



INFORME FINAL

PROYECTO FIP N° 2005-44

“BASES BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE MACROALGAS PARDAS EN LA XII REGIÓN”

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Dr. Andrés Mansilla, Universidad de Magallanes
MS. Marcela Ávila, Instituto de Ciencia y Tecnología,
Universidad Arturo Prat, sede Puerto Montt

INVESTIGADORES PARTICIPANTES

Mauricio Palacios, Universidad de Magallanes
Nelso Navarro, Universidad de Magallanes
Julián Cáceres Universidad Arturo Prat
Sylvia Oyarzún, Universidad de Magallanes
Iván Cañete, Universidad de Magallanes
Cesar Cárdenas, Universidad de Magallanes
Marcela González, Universidad de Magallanes



DICIEMBRE 2007



ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN DE AUTORES POR FUNCIÓN O TEMA DESARROLLADO. ¡Error! Marcador no definido.

- **Directores** 23
- **Equipo Técnico**..... ¡Error! Marcador no definido.3

RESUMEN EJECUTIVO 27

1. Antecedentes 32

1.1 Antecedentes biológicos 32

Macrocystis pyrifera (L) C. Agardh, 1820 33

Durvillaea antarctica (Chamisso) Hariot, 1892..... 33

1.2 Antecedentes ecológicos 34

1.3. Antecedentes sobre uso del recurso 35

Macrocystis pyrifera..... 35

Durvillaea antarctica 35

OBJETIVOS 37

2. OBJETIVO GENERAL 37

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 37

4. METODOLOGÍA 38

4.1 Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región...... 38

a) Reconocimiento de las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* 38

b) Georreferenciación y delimitación de las praderas 40

c) Muestreos para caracterización de fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* 40

d) Caracterización de las praderas..... 43

e) Estados de madurez, fertilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* 45

Macrocystis pyrifera..... 46

Durvillaea antarctica 47

f) Viabilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*..... 49

Macrocystis pyrifera..... 49

Durvillaea antarctica 49

g) Fauna y Flora asociada ¡Error! Marcador no definido.

g.1) Evaluación de organismos presentes en discos de fijación de *M. pyrifera* 50

g.2) Evaluación de organismos presentes en frondas 51

Macrocystis pyrifera 51

Durvillaea antarctica..... ¡Error! Marcador no definido.

4.2 Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región. ¡Error! Marcador no definido.

a) Caracterización estacional de abundancia, densidad y estructura de tallas y estados reproductivos en poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* ¡Error! Marcador no definido.



<i>Macrocystis pyrifera</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.
b) Estimación de la dinámica de la estructura de talla.	¡Error! Marcador no definido.
c) Caracterización del crecimiento vegetativo en individuos juveniles y adultos de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.3. Objetivo 3. Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan	¡Error! Marcador no definido.
a) Tasa de crecimiento de plantas juveniles y adultas.....	56
b) Tasa de mortalidad natural para juveniles y adultos. Proyección de la abundancia y tasa de cambio de frondas (mortalidad – generación).....	¡Error! Marcador no definido.
c) Capacidad de regeneración y crecimiento de estipes podados.....	58
<i>Macrocystis pyrifera</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.
d) Estimar standing stock y standing crop de las poblaciones de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i> .	60
e) Proyecciones de producción.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4. Objetivo 4. Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena	¡Error! Marcador no definido.
Modelación de ecuaciones estructurales.....	¡Error! Marcador no definido.
Formalización estadística.....	¡Error! Marcador no definido.
Selección de variables.....	¡Error! Marcador no definido.
a) Fundamentación para la modelación de regímenes de explotación y manejo.....	¡Error! Marcador no definido.
Marcador no definido.	
b) Talleres.....	69
5. RESULTADOS	70
5.1 Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.	70
a) Reconocimiento de las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	70
b) Georreferenciación, delimitación y estado de las praderas de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i>	76
1.- Isla Tamar (Última Esperanza).....	76
2.- Población de Bahía El Águila (Estrecho de Magallanes).....	77
3.- Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes).....	78
4.- Puerto North (Canal Bárbara).....	79
5.- Seno Duntze (Isla Clarence, Canal Cockburn).....	80
6.- Isla London (Canal Brecknock).....	81
7.- Caleta Olla (Canal Beagle).....	82
8.- Canal Murray (Provincia de Cabo de Hornos).....	83
9.- Bahía Tekenika (Provincia de Cabo de Hornos).....	84
10.- Bahía Orange (Provincia de Cabo de Hornos).....	85
11.- Puerto Toro (Provincia de Cabo de Hornos).....	86
c) Muestreos para caracterización de fenología morfológica y reproductiva de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	89
d) Caracterización de las praderas.....	118
d.1) Características oceanográficas.....	118
d.2) Tipo de sustrato.....	121
d.3) Luminosidad.....	¡Error! Marcador no definido.23
d.4) Grado de exposición al oleaje.....	¡Error! Marcador no definido.27



e) Estados de madurez, fertilidad en <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.28
e.1) Estado Reproductivo (fertilidad) de <i>Macrocystis pyrifera</i>	¡Error! Marcador no definido.28
e.2) Estado Reproductivo (fertilidad) de <i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.33
f) Viabilidad en <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> ..	¡Error! Marcador no definido.42
f.1) Viabilidad en <i>Macrocystis pyrifera</i>	¡Error! Marcador no definido.42
f.2) Viabilidad en <i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.44
g) Fauna y Flora asociada	¡Error! Marcador no definido.6
g. 1). Macrofauna asociada a los discos de fijación de <i>M. pyrifera</i>	146
Variabilidad espacial y estacional de la macrofauna asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la región de Magallanes.....	146
g.2) Evaluación de organismos presentes en frondas y discos de macroalgas pardas	183
g.3) Macroalgas asociadas a Bosques de algas pardas	200
Macroalgas asociadas a discos de <i>M. pyrifera</i>	200
Macroalgas asociadas a poblaciones de <i>M. pyrifera</i>	205
Biomasa de macroalgas asociadas a poblaciones de <i>M. pyrifera</i> (invierno)	211
5.2 Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la XII Región.	215
a) Caracterización estacional de abundancia, densidad y estructura de tallas y estados reproductivos en poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	215
a.1) Biomasa, Densidad para poblaciones de <i>M. pyrifera</i>	215
Densidad de <i>Macrocystis pyrifera</i> por m ² (Individuos m ⁻²)	219
a.2) Biomasa, Densidad y Análisis de áreas para poblaciones de <i>Durvillaea antarctica</i>	¡Error! Marcador no definido.
b) Estimación de la dinámica en la estructura de tallas.	224
b.1) <i>Macrocystis</i>	224
b.2) <i>Durvillaea</i>	230
c) Caracterización del crecimiento vegetativo en individuos juveniles y adultos de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	233
c.1) Crecimiento vegetativo <i>M. pyrifera</i>	233
c.2) Crecimiento vegetativo en longitud de <i>D. antarctica</i>	234
d.1) Reclutamiento de <i>Macrocystis</i>	238
d.2) Reclutamiento de <i>Durvillaea</i>	241
5.3. Objetivo 3. Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.	245
a) Tasa de crecimiento de plantas juveniles y adultas	245
b) Tasa de mortalidad natural para juveniles y adultos	245
c) Capacidad de regeneración y crecimiento de estipes podados.....	246
c.1) Regeneración y frecuencia de poda para <i>M. pyrifera</i>	246
c.2) Regeneración en <i>Durvillaea</i>	¡Error! Marcador no definido.47
d) Estimar standing stock y standing crop de las poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	252
<i>Durvillaea antarctica</i>	252
<i>Macrocystis pyrifera</i>	253
e) Proyecciones de producción	255
5.4. Objetivo 4. Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.	¡Error! Marcador no definido.



a) Fundamentación para la modelación de regímenes de explotación y manejo	257
<i>Macrocystis pyrifera</i>	257
<i>Durvillaea antarctica</i>	260
b) Talleres	263
b.1) 1er Taller Metodológico (ANEXO I).....	263
b.2) 2do Taller Metodológico (ANEXO I)	265
6. DISCUSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
7. CONCLUSIONES	279
<i>Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la XII Región.</i>	282
<i>Objetivo 3: Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.</i>	283
<i>Objetivo 4: Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.....</i>	284
ANEXO 1. Talleres.....	287
ANEXO 2. Fechas de salidas a terreno	297
ANEXO 3. Bases de Datos	¡Error! Marcador no definido.29
ANEXO 4. Archivo Fotográfico.....	333
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	¡Error! Marcador no definido.



ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Resumen de algunos los estudios realizados en la zona sur austral relacionados con <i>Macrocystis pyrifera</i> en los últimos años.	37
Tabla 2. Localización de poblaciones evaluadas y visitadas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la Región de Magallanes y Antártica chilena.	39
Tabla 3. Escala de evaluación de exposición al oleaje.	44
Tabla 4. Variables empleadas para la articulación y selección de diagramas de vías para <i>M. pyrifera</i> .	67
Tabla 5. Variables empleadas en la modelación de <i>D. antarctica</i> .	67
Tabla 6. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla Tamar. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	88
Tabla 7. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla Tamar. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	88
Tabla 8. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía el Águila (Estrecho de Magallanes). La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	89
Tabla 9. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía El Águila. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	89
Tabla 10. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla Carlos III. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	89
Tabla 11. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla Carlos III. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	89
Tabla 12. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Seno Duntze. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	90
Tabla 13. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Seno Duntze. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	90
Tabla 14. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla London. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	90
Tabla 15. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Isla London. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	92
Tabla 16. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de	92



significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Caleta Olla. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos	
Tabla 17. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Caleta Olla. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	92
Tabla 18. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía Tekenika. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	92
Tabla 19. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía Tekenika. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos	93
Tabla 20. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía Orange. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	93
Tabla 21 Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Bahía Orange. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	93
Tabla 22. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Puerto Toro. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.	94
Tabla 23. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>M. pyrifera</i> de Puerto Toro. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.	94
Tabla 24. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>D. antarctica</i> de Isla Tamar (Provincia de Última Esperanza). Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.	113
Tabla 25. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>D. antarctica</i> de Isla Carlos III. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.	113
Tabla 26. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>D. antarctica</i> de Seno Duntze. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.	114
Tabla 27. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de <i>D. antarctica</i> de Isla London. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.	114
Tabla 28. Análisis comparado de la temperatura (5 m profundidad) en seis localidades de la región de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> . Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad térmica vertical de la columna de agua. Valores expresados en °C. SR = sin registro	120
Tabla 29. Análisis comparado de la salinidad (5 m profundidad) en cinco localidades de la región de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> . Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad halina vertical de la columna de agua. Valores expresados en PSU. S.R. = Sin registro.	120
Tabla 30. Análisis comparado de la densidad (5 m profundidad) en cinco localidades de la región	120



de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de *Macrocystis pyrifera*. Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad vertical de la columna de agua. Valores expresados en unidades de sigma-t. S.R. Sin registro.

Tabla 31. Categorías superiores de la escala granulométrica de Wentworth-Uden (modificada) empleadas en este estudio.	121
Tabla 32. Tipos de sustrato predominante para poblaciones de <i>M. pyrifera</i> en las diferentes localidades estudiadas en la Región de Magallanes.	122
Tabla 33. Tipos de sustrato predominante en las localidades estudiadas en <i>D. antarctica</i> en la Región de Magallanes.	123
Tabla 34. Porcentaje de la irradiancia UV registrada a diferentes profundidades en diferentes praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> .	127
Tabla 35. Porcentaje de la irradiancia PAR registrada a diferentes profundidades en diferentes praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> .	127
Tabla 36. Grado de exposición al oleaje en las poblaciones de estudiadas	128
Tabla 37. Porcentaje (%) promedio de frondas fértiles e infértiles por individuos de <i>M. pyrifera</i> en distintas localidades de la Región de Magallanes en tres períodos de muestreo.	132
Tabla 38. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales entre frondas reproductivas y no reproductivas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).	133
Tabla 39. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales entre frondas reproductivas y no reproductivas para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).	136
Tabla 40. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales de la fenología reproductivas para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).	139
Tabla 41. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales entre los estado de madurez, para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias ($p < 0.05$).	142
Tabla 42. Esporulación de estructuras reproductivas de frondas femeninas y masculinas y liberación de gametos	145
Tabla 43.- Composición global de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 138) en seis localidades de la región de Magallanes. Estudio efectuado entre julio 2006 y mayo 2007.	146
Tabla 44.- Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 5) recolectadas en el sector de Isla Tamar, otoño, 2007.	147
Tabla 45.- Atributos comunitarios de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Isla Tamar, Estrecho de Magallanes, en mayo, 2007. P = planta.	147
Tabla 46.- Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 32) recolectadas en el sector de Isla Carlos III durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).	148
Tabla 47. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 32) recolectados en la isla Carlos III en cuatro períodos estacionales. Se muestran datos acumulados.	149
Tabla 48. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de invierno, 2006.	151
Tabla 49. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de primavera, 2006	151
Tabla 50. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de Verano, 2007.	151
Tabla 51. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de	151



Otoño, 2007.

Tabla 52. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = biomasa (g macrofauna/disco); D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Invierno (julio, 2006) en la población de Isla Carlos III.	152
Tabla 53. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa (g/disco); D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Primavera (octubre, 2006) en la población de Isla Carlos III.	153
Tabla 54. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Verano (enero, 2007) en la población de Isla Carlos III.	153
Tabla 55. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de invierno (julio 2006).	154
Tabla 56. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera (octubre 2006).	154
Tabla 57. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Verano (enero, 2007).	154
Tabla 58. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Otoño (mayo, 2007).	154
Tabla 59. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 25) recolectadas en el sector de Bahía Aguila durante tres períodos estacionales (primavera, 2006 y verano y otoño 2007).	155
Tabla 61. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> recolectados en bahía el Águila en las diferentes estaciones muestreadas (octubre 2006 y enero y mayo, 2007).	156
Tabla 62. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de primavera. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.	157
Tabla 63. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de verano. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.	157
Tabla 64. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de otoño. En base a los datos acumulados de 5 discos de fijación por estación.	158
Tabla 65. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en la población de bahía el Águila (octubre, 2006)	159
Tabla 66. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en en la población de bahía el Águila (enero, 2007).	159
Tabla 67. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en la población de bahía el Águila (mayo, 2007).	160
Tabla 68. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el	160



sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en octubre, 2006.	
Tabla 69. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en enero, 2007.	160
Tabla 70. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en mayo, 2007.	160
Tabla 71. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 31) recolectadas en el sector de Seno Duntze, Región de Magallanes, durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).	161
Tabla 72. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación (N = 31) de <i>Macrocystis pyrifera</i> recolectados en seno Duntze en invierno y primavera 2006 y en enero y mayo, 2007.	163
Tabla 73. Taxa más representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de invierno, 2006. En base a los datos acumulados de discos de fijación por estación.	165
Tabla 74. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de Primavera, 2006.	165
Tabla 75. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de verano, 2007.	165
Tabla 76. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de otoño, 2007	166
Tabla 77. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Indice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en invierno en la población de seno Duntze, Región de Magallanes	166
Tabla 78. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasaq g/disco; D = Indice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en primavera en la población de seno Duntze (XII Región).	166
Tabla 79. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasaq g/disco; D = Indice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en verano en la población de seno Duntze (XII Región).	167
Tabla 80. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasaq g/disco; D = Indice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en otoño en la población de seno Duntze (XII Región).	167
Tabla 81. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de invierno, 2006.	167
Tabla 82. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera, 2006.	167
Tabla 83. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de verano, 2007	168
Tabla 84. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de otoño, 2007.	168
Tabla 85. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de <i>Macrocystis pyrifera</i> (N = 35) recolectadas en el sector de Isla London, Región de Magallanes,	168



durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).

Tabla 86. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* recolectados en la isla London (XII Región) para las cuatro estaciones muestreadas durante el estudio. Se muestran datos acumulados de discos de fijación por estación 169

Tabla 87. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de invierno, 2006. En base a los datos acumulados de discos de fijación por estación. 171

Tabla 88. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de primavera, 2006. 171

Tabla 89. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de verano, 2007. 171

Tabla 90. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de otoño, 2007. 172

Tabla 91. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en Invierno 2006 en la población de isla London. 173

Tabla 92. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D =Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en primavera, 2006 en la población de isla London. 173

Tabla 93. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D =Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en verano, 2007 en la población de isla London 173

Tabla 94. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D =Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en otoño, 2007 en la población de isla London 174

Tabla 95. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Invierno, 2006. 174

Tabla 96. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera, 2006. 175

Tabla 97. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de verano, 2007. 175

Tabla 98. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de otoño, 2007. 175

Tabla 99. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 10) recolectadas en el sector de Caleta Ollas, Región de Magallanes, durante la primavera , 2006. 176

Tabla 100. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* recolectados en caleta Olla (XII Región) en primavera. Se muestran datos acumulados de discos de fijación por estación. 176

TABLA 101. Taxa más representativas en los discos analizados en caleta Olla para la estación 178



de primavera. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.

Tabla 102. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en Invierno en la población de caleta Olla. Datos obtenidos con el paquete estadístico Primer.	179
Tabla 103. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga <i>Macrocystis pyrifera</i> en el sector caleta Olla, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Primavera.	179
Tabla 104. Abundancia de organismos en frondas y grampones. N considerada el número de segmentos analizados por estrato. Los valores de fronda corresponden al mínimo (promedio) máximo. Los valores en grampón corresponden al mínimo y máximo de organismos y volúmenes observados.	189
Tabla 105. Comparación entre estratos de frondas de <i>Macrocystis</i> en distintas localidades o en distintas estaciones del año mediante la prueba de Friedman (CMT: comparación múltiple de Tukey; 1: estrato apical; 2: estrato medio; 3 estrato basal). Los grupos subrayados con una misma línea no tienen diferencia significativa a un alfa de 0.05%, los que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas.	191
Tabla 106. Comparación de la abundancia de microinvertebrados en discos entre distintas estaciones de muestreo durante invierno (1) primavera (2) verano (3) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey; 1: Isla London; 2: Seno Duntze; 3: Isla Carlos III; 4: Bahía Águila; 5: Cabo Tamar). Los grupos subrayados con una misma línea no tienen diferencia significativa al un alfa de 0.05% los que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas. Invierno (1), Primavera (2), Verano (3)	191
Tabla 107. Comparación de la abundancia de microinvertebrados en discos (n=5) entre localidades durante verano (Puerto Toro, Bahía Tekénika y Bahía Orange) y otoño (Isla Carlos III, Isla London, Bahía del Águila, Seno Duntze, Isla Tamar) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey.).	192
Tabla 108. Comparación de los estratos de frondas de <i>Macrocystis</i> entre localidades en distintas estaciones del año mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey; A: Bahía Águila; C: Carlos III; D: Seno Duntze; K: Bahía Tekénika; L: Isla London; O: C: Caleta La Olla; P: Puerto Toro; R: Bahía Orange). Los grupos subrayados con una única línea no tienen diferencias significativas a un alfa de 0.05%. Los que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas.	192
Tabla 109. Lista de especies de macroalgas asociadas a <u>discos</u> de <i>Macrocystis pyrifera</i> , correspondientes a las estaciones de Invierno - primavera 2006 y verano - otoño 2007 en las poblaciones de Isla Tamar, Bahía El Águila Isla Carlos III, Seno Duntze, Isla London, Caleta Olla, Bahía Tekénika y Bahía Orange, Puerto Toro.	201
Tabla 110. (A) Riqueza específica de Margaleff ($d = S-1/\log(N)$) y Índice de Shannon (B) de las macroalgas asociadas a grampones de <i>M. pyrifera</i> , para los tres períodos estacionales estudiados.	202
Tabla 111. Lista de especies macroalgales asociadas a las <u>poblaciones</u> de <i>M. pyrifera</i> , durante las estaciones evaluadas y por localidad (Invierno- Primavera 2006, Verano- Otoño 2007)	206
Tabla 112a. (A) Riqueza específica de Margaleff ($d = S-1/\log(N)$) y Índice de Shannon (B) de las macroalgas asociadas a las poblaciones de <i>M. pyrifera</i> , para los tres períodos estacionales estudiados.	207
Tabla 112b. Variación estacional de biomasa húmeda ($gr./m^2$) de macroalgas asociadas a los bosques de <i>M. pyrifera</i> , por localidad estudiada.	211
Tabla 112c. Lista de especies macroalgales asociadas a la <u>poblaciones</u> de <i>M. pyrifera</i> , a las estaciones y poblaciones evaluadas durante el desarrollo del Proyecto FIP 2005-44. Datos expresados en $gr. m^{-2}$ de biomasa húmeda.	214



Tabla 113. Biomasa Húmeda promedio de <i>Macrocystis pyrifera</i> (kg m ⁻² ± err. std) y promedio estacional de las 9 poblaciones estudiadas (kg m ⁻² , N=906).	216
Tabla 114. Densidad promedio estacional de Individuos de <i>Macrocystis pyrifera</i> por metro cuadrado, (ind. m ⁻² ± err. std) por cada localidad de estudio (N=906).	217
Tabla 115. (A) Análisis estacional de Varianza (ANDEVA) para Biomasa Húmeda m ⁻² y densidad de individuos por m ² de <i>M. pyrifera</i> . (B) Análisis de varianza por estación evaluada para la Biomasa Húmeda m ⁻² , (C) Análisis de varianza por estación evaluada para la de individuos por m ² . Se indican los efectos significativos a p<0,05.	217
Tabla 116. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para la biomasa de las poblaciones de <i>Durvillaea antarctica</i> (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia p < ,05000.	221
Tabla 117. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para la densidad de las poblaciones de <i>Durvillaea antarctica</i> (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia p < ,05000.	223
Tabla 118. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para el tamaño de las poblaciones de <i>Durvillaea antarctica</i> (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia p < ,05000	224
Tabla 119. Longitud promedio de individuos de <i>M. pyrifera</i> (metros ± err. std) por cada estación y localidad de estudio (N=906).	225
Tabla 120. (A) Análisis de Varianza (ANDEVA) para Longitud de Individuos (metros) de <i>M. pyrifera</i> en base a datos estacionales (4 periodos). (B) Análisis de Varianza para Longitud de Individuos (metros) de <i>M. pyrifera</i> por cada periodo estacional. Indicando efectos significativos a p <0,05.	226
Tabla 121. Análisis de Varianza (ANDEVA DE UNA VÍA, MODELO FIJO) entre las 7 áreas de muestreos de la pradera de <i>Durvillaea antarctica</i> de Isla London, comparadas a partir de indicadores poblacionales (Densidad, Biomasa y tamaño).	233
Tabla 122. Análisis de Varianza (ANDEVA DE UNA VÍA, MODELO FIJO) entre las 7 áreas de muestreos de la pradera de <i>Durvillaea antarctica</i> de Seno Duntze, comparadas a partir de indicadores poblacionales (Densidad, Biomasa y tamaño) p< 0,05.	233
Tabla 123. Crecimiento de las zonas apicales (hoja encimitarra) de <i>Macrocystis pyrifera</i> en poblaciones de naturales en la Región de Magallanes.	234
Tabla 124. Tasa de crecimiento diario (%) de las clases de tallas (1= < 25cm y 2= > 50cn < 100cm) durante el periodo de verano-otoño del 2007 para la praderas de <i>Durvillaea antarctica</i> en estudio de la Región de Magallanes.	238
Tabla 125. Tasa de crecimiento diario (%) de las clases de tallas (1= < 25cm y 2= > 50cn < 100cm) durante el periodo de otoño-invierno del 2007 para la praderas de <i>Durvillaea antarctica</i> en estudio de la Región de Magallanes	238
Tabla 126. Número de reclutas obtenidos en diferentes poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> en experimentos de reclutamiento <i>in situ</i> sobre placas de cerámica.	240
Tabla 127. Estimación de la biomasa total (standing stock) y biomasa cosechable (standing crop) expresada en toneladas para las poblaciones de <i>Durvillaea antarctica</i> en las localidades de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar (Región de Magallanes).	253
Tabla 128. Estimación de la biomasa total (standing stock) y biomasa cosechable (standing crop)	255



expresada en toneladas para las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en las localidades estudiadas en la Región de Magallanes.

Tabla 129.- Análisis comparativo de diversas comunidades ingenieras de la costa de Chile y de la región de Magallanes para evaluar la importancia de los resultados obtenidos en la asociación de invertebrados recolectados en discos de fijación de la macroalga parda *Macrocystis pyrifera*.

276



ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Poblaciones seleccionadas para evaluaciones poblacionales del proyecto FIP 2005-44 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena desde Isla Tamar (Provincia de Última Esperanza) a Bahía Orange (Provincia de Cabo de Hornos).	39
Fig 2. Diferentes estados de madurez de <i>Macrocystis pyrifera</i> . Fig. 2-1-3. Estados inmaduros.	
Fig. 2- 4-6. Estados maduros. La fotografía n° 4 muestra el comienzo de la aparición de los esporangios, mientras que en las fotografías 5 y 6 se muestran esporangios maduros.	47
Figura 3. Secuencia de los estados madurez de frondas reproductivas femeninas y masculinas de <i>Durvillaea antarctica</i> de la Región de Magallanes	48
Figura 4. Track correspondiente a la 1 ^{era} expedición de prospección y evaluación de poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. (A) Track de ida; PA.- Punta Arenas, BA.- Bahía El Águila, BB.- Bahía Bougainville, 3.- Cabo Froward, ICIII.- Isla Carlos III, 15.- Paso Shag, 16.- Paso North, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), 17.- Canal Ocasión, IL.- Isla London. (B) Track de regreso; IL.- Isla London, 17.- Canal Ocasión, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), BM.- Bahía Millicent, SP1- SP.- Seno Pedro, 3.- Cabo Froward, BB.- Bahía Bougainville, BA.- Bahía El Águila, PA.- Punta Arenas.	71
Figura 5. Track correspondiente a la 2 ^{da} expedición de evaluación de poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Puntos referenciales de las poblaciones evaluadas en negrecidos. (A) Track de ida; PA.- Punta Arenas, BA.- Bahía El Águila , BB.- Bahía Bougainville, 3.- Cabo Froward, SP-SP1.- Seno Pedro, BM.- Bahía Millicent, SD.- Seno Duntze , 17.- Seno Ocasión, IL.- Isla London , PI.- Paso Ibarra, CO.- Caleta Olla , CM.- Canal Murray* . (B) Track de regreso; CM.- Canal Murray* , CO.- Caleta Olla 3 , PI.- Paso Ibarra, IL.- Isla London , 17.- Seno Ocasión, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), 15.- Canal Bárbara, 16.- Paso Shag, ICIII.- Isla Carlos III, 3.- Cabo Froward, BB.- Bahía Bougainville, BA.- Bahía El Águila , PA.- Punta Arenas. Canal Murray, solo se logró delimitación de una población de <i>Macrocystis pyrifera</i> .	72
Figura 6. Track correspondiente a la 3 ^a expedición de evaluación de poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Track de ida; Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla London, Bahía Tekenika, Bahía Orange, Puerto Toro. Track de regreso; Puerto Toro, Seno Duntze, Bahía El Águila, Punta Arenas.	73
Figura 7. Track correspondiente a la 4 ^a expedición de evaluación de poblaciones naturales de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i> del proyecto FIP 2005-44, XII región de Magallanes y Antártica Chilena. Track de ida; Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla Seno Duntze, Isla London. Track de regreso; Isla London, Seno Duntze, Bahía El Águila, Punta Arenas.	74
Figura 8. Track correspondiente a la 5 ^a expedición de evaluación de poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Track de ida; Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla London, Bahía Tekenika, Bahía Orange. Track de regreso; Puerto Toro, Puerto Williams, Seno Duntze, Puerto Valdez, Bahía El Águila, Punta Arenas.	75
Figura 9. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la localidad de Isla Tamar (Provincia de Última Esperanza), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes	77
Figura 10. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Bahía El Águila (Estrecho de Magallanes), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	78
Figura 11. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la localidad de Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes), por medio del	79



Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes	
Figura 12. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Puerto North (Canal Bárbara), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	80
Figura 13. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> en la localidad de Isla London (Canal Brecknock), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	82
Figura 14. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Caleta Olla (Canal Beagle), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	83
Figura 15. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Caleta Murray (Canal Beagle), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	84
Figura 16. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Bahía Tekenika (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	85
Figura 17. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Bahía Orange (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	86
Figura 18. Georreferenciación y delimitación una población natural de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la localidad de Puerto Toro (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.	87
Figura 19. Ubicación de poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> en la Región de Magallanes, en base a descripción de zonas por parte del equipo científico del proyecto.	88
Figura 20. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir número de Estipes por planta por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Isla Tamar, ubicada en la provincia de Ultima Esperanza, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	95
Figura 21. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir Numero de Estipes por planta por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Isla Tamar, provincia de Ultima Esperanza, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	96
Figura 22. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir de la Altura de Disco (centímetros) por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Bahía El Águila, ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	97
Figura 23. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir de la Altura de disco (cm) observados por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Bahía El Águila ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	98
Figura 24. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	99
Figura 25. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de <i>Macrocystis pyrifera</i> en estudio de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica	100



Chilena.

