18 muestreos.

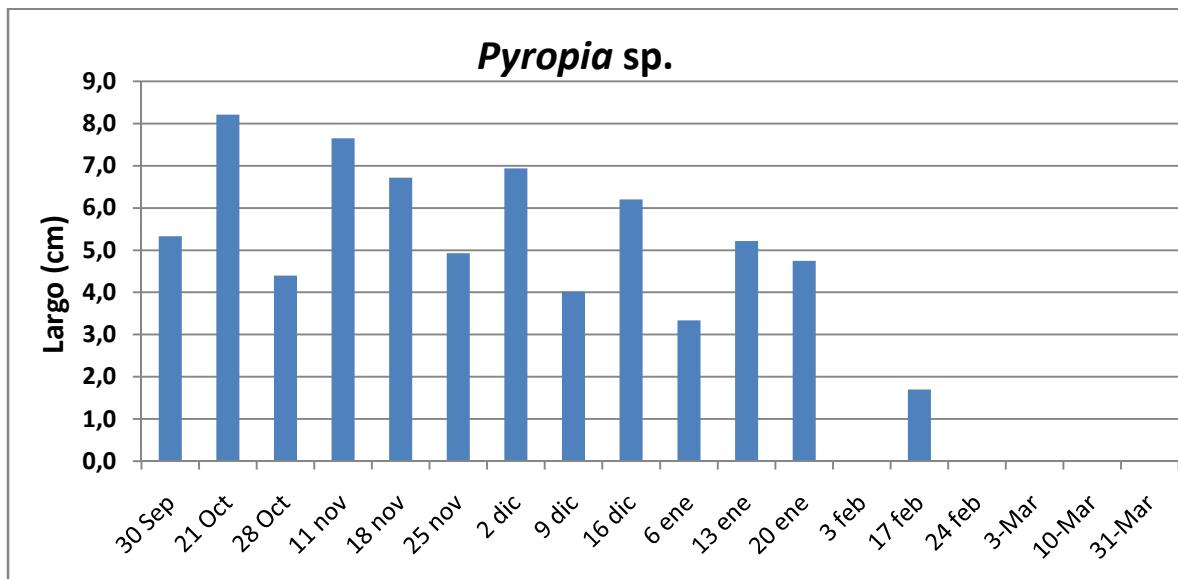


Figura 53. Largo máximo de talos para el alga roja *Pyropia sp* (Luche) durante los 18 muestreos.

4.3.7. Eficiencia de los filtros instalados en la captación

El análisis PERMANOVA señala además que existen diferencias estadísticas significativas entre ambos períodos de muestreo (Tabla X, Figura 54). Es decir, la comunidad algal en su conjunto, tanto en abundancia como en biomasa fue diferente entre ambos períodos de muestreo.

En relación a los índices de diversidad comunitarios, el período pre-funcionamiento de los filtros presentó en general los menores valores para Shannon-Wiener y para el índice de dominancia de Simpson (Figura 55). Este patrón se invierte en el período post-funcionamiento de los filtros. Sólo al final de todo el período de muestreo los valores tienden a ser similares a los del primer período.

Al realizar la separación de la cuantificación de las diferentes especies de algas encontradas en los canastillos, se observa que el porcentaje promedio total de ocurrencia disminuyó de 45,7% a 29,3%. Algunas especies de tamaños menores a 5 cm, sólo fue posible observarlas en el período post-funcionamiento de los filtros, éstas fueron: el alga verde *Ulva* forma *Enteromorpha*, las algas pardas *Hincksia mitchelliae* y *Scytoniphon lomentaria* y las algas rojas *Ceramium rubrum* y *Polysiphonia* sp. Cabe destacar además, que una vez instalados los filtros, varias especies no se encontraron en los canastillos (n=10), entre ellas la especie de importancia comercial *Durvillaea antarctica* (Cochayuyo), mientras que otras especies disminuyeron su ocurrencia en forma considerable: *Mazzaella laminarioides* (luga), *Macrocystis pyrifera* (Huiro), *Pyropia* sp. (Luche), entre otras. Los valores de porcentaje de ocurrencia para cada especie son detallados en las Tabla XI y los valores de eficiencia para abundancia y biomasa para cada una de las especies se detalla en

la Tabla XII. El detalle de los valores de abundancia y biomasa obtenidos por especie en relación al volumen de agua de mar filtrado por período de muestreo se entrega en el ANEXO I.

Finalmente, las longitudes de las algas más abundantes disminuyeron considerablemente luego de la instalación de los filtros. En promedio para todas las algas colectadas en los períodos pre-funcionamiento de filtros se determinó una longitud de 13,7 cm, mientras que la longitud de las algas en los períodos post-funcionamiento de filtros fue de 0,6 cm. Una vez instalados los filtros, para el alga verde *Ulva* sp., la longitud promedio se redujo de 13,2 cm a 3,7cm, para el alga roja *Halymenia* sp. la longitud promedio disminuyó de 10,0 cm a 0,6 y para el alga roja de importancia comercial *Sarcophala crispata* (Luga Negra) los valores promedios de longitud del talo disminuyeron de 16,6 cm a 1,0 (Figuras 56 a 58). Por su parte la eficiencia total respecto a las biomassas totales se señala en la Figura 59, dando cuenta de un valor de 99,2% entre los períodos pre y post-filtros.

Tabla X. Resultados análisis PERMANOVA. El diseño estadístico consistió en comparar los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros. Cada período constó de 9 muestreos independientes. Los datos corresponden a presencia-ausencia y biomasa de cada una de las especies estandarizadas semanalmente.

Fuente	gl	SCE	CME	Pseudo- <i>F</i>	<i>P</i> (perm)	Permutaciones únicas
Abundancia de especies						
Período	1	17922	17922	6,6093	0,0001	8115
Residuos	16	43387	2711,7			
Total	17	61309				
Biomasa de especies						
Período	1	12806	12806	8,09552	0,0001	8160
Residuos	16	25310	1581,9			
Total	17	38115				

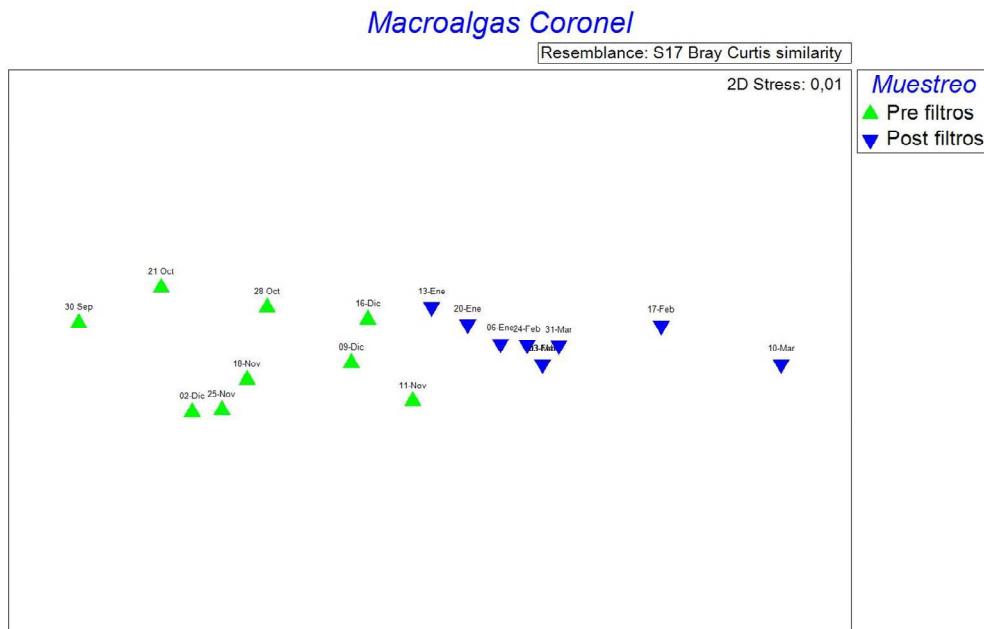
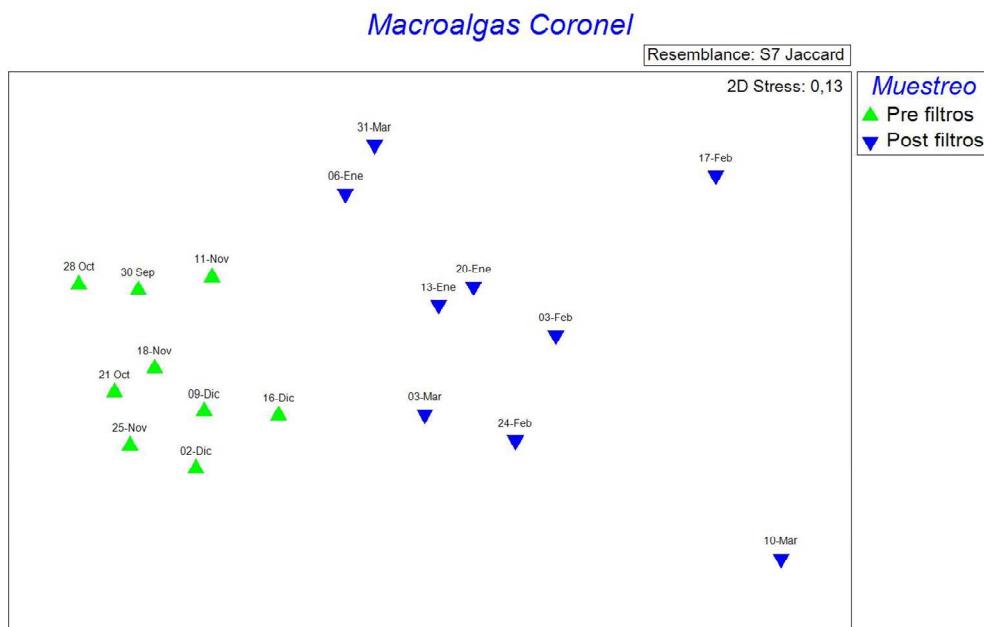


Figura 54. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS), estimado a partir del índice de similitud Bray-Curtis para valores de presencia-ausencia (arriba) y biomasa (abajo) estandarizados semanalmente.

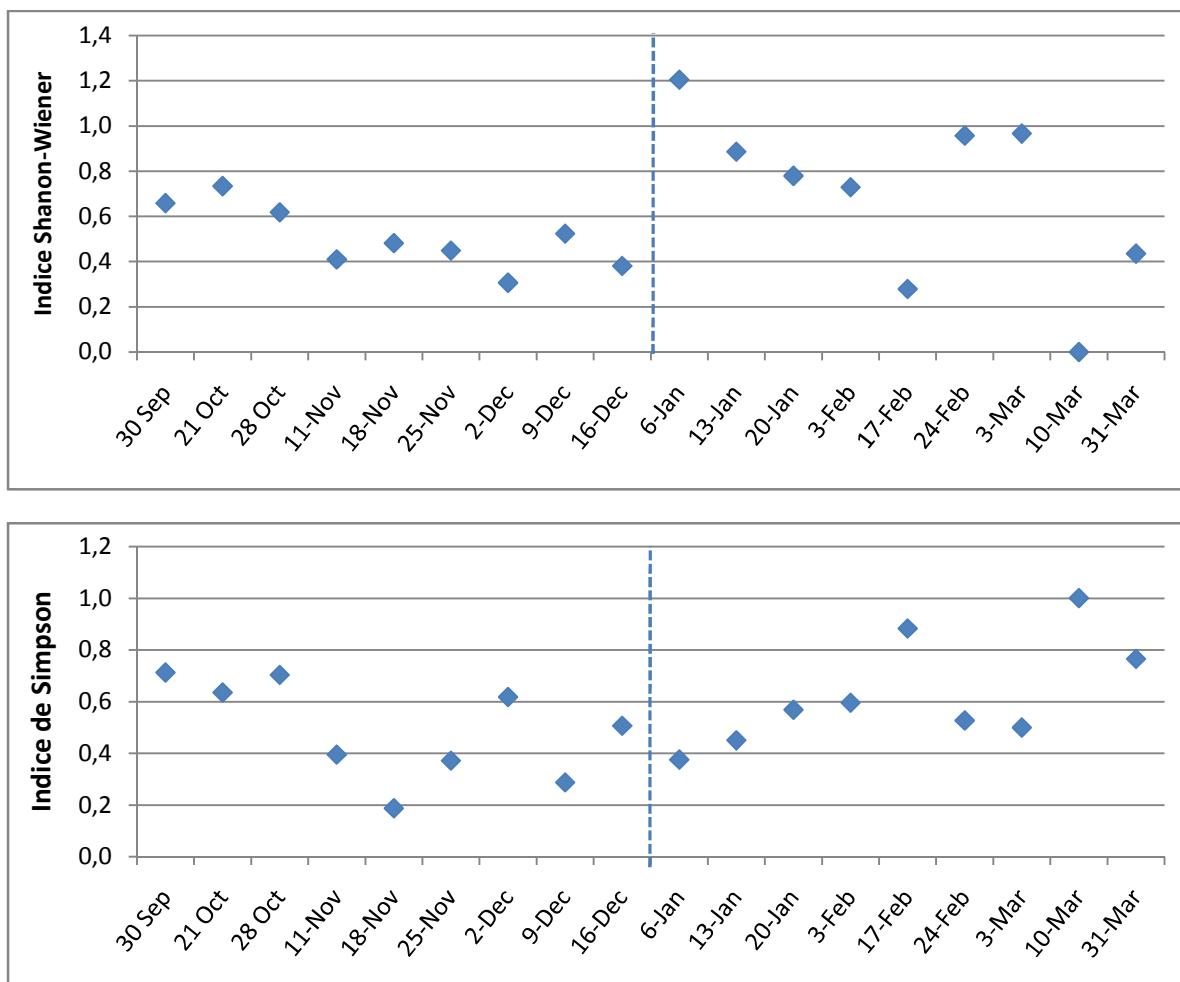


Figura 55. Índices de diversidad comunitarios registrados durante los períodos de muestreo pre y post-funcionamiento de los filtros. La línea segmentada separa los períodos pre y post-filtros

Tabla XI. Listado de especies de macroalgas registradas para todo el período de muestreo. Se señala el porcentaje de ocurrencia para los períodos pre, post filtros y total.

División/Clase	Especie	Porcentaje de Ocurrencia (%)		
		Pre-Filtro	Post-Filtro	Total
Chlorophyta	<i>Ulva</i> forma <i>Enteromorpha</i>	0,0	66,7	33,3
	<i>Ulva</i> sp.	100,0	100,0	100,0
Phaeophyceae	<i>Desmarestia ligulata</i>	77,8	0,0	38,9
	<i>Durvillaea antarctica</i>	22,2	0,0	11,1
	<i>Hincksia mitchelliae</i>	0,0	22,2	11,1
	<i>Macrocystis pyrifera</i>	100,0	77,8	88,9
	<i>Petalonia binghamiae</i>	33,3	88,9	61,1
	<i>Scytoniphon lomentaria</i>	0,0	11,1	5,6
Rhodophyta	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>	77,8	22,2	50,0
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,0	33,3	16,7
	<i>Callophyllis concepcionensis</i>	66,7	33,3	50,0
	<i>Callophyllis macrostiolata</i>	88,9	44,4	66,7
	<i>Callophyllis variegata</i>	100,0	11,1	55,6
	<i>Ceramium rubrum</i>	0,0	77,8	38,9
	<i>Chondrachanthus chamussoi</i>	11,1	11,1	11,1
	<i>Delesseriaceae</i>	22,2	0,0	11,1
	<i>Gelidium</i>	11,1	22,2	16,7
	<i>Grateloupia doryphora</i>	88,9	0,0	44,4
	<i>Grateloupia</i> sp.	22,2	22,2	22,2
	<i>Grateloupia</i> sp1	66,7	0,0	33,3
	<i>Grateloupia</i> sp4	33,3	0,0	16,7
	<i>Halymenia</i> sp.	88,9	11,1	50,0
Phycodrys	<i>Halymeniaceae</i>	22,2	22,2	22,2
	<i>Kallymeniaceae</i>	33,3	55,6	44,4
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	66,7	33,3	50,0
	<i>Mazzaella membranacea</i>	88,9	44,4	66,7
	<i>Phycodrys quercifolia</i>	33,3	22,2	27,8
	<i>Polysiphonia</i> sp.	0,0	55,6	27,8
	<i>Pyropia</i> sp.	100,0	88,9	94,4
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	44,4	0,0	22,2
	<i>Rhodymenia coccocarpa</i>	22,2	0,0	11,1
	<i>Rhodymenia</i> sp	44,4	11,1	27,8
Florideophyceae	<i>Florideophyceae</i>	0,0	22,2	11,1
	<i>Salishia chilensis</i>	55,6	0,0	27,8
	<i>Sarcothalia crispata</i>	100,0	44,4	72,2
	<i>Schizymenia binderi</i>	22,2	0,0	11,1

Tabla XII. Resultados de porcentajes de eficiencia en abundancia y biomasa para cada una de las especies de macroalgas identificadas en todo el período de estudio. Los datos utilizados para el cálculo de eficiencia corresponden a valores estandarizadas semanalmente y sumados para todo el período pre y post instalación de los filtros. (*) corresponde a especies con mayores valores de abundancia y/o biomasa post-filtros, (**) corresponde a especies no registradas pre-filtros y si registradas post-filtros, (***) corresponde a especies que sólo se cuantificó la abundancia.

División/Clase	Especie	Abundancia			Biomasa		
		Pre-Filtro	Post-Filtro	Eficiencia	Pre-Filtro	Post-Filtro	Eficiencia
Chlorophyta	<i>Ulva forma Enteromorpha</i>	0	1962	**	0,000	73,075	**
	<i>Ulva sp. (Lechuga de Mar)</i>	17747	8584	51,6	72240,441	1416,816	98,0
Phaeophyceae	<i>Desmarestia ligulata</i>	82	0	100	625,245	0,000	100
	<i>Durvillaea antarctica</i>	0	0	***	476,058	0,000	100
Rhodophyta	<i>Hincksia mitchelliae</i>	0	142	**	0,000	15,036	**
	<i>Macrocystis pyrifera (Huilo)</i>	229	0	100	4363,786	52,863	98,7
	<i>Petalonia binghamiae</i>	23	999	**	34,683	95,869	**
	<i>Scytoniphon lomentaria</i>	0	0	***	0,000	0,782	**
	<i>Ahnfeltiopsis durvillei (Liquen Gomoso)</i>	182	0	100	174,697	0,964	99,4
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0	2	**	0,000	0,184	**
	<i>Callophyllis concepcionensis</i>	653	21	96,7	2442,645	1,365	99,9
	<i>Callophyllis macrostiolata</i>	1748	0	100	3912,095	3,343	99,9
	<i>Callophyllis variegata (Carola)</i>	2996	0	100	7083,403	0,392	99,9
	<i>Ceramium rubrum</i>	2	5	*,	0,000	6,068	**
	<i>Chondrachanthus chamaissoides (Chicoreo)</i>	9	0	100	9,317	0,023	99,7
	<i>Delleseriaceae</i>	0	0	***	32,895	0,000	100
	<i>Gelidium sp. (Chasca)</i>	5	0	100	0,513	0,273	46,8
	<i>Grateloupia sp.</i>	299	2	99,2	4065,273	0,000	100
	<i>Grateloupia doryphora</i>	2100	0	100	3007,447	1,148	99,9
	<i>Grateloupia sp1</i>	240	0	100	7504,614	0,000	100

<i>Grateloupia sp4</i>	490	0	100	881,580	0,000	100
<i>Halymenia sp.</i>	111680	2	100	222361,91	3,274	100
<i>Halymeniaceae</i>	7	0	100	27,932	2,368	91,5
<i>Kallymeniaceae</i>	310	5	98,5	353,810	6,906	98,0
<i>Mazzaella laminarioides</i> (Luga Cuchara)	168	2	98,6	420,231	3,390	99,1
<i>Mazzaella membranacea</i> (Luga Luga)	278	2	99,1	1227,637	8,990	99,2
<i>Phycodris quercifolia</i>	2	0	100	24,008	7,463	68,9
<i>Polysiphonia sp.</i>	0	2	**	0,000	2,108	**
<i>Pyropia sp.</i>	1538	56	96,3	2520,614	29,314	98,8
<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	26	0	100	19,285	0,000	100
<i>Rhodymenia coccocarpa</i>	28	0	100	283,717	0,000	100
<i>Rhodymenia sp.</i>	98	2	97,6	250,843	0,196	99,9
<i>Florideophyceae</i>	0	0	***	0,000	3,029	**
<i>Salishia chilensis</i>	91	0	100	526,946	0,000	100
<i>Sarcothalia crispata</i> (Luga Negra)	1619	2	99,8	11512,492	6,043	99,9
<i>Schizymenia binderi</i>	23	0	100	45,596	0,000	100

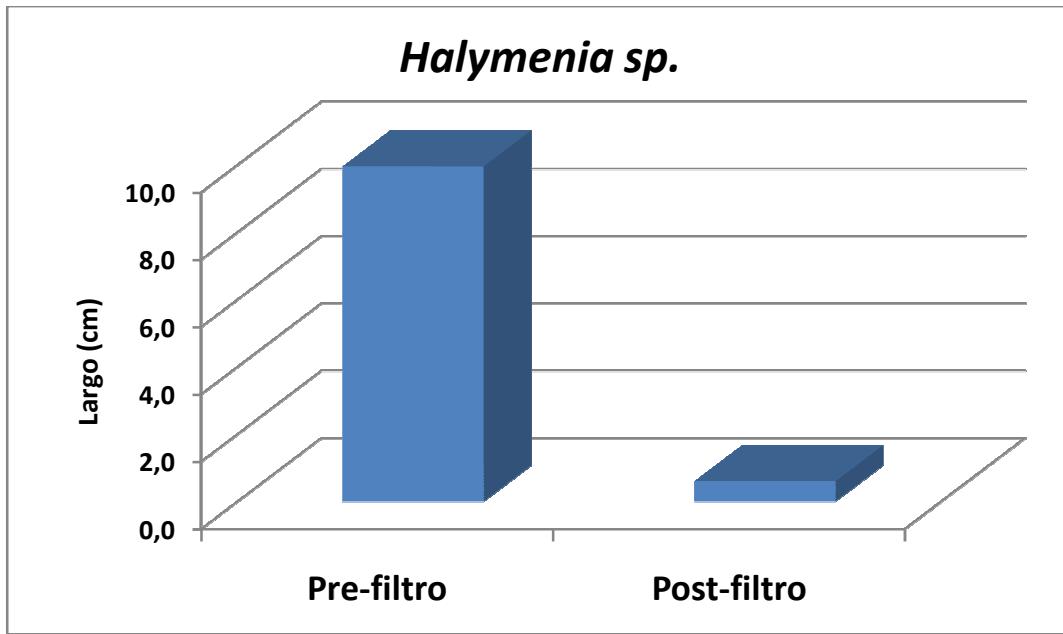


Figura 56. Largo máximo de talos para el alga roja *Halymenia* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

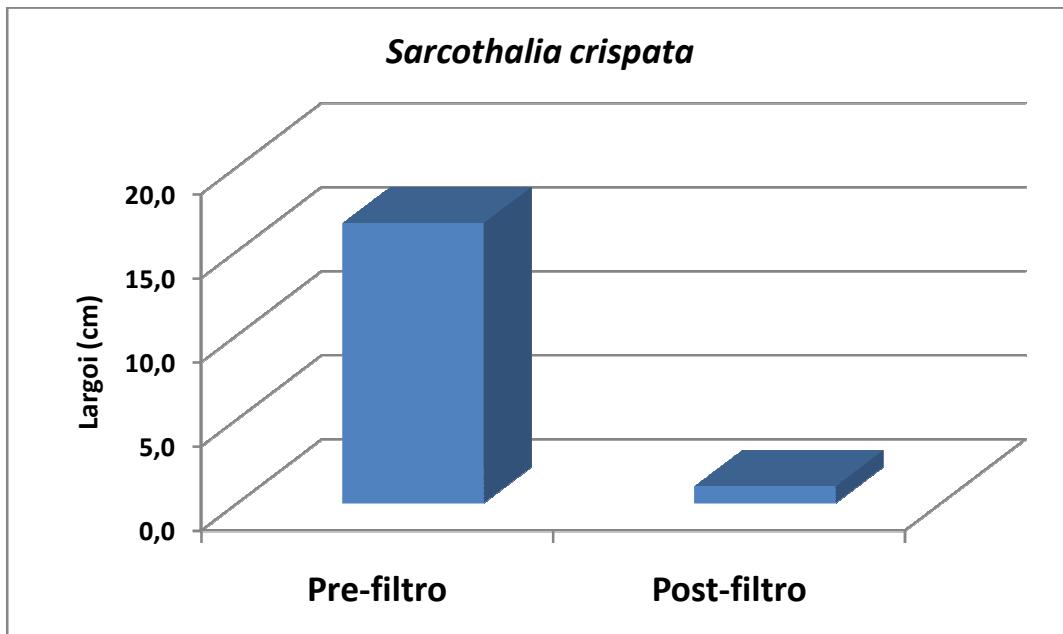


Figura 57. Largo máximo de talos para el alga roja *Sarcothalia crispata* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

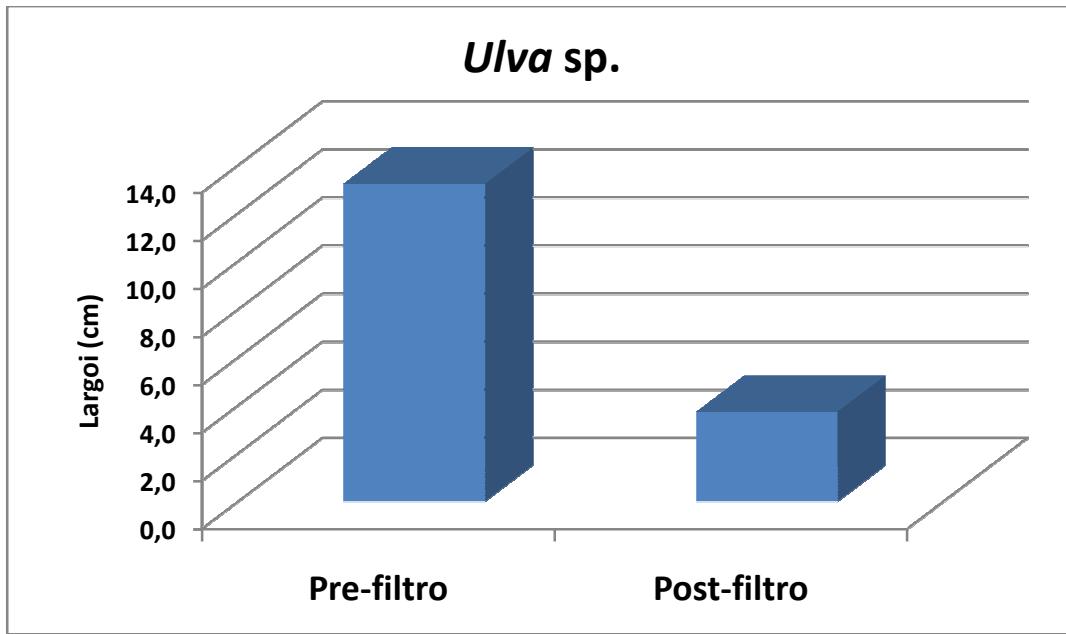


Figura 58. Largo máximo de talos para el alga verde *Ulva sp.* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

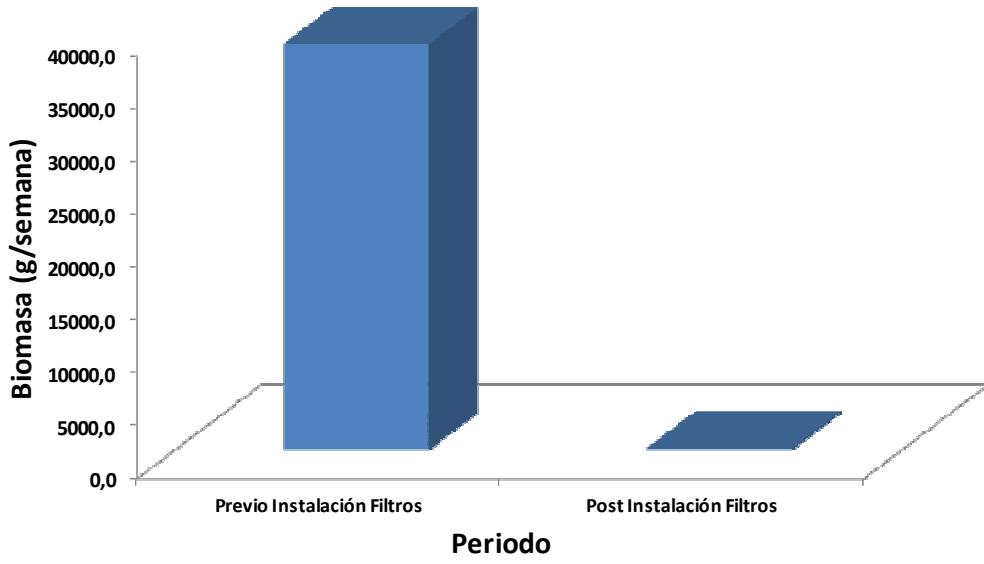


Figura 59. Eficiencia total para las macroalgas señalando la biomasa (g/semana) en los períodos pre y post-filtro.

5. Discusión y conclusiones

5.1. Discusión Macrofauna

Pre-instalación de los filtros, en promedio, el canastillo acumuló 21.915 (ind/día), equivalente a 31,4 (kg/día). Post-instalación de los filtros, la abundancia promedio disminuyó a 372 (ind/día) y a una biomasa de 0,27 (kg/día). En términos generales esto da cuenta de una eficiencia total para la macrofauna de un 98,3% en abundancia y de un 99,2% en biomasa, además de una disminución de los tamaños corporales promedios retenidos en el canastillo desde 40-50 mm a 10-20 mm.

Para el total de especies de macrofauna (número o riqueza de especies), el 36,1% disminuyó en un 100% su retención, esto es que luego de instalados los filtros, estas especies nunca volvieron a ingresar y sólo cuatro presentaron una eficiencia menor al 50%. Estos valores indican que para la mayoría de las especies el sistema de filtros ha sido exitoso, disminuyendo significativamente su retención, tanto en biomasa como en abundancia. Además, tanto la composición específica como el número de especies presentaron cambios significativos entre los períodos pre y post-funcionamiento de los filtros. La disminución en la presencia de individuos de algunas especies da cuenta de una eficiencia de 100% para algunos grupos de taxa, especialmente para el grupo de los peces. Esto ha configurado una diferencia comunitaria en los organismos que están siendo retenidos después de la instalación de los filtros en la bocatoma, los cuales corresponden principalmente a crustáceos de pequeño tamaño (i.e. juveniles y megalopas) y mitilidos. En particular es la especie *Semimytilus algosus* quien está dando cuenta al final del período de estudio el mayor aporte en abundancia, biomasa y restos de conchas.

Con la información disponible a la fecha (18 muestreos) se pueden sacar algunas conclusiones de forma general y descriptiva. Del total de especies que se encontraron a lo largo del periodo de estudio completo (83), hubo algunas que representan mayor importancia en términos de abundancia (ind/7 días) promedio y biomasa promedio (g/7 días). Estas especies, además de ser las más abundantes, estuvieron presentes durante todo el periodo de estudio (algunas de ellas, sin embargo, solamente durante el período pre-funcionamiento de los filtros, Ver Tabla IV), sugiriendo que corresponderían a las “especies dominantes” de la comunidad para estas épocas del año en Bahía Coronel. En los muestreos realizados en el periodo pre-instalación de los filtros, la macrofauna estuvo dominada por las especies *Prolatilus jugularis*, *Normanichthys crockeri*, *Semimytilus algosus*, *Leptonotus blainvilleanus* y Estomatópodo sp1, en abundancia y biomasa. Post-instalación de los filtros, la macrofauna estuvo dominada fuertemente por la especie *Semimytilus algosus*, tanto en abundancia como en biomasa, eso sí, con valores muy por debajo a los registrados en el período pre-filtros.

Algunos antecedentes de las especies dominantes son los siguientes:

(1) *Semimytilus algosus* (mejillón): Habita en ambientes intermareales rocosos, hasta los 13 m de profundidad. Se distribuye desde Manta, Ecuador (00°56'S; 80°44'O) al Golfo de Arauco en Chile (37°02'S: 73°32'O) (Guzmán *et al.*, 1998). Vive asociado a discos adhesivos de grandes algas pardas y comúnmente adherida a las balsas de cultivo de mitílidos. Es un bivalvo filtrador muy común en las costas de chile centro-sur, pero últimamente se ha manifestado una disminución de sus poblaciones en algunas regiones costeras (Guzmán *et al.*, 1998).

(2) *Prolatilus jugularis* (blanquillo o cabrilla): es un pez característico de la zona litoral, importante en la pesquería artesanal del país (Moreno & Flores, 2002). Se observa en cardúmenes, cerca de fondos rocosos y arenosos, se alimenta principalmente de invertebrados bentónicos (crustáceos, poliquetos), sin embargo, también puede atrapar peces pequeños (Mann, 1954). Se encuentra entre Antofagasta y Puerto Montt, siendo estos límites eventualmente sobrepasados (Moreno & Castilla, 1976). Es un pez típico de las aguas costeras de la VIII Región, incluidas la bahías (Hernández-Miranda *et al.*, 2009, Hernández-Miranda *et al.*, 2010, Hernández-Miranda *et al.*, 2012, Hernández-Miranda *et al.*, 2014).

(3) *Normanichthys crockeri* (mote): Pequeño pez pelágico endémico del Pacífico Sur Oriental. Se alimentan principalmente de copépodos y son a su vez, componente de la dieta de otros peces, aves y mamíferos marinos, lo que le otorga una alta importancia ecológica y económica (Landaeta *et al.*, 2010). Es un pez típico de las aguas costeras de la VIII Región, incluidas la bahías (Hernández-Miranda *et al.*, 2009, Hernández-Miranda *et al.*, 2010, Hernández-Miranda *et al.*, 2012, Hernández-Miranda *et al.*, 2014).

(4) *Leptonotus blainvilleanus* (caballito de mar): Es un pez de cuerpo alargado que presenta una amplia distribución geográfica (sur de Perú – Tierra del Fuego). Vive asociado a algas y se alimenta principalmente de crustáceos. A pesar de que no se conoce su estado de conservación, las actividades extractivas de recursos hidrobiológicos litorales y la contaminación del hábitat presentan un amenaza para las poblaciones de este pez. También es un pez típico de las aguas costeras de la VIII Región, incluida las bahías (Hernández-Miranda *et al.*, 2009, Hernández-Miranda *et al.*, 2010, Hernández-Miranda *et al.*, 2012, Hernández-Miranda *et al.*, 2014).

(5) Estomatopodo sp1: Los estomatópodos (orden Stomatopoda) forman un grupo relativamente pequeño dentro de la clase Crustacea (Salgado-Barragán & Hendrickx, 2010). Constituyen el único orden viviente dentro del superorden Hoplocarida, con aproximadamente 450 especies de hábitos depredadores activos, que se distribuyen en ambientes marinos y en ocasiones estuarinos, de las regiones tropicales, subtropicales y templadas, a profundidades que van desde la zona intermareal hasta los 1000 m, lo que los convierte en un componente importante dentro de los ecosistemas bentónicos marinos (Manning, 1995).

5.2. Discusión Macroalgas

Se identificaron un total de 36 especies de macroalgas durante los 18 muestreos. De las algas encontradas, 10 corresponden a especies de importancia comercial. Las algas rojas son aquellas que proporcionalmente se encontraron en mayor biomasa y número. La especie de alga roja *Halymenia* sp. fue la que se presentó en mayor biomasa y número. Se encontró material reproductivo para 16 de las 36 especies colectadas en el canastillo. Se contabilizó un total de 67321 ejemplares con disco adhesivo.

Existe una alta variabilidad en el número de especies y biomasa de algas encontradas durante los muestreos, por lo que no se puede establecer un patrón claro de colectas. Sin embargo, de acuerdo al total del período de muestreo resulta evidente la disminución de la riqueza de especies, la abundancia y la biomasa para las algas posterior a la instalación de los filtros. Para el total de especies de algas, el 27,7% disminuyó en un 100% su retención. La abundancia total de algas disminuyó de 61146 ejemplares en el

periodo pre-funcionamiento de los filtros a 6175 ejemplares en el periodo post-filtro (eficiencia de 89,90 %). Para el caso de la biomasa colectada disminuyó de 148,57 Kg previo a la instalación de filtros a 1,15 Kg una vez instalados los filtros (eficiencia de 99,23%). A su vez el promedio la longitud de las algas disminuyó de 13,7 cm a 0,6 cm luego de la instalación de los filtros. La cuantificación de algas muestra que sólo especies de menor longitud a 5 cm ingresan al canastillo posterior al funcionamiento de los filtros, asimismo aumenta la incidencia de algas pequeñas filamentosas (*Hincksia mitchelliae*, *Ceramium rubrum* y *Polysiphonia* sp.). La proporción de especies de algas de importancia comercial disminuye en forma considerable durante todo el período de muestreo, encontrándose muchas de ellas ausentes en el periodo post-funcionamiento de los filtros, particularmente el alga parda *Durvillaea antarctica* (Cochayuyo) disminuyó en un 100% su retención. De esta forma los resultados muestran que para la mayoría de las especies algales el sistema de filtros ha sido exitoso.

5.3. Conclusiones generales

La instalación y puesta en marcha del sistema de filtros ha disminuido sustancialmente la biomasa de macrofauna y macroalgas retenida en el canastillo de la zona de Intake. Para la abundancia y biomasa total de organismos de macrofauna la eficiencia de los filtros ha sido de un 98,3 % y 99,2%, respectivamente, mientras que para la biomasa total de macroalgas la eficiencia de los filtros ha sido de un 99,23%.

6. Referencias

- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR (2008) PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth.
- Arancibia H (1992) Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. Biología Pesquera 21:43-53.
- Bernal C, Canales M, Ctasti V, Sepúlveda A, Ruiz P, Alarcón R, Nuñez S, Oyarzún C, Gacitúa S, Claramunt G, Herrera G (2004) Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-06.
- Castillo G, Muñoz H, González H, Bernal P (1991) Daily analysis of abundance and size variability of fish larvae in relation to oceanic water intrusions in coastal areas. Biología Pesquera 20:21-35.
- Clarke KR, Warwick RM (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth.
- Cubillos L, Nuñez S, Oliva J, Claramunt G, Oyarzún C, Castro L, Roa R, Rebolledo H (2003) Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X regiones, año 2002. Informe Final Proyecto FIP 2002-14.
- Cubillos L, Castro L, Oyarzún C (2005) Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. Informe final Proyecto FIP 2004-03. Universidad de Concepción, Departamento de Oceanografía. 136 pp.
- Guzmán N, Saá S, Ortíeb L (1998) Catálogo Descriptivo de los Moluscos Litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23°S (Chile). Estudios Oceanológicos 17:17-86.
- Hanson Ch, White J, Hiram W (1977) MFR Paper 1266. From Marine Fisheries Review, Vol. 39, No. 10, October 1977. User Services Branch, Environmental Science Information Center, NOAA, Rockville, MD 20852. Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.
- Hernández-Miranda EH, Veas R, Labra FA, Araneda A, Carrasco FD, Salamanca M, Rojas JM, Fariña JM, Quiñones RA (2009) Biodiversidad del ecosistema costero adyacente a la desembocadura del río Itata. Pag. 143-159. En: La Cuenca Hidrográfica del Río Itata. Aportes Científicos para su Gestión sustentable. Parra O, Castilla JC, Romero H, Quiñones RA & Camaño A. Eds. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 389 pp.
- Hernández-Miranda E, Quiñones, RA, Aedo G, Valenzuela A, Mermoud N, Román C, Yañez F (2010) A major fish stranding caused by a natural hypoxic event in a shallow bay of the eastern South Pacific Ocean. Journal of Fish Biology 76:1543-1564.

Hernández-Miranda E, Veas R, Labra FA, Salamanca M, Quiñones RA (2012) Response of the epibenthic macrofaunal community to a strong upwelling-driven hypoxic event in a shallow bay of the southern Humboldt Current System, *Marine Environmental Research* 79:16-28.

Hernández-Miranda E, Cisterna J, Díaz-Cabrera E, Veas R, Quiñones RA (2014). Epibenthic macrofaunal community response after a mega-earthquake and tsunami in a shallow bay off central-south Chile. *Marine Biology* 161:681-696.

Jiang Z, Zeng J, Chen Q, Huang Y, Liao Y, Xu X, Zheng P (2009) Potential impact of rising seawater temperature on copepods due to coastal power plants in subtropical areas. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368:196-201.

Landaeta MF, Inostroza PA, Ramírez A, Soto-Mendoza S, Castro LR (2010) Distribution patterns, larval growth and hatch dates of early stages of the mote sculpin *Normanichthys crockeri* (Scorpaeniformes, Normanichthyidae) in the upwelling ecosystem off central Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(1):575-588.

Langford TEL (1990) Ecological effects of thermal discharges. Elsevier Applied Science Publishers, London.

Manning RB (1995) Stomatopod Crustacea of Vietnam: The legacy of Raoul Serène. *Crustacean Research*, The Carcinological Society of Japan, Tokyo. Special Number 4. 339 p.

Mann G (1954) Vida de los Peces en Aguas Chilenas. Ministerio de Agricultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 342 pp.

Menares B, Sepúlveda J (2005) Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas* 33: 91-100.

Moreno C, Castilla JC (1976) Guía para el reconocimiento y observación de Peces de Chile, Expedición a Chile. Editorial Nacional Gabriela Mistral. Chile. 120 pp.

Moreno M, Flores H (2002) Contenido estomacal de *Cheilodactylus variegatus* valenciennes 1833, *Pinguipes chilensis* valenciennes 1833 y *Prolatilus jugularis* valenciennes 1833 en Bahía de la herradura, Coquimbo, durante primavera del 2001. *Gayana (Concep.)* vol.66, n.2.

Nieder WC (2010) The Relationship between Cooling Water Capacity Utilization, Electric Generating Capacity Utilization, and Impingement and Entrainment at New York State Steam Electric Generating Facilities. New York State Department of Environmental Conservation Technical Document. Albany, NY. July 2010.

Parada C, Sobarzo M, Figueroa D, Castro L (2001) Circulación del Golfo de Arauco en un período de transición estacional: un nuevo enfoque. *Investigaciones Marinas* 29:11-23.

Salgado-Barragán J, Hendrickx M (2010) Clave ilustrada para la identificación de los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico oriental. Revista Mexicana de Biodiversidad 81:S1-S49.

Yannicelli B, Castro L, Valle-Levinson A, Atkinson L, Figueroa D (2006) Vertical distribution of decapod larvae in the entrance of an equatorward facing bay of central Chile: implications for transport. Journal of Plankton Research 28:19-37.

7.1. ANEXO I

**VALORES DE ABUNDANCIA Y
BIOMASA PARA MACROFAUNA Y
MACROALGAS ESTANDARIZADOS A
VOLUMEN DE AGUA DE MAR
FILTRADA**

Tabla Ia. Valores de abundancia y biomasa para cada una de las especies de peces identificadas en todo el período de estudio. Los datos corresponden a valores obtenidos para el total del volumen de agua de mar filtrada para todo el período pre y post instalación de los filtros, estandarizada a 1.000 y 10.000 m³ para abundancia y biomasa, respectivamente. (*) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Abundancia		Biomasa	
	Pre-filtro (N/1000m ³)	Post-filtro (N/1000m ³)	Pre-filtro (kg/10000m ³)	Post-filtro (kg/10000m ³)
<i>Heptapterus sp</i>	0,00019	0	0,000005	0
<i>Mordacia lapicida</i>	0,00051	0	0,000030	0
<i>Schroederichthys chilensis</i>	0,00078	0	0,000396	0
<i>Aphos porosus</i>	0,07614	0,000486	0,007224	0,0000005
<i>Ethmidium maculatum</i>	0,00033	0	0,000078	0
<i>Strangomera bentincki</i>	0,00038	0	0,000003	0
<i>Engraulis ringens</i>	0,00143	0	0,000075	0
<i>Genypterus maculatus</i>	0,00031	0	0,000014	0
<i>Genypterus blacodes</i>	0,00031	0	0,000252	0
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	0,06366	0,004405	0,001332	0,0001305
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,00511	0	0,000018	0
<i>Myxodes sp</i>	0,00030	0,000047	0,000002	0,0000007
<i>Eleginops maclovinus</i>	0,00964	0	0,000277	0
<i>Ophiogobius sp</i>	0,00049	0	0,000005	0
<i>Calliclinus nudiventris</i>	0,00047	0	0,000118	0
<i>Pinguipes chilensis</i>	0,00468	0,000076	0,000151	0,0000041
<i>Prolatilus jugularis</i>	7,82697	0,000627	0,114057	0,0000031
<i>Stromateus stellatus</i>	0,00095	0	0,000091	0
<i>Cilus gilberti</i>	0,00005	0	0,000008	0
<i>Helcogrammoides sp</i>	0,00856	0,000184	0,000027	0,0000014
<i>Paralichthys adspersus</i>	0,00151	0	0,001141	0
<i>Agonopsis chiloensis</i>	0,08961	0,000155	0,000892	0,0000007
<i>Congiopodus peruvianus</i>	0,00078	0,000078	0,000051	0,0000016
<i>Normanichthys crockeri</i>	4,91591	0,005324	0,045075	0,0001068
<i>Sebastes capensis</i>	0,01367	0,000617	0,000286	0,0000060
<i>Leptonotus blainvilleanus</i>	1,77459	0,023197	0,023875	0,0000470
<i>Odontesthes sp</i>	0,00656	0,000030	0,000371	0,0000001
<i>Sicyases sanguineus</i>	0,00017	0,000266	0,000070	0,0000006
<i>Sindoscopus australis</i>	0,00007	0	0,000003	0
<i>Bovichtus chilensis</i>	0,00007	0	0,000030	0
Pez sin identificar sp1	0,00052	0	0,000004	0
Pez sin identificar sp3	0,00003	0	0,000004	0

Tabla Ib (continuación). Valores de abundancia y biomasa para cada una de las especies de moluscos identificadas en todo el período de estudio. Los datos corresponden a valores obtenidos para el total del volumen de agua de mar filtrada para todo el período pre y post instalación de los filtros, estandarizada a 1.000 y 10.000 m³ para abundancia y biomasa, respectivamente. (*) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Abundancia		Biomasa	
	Pre-filtro (N/1000m ³)	Post-filtro (N/1000m ³)	Pre-filtro (kg/10000m ³)	Post-filtro (kg/10000m ³)
<i>Crepidatella dilatata</i>	0,01651	0,001030	0,000161	0,0000221
<i>Argobuccinum ranelliforme</i>	0,00145	0,000380	0,000018	0,0000012
<i>Acanthina monodon</i>	0,00546	0,004858	0,000086	0,0000795
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0,00008	0,000340	0,000002	0,0000032
<i>Xanthochorus sp</i>	0,00003	0,000035	0,000001	0,000001
<i>Chorus giganteus</i>	0	0,000128	0	0,000009
<i>Nassarius dentifer</i>	0,00014	0,000192	0,000002	0,0000025
<i>Fissurella sp</i>	0,00072	0	0,000041	0
<i>Prisogaster niger</i>	0	0,000035	0	0,000001
<i>Entodesma cuneata</i>	0,00075	0,000015	0,000005	0,0000001
<i>Aulacomya atra</i>	0,00268	0,000927	0,000109	0,0000183
<i>Choromytilus chorus</i>	0,00110	0,001167	0,000045	0,0000380
<i>Mytilus edulis platensis</i>	0,00663	0,003972	0,000323	0,0000749
<i>Perumytilus purpuratus</i>	0,00215	0,002895	0,000091	0,0000706
<i>Semimytilus algosus</i>	2,99786	0,281802	0,051953	0,0016969
<i>Eurhomalea rufa</i>	0,00127	0	0,000003	0
<i>Petricola sp</i>	0,00345	0,001526	0,000085	0,0000255
<i>Mulinia edulis</i>	0	0,000113	0	0,0000002
<i>Chaetopleura benaventei</i>	0,00280	0,000832	0,000066	0,0000202
<i>Loligo sp</i>	0,04366	0,000015	0,003425	0,0000015
<i>Robsonella sp</i>	0,04715	0,000349	0,007798	0,0000599

Tabla Ic (continuación). Valores de abundancia y biomasa para cada una de las especies de crustáceos identificadas en todo el período de estudio. Los datos corresponden a valores obtenidos para el total del volumen de agua de mar filtrada para todo el período pre y post instalación de los filtros, estandarizada a 1.000 y 10.000 m³ para abundancia y biomasa, respectivamente. (*) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

Especie	Abundancia		Biomasa	
	Pre-filtro (N/1000m ³)	Post-filtro (N/1000m ³)	Pre-filtro (kg/10000m ³)	Post-filtro (kg/10000m ³)
<i>Pseudocoryistes sicarius</i>	1,19478	0	0,000411	0
<i>Cancer coronatus</i>	0,00113	0,000511	0,000163	0,0000021
<i>Cancer edwardsii</i>	0,00076	0,001482	0,000016	0,0000040
<i>Cancer porteri</i>	0,00005	0	0,000062	0
<i>Cancer setosus</i>	0,00446	0,001588	0,000155	0,0000097
<i>Pisoides sp</i>	0,00010	0	0,000003	0
<i>Taliepus dentatus</i>	0,00103	0,000067	0,000127	0,0000002
<i>Euryopodius latreillii</i>	0,00052	0,000071	0,000047	0,0000002
<i>Pilumnoides perlatus</i>	0,00042	0,000209	0,000009	0,0000005
<i>Ovalipes trimaculatus</i>	0	0,000064	0	0,0000002
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	0,00007	0	0,000001	0
<i>Hemigrapsus sp</i>	0,00951	0,000472	0,000419	0,0000025
<i>Paraxanthus barbiger</i>	0,00003	0	0,000001	0
<i>Emerita analoga</i>	0,00017	0	0,000001	0
<i>Rhynchocinetes typus</i>	0,18172	0,000128	0,000559	0,0000001
<i>Betaeus sp</i>	0,00759	0,001108	0,000022	0,0000033
<i>Pleuroncodes monodon</i>	0,00146	0	0,000002	0
<i>Cleantis sp</i>	0,00634	0,000304	0,000003	0,0000003
<i>Amphoroidea typa</i>	0,00019	0	0,000004	0
<i>Estomatópodo</i>	0,93698	0,001097	0,026602	0,0000028
<i>Balanus sp</i>	0	0,000602	0	0,0000047

Tabla Id (continuación). Valores de abundancia y biomasa para cada una de las otras especies identificadas en todo el período de estudio. Los datos corresponden a valores obtenidos para el total del volumen de agua de mar filtrada para todo el período pre y post instalación de los filtros, estandarizada a 1.000 y 10.000 m³ para abundancia y biomasa, respectivamente. (*) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

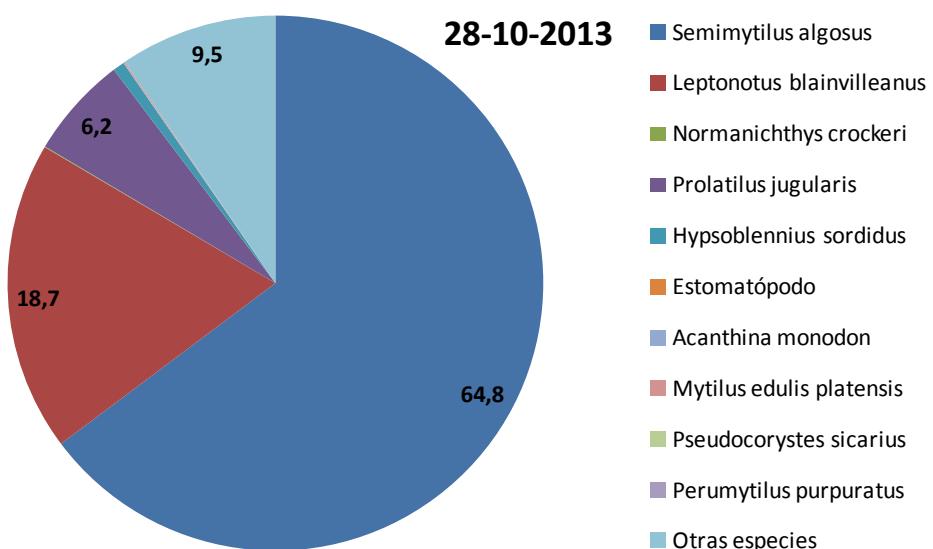
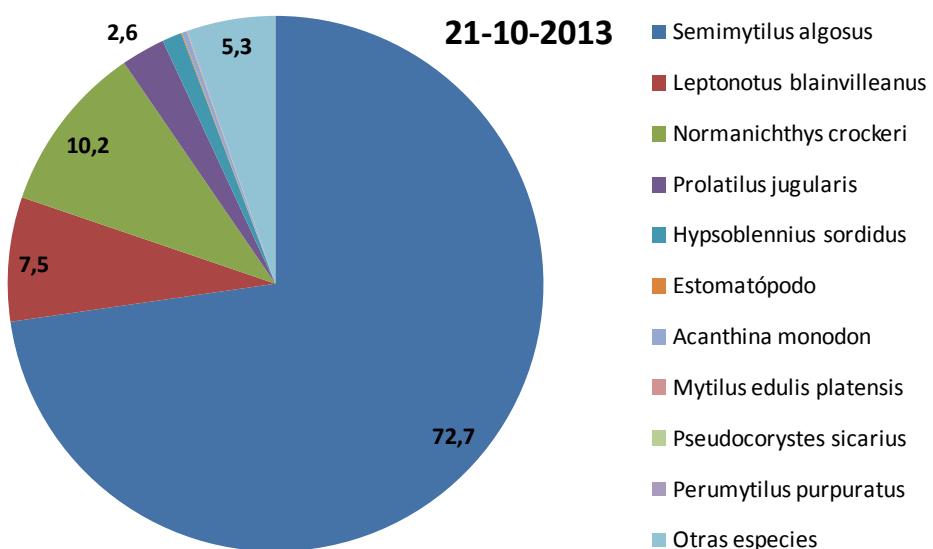
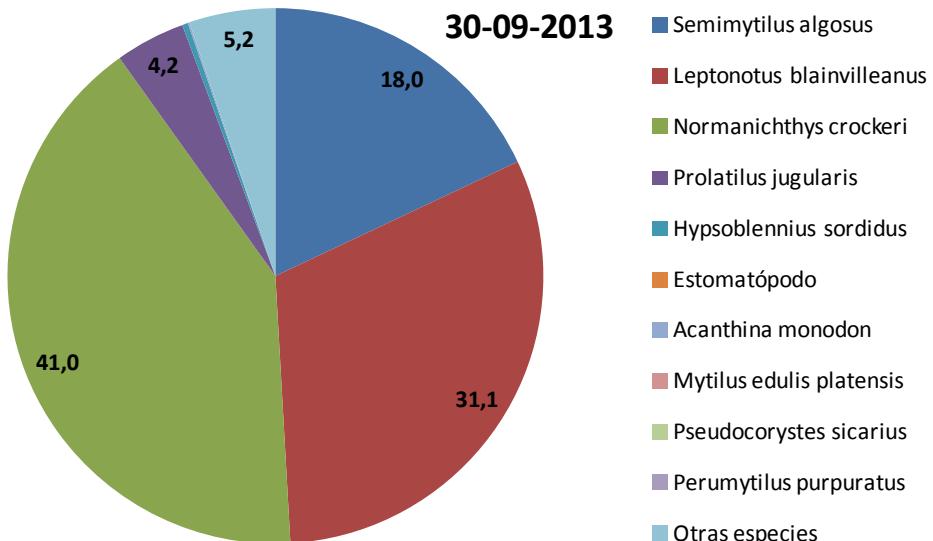
Especie	Abundancia		Biomasa	
	Pre-filtro (N/1000m ³)	Post-filtro (N/1000m ³)	Pre-filtro (kg/10000m ³)	Post-filtro (kg/10000m ³)
<i>Patiria chilensis</i>	0	0,000035	0	0,0000005
Holoturia	0,00039	0	0,000024	0
Ophiuro	0,00012	0,000172	0,000001	0,0000005
<i>Loxechinus albus</i>	0,00032	0	0,000002	0
<i>Glycera americana</i>	(*)	(*)	0,001594	0,0000450
<i>Arenicola sp</i>	(*)	0	0,000005	0
Actinia	0,00147	0,000046	0,000159	0,0000030
<i>Pyura chilensis</i>	(*)	(*)	0,000247	0,0000145
Braquiopodo	0,00325	0,000187	0,000017	0,0000013

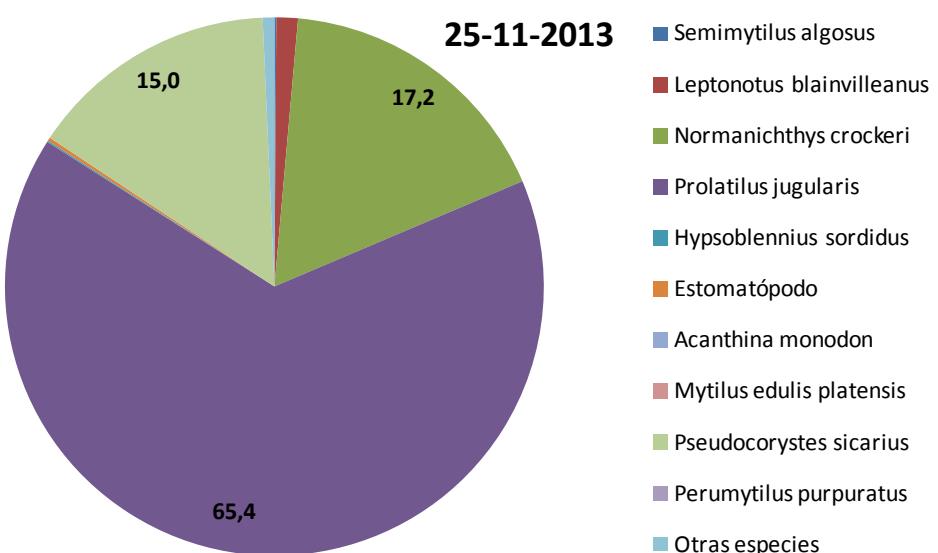
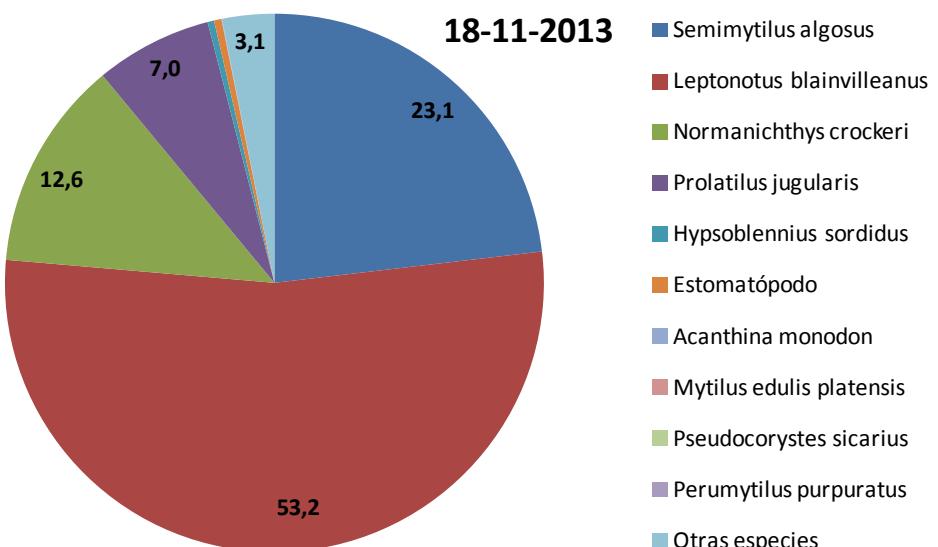
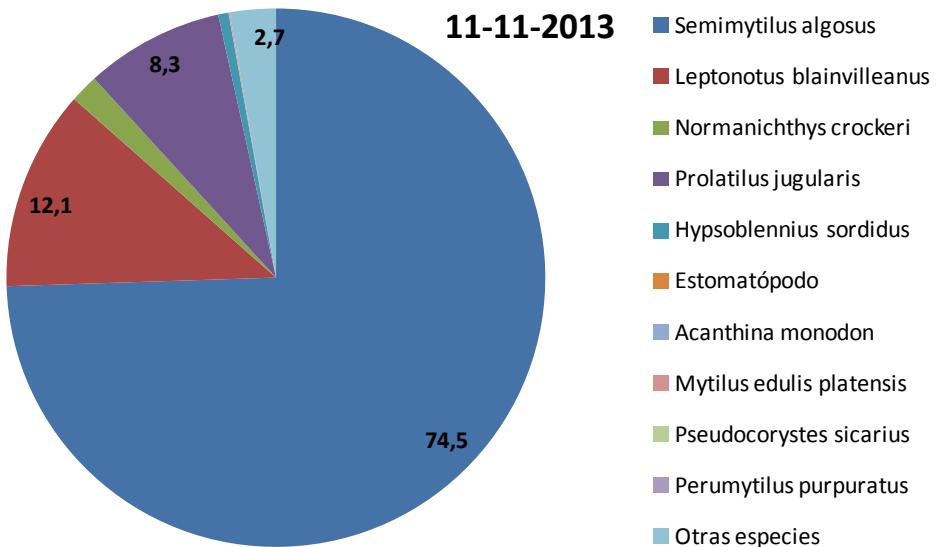
Tabla Ie (Continuación). Valores de abundancia y biomasa para cada especies de macroalgas identificada en todo el período de estudio. Los datos corresponden a valores obtenidos para el total del volumen de agua de mar filtrada para todo el período pre y post filtros, estandarizada a 1.000 m³. (*) corresponde a especies que sólo se cuantificó la biomasa.

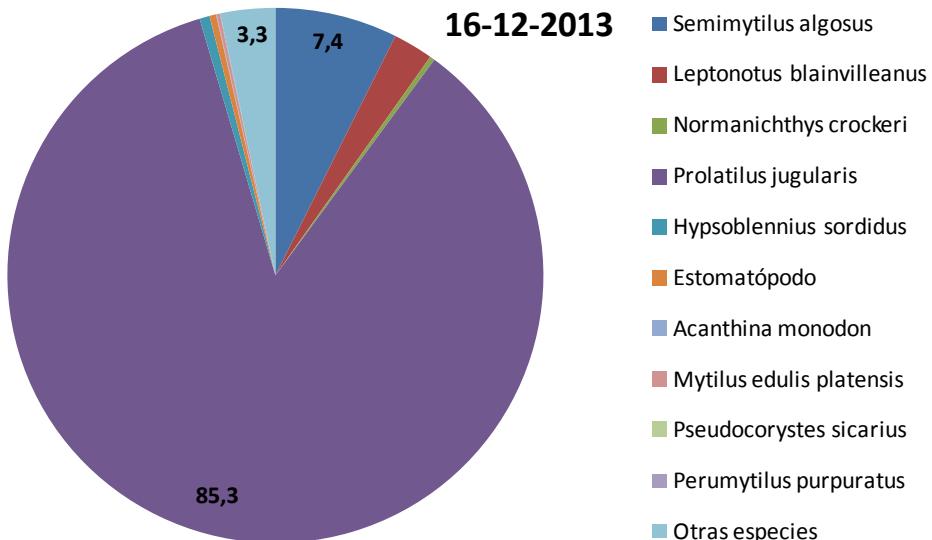
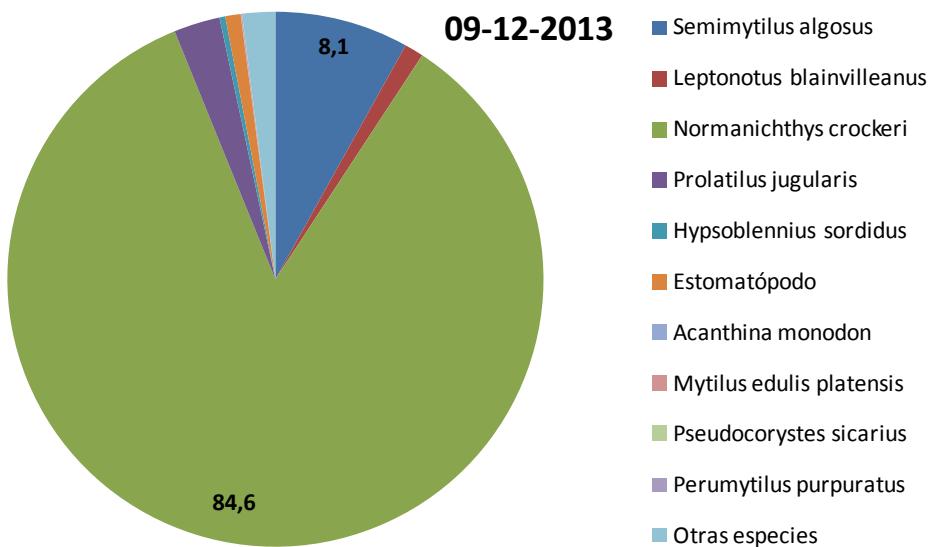
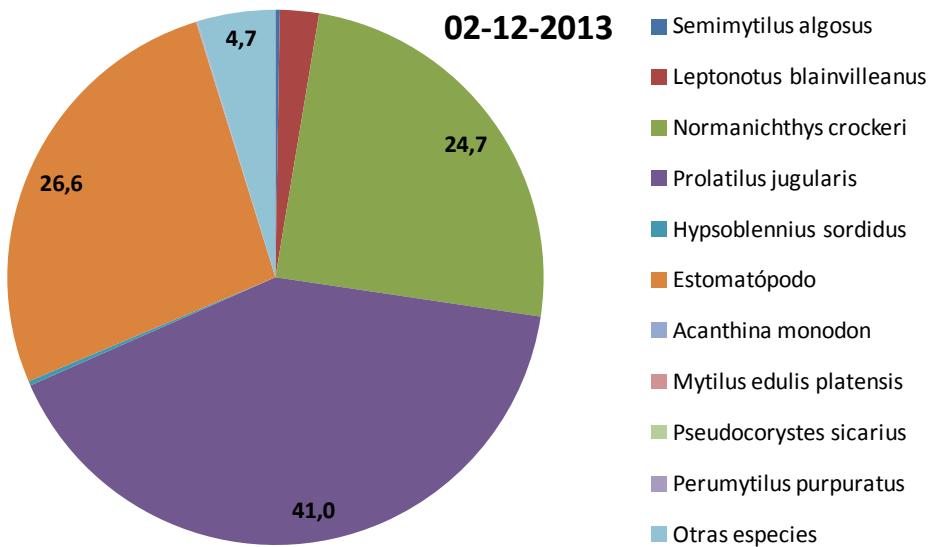
División/Clase	Especie	Abundancia		Biomasa	
		Pre-Filtro	Post-Filtro	Pre-Filtro	Post-Filtro
Chlorophyta	<i>Ulva enteromorpha</i>	0,00000	0,01975	0,00000	0,00162
	<i>Ulva sp.</i>	0,17862	0,08640	0,72706	0,01515
Phaeophyceae	<i>Desmarestia ligulata</i>	0,00082	0,00000	0,00629	0,00000
	<i>Durvillaea antarctica</i>	0,00000	0,00000	0,00479	0,00000
	<i>Hincksia mitchelliae</i>	0,00000	0,00143	0,00000	0,00005
	<i>Macrocystis pyrifera</i>	0,00230	0,00000	0,04392	0,00040
	<i>Petalonia binghamiae</i>	0,00023	0,01005	0,00035	0,00133
	<i>Scytoniphon lomentaria</i>	(*)	(*)	0,00000	0,00001
Rhodophyta	<i>Ahnfeltiopsis durvillei</i>	0,001832	0,00000	0,00176	0,00002
	<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,00000	0,00002	0,00000	0,00000
	<i>Callophyllis concepcionensis</i>	0,00658	0,00021	0,02458	0,00002
	<i>Callophyllis macrostiolata</i>	0,01759	0,00000	0,03937	0,00006
	<i>Callophyllis variegata</i>	0,03015	0,00000	0,07129	0,00000
	<i>Ceramium rubrum</i>	0,00002	0,00005	0,00000	0,00008
	<i>Chondrachanthus chamussoi</i>	0,00009	0,00000	0,00009	0,00000
	<i>Delleseriaceae</i>	0,00000	0,00000	0,00033	0,00000
	<i>Gelidium sp.</i>	0,00005	0,00000	0,00001	0,00000
	<i>Grateloupia sp.</i>	0,00301	0,00002	0,04091	0,00000
	<i>Grateloupia doryphora</i>	0,02114	0,00000	0,03027	0,00002
	<i>Grateloupia sp1</i>	0,00242	0,00000	0,07553	0,00000
	<i>Grateloupia sp4</i>	0,00493	0,00000	0,00887	0,00000
	<i>Halymenia sp.</i>	1,12400	0,00002	2,23794	0,00008
	<i>Halymeniaceae</i>	0,00007	0,00000	0,00028	0,00006
	<i>Kallymeniaceae</i>	0,00312	0,00005	0,00356	0,00005
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	0,00169	0,00002	0,00423	0,00007
	<i>Mazzaella membranacea</i>	0,00279	0,00002	0,01236	0,00003
	<i>Phycodris quercifolia</i>	0,00002	0,00000	0,00024	0,00000
	<i>Polysiphonia sp.</i>	0,00000	0,00002	0,00000	0,00001
	<i>Pyropia sp.</i>	0,01548	0,00056	0,02537	0,00061
	<i>Rhodymenia skottsbergii</i>	0,00026	0,00000	0,00019	0,00000
	<i>Rhodymenia coccocarpa</i>	0,00028	0,00000	0,00286	0,00000
	<i>Rhodymenia sp.</i>	0,00099	0,00002	0,00252	0,00000
	<i>Florideophyceae</i>	(*)	(*)	0,00000	0,00003
	<i>Salishia chilensis</i>	0,00092	0,00000	0,00530	0,00000
	<i>Sarcothalia crispata</i>	0,016298	0,00000	0,11587	0,00002
	<i>Schizymenia binderi</i>	0,00023	0,00002	0,00046	0,00000

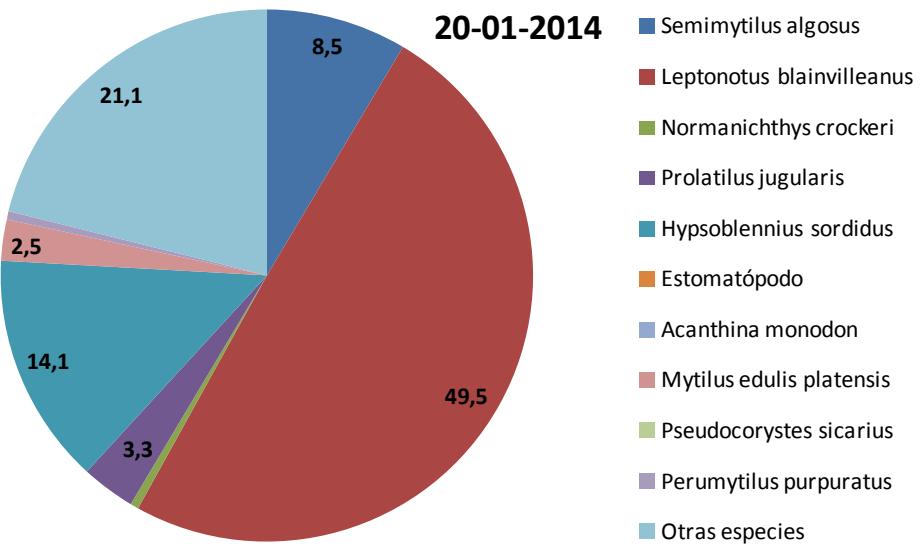
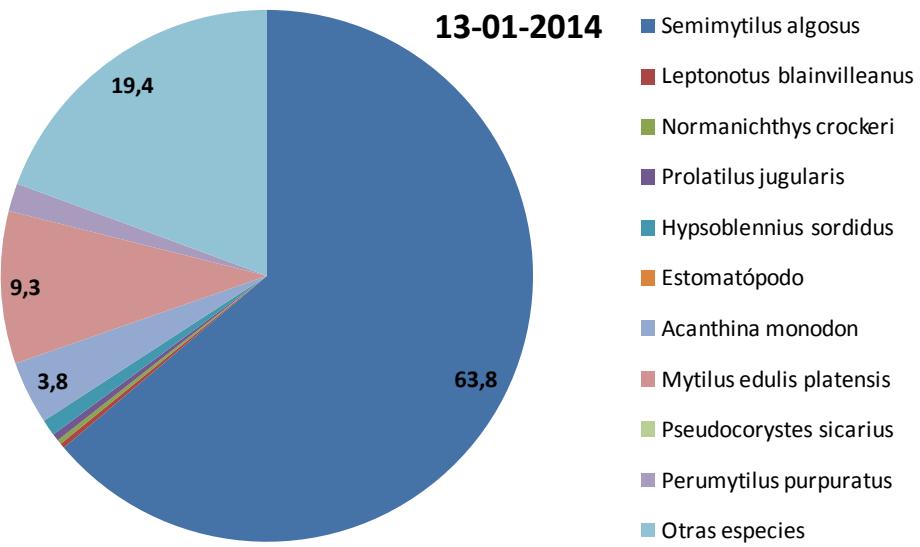
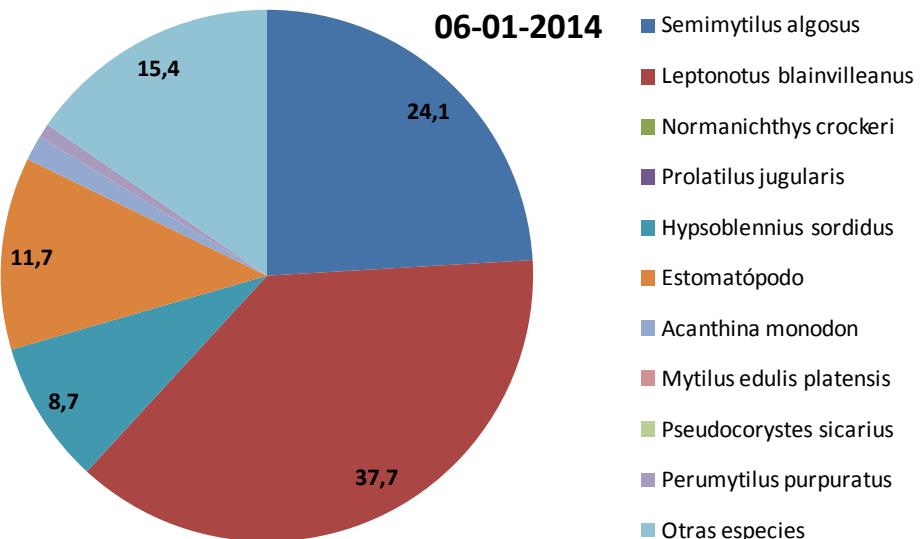
7.2. ANEXO II

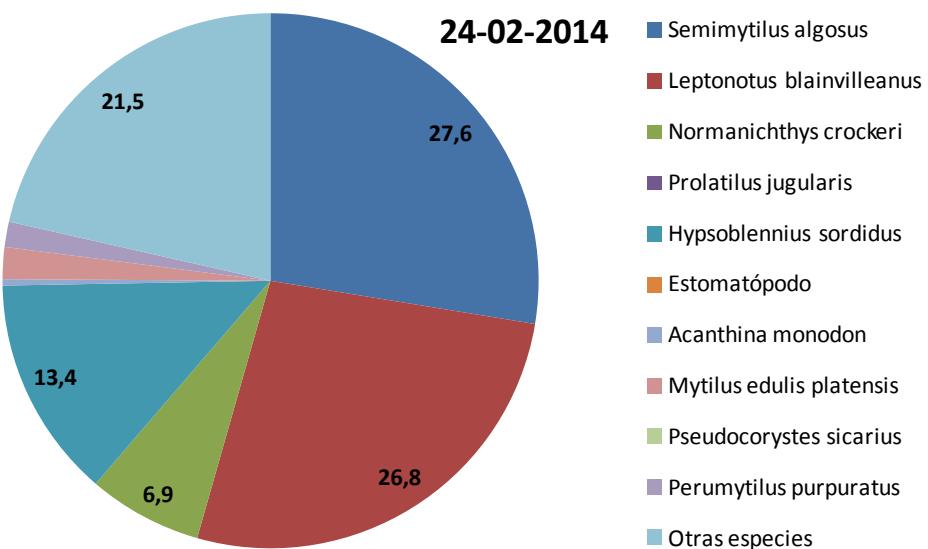
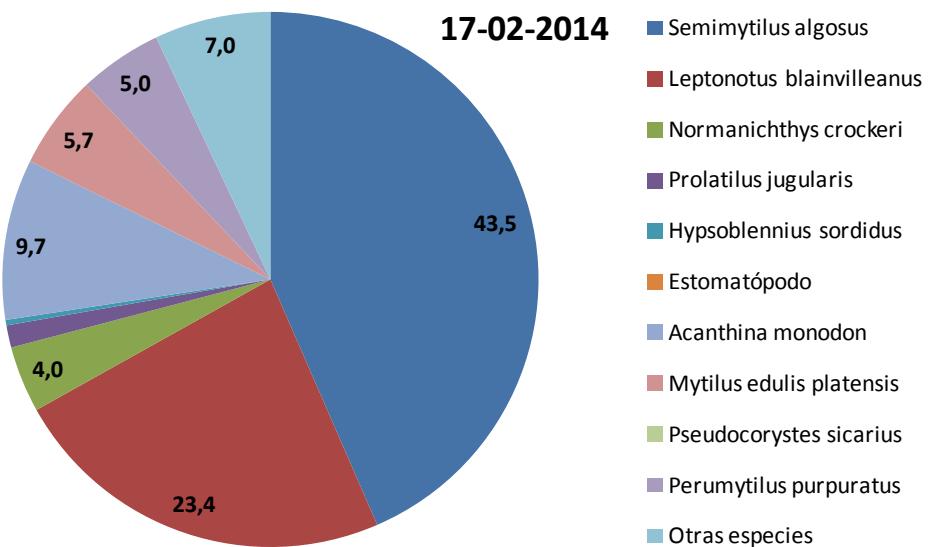
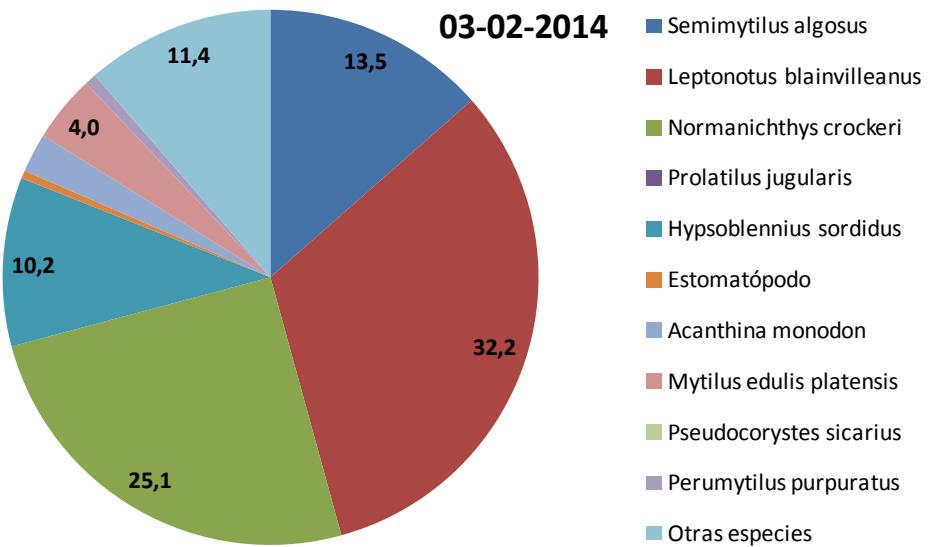
**ABUNDANCIAS RELATIVAS PARA
CADA UNO DE LOS 18 MUESTREOS**

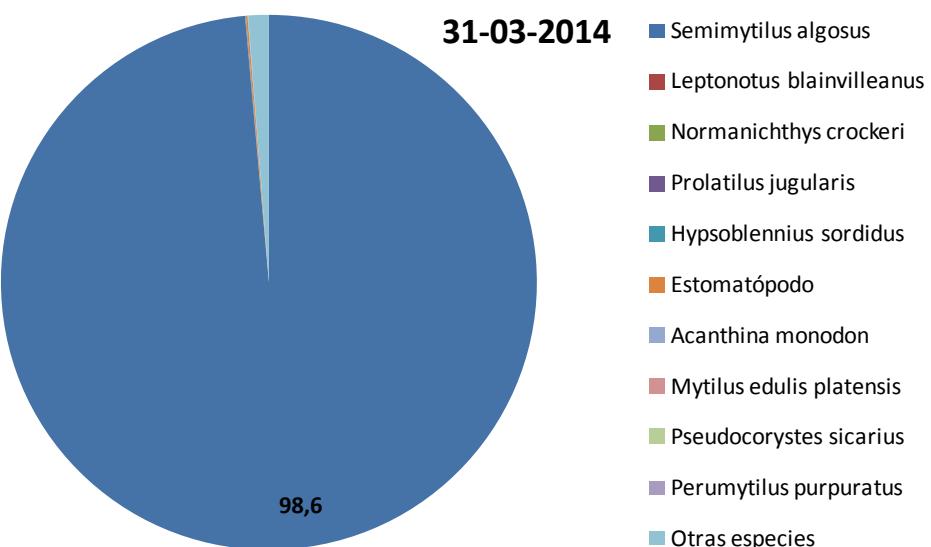
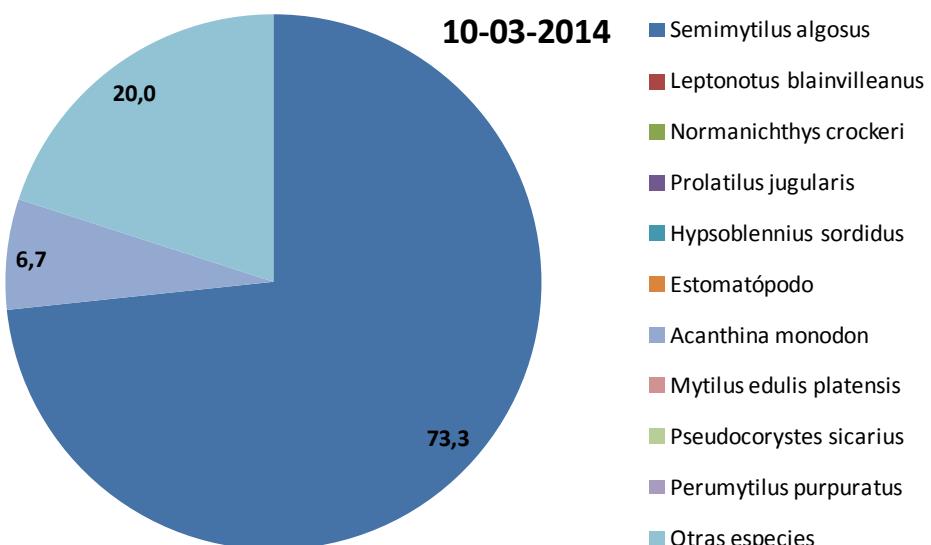
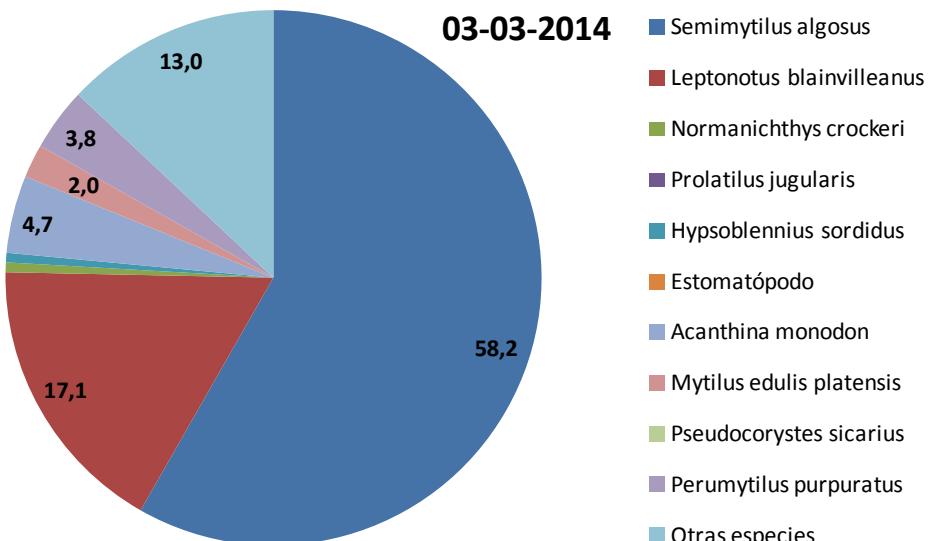












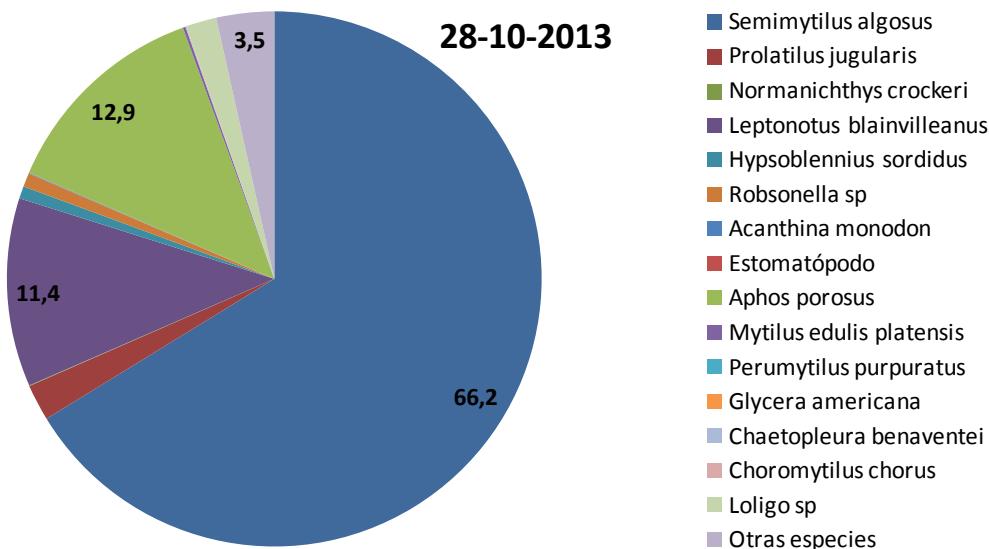
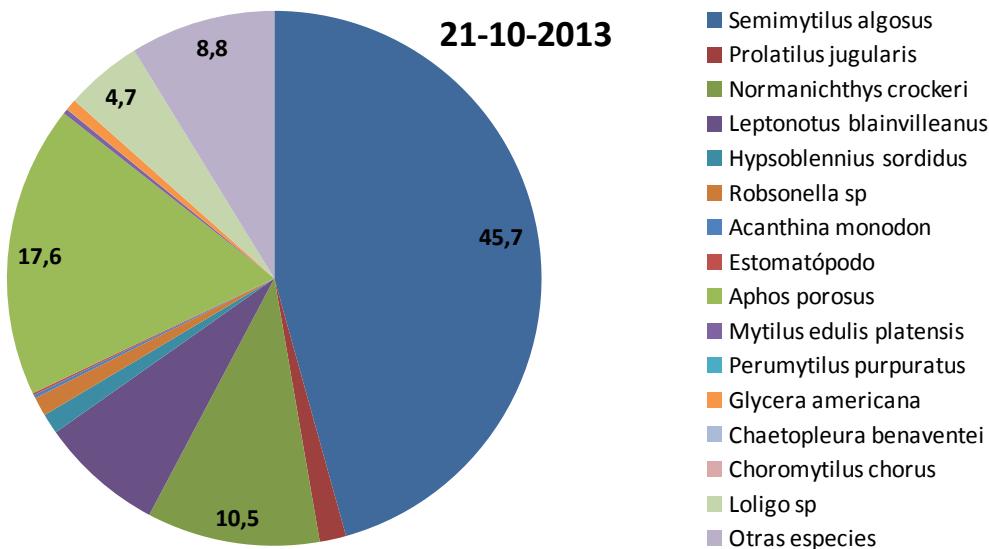
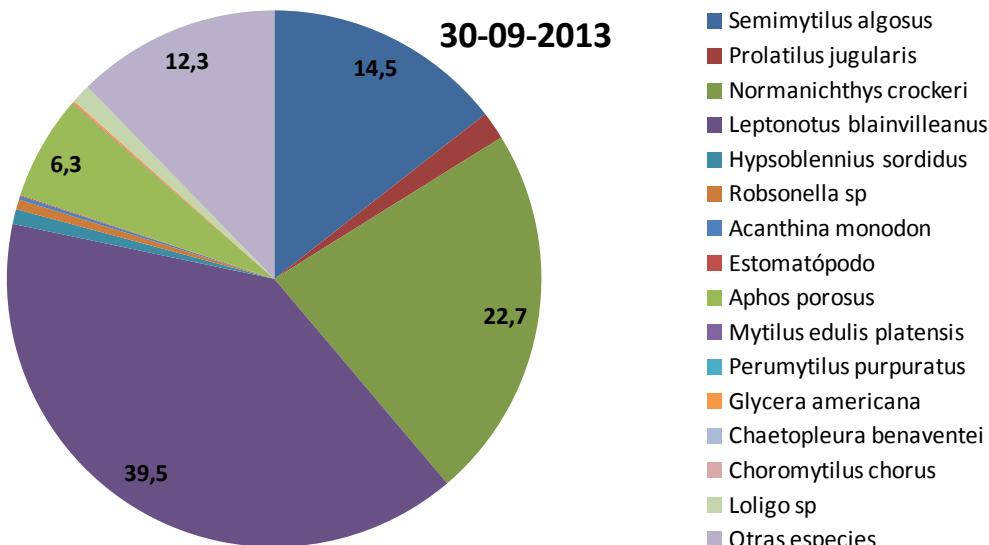
- Semimytilus algosus
- Leptonotus blainvilleanus
- Normanichthys crockeri
- Prolatilus jugularis
- Hypsoblennius sordidus
- Estomatópodo
- Acanthina monodon
- Mytilus edulis platensis
- Pseudocorystes sicarius
- Perumytilus purpuratus
- Otras especies

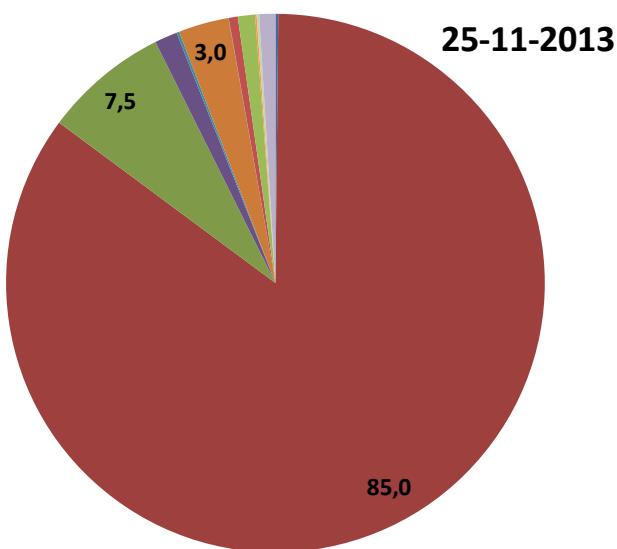
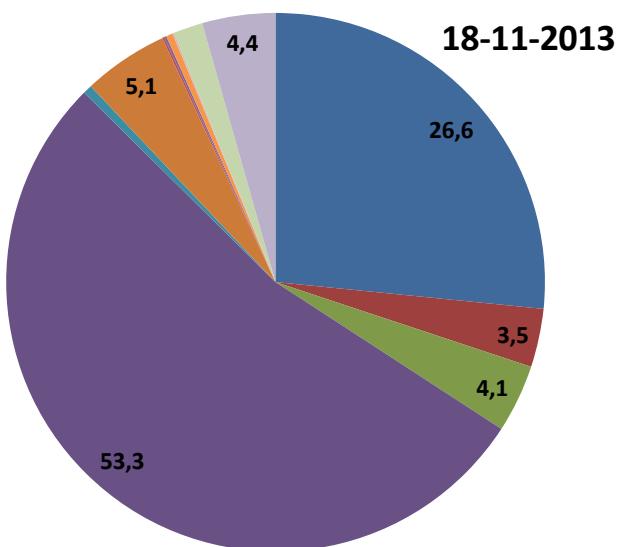
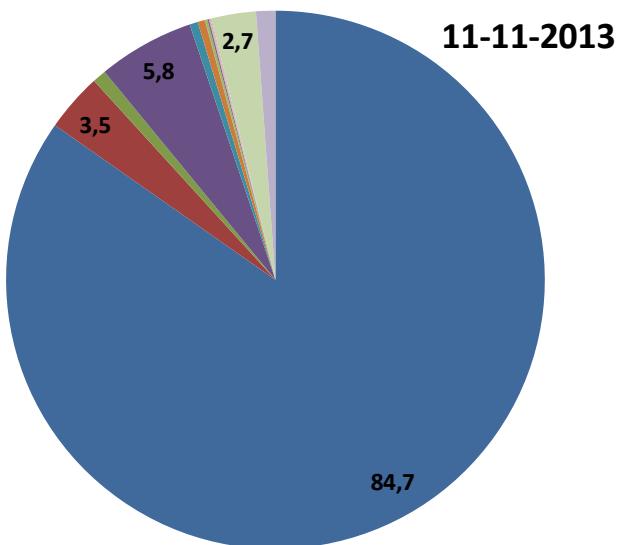
- Semimytilus algosus
- Leptonotus blainvilleanus
- Normanichthys crockeri
- Prolatilus jugularis
- Hypsoblennius sordidus
- Estomatópodo
- Acanthina monodon
- Mytilus edulis platensis
- Pseudocorystes sicarius
- Perumytilus purpuratus
- Otras especies