- Figura 26.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 101
- Figura 27.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada en el Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 102
- Figura 28.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla London ubicada en el brazo noroeste del Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 103
- Figura 29.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla London ubicada en el Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 104
- Figura 30.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Caleta Olla ubicada en el brazo noroeste del Canal Beagle, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 105
- Figura 31.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Caleta Olla ubicada en el brazo noroeste del Canal Beagle, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 106
- Figura 32.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Bahía Tekenika, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 107
- Figura 33.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del diámetro de disco observado por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Tekenika, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 108
- Figura 34.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Bahía Orange, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 109
- Figura 35.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del Numero de estipes observado por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Orange, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 110
- Figura 36.** Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del Diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Puerto Toro, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 111
- Figura 37.** Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del Diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Puerto Toro, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 112
- Figura 38.** Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla Tamar ubicada en Cabo Paso Tamar, Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 115
- Figura 39.** Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 116
- Figura 40.** Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable Diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. 117
- Figura 41.** Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la 118



variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla London ubicada en el brazo noroeste del Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Figura 42. (A) Bloques de Carbonato de Calcio (Yeso) puestos en 3 áreas de la línea de marea en cada una de las poblaciones seleccionadas durante la estación de invierno en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. (B) Ejemplo de la ubicación de uno de los bloques después de 3 meses de instalado..

121

Figura 43. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: [mW/ m² nm]) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Seno Duntze.

124

Figura 44. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: [mW/ m² nm]) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Isla London (A: primavera, B: invierno).

125

Figura 45. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: [mW/ m² nm]) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Isla Carlos III.

126

Figura 46. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: [mW/ m² nm]) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Paso North (canal Bárbara)

126

Figura 47. Porcentaje de individuos de *Macrocystis pyrifera* con esporofilas colectados en distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena..

129

Figura 48. Porcentaje de individuos de *Macrocystis pyrifera* con esporofilas fértiles colectados en distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

130

Figura 49. Porcentaje de individuos de *Macrocystis pyrifera* con esporofilas fértiles colectados en las épocas del año analizadas.

130

Figura 50. Porcentaje de biomasa fértil (esporofilas fértiles) e infértil de individuos de *Macrocystis pyrifera* colectados en las distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, en las tres períodos analizados.

131

Figura 51. Frecuencia (%; n=21) de frondas reproductivas y no reproductivas de *Durvillaea antarctica* en las poblaciones ubicadas en Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London durante las estaciones de invierno y primavera del año 2006, y verano y otoño del año 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

134

Figura 52. Frecuencia (%; n=21) de frondas reproductivas y no reproductivas de *Durvillaea antarctica* en la población ubicada en Isla Tamar durante la estación de verano y otoño del 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

135

Figura 53. Fenología reproductiva (%; n=21) en las poblaciones de *Durvillaea antarctica* ubicadas en Isla Carlos III (A), Seno Duntze (B) e Isla London (C) en el periodo entre invierno del 2006 al otoño del 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena

138

Figura 54. Fenología reproductiva (%; n=21) en poblaciones de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar durante las estaciones de verano y otoño del 2007, en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

139

Figura 55. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Carlos III, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

140

Figura 56. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

140

Figura 57. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

141

Figura 58. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez en la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de verano y otoño del 2007, de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

142

Figura 59. Secuencia del cultivo de zoosporas desde la limpieza de las esporofilas hasta la obtención de embriones esporofíticos de *Macrocystis pyrifera*. A: esporofilas maduras; B: corte transversal de esporofila mostrando esporangios en la zona del mesodermo; C: zoosporas germinando (flechas indican el tubo de germinación); D: gametofitos masculinos; E: embrión esporofítico de pocas células; F: esporofitos compuestos con mayor número de células.

143

Figura 60. A, B, C: Esporofitos de *Macrocystis pyrifera* obtenidos en laboratorio a partir de

144



material reproductivo colectado en Bahía Águila en primavera (A), verano (B) y otoño (C). D: Gametofito de 20 días obtenido en la época de invierno.

Figura 61. A) Conceptáculos de *Durvillaea antarctica* con gametos femeninos maduros (oogonios). B) Oogonios liberados. C) Anteridio maduro con gametos (anterozooides) en su interior. D) Conceptáculos masculinos con anteridios en formación. 145

Figura 62.- Variabilidad espacial y estacional de la abundancia (A/V = Individuos por 100 cc de disco), Riqueza de especies (R/V = N° especies 100 cc de disco) y biomasa (B/V = g por 100 cc de disco) de la macrozoofauna bentónica asociada a discos de fijación del alga *Macrocystis pyrifera* en la región de Magallanes, Chile. El volumen medio de los discos varió entre 118,5 y 809,4 cc. A = Abundancia, individuos/disco; R = Riqueza especies, especies/disco; B = Biomasa húmeda, g/disco; V = Volumen disco, cc. 181

Figura 63. Especies de macrofauna asociadas a *Macrocystis pyrifera*: a) el crustáceo *Pagurus comptus*, b) holoturia indeterminada, c) asteroideo *Cosmasterias lurida*, d) gastrópodo *Fusitriton magellanicus*, e) actinia *Antholoba achates* f) gastrópodo *Fissurella* sp. 182

Figura 64 Fotografías de discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* con fauna asociada del equinoideo *Pseudechinus magellanicus* y tubos del poliqueto *Chaetopterus variopedatus*. 183

Figura 65. Ítems dominantes (%) en frondas de *Macrocystis* por localidad y por estación del año 193

Figura 66. Ítems dominantes (%) en grampones p de *Macrocystis* or localidad y por estación del año 196

Figura 67. Abundancia total de organismos en grampones de *Macrocystis* por localidad. 199

Figura 68. Porcentaje de macroalgas asociadas a discos de *M. pyrifera* representadas por división durante un ciclo anual. 203

Figura 69. Número de especies macroalgales asociadas a los discos de fijación de *M. pyrifera* durante un nciclo anual. Número total de especies identificadas 83 203

Figura 70. (A) Riqueza específica de especies de Margaleff ($d= S-1/\log(N)$) por cada población evaluada y en forma estacional (B) de las macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera*, para los cuatro períodos estacionales estudiados, en la Región de Magallanes 204

Figura 71. Porcentaje de macroalgas asociadas (por División) a las poblaciones de *M. pyrifera* durante los períodos estacionales estudiados (invierno - primavera 2006, verano - otoño 2007). 208

Figura 72. Número de especies macroalgales asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano – Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83). 208

Figura 73. (A) Riqueza específica de especies de Margaleff ($d= S-1/\log(N)$) estacional de las macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera*, para los cuatro períodos estacionales estudiados, en la Región de Magallanes. 209

Figura 74. En los grampones o discos de fijación se lograron identificar algunas de las siguientes especies macroalgales (1-2) Rhodophyta perteneciente al Orden Ceramiales de la Familia Ceramiaceae del genero *Callithamnion*. (3-4). Rhodophyta perteneciente al Orden Ceramiales de la Familia Dasyaceae del genero *Heterosiphonia* . En los grampones se lograron identificar dos géneros asociados (3: *Heterosiphonia* sp., 4: *Heterosiphonia berkelli*). (5). Rhodophyta perteneciente al Orden Plocamiales de la Familia Plocamiaceae del genero *Plocamium*, (6) Chlorophyta de talo filamentoso uniseriado perteneciente al Orden Cladophorales de la Familia Cladophoraceae perteneciente al genero *Rhizoclonium* sp. (7) Chlorophyta de talo cenocítico plucelular perteneciente al Orden Bryopsidales de la Familia Codiaceae del genero *Codium*, correspondiente a la especie *C. dimorfum*. (6). Phaeophyta de talo filamentoso ramificado uniseriado perteneciente al Orden Sphacelariales de la Familia Sphacelariaceae del genero *Sphacelaria* sp. 210

Figura 75. Biomasa húmeda (gr/m^2) estacional de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano – Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83.) 212

Figura 76. Biomasa húmeda (gr/m^2) estacional y por división de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano – Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83). 212

Figura 77. Biomasa húmeda (gr/m^2) estacional y por localidad de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano – Otoño 2007. Número total de especies identificadas N=83 213

Figura 78. (A) Variación de la biomasa Húmeda promedio ($kg m^{-2} \pm err. std$; N=906) en las 218



poblaciones de <i>M. pyrifera</i> sometidas a evaluación durante Invierno-Primavera 2006, Verano-Otoño 2007, (B) Variación de la densidad promedio de individuos de <i>M. pyrifera</i> (ind. m ⁻² ± err. std; N=906) durante Invierno-Primavera 2006, Verano- Otoño 2007	
Figura 79. Variación de la biomasa Húmeda promedio (kg m ⁻² ± err. std; N=906) y densidad promedio de individuos de <i>M. pyrifera</i> (ind. m ⁻² ± err. std; N=906) durante un ciclo anual en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.	219
Figura 80. Variación estacional de la biomasa promedio (±ee) por cuadrante (n=21) de <i>Durvillaea antarctica</i> para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena.	221
Figura 81. Variación estacional de la densidad promedio (±ee) por cuadrante (n=21) de <i>Durvillaea antarctica</i> para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena	222
Figura 82. Variación estacional del tamaño promedio (±ee) por cuadrante (n=21) de <i>Durvillaea antarctica</i> para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar durante un ciclo estacional.	223
Figura 83. Variación de la longitud promedio por individuos de <i>M. pyrifera</i> (metros ± err. std; N=774) en las poblaciones de <i>Macrocystis pyrifera</i> sometidas a estudio en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, durante Primavera 2006, Verano 2007, Otoño 2007 e Invierno 2007.	226
Figura 84. Frecuencia de tallas para las poblaciones de <i>M. pyrifera</i> de la Región de Magallanes y Antártica Chilena durante Primavera - Verano 2006 y Otoño- Invierno 2007.	227
Figura 85. Frecuencia de talla de las poblaciones <i>M. pyrifera</i> evaluadas durante el ciclo anual estudiado	229
Figura 86. Estructura de tallas poblacional de <i>Durvillaea antarctica</i> para la pradera de Seno Duntze (Canal Cockburn) en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de invierno del 2006 al otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de invierno del 2006; B) estructura de tallas de la estación de primavera del 2006; C) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; D) Estructura de tallas se la estación de otoño del 2007.	230
Figura 87. Estructura de tallas poblacional de <i>Durvillaea antarctica</i> para la pradera de Isla London en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de invierno del 2006 al otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de invierno del 2006; B) estructura de tallas de la estación de primavera del 2006; C) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; D) Estructura de tallas se la estación de otoño del 2007.	231
Figura 88. Estructura de tallas poblacional de <i>Durvillaea antarctica</i> para la pradera de Isla Tamar en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de verano y otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; B) Estructura de tallas durante la estación otoño del 2007.	232
Figura 89. Tasas de crecimiento diario (TCD: % día ⁻¹) de las zonas apicales de <i>Macrocystis pyrifera</i> en poblaciones naturales en la Región de Magallanes	234
Figura 90. Marcaje y medición de los 2 tipos de clases de tallas usados en el crecimiento de frondas vegetativas en las poblaciones de <i>Durvillaea</i> en la Región de Magallanes. Se utilizó amarra cable de mejor resistencia para marcaje.	235
Figura 91. Variación del crecimiento promedio (±ee, n=30) de frondas de <i>Durvillaea antarctica</i> ("Cochayuyo") para los 2 rangos de tallas durante las estaciones de verano, otoño e invierno del 2007 en la pradera de Seno Duntze.	236
Figura 92. Variación del crecimiento promedio (±ee, n=30) de frondas de <i>Durvillaea antarctica</i> para los 2 rangos de tallas entre la estación de verano y otoño del 2007 en la pradera de Isla London.	237
Figura 93. Variación del crecimiento (m) promedio (±ee, n=30) de frondas de <i>Durvillaea antarctica</i> ("Cochayuyo") para los 2 rangos de tallas entre la estación de verano y otoño del 2007 en la pradera de Isla Tamar.	237
Figura 94. Esporofitos de <i>Macrocystis pyrifera</i> de longitud promedio de 1600 µm asentados sobre sustrato artificial, para desarrollo de evaluación de asentamiento de reclutas en	241

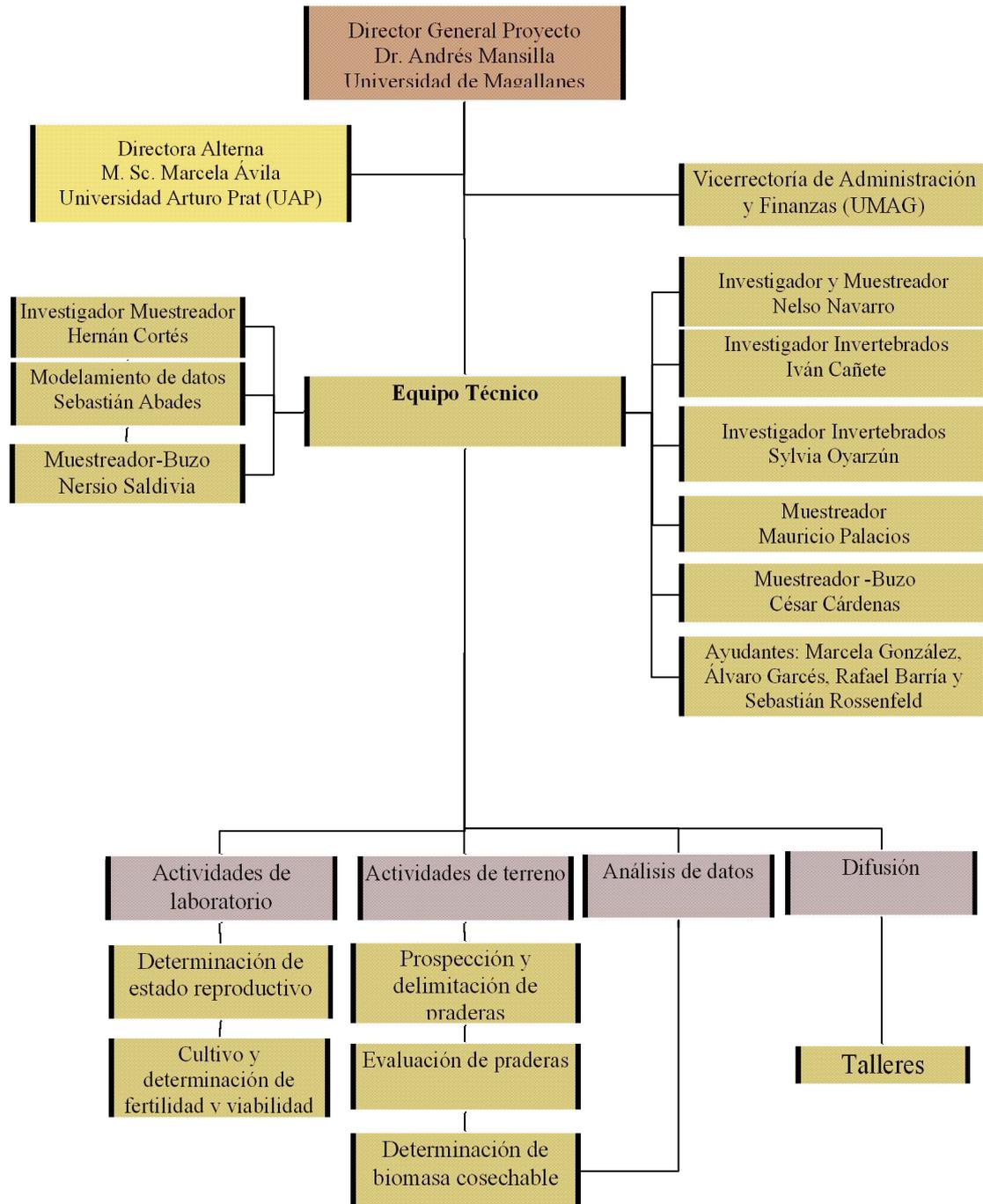


poblaciones naturales de la Región de Magallanes

- Figura 95.** Zona denudada en poblaciones de *Durvillaea antarctica* en la Región Magallanes y Antártica de Chilena. A, B y C) Zona denudada en los sustratos macizos y medición de la densidad y tamaño de los nuevos reclutas. D y E) Zona denudada se observa colonización de algas rojas como *Porphyra* sp durante el verano del 2007. 241
- Figura 96.** Variación de la densidad promedio ($\pm ee$) de individuos de *Durvillaea antarctica* reclutados en las distintas estaciones de estudio, para las praderas de: A) Seno Duntze, se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño). B) Isla London se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño) 243
- Figura 97.** Variación del tamaño promedio ($\pm ee$) de individuos de *Durvillaea antarctica* reclutados en las distintas estaciones de estudio, para las praderas de: A) Seno Duntze, se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño). B) Isla London se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño). 244
- Figura 98.** Frecuencia de tallas de algas varadas (mortalidad) de *Macrocystis pyrifera* en un área de 40 m² en sector costero de bahía el Águila. 246
- Figura 99.** Secuencia fotográfica que evidencia: A y B) Corte a nivel de estipe. C y D) Necrosis del estipe y disco de los individuos *Durvillaea* en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena. 248
- Figura 100.** Variación de la sobrevivencia (%) de individuos de *Durvillaea antarctica* que fueron cortados a nivel del estipe en las praderas de Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London. A= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de invierno del 2006. B= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de primavera del 2006. C= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de verano del 2007 249
- Figura 101.** Secuencia fotográfica que evidencia: A) Corte a nivel Fronda; B) Necrosis de la lámina y disco de los individuos de *Durvillaea antarctica* 250
- Figura 102.** Variación de la sobrevivencia (%) de individuos de *Durvillaea antarctica* que fueron cortados a nivel de la lámina en las praderas de Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London. A= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de invierno del 2006. B= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de primavera del 2006. C= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de verano del 2007. 251
- Fig. 103.** Diagramas causales de *Macrocystis pyrifera* para las estaciones de Primavera –Verano y Otoño-Invierno. Ambos esquemas corresponden a las hipótesis más plausibles de entre las múltiples formas de articular las variables listadas en la Tabla SAXX. En cada diagrama, las cajas representan variables medidas, y las flechas indican la dirección de influencia. Valores sobre las flechas corresponden a los coeficientes de correlación estandarizados (i.e., variables han sido z-score transformadas), para permitir ajustar la magnitud de los efectos entre las variables a una escala común comparable. Flechas sólidas representan relaciones significativas ($p < 0.05$), y flechas segmentadas representan relaciones no significativas 258
- Fig. 104.** Diagramas de vías para modelos con variables latentes. Variables latentes se representan por medio de óvalos, y variables indicadoras por medio de rectángulos. Las flechas representan el entramado causal propuesto para integrar la información biológica, ambiental y de flora y fauna asociada a praderas de *Macrocystis pyrifera*. Flechas sólidas representan relaciones significativas ($p < 0.05$), y flechas segmentadas representan relaciones no significativas. 260
- Fig. 105.** Diagramas de vías de *Durvillaea antarctica* para las estaciones de Primavera –Verano y Otoño- invierno. Flechas sólidas representan relaciones significativas. Valores corresponden a los coeficientes de regresión entre las variables dentro del esquema de parametrización SEM. (F fem)= proporción de frondas femeninas; (F mas)= proporción de frondas masculinas; (E inm)= proporción de frondas inmaduras; (E sen)= proporción de frondas senescentes; (E mad)= proporción de frondas maduras. 262



PRESENTACIÓN DE AUTORES POR FUNCIÓN O TEMA DESARROLLADO





El equipo de trabajo estuvo conformado por un equipo de investigadores de la Universidad de Magallanes con residencia en Punta Arenas y un equipo de investigadores y técnicos de la Universidad Arturo Prat, sede Puerto Montt.

- **Directores**

Dr. Andrés Mansilla: Director el Proyecto. Estuvo a cargo de la dirección estratégica y ejecutiva del Proyecto, coordinando el equipo en las actividades propias del proyecto, para dar cumplimiento cabal a los objetivos de éste. Además, se dedicó a mantener la comunicación interna y con las entidades asociadas al proyecto (FIP, Sub pesca). También, se encargó de la revisión de los informes de avance, pre-informe final e informe final.

MS. Marcela Ávila: directora alterna del proyecto. Estuvo a cargo de coordinar las actividades de terreno referidas a diseño de muestreos y experimentos necesarios y su ejecución para el logro de los objetivos del proyecto. Además, estuvo a cargo de las actividades de difusión, coordinando los talleres y reuniones de avance del proyecto. Otras actividades fueron: caracterización de las poblaciones de *Macrocystis* y *Durvillaea*, y diseño de muestreo; análisis alternativas de explotación y manejo; proposición regímenes de explotación.

- **Equipo Técnico**

MS. Nelso Navarro. Su función estuvo referida a las actividades de terreno, embarcándose en 4 de las 5 expediciones. En terreno estuvo dedicado a la caracterización de la biomasa reproductiva de algas pardas en las poblaciones seleccionadas para el estudio, caracterización del estado poblacional de las praderas y al apoyo logístico para las actividades de terreno y de laboratorio. En laboratorio estuvo encargado de los cultivos para determinar la viabilidad de las zoosporas de *Macrocystis pyrifera* en cada una de las estaciones. Coordinación y elaboración del Informe Final.

MS. Iván Cañete: Su función estuvo referida a las actividades de terreno y de identificación de organismo marinos. Se embarcó en 3 de las 5 expediciones, colaborando en las actividades de muestreo, así como en actividades de identificación de organismos marinos *in situ*. Encargado de las variables oceanográficas. En laboratorio estuvo encargado de las actividades de identificación de fauna asociada a los discos de *Macrocystis*.



Licenciada Sylvia Oyarzún: Su función estuvo referida a las actividades de laboratorio, específicamente a la identificación de organismos marinos asociados a las frondas de *Macrocystis* y *Durvillaea*.

Dr. Sebastián Abades: su función fue de apoyo para los análisis estadísticos poblacionales e integración de resultados de las poblaciones en estudio y en análisis de alternativas de explotación y manejo.

MS(c) César Cárdenas: Su función estuvo referida a las actividades de terreno, embarcándose en las 5 expediciones. El Sr. Cárdenas fue uno de los buzos del proyecto, ya que es poseedor de amplia experiencia en este tipo de actividades. En laboratorio el Sr. Cárdenas también apoyó en la identificación de la fauna asociada a los bosques de *Macrocystis* y *Durvillaea*.

Tec. U. Acuicultura Mauricio Palacios: Su función estuvo referida a las actividades de logística así como de trabajos en terreno, embarcándose en 3 de las 5 expediciones. Realizó actividades de identificación, caracterización y selección de las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* a ser estudiadas. Caracterización del estado poblacional de las praderas. Identificación de flora asociada, así como también en actividades de marcaje de plantas de *Macrocystis* para evaluación del crecimiento. Elaboración del pre-informe final.

Tec. Pesquero Hernán Cortes: Su función estuvo referida a las actividades de terreno, embarcándose en 1 de las 5 expediciones. El sr. Cortés participó como buzo técnico en actividades de muestreos submarinos para la caracterización de praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*. El Sr. Cortés fue substituido por el Sr. Nervio Saldivia.

Sr. Nersio Saldivia: Su función estuvo referida a las actividades de terreno, embarcándose en 4 de las 5 expediciones. El Sr. Saldivia estuvo dedicado principalmente a actividades de muestreo submarino, debido a que es poseedor de una amplia experiencia en muestreos de este tipo.

Ayudantes: Marcela González, Álvaro Cortés, Rafael Barría, Sebastián Rossenfeld, Hugo Duamante, Natalia Osorio, Johana Marambio y Hugo Hidalgo. Apoyo en todas las actividades de terreno, así como apoyo logístico en tierra. También fue valiosa su colaboración en separación de muestras en le laboratorio.



Actividad	Detalle Actividad
1	Compra insumos y materiales, cartas del SHOA
2	Puesta a punto de equipo personal y coordinación de actividades
3	Identificación y caracterización de praderas de <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> en las zonas norte centro y sur de la región de Magallanes
4	Selección de praderas <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> para ser estudiadas
5	Georeferenciación, delimitación y caracterización de praderas seleccionadas
6	Muestreo preliminar en cada uno de las praderas
7	Muestreos periódicos para determinar la fenología morfológica y reproductiva en todas las praderas seleccionadas
8	Descripción estacional de la flora y fauna asociada a los bosques de <i>Macrocystis pyrifera</i> y cinturones de <i>Durvillaea antarctica</i> .
9	Muestreos periódicos para determinar abundancia y densidad, estructura de tallas y estado reproductivo de en cada una de las praderas de <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>
10	Caracterizar el crecimiento vegetativos en juveniles y adultos mediante marcaje de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i>
11	Caracterización de los patrones de reclutamiento de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i>
12	Estimación de mortalidad natural en las praderas de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i>
13	Estimación de standing stock y standing crop de las praderas de <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i>
14	Análisis de datos y evaluación estadística
15	Determinación de los periodos óptimos de cosecha para las praderas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> ,
16	Proposición y evaluación de la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>
17	Informe de avance
18	Pre-Informe final
19	Taller difusión
20	Informe Final

PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO

CARGO	NOMBRE	ACTIVIDADES																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Director	Andrés Mansilla (UMAG)	X	X	X	X		X							X			X	X	X	X	X
Directo Alterno	Marcela Avila (UAP)		X	X	X		X							X		X	X	X	X	X	X
Apoyo act. de buceo	Hernán Cortes y Nervio Valdivia(UAP)							X		X											
Modelamiento de datos	Sebastián Abades (UAP,)													X		X	X				
Investigador-Muestreador	Julián Cáceres (UAP)			X	X			X	X	X	X	X		X	X	X					
Investigador-Muestreador	Nelso Navarro (UMAG)	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X
Muestreador	Mauricio Palacios (UMAG)	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X
Investigador invertebrados	Iván Cañete (UMAG)							X	X									X	X	X	
Investigador invertebrados	Sylvia Oyarzún (UMAG)							X	X									X	X	X	
Muestreador	César Cárdenas (UMAG)			X	X		X	X	X									X	X	X	X
Ayudantes	Marcela González, Sebastián Rossenfeld, Alvaro Garcés, Rafael Barría, Hugo Diamante y Hugo Hidalgo (UMAG)					X	X	X	X	X	X	X								X	X

UMAG: Universidad de Magallanes
 UAP: Universidad Arturo Prat



RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del proyecto es establecer las bases biológicas que sirvan como fundamento en la generación de medidas de administración para la explotación regulada de praderas de algas pardas en la XII Región. Este objetivo fue logrado con el desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.
- Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.
- Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan
- Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.

El Informe Final contiene una descripción de todas las actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto. En el mes de julio de 2006 se efectuó la primera salida a terreno correspondiente a la estación de invierno, se recorrió el estrecho de Magallanes desde Bahía El Águila hasta Isla London en la provincia de Cabo de Hornos. Durante esta salida se seleccionaron las localidades de muestreo, considerando factores como accesibilidad y facilidad para realizar las evaluaciones en poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*. Luego se efectuaron los muestreos estacionales de primavera (octubre 2006), verano (enero 2007), otoño (mayo 2007) e invierno (septiembre 2007), en los cuales se realizaron todas las actividades comprometidas de mediciones de parámetros biológicos, experimentos de poda, crecimiento, regeneración, reclutamiento, colecta de ejemplares para estudio de fauna y flora asociada en poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*. Los resultados obtenidos fueron analizados y la información generada de las poblaciones de ambas especies fue modelada por medio de ecuaciones estructurales con el fin de establecer una estrategia de administración para ambos recursos en la Región de Magallanes.

Durante el primer muestreo se efectuaron mediciones morfométricas de los siguientes parámetros a) biomasa total por planta; b) longitud total de la planta; c) número de estipes por planta; d) biomasa del disco; e) diámetro mayor del disco; f) frecuencia de estructuras reproductivas; g) biomasa de esporofilas; h) densidades de individuos adultos y juveniles por m² en las praderas antes mencionadas y en base al análisis de los resultados se seleccionó la



variable que mejor describe la biomasa de los individuos de cada especie. Para *Macrocystis pyrifera*, en la mayoría de las localidades estudiadas, el parámetro morfométrico que mejor predice la biomasa de los individuos resultó ser el número de estipes, excepto para Bahía El Águila donde este parámetro fue la altura del disco. Para *Durvillaea antarctica*, el parámetro escogido fue el tamaño del disco.

En este estudio se logró delimitar y georreferenciar 18 praderas de *M. pyrifera* ubicadas en distintos puntos de la Región de Magallanes: en Isla Tamar, Bahía El Águila (2 poblaciones), Isla Carlos III, Puerto North, Isla London (4 poblaciones), caleta Olla (2 poblaciones), cercanías de canal Murray en el Canal Beagle (2 poblaciones), Canal Murray, Bahía Tekenika (2 poblaciones), Bahía Orange, Puerto Toro. Además fueron georreferenciadas y estudiadas 4 poblaciones de *D. antarctica*: Isla Tamar, Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London. Fueron recorridos alrededor de 1.491 kilómetros, abarcando un área total de 88.458 km².

De las poblaciones visitadas 10 de ellas fueron detalladamente estudiadas: Bahía el Águila (1 población, Estrecho de Magallanes), Puerto North (1 población, Canal Bárbara), Canal Ocasión (1 población), Isla London (3 poblaciones, Canal Brecknock), Canal Murray (1 población, frente Isla Navarino), Bahía Tekenika (1 población, Cabo de Horno), Bahía Orange (1 población) y Puerto Toro (1 población).