- Semimytilus algosus
- Leptonotus blainvilleanus
- Normanichthys crockeri
- Prolatilus jugularis
- Hypsoblennius sordidus
- Estomatópodo
- Acanthina monodon
- Mytilus edulis platensis
- Pseudocorystes sicarius
- Perumytilus purpuratus
- Otras especies

7.3. ANEXO III

BIOMASAS RELATIVAS PARA CADA UNO DE LOS 18 MUESTREOS

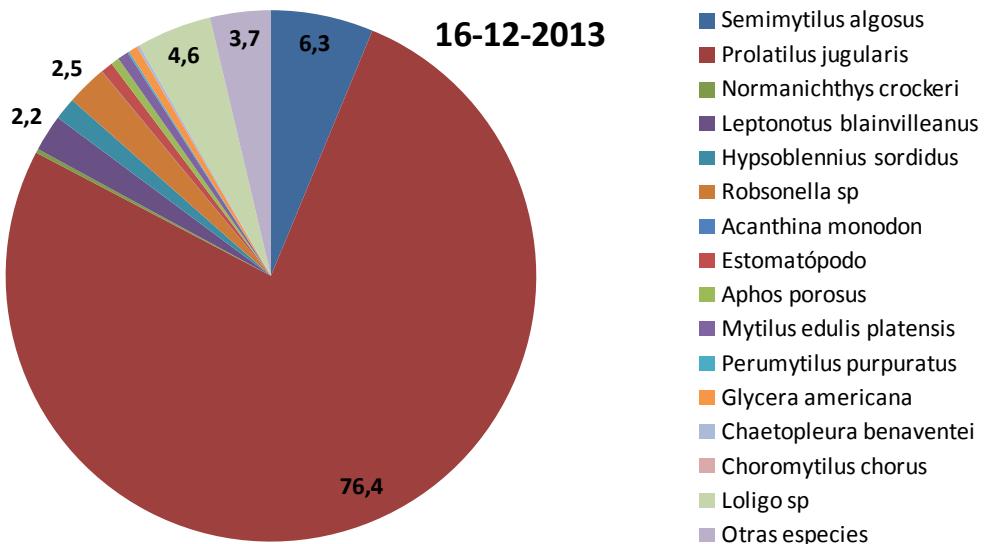
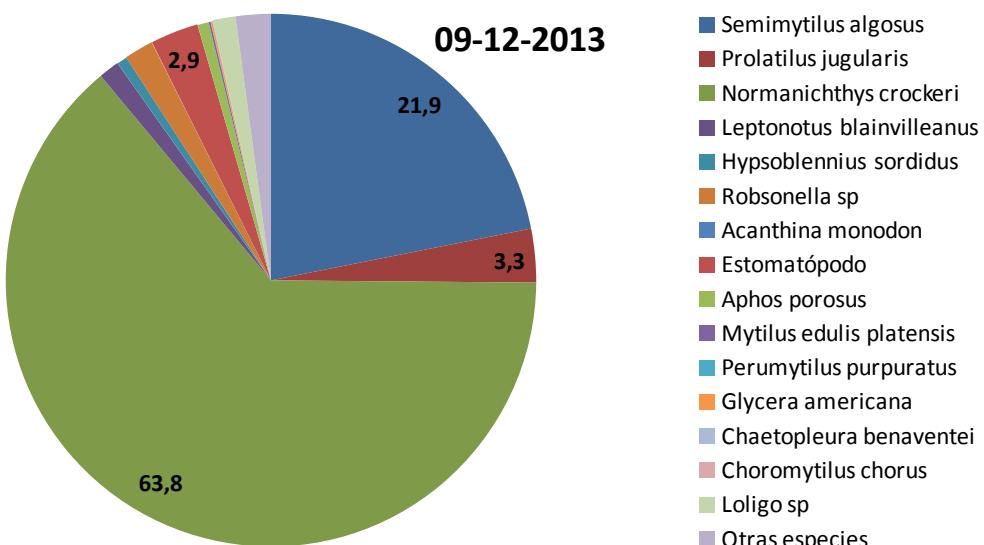
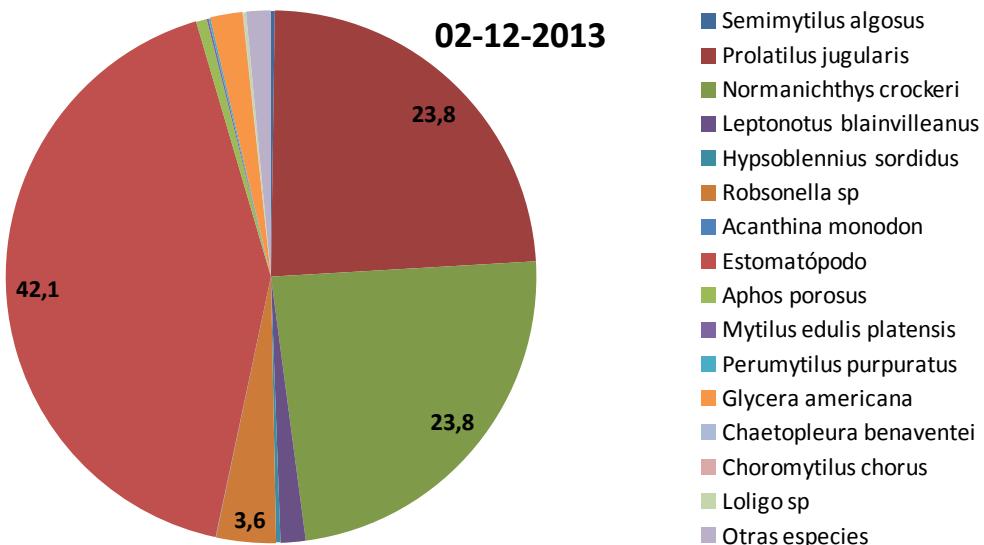


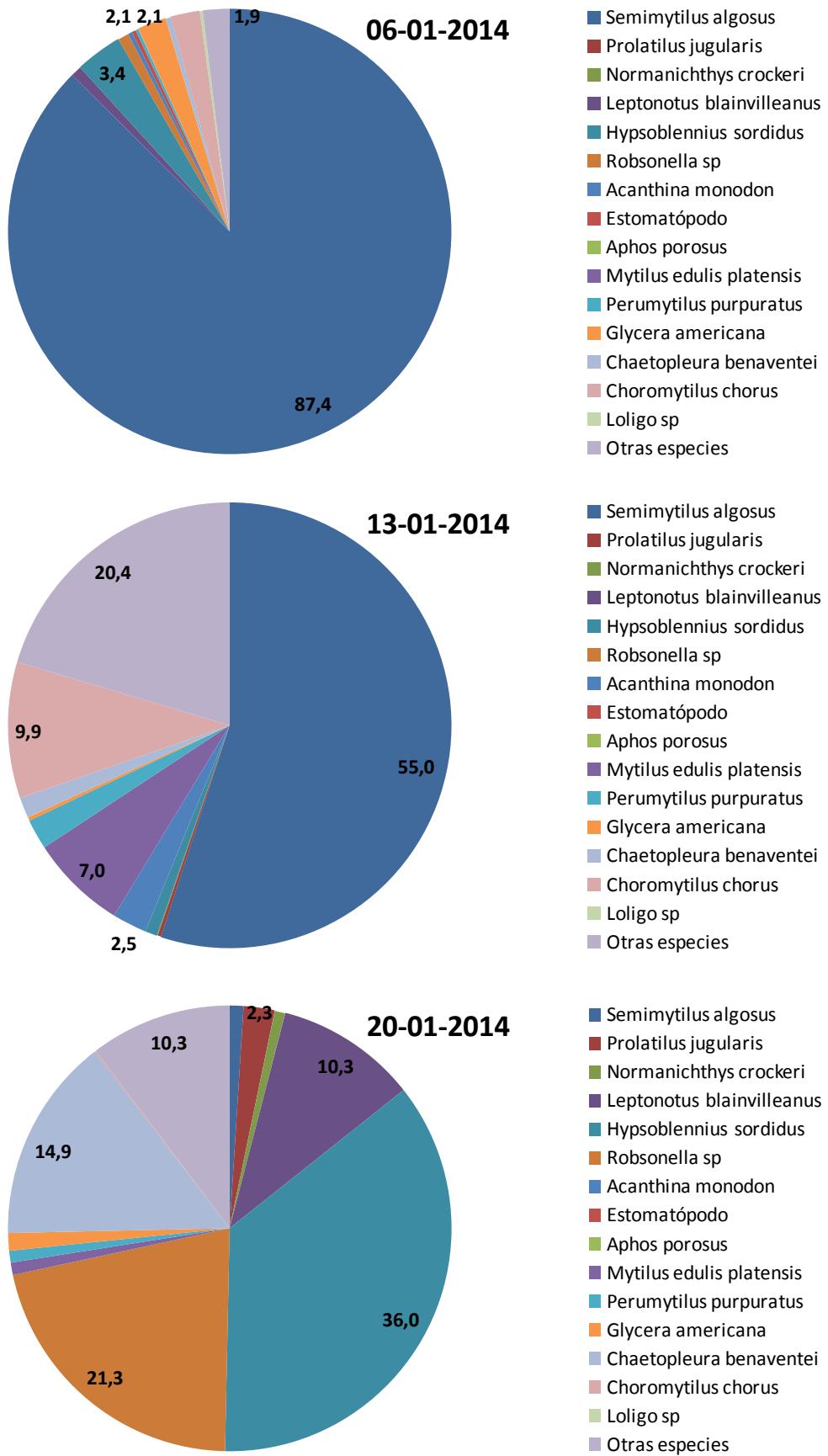


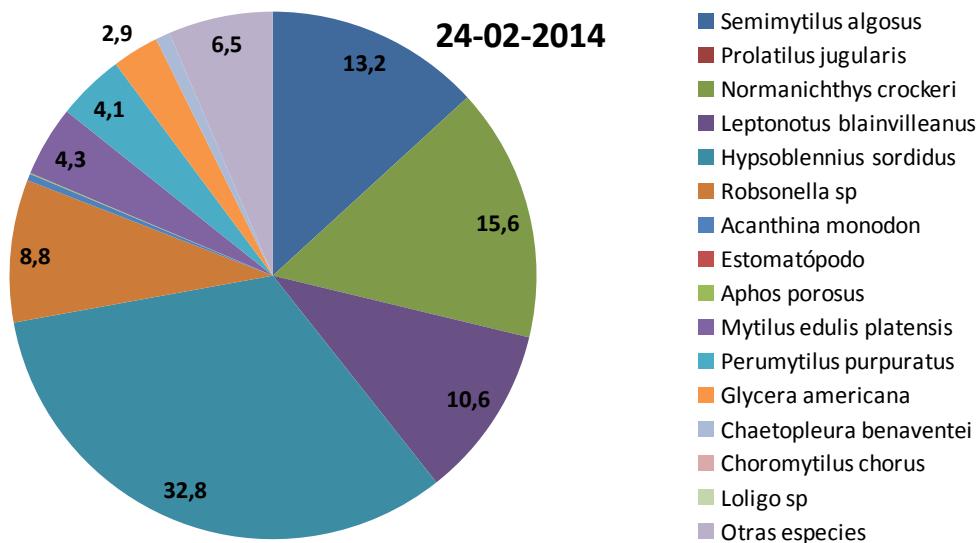
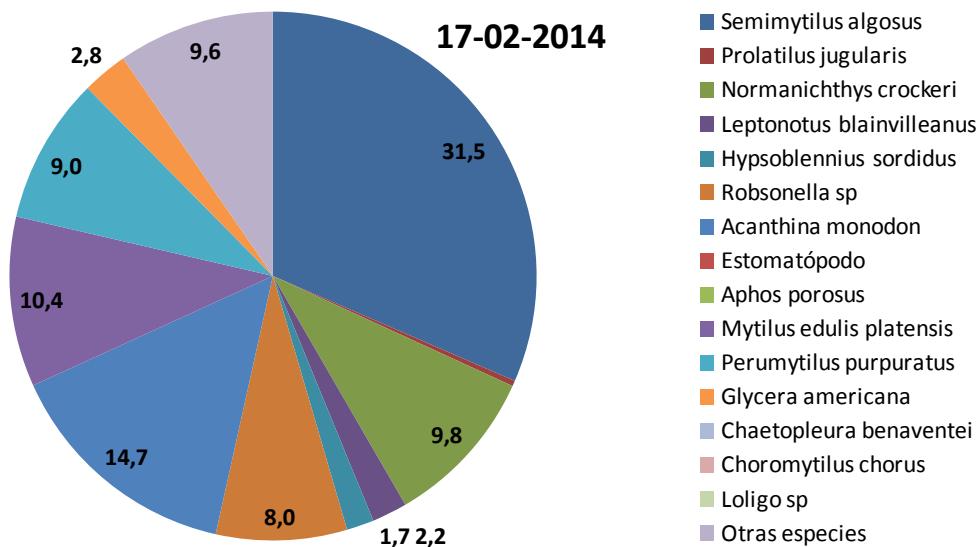
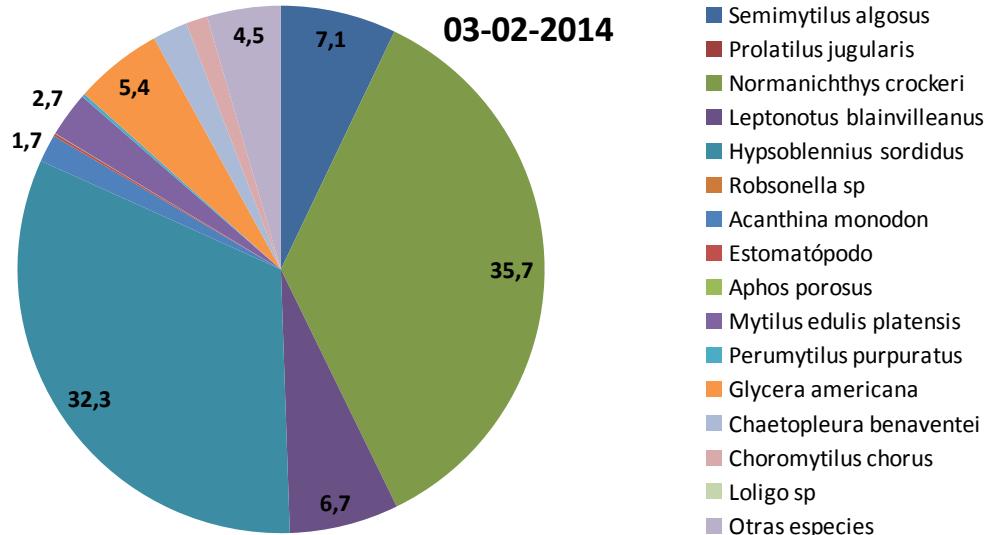
- Semimytilus algosus
- Prolatilus jugularis
- Normanichthys crockeri
- Leptonotus blainvilleanus
- Hypsoblennius sordidus
- Robsonella sp
- Acanthina monodon
- Estomatópodo
- Aphos porosus
- Mytilus edulis platensis
- Perumytilus purpuratus
- Glycera americana
- Chaetopleura benaventei
- Choromytilus chorus
- Loligo sp
- Otras especies

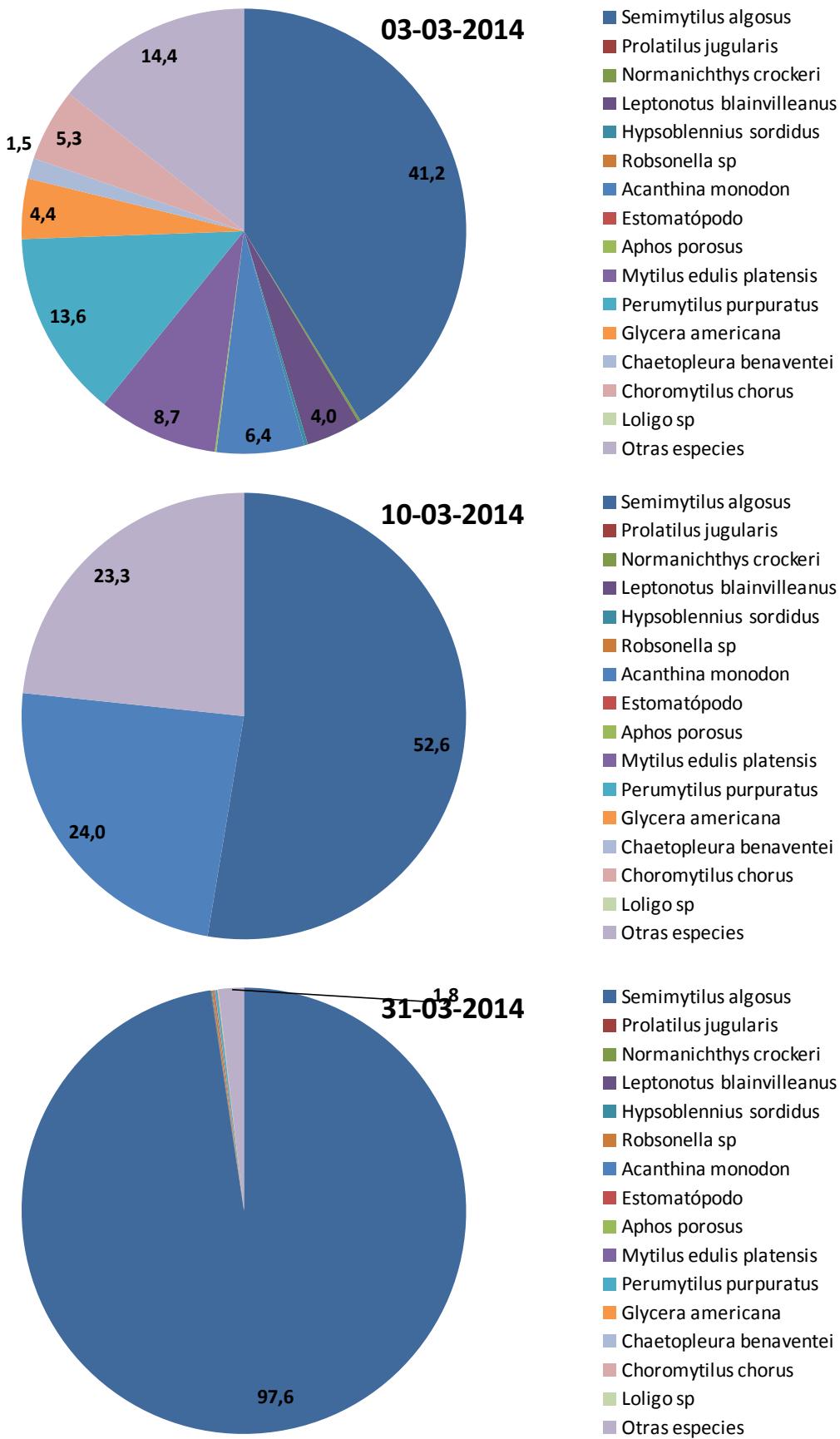
- Semimytilus algosus
- Prolatilus jugularis
- Normanichthys crockeri
- Leptonotus blainvilleanus
- Hypsoblennius sordidus
- Robsonella sp
- Acanthina monodon
- Estomatópodo
- Aphos porosus
- Mytilus edulis platensis
- Perumytilus purpuratus
- Glycera americana
- Chaetopleura benaventei
- Choromytilus chorus
- Loligo sp
- Otras especies

- Semimytilus algosus
- Prolatilus jugularis
- Normanichthys crockeri
- Leptonotus blainvilleanus
- Hypsoblennius sordidus
- Robsonella sp
- Acanthina monodon
- Estomatópodo
- Aphos porosus
- Mytilus edulis platensis
- Perumytilus purpuratus
- Glycera americana
- Chaetopleura benaventei
- Choromytilus chorus
- Loligo sp
- Otras especies









7.4. ANEXO IV

FOTOGRAFIAS DE LAS ESPECIES DE MACROFAUNA MÁS REPRESENTATIVAS

Heptatretus sp



Mordacia lapicida



Schroederichthys chilensis



Aphos porosus



Ethmidium maculatum



Strangomera bentincki



Engraulis ringens



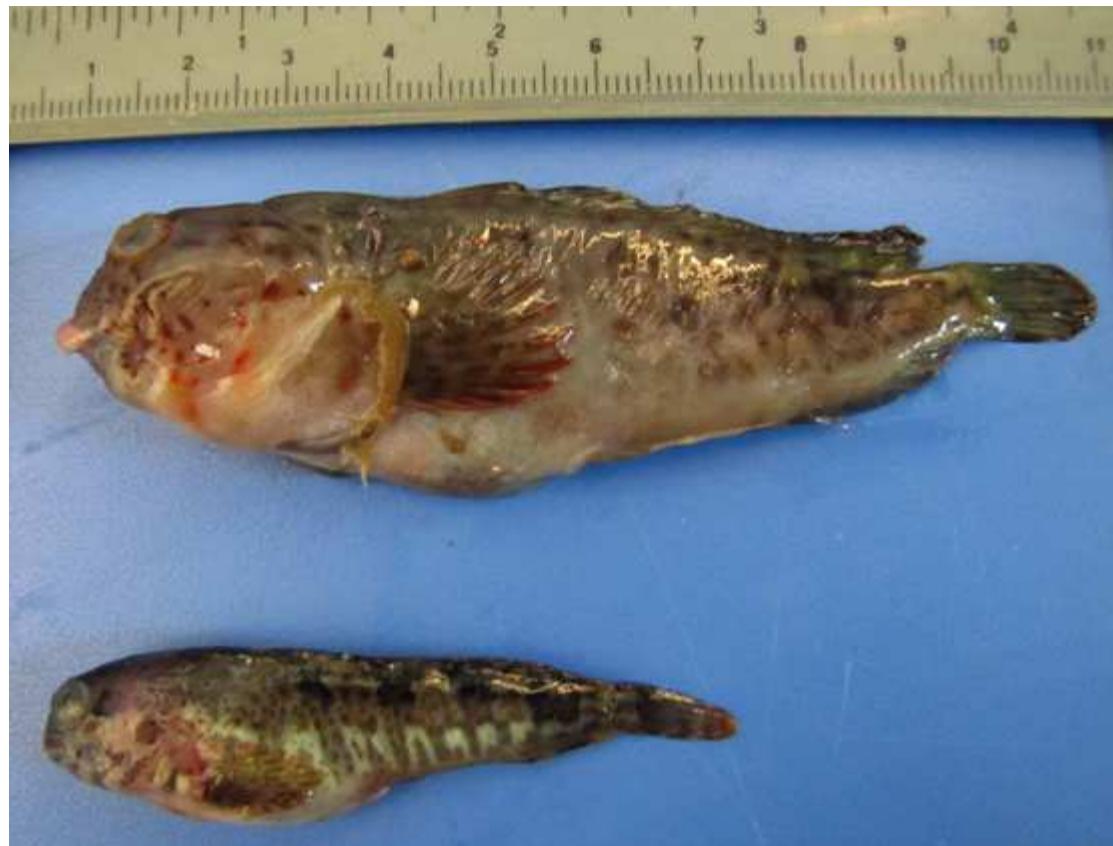
Genypterus blacodes



Genypterus maculatus



Hypsoblennius sordidus



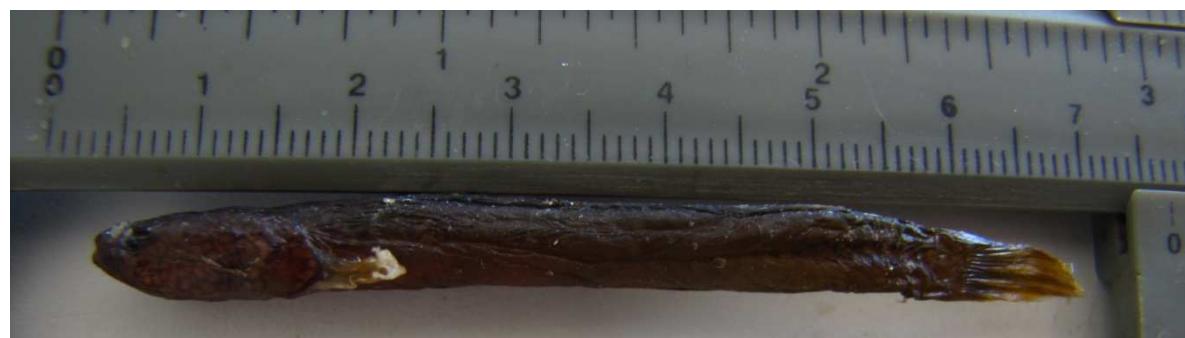
Myxodes sp



Eleginops maclovinus



Ophiogobius sp



Calliclinus nudiventris



Pinguipes chilensis (foto extraída de <http://ictiochile.cl.tripod.com/rollizo.htm>)



Prolatilus jugularis



Stromateus stellatus



Cilus gilberti



Helcogrammoides sp (foto extraída de <http://fishbase.mnhn.fr>)



Paralichthys adspersus



Normanichthys crockeri



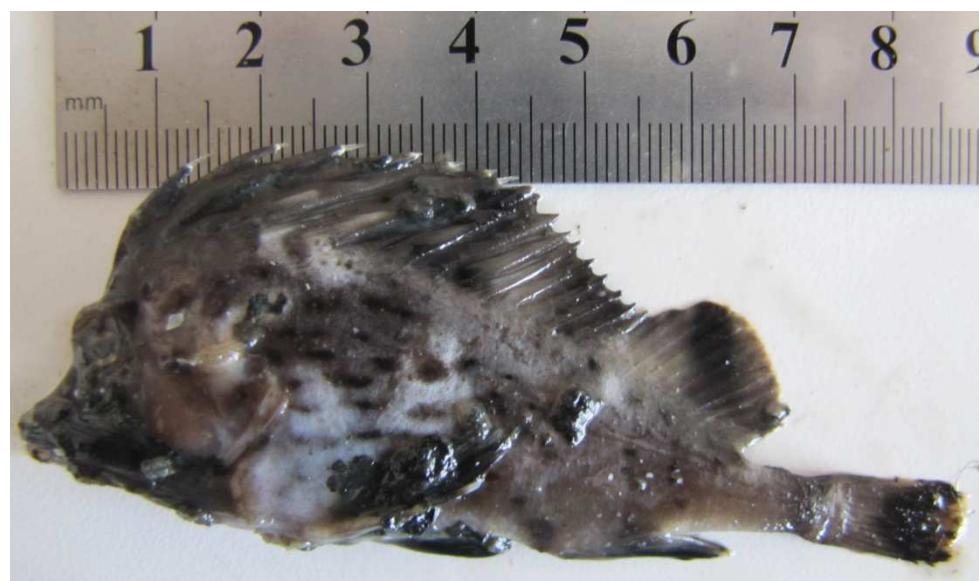
Sebastodes capensis



Agonopsis chiloensis



Congiopodus peruvianus



Odontesthes sp.



Sicyases sanguineus



Bovichtus chilensis



Leptonotus blainvillielanus

Juvenil:



Macho adulto:



Hembra adulta:



Crepidatella dilatata



Acanthina monodon



Crassilabrum crassilabrum



Nassarius dentifer



Fissurella sp.



Entodesma cuneata



Aulacomya atra



Choromytilus chorus



Mytilus edulis platensis



Perumytilus purpuratus



Semimytilus algosus



Petricola sp



Chaetopleura benaventei



Loligo sp.



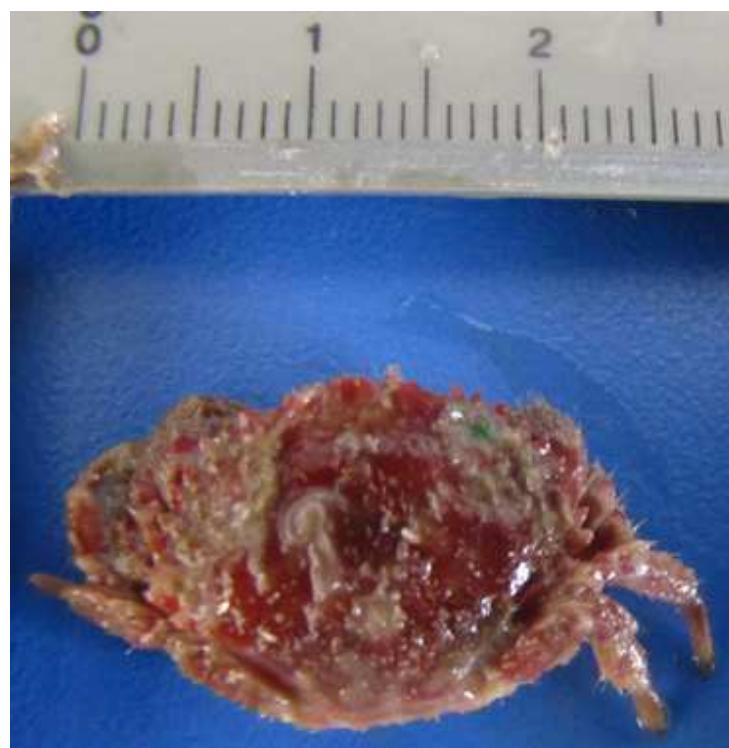
Robsonella sp.



Pseudocoryistes sicarius (foto extraída de www.macrofauna.cl)



Cancer setosus



Cancer coronatus



Pisoides sp.



Taliepus dentatus



Euryopodius latreillei (foto extraída de <http://decapoda.aquarius-s.ru>)



Pilumnoides perlatus



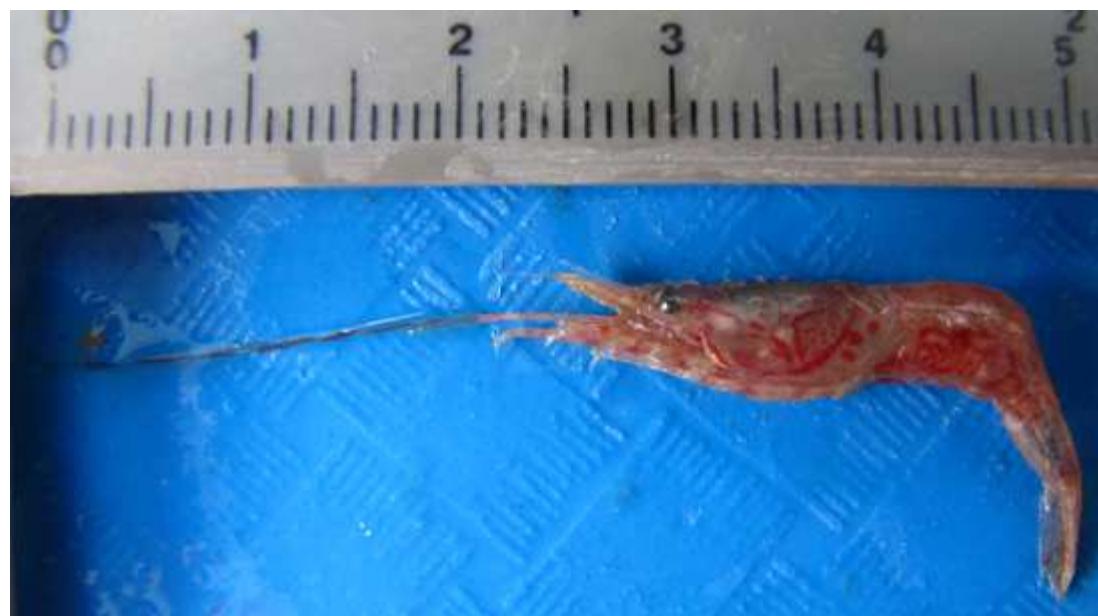
Ovalipes trimaculatus (foto extraída de www.buceouv.cl)



Emerita analoga



Rhynchocinetes typus



Pleuroncodes monodon



Betaeus sp



Cleantis sp



Amphoroidea typa



Estomatópodo



Balanus sp



Patiria chilensis (foto extraída de galería.infojardin.com)



Braquiópodo



Holoturia



Ofiuro



Pyura chilensis

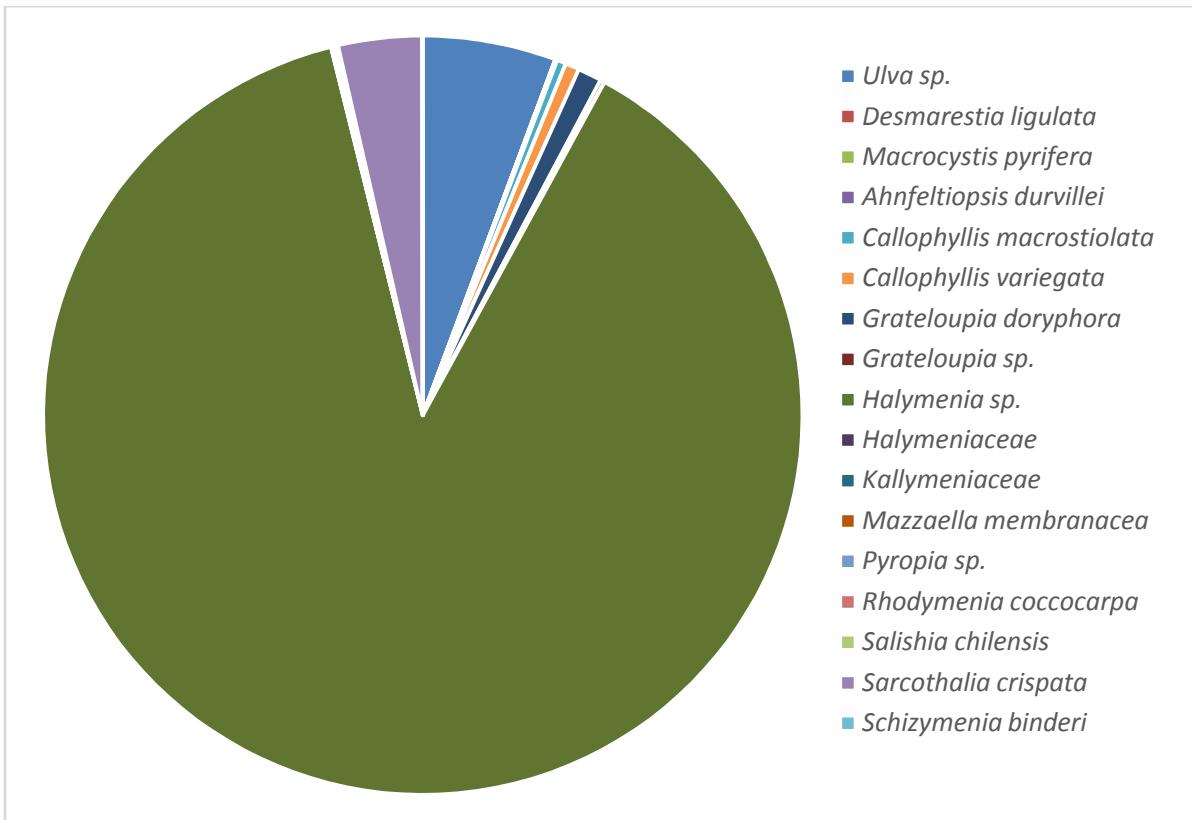


Glycera americana

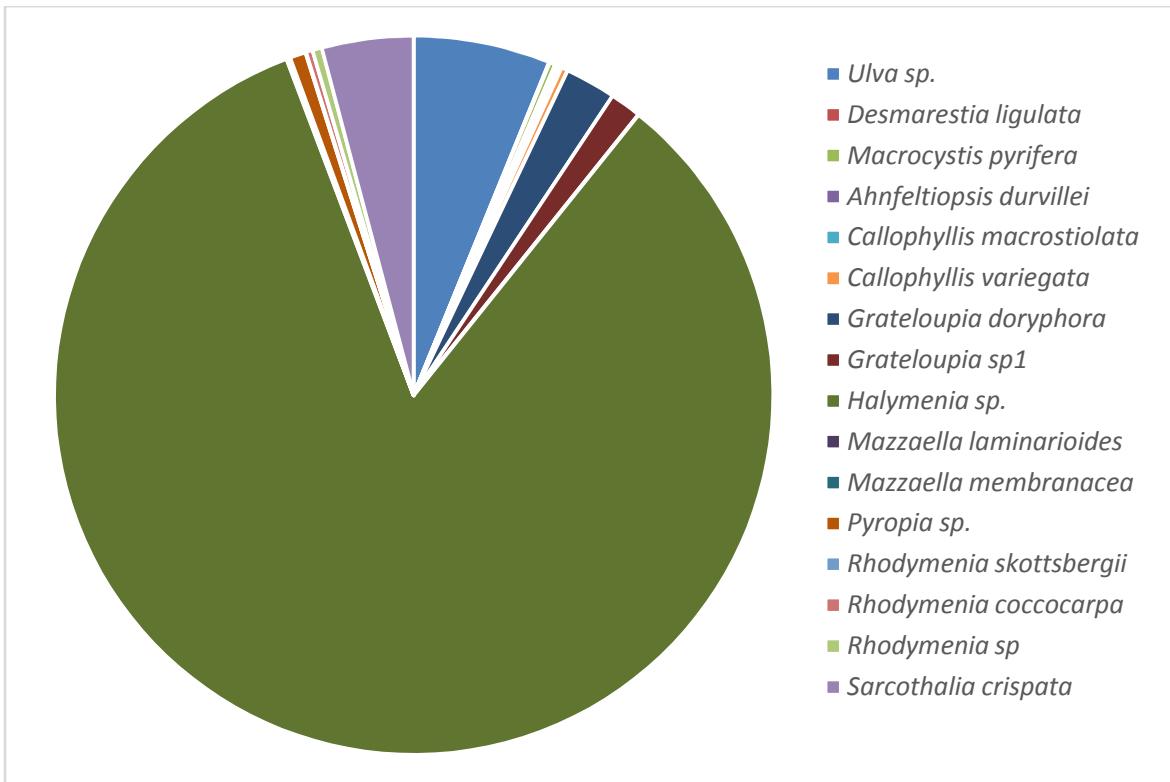


7.5. ANEXO V

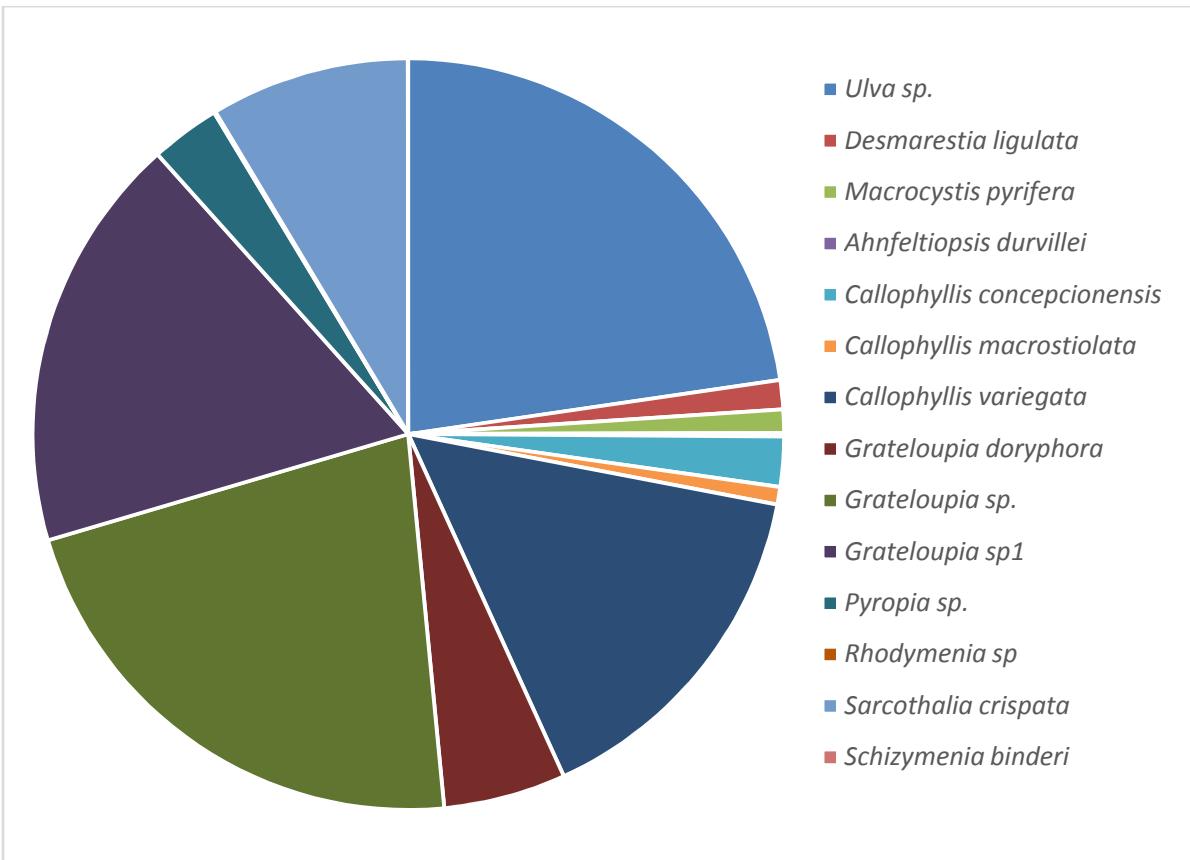
Biomasa colectada por muestreo



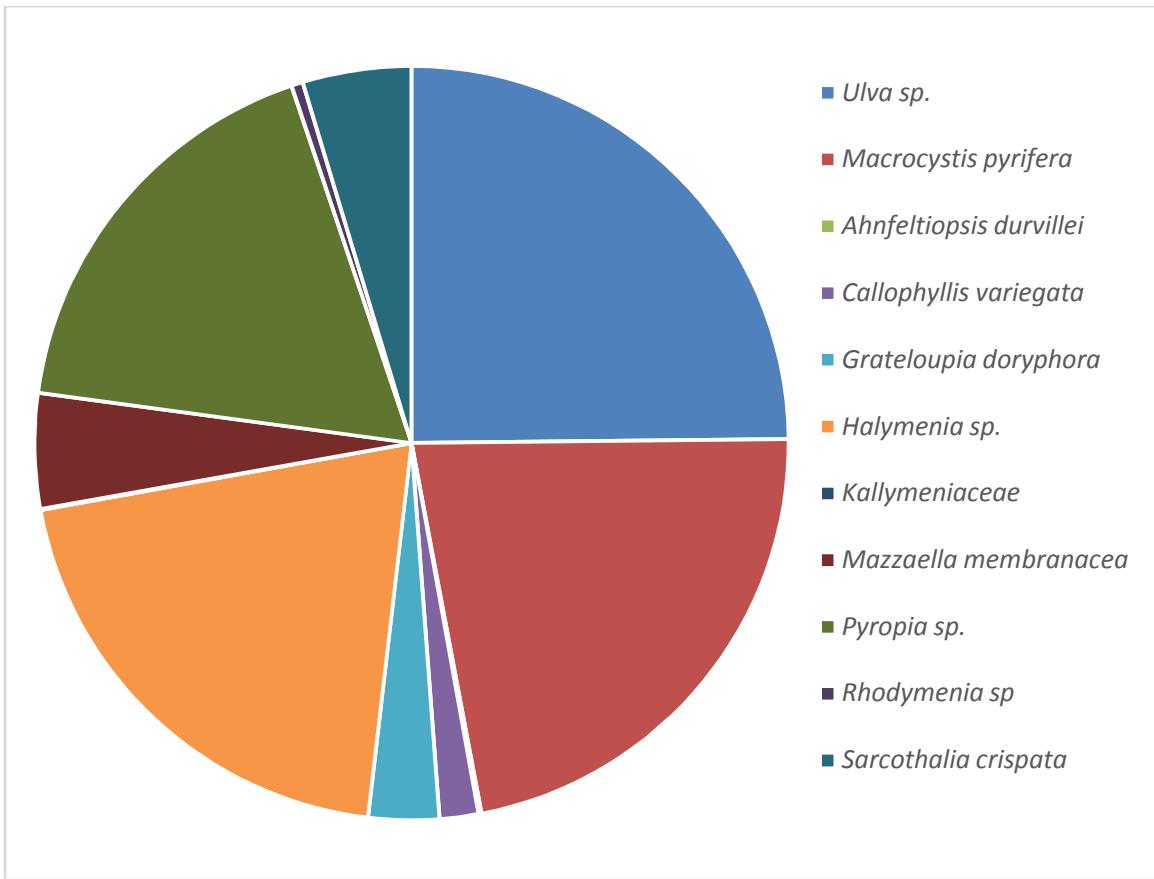
1.- Muestreo 30 de Septiembre 2013



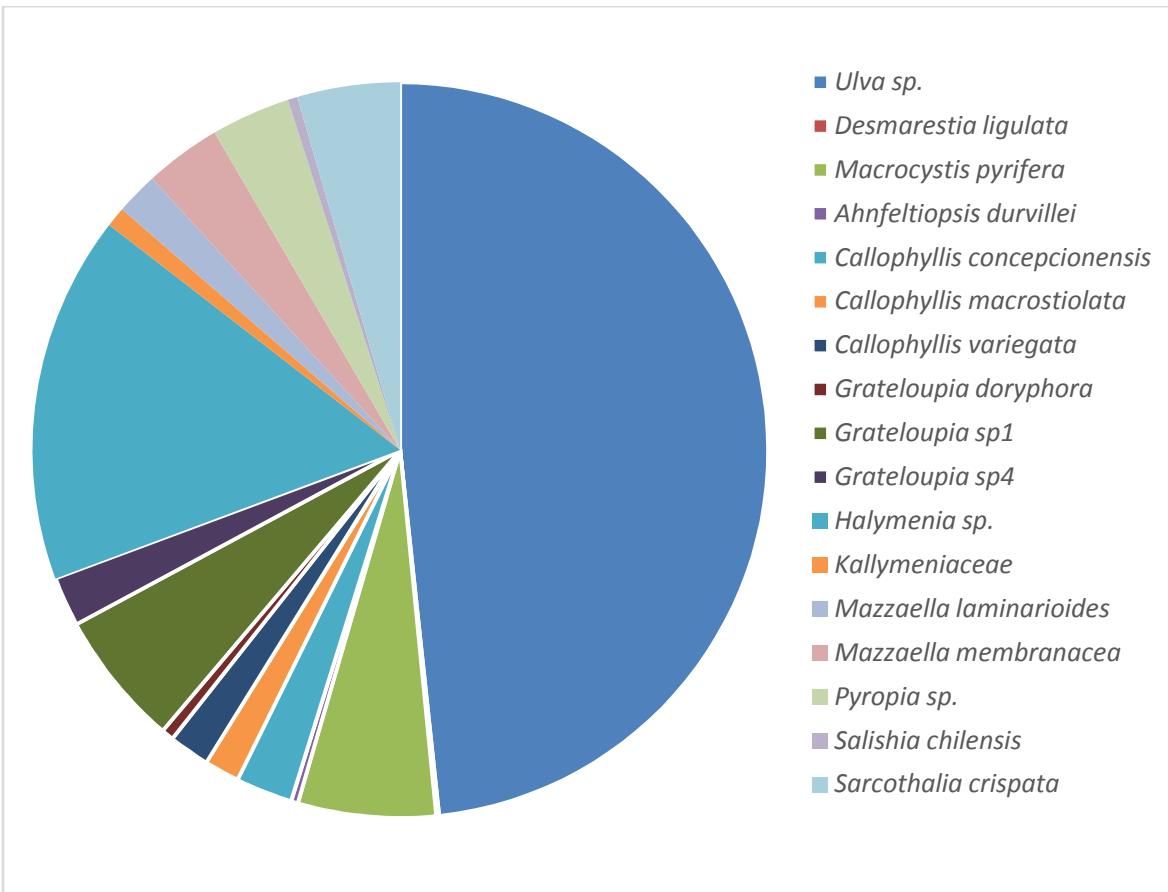
2.- Muestreo 21 Octubre 2013



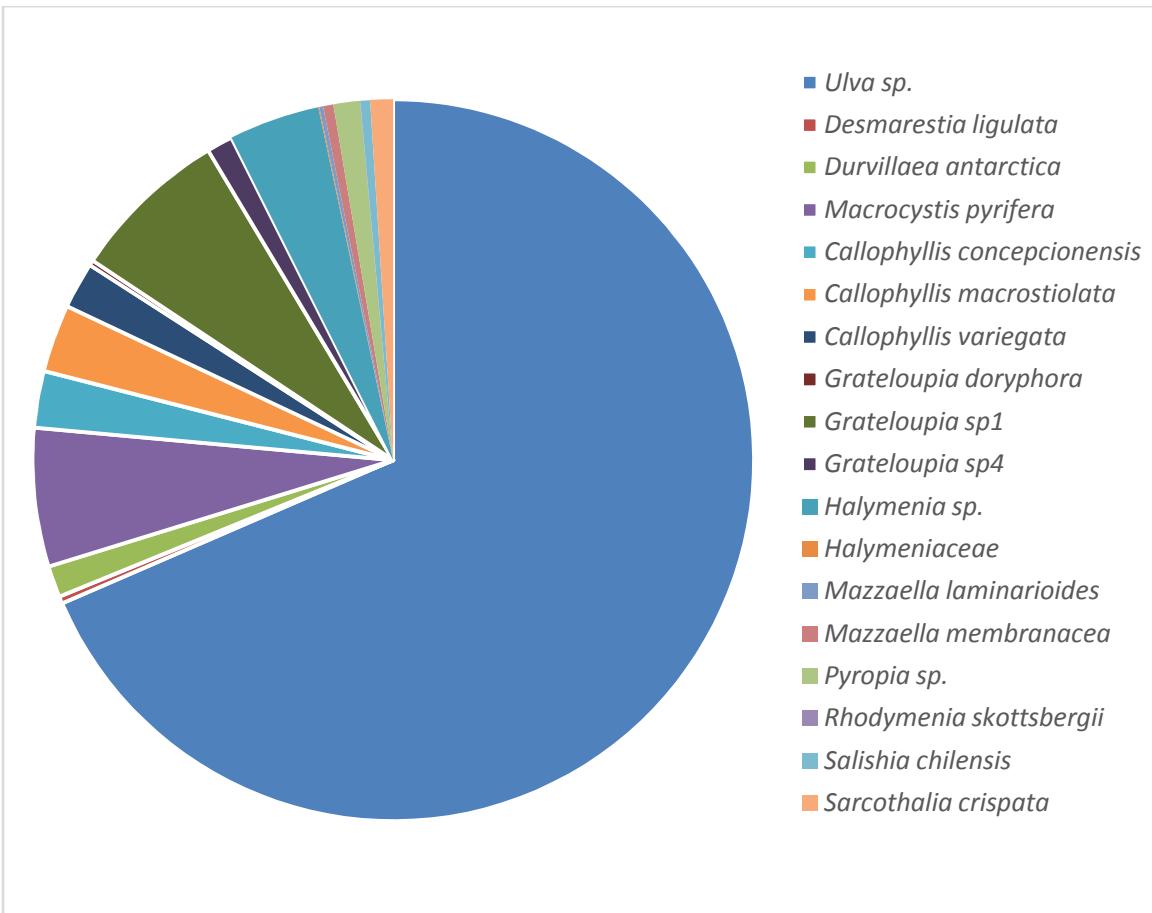
3.- Muestreo 28 Octubre 2013



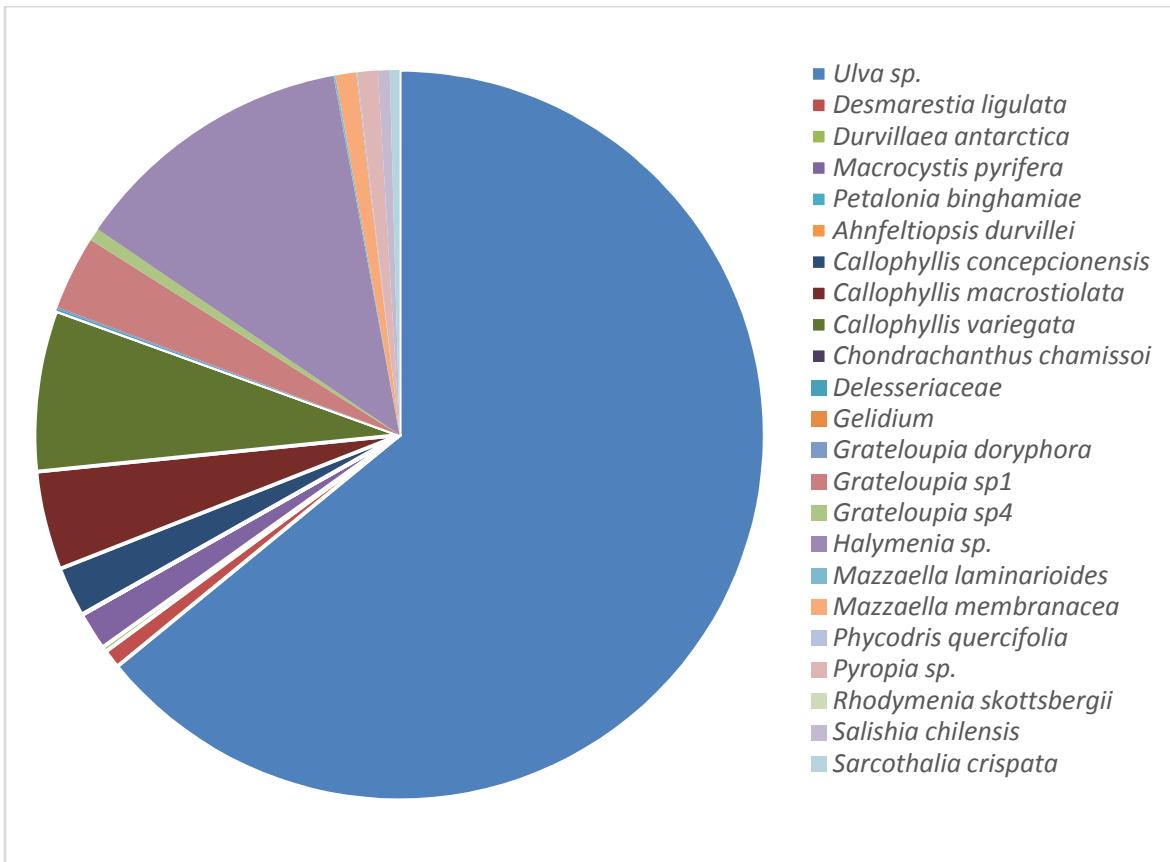
4.- Muestreo 11 Noviembre 2013



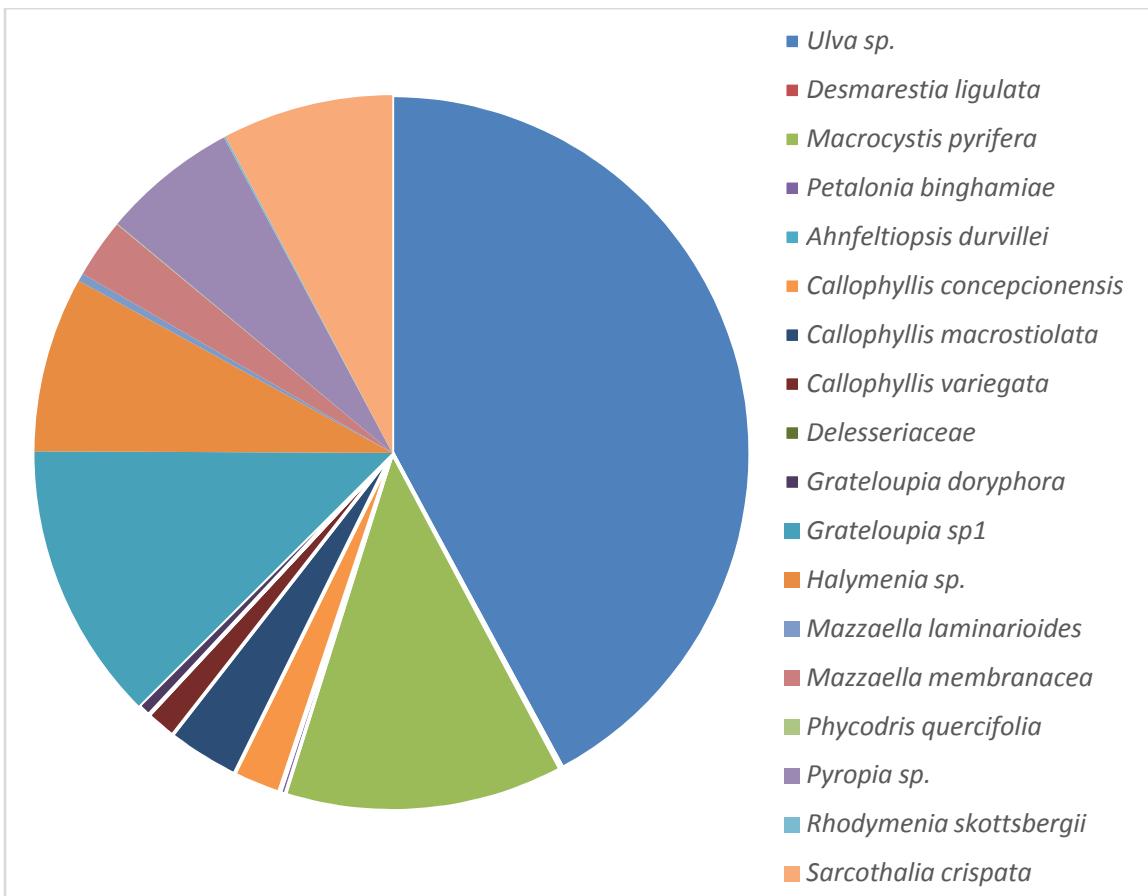
5.- Muestreo 18 Noviembre 2013



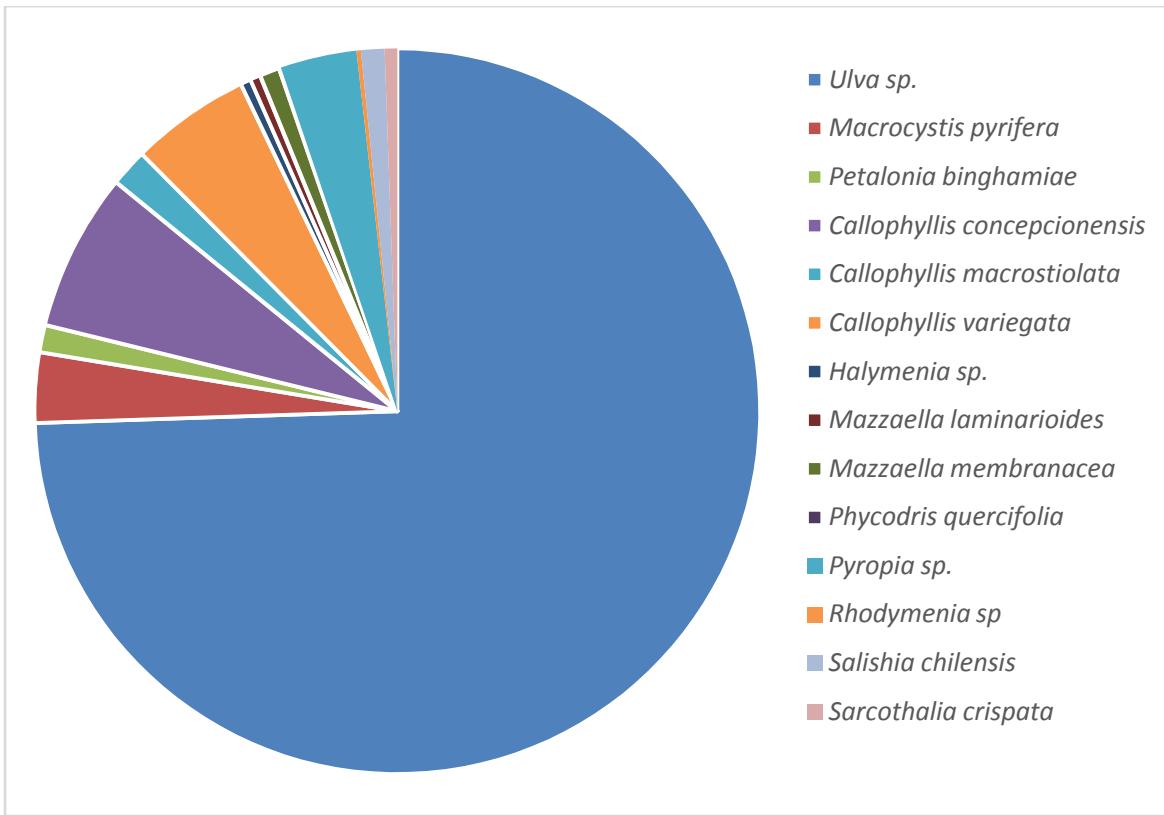
6.- Muestreo 25 Noviembre 2013



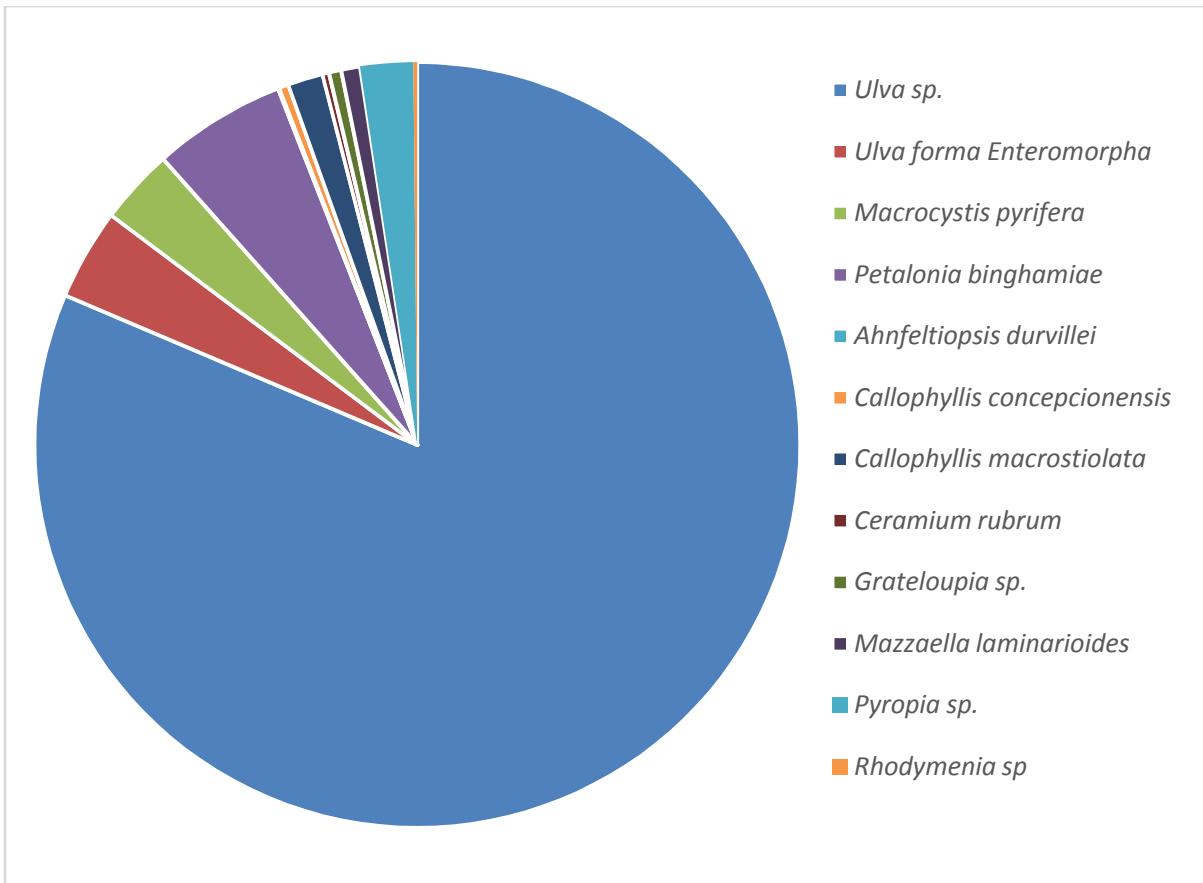
7.- Muestreo 2 Diciembre 2013



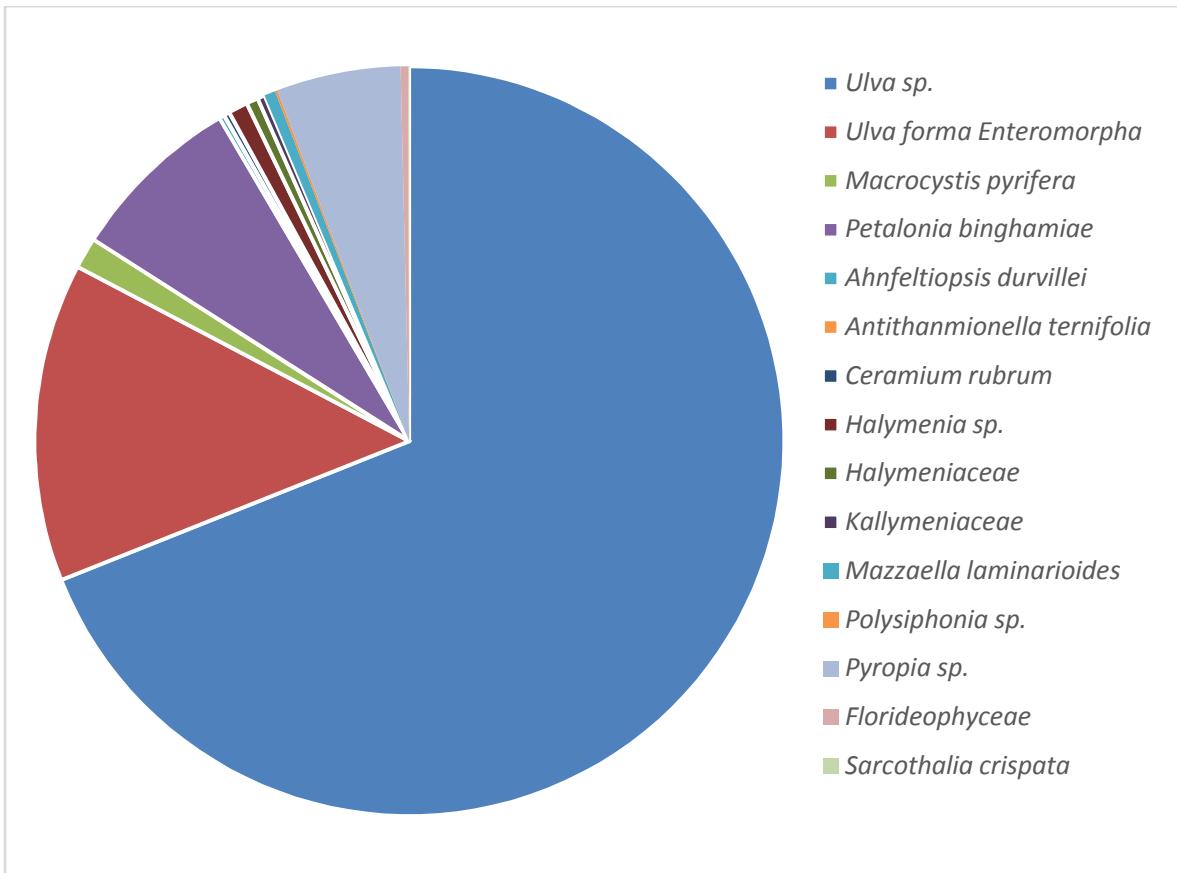
8.- Muestreo 9 Diciembre 2013



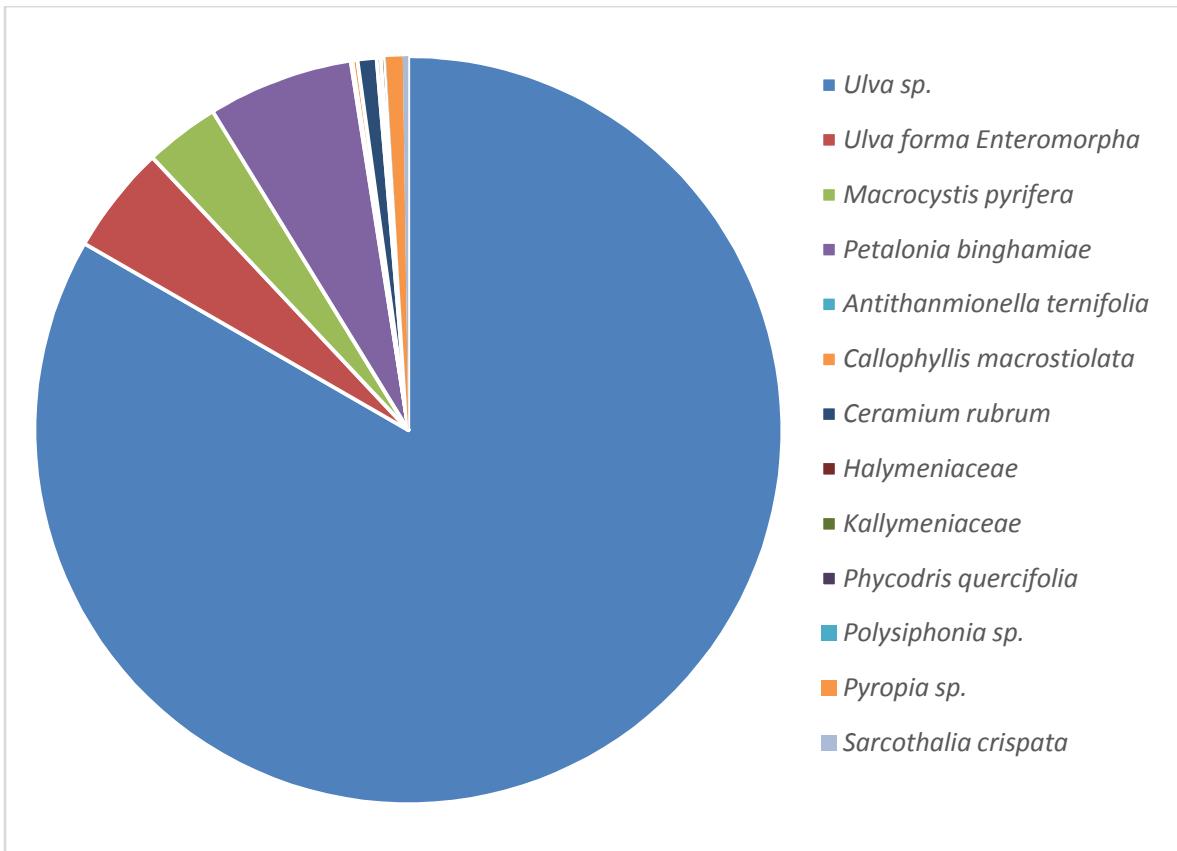
9.- Muestreo 16 Diciembre 2013



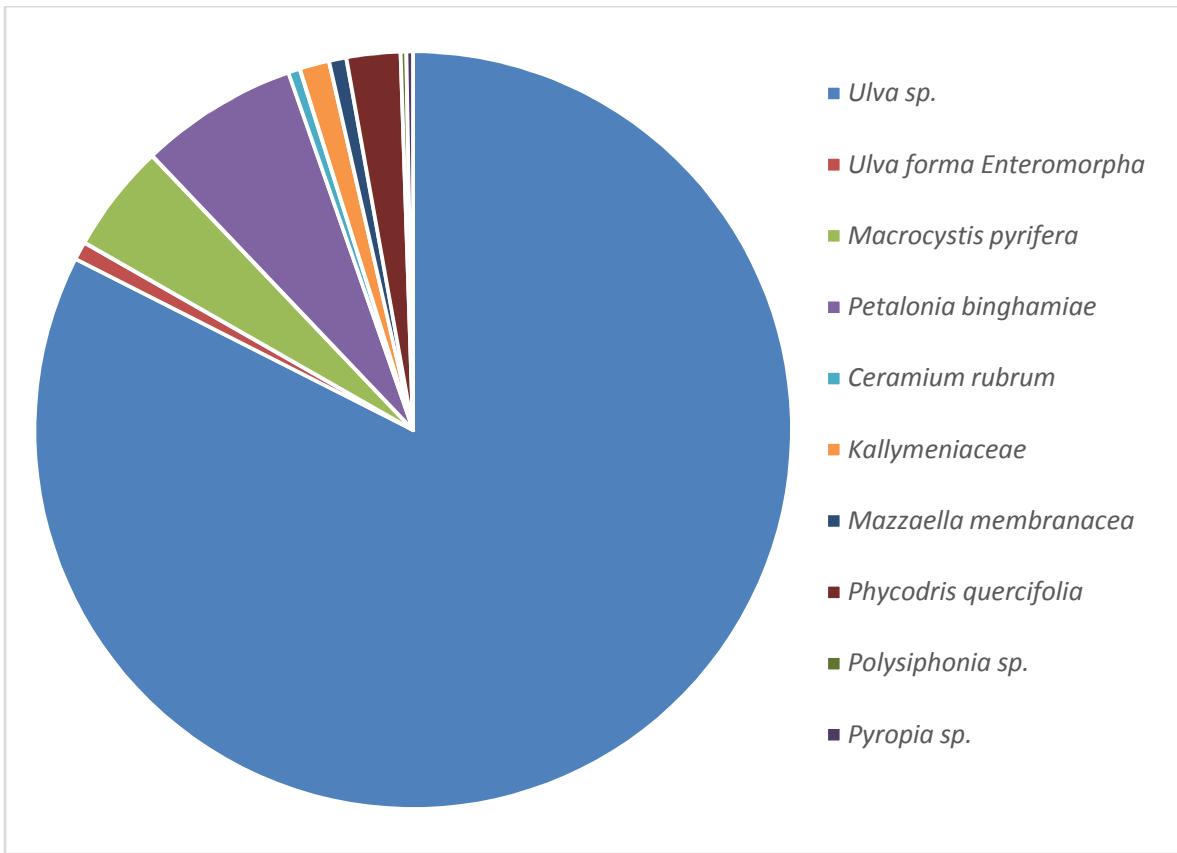
10.- Muestreo 6 enero 2014



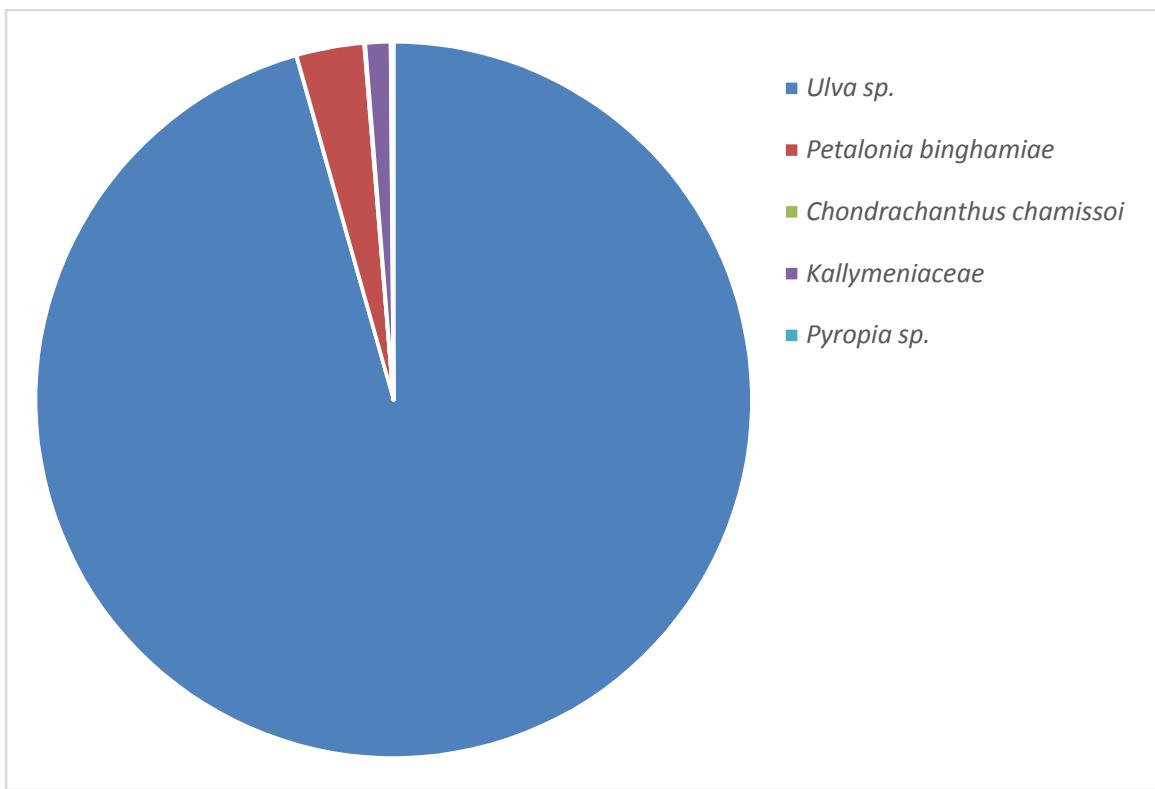
11.- Muestreo 13 enero 2014



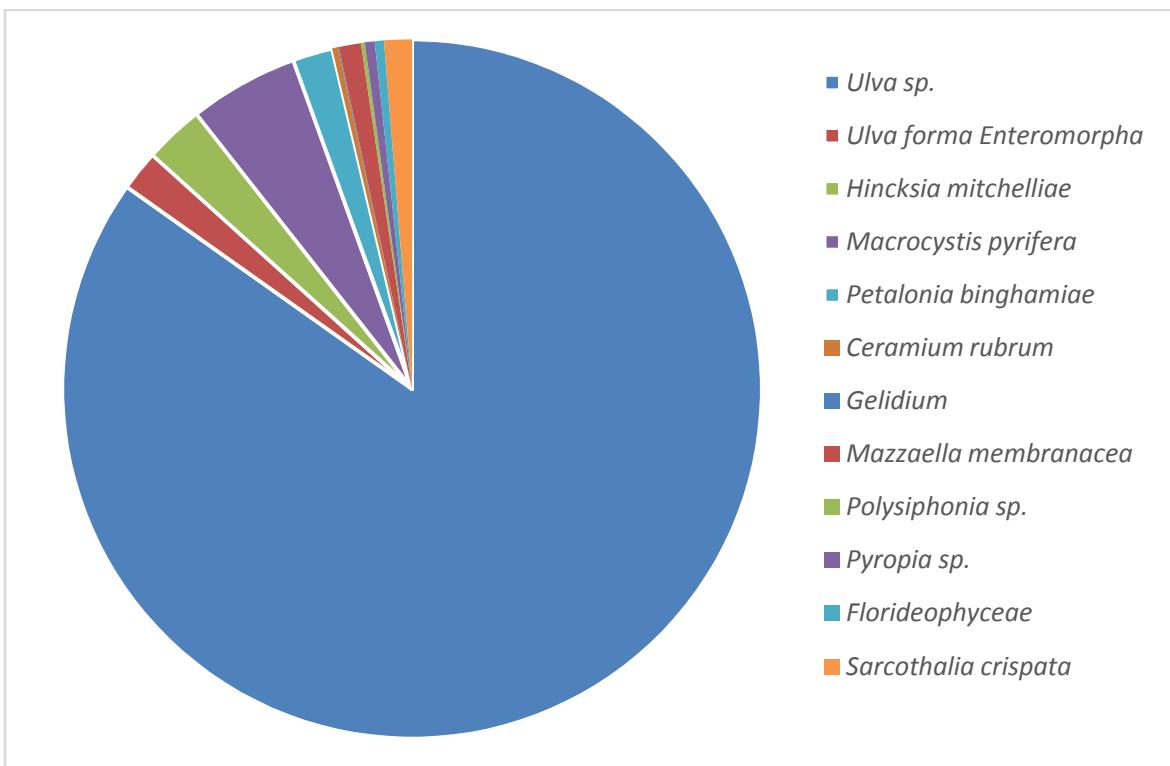
12.- Muestreo 20 enero 2014



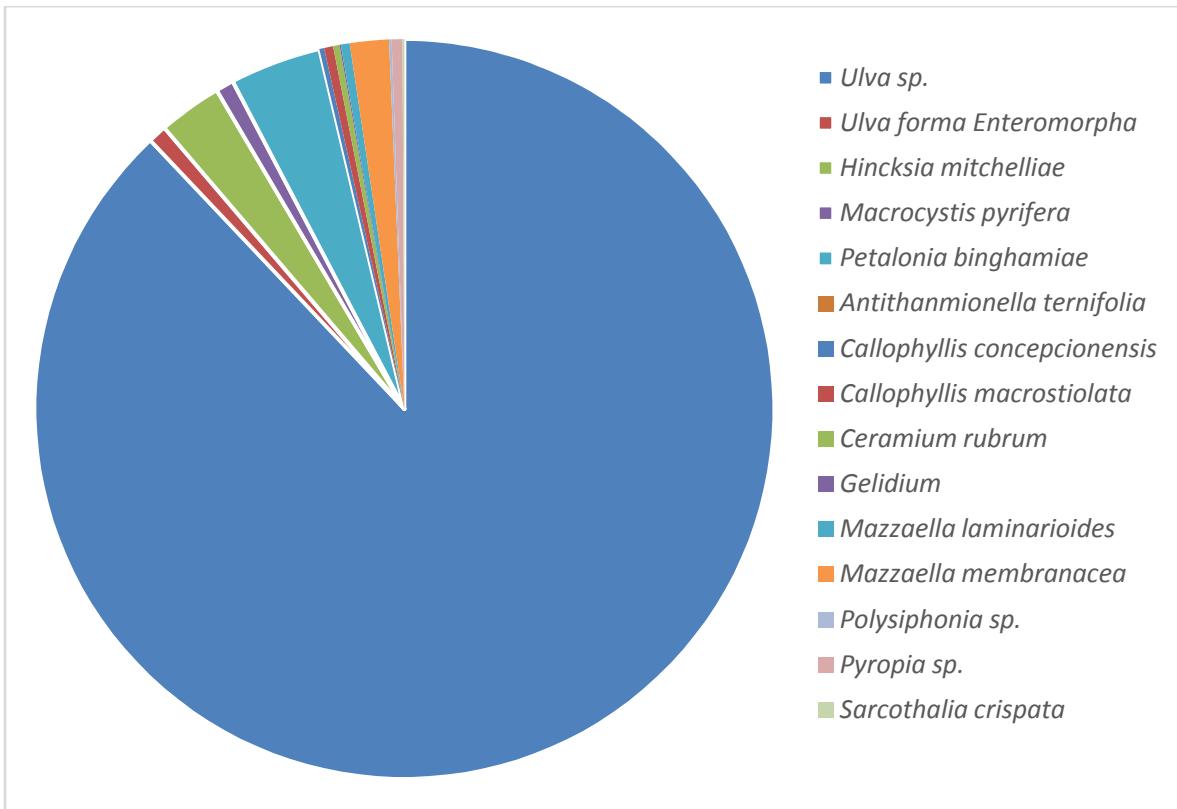
13.- Muestreo 3 Febrero 2014



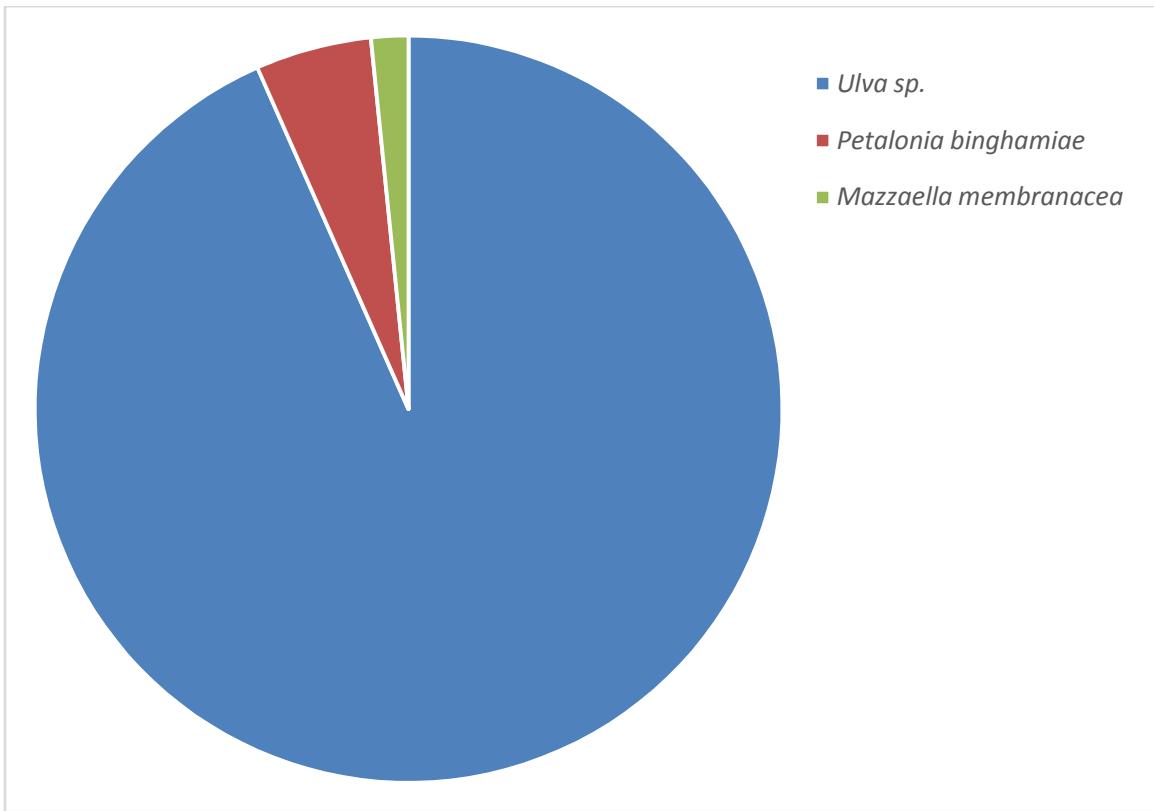
14.- Muestreo 17 Febrero 2014



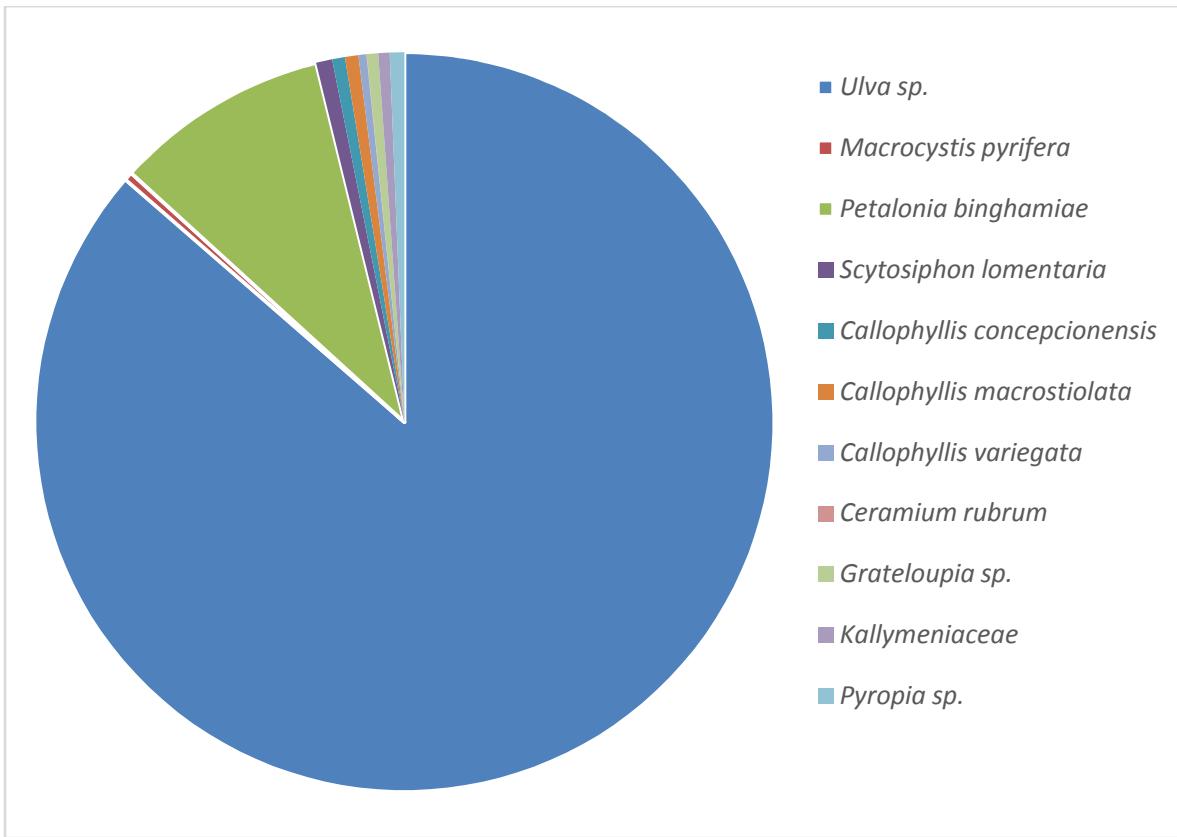
15.- Muestreo 24 Febrero 2014



16.- Muestreo 3 Marzo 2014



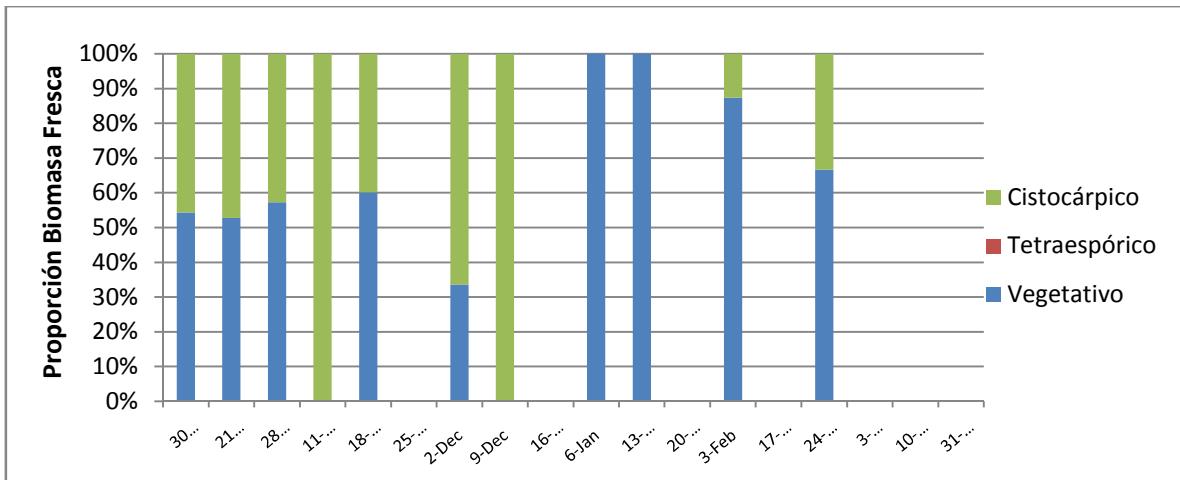
17.- Muestreo 10 Marzo 2014



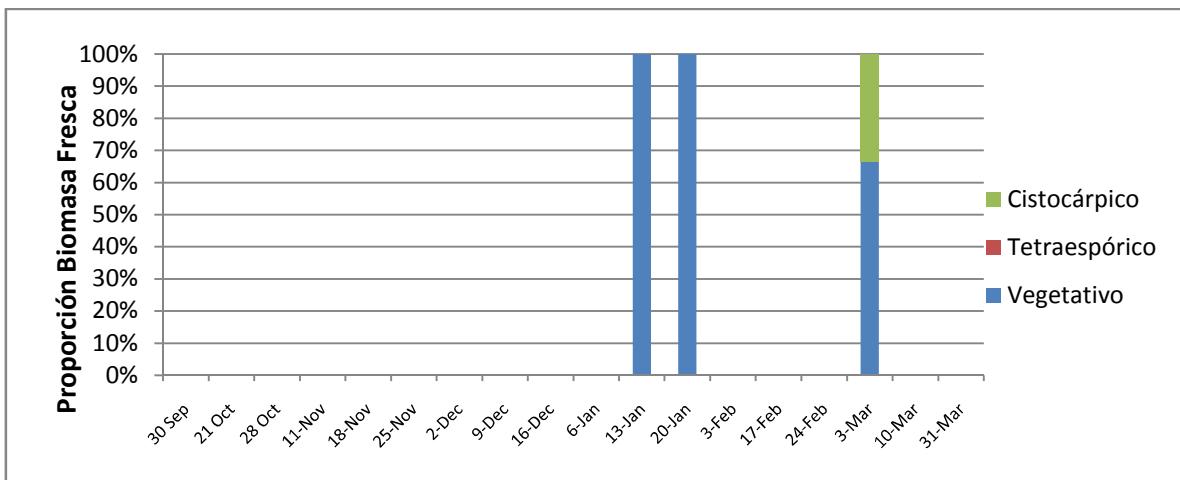
18.- Muestreo 31 Marzo 2014

7.6. ANEXO VI

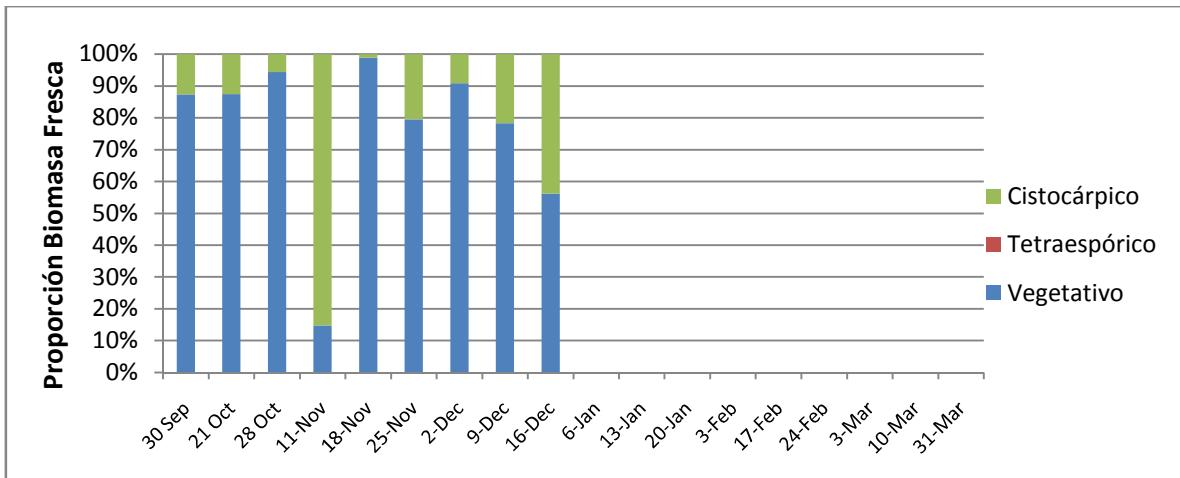
**Proporción biomasa reproductiva y
vegetativa colectada**



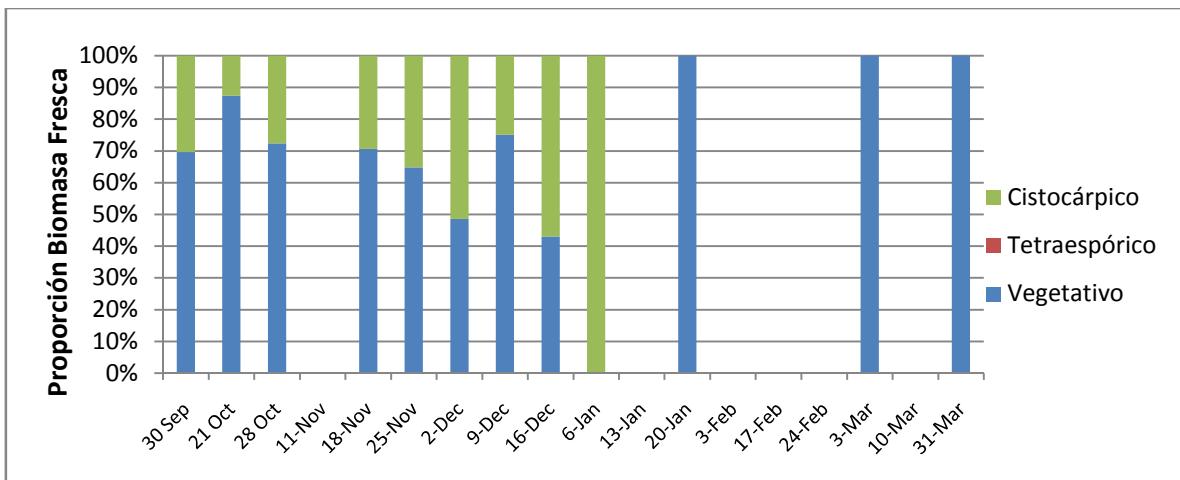
1.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Ahnfeltiopsis durvillei* durante los 18 muestreos.