Con respecto a aspectos reproductivos, las poblaciones de *M. pyrifera* en la Región de Magallanes tienen reproducción continua, con picos en otoño-invierno. En los cuatro períodos estudiados se observó que un alto porcentaje de los individuos muestreados presentaron esporofilas. En la mayoría de los casos se observó que este porcentaje superó el 80% de individuos con esporofilas. A través de cortes histológicos se observó que existe un alto porcentaje de individuos con esporofilas fértiles en otoño e invierno, superando en muchos de los sitios de muestreo el 50% de individuos fértiles. Por otro lado, una situación diferente se observó en primavera, cuando la mayoría de las plantas no presentaron esporangios. Las zoosporas obtenidas en las cuatro estaciones fueron viables ya que se asentaron y produjeron tubo de germinación y en algunos casos se llegó a obtener esporofitos.

En relación a la flora asociada, en los discos de *M. pyrifera* se fueron identificados 83 taxa de macroalgas. La División más representativa fueron las Rhodophyta con 53 taxa (64,1%), seguido por los representantes de la División Chlorophyta con 16 taxa (19,3 %) y la División Phaeophyta, con 14 especies (16,9 %). En relación a las macroalgas colectadas bajo el dosel de *M. pyrifera*, se identificaron 83 taxa. La División más representativa fue la División Rhodophyta con 57 taxa (68,7%), seguida por la División Chlorophyta con 14 taxa (16,9%), y la División Phaeophyta, con 12 especies (14,5%). Con respecto a la biomasa (gr/m²), las macroalgas colectadas bajo el dosel de *M. pyrifera*, en cada una de las localidades evaluadas nos indica que la mayor concentración de biomasa de macroalgas asociadas a poblaciones del



M. pyrifera ocurre en primavera con $1970 \pm 1150 \text{ gr./m}^2$ de biomasa húmeda de algas, disminuyendo hacia verano ($1579 \pm 567 \text{ gr./m}^2$), otoño ($883 \pm 177 \text{ gr./m}^2$), mientras que el aumento comienza durante invierno ($1253 \pm 350 \text{ gr./m}^2$).

La Biomasa promedio (kg/m^2) de *M. pyrifera*, varió entre 1.51 kg/m^2 en la población de Bahía El Águila en otoño y 53.72 kg/m^2 en Bahía Tekenika en verano. La densidad de Individuos por metro cuadrado (ind. m^{-2}) fue máxima en verano (Tekenika: 7 ind. m^{-2}), disminuyendo hacia otoño (Isla London: 0.3 ind. m^{-2}). Con respecto a la tallas de las plantas de *Macrocystis*, las mayores longitudes de plantas fueron registradas durante otoño e invierno con tallas promedio de entre $2,95 \pm 0,28 \text{ m}$ y $3,82 \pm 0,2 \text{ m}$, siendo primavera donde las plantas presentaron las menores longitudes ($2,47 \pm 0,22 \text{ metros}$).

En relación con la mortalidad estimada sobre varazones de ejemplares de *M. pyrifera* se registraron biomásas frescas promedios de $11 \text{ kg} \pm 6,4 \text{ kg/m}^2$ proyectándose un total de 479, 4 kg de biomasa fresca varada para Bahía el Águila. Biomasa representada principalmente por individuos adultos, con longitudes no superiores a los 2 metros.

Los resultados de reclutamiento indican que en tres (primavera, verano y otoño) de las cuatro estaciones muestreadas fueron encontrados reclutas, con una mayor cantidad de ellos (17 reclutas/m^2) observados en la estación de primavera.

El estado reproductivo de las praderas de *D. antarctica* en las poblaciones estudiadas varía de acuerdo a la localidad y en el tiempo. Las praderas tienden a presentar la mayor proporción de individuos reproductivos en las estaciones de otoño e invierno, decreciendo posteriormente hacia la primavera y verano. En todas las poblaciones analizadas se encontraron individuos de ambos sexos en distintos estados de madurez dependiendo de la localidad y de la estación del año, como asimismo se encontraron individuos vegetativos en todas las poblaciones estudiadas. En laboratorio se obtuvieron oogonios y anteridios de *D. antarctica* logrando con éxito la liberación de oogonios, sin embargo no se produjo la liberación de anterzoides por lo que no se logró una fecundación exitosa *in vitro*.

La biomasa y la densidad de las poblaciones de *D. antarctica* no presentan variaciones estacionales importantes. Para Seno Duntze la máxima biomasa por m^2 se presentó durante la estación de primavera con un valor promedio de $22.746 \pm 2.700 \text{ g/m}^2$, durante el verano y otoño se produjo una disminución en la biomasa, que alcanzó un valor promedio de $14.636 \pm 1.341 \text{ g/m}^2$ y $14.788 \pm 1.571 \text{ g/m}^2$ respectivamente. Para la población de Isla London la mayor biomasa se presentó en otoño del año 2007 con promedio $19.566 \pm 1.495 \text{ g/m}^2$. Se observa una tendencia a la disminución hacia el periodo estival llegando a una biomasa mínima de $13.837 \pm 1.013 \text{ g/m}^2$ en verano. En Isla Tamar la mayor biomasa se observó durante la estación de verano con valor promedio de $19.661 \pm 2.119 \text{ g/m}^2$, disminuyendo en otoño a una biomasa promedio de $11.726 \pm 996 \text{ g/m}^2$. El análisis estadístico indica que las diferencias de biomasa entre las praderas no son significativas pero las diferencias estacionales sí. La densidad a



diferencia de la biomasa no presenta grandes variaciones estacionales, pero si se aprecian diferencias significativas entre las praderas. La población de *Durvillaea* en Seno Duntze presentó la máxima densidad de individuos en la estación de primavera con un valor promedio de $19 \pm 4,2$ individuos /m², disminuyendo hasta llegar en otoño a una densidad mínima de $12,4 \pm 1,2$ individuos /m². La densidad en la población de Isla London en primavera y verano fue baja y se mantuvo relativamente estable durante todas las estaciones muestreadas, la mayor abundancia se observó en la estación de otoño con una densidad promedio de $11 \pm 1,6$ individuos/m². En la población de Isla Tamar la mayor densidad de individuos se observó durante la estación de verano con un valor promedio de 10 ± 1 individuo/m², en la estación siguiente esta disminuye a $7 \pm 0,7$ individuo/m².

Los resultados del análisis estadístico para la estructura de tallas de los individuos de *D. antarctica* solo muestran diferencias significativas entre praderas. Estas diferencias pueden estar dadas básicamente por el grado de exposición al oleaje que presenta cada una de las praderas en los canales de la Región de Magallanes. Los individuos de mayor tamaño promedio se encuentran en la pradera de Isla London ($1,67 \pm 0,13$ m) en la época de primavera. Por otro lado, en la población de Seno Duntze el tamaño promedio máximo fue de $1,31 \pm 0,4$ m en invierno. Para la población en Isla Tamar los tamaños promedio en verano y otoño fueron similares, alcanzando las frondas una longitud de 1,24m aproximadamente. En cuanto a la estructura de tallas de las poblaciones de *Durvillaea* estudiadas, éstas se caracterizan por un alto porcentaje de individuos de tamaño inferior a 0,5 m de longitud en todas las estaciones muestreadas, por otra parte se observan individuos con tamaños superiores a 4m.

Las evaluaciones de crecimiento en diferentes rangos de tallas (2) de las poblaciones de *D. antarctica* indican que las tasas de crecimiento diarias (%) obtenidas durante este periodo (verano-otoño) estudiadas son muy bajas entre 0,2 y 0,5 %, en todas las praderas. La mayor tasa de crecimiento observada para ambos tratamientos ocurrió en la pradera ubicada en Isla London, estos resultados ratifican los resultados obtenidos en el tamaño promedio poblacional de esta pradera, ya que en general esta pradera presenta los individuos de mayor tamaño en todas las estaciones muestreadas, evidenciando una capacidad de crecimiento de las frondas tanto de tallas pequeñas como tallas grandes. Por su parte las observaciones de reclutamiento durante un periodo anual en las poblaciones de *D. antarctica* muestran que, en todas las áreas denudadas fue posible observar colonización de nuevos reclutas de *D. antarctica*. Las densidades dependieron de la época en que fueron denudadas las áreas y el número de reclutas establecidos varió desde $4,6 \pm 1,6$ individuos/m² a $23,7 \pm 6,9$ individuos/m², siendo este último valor el reclutamiento registrado en la población de Isla London en verano. Los reclutas crecen alcanzando en el periodo de estudio una longitud máxima de 53 cm. Las áreas denudadas en la época estival son cubiertas completamente (100% cobertura) por la especie de alga roja *Porphyra spp.*

Las plantas de *D. antarctica*, al igual que las de *M. pyrifera*, de la Región de Magallanes presentaron una nula capacidad de regeneración, en los tratamientos utilizados,



La proyección de la información de biomasa obtenida de los muestreos efectuados en cada una de las praderas estudiadas, permitió estimar la biomasa total en cada una de las estaciones durante un ciclo anual. Los resultados muestran que la estación de mayor biomasa total ocurre en la estación de primavera con un total 27,5 ton para la población de Seno Duntze y en otoño para Isla London alcanzando 16,8 ton. Estos niveles de biomasa estarían indicando que las praderas evaluadas son de tamaño pequeño.

Los resultados para *Macrocyctis pyrifera* indican que la mayor biomasa total se encuentra en poblaciones en el extremo sur de la Región (B Tekenika=1035 toneladas en verano), mientras que aquellas poblaciones del estrecho de Magallanes y de los canales muestran biomazas menores.

Se propone una expresión para el cálculo de standing crop de la forma: $Bc = (B \cdot A) \cdot fPNR$; donde Bc = biomasa cosechable; B = biomasa total m²; fPNR= proporción de plantas no reproductivas (valor entre 0-1); A= Área total de la población. Mientras que para *Macrocyctis* se propone el uso de la expresión: $Bc = (B \cdot A) \cdot F$; donde Bc = biomasa cosechable; B = biomasa total m²; F= fracción a remover (e.g., 0.2); Área total de la población.

Se desarrolló un Taller Metodológico en la ciudad de Punta Arenas el 25 de agosto del 2006. Al cual asistieron autoridades del Gobierno Regional, Sernapesca, CONAMA, Universidad de Magallanes. Participaron como expositores los investigadores, Dr. Andres Mansilla, MS (c) Cesar Cardenas, Tec. Acui. Mauricio Palacios, MS Marcela Avila y MS (c) Julián Cáceres. Se presentaron en detalle todas las metodologías a utilizar durante el desarrollo del proyecto para cada una de las especies a estudiar, con activa participación de los asistentes.

El 29 de junio de 2007, se desarrolló en Punta Arenas el Segundo Taller de Divulgación donde fueron expuestos los resultados obtenidos hasta ese momento. Al Taller asistieron autoridades del Gobierno Regional, Sernapesca, Subpesca Regional y Nacional, CONAMA, CORFO, representantes de Universidad de Magallanes y Universidad Arturo Prat, Pescadores Artesanales y representantes del Sector Productivo tanto de Magallanes como de otras regiones de Chile. Participaron como expositores los investigadores: Dr. Andres Mansilla, MS Marcela Avila Dr. Sebastián Abades, MS Iván Cañete, MS. Nelso Navarro y MS (c) Julián Cáceres. Además de los resultados presentados se decidió iniciar una mesa de diálogo que contará con la participación de todos los actores involucrados para juntos definir estrategias que busquen las mejores alternativas de utilización sustentable de algas pardas en la Región de Magallanes.



“BASES BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE MACROALGAS PARDAS EN LA XII REGIÓN”

1. Antecedentes

La Región de Magallanes y Antártica Chilena se caracteriza por presentar las mayores praderas submareales de algas pardas del país, que incluye varias especies del género *Lessonia*, *Durvillaea antarctica* y clara dominancia de *Macrocystis pyrifera*. Las praderas de *M. pyrifera* se distribuyen en forma de cordones continuos, paralelos a la costa, de aproximadamente 30 a 45 m de ancho. Esta especie, de gran tamaño, crece en el submareal proporcionando hábitat, refugio y alimento para organismos vertebrados e invertebrados. Es utilizada como materia prima para la extracción de alginatos, biopolímero ampliamente usado en la industria y como alimento para consumo humano y de animales. Por su densidad y biomasa la región sur austral de las costas de Chile, representa grandes reservas potencialmente aprovechables.

Las praderas de *M. pyrifera* de la XII región actualmente no son explotadas comercialmente, sin embargo en función de las innumerables aplicaciones conocidas y en desarrollo y la futura construcción de una planta de proceso de alginatos en la provincia de Tierra del Fuego, se ha puesto de manifiesto una primera iniciativa concreta en torno a su explotación con fines comerciales en la zona.

La Ley General de Pesca y Acuicultura, no define ninguna medida de administración en relación con estos recursos, no obstante, en el artículo 5° señala: “Prohíbanse las actividades pesqueras extractivas con artes, aparejos y otros implementos de pesca que afecten el fondo marino dentro de una franja de una milla marina”.

En este contexto, dado el inminente desarrollo de la actividad extractiva de algas pardas en la XII Región, surge la necesidad de disponer de información biológica sobre estos recursos para establecer las bases que fundamenten medidas de administración que aseguren la sustentabilidad de esta pesquería.

Tomando en consideración estos antecedentes, el Consejo de Investigación Pesquera, teniendo presente lo informado por la Subsecretaria de Pesca y las necesidades de investigación sectorial, incluyeron el presente proyecto en el programa de investigación del año 2005.

1.1 Antecedentes biológicos

***Macrocystis pyrifera* (L) C. Agardh, 1820**

El recurso *M. pyrifera* comúnmente conocido como huiro o sargazo, corresponde a plantas de gran tamaño que pueden medir sobre 30 m de longitud. Se adhieren al sustrato mediante un disco basal, el cual está formado por hapterios ramificados de hasta 1 cm de grosor, no fusionados entre sí (Hoffmann y Santelices 1997). Del disco nacen varios estipes, cilíndricos,



que pueden dividirse dicotómicamente, y terminan en láminas alargadas, provistas de un aerocisto alargado basal. Entre la porción terminal del estipe y la base de las láminas se producen fisuras en dirección distal, las que al desplazarse hacia el borde de la lámina, producen el crecimiento de estipes y láminas (Santelices, 1989; Hoffmann y Santelices, 1997). El ciclo de vida de *M. pyrifera* es heteromórfico, y se caracteriza por presentar alternancia de generaciones entre un individuo macroscópico que corresponde al esporofito, e individuos microscópicos que corresponden al gametofito femenino y masculino.

M. pyrifera se distribuye en las costas de Chile desde Valparaíso hasta Cabo de Hornos. En el Hemisferio Sur se encuentra también en las costas de Sudáfrica, sur de Australia, costa Atlántica sur de Sudamérica (Ramírez y Santelices, 1991; Santelices, 1989), desaparece en la zona Norte de Chile y reaparece en las costas de Perú central y norte (Neushul, 1971).

A nivel mundial su distribución anfitropical se ha atribuido a su origen en un hemisferio, seguido de una rotura en la barrera tropical durante un periodo frío y una colonización subsecuente del otro hemisferio. Existen hipótesis que hablan de su punto central de origen en el hemisferio norte, basadas en la biogeografía general de los *kelp* en el Pacífico Norte, registros paleoclimáticos y fósiles de moluscos asociados a los *kelp* (Estes & Steinberg 1988, Luning 1990, Lüning & Tom Dieck 1990; en Coyer et al. 2001). Por otro lado, también se ha propuesto su origen en el hemisferio sur, debido principalmente a la distribución mucho más amplia del género en este (North 1971; en Coyer et al. 2001).

***Durvillaea antarctica* (Chamisso) Hariot, 1892**

D. antarctica, conocida comúnmente como “cochayuyo”, “ulte” o “huilte”, es una especie endémica del Hemisferio Sur, con una distribución subantártica. Crece sobre substratos rocosos en el intermareal inferior hasta aproximadamente 10 ó 15 metros de profundidad, es característica de zonas muy expuestas y comparte el sustrato con la especie *Lessonia nigrescens*. Son plantas grandes de color café verdoso oscuro, puede medir hasta 15 m de largo. Están fijadas al sustrato mediante un disco cónico, compacto, de contorno circular y superficie lisa. Del disco nace un estipe cilíndrico grueso, que distalmente se aplana formando las frondas gruesas de consistencia coriácea, las cuales se dividen a su vez en numerosos segmentos delgados en forma de cintas gruesas de diferentes longitudes, los cuales flotan en la superficie del mar.

Tiene un ciclo de vida diplobióntico, con una fase diploide independiente. La meiosis ocurre en la gametogénesis, corresponde a una especie dioica y presenta gametofitos pequeños de corta duración (Buschmann et al., 1984; Cáceres et al, 2007).

Se distribuye desde Coquimbo hasta el Cabo de Hornos (Ramírez y Santelices 1991, Santelices 1989), se encuentra también en Nueva Zelanda, Argentina (Tierra del Fuego), Islas Malvinas, Islas Heard y Mc Donald (Hoffmann y Santelices 1997).



1.2 Antecedentes ecológicos

Los esporofitos de *M. pyrifera* ocupan hábitats rocosos y forman densos bosques submareales llegando incluso hasta 30 metros de profundidad y excepcionalmente hasta 80 m (Hoffmann y Santelices, 1997). El disco de fijación alberga a numerosas especies de invertebrados que lo utilizan como refugio, como alimento o como zona para reproducción. Los bosques de *M. pyrifera* en la zona sur austral de Chile, se distribuyen en forma variable y dependiendo de la disponibilidad de sustrato rocoso, piedras y bolones pueden formar parches o bien cinturones de hasta 40 m de ancho que recorren el borde de las islas y canales constituyendo un potencial de biomasa muy importante.

Las poblaciones de *M. pyrifera* del sur de Chile, poseen una comunidad compleja de organismos asociados, (Ojeda & Santelices, 1984; Santelices, 1992), entre ellos Mollusca, Crustácea, Echinodermata (Adami y Gordillo, 1999; Ríos et al., 2003; Ríos et al., 2007) y macroalgas (Avila et al. 1982). Estudios realizados en el Canal Beagle, demuestran el valor agregado que representan estos grupos de invertebrados, junto con algunos peces y mamíferos marinos, en los cinturones y praderas de *M. pyrifera* (Castilla et al., 1985). Bajo el bosque de huiro se encuentran además algas calcáreas y algas rojas como la carragenófita *Gigartina skottsbergii* así como especies de algas rojas de la familia Delleseriaceae y Ceramiaceae, entre otras.

Los individuos de *Macrocystis pyrifera* se distribuyen homogéneamente, si existe suficiente sustrato duro disponible, en las praderas se observan ejemplares de todos tamaños incluyendo individuos juveniles de menor tamaño. (Santelices y Ojeda 1984). Los bosques de huiro de la zona sur austral son muy longevos y pueden llegar a tener hasta 4 años a diferencia de aquellos que se encuentran en la zona central en lugares relativamente protegidos, donde las poblaciones son anuales.

La especie *D. antarctica*, crece formando cinturones costeros intermareales y en algunos casos submareales someros. Castilla y Bustamante (1989), en estudios efectuados en la zona central de Chile señalan que *L. nigrescens* monopoliza el espacio primario en el intermareal y que la especie *D. antarctica* persiste solo por su alta tasa de reclutamiento y rápido crecimiento.

El disco adhesivo de *D. antarctica* tiene forma cónica y puede medir hasta 50 cm. de diámetro resultando a veces de la concrecencia de individuos vecinos. Estos discos constituyen el hábitat temporal o permanente de un gran número de invertebrados. Se ha encontrado que discos con volúmenes menores de 50 cc son colonizados en forma dominante por poliquetos o por choritos, mientras que discos de mayor tamaño son dominados por crustáceos, que aparentemente reemplazan a los otros grupos de invertebrados al crecer los discos (Hoffmann y Santelices, 1997).

Las plantas adultas presentan conceptáculos maduros durante todo el año en la zona central de Chile, con mayor fertilidad en los meses de invierno junio-julio y en verano diciembre-enero (Hoffmann y Santelices, 1997), sin embargo, el asentamiento de plantas juveniles esta determinado en gran medida por la existencia de sustrato primario libre. En general, la



abundancia relativa de *D. antarctica* aumenta a medida que disminuye la exposición al oleaje violento, a diferencia de *Lessonia nigrescens* que aumenta su biomasa y densidad en ambientes más expuestos. Por otra parte, *D. antarctica* se caracteriza por una estrategia fugitiva, con presencia frecuente de talos reproductivos y de plantas juveniles, con alta velocidad de crecimiento, en comparación con *L. nigrescens*, la que además produce esporas sólo en forma estacional (Hoffmann y Santelices, 1997).

Estudios poblacionales de *M. pyrifera* y *D. antarctica* son necesarios para conocer la estructura y dinámica de sus poblaciones, así como dilucidar los factores que las regulan, permitiendo predecir cambios tanto en su estructura como en su productividad a lo largo del tiempo, con vistas a programar el manejo y explotación de las mismas, previendo que en un futuro no muy lejano estarán expuestas a una fuerte presión extractiva como sucede actualmente con las algas carragenófitas.

1.3. Antecedentes sobre uso del recurso

Macrocystis pyrifera

La importancia comercial de *M. pyrifera*, como se mencionó anteriormente, radica principalmente en su elevado contenido de ficocoloides como alginatos. Recientemente se ha reportado acerca de la presencia de aminoácidos esenciales y ácidos grasos, además de la calidad de sus proteínas y sus lípidos que la hacen comparable con la de otras fuentes vegetales (Palacios & Mansilla, 2003; Cruz *et al.*, 2000), lo que justifica el estudio en poblaciones naturales para determinar la biología y ecología de la especie. En X Región (zona de Chiloé) y en la III y IV Región de Chile es recolectada fresca, en grandes volúmenes, para alimento de abalones (actualmente en la zona Norte de Chile desde la I a IV Región existe una reglamentación que regula la extracción de esta especie 30/09/2005).

Este recurso ha sido estudiado para ser utilizado como suplemento alimenticio aviar, bioestimulante vegetal, producto de consumo humano OtakiMacro por la Fundación Chile (Proyecto FDI, 2001) y como suplemento alimenticio en la industria de la salmonicultura (Mansilla, 2003), además de la producción de ficocoloides, como los alginatos que a nivel mundial generan retornos anuales de más de US\$ 250.000.000 (Vásquez, 1999).

Durvillaea antarctica

Este recurso es recolectado en la zona central de Chile por recolectores de orilla. La actividad se realiza durante las horas de baja marea cortando los estipes en un base y dejando el disco en el substrato (Castilla & Bustamante, 1989; Bustamante & Castilla 1990). Las frondas y los estipes secos son utilizados para consumo humano directo, comercializándose en el mercado local como cocido para ensaladas bajo el nombre de "ulte" o "Huilte" y en paquetes de alga seca entera o picada bajo el nombre de cochayuyo. Anualmente se cosechan volúmenes importantes (2307 ton, Sernapesca 2004), siendo un porcentaje de éstas, exportado como alga



seca trozada con el nombre de “seaweed noddles” y como materia prima para la industria de alginatos. Actualmente las regiones mas importantes donde se recolecta este recurso son la VIII, VI y X Regiones (Sernapesca, 2004) en orden de importancia, mientras que en la IV y V Regiones se extraen volúmenes menores.

Esta especie ha sido ampliamente utilizada en Nueva Zelanda, desde 1960 ha sido colectada para su uso como forraje para ganado y como fertilizante (Brown 1998). A partir de la década del 70 comienza a ser cosechada para la producción de alginato. Recientes estudios indican que frondas de *D. antarctica* y *D. willana* contienen sobre el 50% de peso seco de alginato con un valor de F_M de 0.7 (Kelly & Brown 2000)



OBJETIVOS

2. OBJETIVO GENERAL

Establecer las bases biológicas que sirvan como fundamento en la generación de medidas de administración para la explotación regulada de praderas de algas pardas en la XII Región.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.1 Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.

3.2 Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.

3.3 Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.

3.4 Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.



4.METODOLOGÍA

4.1Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.

a) Reconocimiento de las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

El reconocimiento de poblaciones naturales de *M. pyrifera* se baso en la información ya existente de distribución y abundancia del recurso, disponible de estudios anteriores realizados en la región por los proponentes (Palacios y Mansilla 2003; Mansilla et al., 2005) y otros antecedentes de estudio pasados (Alveal et al., 1973; Alveal et al., 1982; Ávila et al., 1982; Santelices, 1989; Hoffmann y Santelices, 1997) que abarcan en su extensión a la Región Magallanes (Tabla 1). Para la selección de las poblaciones a evaluar se consideraron factores de accesibilidad y facilidad para realizar las evaluaciones durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 1. Resumen de algunos los estudios realizados en la zona sur austral relacionados con *Macrocystis pyrifera* en los últimos años.

Autores	Año	Título
Plana et al.	2007	Estudio poblacional de <i>Macrocystis pyrifera</i> (L.) C. Agardh (Laminariales: Phaeophyta) en ambientes protegido y expuesto al oleaje en Tierra del Fuego.
Mansilla et al.	2005	Producción de harina de <i>M. pyrifera</i> y estudios poblacionales
Buschmann, et al.	2004	Efecto del movimiento, temperatura y salinidad en la abundancia y patrones reproductivos de <i>Macrocystis spp.</i>
Palacios & Mansilla	2003	Desarrollo de gametofitos de <i>M. pyrifera</i>
Cruz et al.	2000	Uso de harina de kelp (<i>M. pyrifera</i>) en alimentos para camarón.
Vásquez & Buschmann	1998	Revisión de interacción entre herbívoros y <i>M. pyrifera</i>
Hoffman & Santelices	1997	Compilación de datos biológicos, ecológicos de algas chilenas
Santelices & Ojeda	1984 a	Efectos de remoción de <i>M. pyrifera</i>
Santelices & Ojeda	1984 b	Dinámica de las poblaciones de <i>M. pyrifera</i> en Isla Ambarino
Alveal et al.	1982	Ciclo de vida de <i>M. pyrifera</i> de Isla Navarino.
Romo et al.	1984	Efecto de la poda en sobrevivencia, tamaño y rendimiento de <i>M pyrifera</i> de Isla Navarino Chile
Ávila et al.	1982	Algas epífitas en <i>M. pyrifera</i> de Isla Ambarino
Santelices y Castilla	1981	Biomasa y productividad de <i>M. pyrifera</i> en canal Beagle
Bahamonde et al.	1976	Evaluación de praderas de <i>M. pyrifera</i>

En la tabla 2 y (Fig. 1). se incluyen las localidades evaluadas durante la ejecución de la propuesta y que abarca desde isla Tamar situada en el Estrecho de Magallanes hasta Bahía Orange en la provincia de Cabo de Hornos

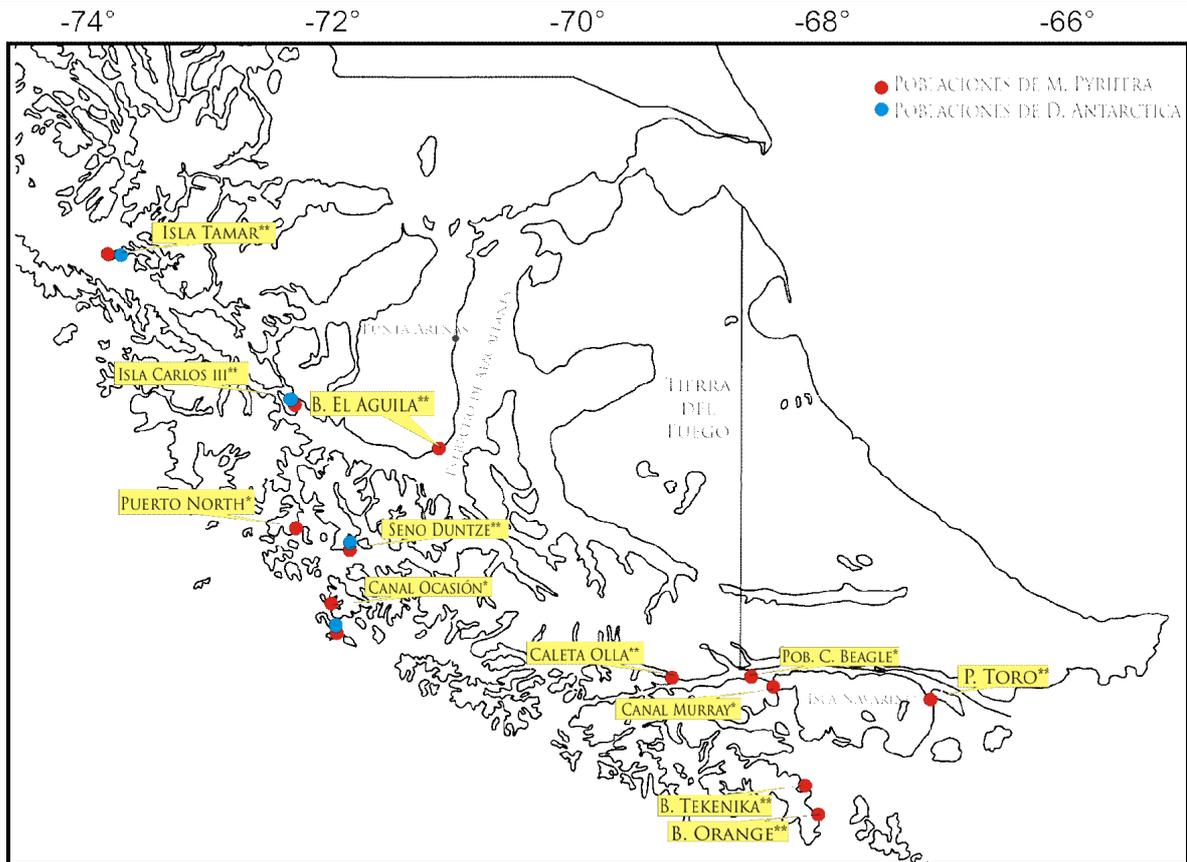


Figura 1. Poblaciones seleccionadas para evaluaciones poblacionales del proyecto FIP 2005-44 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena desde Isla Tamar (Ultima Esperanza) a Bahía Orange (Cabo de Hornos).