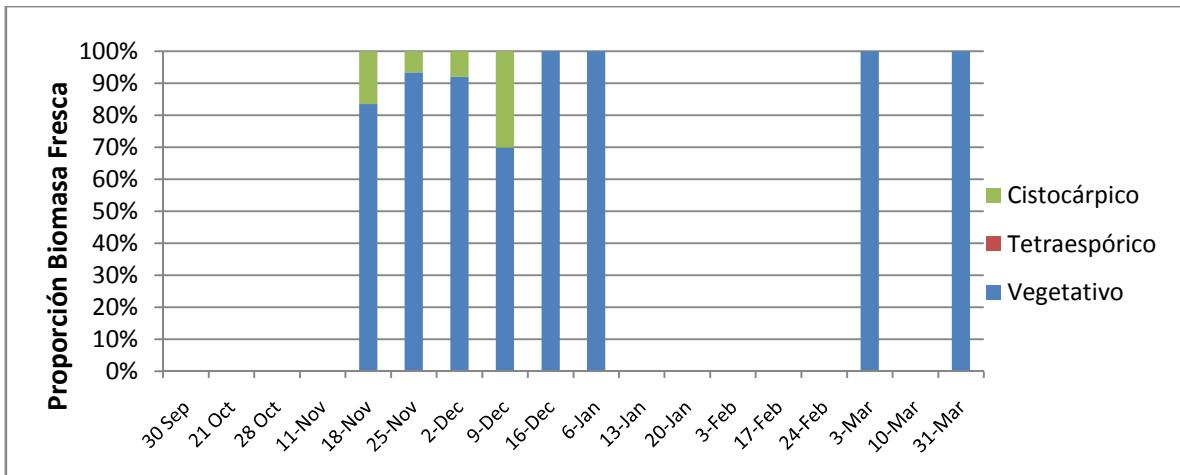
2.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Antithamnionella ternifolia* durante los 18 muestreos.



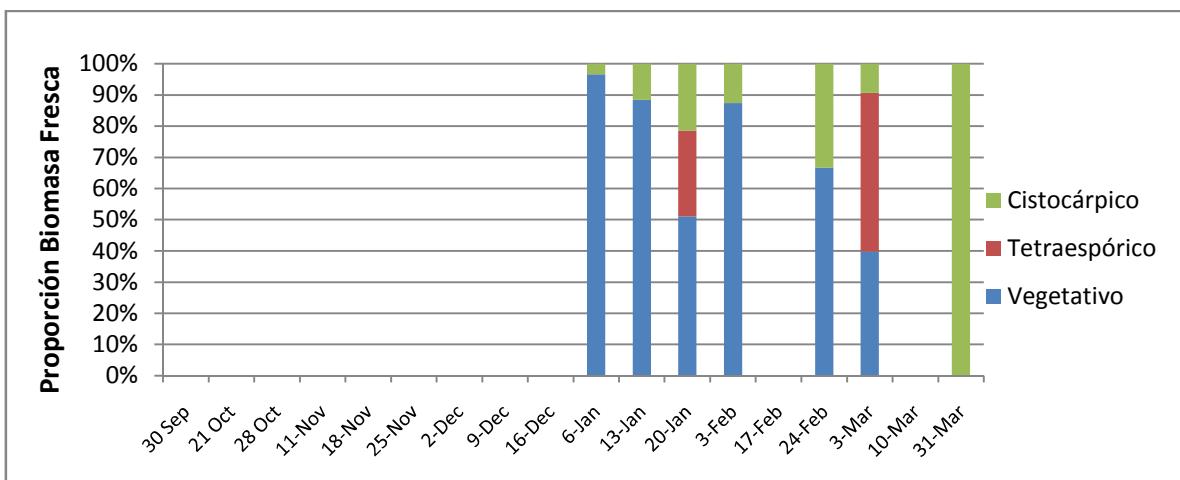
3.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Callophyllis variegata* durante los 18 muestreos.



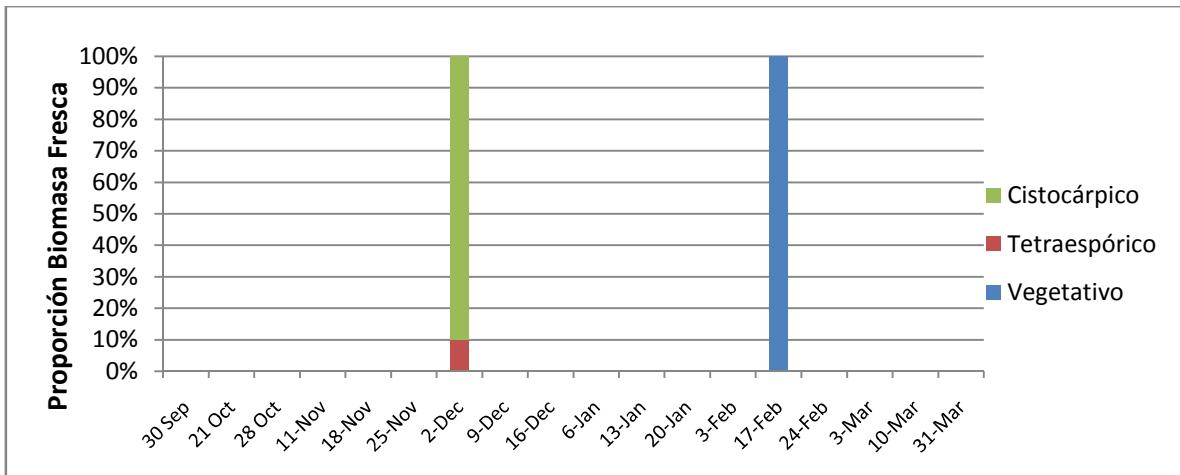
4.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Callophyllis macrostiolata* durante los 18 muestreos.



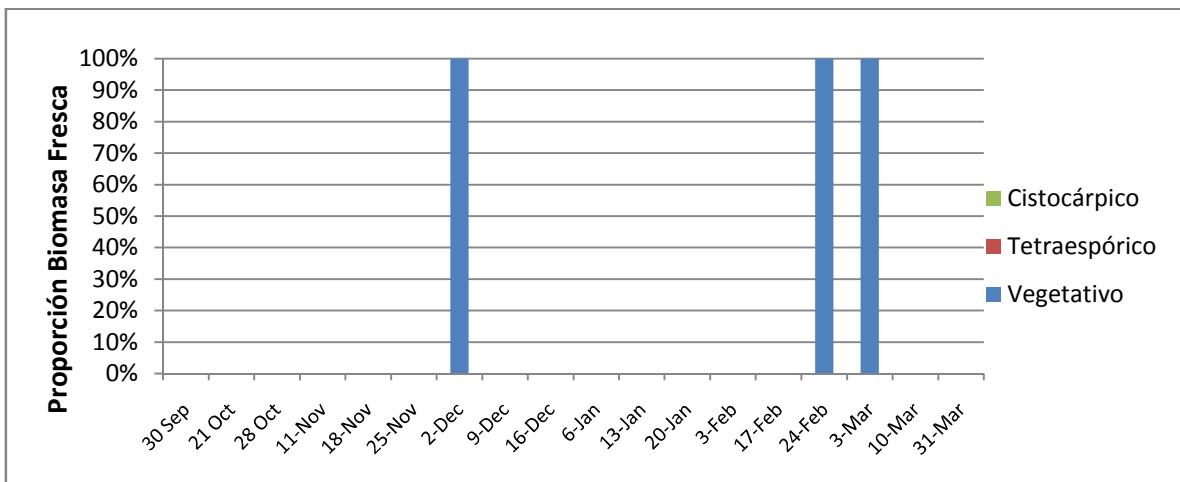
5.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Callophyllis concepcionensis* durante los 18 muestreos.



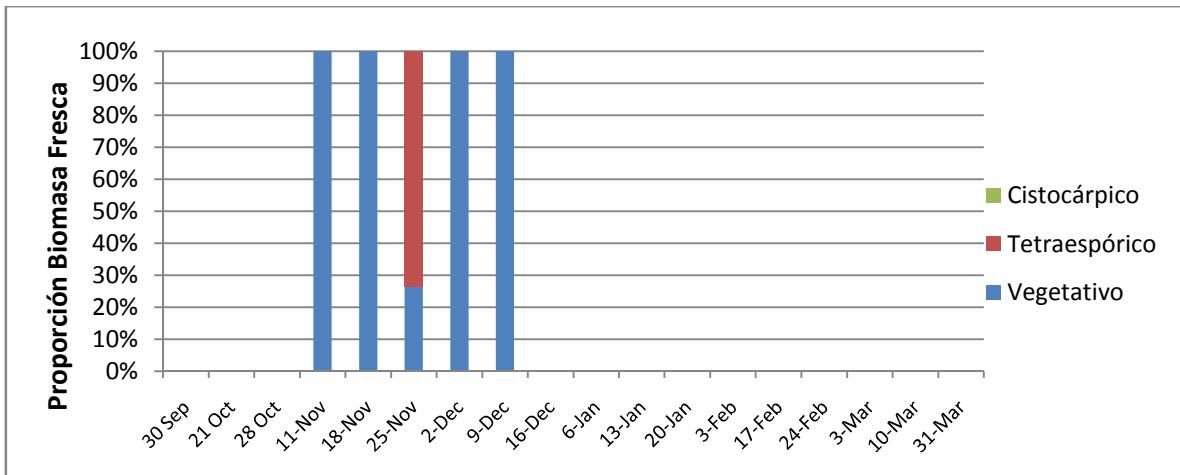
6.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Ceramium rubrum* durante los 18 muestreos.



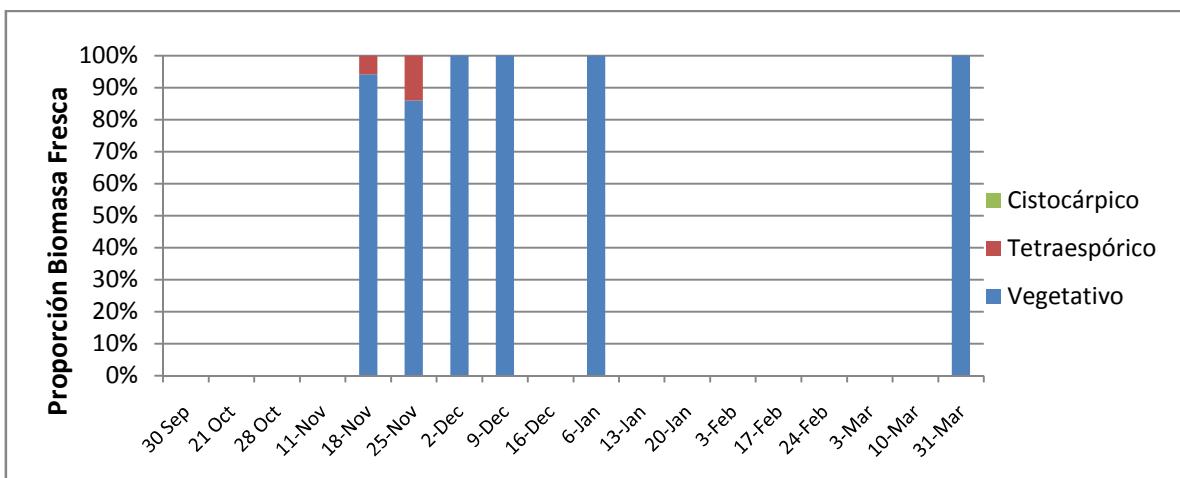
7.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Chondracanthus chamissoi* durante los 18 muestreos.



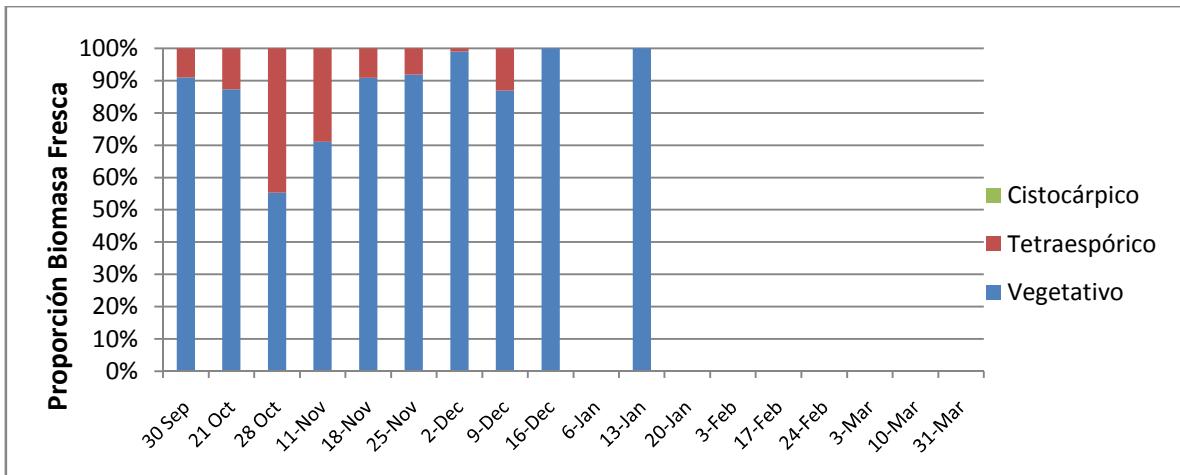
8.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Gelidium* sp. durante los 18 muestreos.



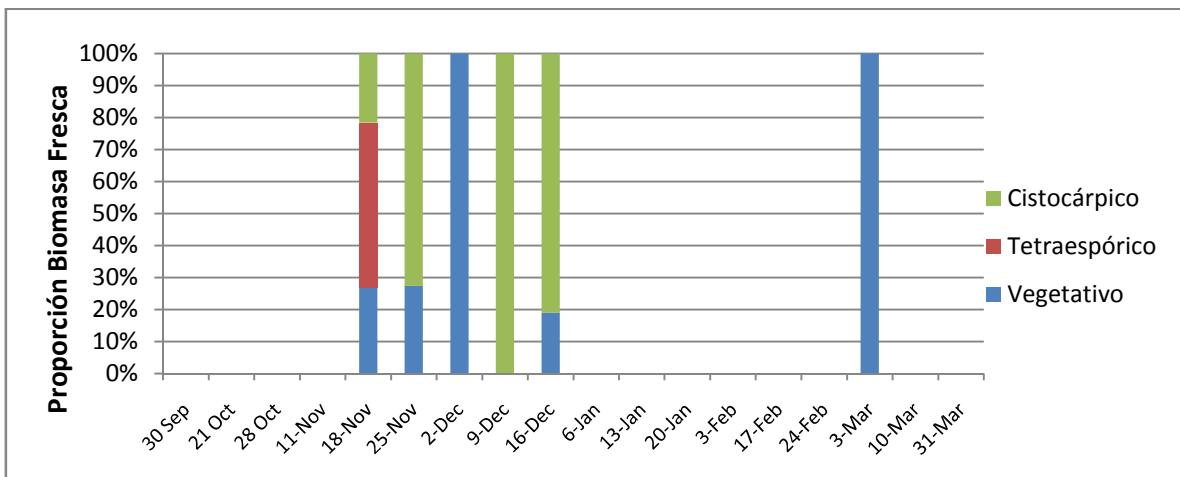
9.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Grateloupia doryphora* durante los 18 muestreos.



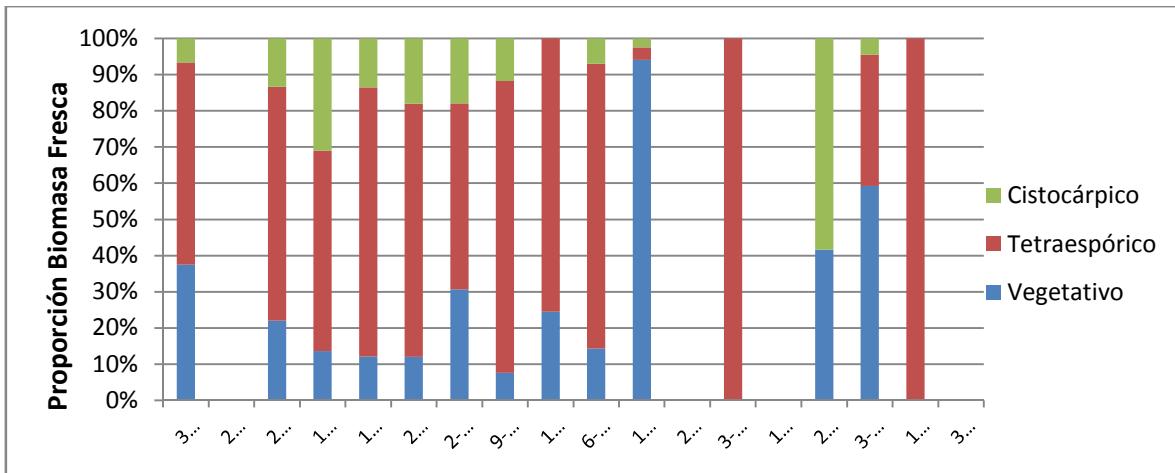
10.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Grateloupia* sp. durante los 18 muestreos.



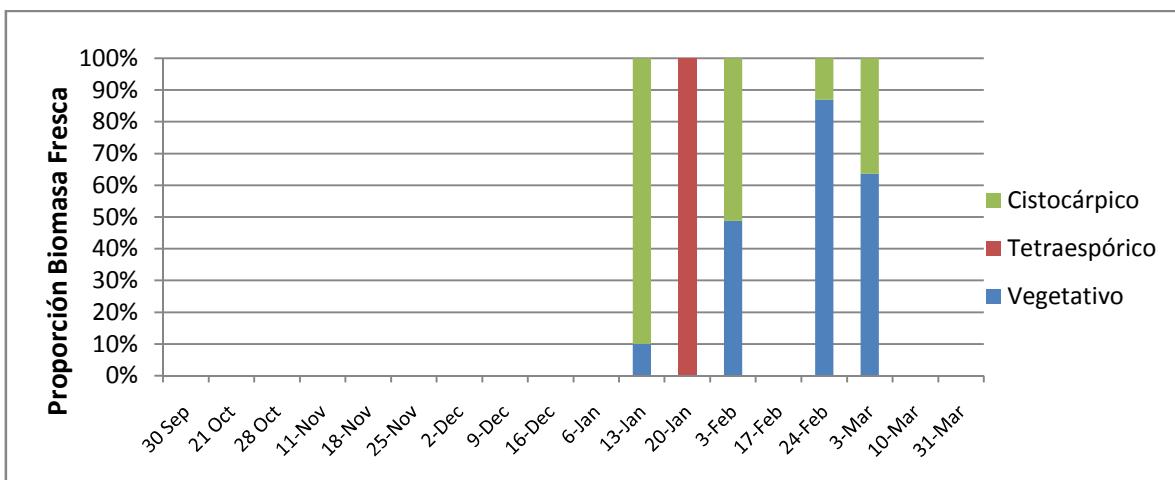
11.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Halymenia* sp. durante los 18 muestreos.



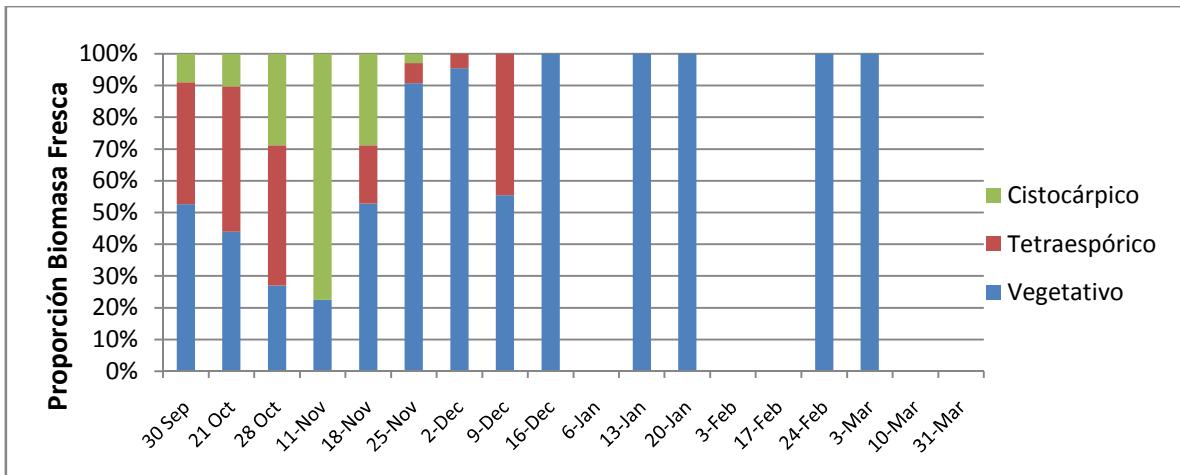
12.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Mazzaella laminarioides* durante los 18 muestreos.



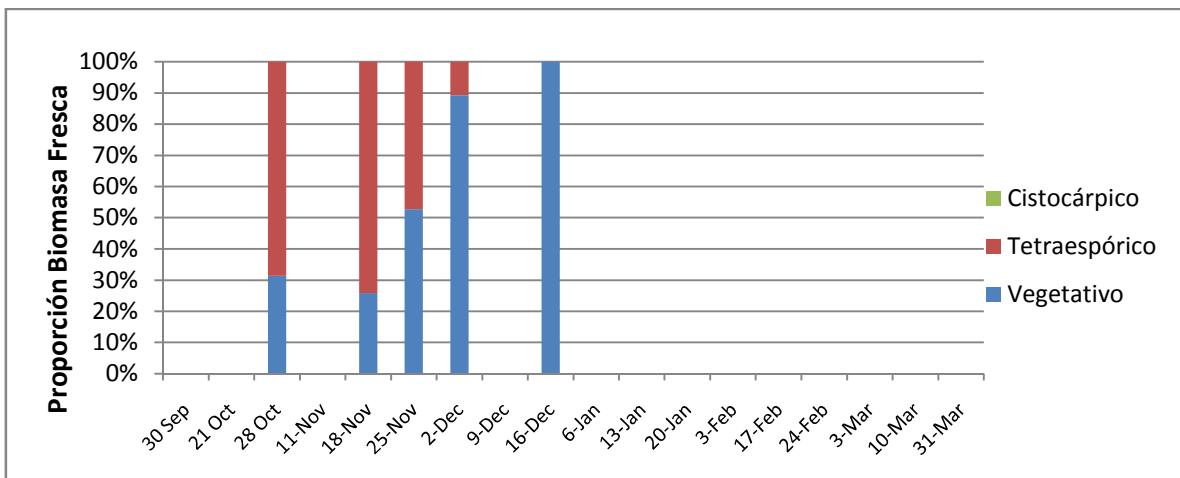
13.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Mazzaella membranacea* durante los 18 muestreos.



14.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Polysiphonia* sp. durante los 18 muestreos.



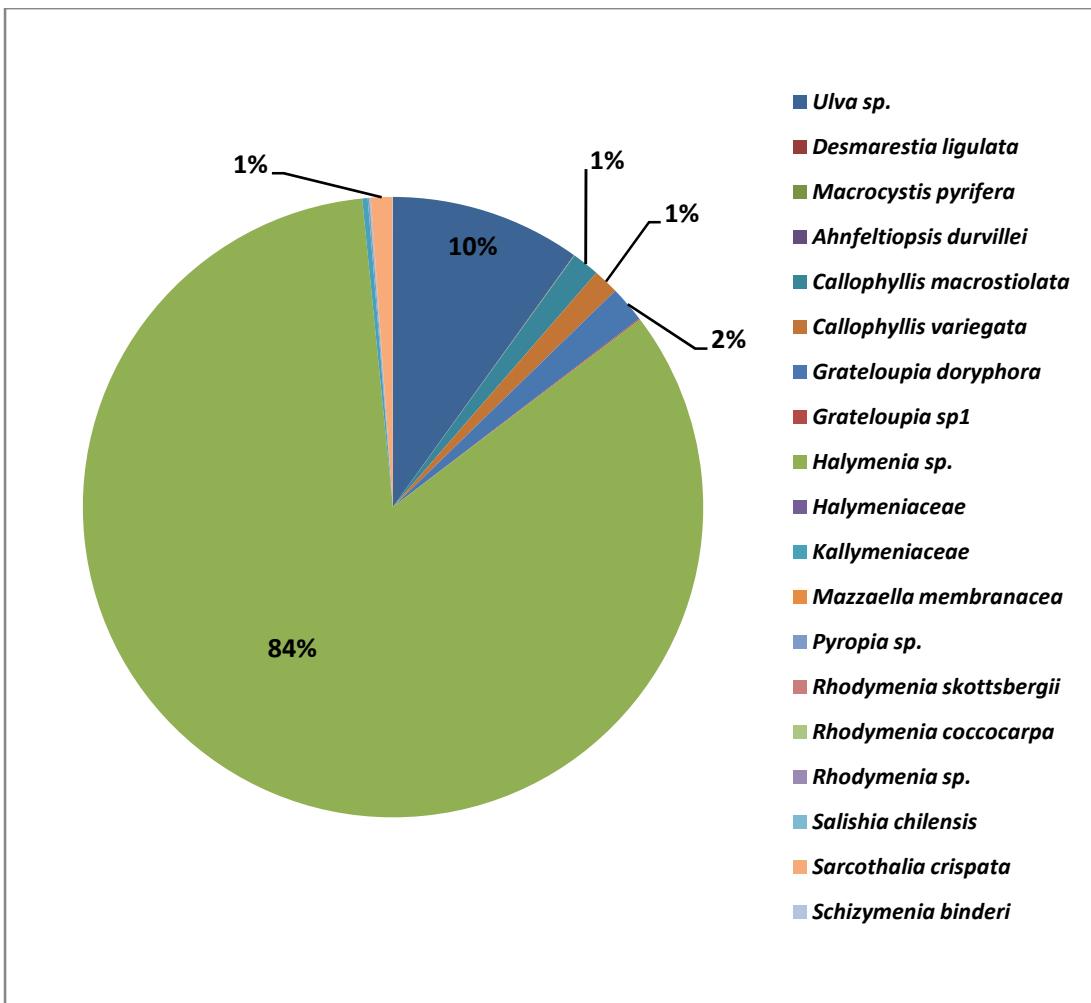
15.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Sarcothalia crispata* (luga negra) durante los 18 muestreos.



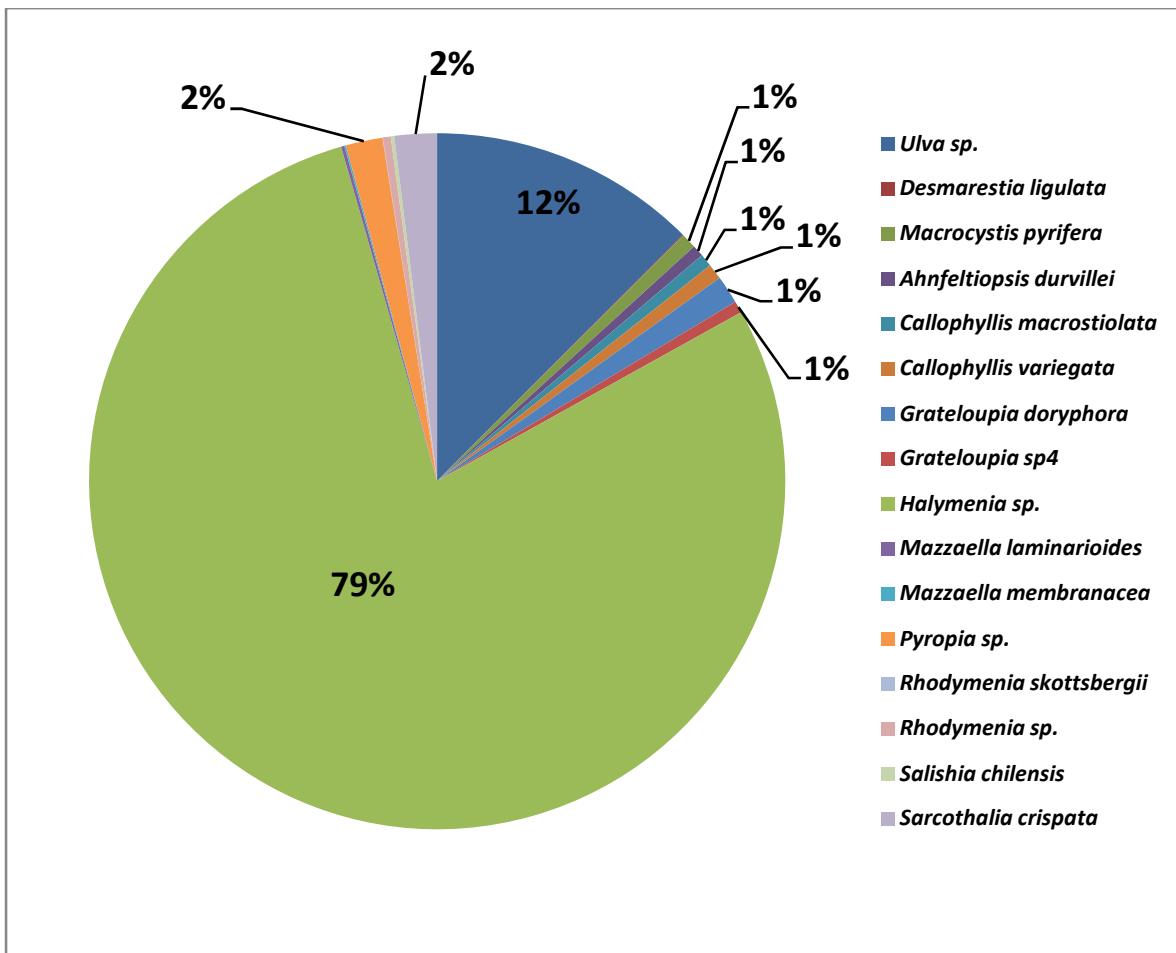
16.- Proporción biomasa reproductiva (cistocárpica y tetraespórica) y vegetativa para el alga roja *Salishia chilensis* durante los 18 muestreos.

7.7. ANEXO VII

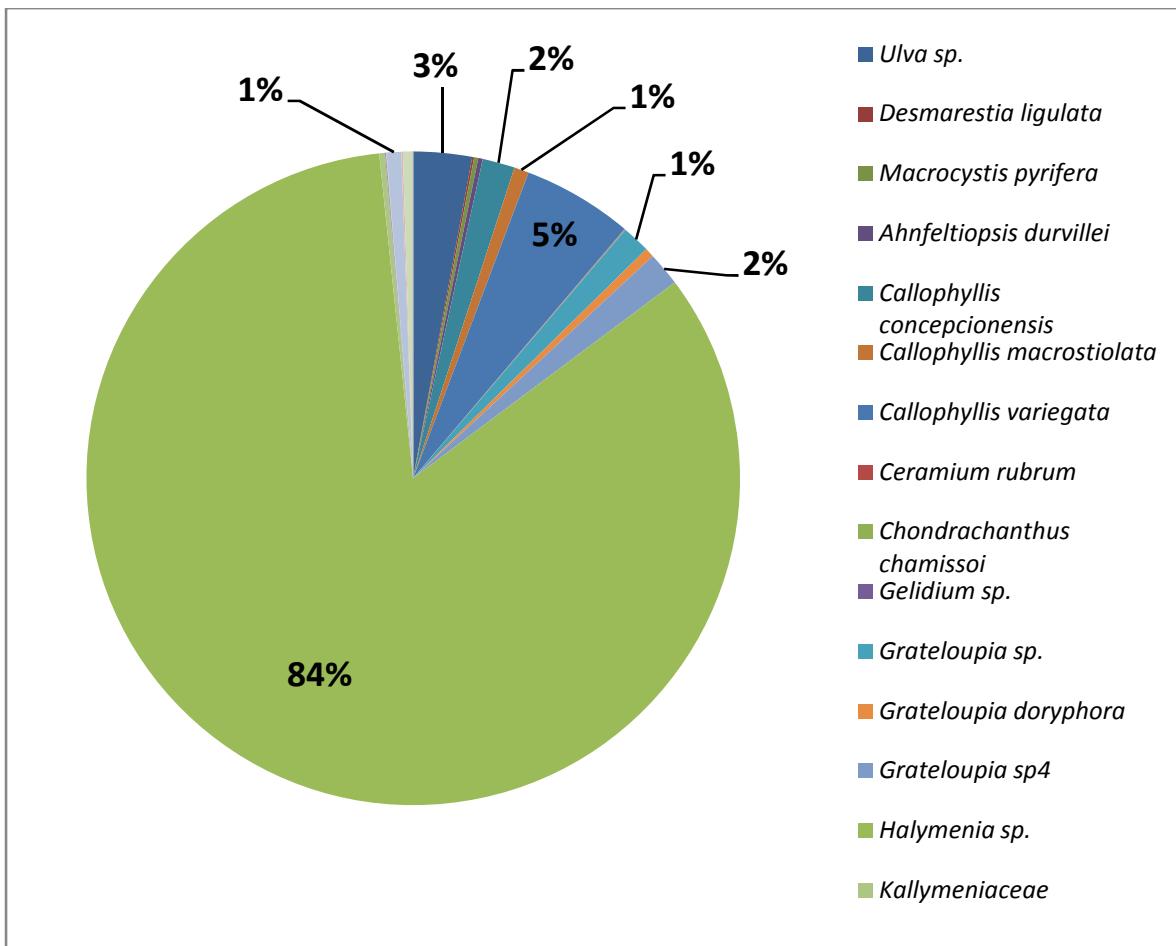
**Proporción abundancia de algas colectadas
en los muestreos**



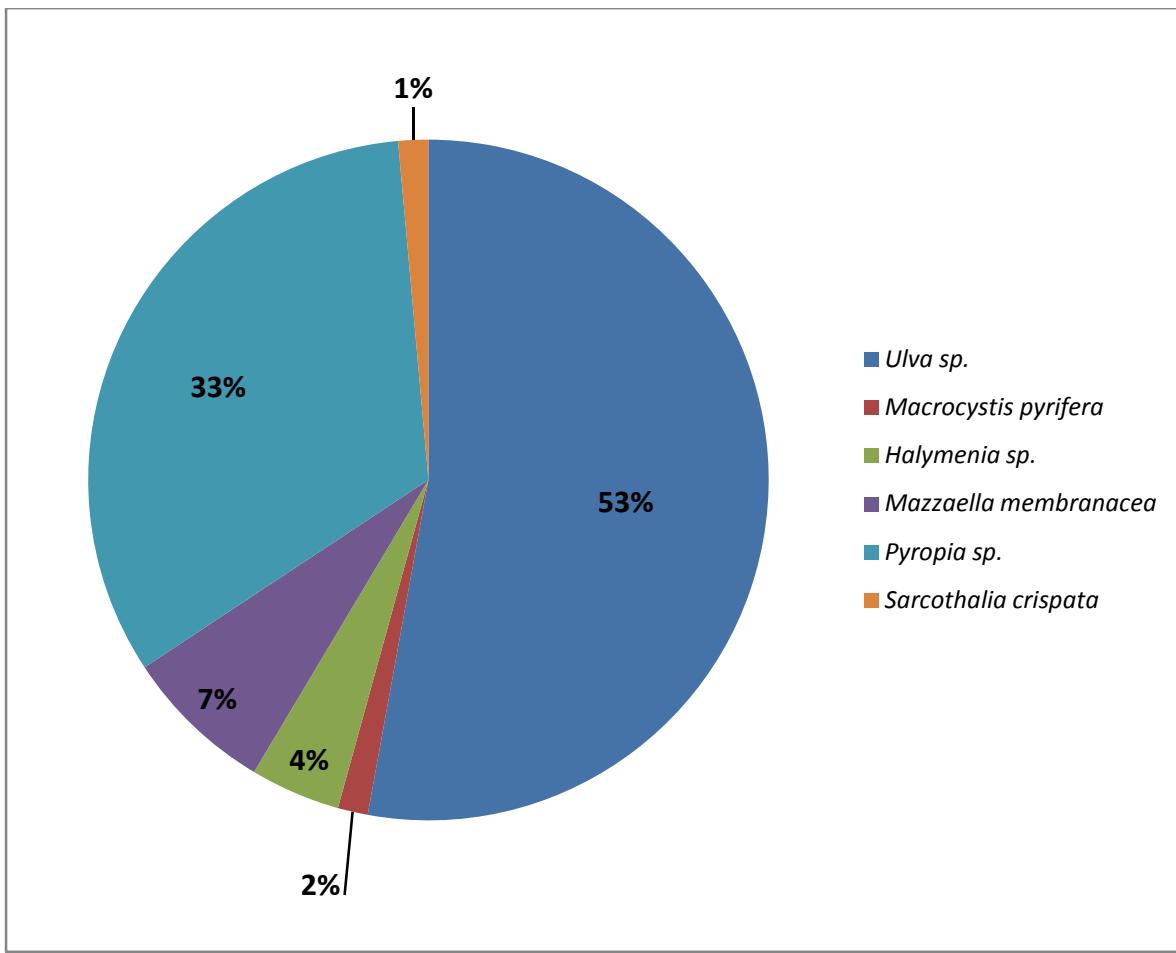
1.- Muestreo 30 de Septiembre 2013



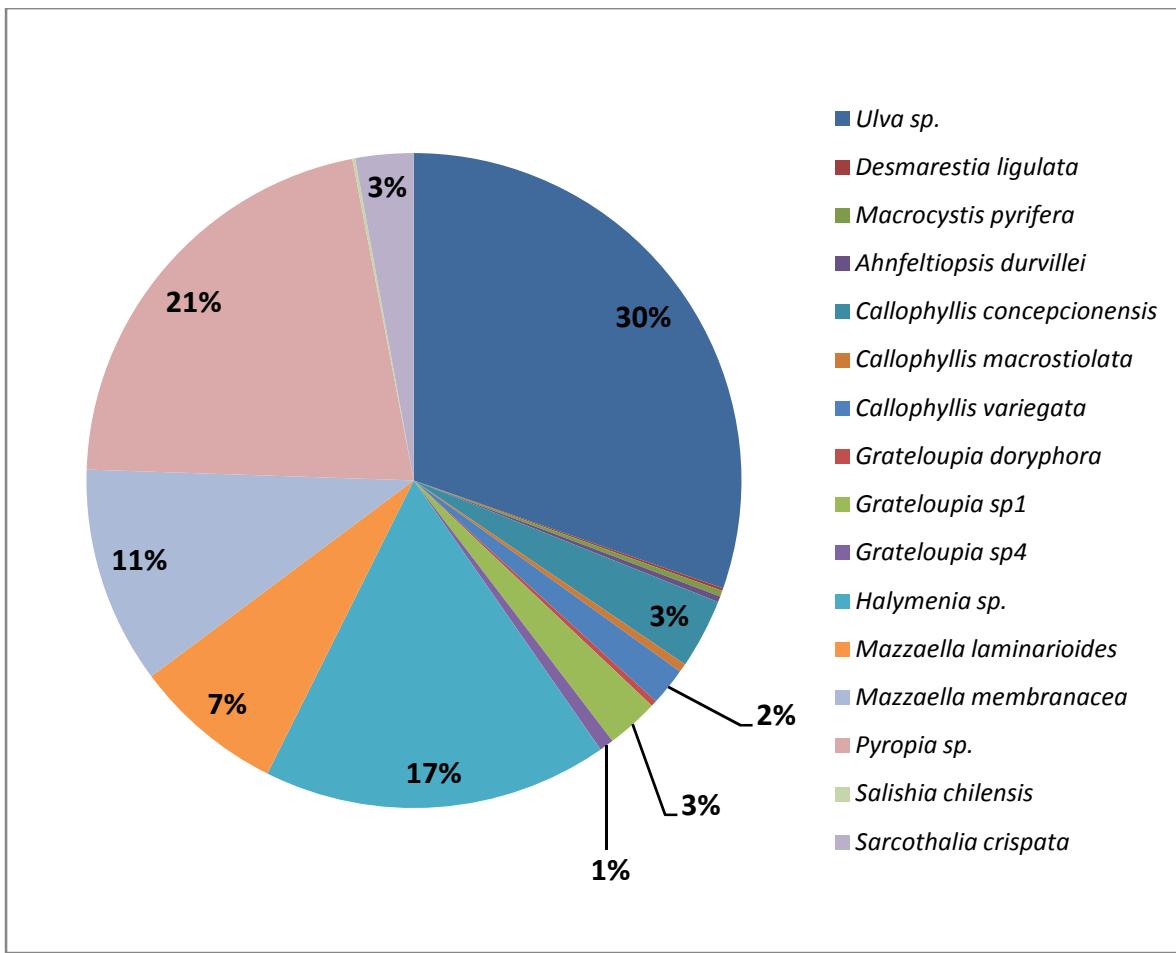
2.- Muestreo 21 Octubre 2013



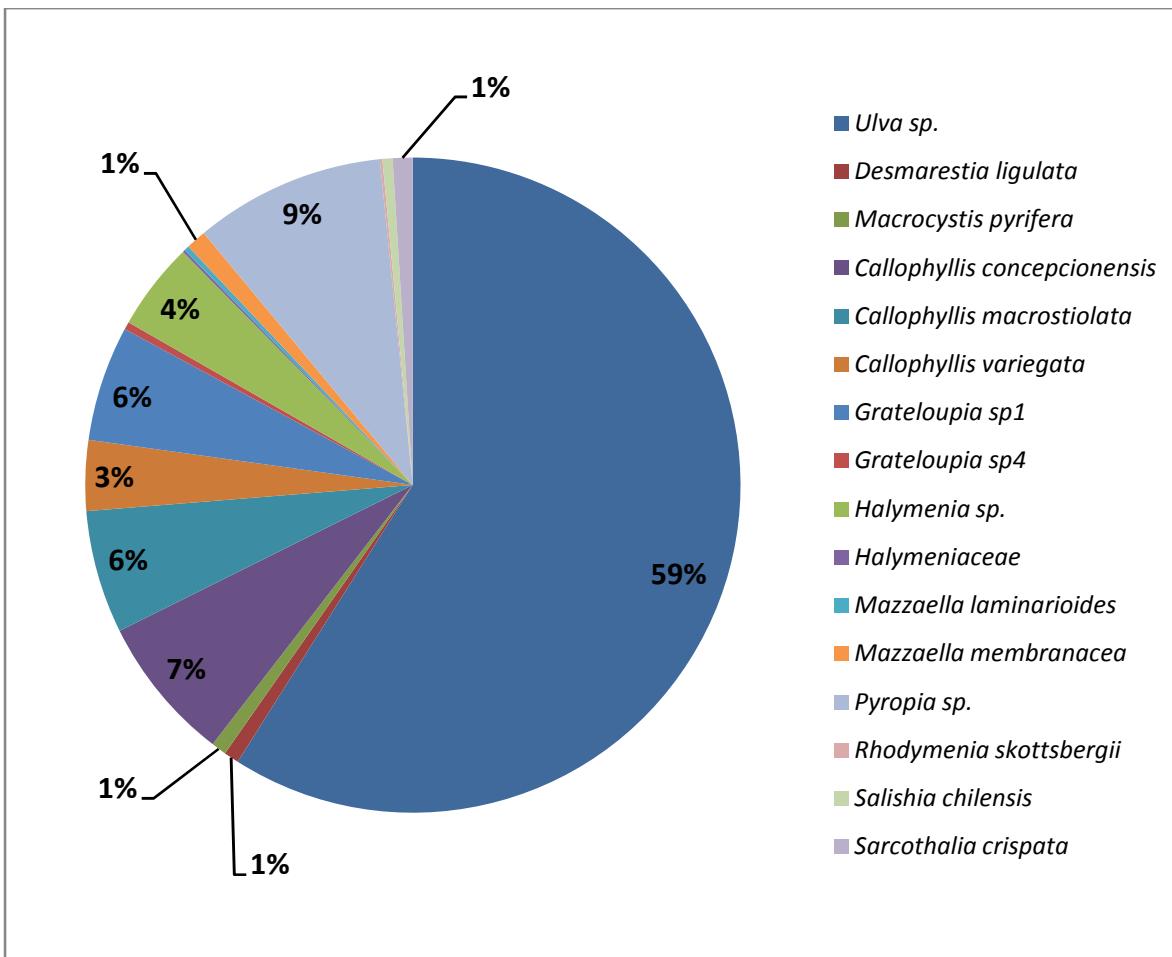
3.- Muestreo 28 Octubre 2013



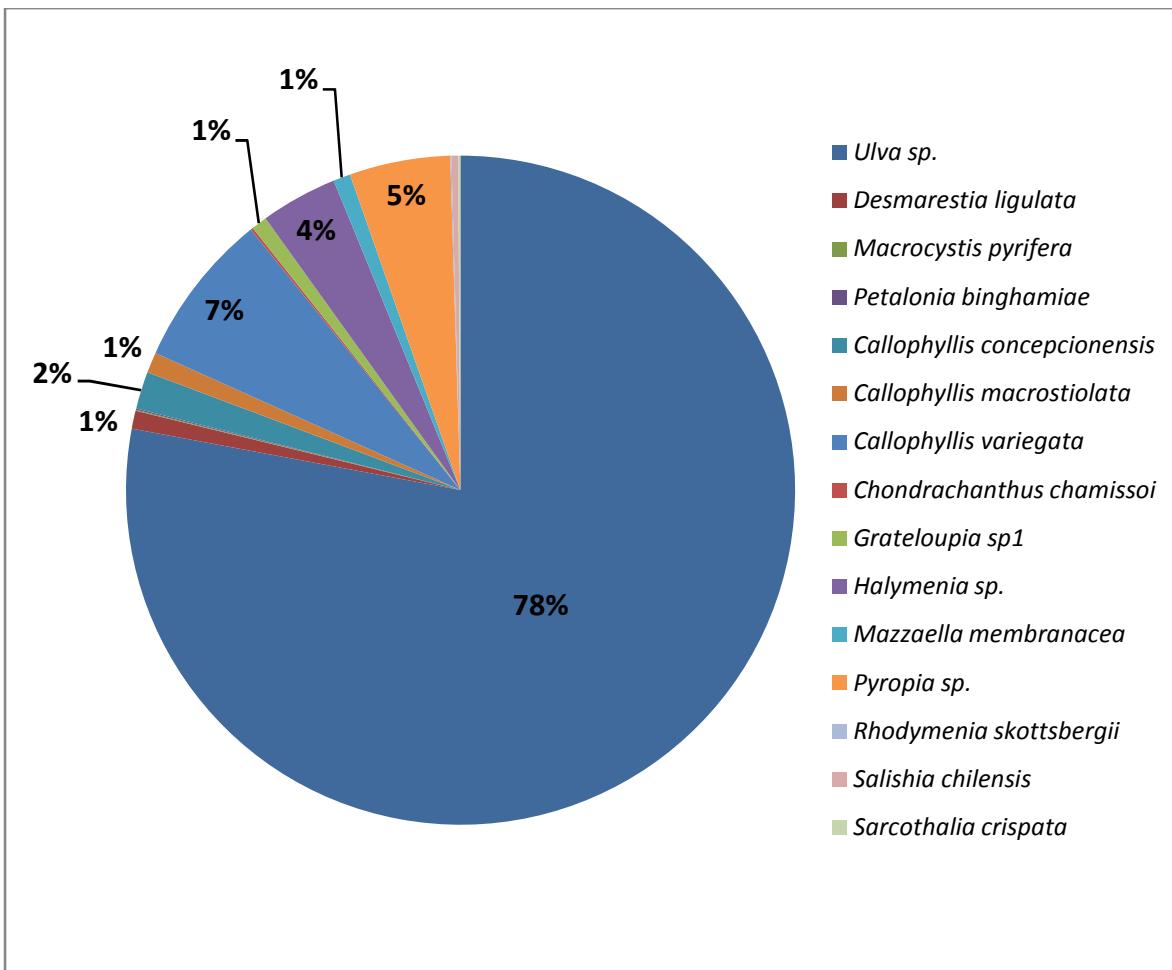
4.- Muestreo 11 Noviembre 2013



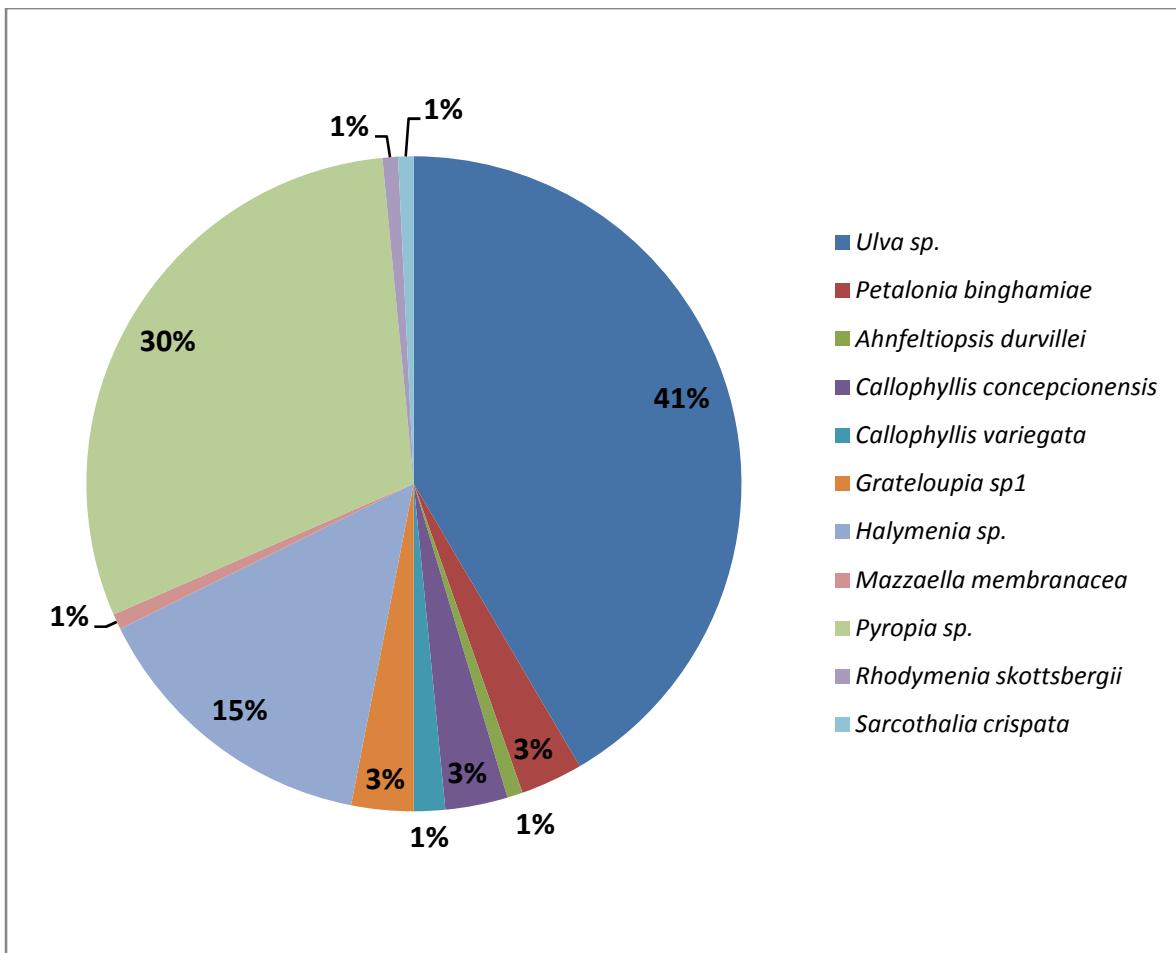
5.- Muestreo 18 Noviembre 2013



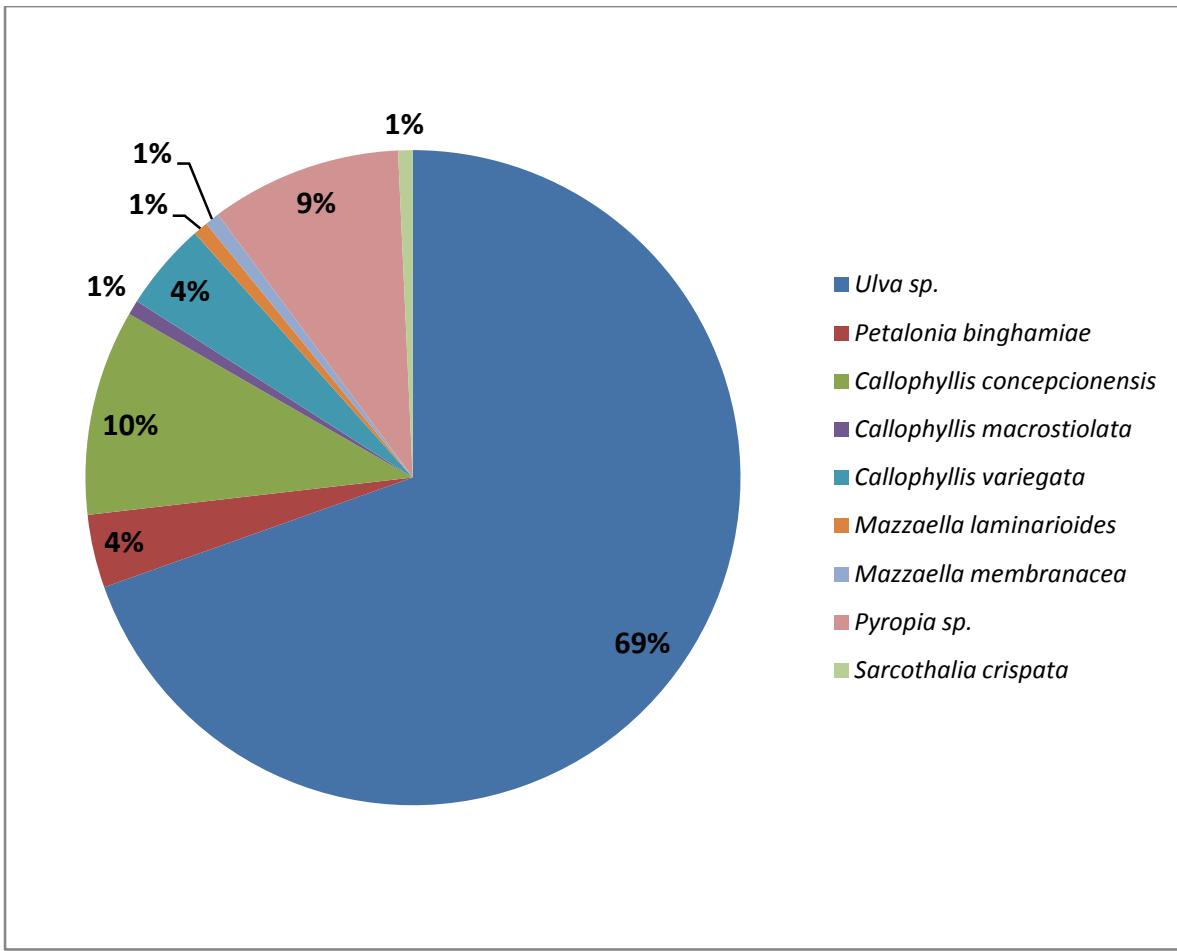
6.- Muestreo 25 Noviembre 2013



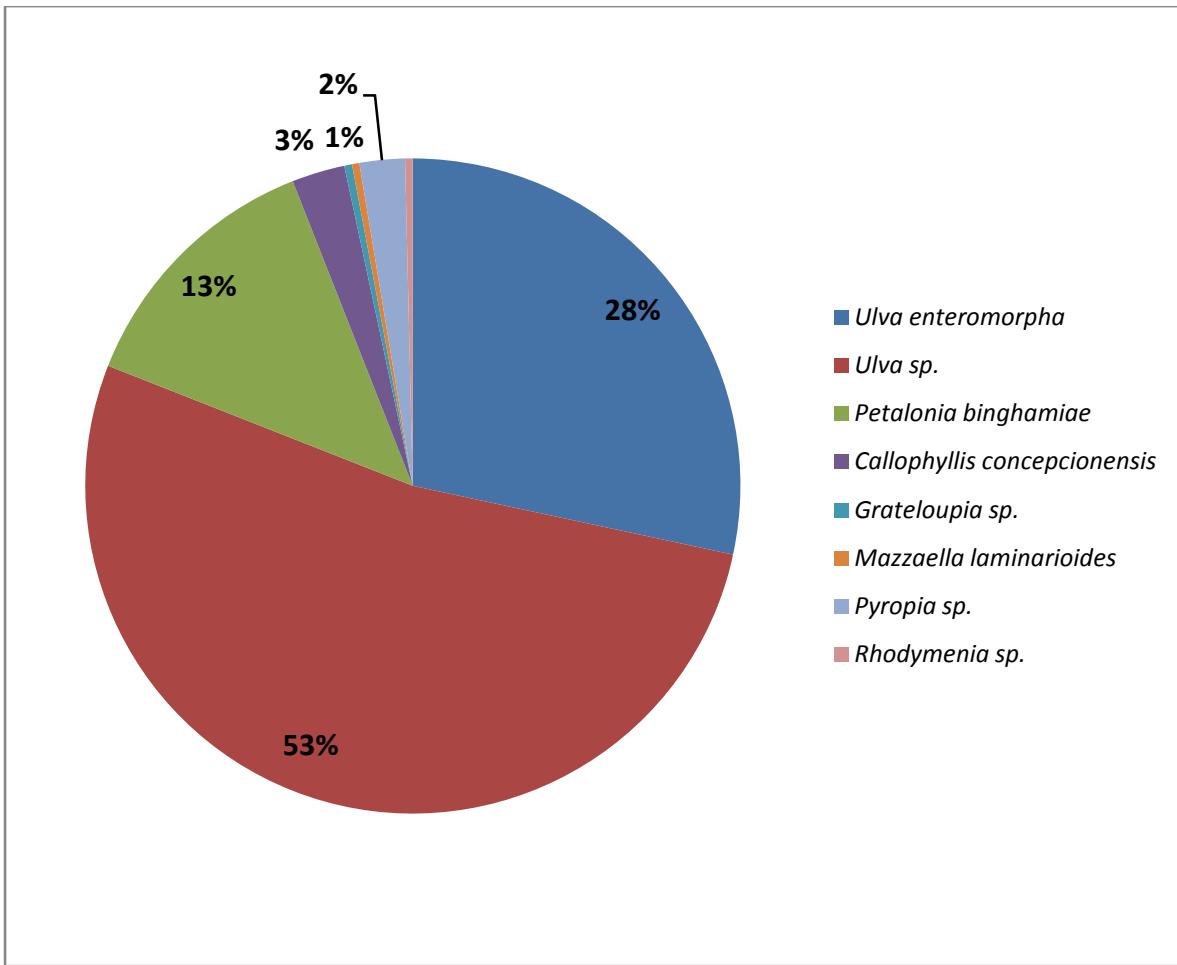
7.- Muestreo 2 Diciembre 2013



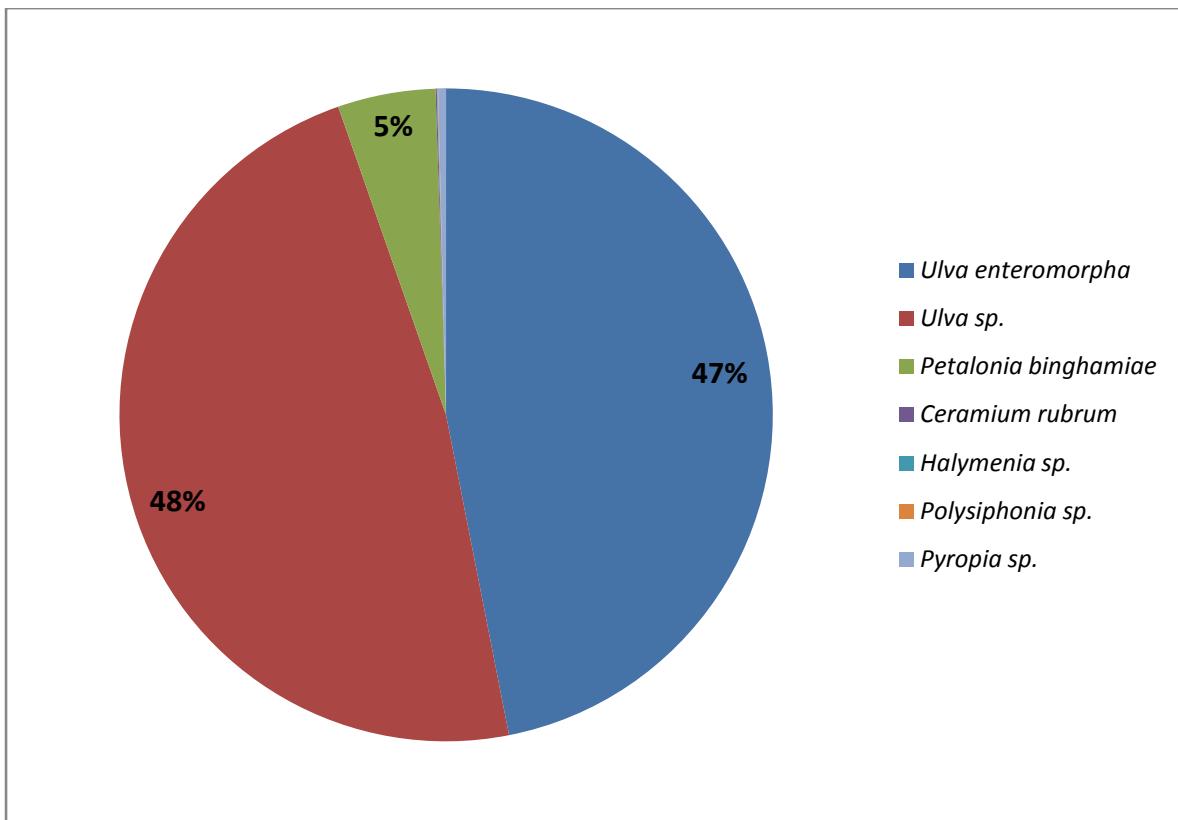
8.- Muestreo 9 Diciembre 2013



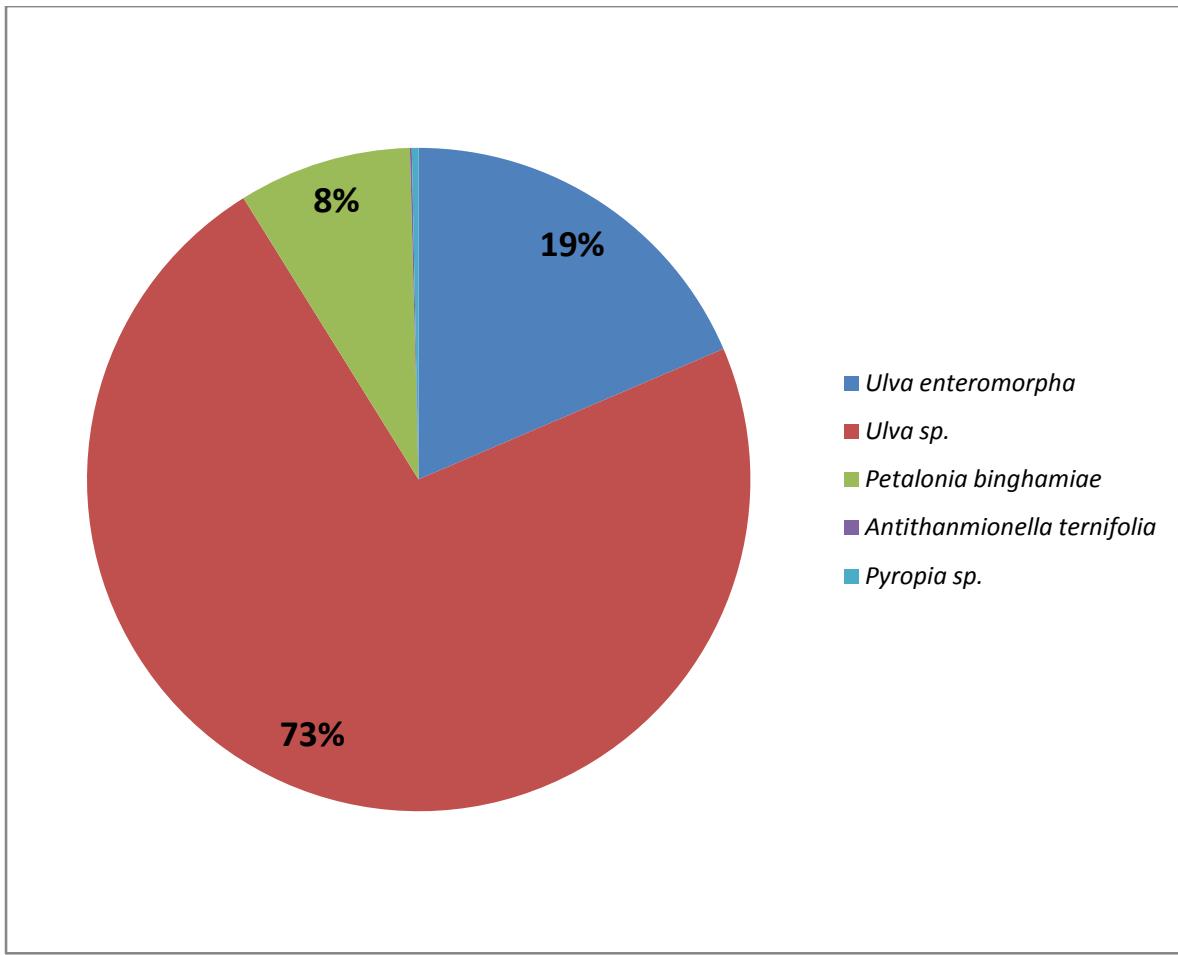
9.- Muestreo 16 Diciembre 2013



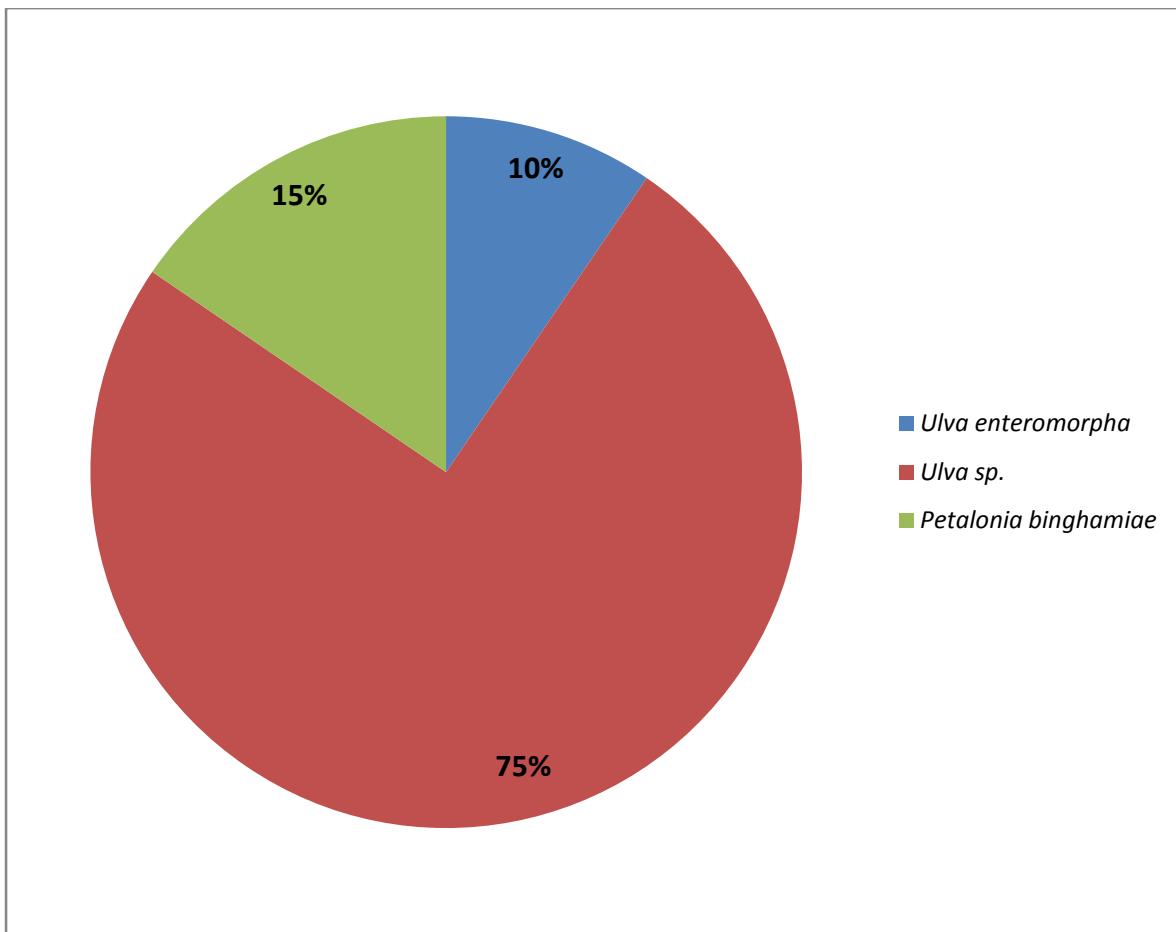
10.- Muestreo 6 enero 2014



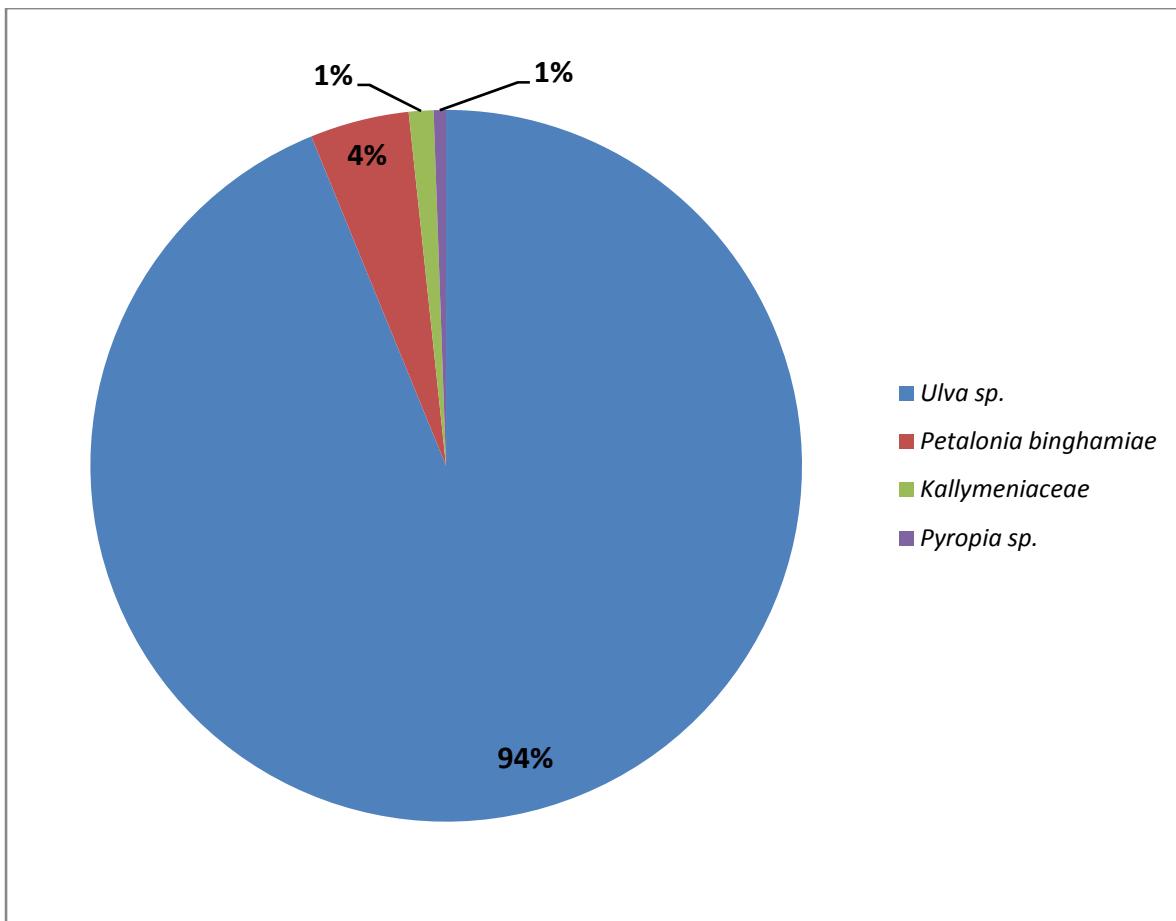
11.- Muestreo 13 enero 2014



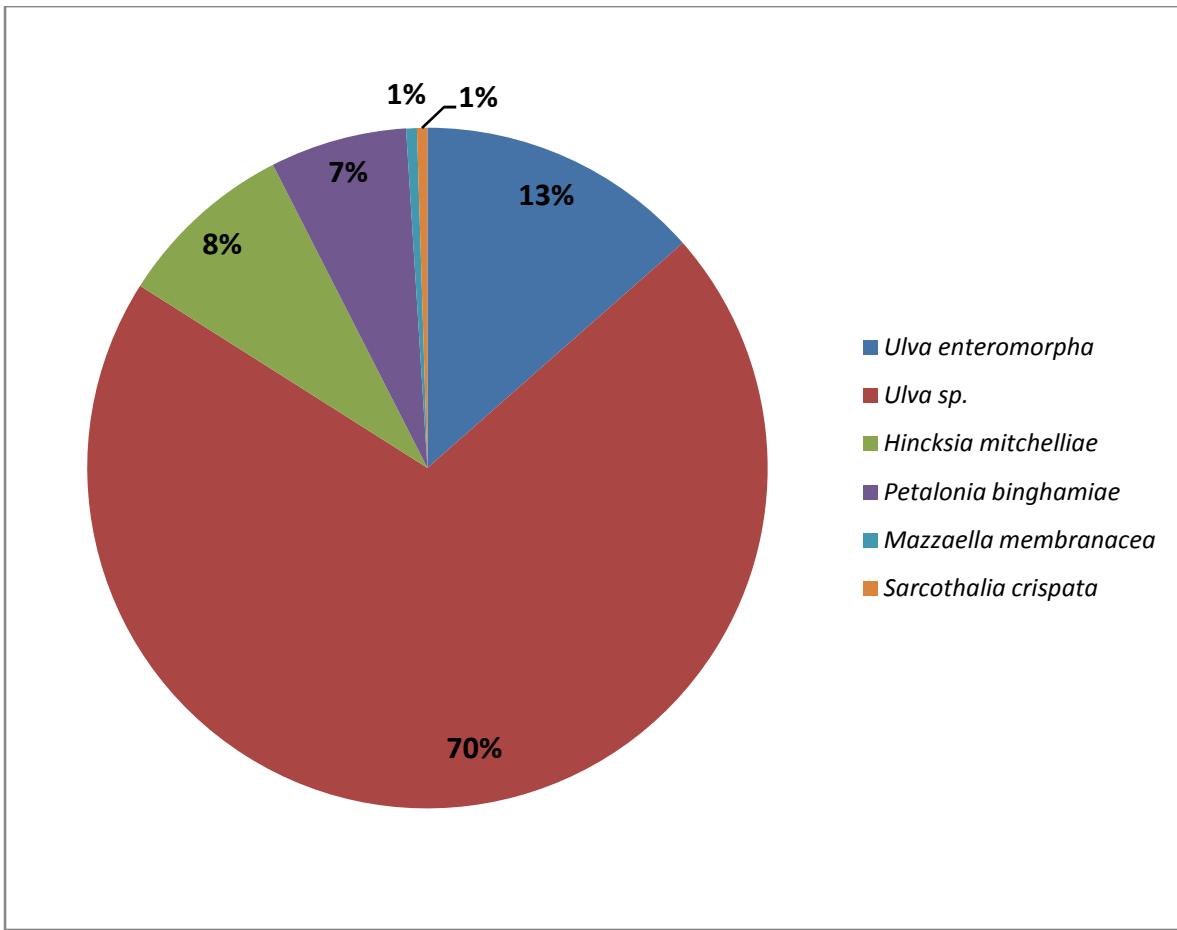
12.- Muestreo 20 enero 2014



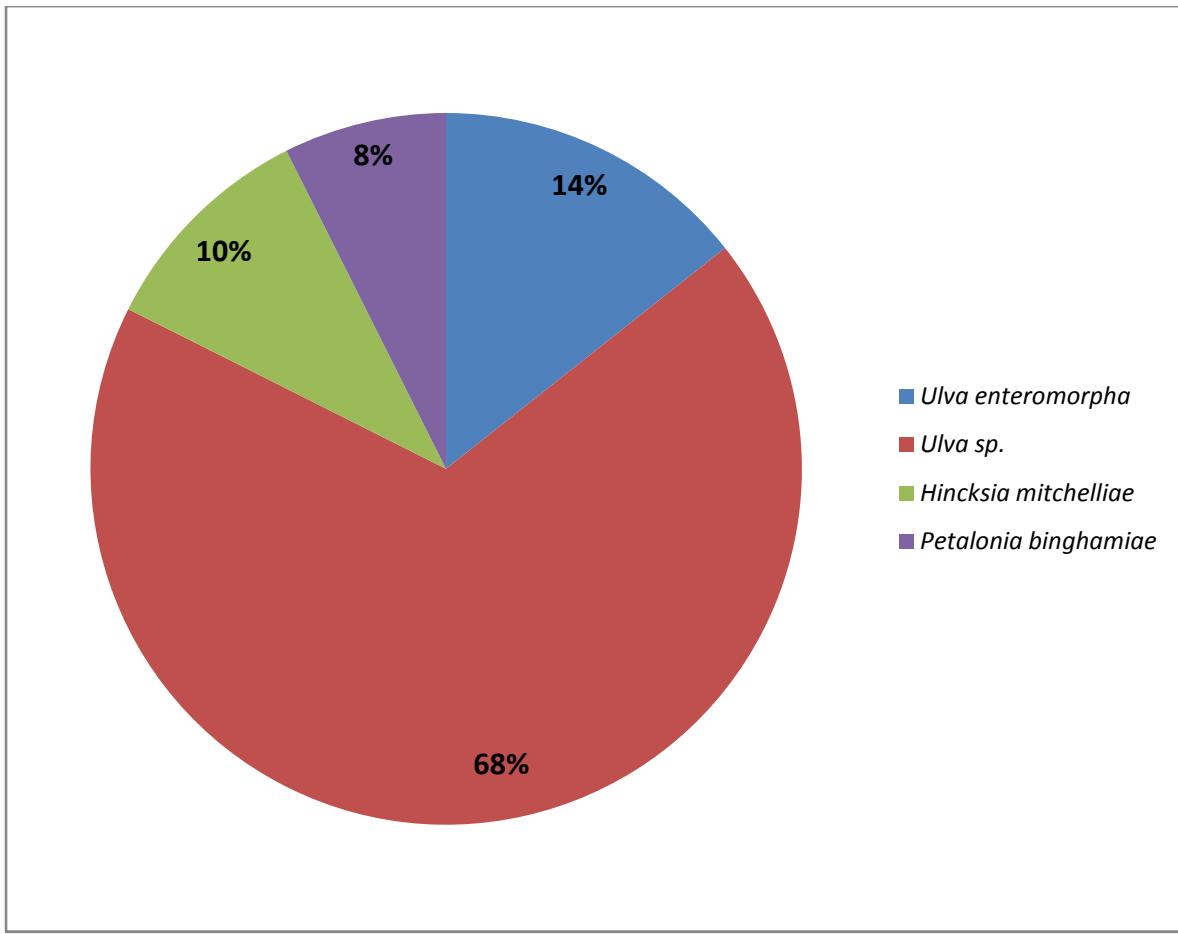
13.- Muestreo 3 Febrero 2014



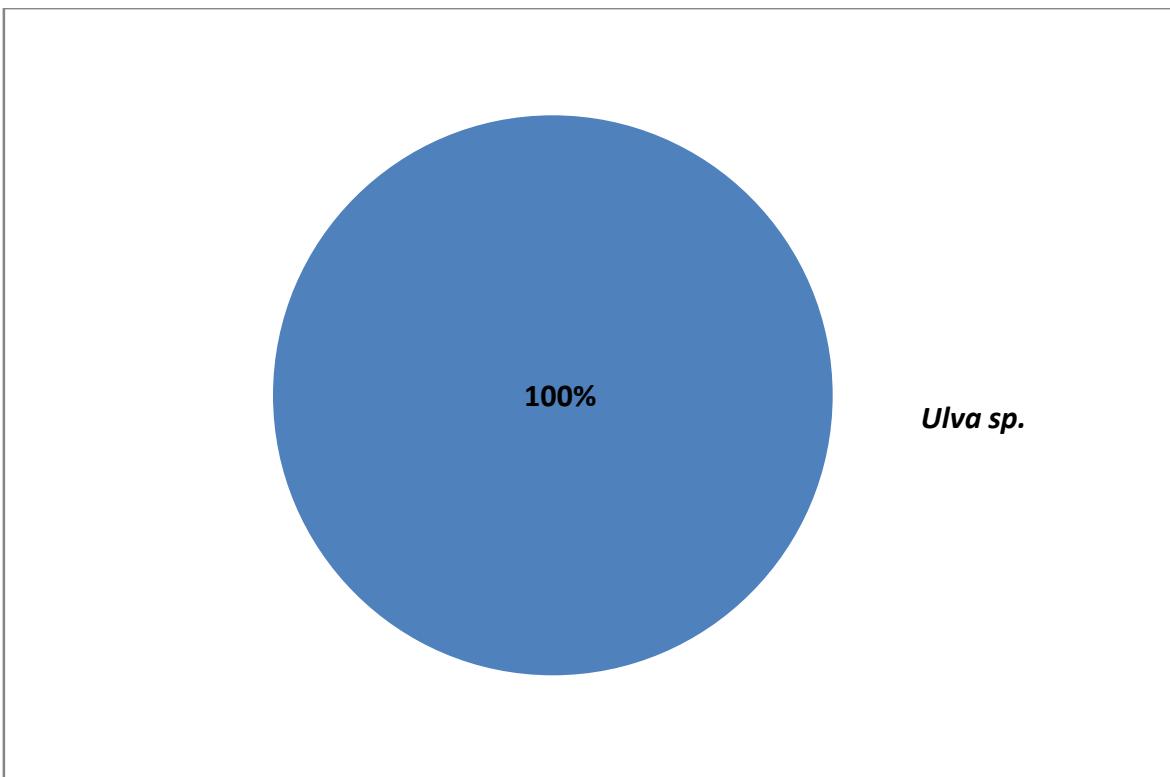
14.- Muestreo 17 Febrero 2014



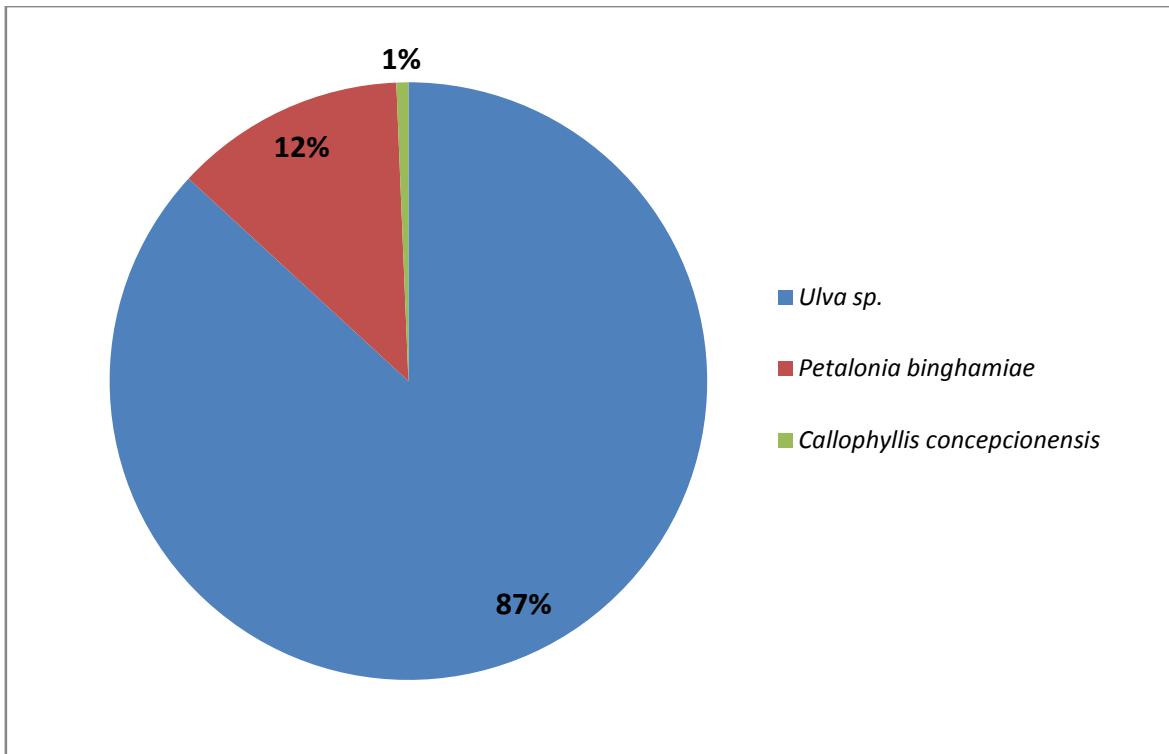
15.- Muestreo 24 Febrero 2014



16.- Muestreo 3 Marzo 2014



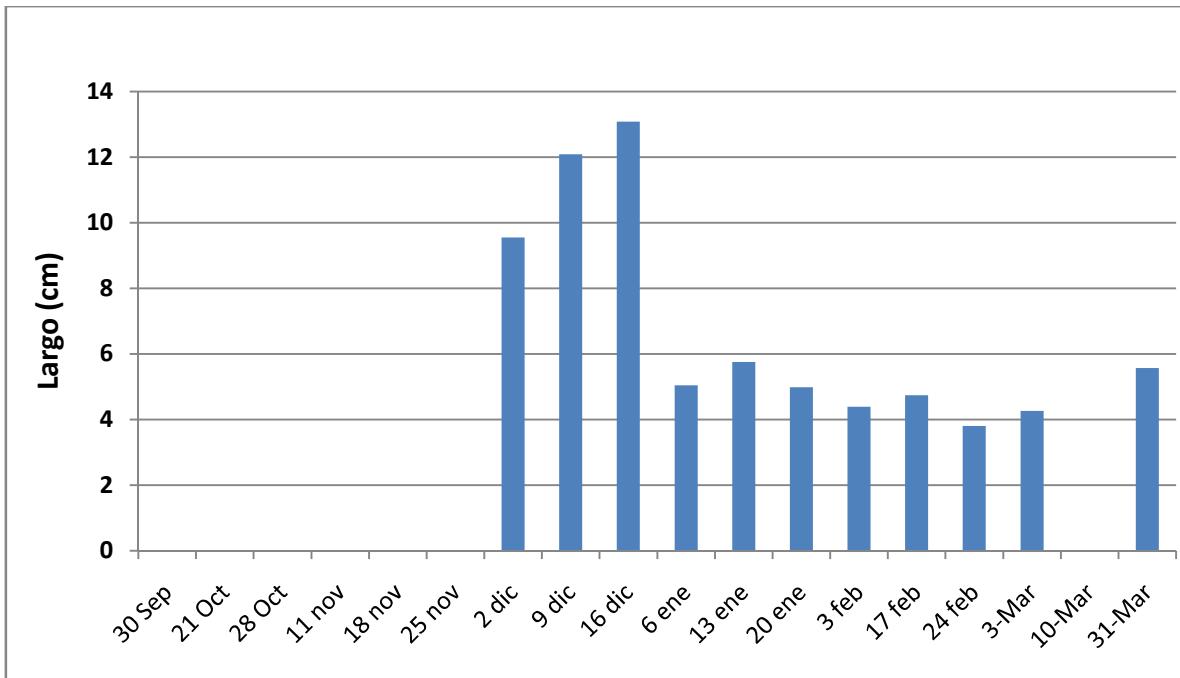
17.- Muestreo 10 Marzo 2014



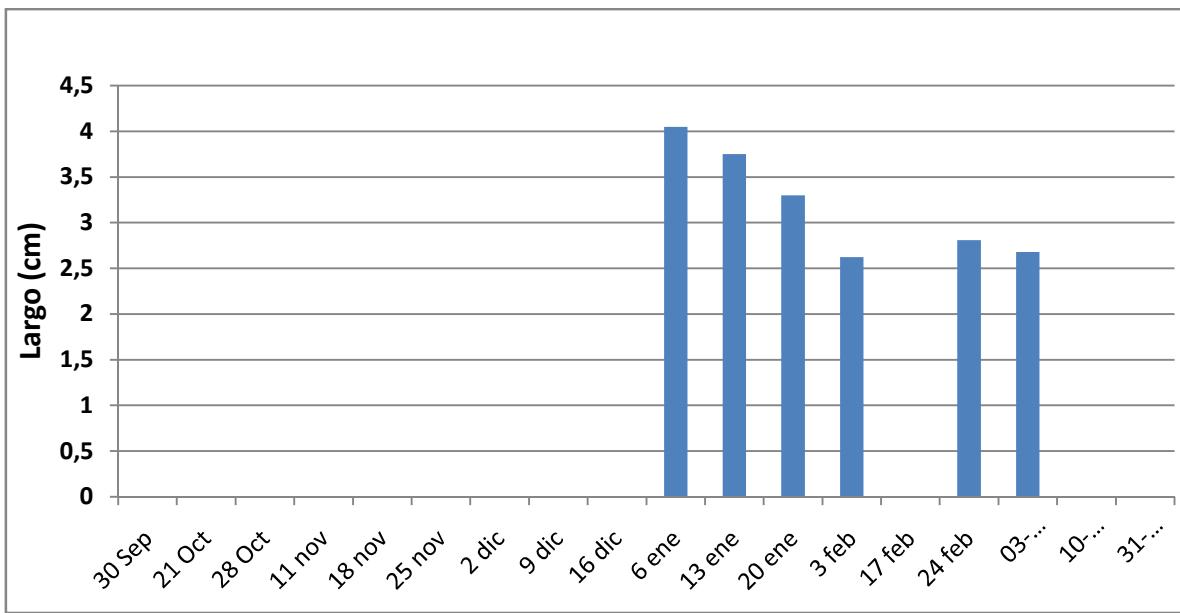
18.- Muestreo 31 Marzo 2014

7.8. ANEXO VIII

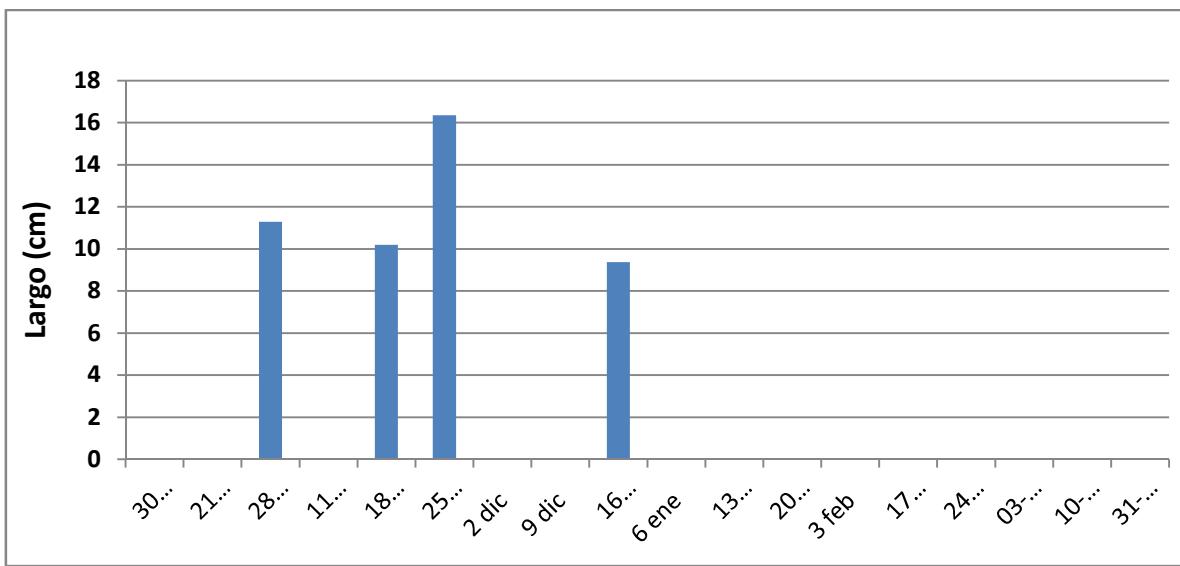
**Largo promedio de algas colectadas por
muestreo y por período**



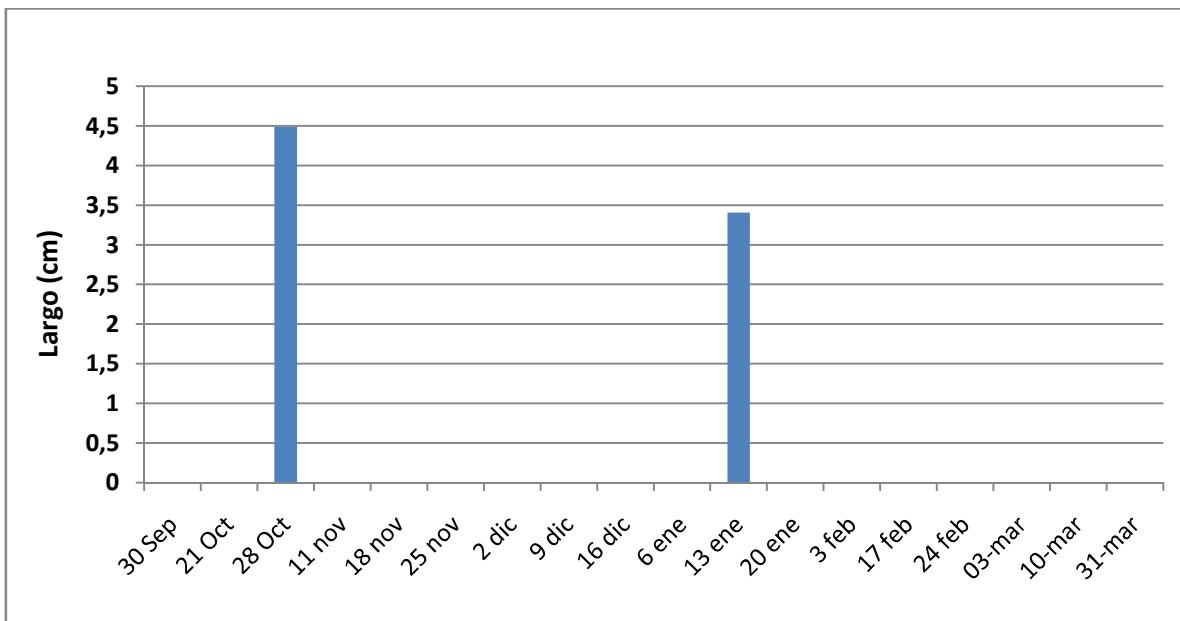
1.- Largo de talos para el alga parda *Petalonia binghamiae* durante los 18 muestreos.