Tabla 2. Localización de poblaciones evaluadas de *M. pyrifer* y *D. antarctica* en la Región de Magallanes y Antártica chilena.

SECTOR	<i>M. pyrifer</i>	<i>D. antarctica</i>
Zona Sur: Región de Magallanes	Isla Tamar (52° 54' 37'' S; 73° 47' 55'' W)	Isla Tamar
Zona Centro: Región de Magallanes	Bahía El Águila (53° 47' 0,93'' S; 70° 58' 34,7'' W)	Isla Carlos III (zona de reserva marina, acceso restringido)
	Isla Carlos III (53° 36' 57,5'' S; 72° 18' 57,6'' W), praderas extensas, zona de reserva marina, acceso restringido.	Seno Duntze (Isla Clarence)
	Puerto North, canal Bárbara (54° 08' 24,1'' S; 72° 13' 27'' W)	Isla London, numerosas y extensas praderas intermareales.
	Seno Duntze, Isla Clarence (54° 20' 23,6'' S; 71° 47' 53,4'' W),	
	Isla London (54° 41' 07,8'' S; 71° 54' 33,8'' W)	
Zona Sur: Región de Magallanes, Provincia de Cabo de Hornos (Actualmente constituye una RESERVA de la Biosfera)	Caleta Olla, Canal Beagle (54° 56' 30,9'' S; 69° 08' 56,3'' W)	
	Canal Murray (54° 58'' 45'' S; 68° 22' 01,2'' W)	
	Bahía Tekenika (54° 58'' 45'' S; 68° 22' 01,2'' W)	
	Bahía Orange (55° 23' 48,6'' S; 68° 07' 52'' W)	
	Puerto Toro (55° 04' 24,5'' S; 67° 04' 16,1'' W)	

b) Georreferenciación y delimitación de las praderas

Una vez seleccionadas las praderas, se delimitaron en su extensión para obtener el área total, mediante buceo autónomo, se demarco la forma de la pradera (ancho y largo si corresponde) con la ayuda de un bote zodiac. Cada punto fue registrado con un GPS (Global Position System), y la distancia entre cada punto se calculó con el mismo instrumento, obteniendo el área de cada pradera en m². La distancia entre los puntos y el área total de cada población fue calculada mediante SIG (Sistema de Información Geográfica) utilizando el software ArcView 3.2. Siendo necesario para ello, primero, digitalizar la carta náutica del servicio hidrológico de la Armada de Chile correspondiente a la zona de estudio, para luego ser geográficamente referenciada. Sobre este mapa se introdujeron los distintos "layers" correspondientes a cobertura de líneas para la línea de costa. Sobre el mapa obtenido, se procedió a introducir los "layers" correspondientes a las poblaciones, partiendo por la ubicación geográfica (latitud y longitud) de las mismas.

c) Muestreos para caracterización de fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifer* y *Durvillaea antarctica*



Se evaluó estacionalmente la fenología morfológica de las especies de algas pardas considerando variaciones morfológicas en relación a tamaño y morfología del grampón, número y longitud de estipes, y estados reproductivos. Además, se correlacionó la información fenológica con factores abióticos tales como: temperatura, salinidad, tipo de sustrato, y efecto del oleaje.

Muestreos

Se realizaron dos programas de muestreos, uno al momento de iniciar el proyecto, y otro posterior donde se obtuvieron las estimaciones para evaluar standing stock: (i) Evaluación preliminar: se efectuó en paralelo a la georreferenciación y caracterización de las poblaciones algares y sirvió de base al muestreo regular. En cada una de las poblaciones seleccionadas, fueron medidas una serie de variables morfométricas con el objetivo de seleccionar la o las variables que mejor describieran la biomasa de los individuos de cada especie, a fin de evitar la remoción continua de parte del stock durante el período regular de muestreo. (ii) Muestreo regular correspondió a una evaluación *in situ* de las poblaciones seleccionadas en la evaluación preliminar, realizada periódicamente hasta el término del proyecto, de la cual se obtuvo las estimaciones de densidad poblacional y standing stock junto a sus variaciones durante un ciclo anual, y un registro y cuantificación de varamientos.

Búsqueda preliminar de descriptores de biomasa

Durante la evaluación preliminar, además de la georreferenciación se efectuó la caracterización de las poblaciones, estos antecedentes sirvieron de base para el muestreo periódico. En cada uno de las praderas seleccionadas se colectaron y midieron variables morfométricas de 20 ejemplares para *Macrocystis* y 30 para *Durvillaea*, Estas informaciones permitieron definir los descriptores poblacionales. Cabe destacar que el número de individuos muestreados estuvo sujeto a las condiciones climáticas reinantes en la zona, durante las dos primeras campañas de colecta, y de las dificultades en el manejo de los ejemplares en terreno debido al gran tamaño de las plantas. Para cada individuo de cada especie, se registraron las siguientes variables morfométricas:

1. Biomasa total de la planta
2. Longitud total de la planta
3. Número de estipes por planta.
4. Biomasa del grampón
5. Diámetro mayor del grampón
6. Frecuencia de estructuras reproductivas
7. Biomasa de esporofilas
8. Densidades de individuos adultos y juveniles por m².



Posteriormente con estos datos, se efectuó una serie de análisis de regresión múltiple “paso a paso” (stepwise) (Steel & Torrie 1988) para determinar la variable o combinación de variables que mejor explique la biomasa individual. Debido a que la morfología y tamaño de los individuos pueden ser afectados por diferentes condiciones ambientales (Hoffmann & Santelices 1997). Los análisis fueron efectuados en forma separada para cada pradera en estudio, previendo la opción de usar distintos descriptores en diferentes localidades si es necesario.

Además se evaluó el grado de error asociado a la estimación de la biomasa a través de la variación de los tamaños individuales en cada una de las praderas en estudio, con el objeto de utilizar un rápido método para obtener estimaciones del standing stock.

Una vez analizados los aspectos anteriores, es factible realizar muestreos regulares evaluando solamente la densidad de plantas por localidad.

Debido a las difíciles condiciones de muestreo, se buscó realizar mediciones que permitieran facilitar el trabajo in situ, para asegurar en cada muestreo, la máxima cantidad de observaciones con el menor tiempo para cada una. De esta forma, contar con la mejor opción de elegir una sola variable independiente para predecir la biomasa de la plantas en cada pradera (i.e., realizar una sola medición por planta en lugar de varias).

Para cada pradera, se efectuó un análisis de correlación de Pearson entre la biomasa individual de las plantas y cada variable morfométrica, con el objeto de seleccionar la mejor asociación. Para elegir la mejor variable en cada pradera se buscó la relación con el mayor valor de correlación y al mismo tiempo con la mínima dispersión de valores, para lo cual se examinó el gráfico de dispersión para cada variable independiente. Luego, los modelos de regresión se obtuvieron mediante ajuste lineal por mínimos cuadrados, llevando el intercepto al origen (i.e., $\beta_0 = 0$), y evaluando el análisis de varianza respectivo.

La fuerza predictiva de cada regresión se mostró mediante el coeficiente de determinación R^2 ajustado, el cual se obtuvo corrigiendo las sumas de cuadrados residual y total por sus respectivos grados de libertad, por lo que es siempre menor que el R^2 sin ajustar (el cual representa la proporción de varianza explicada). Como referencia, en los resultados que se indican el valor del R^2 ajustado correspondió aproximadamente al 85 % del R^2 sin ajustar. Debe notarse que, al ajustar un modelo de regresión al origen, el R^2 no se puede interpretar como varianza explicada por la regresión sino como proporción explicada de la variabilidad alrededor del origen. Adicionalmente, para cada modelo elegido se muestra el gráfico de valores predichos versus valores observados.

Con las informaciones obtenidas, se realizó un análisis de correlación múltiple entre todas las variables registradas, seleccionando aquella que represente mejor la estructura y dinámica de las poblaciones en estudio. Estos análisis fueron comparados con los ya existentes en la literatura revisada para *Macrocystis* donde se menciona que el mejor descriptor de peso y tamaño sería el diámetro mayor del disco (Vásquez & Santelices, 1984, Vásquez & González,



1995). Una vez analizados los aspectos anteriores, se realizaron muestreos regulares que considerarán solamente aquellas variables consideradas los mejores descriptores de peso y tamaño de las plantas.

En el muestreo periódico estacional de las poblaciones previamente seleccionadas, se obtuvo estimaciones de fenología morfológica y reproductiva en un ciclo de muestreo de 12 meses.

Dadas las diferencias ecológicas y de hábitat entre *M. pyrifera* y *D. antarctica*, los métodos de muestreo se aplicaron de modo diferencial adaptándolos al ambiente submareal e intermareal, respectivamente.

M. pyrifera: en estas praderas se establecieron transectas submareales perpendiculares a la línea de costa abarcando el ancho del huiral. La distancia entre cada una de las transectas fue de aproximadamente 25 metros y según las dimensiones de cada población. Cada transecta fue de una extensión de 10 metros como mínimo, situación que estuvo sujeta a las variaciones de ancho de cada población en particular, y recorridos por dos buzos los cuales muestrearon como mínimo 6 cuadrantes de 1 m² distribuidos en forma alterna a lo largo de la transecta, lo que nos permitió abarcar el máximo de área para ser sometida a evaluación. Todas las transectas fueron georreferenciadas.

D. antarctica: Cada pradera fue dividida en 7 áreas de 10 x 1 m paralelas a la línea de la costa. En cada área se muestrearon 3 cuadrantes de 1 m² al azar, se contabilizó el número de plantas presentes, se midió el diámetro del disco y la longitud cada individuo. Las praderas de *Durvillaea* se encuentran en la zona intermareal e inicio del submareal, quedando al descubierto durante las horas de baja marea. Los individuos ubicados en los niveles más bajos (submareal) están asociados a ejemplares de *Lessonia flavicans*. Dado que en el submareal *Durvillaea* es menos abundante no se efectuaron muestreos en este nivel mareal. El cinturón de *Durvillaea* se encuentra creciendo sobre sustrato rocoso de tipo sedimentario macizo rocoso.

d) Caracterización de las praderas

•Características ambientales

Las características ambientales de cada pradera ya delimitada y georreferenciada se determinaron mediante la inspección directa en terreno de cada localidad y uso de cartas náuticas disponibles para la región. Esta inspección preliminar se efectuó durante el primer y/o segundo mes de transcurrido el proyecto.

•Zonificación mareal

La zonificación mareal en cada lugar se determinó según el método descrito por Alveal y Romo (1995). El método considera la utilización de Tablas de Mareas de la Armada de Chile, donde se calcularon las mareas para el puerto secundario más próximo a la localidad en estudio



correspondientes a Puerto patrón Punta Arenas para las poblaciones de Bahía El Águila y Isla Carlos III, Puerto patrón Bahía Orange para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London, Caleta Olla y Canal Murray. Como puerto de referencia para las correcciones de marea del puerto secundario, se utilizó el Puerto Patrón Punta Arenas (Alveal y Romo 1995).

•Tipo de sustrato.

En cada localidad y para ambas especies se evaluó el tipo de sustrato que predomina mediante un recuento al azar sobre el terreno, dado que ambas especies en estudio corresponden a algas epilíticas es decir se encuentran creciendo sobre sustratos de tipo rocoso. Por lo tanto se considero en este estudio las categorías de guijarro, canto rodado, bloque y macizo rocoso de la escala granulométrica de Wentworth-Uden modificada (Pettijohn 1963).

•Luminosidad

En los sectores donde existen poblaciones de *Macrocystis pyrifera*, se realizaron mediciones submarina de irradiancia en las longitudes de onda pertenecientes a las radiaciones UV y PAR. Estas mediciones fueron realizadas alrededor del medio día y fueron obtenidas en profundidades que variaron de acuerdo a la profundidad a la que se encuentra cada población. Se utilizó un espectro radiómetro TriOS Ramses, el cual permite registros con intervalos de 3 nanómetros. Estos registros fueron integrados para obtener las irradiancias instantáneas en las bandas de UV y PAR. Los sectores donde se realizaron mediciones fueron: Seno Duntze, Isla London, Isla Carlos III y Paso North (Canal Bárbara).

•Grado de exposición al oleaje.

Considerando que en la Región de Magallanes existen características particulares para cada localidad específica por razones de orientación al viento, mayor o menor protección por la topografía del lugar a los vientos predominantes, profundidades, características y relieve del fondo cercano a la costa, etc. Se definieron diferentes categorías de exposición al oleaje, tales como: Poblaciones Protegidas y Poblaciones Expuestas.

Originalmente se propuso determinar el nivel o grado de exposición al oleaje usando bloques de carbonato de calcio como descrito por Doty (1971), método ha sido usado para otras localidades del norte y centro de Chile para caracterizar tanto ambientes expuestos como protegidos donde habita *M. pyrifera* (Buschmann et al. 2004). Sin embargo, debido a la poca efectividad de los bloques de yeso usados en la determinación de grado de exposición de las praderas de *Macrocystis* y *Durvillaea*, se decidió utilizar la metodología descrita por Alveal et al., (1971). En ella se describe que para cada uno lugares los patrones generales presentan modificaciones específica por razones de orientación al viento, mayor o menor protección por la topografía del lugar a los vientos predominantes, profundidades, características y relieve del



fondo cercano a la costa, etc. Por esta razón se definieron *a priori* 5 categorías de exposición al oleaje: **Frente Protegido, Frente Semi-Protegido, Frente Semi-Expuesto, Frente Expuesto y Frente muy Expuesto.**

Estos grados de exposición fueron definidos en base a una escala de indicadores biológicos, utilizándose la posición batimétrica en la costa rocosa del cirripedio *Jehlius cirratus*. Este organismo se caracteriza por ser una de las principales especies monopolizadoras del sustrato en intermareal medio y superior. La medición de la zonación en cada lugar, se efectuó en frentes rocosos perpendiculares a la dirección del oleaje. La escala usada para evaluar la exposición al oleaje se muestra en la **Tabla 3.**

Tabla 3. Escala de evaluación de exposición al oleaje.

Tipos de Frentes	Altura (m) sobre 0 mareal del límite superior de la población de <i>Jehlius cirratus</i>
Frente protegido	2 m --3 m
Frente semi-protegido	>3,1 m --4 m
Frente semi-expuesto	>4,1 m --7 m
Frente expuesto	>7,1 m --14 m

La justificación de la escala propuesta para evaluar la exposición al oleaje es la siguiente:

En Alveal 1970 y Alveal 1971 se presenta, para el área de Valparaíso, la caracterización de frentes con distinta exposición al oleaje mediante la ubicación de organismos marinos, en rangos que van desde 3 m sobre el nivel 0 de mareas hasta exposiciones de 14 m de altura.

▪ El organismo indicador seleccionado, el cirripedio *Jehlius cirratus*, es de fácil identificación, presente en toda la costa rocosa, de muy amplia distribución geográfica en la costa chilena y su distribución vertical caracteriza los niveles más altos del litoral rocoso determinados por las más altas mareas y por el oleaje. A su vez *Nodilittorina araucana*, que alcanza niveles aún más altos que el cirripedio antes mencionado, también es indicadora de la altura a la que puede alcanzar la influencia del oleaje en ambientes expuestos.

▪ En muchas otras regiones del mundo existen especies de cirripedios similares a la especie chilena que también caracterizan los niveles altos de la costa rocosa, razón por la cual el límite inferior de la Franja Supralitoral del esquema universal de zonación de Stephenson & Stephenson (1949) fue caracterizada por el límite superior de cirripedios.

e) Estados de madurez, fertilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

Con la información colectada se logró describir las características principales del ciclo reproductivo de las especies durante la época estival para *Macrocystis* e invernal para *Durvillaea*, el grado de heterogeneidad espacial que pudieran tener los procesos reproductivos al interior de cada población, diferencias entre poblaciones por factores ambientales,



latitudinales u otros, y los momentos del año en que la extracción pudiese afectar el potencial reproductivo de la población.

Macrocystis pyrifera

En cada uno de los cuadrantes de las transectas de cada una de las praderas de *M. pyrifera* se evaluó la presencia o ausencia de esporofilas en la base de plantas esporofíticas, obteniéndose la proporción de esporofitos con y sin esporofilas en cada muestreo. Cuando los individuos presentaron esporofilas fértiles, se colectarán 5 de ellas por individuo de 10 plantas al azar, éstas fueron almacenadas en bolsas plásticas y trasladadas al laboratorio en contenedores térmicamente aislados para su posterior análisis. Cabe destacar que el estado reproductivo de las esporofilas puede determinarse mediante una inspección visual, sin embargo, en el laboratorio se procedió a realizar cortes histológicos transversales y montadas en Karo Syrup al 50% con cristales de fenol, en cada muestra de tejido fue observada bajo microscopía fotónica (Fig. 2). Se determinó el estado reproductivo real por la presencia de esporangios en la zona externa del mesodermo (Fig. 2-4). También y, considerando que las esporofilas de un mismo individuo no maduran al mismo tiempo, se obtuvo el peso de las esporofilas en estado infértil así como en estado fértil, obteniendo el porcentaje en peso de frondas fértiles de cada individuo de cada localidad en los cuatro periodos analizados, obteniendo la proporción de tejido fértil y no fértil en cada lugar y estación del año. Cuando no se observaron esporofilas con esporangios se describió el periodo como no reproductivo.

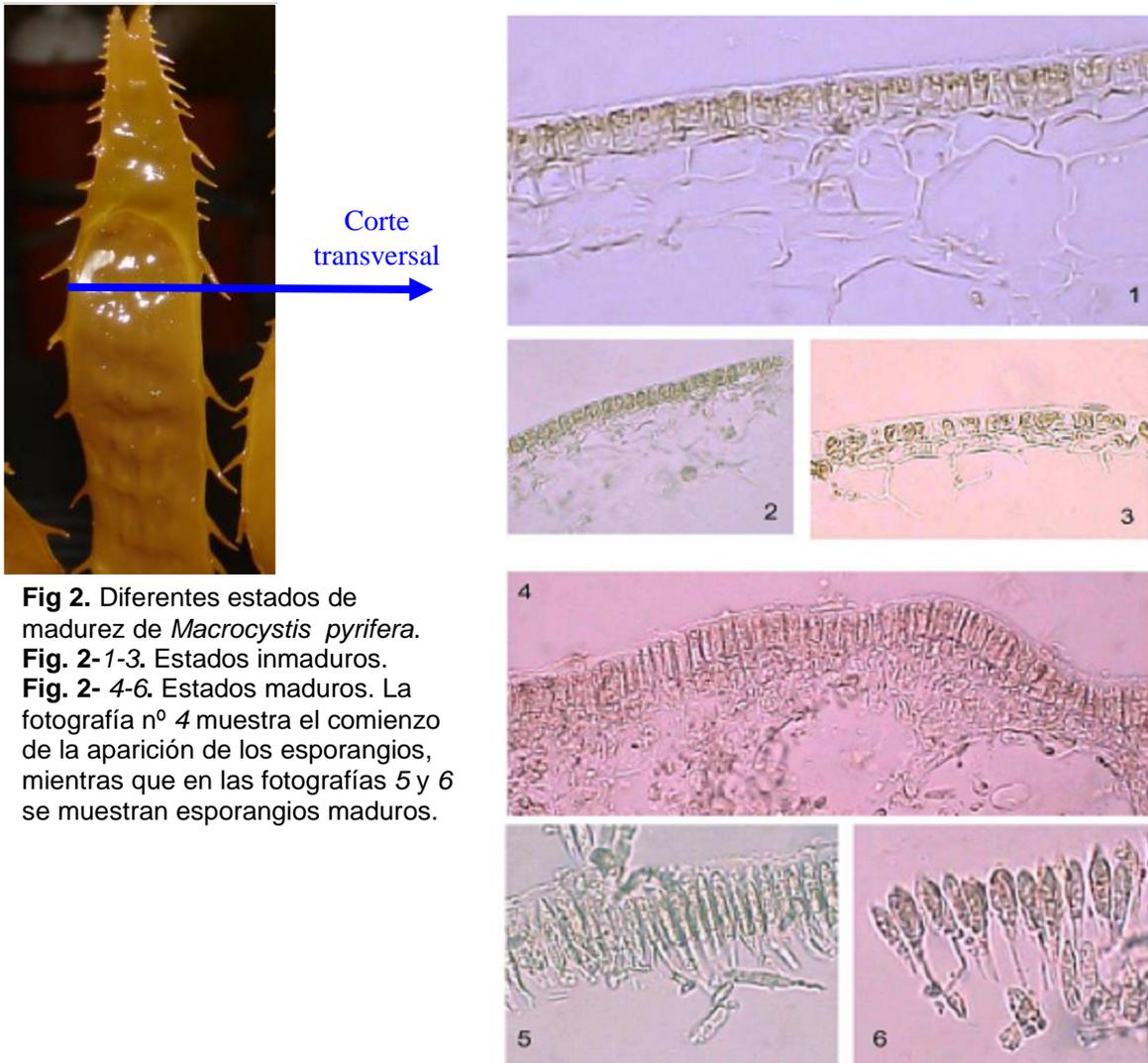


Fig 2. Diferentes estados de madurez de *Macrocystis pyrifera*.
Fig. 2-1-3. Estados inmaduros.
Fig. 2- 4-6. Estados maduros. La fotografía nº 4 muestra el comienzo de la aparición de los esporangios, mientras que en las fotografías 5 y 6 se muestran esporangios maduros.

Durvillaea antarctica

Para evaluar el estado de madurez en *D. antarctica* se efectuaron muestreos estacionales en cada localidad de muestreo, se seleccionó al azar un individuo de cada cuadrante muestreado, del que se obtuvo un trozo de tejido laminar para la evaluación reproductiva (se consideró un número mínimo de 21 ejemplares). Inicialmente se había contemplado un número mayor de muestras por pradera, sin embargo y considerando que la extensión de las praderas no lo permitía, se subdividieron en 7 áreas de las cuales se muestrearon 3 cuadrantes en cada una y 1 individuo de cada cuadrante. Cada trozo de tejido fue almacenado en una bolsa debidamente etiquetada y fijado con formalina al 5%.

En lugar de obtener muestras de tejido replicadas en cada individuo, este diseño permite maximizar tanto el tamaño de muestra como la cobertura espacial de las medidas obtenidas en cada población, asegurando que las estimaciones logradas sean más representativas.

Utilizando la metodología descrita por Collantes et al. (2002) en cada muestra de tejido, se analizó mediante observación visual y bajo el microscopio en secciones a mano alzada y montadas en Karo Syrup al 50%, la presencia de estructuras reproductivas. Estas observaciones permitieron estimar:

- Porcentaje de individuos reproductivos de cada población
- Determinación del estado reproductivo (vegetativo, masculino, y femenino)
- Determinación del estado de madurez de los conceptáculos para ambos sexos, según corresponda (Fig. 3).

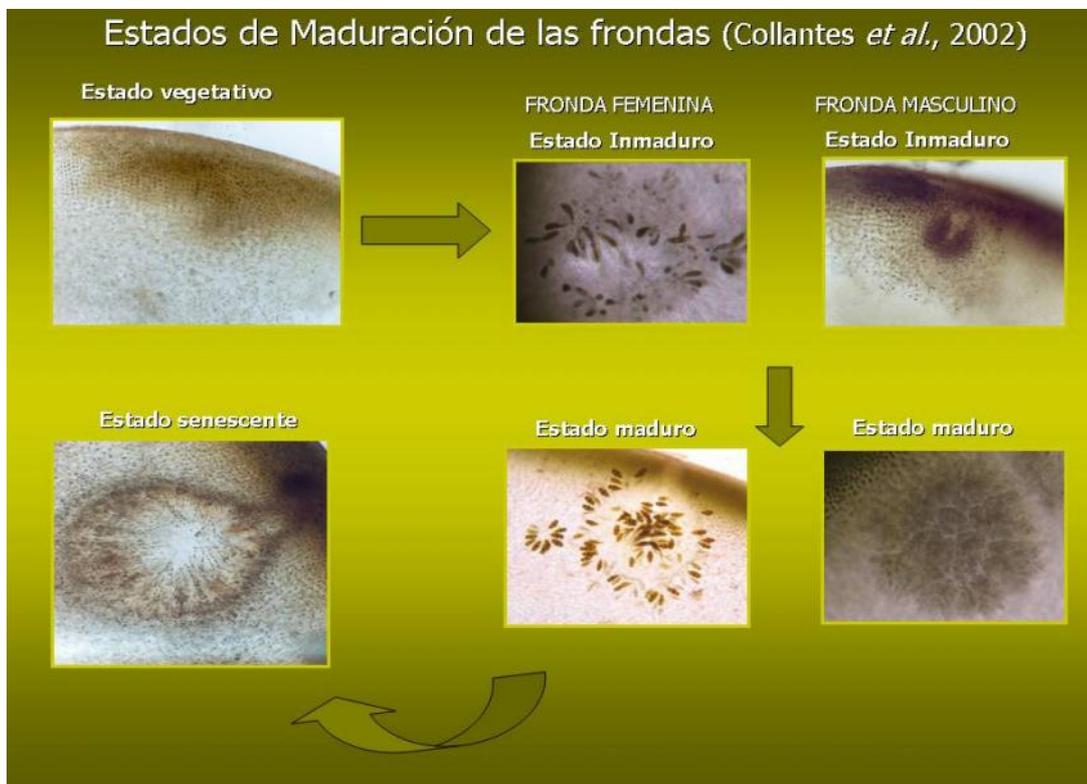


Figura 3. Secuencia de los estados madurez de frondas reproductivas femeninas y masculinas de *Durvillaea antarctica* de la Región de Magallanes



f) Viabilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

Macrocystis pyrifera

Dado que está descrito en la literatura que las plantas de *Macrocystis pyrifera* se pueden encontrar fértiles todo el año pero no se conoce acerca de la viabilidad de las zoósporas en los bosques de Chile austral, se propuso efectuar experimentos de viabilidad estacional.

Estacionalmente, desde la pradera de Bahía Águila se obtuvieron esporofilas fértiles, las cuales fueron puestas en cultivo para determinar la viabilidad de las zoosporas en los períodos analizados.

Las esporofilas colectadas con presencia de soros esporangiales fueron lavadas con agua de mar filtrada e incubadas en diferentes condiciones de laboratorio. Después de un periodo de desecación los trozos de esporofilas limpios fueron cortados en trozos de 1 cm² e incubados en cápsulas Petri con medio de cultivo Provasoli para inducir la liberación de zoósporas. Una vez producida la liberación de zoósporas, éstas fueron mantenidas en condiciones de 8°C con fotoperíodo de 12:12 (L: O), y densidad de flujo fotónico de 40 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Durvillaea antarctica

Se colectaron trozos de laminas de acuerdo a la metodología especificada en el punto e). Cada trozo fue trasladado en bolsas de polietileno y en un recipiente termoaislado con icepack. En el laboratorio se procedió a seleccionar trozos maduros de frondas masculinas y femeninas, estos fueron lavados con agua de mar filtrada a 0,45 μm en lavados sucesivos (3). Para obtener gametos, en la cámara de flujo laminar se cortaron trozos de tejido los cuales fueron sometidos a desecación parcial y luego hidratación en agua de mar. Una vez liberados se procedió a efectuar la fecundación de los oogonios mediante la aplicación de volúmenes de la suspensión obtenida de anterozoides. La suspensión con oogonios y anterozoides fue incubada en medio de cultivo Provasoli y condiciones de 10°C, fotoperíodo 12:12 y densidad de flujo fotónico de 40 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Posteriormente se observó el desarrollo en las placas Petri para determinar la viabilidad y porcentaje de germinación de los embriones.

g) Fauna y Flora asociada

Estacionalmente se colectaron 10 plantas completas en cada una de las localidades considerando áreas protegidas y expuestas de acuerdo a la metodología descrita por Anderson et al. (2005). La fauna asociada fue recolectada de cada planta y fijada en alcohol y colocada en frascos debidamente rotulados para su posterior análisis e identificación en el laboratorio. Los datos obtenidos fueron tabulados y almacenados en bases de datos para su posterior análisis. Con la flora epifita se procedió de la misma forma, pero fijando los ejemplares de algas en formalina al 3% para su posterior análisis e identificación. En forma independiente en cada cuadrante que se usó para el muestreo de densidad y tamaño se contaron todos los organismos presentes de flora y fauna. Para la identificación de especies de macroalgas se



utilizo la literatura disponible (Vásquez et al. 2001; Hoffmann y Santelices, 1997; Ramírez y Santelices, 1991; Ávila et al., 1982), adicionalmente se efectuaron análisis morfológicos de cada especie y de las estructuras reproductivas cuando presentes. Se montaron preparaciones permanentes de cortes histológicos para su observación microscópica. Para una adecuada manutención de las preparaciones se utilizó solución de Karo Syrup con cristales de fenol al 30 y 50%. La biodiversidad de la flora y la fauna en las diferentes praderas del sector norte, centro y sur del Estrecho de Magallanes, se determinó en base a índices de diversidad y de equitatividad. Además, se caracterizó la frecuencia de ocurrencia de cada una de las especies en las localidades estudiadas de acuerdo a la metodología descrita en Vásquez et al. (2001). Una vez concluida la clasificación de los organismos, se elaboraron matrices de doble entrada (especies/réplicas) considerando abundancia ponderada de cada planta de *Macrocystis* o *Durvillaea* como atributo cuantitativo para efectos de determinación de los siguientes tipos de análisis univariados utilizados en análisis de biodiversidad tipo Alfa: a) abundancia, b) riqueza de especies, c) índice de diversidad de Shannon-Wiener, d) uniformidad, e) índice de Margalef para estimar riqueza de especies, curva de rarefacción de Sanders. Para obtener los valores de algunos de los índices, se utilizó el software Primer para análisis de Biodiversidad.

g.1) Evaluación de organismos presentes en discos de fijación de *M. pyrifera*

En laboratorio a cada grampón se le determinó el peso húmedo total utilizando una balanza de 0.01g de precisión. Se determinó además el peso húmedo, diámetro máximo y la altura del grampón, utilizando un pie de metro.

Posteriormente se procedió a determinar el volumen de cada grampón, para lo cual se utilizó un recipiente con un volumen conocido enrasado con agua en el que cada ejemplar fue sumergido y luego retirado, obteniéndose el volumen del grampón de la diferencia entre el volumen total de agua y el volumen desplazado.

Cada grampón fue lavado a lo menos tres a cuatro veces sumergiéndosele en un envase con agua, dependiendo de la presencia de material observado. Posteriormente el líquido conteniendo el material fue tamizado a 2.8 mm y 600 μm . Los invertebrados recolectados se re-fijaron y almacenaron para su posterior identificación. El resto de material se tamizó nuevamente a 125 μm y los organismos fueron también re-fijados y almacenados para ser posteriormente observados.

La fracción obtenida entre 600 μm a 125 μm fue homogeneizada tomándose tres submuestras de 2 ml cada una las que fueron posteriormente examinadas en lupa con aumento de 6,3x. El número de organismos resultantes se determinó considerando el volumen total del tamizado almacenado, lo que posteriormente permitió determinar el número de organismos según el volumen del grampón.

Posteriormente para obtener los organismos fuertemente adheridos, el grampón fue fragmentado retirándose todos los invertebrados presentes los que fueron re-fijados y almacenados para su posterior identificación.



Para efectos de realizar comparaciones en la distribución espacial y temporal de los organismos se aplicaron pruebas de t y análisis de varianza unifactoriales, considerando un nivel de significación de un 95%. Antes de su tratamiento y a fin de homogenizar la varianza. los datos originales fueron transformados logarítmicamente $\log(x+1)$.

Tanto en las frondas como en los grampones no se contabilizaron en el número de ítems presentes las masas de huevos, los organismos o formas morfológicas indeterminadas y las morfologías de tipos larvales ya considerados dentro de los ítems.

g.2) Evaluación de organismos presentes en frondas

Macrocystis pyrifera

Segmentos de frondas fueron seleccionados desde frondas localizadas a distintas alturas (frondas apicales, medias y basales) en cada una de las plantas evaluadas. En terreno todos los trozos de fronda, una vez separados de la planta, se individualizaron y fijaron en formalina. En laboratorio cada trozo de fronda se limpió cuidadosamente con un pincel y mediante lavados con un piceta conteniendo alcohol al 50%, recuperándose todo el líquido del lavado para su posterior examen. La evaluación del material se efectuó bajo estereomicroscopio a distintos aumentos.

A cada trozo de fronda limpia se le determinó el peso húmedo con una balanza 0.01g de precisión. Para efectos de poder efectuar comparaciones se estandarizó la abundancia de organismos sobre las frondas de *Macrocystis* a un peso fijo equivalente a 10 gr de fronda. Esto se realizó considerando que los segmentos evaluados tenían diferente peso.

Se evaluó si existían diferencias significativas en el número de organismos presentes en las frondas del área superior y media de la planta. Para ello se aplicó una prueba de t para muestras pareadas.

Durvillaea antarctica

La evaluación de organismos sobre las frondas de *Durvillaea* se realizó sólo en plantas provenientes de la Isla Carlos III. En este sector se extrajeron tres muestras de frondas en 10 plantas totalizando 30 muestras. El procedimiento utilizado para separar los organismos desde la fronda fue el mismo aplicado en *Macrocystis*.



4.2 Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.

a) Caracterización estacional de abundancia, densidad y estructura de tallas y estados reproductivos en poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

En trabajos realizados en praderas de algas pardas principalmente en la zona norte y central de Chile, se establece que existen correlaciones significativas entre algunos parámetros morfológicos de algas pardas, como por ejemplo: diámetro basal del disco, número de estipes y distancia 1^{era} dicotomía los cuales estarían relacionados con el peso y tamaño de las plantas (Santelices et al. 1980; Buschmann et al. 1984; Vásquez y Santelices 1984; Vásquez 1992, 1993; Westermeier et al. 1994). Estas informaciones permiten caracterizar los patrones estacionales de abundancia y densidad a través de muestreos no-destructivos. Sin embargo, y dado que los antecedentes de la literatura son para poblaciones de otras regiones del país se consideró validar la información de la literatura antes citada y recolectar plantas en las localidades señaladas y seleccionadas en el objetivo anterior **letra c)**, para construir curvas de regresión con las variables morfológicas antes descritas. En esta propuesta se define que un individuo es una planta (esporofito para el caso de *Macrocystis* y gametofito para el caso *Durvillaea*) formada por un disco basal del cual nace 1 estipe (*Durvillaea*) o numerosos estipes (*Macrocystis*) y frondas.

Una vez verificado que las variables: biomasa total de la planta, longitud total de la planta, número de estipes por planta, frecuencia de estructuras reproductivas, biomasa de esporofilas, biomasa del grampón, diámetro mayor del grampón y densidades de individuos adultos y juveniles por m² se relacionan con el tamaño y peso de las plantas como ocurre para poblaciones de otras regiones de Chile para estimar la biomasa disponible según Santelices et al. (1980) y Vásquez (1991), sin embargo, las demás variables antes mencionadas continuaron siendo cuantificadas debido a la ausencia de información sobre las poblaciones de la Región de Magallanes. Estos antecedentes permitirán caracterizar las poblaciones en el tiempo. A modo de ejemplo, la biomasa disponible fue estimada indirectamente usando un modelo de regresión exponencial ($y=ax^b$), ampliamente documentado para algas pardas. Esta función ocupa al diámetro del disco basal (como variable independiente) para predecir el peso de la planta (variable dependiente), según la ecuación:

$$\text{Peso} = a * \text{Diámetro disco}^b$$

Esta relación es una de las que mejor se ajusta para predecir la biomasa individual en plantas de las distintas especies de algas pardas (Santelices et al. 1980, Santelices 1982, Vásquez 1991). La biomasa cosechada o recolectada será predicha en base a los datos merísticos (Presencia/ausencia de estructuras reproductivas por planta, diámetro mayor del disco basal, largo máxima de la planta, y número de estipes) obtenido de los muestreos realizados durante las actividades de visación de los recursos de algas pardas.

Para la determinación de los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *M. pyrifera* y *D. antarctica* en la XII Región se efectuó un muestreo sistemático



el cual minimiza los problemas de agregación y desagregación de réplicas producidas usualmente en un muestreo aleatorio y, además permite generar una proyección espacial más clara del standing stock (biomasa cosechable) en cada pradera.

Macrocystis pyrifera

Para el caso de *M. pyrifera*, en las praderas seleccionadas se establecieron transectas perpendiculares a la costa, como definido en el objetivo anterior. Considerando el tamaño de cada una de las praderas y la forma se definió el número de transectas a muestrear, y la distancia entre ellos. Considerando experiencias de muestreo anteriores en praderas de bahía Chilota (Porvenir, Tierra del Fuego) y en Puerto Toro, (Isla Navarino) realizados por el grupo de trabajo y con datos preliminares de los tamaños de las praderas se utilizaron cuadrantes de 1 m² distribuidos equitativamente a cada lado de la transecta. En cada uno de los cuadrantes se evaluó la densidad de discos, tamaño de los discos, longitud de los estipes, fauna y flora acompañante, presencia de plantas juveniles o reclutas (<10 cm de longitud), sustrato, presencia o ausencia de esporofilas, entre otros.

Durvillaea antarctica

Para evaluar la abundancia del cochayuyo, se utilizaron en zonas intermareales, áreas de 10 m² (10 x 1), en cada área se muestrearon 3 cuadrantes de m² tratando de cubrir toda la extensión del cinturón en cada localidad de estudio. Estos cuadrantes se utilizaron para evaluar biomasa y densidad en cada área de estudio. En cada uno de los cuadrantes dentro de cada área de estudio, se evaluaron las características morfológicas de las plantas, densidad, tamaño del disco, presencia de juveniles (<10 cm. de longitud) y especies acompañantes. En un número de 30 plantas de *D. antarctica* se evaluó la presencia de estructuras reproductivas, diámetro del disco, longitud de estipe, ancho y largo de las frondas.

Una vez realizadas las evaluaciones preliminares, en cada una de las poblaciones seleccionadas se obtuvo información sobre la distribución de la pradera, tamaños muestrales apropiados, y el o los mejores estimadores para establecer biomasa.

Se utilizó el diseño muestral descrito en el punto 4.1 letra c (objetivo 1) sobre muestreo. Para la determinación de Biomasa se utilizó el siguiente algoritmo:

Biomasa media, $\mathbf{b} = \sum_j^n \mathbf{b}_{ij} / n$

Varianza de biomasa media, $\mathbf{Var} \mathbf{b} = k-1/nk \cdot \sum_j^n (\mathbf{b}_{ij}-\mathbf{b})^2 / n-1$

En donde:

n = tamaño de la muestra

k = período de elección de la unidad dentro de la población (número de metros entre 2 vértices de un retículo de transectas)

\mathbf{b}_{ij} = biomasa observada en la unidad de muestreo i en la transecta j



b) Estimación de la dinámica de la estructura de talla.

La estructura de talla de cada población fue determinada estacionalmente considerando los datos merísticos (número de estipes y/o tamaño del disco basal) obtenido de las evaluaciones directas de los recursos algas pardas. Para cada caso se calculó la proporción de individuos por tamaño (centímetro o metros) con la ecuación:

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=\min}^{i=\max} n}$$

donde n es el número de individuos para la talla i . Para evaluar la influencia temporal de las diferentes clases de tallas.

c) Caracterización del crecimiento vegetativo en individuos juveniles y adultos de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

Sobre la base del muestreo inicial donde se midió longitud máxima, diámetro de disco, peso de la planta, se determinó la mejor correlación morfométrica que describa el crecimiento para estas especies (Objetivo 1), la cual será utilizada en este punto para efectuar las mediciones correspondientes.

Considerando que el tejido meristemático de mayor actividad en individuos de *M. pyrifera* se encuentra localizado en los ápices (hojas en cimitarra) se efectuaron experimentos de marcaje en esta Región morfológica de 20 individuos, para evaluar crecimiento estacional de los meristemas apicales, para lo cual el incremento de tallas se estimara mediante la tasa de crecimiento diario (% día⁻¹).

En una primera oportunidad (estación de invierno) para el caso de *D. antarctica* se marcaron plantas al azar en 2 rangos de tallas utilizando el mismo criterio que para *Macrocystis* (juveniles de 20 a 25 cm. y plantas sobre 100 cm. de longitud, en ellas se controlará: diámetro de disco, la longitud máxima del estipe y números de frondas desarrollados.

Para determinar la tasa de crecimiento de las plantas se utilizará el incremento en tamaño el cual se expresará como tasa de crecimiento diario basándose en el siguiente algoritmo:

$$\text{TCD} = [(\ln s_2 - \ln s_1) / (t_2 - t_1)] * 100$$

donde:

TCD= tasa de crecimiento diario (%)

S₁= variable a definir tiempo t₁

S₂= variable a definir tiempo t₂

t₂ = tiempo final (90 días)

t₁ = tiempo inicial (1 día)



En una segunda oportunidad, durante la estación de verano del año 2007 se reinició esta actividad en las praderas ubicadas en Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar: Se seleccionaron nuevamente 30 frondas para cada una de clases de tallas. Para la clase de talla 1 se seleccionaron frondas menores a 40 cm de longitud y para la talla 2 se seleccionaron frondas mayores a 50 cm y menores 100 cm de longitud. Las etiquetas fueron reemplazadas por amarra-cable de mayor resistencia. Para los individuos de talla 1 se les adicionó un amarra-cable de color blanco y para la talla 2 se les adicionó un amarra cacle de color negro.



4.3. Objetivo 3. Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan

Para la evaluación de períodos óptimos de cosecha para las praderas de algas pardas de la XII región, se considera la aplicación de un modelo estructurado a la talla de los individuos, en función del estado inicial de las praderas (standing stock), el cual como salidas predice las abundancias poblacionales temporales (estacionales) y los rendimientos (cosechas), considerando los principales aspectos poblacionales (crecimiento, mortalidad y generación de frondas), y el proceso asociado a la producción extracción directa.

Esta metodología considera un seguimiento espacio - temporal de los procesos más relevantes que explican la dinámica poblacional de un recurso de características sésiles, como son las algas. El conocimiento de la dinámica poblacional en densidad y biomasa, permitirá definir niveles de stock mínimos (nivel de escape), asegurando la regeneración de la pradera post - cosecha, bajo diferentes estrategias de explotación. Este aproximación se ha utilizado en la modelación de estrategias alternativas de otros recursos como las lugas (Ávila et. al., 2001).

El modelo se basa en datos de observaciones directas estacionales de las praderas, en función del crecimiento – decrecimiento en longitud (tallas). Para el análisis se requiere como entrada estimaciones por estructura de tallas de:

- Abundancia a la talla de población para el tiempo 0 (mes 1)
- Determinación de una relación funcional talla - peso estacional
- Tasa de crecimiento mensual en longitud y peso
- Matriz de mortalidad natural instantánea por estrato de talla (pérdidas de individuos)

La información para obtener los parámetros se obtendrá en las siguientes actividades señaladas en los objetivos anteriores referidas a seguimiento de densidad y biomasa; crecimiento de individuos; experiencias de marcaje de individuos para evaluar crecimiento; y estimación de parámetros gravimétricos de los individuos.

a) Tasa de crecimiento de plantas juveniles y adultas

Se construirán tablas de tasa de crecimiento para las diferentes tallas de individuos considerados en los objetivos anteriores para describir la dinámica de las praderas.

Para el análisis estructurado de la relación talla - peso, se procederá al agrupamiento de la abundancia de los individuos de la población en intervalos de longitudes iguales $N(L)$, que describan la unidad temporal (estacional) en el crecimiento entre uno y otro rango de tallas.

La tasa de crecimiento por grupo de tallas y peso será estimada de acuerdo a:



$$K_l = \frac{\text{Ln} (L_{i+t} / L_i)}{\delta t} \quad \text{y} \quad K_w = \frac{\text{Ln} (W_{i+t} / W_i)}{\delta t}$$

Donde:

K= tasa de crecimiento específico en el estrato de talla (l) y peso (w), expresados por unidad de tiempo

L_i= longitud inicial de los individuos en el estrato de tallas i en el tiempo 0

W_i= peso total húmedo inicial

L_{i+t}= longitud de los individuos por estrato de talla i después del tiempo t

W_{i+t}= peso total húmedo después del tiempo t.

La abundancia total en número (N) y biomasa (B) por estrato de tallas al inicio (t) será obtenida por:

$$N_t = \sum_{L_i}^{L_\lambda} N(L_i)$$

$$B_t = \sum_{L_i}^{L_\lambda} N(L_i) * W(L_i)$$

Donde:

L_λ representa a los individuos de longitud máxima observada,

W(L_i) ésta dado por la conversión de la talla media del rango L a peso, por la función gravimétrica del tipo:

$$W(L_i) = a * (L_i; L_i + \delta L)^b$$

Esta función fue evaluada a fin de determinar el tipo de relación de mejor ajuste a los datos observados de talla - peso.

La evaluación poblacional solamente consideró la densidad y biomasa de los esporofitos (*M. pyrifera*) y de gametofitos (*D. antarctica*) la muestra total:

$$P_{k,e} = \left(\frac{n_{k,e}}{N} \right)$$

$$B_{i,e} = \sum_i^k P_{k,e} * N(L_i) * \overline{W}_i(L_i)$$

Donde:



$P_{k,e}$ corresponde a la probabilidad k del estado e en la talla i, y N el número total de individuos observados. Las estimaciones de densidad y biomasa, fueron tratados en función de una superficie estandar.

b) Tasa de mortalidad natural para juveniles y adultos

Proyección de la abundancia y tasa de cambio de frondas (mortalidad – generación)

La proyección de la abundancia por intervalos de tallas (L) y tiempo (t), se desarrolló mediante la siguiente expresión:

$$N_{t+1} = N_t e^{-ml}$$

Para estimar la mortalidad (m) de la población, se construyó una tabla de vida, a partir de las observaciones de densidad talla - específico estacional. La tabla de vida permitió proyectar tasas de cambio poblacional en función de las mortalidades observadas de acuerdo a:

$$m_i = - \left[\log(N_{i+t+1}) - \log(N_{i+t}) \right]_i$$

Donde:

$N_{i,t+1}$ corresponde a los individuos observados (en términos de densidad), en el tiempo antecesor de talla específica i.

Para evaluar la dinámica de la población en condiciones de explotación, se utilizó el siguiente algoritmo:

$$N(L_i + \delta L, t + 1) = N(L_{i,t}) * e^{S_i}$$

$$\text{con } S_i = 1 - (m_i + TR * ri)$$

Donde:

S_i = tasa de sobrevivencia en el estrato de talla i en una unidad de tiempo, compuesta por una tasa de mortalidad natural instantánea y una tasa de remoción directa (TR) talla – específico (ri). La tasa de remoción fue expresada como una tasa porcentual (0 a 100%), derivada de una relación logarítmica.

c) Capacidad de regeneración y crecimiento de estipes podados

Para la evaluación de estos parámetros se efectuaron experiencias *in situ* de poda a diferentes alturas en poblaciones de ambas especies.



Frecuencia e intensidad de poda en poblaciones de *Macrocystis pyrifera*

Se efectuaron experimentos de poda, utilizando para ello 2 tratamientos de podas: a 1 m y 2 m bajo la superficie. Un tercer grupo de plantas se utilizó como control. Las podas se realizaron estacionalmente y se evaluaron en 4 oportunidades en un período de un año.

Para esta actividad se podaron 10 individuos de *Macrocystis* a 1 metros sobre la superficie y 10 individuos a 2 metros bajo la superficie, técnica que nos permite cotejar con los resultados poblaciones relacionados con la densidad de individuos por m² y la biomasa promedio por planta en kilogramos, para ellos se cosecharon todas las frondas y estipes de los individuos seleccionados en una área aproximada de 10 m².

En la misma pradera se demarcaron dos transectas de 1 m de ancho que constituyeron los controles. Estos no fueron podados y se controló el número de discos presentes en toda la extensión de la transecta.

Se efectuaron 4 evaluaciones a lo largo del año y en cada una de ellas se volvió a podar toda la biomasa producida durante ese periodo.

De acuerdo a los resultados que se obtengan en crecimiento en las diferentes estaciones del año, se procedió a diseñar una experiencia de frecuencia de poda intensificando en la(s) estaciones de mayor crecimiento.

La evaluación de la intensidad y frecuencia de cosecha sobre *Macrocystis* se realizó de acuerdo a los siguientes tratamientos:

ESTACIONES	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
1^{er} Metro bajo la superficie				
Fecha de Podas	Octubre	Enero	Abril	Julio
Primavera	1º Poda	2º Poda	3º Poda	4º Poda
Verano		1º Poda	2º Poda	3º Poda
Otoño			1º Poda	2º Poda
Invierno				1º Poda
Fecha de evaluaciones	Enero	Abril	Julio	Octubre
Verano	1º Eval.	2º Eval.	3º Eval.	4º Eval.
Otoño		1º Eval.	2º Eval.	3º Eval.
Invierno			1º Eval.	2º Eval.
Primavera				1º Eval.
2^{oo} metro bajo la superficie				
Fecha de Podas	Octubre	Enero	Abril	Julio
Primavera	1º Poda	2º Poda	3º Poda	4º Poda
Verano		1º Poda	2º Poda	3º Poda
Otoño			1º Poda	2º Poda
Invierno				1º Poda
Fecha de evaluaciones	Enero	Abril	Julio	Octubre
Verano	1º Eval.	2º Eval.	3º Eval.	4º Eval.
Otoño		1º Eval.	2º Eval.	3º Eval.
Invierno			1º Eval.	2º Eval.
Primavera				1º Eval.



Durvillaea antarctica

Por observaciones realizadas en terreno (Ávila, M.) se cuenta con antecedentes que las frondas de *Durvillaea* pueden regenerar tejido después de un corte, de manera que se propone en el presente proyecto realizar experiencias de poda para disponer de mayores antecedentes de la capacidad regenerativa de *D. antarctica* en la zona austral.

Se seleccionaron 40 plantas de *D. antarctica* por pradera, las que fueron podadas a 2 alturas, una en la base del estipe y otra en la base de la fronda, para determinar si las poblaciones de *Durvillaea* de la zona austral de Chile tienen la potencialidad regenerativa de nuevas frondas de esta especie. Cada una de las plantas fue individualizada con marcas dobles individuales para evitar confusión en las pérdidas. Estacionalmente y usando el calendario definido para *Macrocystis* se podaron 20 plantas en la zona basal del estipe (para ello se diferenciaron por tallas seleccionando dos tallas, la primera de plantas de 30-50 cm. de longitud y otra de plantas de sobre 1 m de longitud). 20 plantas fueron cortadas en la zona próxima a la zona donde se inicia la fronda, como control se midió un número similar de plantas sin poda (se utilizó el mismo criterio anterior en relación a la diferenciación de 2 tallas). Los controles se efectuaron estacionalmente, registrando mediante fotografías los cambios ocurridos, en el caso de formación de nuevos estipes estos fueron medidos en longitud y número.

d) Estimar standing stock y standing crop de las poblaciones de *M. pyrifera* y *D. antarctica*

La evaluación de la biomasa total ("standing stock") y la biomasa cosechable ("standing crops") requiere de muestreos intensivos. Las metodologías para determinar la biomasa de algas pardas varían entre métodos simples de evaluación cuantitativa en la costa (muestreos directos) a métodos más complejos de evaluación aérea y submarina (muestreos indirectos). Cualquiera de ellos debiera considerar: a) distribución local, latitudinal y batimétrica del recurso; b) patrones temporales de la distribución de la biomasa; c) la antigüedad (edad) de las poblaciones, y d) su estado reproductivo.

Estos parámetros permiten concentrar las extracciones en aquellas áreas más productivas (en biomasa), y determinar épocas adecuadas de cosecha. Además, es posible determinar los niveles máximos permisibles de extracción, permitiendo que la población remanente repueble o recupere la biomasa cosechada, haciendo la actividad comercial y ecológicamente sustentable. Por otro lado, las evaluaciones permiten establecer estrategias de cosecha (por ejemplo: rotación de áreas; biomasa definida (cuotas); y la definición del método y arte de extracción (por ejemplo: mecánicos). A través del programa SIG Arcview 3.2, se extrapolaron los datos de biomasa utilizando los promedios de las transectas.



e) Proyecciones de producción

Se efectuaron proyecciones de producción (cosecha y poblacional), a partir de la estructura poblacional inicial (tiempo 0), considerando escenarios de extracción directa de las praderas en estudio en diferentes temporadas.

El modelo planteado considera los siguientes supuestos:

- Las praderas son unidades poblacionales discretas, siendo el análisis característico de cada pradera.
- La unidad básica poblacional corresponde a un individuo (definido en objetivos anteriores).
- La mortalidad natural del alga, se representa como una tasa remoción de individuos en función del tiempo, la cual varía en relación con la estructura de tallas.
- El reclutamiento, se representa a través de los individuos nuevos efectivamente asentados.
- El crecimiento del disco del recurso está descrito por medio de una relación tamaño- peso, siendo estacional.

Desempeño productivo de las praderas

De las proyecciones realizadas sobre evaluaciones directas de las poblaciones de *M. pyrifera* y *D. antarctica*, se procedió a simular la trayectoria de la población incorporando tasas de remoción directa a tamaños específicos para diferentes meses en la época que se defina para la actividad extractiva, la cual se evaluó por medio de los niveles de cosecha por superficie, de acuerdo a:

$$Cosecha_{t,e} = \sum_i^k (P_{k,e} * N_{i,t} * W_{i,t}) * \left(\frac{TR_t * r_i}{S_i}\right) * (1 - e^{-(S_i)})$$

$P_{k,e}$ corresponde a la probabilidad k del estado e en la talla i

$N_{i,t}$ = número total de individuos observados

$W_{i,t}$ = Peso total húmedo inicial de la talla i en un tiempo t

TR_t tasa de remoción directa

r_i = talla específica

e = Bajo explotación

S_i = tasa de sobrevivencia en el estrato de talla i en una unidad de tiempo

Las estrategias alternativas fueron evaluadas por medio de un indicador estándar de eficiencia productiva de las cosechas intra - anuales; considerando el estimado de cosecha máxima no sujeta a restricciones de manejo.



$$Eficiencia..Pr oductiva = \left(\frac{Co\ sec\ ha(Mes;TR;Talla)}{Co\ sec\ ha.maxima} \right)$$

Como indicadores poblacionales asociados, se utilizaron índices de biomasa y densidad remanentes (IBR - IDR), evaluados en los meses sucesivos a los máximas biomásas poblacionales de cada pradera. Los índices se describen de acuerdo a;

$$IBR(\%) = \frac{BR(e)}{BR(sq)} \quad y \quad IDR(\%) = \frac{DR(e)}{DR(sq)}$$

Donde; e = Bajo explotación y sq = Sin intervención.

Procedimiento de ajuste y validación del método

Dado que las praderas de *M. pyrifera* y *D. antarctica* actualmente no son explotadas en la XII Región, se consideraron que los valores de densidad y biomasa corresponden a la condición de *status quo* de las praderas (sin intervención). Para cada pradera evaluada se le aplicó una tabla de vida resultante de las observaciones durante el período de estudio, incorporando la función de cambio en talla (crecimiento-decrecimiento). La abundancia en peso (biomasa) se estimó a través de la función talla - peso estacional. Se proyectó la población, validando las respuestas (estimaciones), por medio del contraste de los datos observados, para lo cual se realizarán ajustes de optimización entre ambas variables.

Evaluación de estrategias

Para la evaluación de estrategias se estimó, estacionalmente, el rendimiento máximo de la pradera dentro de un ciclo anual, considerando las características productivas de las poblaciones en estudio. Los períodos óptimos de cosecha, fueron establecidos en consideración a la máxima biomasa cosechable bajo un criterio de sustentación interanual de la pradera, bajo criterios de biomasa y densidad remanente post – cosecha, e inicial para la siguiente época de crecimiento de la pradera.

De acuerdo a lo señalado en los párrafos precedentes entre los aspectos a evaluar se considera: a) Praderas sin extracción; b) Mes de inicio de las cosechas; c) Evaluación de la tasa de remoción (altura del corte en la cosecha); d) Selectividad a la talla; e) Frecuencia de cosechas anuales; f) Maximización de cosechas y regeneración de la pradera (escenario óptimo).

Se buscó la mejor combinación para cada pradera, por medio de análisis continuo de tasas de remoción, a una talla de cosecha óptima a definir, considerando los meses de mayor adecuación entre eficiencia productiva y desempeño poblacional de la pradera.



Todos los datos generados en cada uno de los objetivos anteriormente desarrollados fueron evaluados estadísticamente para verificar la existencia de diferencias estacionales y anuales de cada uno de los parámetros a analizar. Fueron utilizados análisis de varianza, y cuando encontradas diferencias significativas se aplicaron test a posteriori utilizando el software Statistica 6.0. Todas las conclusiones se basaron en un nivel de confianza del 95% ($p < 0,05$) (Zar, 1999).



4.4. Objetivo 4. Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena

Para la propuesta de medidas de administración para el recurso algas pardas se consideró la situación local de los recursos en estudio en la Región de Magallanes y Antártica chilena. Tal como se señaló en el Primer Informe de Avance se utilizó otra metodología la cual se describe a continuación.

4.4.1. Modelación de ecuaciones estructurales

El modelado de datos por medio de ecuaciones estructurales (SEM, Structural Equation Modeling; Shipley 2000, Kline 1998, Bollen 1989, Wright 1934, 1921) consiste en un conjunto de métodos multivariantes, similares a los métodos de regresión, pero donde la variable de respuesta de una ecuación puede aparecer como predictor en otra ecuación, generando un entramado de relaciones directas e indirectas, visualizados en forma de flujos causales entre las distintas variables medidas para caracterizar un sistema de interés. Cabe señalar que la noción de causalidad en este contexto no es estricta, y que el uso del término “causa” obedece más bien a un resabio histórico, pero que al estar tan difundido en la literatura SEM su uso resulta inevitable (Heise 1975, Wright 1934, 1921).

SEM consiste en un esquema metodológico para la *confirmación* de hipótesis (Shipley 2000, Sprites *et al.* 1998). Esto supone la existencia *a priori* de uno o más modelos mecanicistas que conectan la información disponible a través de flujos causales (correlacionales), conocidos como diagramas de vías (Kline 1998, Sprites *et al.* 1998). Cada diagrama de vías propuesto por el investigador representa una estructura particular de covariación entre las variables observadas, y por lo tanto, confiere una estructura determinada a su matriz de varianzas/covarianzas. Luego, esta matriz de covarianzas teórica puede ser contrastada contra la estructura de covariaciones empíricamente observada, empleando para ello distintos tipos de indicadores de bondad de ajuste (Shipley 2000, Bollen 1989).