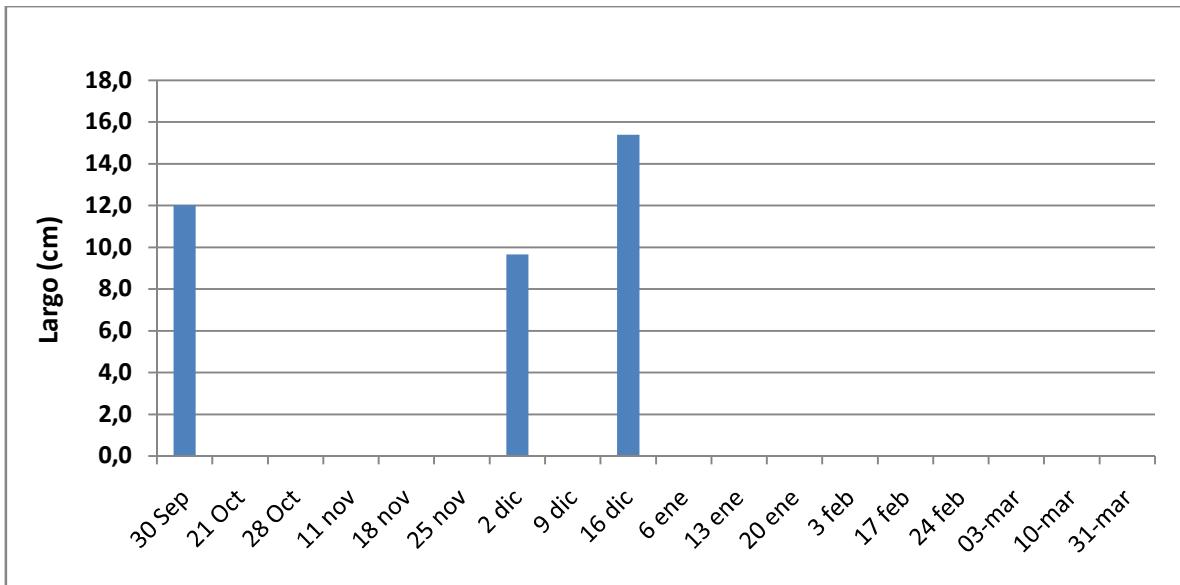
2.- Largo de talos para el alga verde *Ulva* forma *Enteromorpha* durante los 18 muestreos.



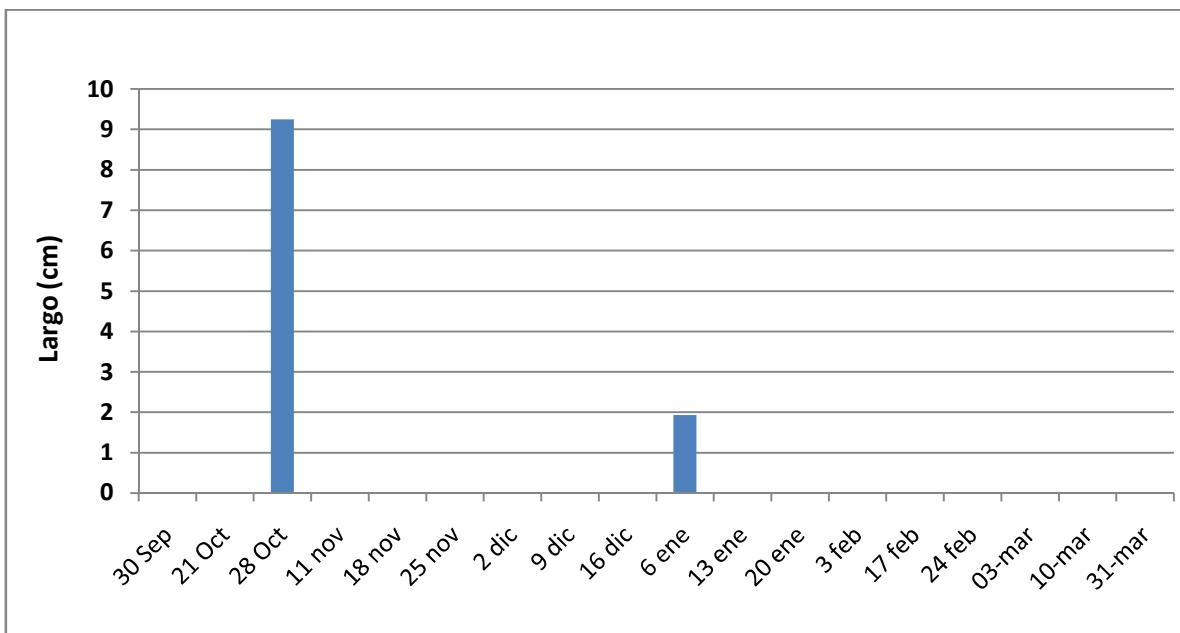
3.- Largo de talos para el alga roja *Mazzaella laminarioides* (luga) durante los 18 muestreos.



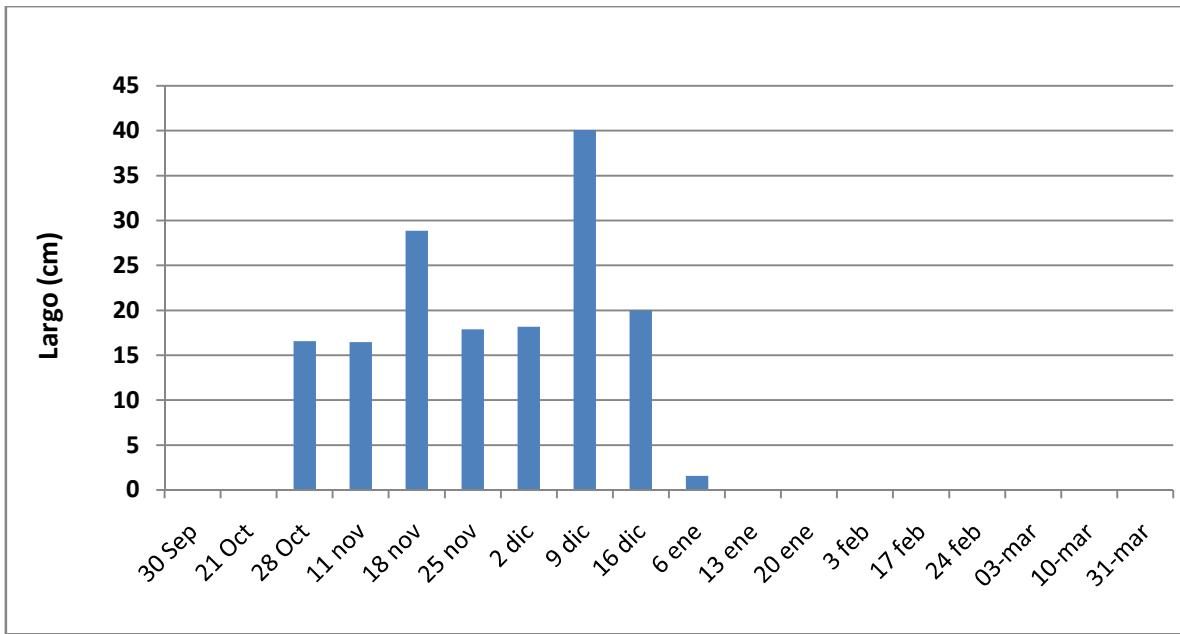
4.- Largo de talos para el alga roja *Ceramium rubrum* durante los 18 muestreos.



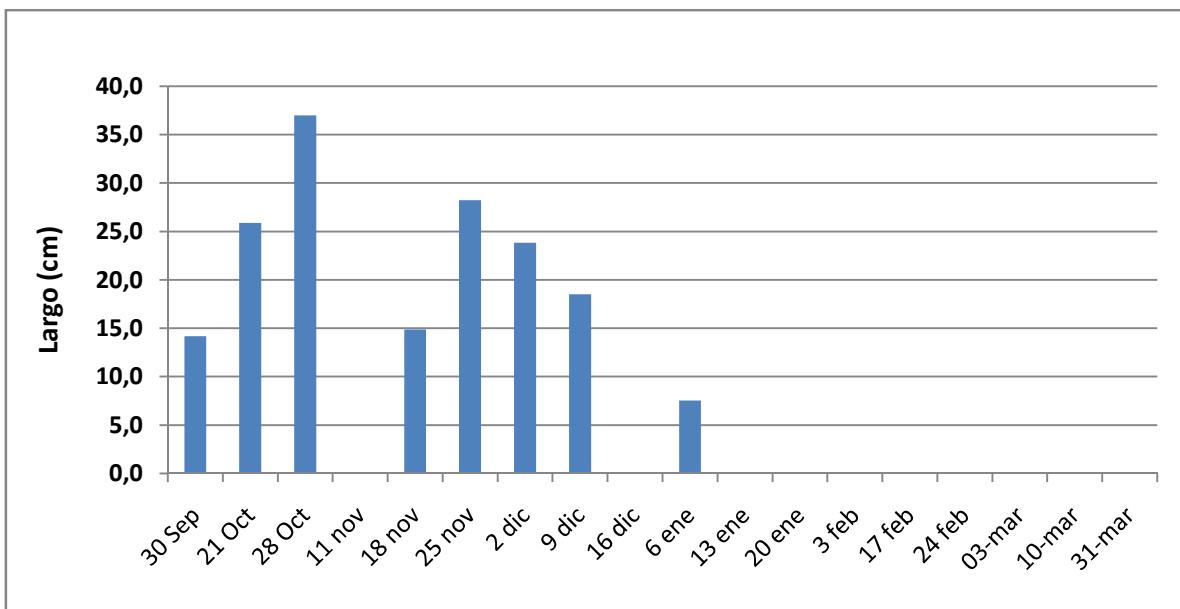
5.- Largo de talos para el alga roja *Callophyllis macrostiolata* durante los 18 muestreos.



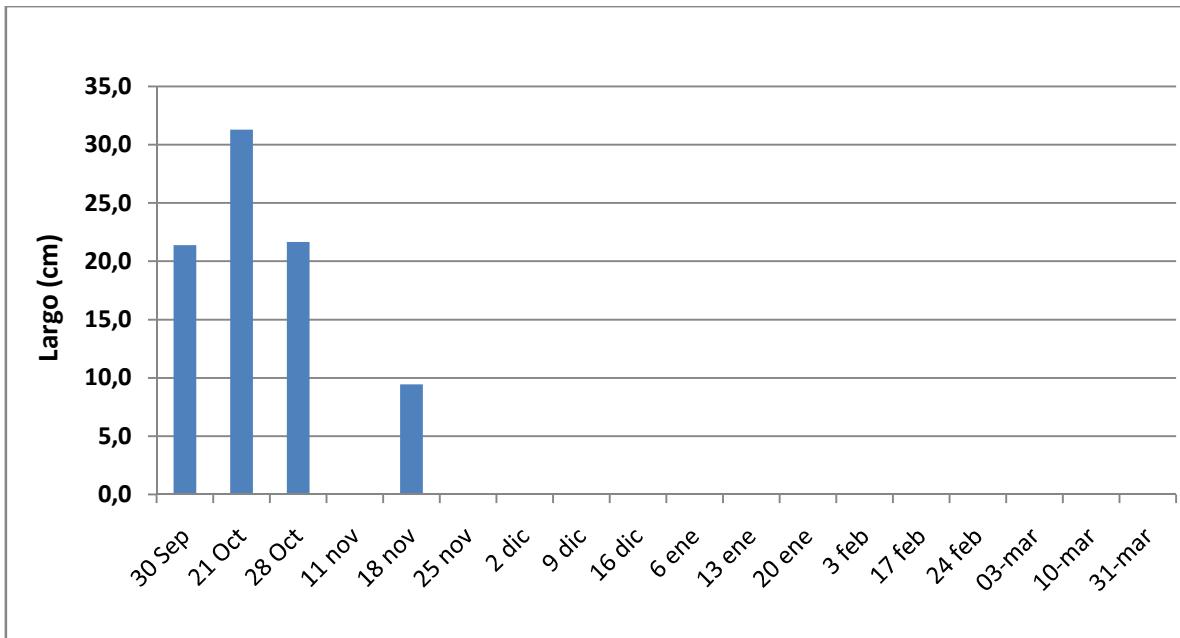
6.- Largo de talos para el alga roja *Rhodymenia sp.* durante los 18 muestreos.



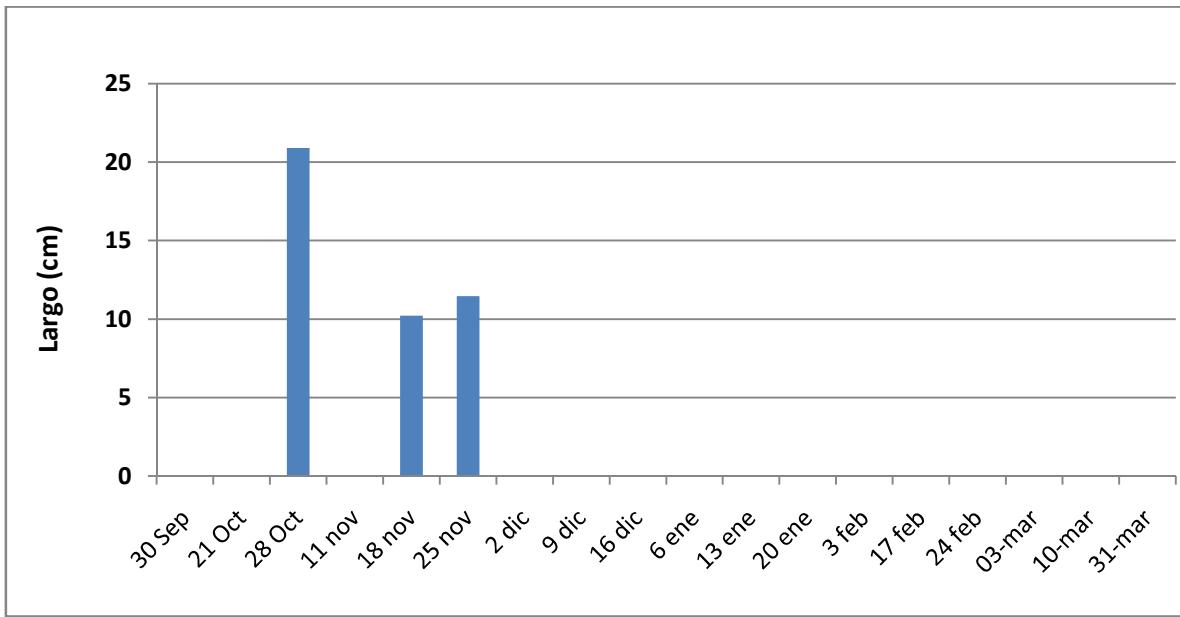
7.- Largo de talos para el alga roja *Mazzaella membranacea* durante los 18 muestreos.



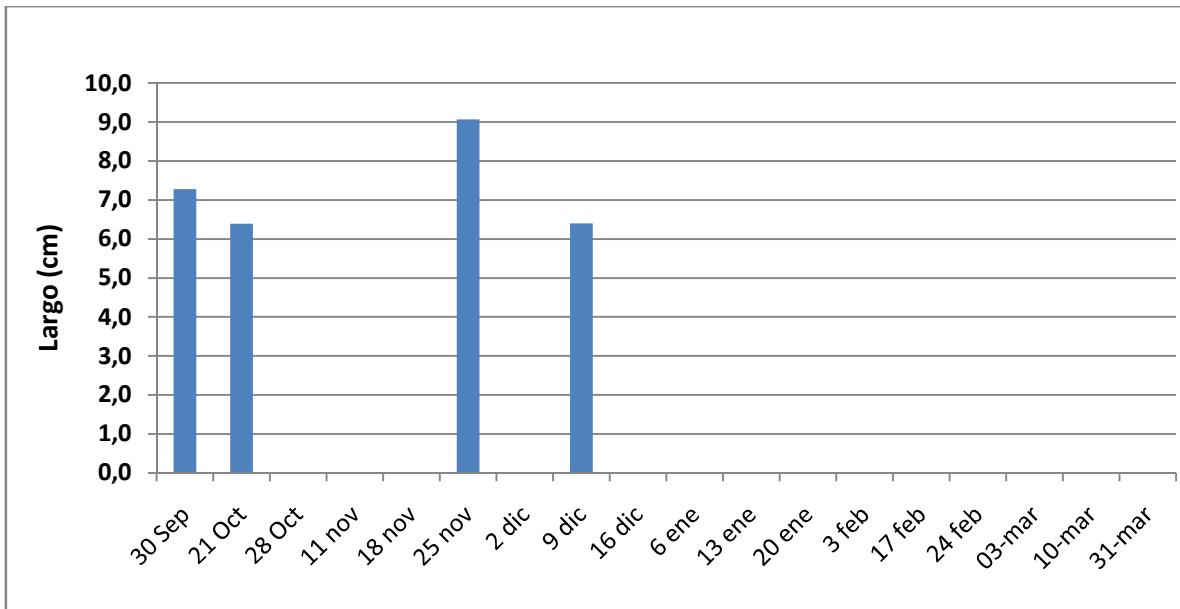
8.- Largo de talos para el alga roja *Grateloupia* sp. durante los 18 muestreos.



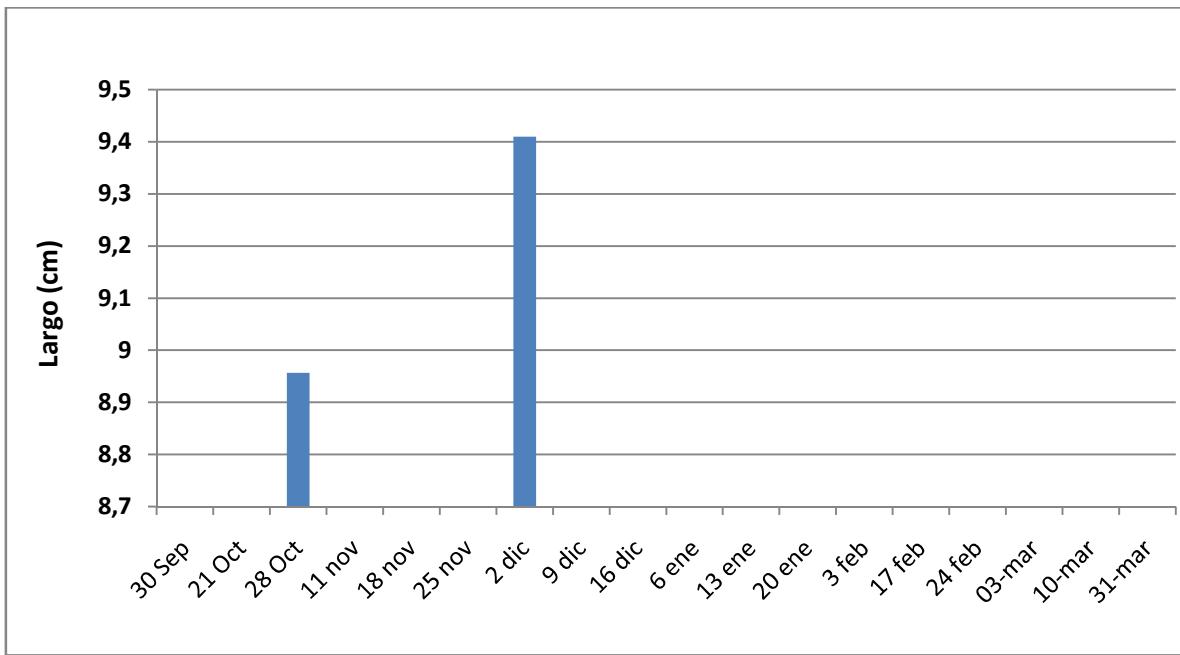
9.- Largo de talos para el alga roja *Grateloupia* sp. durante los 18 muestreos.



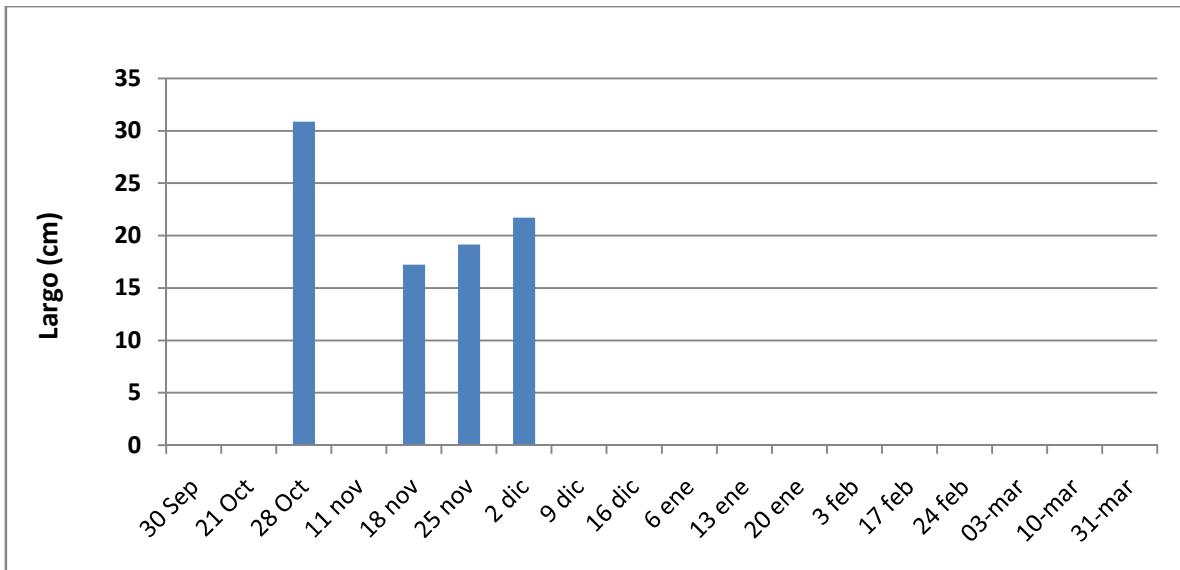
10.- Largo de talos para el alga roja *Grateloupia* sp4. durante los 18 muestreos.



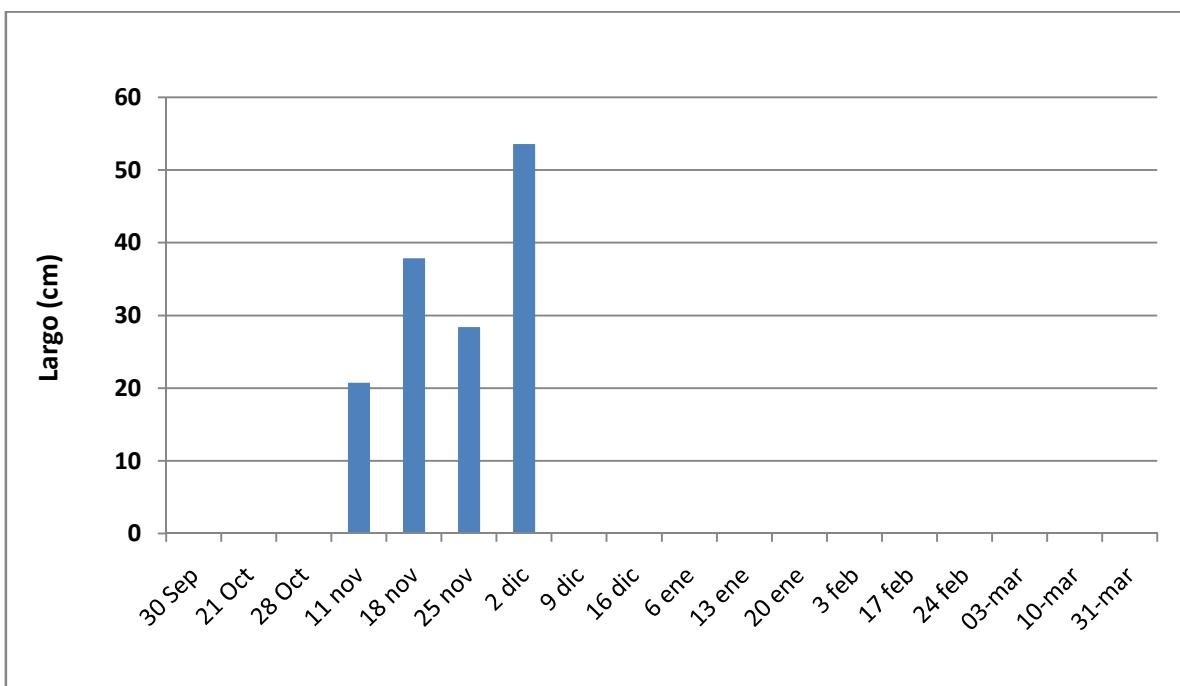
11.- Largo de talos para el alga roja *Anhfeltiopsis durvillei* durante los 18 muestreos.



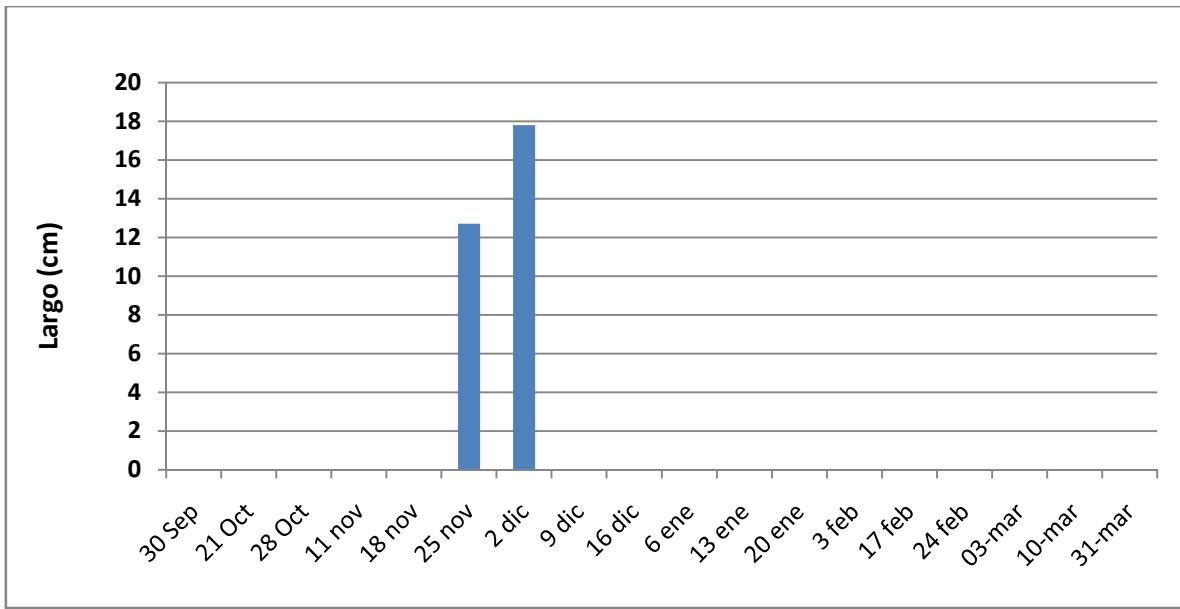
12.- Largo de talos para el alga roja *Chondracanthus chamaissoides* durante los 18 muestreos.



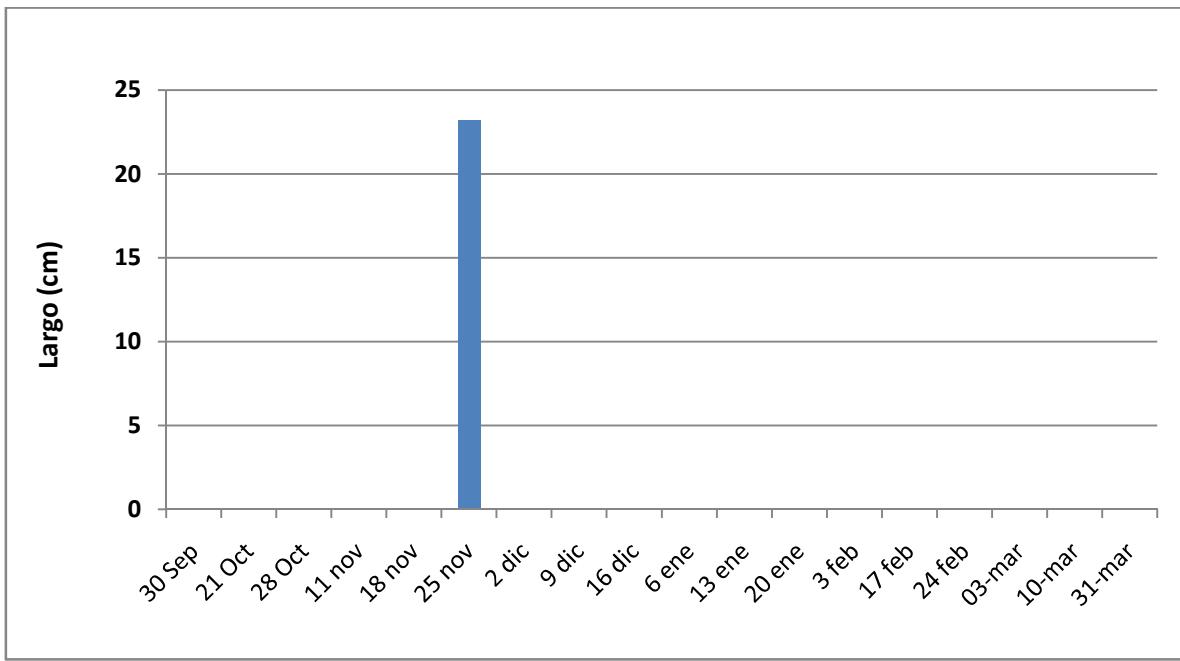
13.- Largo de talos para el alga parda *Desmarestia ligulata* durante los 18 muestreos.



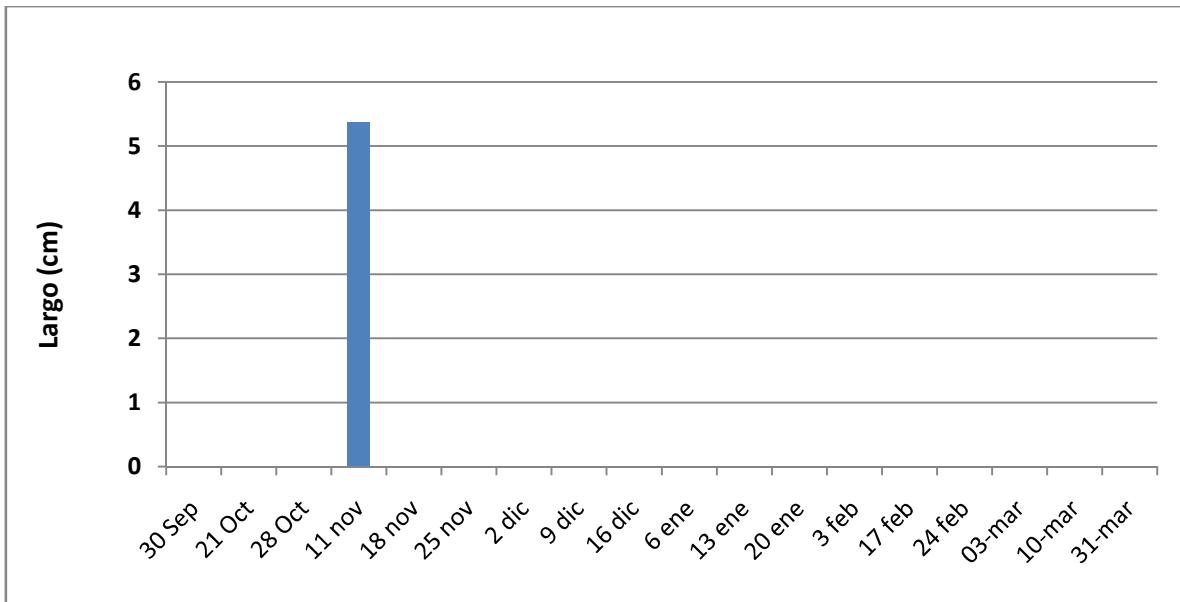
14.- Largo de talos para el alga parda *Macrocystis pyrifera* durante los 18 muestreos.



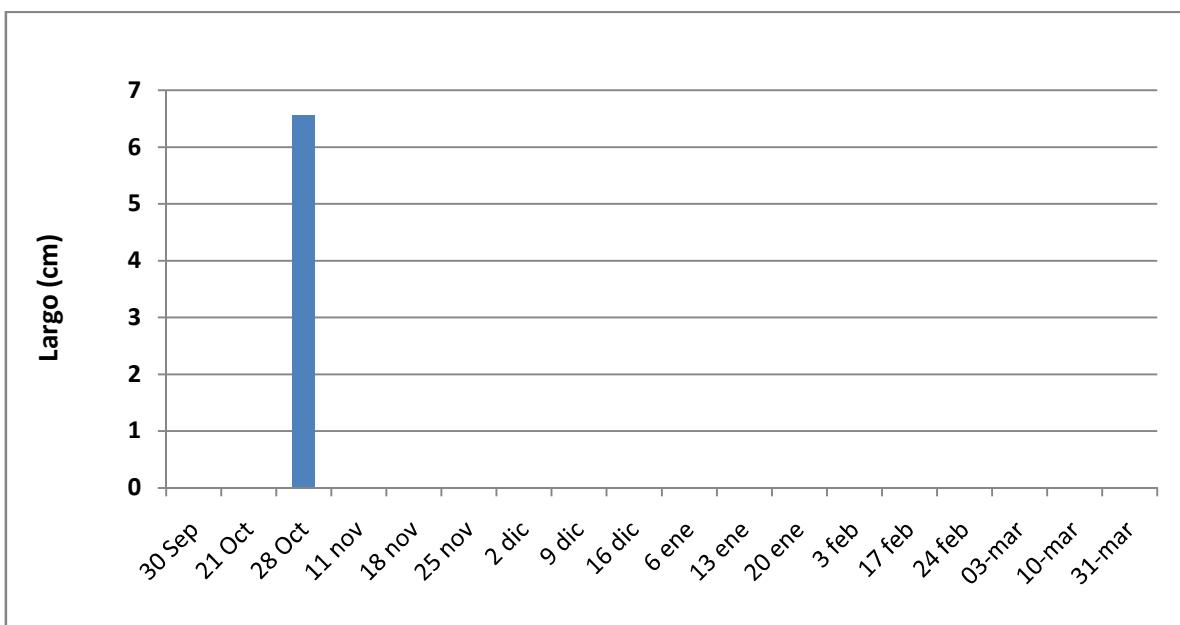
15.- Largo de talos para el alga roja *Salishia chilensis* durante los 18 muestreos.



16.- Largo de talos para el alga roja *Halymeniacae* sp. durante los 18 muestreos.



17.- Largo de talos para el alga roja *Gelidium* sp. durante los 18 muestreos.



18.- Largo de talos para el alga roja *Kallymeniaceae* sp. durante los 18 muestreos.

**Largo de algas colectadas en muestreros
pre y post-filtro.**

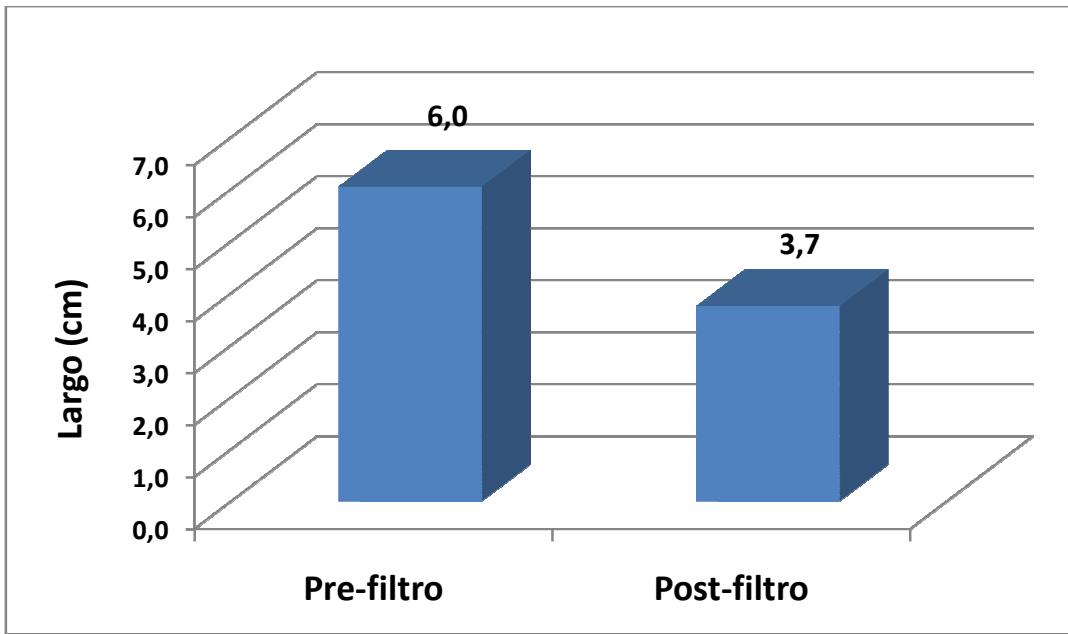


Figura 1. Largo promedio de talos para el alga roja *Pyropia* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

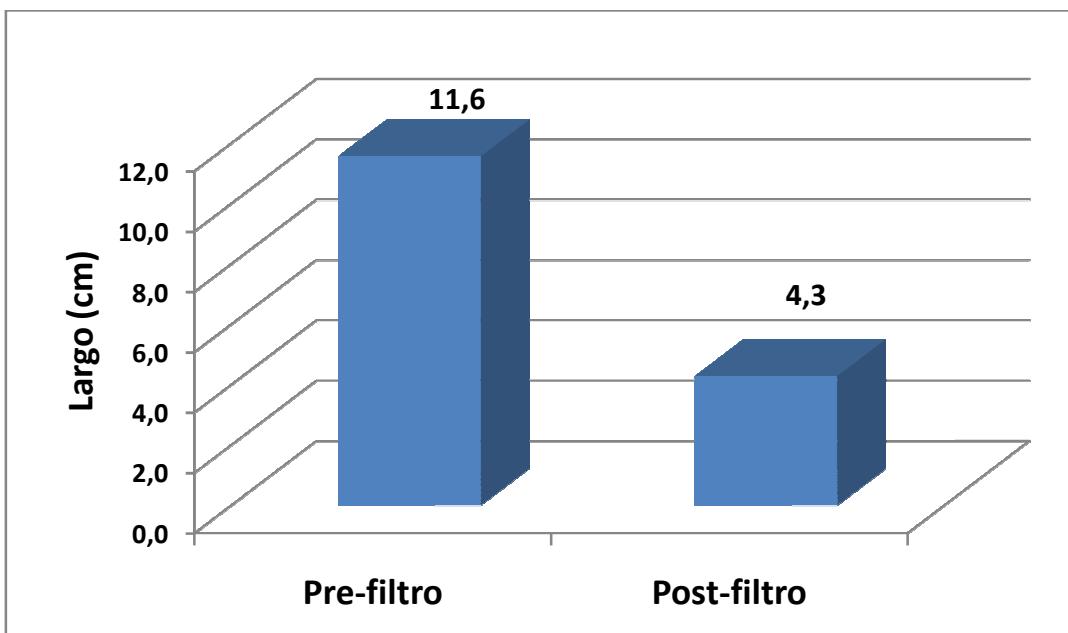


Figura 2. Largo promedio de talos para el alga parda *Petalonia binghamiae* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

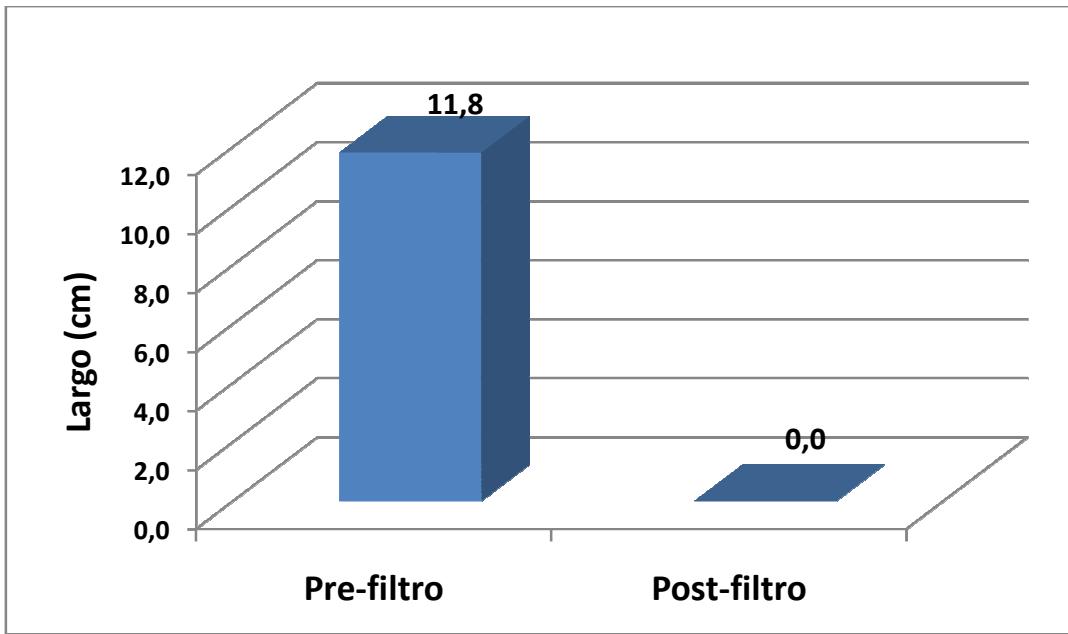


Figura 3. Largo promedio de talos para el alga roja *Mazzaella laminarioides* (Luga) durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

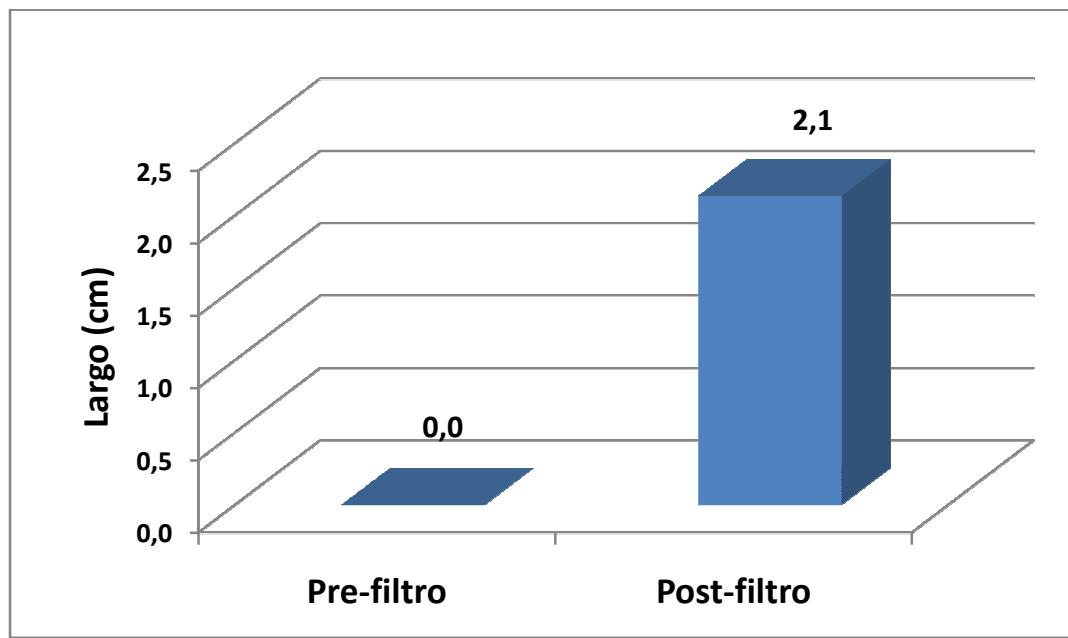


Figura 4. Largo promedio de talos para el alga verde *Ulva* forma *Enteromorpha* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