Dada la naturaleza confirmatoria de este esquema de modelación, es posible someter a prueba hipótesis alternativas sobre la manera en la cual las distintas variables de un sistema de estudio se articularían, formando un entramado de relaciones directas e indirectas (Shipley 2000). Cada modelo estructural concebido es susceptible de ser confirmado o rechazado por medio del contraste empírico contra la información de terreno, pudiéndose luego jerarquizar los diferentes modelos alternativos sobre la base a estadígrafos de bondad de ajuste (e.g., Chi-cuadrado) y criterios de selección de modelos (e.g., AIC). Esta forma de modelación ofrece la oportunidad de intercambiar ideas y evaluar escenarios alternativos en problemáticas multipartitas, donde diferentes agentes conceptualizan el funcionamiento de un sistema de interés de diferentes maneras. Más aun, SEM permite integrar información de manera sistémica, proponiendo un entramado de relaciones causales teóricamente posibles. Si el



modelo propuesto resulta ser adecuado para explicar la variación observada en las mediciones de campo, es posible obtener una parametrización de los coeficientes de regresión particulares de cada subconjunto de relaciones directas e indirectas, pudiendo así tener una estimación de la magnitud y sentido de cambio de la relaciones teóricas propuestas en el modelo confirmatorio original.

Una característica importante del modelado por medio de ecuaciones estructurales, es la posibilidad de evaluar las llamadas *variables latentes*, las que corresponden a constructos teóricos o variables no observadas, que pueden ser descritas por medio de un conjunto de *variables indicadoras* (a las que la variable latente supuestamente afecta), permitiendo así evaluar conceptos complejos de cuantificar directamente (e.g., "satisfacción" o "explotación"). Para una introducción detallada a la temática de variables latentes ver Loehlin (1991).

4.4.2. Formalización estadística

Las ecuaciones estructurales están compuestas de variables *exógenas* y *endógenas*, siendo las primeras aquellas que no son determinadas por ninguna otra variable medida (i.e., son variables independientes), mientras que las segundas quedan determinadas por una o más variables del entramado causal, y pueden a su vez determinar a una o más variables endógenas. Además, las variables exógenas y endógenas pueden a su vez ser clasificadas como variables *medidas* o *latentes*, donde las primeras corresponden a aquellas variables observadas y cuantificadas, mientras que las segundas no han sido cuantificadas o se asume que su existencia determina la conducta de una o más variables medidas (Shiple 2000, Bollen 1989).

En términos matriciales, un modelo estructural queda representado de la siguiente manera

$$\eta_i = B\eta_i + \Gamma\xi_i + \zeta_i$$

$$y_i = \Lambda_y\eta_i + \varepsilon_i$$

$$x_i = \Lambda_x\xi_i + \delta_i$$

donde

η_i son las variables latentes endógenas

ξ_i son las variables latentes exógenas

ζ_i son los términos de error

B son los parámetros estructurales entre variables latentes endógenas

Γ son los parámetros estructurales entre variables latentes endógenas y exógenas



y_i son las variables indicadoras latentes endógenas

x_i son las variables indicadoras exógenas

ε_i son los errores de medición en las variables indicadoras endógenas

δ_i son los errores de medición en las variables indicadoras exógenas

Λ_y y Λ_x son coeficientes entre variables indicadoras y latentes

Luego, el problema se reduce a encontrar valores para cada arreglo de parámetros, tal que minimice la distancia entre las matrices de varianza/covarianza teóricas y observadas, para lo cual se emplean algoritmos de máxima verosimilitud, o de minimización cuadrática simple o generalizada, entre otros (Olsson *et al.* 2000).

Cabe notar que no todas las vías causales propuestas por el investigador son susceptibles de ser evaluadas. Si el número de variables a disposición es menor al número de parámetros a estimar, el modelo en cuestión no es *identificable*, es decir, no es posible evaluarlo pues existe más de una solución al sistema de ecuaciones propuesto, gatillado por un déficit de grados de libertad. Idealmente, el sistema de relaciones causales propuesto debe ser tal que el modelo esté *sobre o justamente identificado*. Toda vez que el modelo es identificable, el ajuste entre modelo y datos es estimado por estadígrafos de bondad de ajuste (e.g., Chi-cuadrado). Si el valor del estadígrafo resulta *no* significativo, el modelo es un candidato plausible para explicar las relaciones observadas entre variables. Luego, los coeficientes de regresión de cada vía son examinados, focalizándose en aquellos que muestran diferencias significativas dentro del esquema causal propuesto.

4.4.3. Selección de variables

Generalidades

Se ha enfatizado en la sección anterior que los modelos SEM son propios de un esquema confirmatorio, en el que las variables disponibles (medidas o latentes) se articulan en un diagrama de flujos causales guiado por el conocimiento experto y/o por antecedentes pre-existentes. No obstante, la información para el sistema de praderas, tanto de *M. pyrifera* como de *D. antarctica*, en los canales de extremos sur de Chile es básicamente inexistente, por lo cual el presente estudio se constituye en un primer referente orientado a resolver los procesos relevantes en la dinámica poblacional de estas algas pardas. Existen experiencias similares de modelamiento relacional de múltiples factores para praderas de algas pardas del hemisferio norte (e.g., Chapman & Johnson 2003), pero el conjunto de factores reportadas en esos trabajos no es comparable con la información generada en el presente proyecto. Por esta razón, se exploró un conjunto amplio de modelos relacionales biológicamente plausibles, descartándose aquellos que por su estructura de covariación presentarían problemas de



identificabilidad o problemas de lógica causal (modelos biológicamente imposibles). Adicionalmente, se excluyeron del análisis modelos de pares de variables (i.e., regresiones lineales simples), pues no contribuyen a un entendimiento integrado del sistema de praderas investigado. De entre los modelos con sentido biológico (e identificables) se seleccionaron aquellos cuyo ajuste global sugiriera la no existencia de diferencias significativas. Posteriormente se jerarquizaron los modelos resultantes de acuerdo al criterio de información de Akaike (AIC, Kline 1998). Este criterio permite seleccionar entre modelos alternativos igualmente válidos, aquel más parsimonioso (mayor varianza explicada con menor número de vías causales). Los resultados de la parametrización del modelo final seleccionado se resumen en diagramas de vías, donde se muestran los valores de coeficientes de regresión para cada flujo causal y su significancia estadística (valor $p < 0.05$).

Cabe notar que los modelos examinados en el presente trabajo son de naturaleza estática, es decir, no incluyen componentes de desfase temporal. Esto ocurre debido a la falta de cobertura temporal del muestreo, situación que podría ser subsanada de prolongarse las prospecciones en el tiempo.

Macrocystis pyrifera

En la presente fase de modelación, la unidad básica de medición corresponde a una pradera. Es decir, cada pradera aporta un caso al estudio de relaciones causales entre variables, por lo tanto, los resultados obtenidos del modelo final pretenden representar la mecánica de funcionamiento general de una pradera “tipo” de *M. pyrifera*.

Para la caracterización de las praderas de *M. pyrifera* se emplearon las variables listadas en la Tabla 4, asignándose el valor promedio de estas a cada pradera prospectada. Estas variables resultaron adecuadas para el proceso de modelación pues su grado de completitud resultó satisfactorio para la estimación de la estructura de covariación entre variables (i.e., mediciones en todas o gran parte de las praderas prospectadas). Cabe notar que este listado incluye tres grandes grupos de variables: ambientales, individuales y poblacionales.

Los análisis se realizaron por separado para dos grupos de datos: los prospectados en Primavera-Verano y Otoño-Invierno. Esta separación permite comparar dos situaciones estacionales contrastantes, además de aumentar la potencia del análisis (disponiendo de más casos al agrupar en estaciones más prolongadas). Además, y puesto que *M. pyrifera* es considerada una especie estructuradora de hábitat (i.e., especie ingeniera), la selección final de modelos se centró en dos clases de éstos: i) aquellos que incorporan únicamente variables de carácter autoecológico; ii) aquellos que incluyen variables de carácter comunitario. La lógica de esta separación de modelos consiste en examinar las potenciales implicancias del manejo de *M. pyrifera* sobre otros componentes ecosistémicos.



Tabla 4. Variables empleadas para la articulación y selección de diagramas de vías para *M. pyrifera*.

Tipo	Variable	Unidades
Ambiental	Temperatura	C
	Densidad agua	
	Salinidad	ppm
Morfológica	Diámetro disco	cm
	Número estipes	número
	Longitud fronda	m
	Biomasa disco	g
Poblacional	Biomasa	kg/m ²
	Densidad	individuos/m ²
	Reproductivas	%
	Masa esporofilas	kg

Durvillaea antarctica

Las variables modeladas para el caso de *D. antarctica* son únicamente de carácter autoecológico (Tabla 5), representando básicamente aspectos demográficos de esta especie (e.g., proporción de fases fenológicas), y atributos poblacionales básicos (i.e., densidad y biomasa). El procedimiento para el examen, selección y reporte de resultados es idéntico al de *M. pyrifera*, descrito en la sección anterior.

Tabla 5. Variables empleadas en la modelación de *D. antarctica*.

Tipo	Variable	Unidades
Fenológico	Vegetativa	%
	Masculina	%
	Femenina	%
Reproductivo	Vegetativa	%
	Inmadura	%
	Madura	%
	Senescente	%
Poblacional	Biomasa	Kg/m ²
	Densidad	individuos/m ²



b) Elaboración de una propuesta de plan de explotación y manejo

Se elaboró una propuesta viable para desarrollar una actividad productiva con el recurso algas pardas de la XII Región, considerando la información generada durante el período de investigación y monitoreo de las poblaciones de algas pardas del proyecto (*M. pyrifera* y *D. antarctica*) la institucionalidad y normativa vigente; y la opinión de los diversos actores; propuesta que fue diseñada en función a los objetivos de ordenación, y los indicadores asociados a las medidas de manejo. La propuesta de ordenamiento que se genere, se evaluó en función de su aplicabilidad, aceptabilidad, entendimiento y consistencia con respecto a los objetivos de manejo para los recursos algales.

Se debe indicar, que el régimen de operación que ha operado para las algas pardas en el país, ha sido el de acceso libre y abierto. En los últimos años se ha presentado una tendencia creciente a la implementación de las áreas de manejo en la zona norte (I a la IV Región), central (V a la IX Región) y sur (X y XI regiones) del país, lo cual entrega un derecho con sustento legal para los usuarios tradicionales de estos recursos algales, situación que hace factible la aplicación de estrategias y medidas de manejo de acuerdo a la realidad de cada localidad, sin embargo, y dado que en la XII Región el recurso algas pardas no se explota y además aún no se ha implementado la figura de áreas de manejo esta situación debe ser cuidadosamente estudiada.

Dado que las estrategias de ordenamiento necesitan factibilidad administrativa y política, y su implementación involucra un control, su ejecución solo será viable si existe un entendimiento por parte de los usuarios de las medidas implementadas. Se consideró fundamental durante el desarrollo del proyecto los nexos con los distintos usuarios donde se difundieron y discutieron los resultados, analizaron las propuestas de ordenamiento, y establecieron consensos en relación a lo propuesto. Para ello durante el desarrollo del proyecto se agendaron reuniones de trabajo con pescadores artesanales, sector público (SERNAPESCA, miembros del Fondema, CORFO, Consejo Zonal de Pesca - Subpesca), y privado a fin de establecer acuerdos respecto al uso sustentable de los recursos algales de la XII Región, considerando aspectos biológicos, productivos, económicos, sociales y normativos.

c) Talleres

Se efectuaron los dos Talleres comprometidos en el presente proyecto, cuyo objetivo fundamental fue dar a conocer los objetivos del proyecto, la metodología y las principales actividades del proyecto a la autoridad administrativa, a los representantes de la industria, y a los pescadores artesanales, consideró la participación del Sector Público (Subsecretaría de Pesca, Sernapesca, Gobierno Regional, y CORFO entre otros) agentes del Sector Extractivo, representantes de la industria, científicos y técnicos relacionados con el tema. Dicha actividad se desarrolló en dependencias de la Universidad de Magallanes



5. RESULTADOS

5.1 Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.

a) Reconocimiento de las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

La prospección de las poblaciones en esta primera etapa se extendió desde Punta Arenas (Estrecho de Magallanes) a Isla London recorriendo alrededor de 544,7 kilómetros que abarcan un área total de 6.422 km², dicha extensión de navegación estuvo restringida por las condiciones climáticas adversas principalmente durante el primer muestreo (9- 18 de julio 2006) (Fig. 4).

En la segunda expedición (primavera 2006), que tuvo como objetivo fundamental iniciar las evaluaciones de las poblaciones seleccionadas en la primera expedición, gracias a las buenas condiciones climáticas fue posible ampliar la extensión recorrida en viaje anterior, recorriéndose alrededor de 846,4 kilómetros, que abarcan un área aproximada de 27.324 km², que durante el mes de octubre de 2006, permitió abordar poblaciones de la provincia de Cabo de Hornos, tales como Caleta Olla (Canal Beagle) y visitar una población en el Canal Murray frente a Isla Navarino (Fig. 5).

Durante verano 2007 (09-21 enero) la evaluaciones se extendieron desde el límite sur de la provincia de Última Esperanza a Bahía Orange en la provincia de Cabo de Hornos recorriendo alrededor de 1.491 kilómetros que abarcan un área total de 88.458 km² (Fig. 6).

Durante la estación de otoño 2007 (09- 21 de mayo) la expedición logró evaluar las poblaciones ubicadas desde Isla Tamar (prov. Última esperanza) hasta Isla London (zona centro de la Región de Magallanes), recorriéndose alrededor de 814 kilómetros, abarcando un área aproximada de 25.460 km² (Fig. 7).

Finalmente durante la estación de invierno de 2007 (01- 14 de septiembre) la expedición logró evaluar las poblaciones ubicadas desde Isla Tamar (prov. Última esperanza) hasta B. Tekenika (zona sur de la Región de Magallanes), recorriéndose de 814 kilómetros, abarcando un área aproximada de 25.460 km² (Fig. 8).

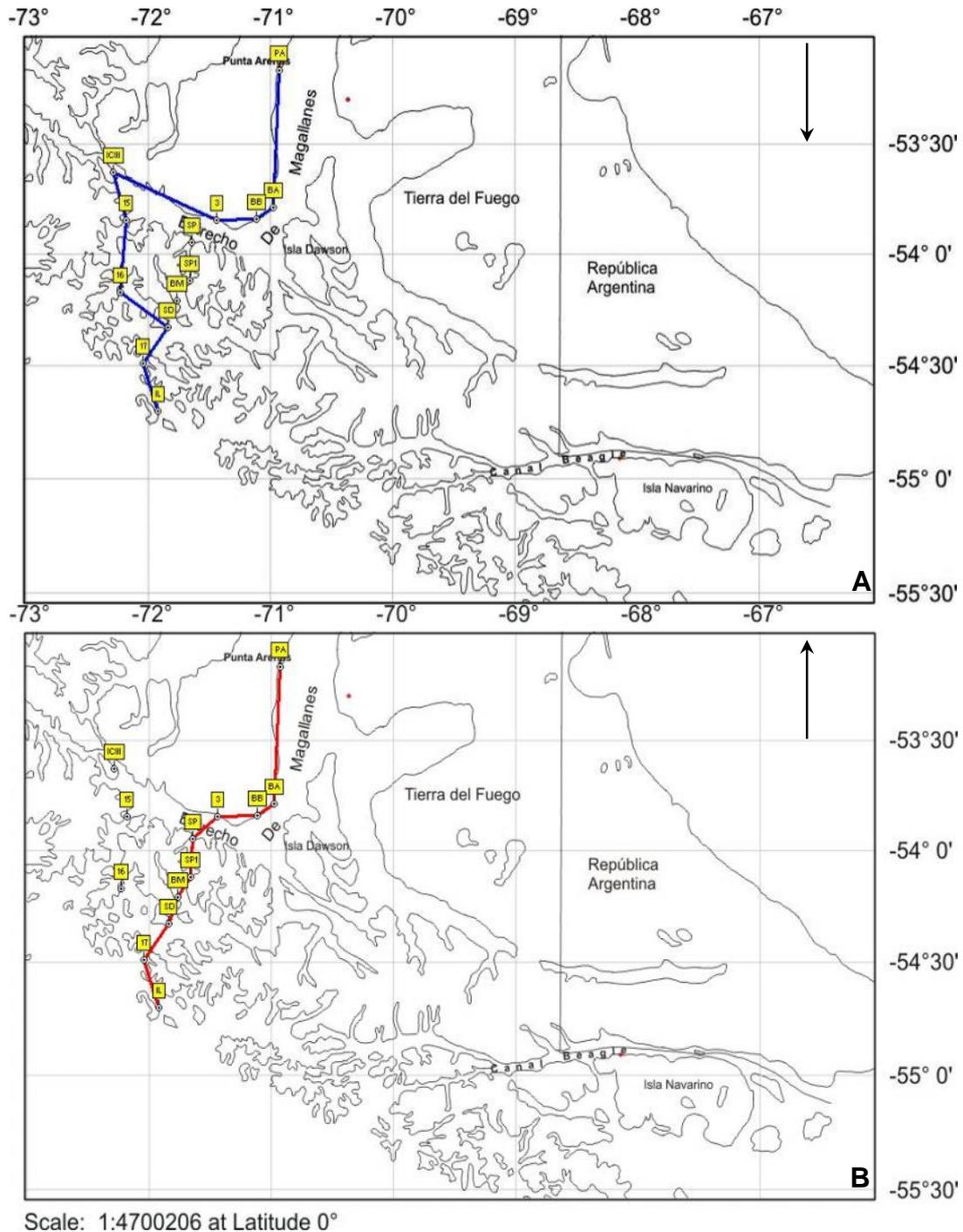


Figura 4. Track correspondiente a la 1^{era} expedición de prospección y evaluación de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. **(A) Track de ida;** PA.- Punta Arenas, BA.- Bahía El Águila, BB.- Bahía Bougainville, 3.- Cabo Froward, ICIII.- Isla Carlos III, 15.- Paso Shag, 16.- Paso North, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), 17.- Canal Ocasión, IL.- Isla London. **(B) Track de regreso;** IL.- Isla London, 17.- Canal Ocasión, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), BM.- Bahía Millicent, SP1- SP.- Seno Pedro, 3.- Cabo Froward, BB.- Bahía Bougainville, BA.- Bahía El Águila, PA.- Punta Arenas.

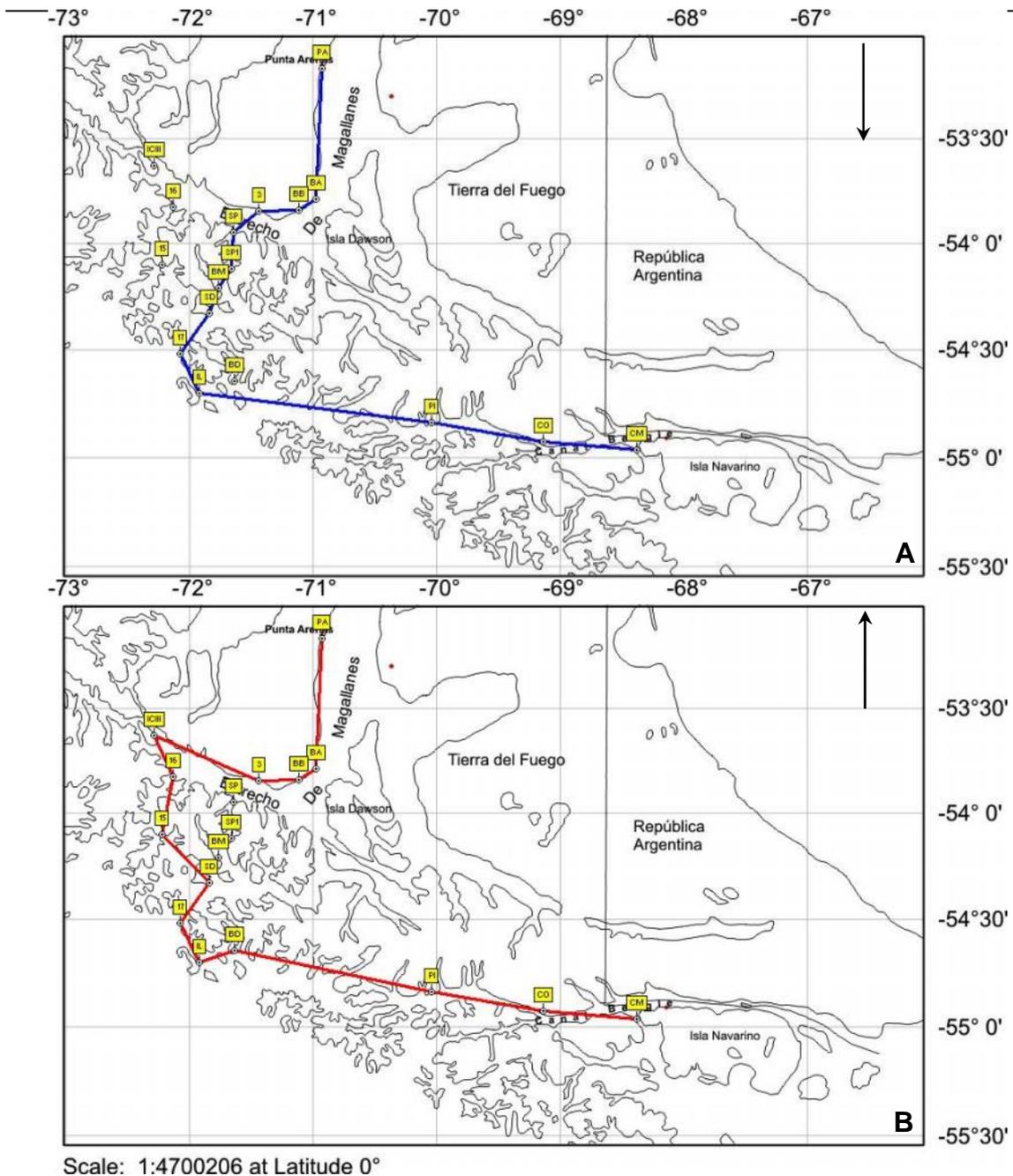
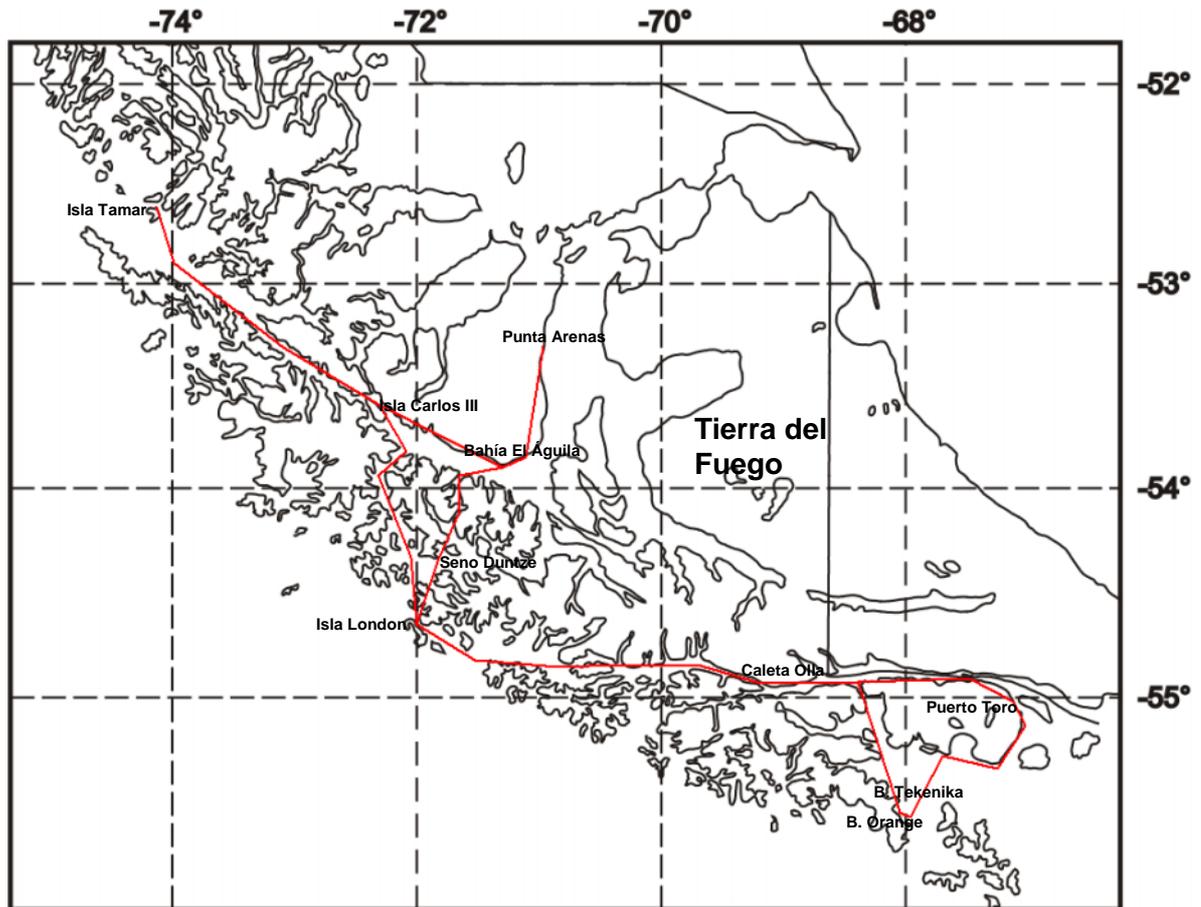
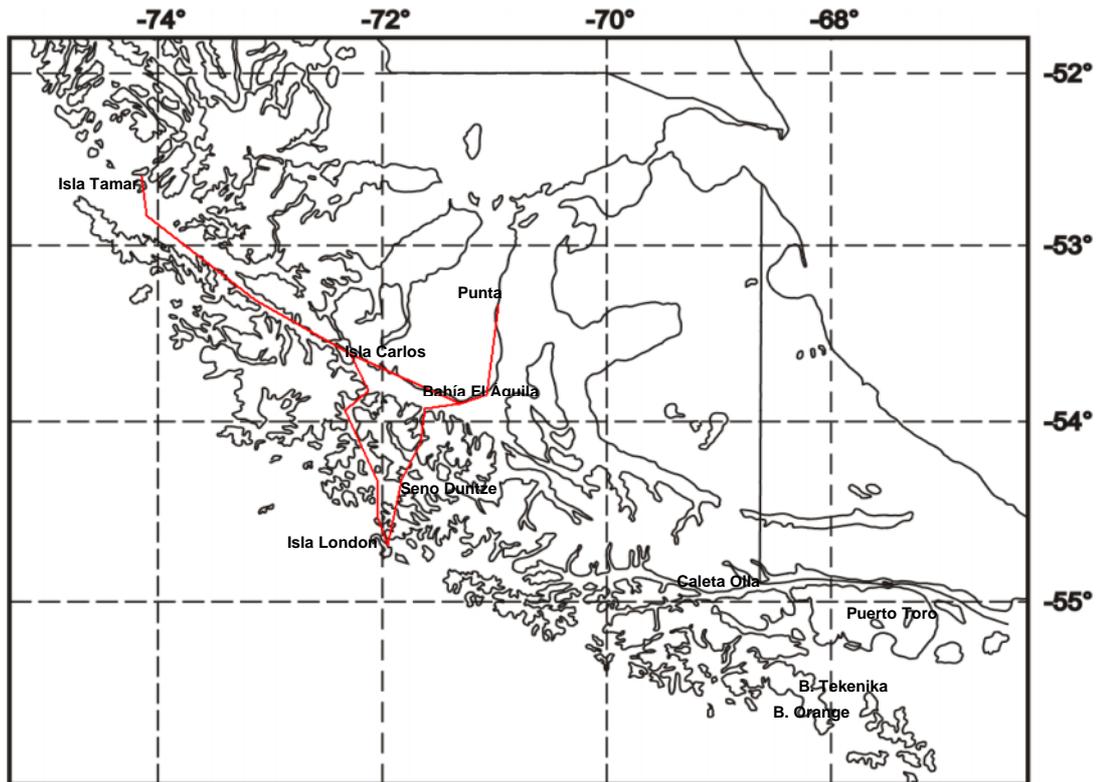


Figura 5. Track correspondiente a la 2^{da} expedición de evaluación de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. Puntos referenciales de las poblaciones evaluadas ennegrecidos. **(A) Track de ida;** PA.- Punta Arenas, BA.- Bahía El Águila, BB.- Bahía Bougainville, 3.- Cabo Froward, SP-SP1.- Seno Pedro, BM.- Bahía Millicent, SD.- Seno Duntze, 17.- Seno Ocasión, IL.- Isla London, PI.- Paso Ibarra, CO.- Caleta Olla, CM.- Canal Murray*. **(B) Track de regreso;** CM.- Canal Murray*, CO.- Caleta Olla 3, PI.- Paso Ibarra, IL.- Isla London, 17.- Seno Ocasión, SD.- Seno Duntze (Isla Clarence), 15.- Canal Bárbara, 16.- Paso Shag, ICIII.- Isla Carlos III, 3.- Cabo Froward, BB.- Bahía Bougainville, BA.- Bahía El Águila, PA.- Punta Arenas. Canal Murray, solo se logró delimitación de una población de *Macrocystis pyrifera*.



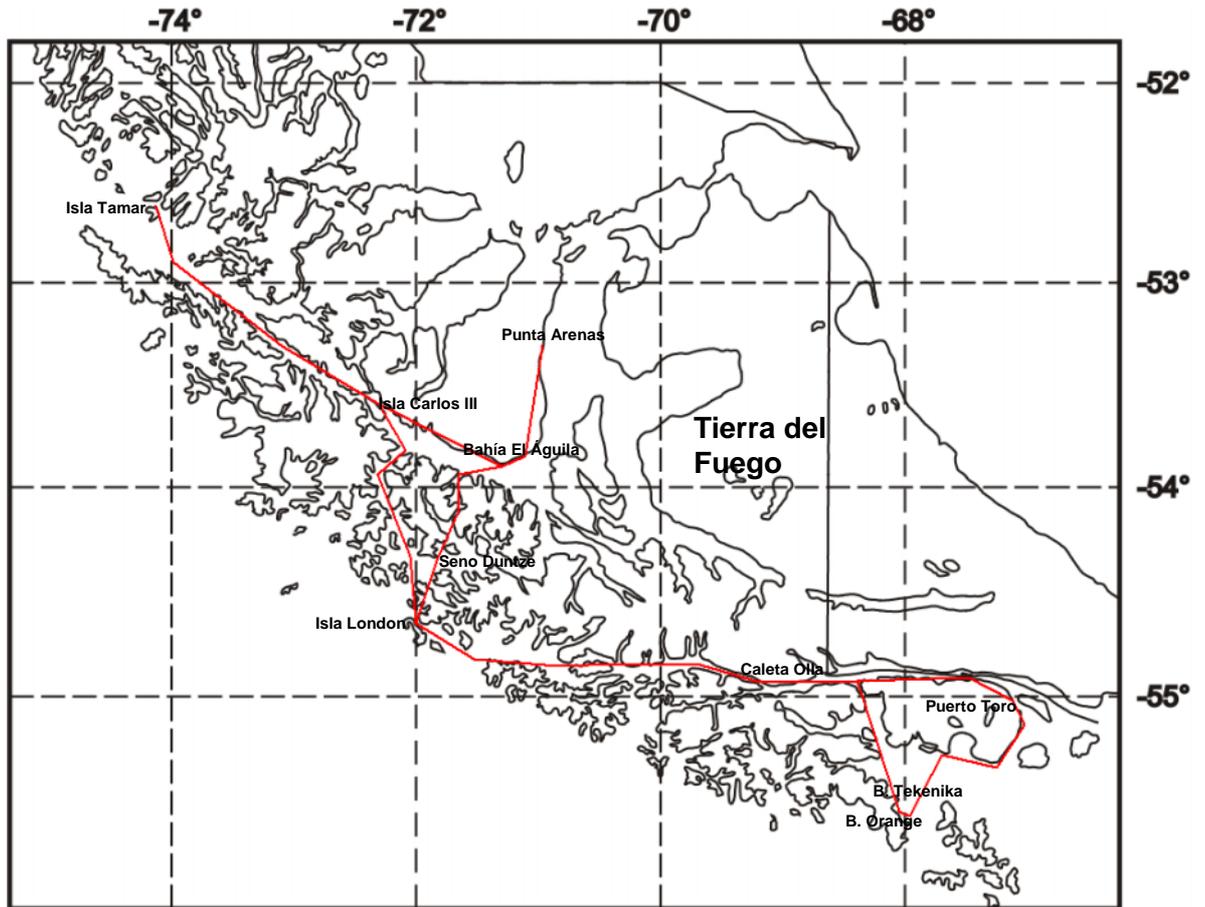
Scale: 1:6132573 at Latitude 0°

Figura 6. Track correspondiente a la 3ª expedición de evaluación de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. **Track de ida;** Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla London, Bahía Tekenika, Bahía Orange, Puerto Toro. **Track de regreso;** Puerto Toro, Seno Duntze, Bahía El Águila, Punta Arenas



Scale: 1:6132573 at Latitude 0°

Figura 7. Track correspondiente a la 4ª expedición de evaluación de poblaciones naturales de *M. pyrifera* y *D. antarctica* del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. **Track de ida:** Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla Seno Duntze, Isla London. **Track de regreso:** Isla London, Seno Duntze, Bahía El Águila, Punta Arenas



Scale: 1:6132573 at Latitude 0°

Figura 8. Track correspondiente a la 5ª expedición de evaluación de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* del proyecto FIP 2005-44, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena. **Track de ida;** Punta Arenas, Isla Tamar, Isla Carlos III, Isla London, Bahía Tekenika, Bahía Orange. **Track de regreso;** Puerto Toro, Puerto Williams, Seno Duntze, Bahía El Águila, Punta Arenas.

A la fecha de la presentación de este informe final se han considerado un total de 9 poblaciones de *M. pyrifera* las que incluyen poblaciones naturales ubicadas en Isla Tamar, Isla Carlos III, Bahía El Águila, Seno Duntze, Isla London, Caleta Olla, Bahía Tekenika, Bahía Orange y Puerto Toro (Fig. 1), además se visitaron y delimitaron poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en Bahía El Águila (1 población, Estrecho de Magallanes), Puerto North (1 población, Canal Bárbara), Canal Ocasión (1 población), Isla London (3 poblaciones, Canal Brecknock), Canal Murray (1 población, frente Isla Navarino), Bahía Tekenika (1 población, Cabo de Horno) y, sumando un total de 17 poblaciones de *M. pyrifera* visitadas durante el desarrollo del proyecto.



b) Georreferenciación, delimitación y estado de las praderas de *M. pyrifera* y *D. antarctica*

Las localizaciones geográficas de todas las poblaciones fueron ingresadas a un Sistema de Información Geográfico (SIG) utilizando el software Arc View, proyectando la forma de cada una de las poblaciones, tanto de *M. pyrifera* como *D. antarctica*. Todas las áreas de *M. pyrifera* y *D. antarctica*, se presentan sobre una base cartográfica georreferenciada de la Región de Magallanes (Servicio Hidrográfico de la Armada).

En relación a las áreas de las poblaciones de *M. pyrifera*, éstas se interpretan como polígonos y cordones georreferenciados en coordenadas geográfica (WGS84), siendo posible calcular el área y el perímetro de cada población. Mientras que las poblaciones de *D. antarctica* fueron representados por líneas debido a que son cordones de apenas 4 metros de ancho.

En este informe final se lograron delimitar y georreferenciar 18 poblaciones de *M. pyrifera* en Isla Tamar, Bahía El Águila (2 poblaciones), Isla Carlos III, Puerto North, Isla London (4 poblaciones), caleta Olla (2 poblaciones), cercanías de canal Murray en el Canal Beagle (2 poblaciones), Canal Murray, Bahía Tekenika (2 poblaciones), Bahía Orange, Puerto Toro, y además 4 poblaciones de *D. antarctica* en estudio, en Isla Tamar, Isla Carlos III, Seno Duntze y en Isla London.

1.- Isla Tamar (Última Esperanza)

En esta área ($52^{\circ} 54' 37''$ S; $73^{\circ} 47' 55''$ W) (Fig. 9) se encontraron poblaciones de *Macrocystis* y *Durvillaea*. Esta área se encuentra en la zona norte del Estrecho de Magallanes distante a 26 horas de navegación de la Ciudad de Punta Arenas (200 millas). En este sector es frecuente el paso de embarcaciones menores ya que se encuentra protegido del océano Pacífico. La población de *Macrocystis* abarca una extensión aproximada de 1.500 m de largo y 40 m de ancho. En relación a la población de *Durvillaea*, esta concentrada en individuos de tamaño mediano y pequeños pero con bastante biomasa y con discos grandes, aunque se observa una presencia de individuos de mayor tamaño con gran biomasa. Estos resultados coinciden con lo observado en terreno, las frondas presenta una apariencia color un poco claro y más delgado. Esta población es la que se asemeja más a la especie de la zona central de Chile.

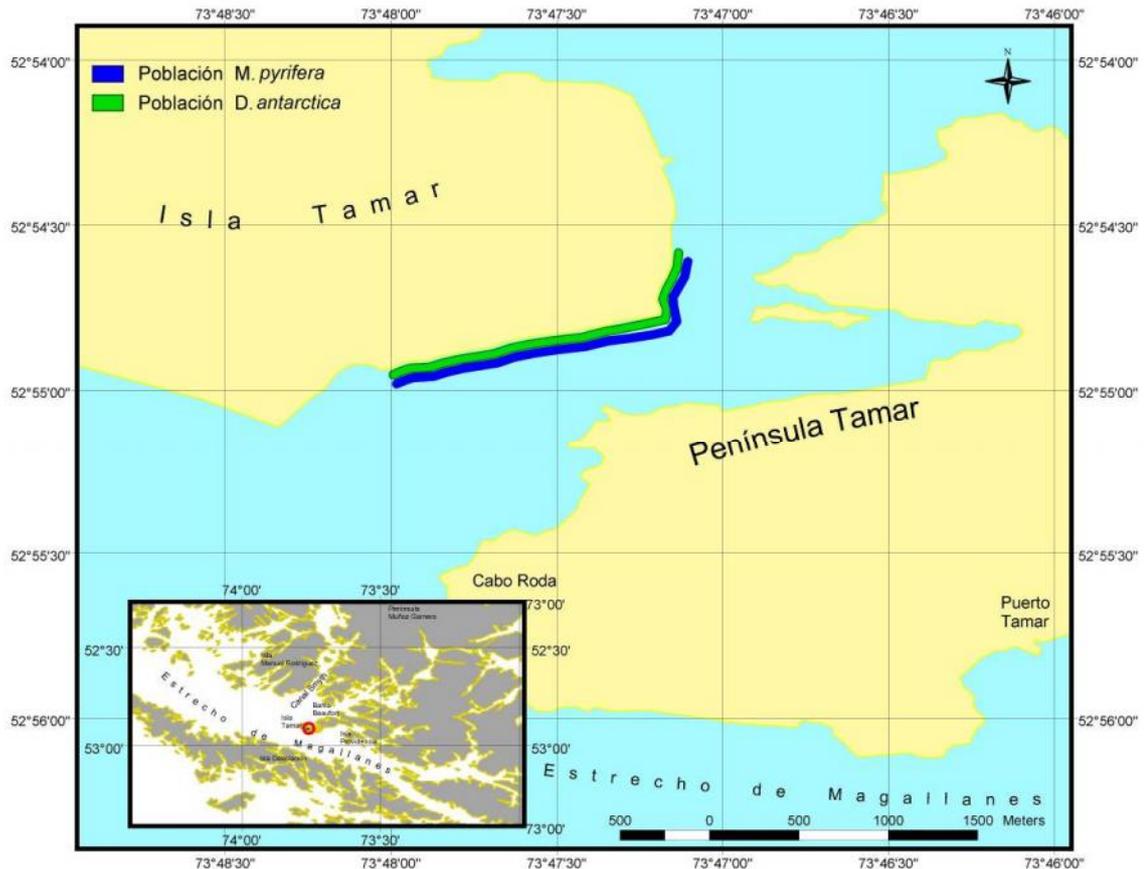


Figura 9. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocyctis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la localidad de Isla Tamar (Provincia de Ultima Esperanza), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes

2.- Población de Bahía El Águila (Estrecho de Magallanes)

La población de *M. pyrifera* de Bahía El Águila ($53^{\circ} 47' 0,93''$ S; $70^{\circ} 58' 34,7''$ W) se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Punta Arenas, distante a 44 millas náuticas. En primavera, que corresponde al inicio de las actividades, en esta población predominan individuos juveniles con pocos número de estipes, diámetros de discos de fijación pequeños y biomásas reducidas, existiendo alta concentración de juveniles por sobre plantas adultas. En esta zona del Estrecho de Magallanes se lograron georreferenciar dos poblaciones de *M. pyrifera* con una superficie aproximada de 144.130 m^2 (Fig. 10).

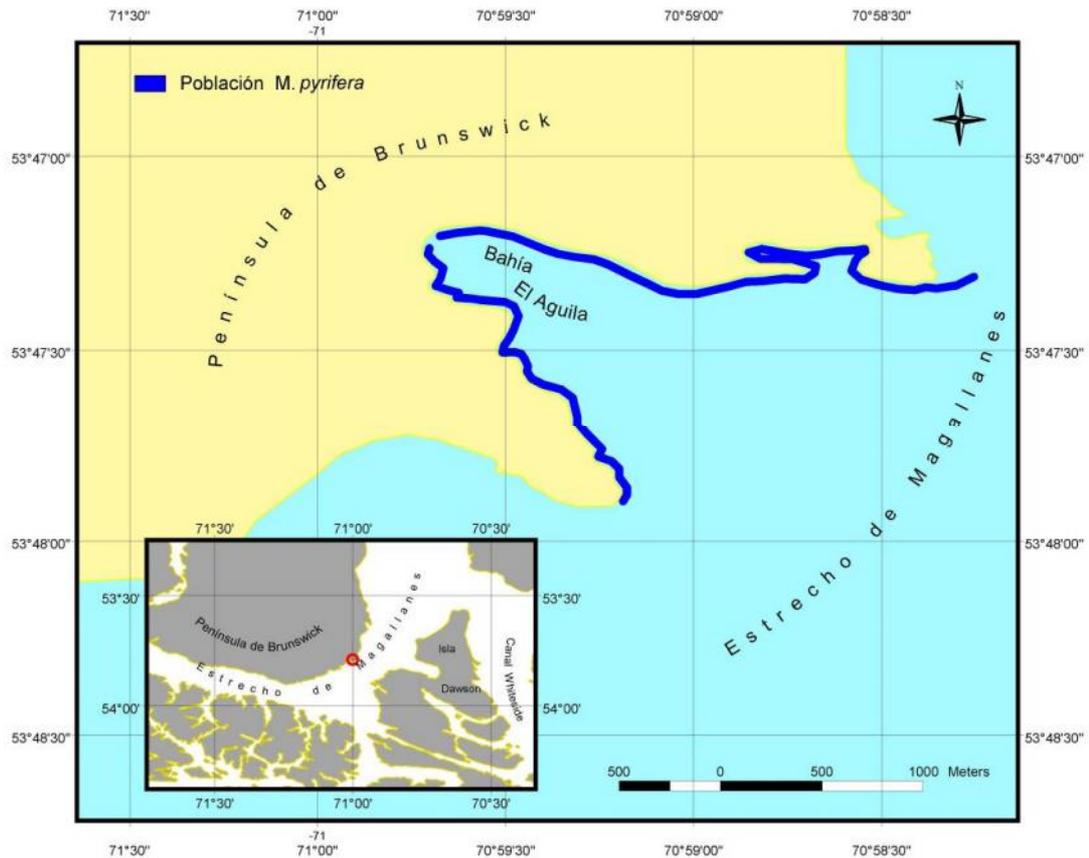


Figura 10. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocytis pyrifera* en la localidad de Bahía El Águila (Estrecho de Magallanes), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

3.- Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes)

La población de la Isla Carlos III ($53^{\circ} 36' 57,5''$ S; $72^{\circ} 18' 57,6''$ W) se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Punta Arenas, distante a 93 millas náuticas y forma parte de la Reserva Marina Isla Carlos III. La población abarca una extensión aproximada de 431 m de largo y 38 m como ancho máximo y se encuentra ubicada al sureste de la Isla frente al Paso Ingles cercana a Bahía Mussel, y abarca un área total aproximada de 220.400 m^2 , y una población de *D. antarctica* que abarca una superficie total aproximada de $1.541,567 \text{ m}^2$ (0,15 Há) (Fig. 11).

Al momento del inicio de la evaluación, la población presentó una distribución homogénea en relación a la presencia de juveniles reclutas y plantas adultas. La población de *Durvillaea* en Isla Carlos III, muestra ausencia de plantas de tamaño sobre los 3 metros de longitud, la población esta concentrada en individuos de tamaño mediano y pequeños pero con bastante biomasa y con discos grandes. Estos resultados coinciden con lo observado en terreno, las

frondas presenta una apariencia color oscuro y muy gruesas, característica de frondas viejas en proceso de senescencia

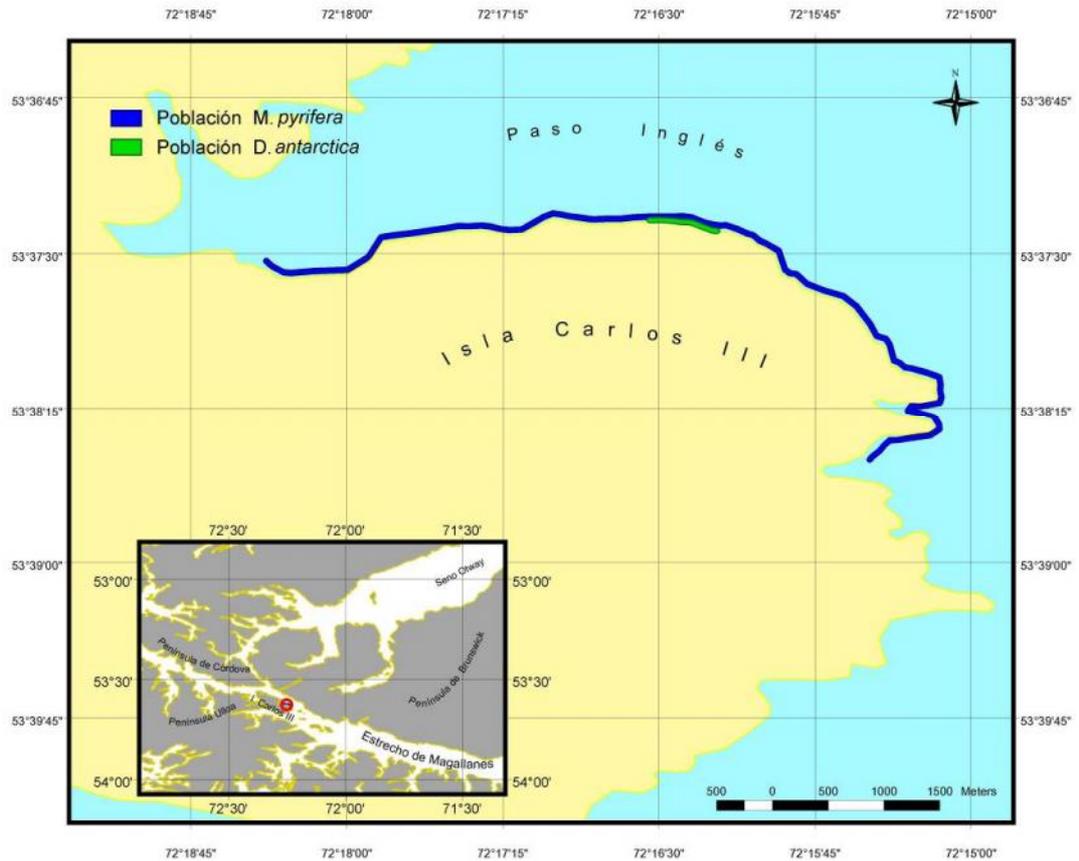


Figura 11. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la localidad de Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

4.- Puerto North (Canal Bárbara)

La población de Puerto North ($54^{\circ} 08' 24,1'' S$; $72^{\circ} 13' 27'' W$) se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Punta Arenas, distaste a 110 millas náuticas, situada en la cara occidental del canal Bárbara, en una área protegida de los vientos de sur, norte y oeste. La población abarca una extensión aproximada de 87 metros de largo y como ancho máximo de 42 metros. Esta población no fue evaluada puesto que se trata de una zona de aposamiento de macroalgas más que una población establecida y en constante renovación, se presume que el asentamiento de individuos podría estar relacionado con desprendimiento desde otros sectores del canal. Pero de igual forma fue georreferenciada para poder determinar su extensión, la cual fue de $3.657,609 \text{ m}^2$ (0,33 Há) (Fig. 12).

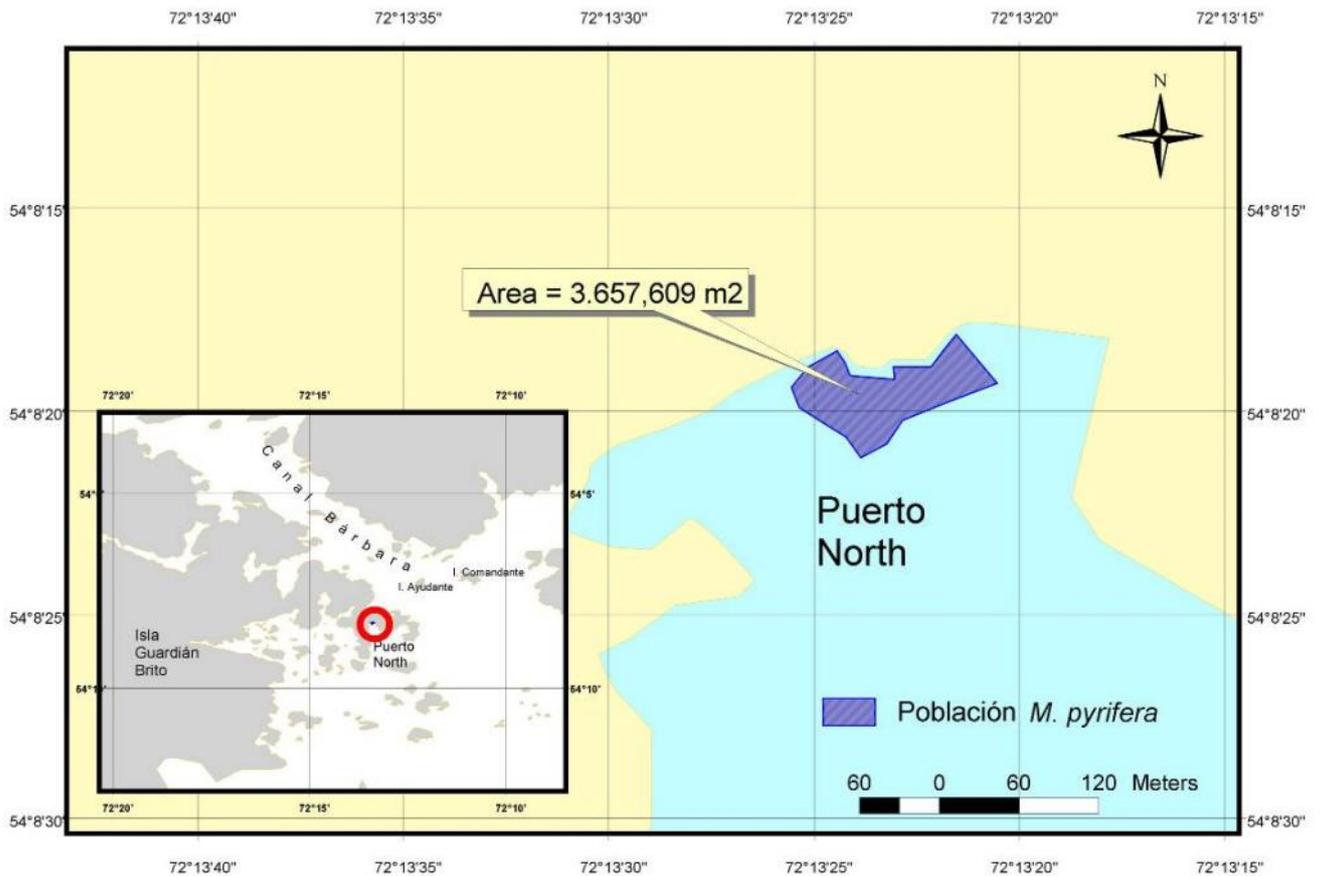


Figura 12. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocyctis pyrifera* en la localidad de Puerto North (Canal Bárbara), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

5.- Seno Duntze (Isla Clarence, Canal Cockburn)

La población de Seno Duntze se encuentra en la cara oeste de la isla Clarence, hacia el Seno del mismo nombre ($54^{\circ} 20' 23,6''$ S; $71^{\circ} 47' 53,4''$ W), distante 91 millas náuticas de Punta Arenas. Al inicio de la evaluación, durante la primavera, se observó la presencia homogénea de individuos reclutas, juveniles y adultos, estando representadas todas las clases de tallas. Por otra parte, la población de *Durvillaea* de este sector, está compuesta por individuos de tamaño mediano pero de gran biomasa y disco de gran tamaño, mientras que los ejemplares pequeños o reclutas están escasamente representados, al igual que los adultos. La pradera se encuentra ubicada en el sector sur de Isla Clarence hacia el Canal Cockburn y expuesta a los vientos predominantes del oeste, ocupando un área aproximada de $856,585 \text{ m}^2$ (0,0856 Há). Esta población no fue georreferenciada, debido a que no se cuenta con una base cartográfica del lugar.



6.- Isla London (Canal Brecknock)

El área de trabajo en Isla London ($54^{\circ} 41' 07,8''$ S; $71^{\circ} 54' 33,8''$ W) se encuentra ubicada entre Islote Muela e Isla London, encontrándose protegida de los vientos de suroeste, norte y sur. Esta área se encuentra a 119 millas náuticas de Punta Arenas. En esta área se reconocieron 3 poblaciones de *Macrocystis*, con dimensiones de: **1)** 210 metros de largo y ancho máximo de 49 metros, con un área aproximada de $10.724,864 \text{ m}^2$ y que corresponde a la población en estudio **2)** 916 metros de largo y 65 metros de ancho, con un área aproximada de $59.792,911 \text{ m}^2$ y **3)** 127 metros de largo y 120 metros de ancho, con un área de $15.230,990 \text{ m}^2$. Además, se logró delimitar otra área o población (4) con un área aproximada de 126.000 m^2 .

Para el presente estudio se determinó evaluar la población 1, la que está conformada mayoritariamente por individuos adultos por sobre los juveniles. En relación a la pradera de *Durvillaea* presente en Isla London, ésta presenta características similares a la pradera de Seno Duntze, con gran cantidad de frondas medianas y pequeñas, y la ausencia de frondas grandes. Las frondas medianas presentan abundantes biomásas, además se observa claramente la incorporación de reclutas a la población.

Se georreferenció además una población de *D. antarctica*, la que se encuentra ubicada hacia el Canal Brecknock expuesta a los vientos de suroeste ocupando una área aproximada de $1.207,765 \text{ m}^2$ (Fig. 13).

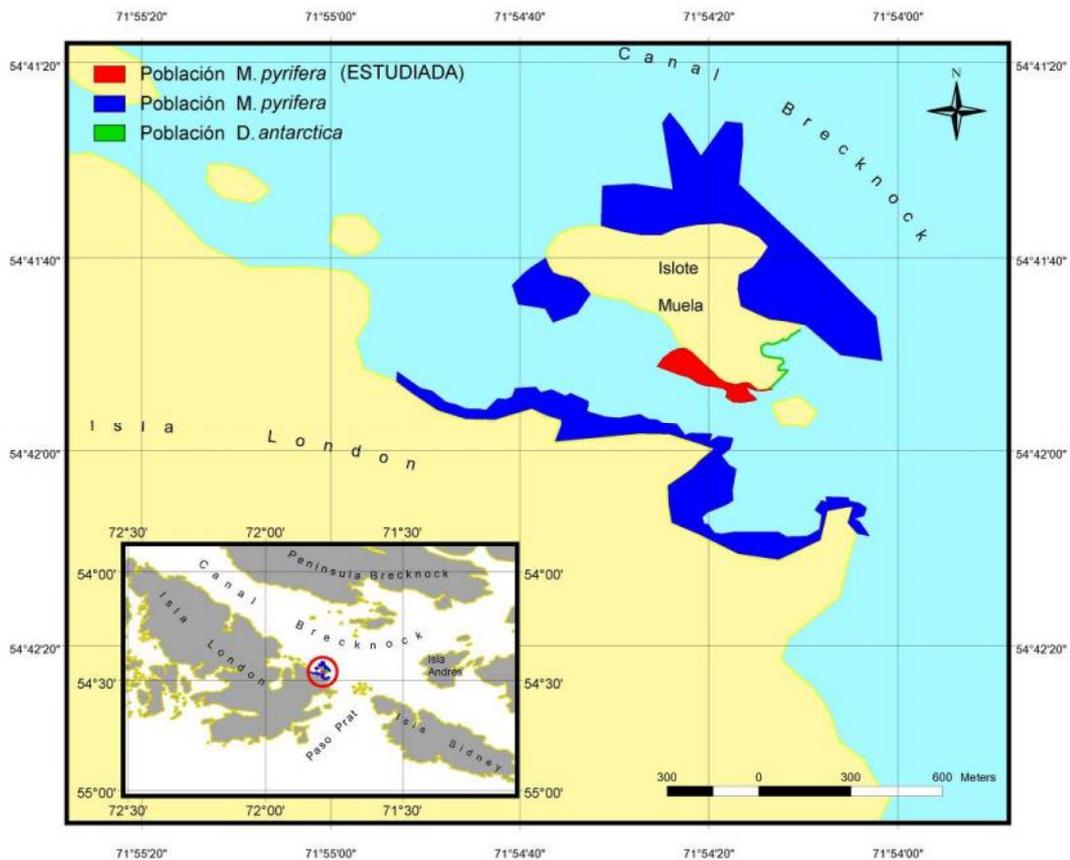


Figura 13. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocytis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la localidad de Isla London (Canal Brecknock), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

7.- Caleta Olla (Canal Beagle)

La población de Caleta Olla ($54^{\circ} 56' 30,9''$ S; $69^{\circ} 08' 56,3''$ W) ubicada al interior del Canal Beagle se encuentra a 221 millas náuticas de Punta Arenas. La población abarca una extensión aproximada de 228 metros de largo y 50 metros de ancho, con una área aproximada de $4.858,464 \text{ m}^2$. Aquí, se logró, medir una segunda población de 79 metros de largo y 62 metros de ancho aproximadamente, con una área de $14.010,511 \text{ m}^2$ (Fig. 14)

Estas poblaciones se caracterizan por la presencia de individuos adultos por sobre los reclutas, encontrándose plantas con gran número de estipe, diámetros de discos mayores y con abundante biomasa por individuo.