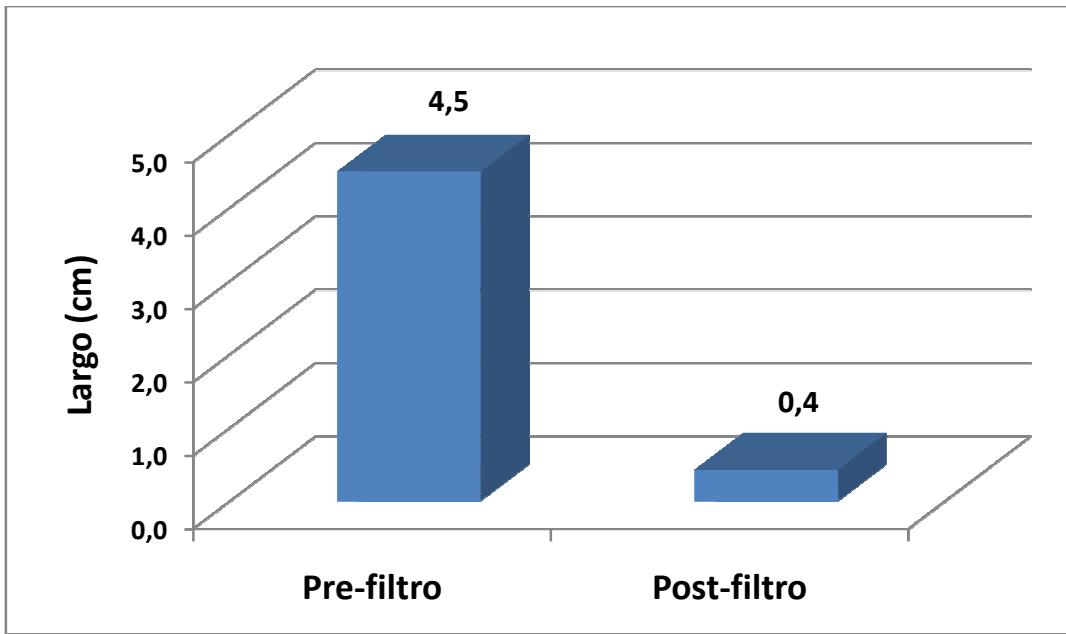


Figura 5. Largo promedio de talos para el alga roja *Ceramium rubrum* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

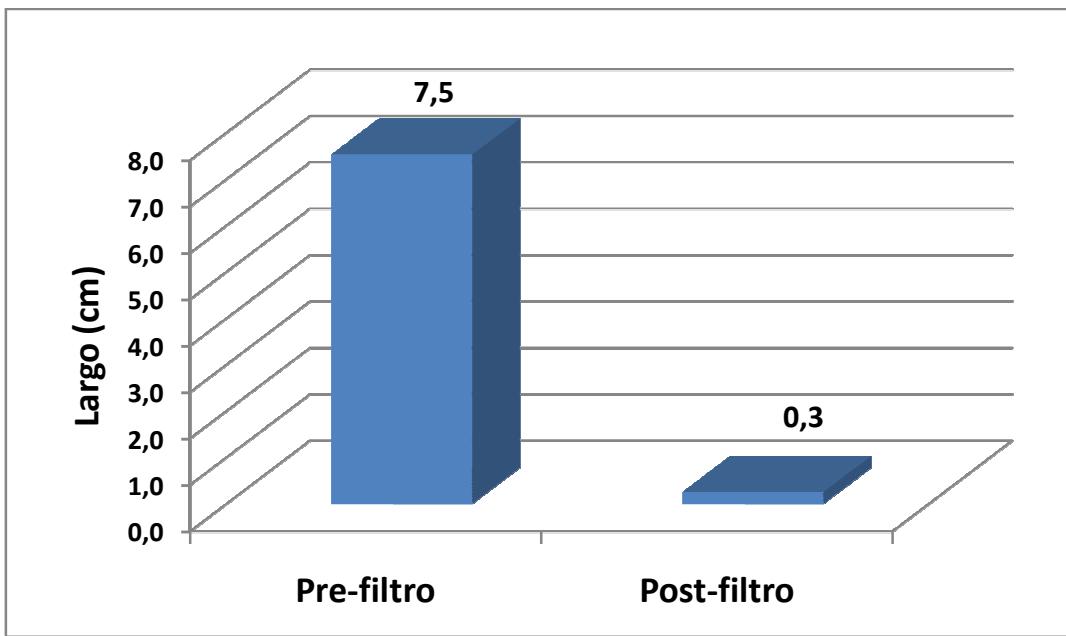


Figura 6. Largo promedio de talos para el alga roja *Callophyllis concepcionensis* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

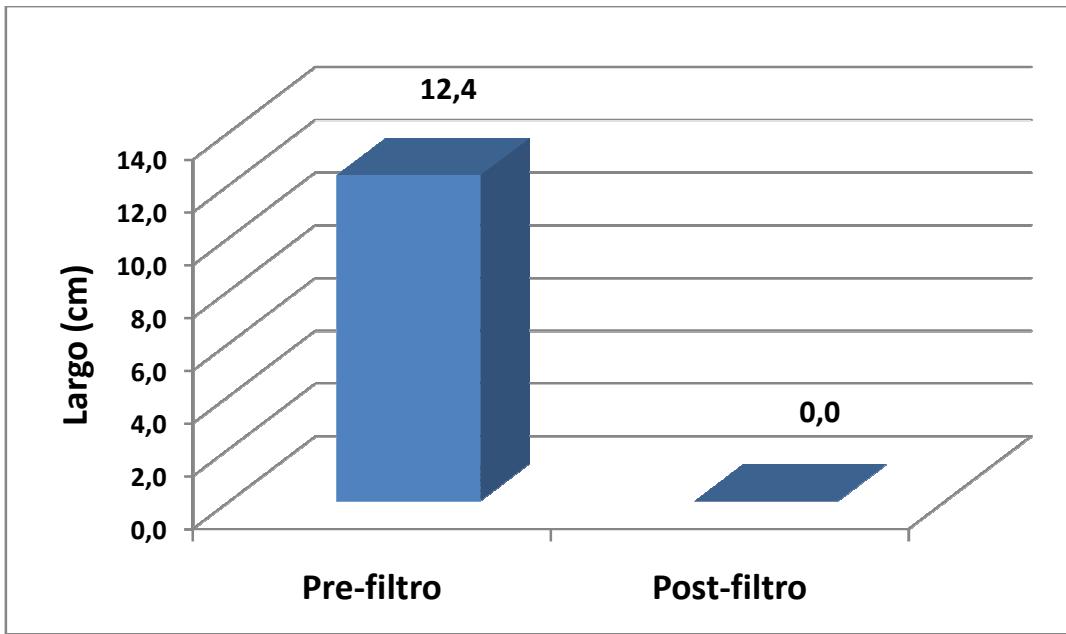


Figura 7. Largo promedio de talos para el alga roja *Callophyllis macrostiolata* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

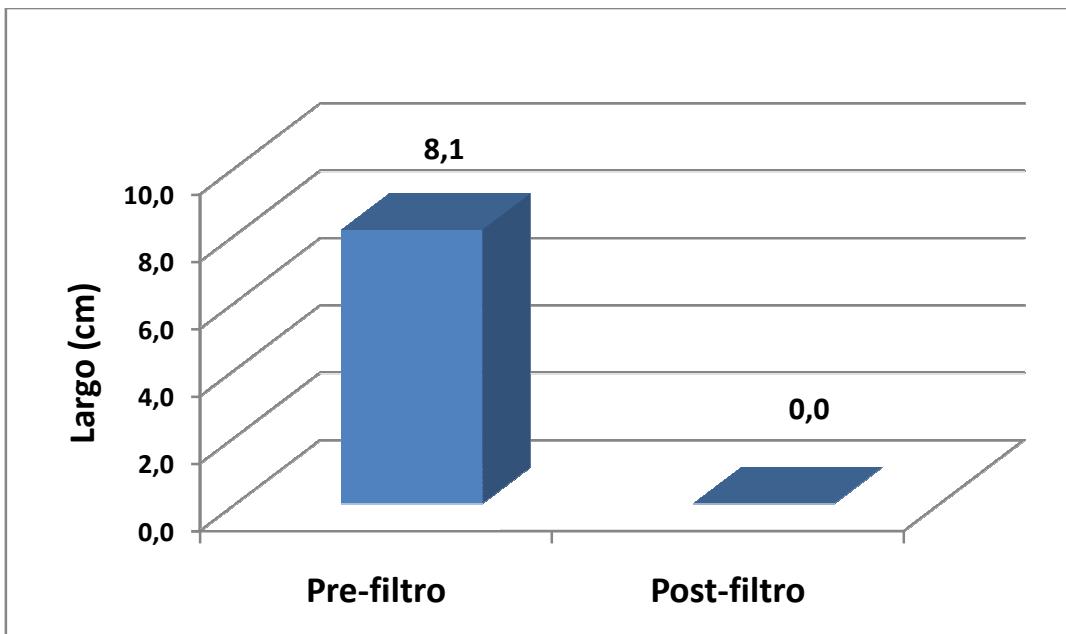


Figura 8. Largo promedio de talos para el alga roja *Callophyllis variegata* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

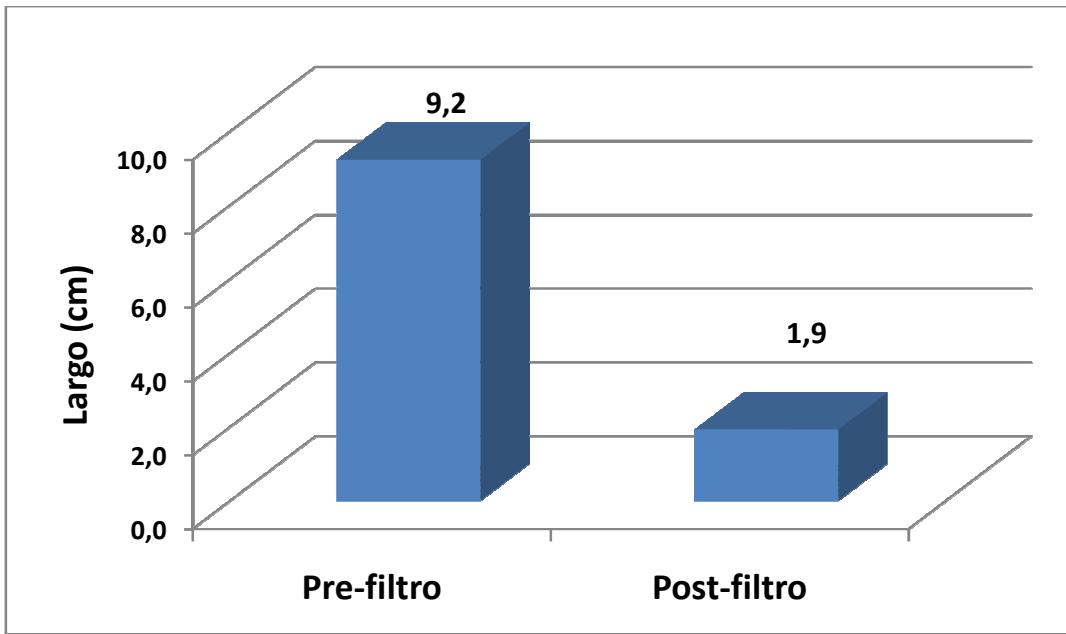


Figura 9. Largo promedio de talos para el alga roja *Rhodymenia* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

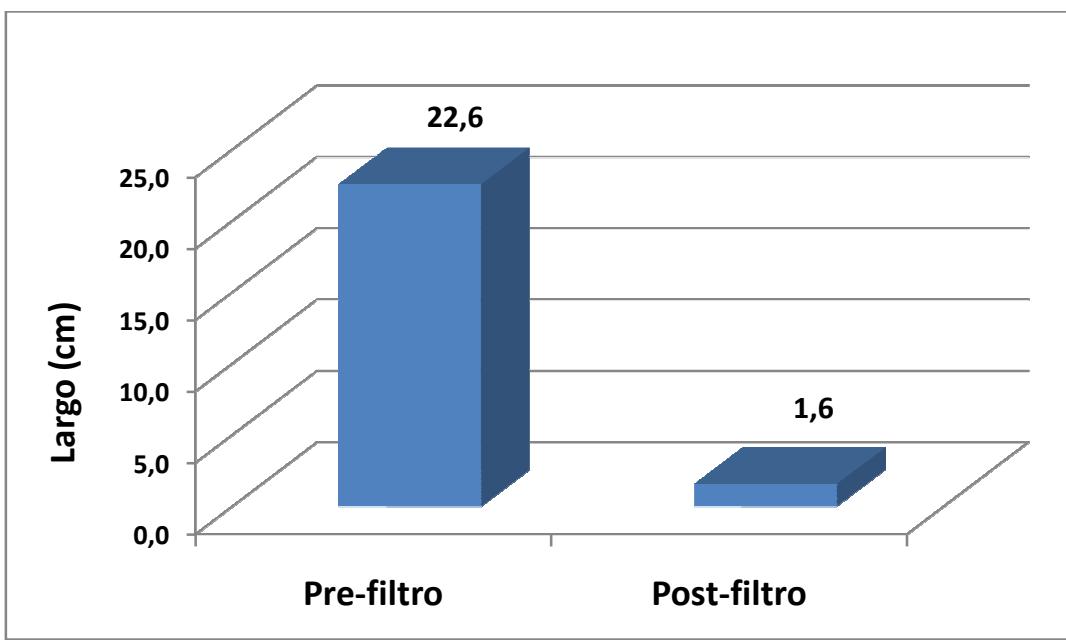


Figura 10. Largo promedio de talos para el alga roja *Mazzaella membranacea* (luga-luga) durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

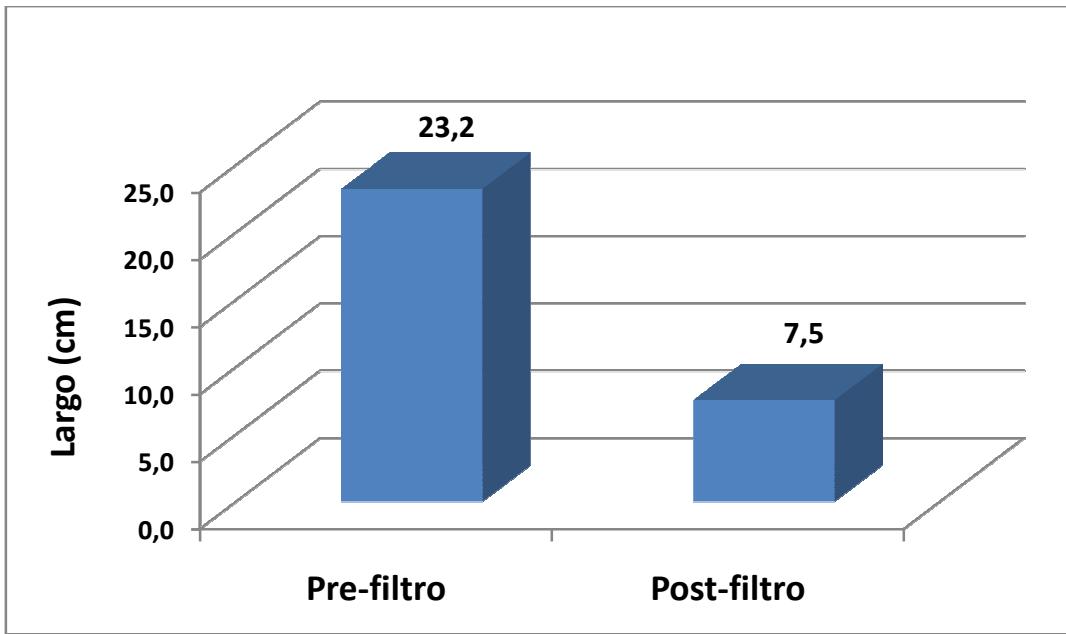


Figura 11. Largo promedio de talos para el alga roja *Grateloupia* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

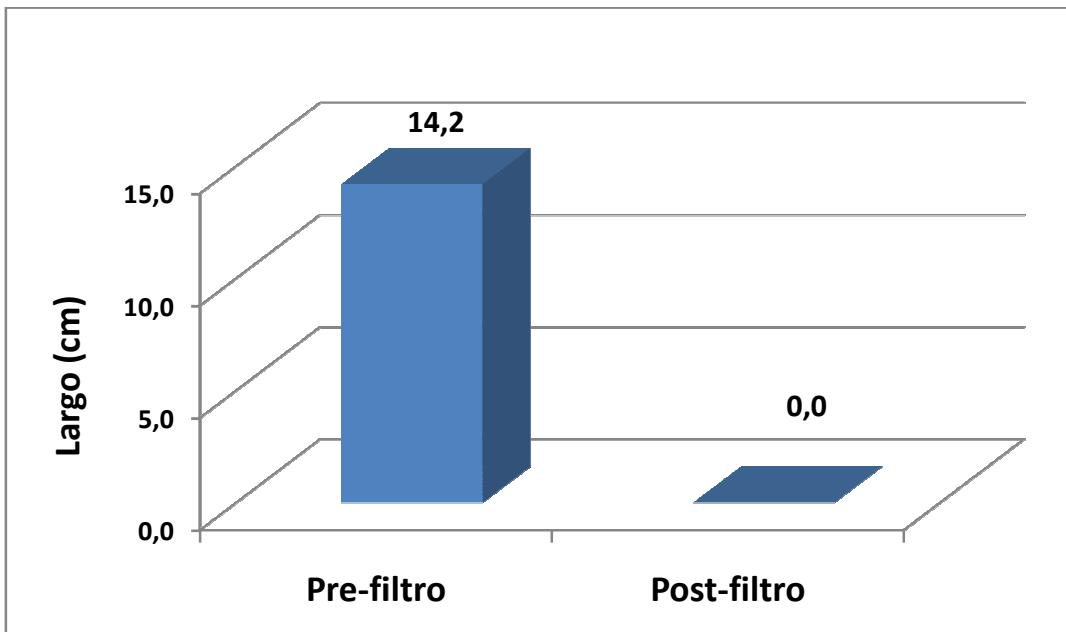


Figura 12. Largo promedio de talos para el alga roja *Grateloupia* sp4. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

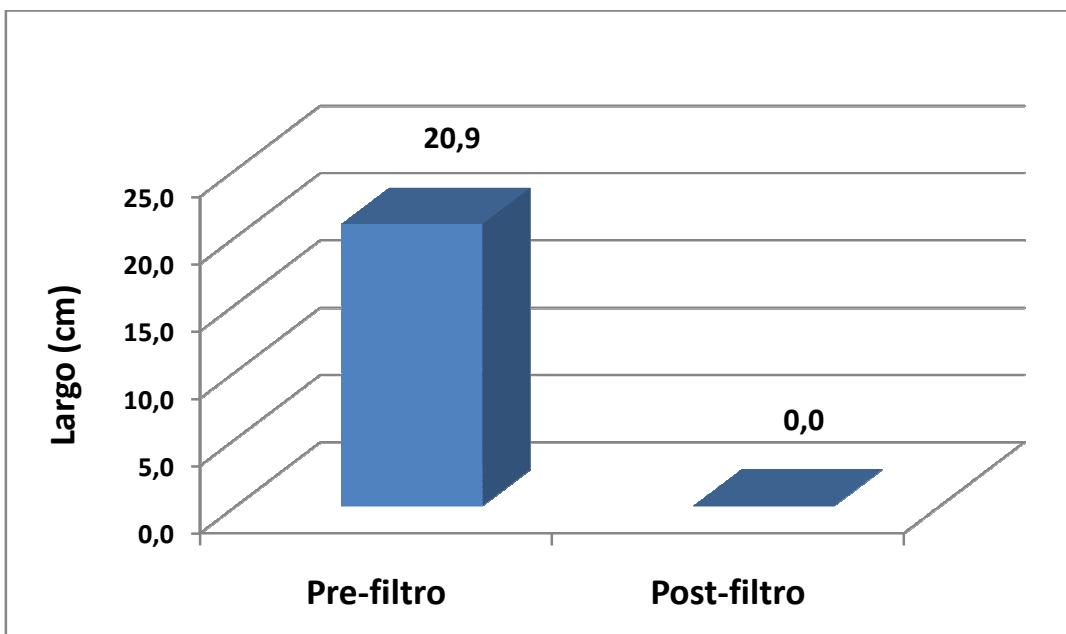


Figura 13. Largo promedio de talos para el alga roja *Grateloupia doryphora* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

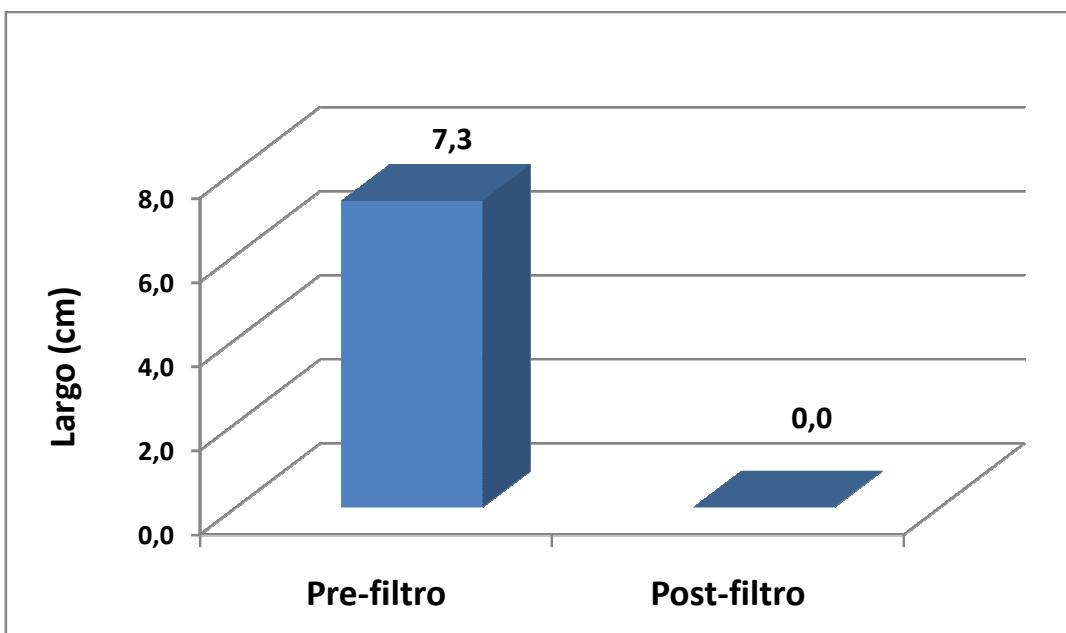


Figura 14. Largo promedio de talos para el alga roja *Anhfeltiopsis durvillei* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

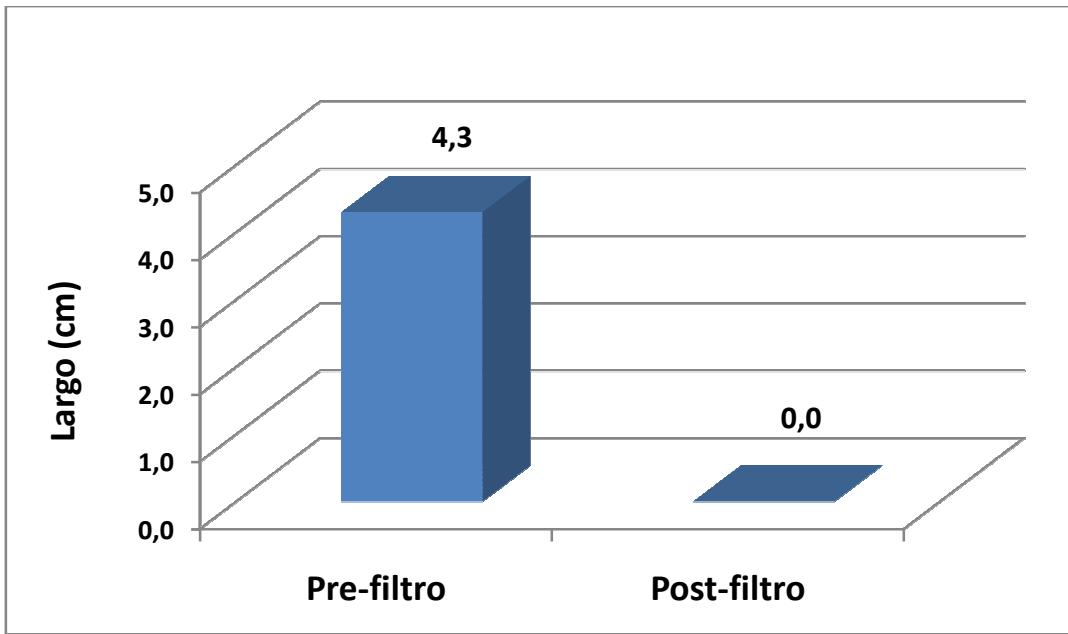


Figura 15. Largo promedio de talos para el alga roja *Rhodymenia skottsbergii* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

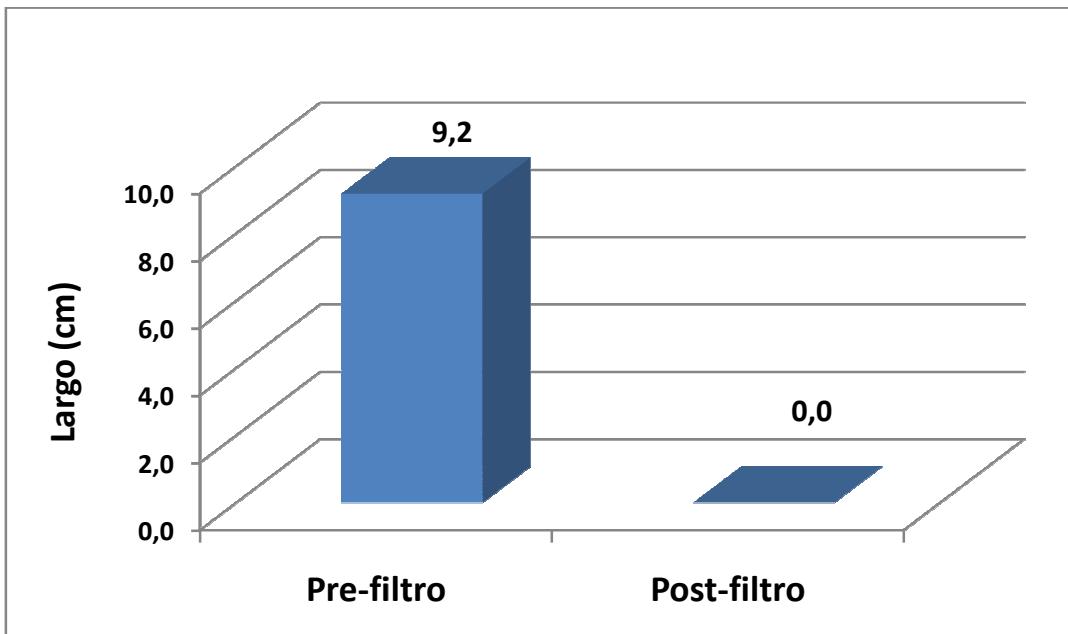


Figura 16. Largo promedio de talos para el alga roja *Chondracanthus chamaissoides* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

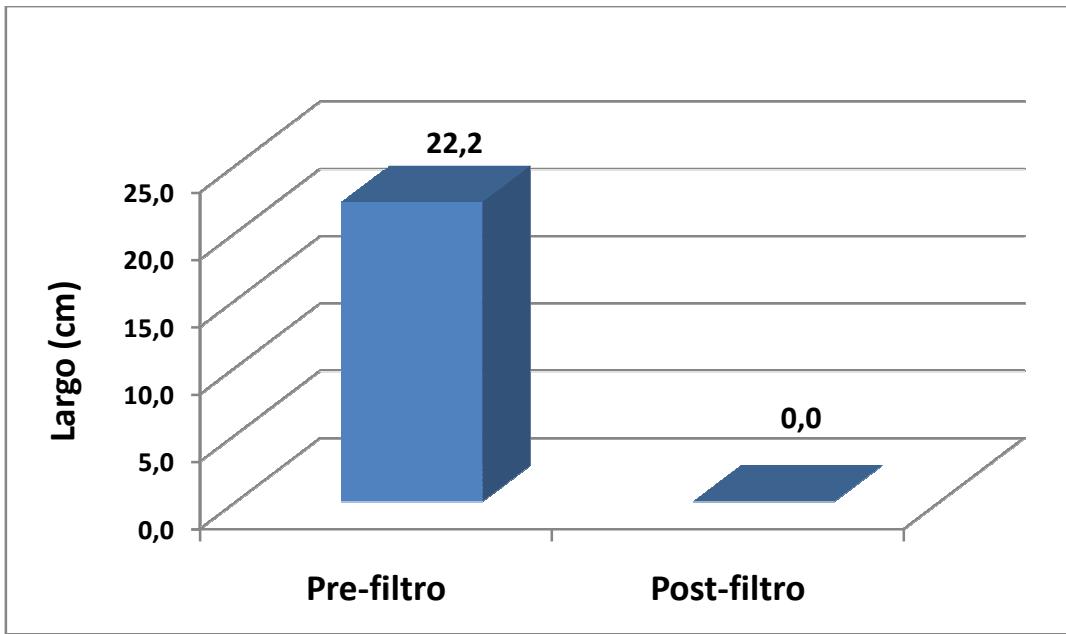


Figura 17. Largo promedio de talos para el alga parda *Desmarestia ligulata* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

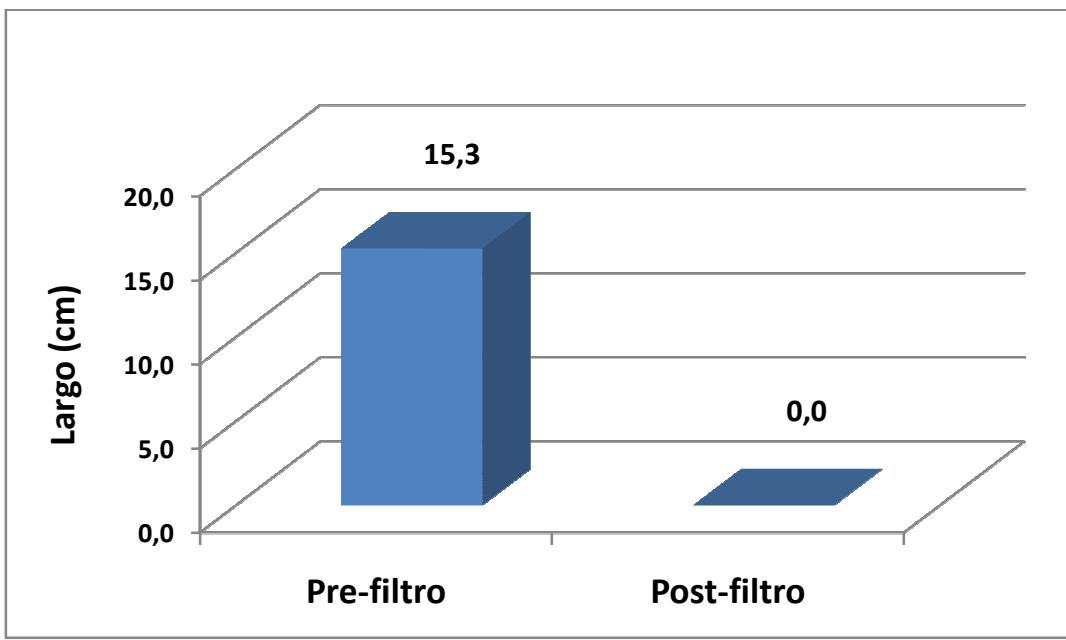


Figura 18. Largo promedio de talos para el alga roja *Salishia chilensis* durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

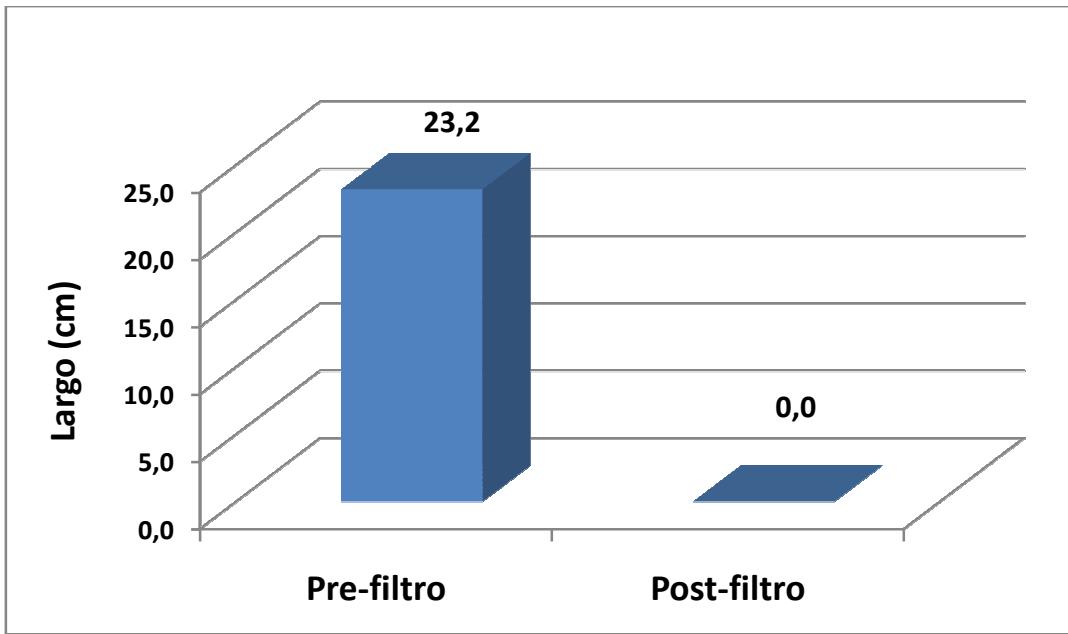


Figura 19. Largo promedio de talos para el alga roja *Halymeniacaeae* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

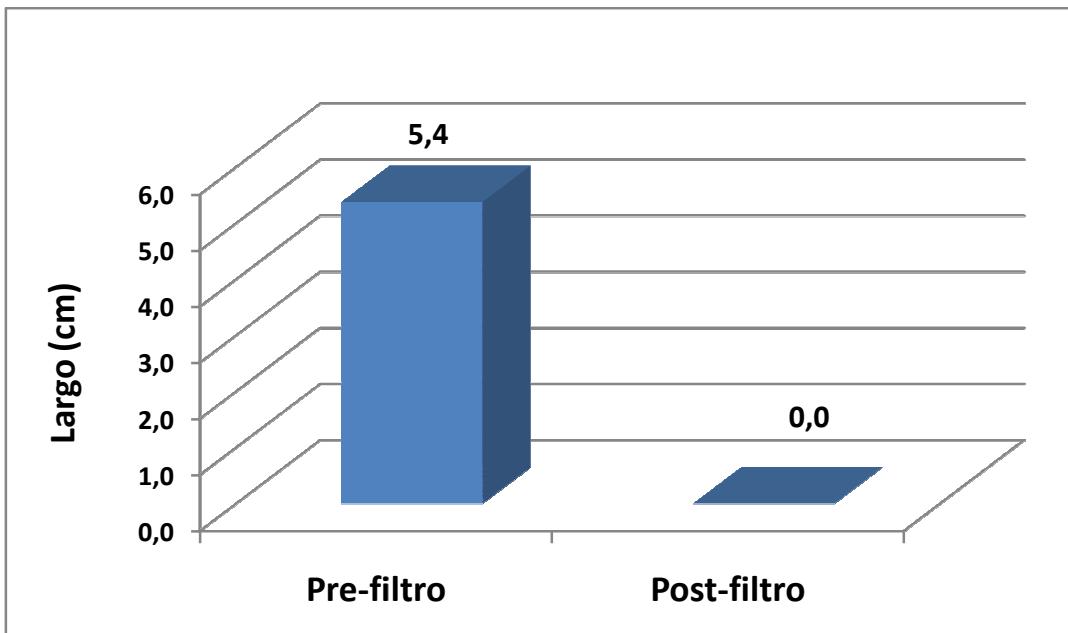


Figura 20. Largo promedio de talos para el alga roja *Gelidium* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

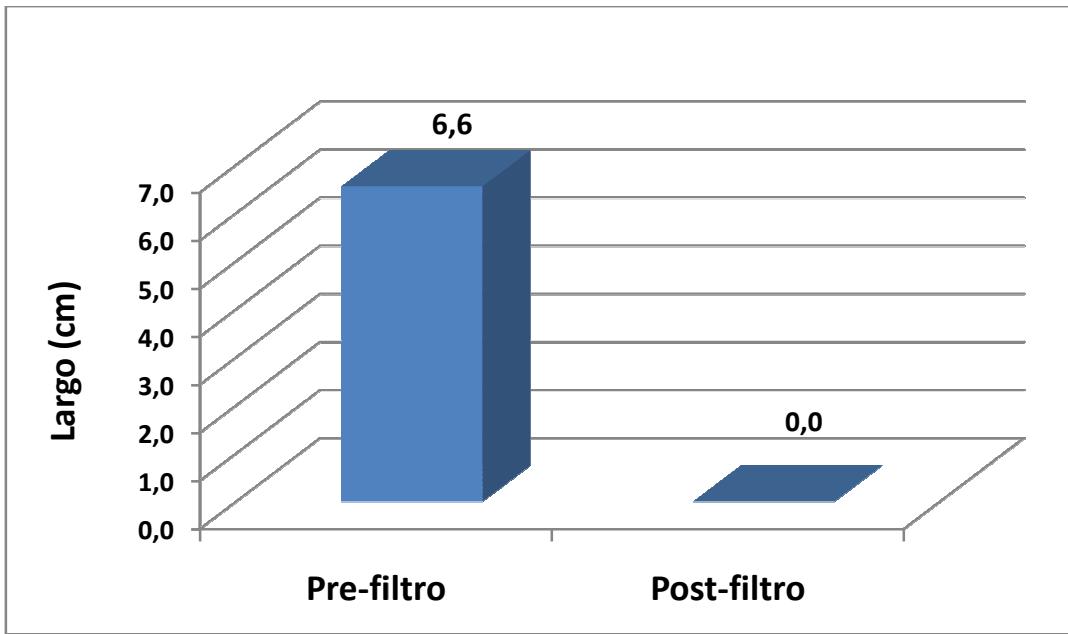


Figura 21. Largo promedio de talos para el alga roja *Kallymeniaceae* sp. durante los 18 muestreos, indicando los valores promedios para el período pre y post-filtro.

7.9. ANEXO IX

Algas Pardas presentes en canastillo.



Macrocystis pyrifera - Huiro, Sargazo (fragmento reproductivo)



Durvillaea antarctica - Cochayuyo



Desmarestia ligulata



Petalonia binghamiae



Scytoniphon lomentaria



Hincksia mitchelliae

Alga Verde presente en canastillo.



Ulva sp. (Lechuga de Mar)



Ulva forma *Enteromorpha*

Algas Rojas presente en canastillo.



Sarcothalia crispata (luga negra)



Callophyllis variegata (Carola)



Pyriopa sp. (Luche)



Ahnfeltiopsis durvillei (Liquen gomoso)



Gelidium (Chasca)



Mazzella membranacea(Luga luga)



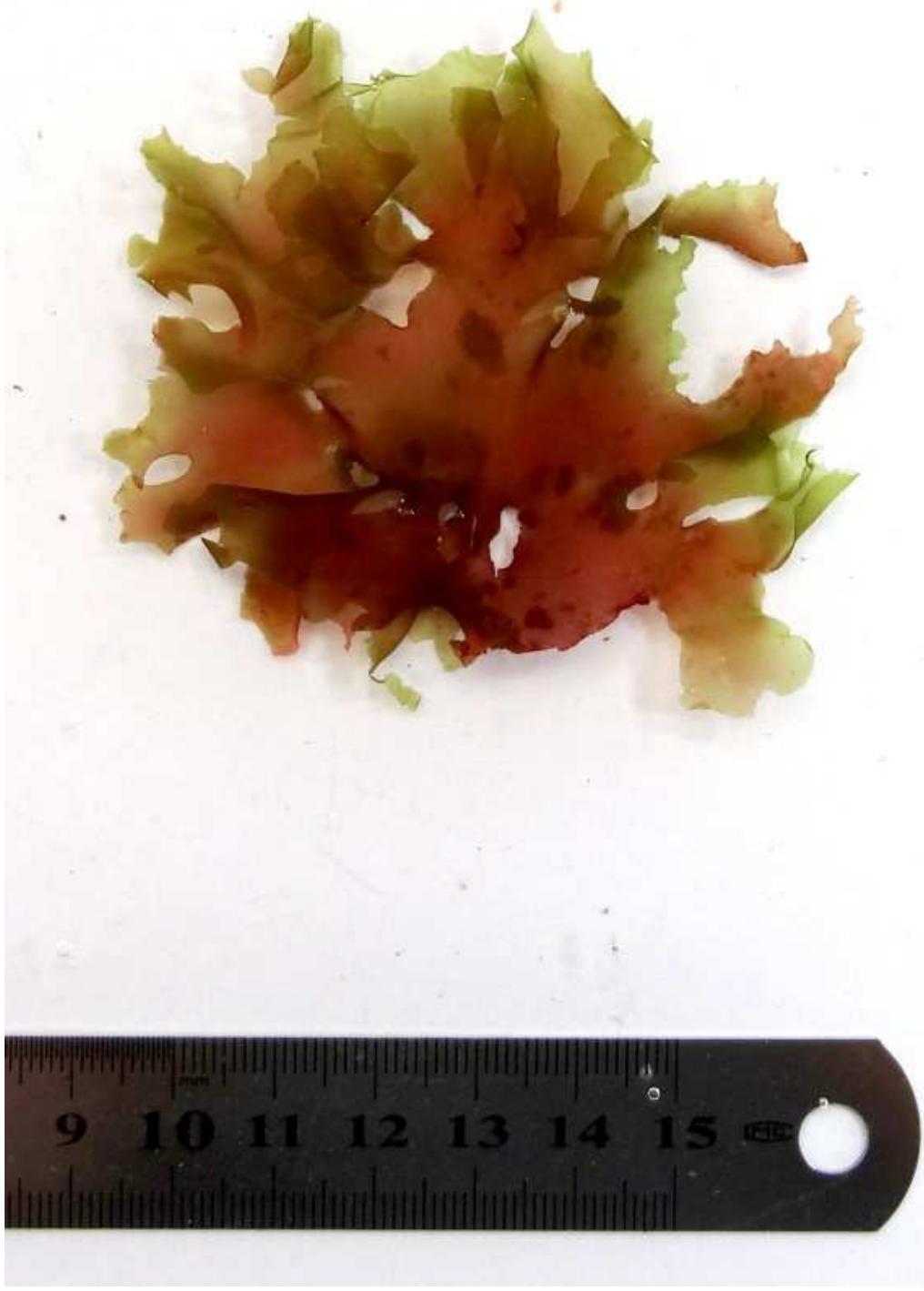
Grateloupia sp.



Halymenia sp



Callophyllis macrostiolata



Schizymenia binderi



Phycodris quercifolia



Delesseriaceae



Grateloupia doryphora



Kallymeniaceae



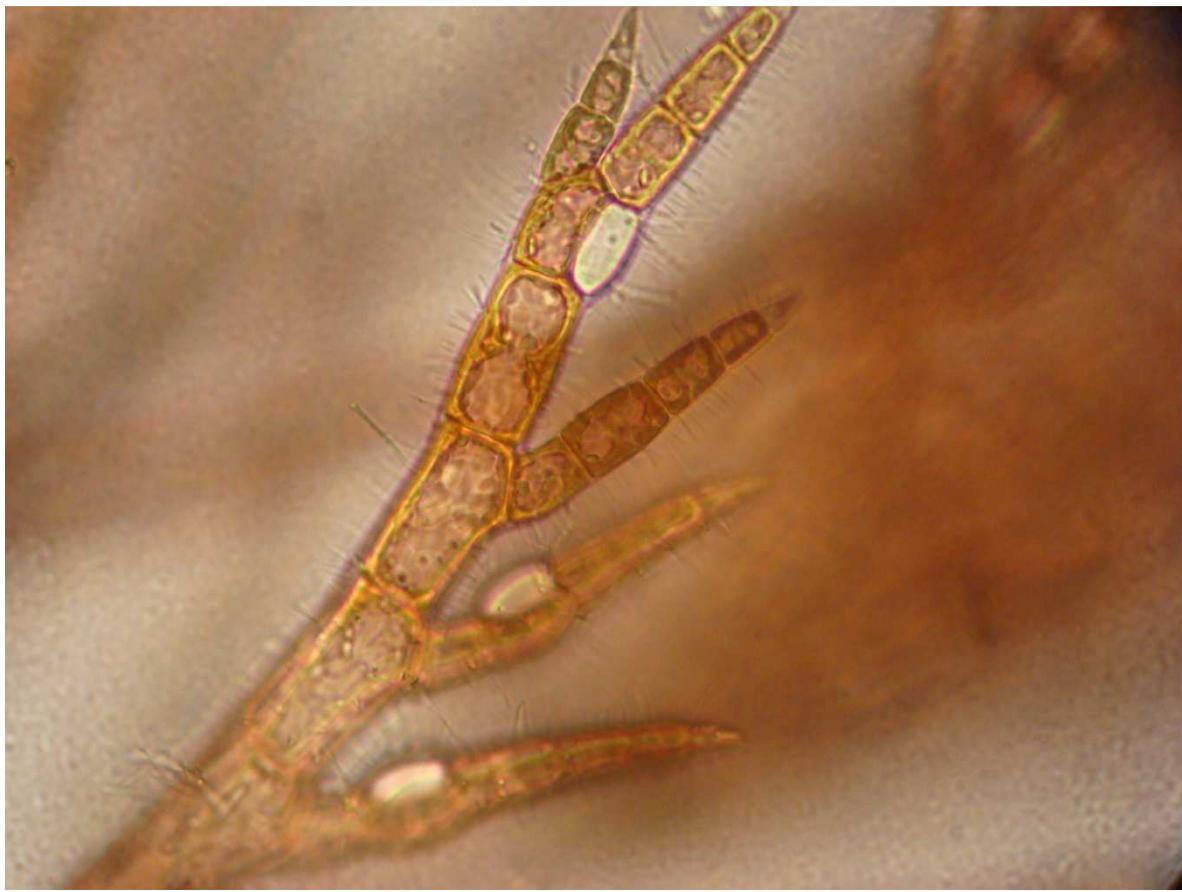
Rhodymenia coccocarpa



Rhodymenia skottsbergii



Rhodymenia sp.



Antithanmionella ternifolia



Ceremium rubrum



Chondracanthus chamussoi



Polysiphonia sp.