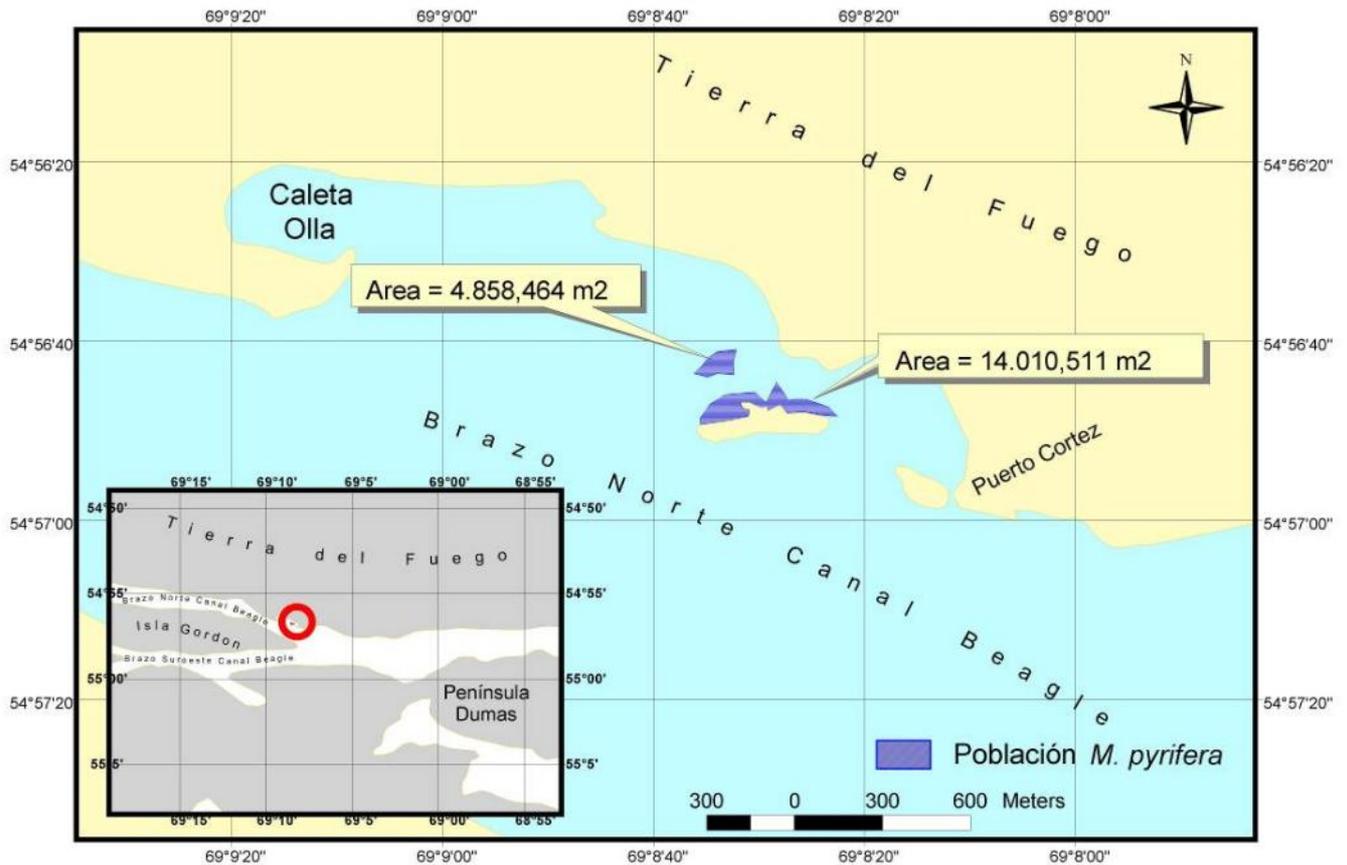


Figura 14. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocyctis pyrifera* en la localidad de Caleta Olla (Canal Beagle), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

8.- Canal Murray (Provincia de Cabo de Hornos)

La población de Canal Murray (54° 58' 45" S; 68° 22' 01,2" W) está ubicada al interior del mismo canal distante a 252 millas náuticas de Punta Arenas. Esta población no fue evaluada principalmente por las malas condiciones imperantes en el sector, así como por disposición de la Armada de Chile. Sin embargo, fue posible la realización de su delimitación y georreferenciación. La población abarca una extensión aproximada de 515 metros de largo y 37 metros de ancho máximo, con una área aproximada de 18.850,65 m² (Fig. 15).

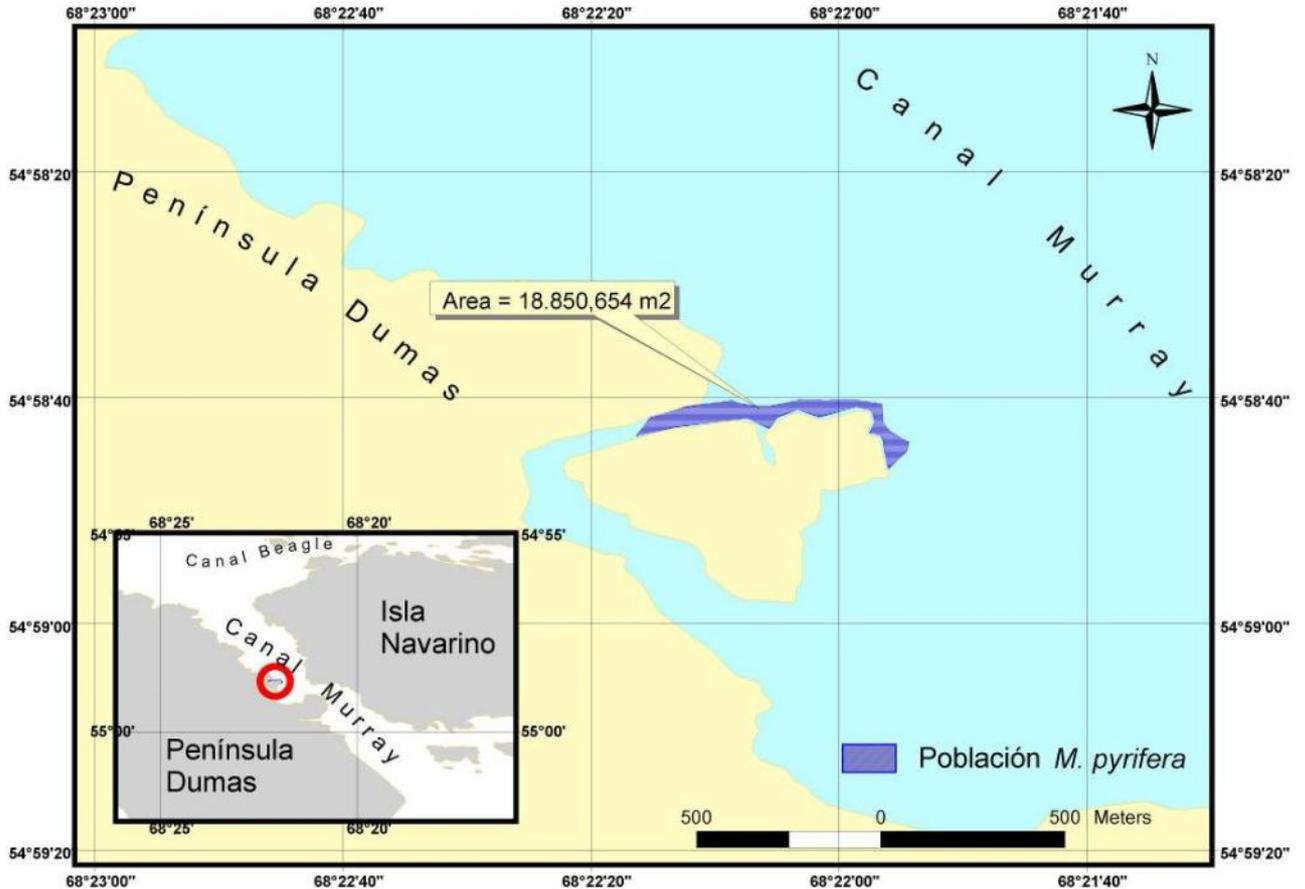


Figura 15. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocyctis pyrifera* en la localidad de Caleta Murray (Canal Beagle), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

9.- Bahía Tekenika (Provincia de Cabo de Hornos)

La población de Bahía Tekenika ($54^{\circ} 58' 45''$ S; $68^{\circ} 22' 01,2''$ W) está ubicada al interior de la misma distante a 521 km aprox. al sur de Punta Arenas. Esta población está ubicada entre dos islas, las que brindan protección del la influencia oceánica directa (Océano Pacífico). Se han demarcado dos praderas con 158.562 m^2 y 34.263 m^2 (Fig. 16).

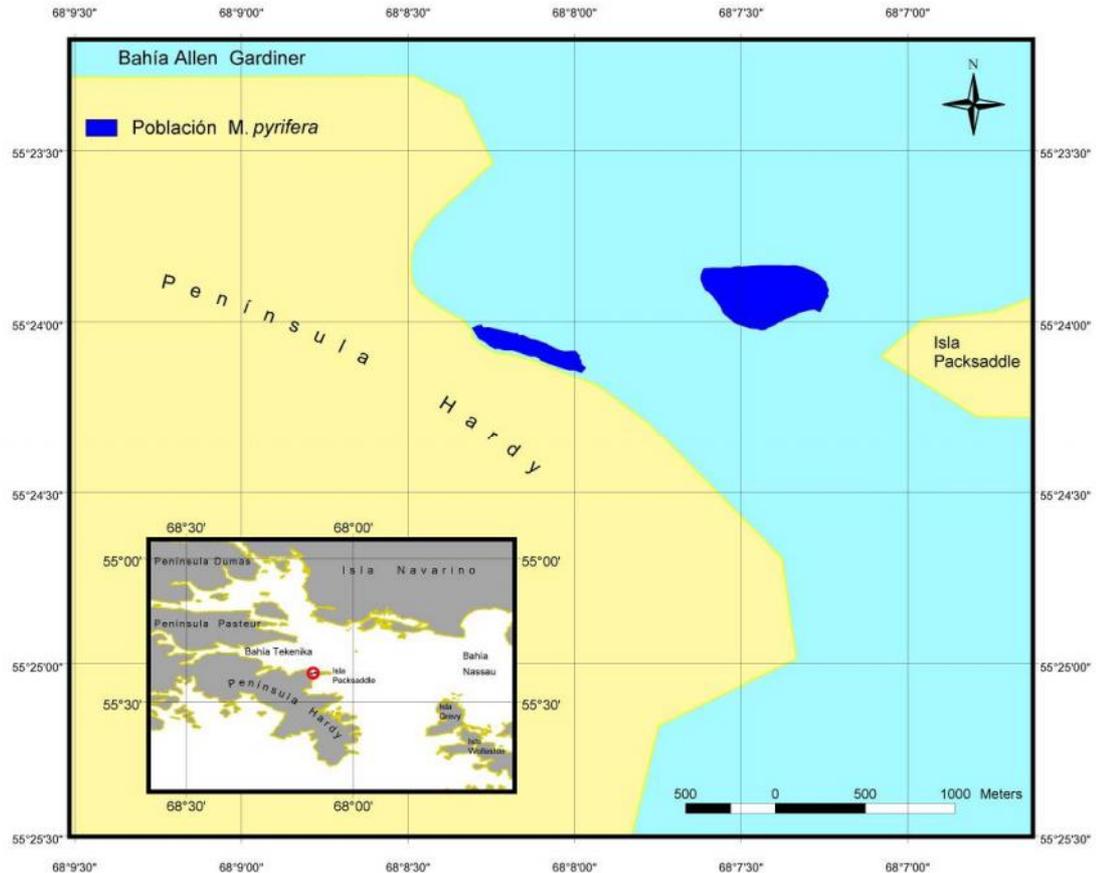


Figura 16. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocystis pyrifera* en la localidad de Bahía Tekenika (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

10.- Bahía Orange (Provincia de Cabo de Hornos)

La población de Bahía Orange ($55^{\circ} 23' 48,6''$ S; $68^{\circ} 07' 52''$ W) (Fig. 17), que se encuentra sur este de la Isla Hoste, formada principalmente por roca granítica, con algunas zonas de roca más oscura, encontrándose además algunas playas de bolones y bloques, ubicada frente al archipiélago Cabo de Hornos distante a 553 km aprox. al sur de Punta Arenas, e influenciada directamente por el océano Pacífico y los vientos del norte. La extensión de esta pradera es de 28.206 m^2 .

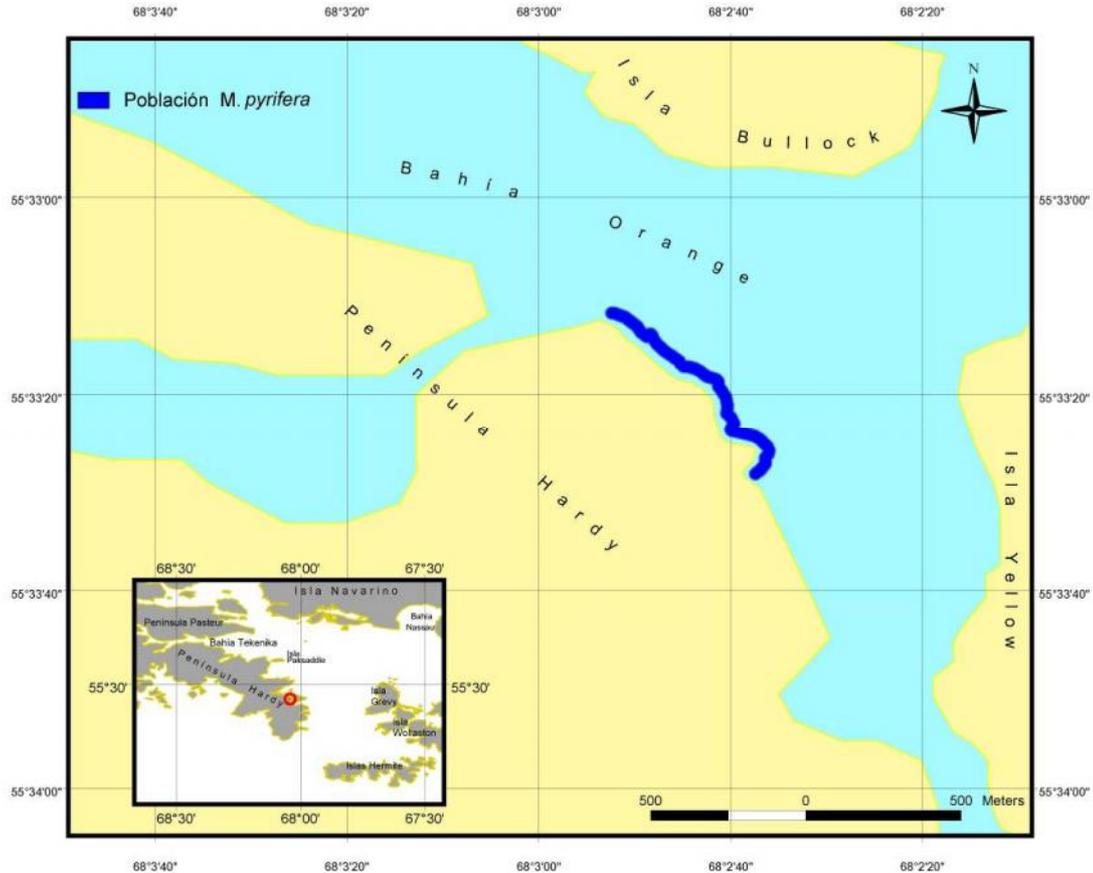


Figura 17. Georreferenciación y delimitación de una población natural de *M. pyrifera* en la localidad de Bahía Orange (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

11.- Puerto Toro (Provincia de Cabo de Hornos)

La población de Puerto Toro ($55^{\circ} 04' 24,5''$ S; $67^{\circ} 04' 16,1''$ W) está ubicada a 47 km aprox. al Este de Puerto Williams y distante a 340 km aprox. de Punta Arenas. Corresponde a una pequeña bahía protegida donde se ha levantado una Caleta de pescadores artesanales y que sólo dispone de acceso marítimo (Fig. 18). El sustrato intermareal y submareal de la zona está constituido principalmente por rocas y bolones mayores de 20 cm, pero a mayores profundidades (más de 8 metros) se encuentran fondos blandos con abundancia de arenas, fango y rocas muy pequeñas. Esta Caleta está ubicada a 339 km aprox. de Punta Arenas. La extensión de esta pradera es de 47.224 m^2 .

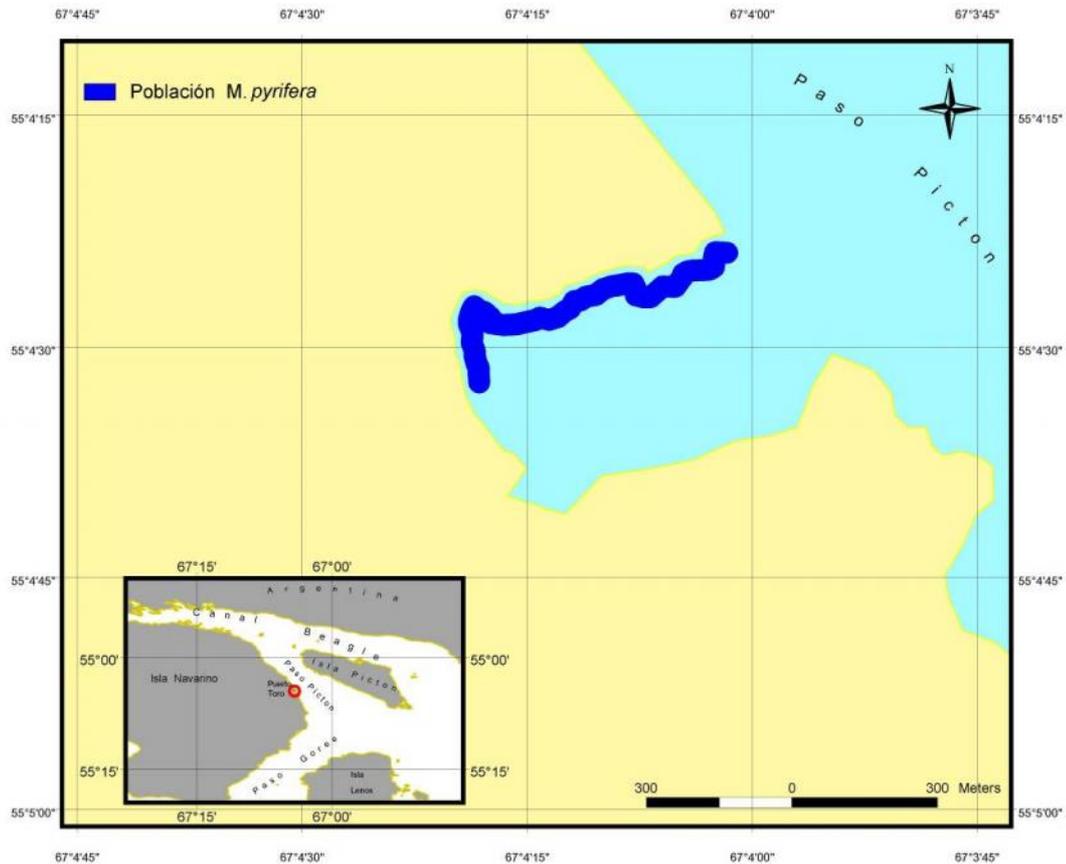


Figura 18. Georreferenciación y delimitación una población natural de *Macrocytis pyrifera* en la localidad de Puerto Toro (Provincia Cabo de Hornos), por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) y en base al software Arc View. Fuente: Centro de Estudio de Recursos Energéticos (CERE), Universidad de Magallanes.

Al momento de este informe se han logrado evaluar poblaciones de *M. pyrifera* y *D. antarctica* distribuidas desde el sur de la provincia de Ultima Esperanza hasta Bahía Orange en la provincia de Cabo de Hornos recorriendo alrededor de 1.491 kilómetros que abarcan un área total de 88.458 km² (Fig. 1). Además, según la experiencia y conocimiento del grupo científico se describen en la figura 19 la distribución de poblaciones visitadas en la Region de Magallanes

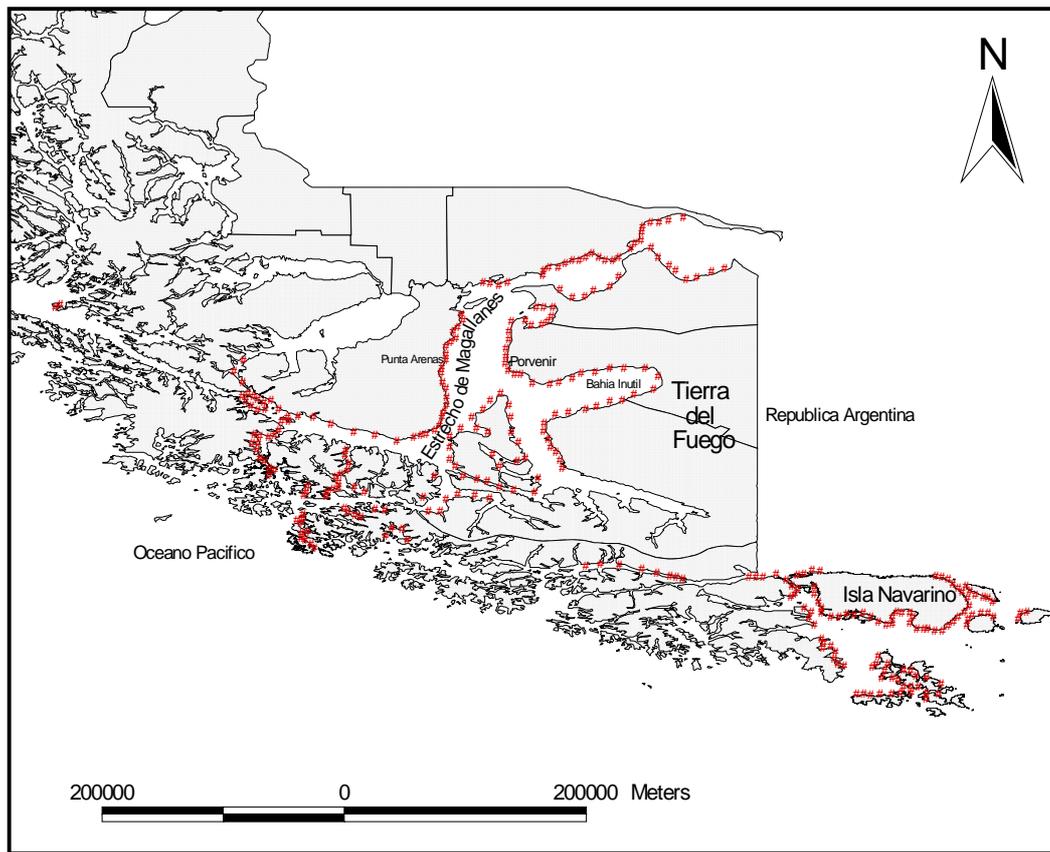


Figura 19. Ubicación de poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en la Región de Magallanes, en base a descripción de zonas por parte del equipo científico del proyecto.



c) Muestreos para caracterización de fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

Búsqueda preliminar de descriptores de biomasa

El análisis de regresión múltiple stepwise para las poblaciones de *M. pyrifera* en estudio (Isla Tamar (Fig. 20, 21, Tabla 6,7), Bahía el Águila (Fig. 22, 23, Tabla 8,9), Isla Carlos III (Fig. 24, 25, Tabla 10, 11), Seno Duntze (Fig. 26, 27, Tabla 12, 13) y Isla London (Fig. 28, 29, Tabla 14, 15), Caleta Olla (Fig. 30, 31, Tabla 16, 17), Bahía Tekenika (Fig. 32, 33, Tabla 18, 19), Bahía Orange (Fig. 34,35, Tabla 20, 21) y Puerto Toro (Fig. 36, 37, Tabla 22, 23), mostraron que el mejor modelo en cada caso era univariado y equivalente al modelo simple elegido, dicha información es resumida en las regresiones que incluyen el valor estimado de la pendiente, décima del valor de pendiente ($b=0$, Prueba de t), estadísticos del análisis de varianza, y el coeficiente de determinación (R^2) ajustado. En las tablas de análisis de correlación se destaca ennegrecido el indicador elegido para proyectar la biomasa y longitud de los individuos de las poblaciones de *M. pyrifera*. Las figuras 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34 y 36 presentan la correlación entre los la biomasa predicha y observada para cada una de las poblaciones de *M. pyrifera* en estudio. Las figuras 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35 y 37 muestran la correlación entre la longitud predicha y la observada para las poblaciones de *Macrocystis* sometidas a evaluación. Por lo anterior, estos modelos simples fueron los utilizados para estimar la biomasa y longitud por individuo en cada población, actuando en la práctica como un factor de corrección.

Tabla 6. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla Tamar. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,4327 p=0,057	0,5257 p=0,017	0,5276 p=0,017	0,3759 p=0,102

Modelo B (1,603) = 1,603*NE

Error estándar de la pendiente= 0,1288 ($t_{18}=6,424$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 41,269$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado=0,668

Tabla 7. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla Tamar. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,6201 p=0,004	0,5674 p=0,009	0,3916 p=0,088

Modelo B (0,285)= 0,286*AD

Error estándar de la pendiente= 0,022907 ($t_{19}= 12,46453$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 155,364$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,885



Tabla 8. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía el Águila (Estrecho de Magallanes). La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,5357 p= 0,015	0,4165 p= 0,068	0,4994 p= 0,025	0,6784 p< 0,001

Modelo B (0,256) = 0,256*AD

Error estándar de la pendiente= 0,028365 ($t_{18}=9,015364$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 81,277$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado=0,801

Tabla 9. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía El Águila. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,3376 p= 0,145	0,3497 p= 0,131	0,5655 p< 0,009

Modelo B (0,2856) = 0,285*AD

Error estándar de la pendiente= 0,0229 ($t_{19}= 12,464$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 155,3645$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,8853

Tabla 10. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla Carlos III. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,6027 p= 0,001	0,3739 p= 0,046	0,7497 p< 0,000	0,6608 p= 0,000

Modelo B (0,5211) = 0,5211*NE

Error estándar de la pendiente= 0,047118 ($t_{28}= 11,061$, $p<0,000$)

$F_{1-28}= 122,3354$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,814

Tabla 11. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla Carlos III. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,1981 p= 0,294	0,5178 p< 0,003	0,4046 p= 0,027

Modelo B (0,4255) = 0,4255*NE

Error estándar de la pendiente= 0,049275 ($t_{29}= 8,636$, $p<0,000$)

$F_{1-29}= 74,583$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,71



Tabla 12. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Seno Duntze. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,5993 p= 0,000	0,2744 p= 0,142	0,7003 p= 0,000	0,0868 p= 0,648

Modelo B (0,5085)= 0,5085*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0436 ($t_{29}= 11,646$, $p<0,000$)

$F_{1-29}= 135,643$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,818

Tabla 13. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Seno Duntze. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	-0,2661 p= 0,244	0,465 p= 0,034	0,0777 p= 0,738

Modelo B (0,4414)= 0,4414*NE

Error estándar de la pendiente= 0,043416 ($t_{20}= 10,166$, $p<0,000$)

$F_{1-20}= 103,37$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,829

Tabla 14. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla London. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,7545 p= 0,000	0,5567 p= 0,005	0,6750 p= 0,000	0,4802 p= 0,018

Modelo B (0,516937)= 0,516937*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0669 ($t_{26}= 7,7264$, $p<0,000$)

$F_{1-26}= 59,697$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,685



Tabla 15. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Isla London. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,0545 p= 0,796	0,5047 p= 0,010	0,3411 p= 0,095

Modelo B (0,3786)= 0,3786*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0385 ($t_{29}= 9,8253$, $p<0,000$)

$F_{1-29}= 96,536$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,761

Tabla 16. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Caleta Olla. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,6484 p= 0,002	0,3983 p= 0,082	0,6220 p= 0,003	0,0255 p= 0,914

Modelo B (0,4867)= 0,4867*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0599 ($t_{19}= 8,1245$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 66,008$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,765

Tabla 17. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Caleta Olla. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,1010 p= 0,672	0,6414 p= 0,002	0,2149 p= 0,363

Modelo B (0,3526)= 0,3526*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0364 ($t_{19}= 9,6886$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 93,868$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,823

Tabla 18. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía Tekenika. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,9349 p=0,000	0,4600 p=0,048	0,0173 p=0,944	0,3238 p=0,176

Modelo B (1,734378)= 1,734378*DD

Error estándar de la pendiente= 0,158848 ($t_{18}=10,91848$, $p<0,000$)

$F_{1-18}= 119,21$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,862



Tabla 19. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía Tekenika. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,5221 p=0,022	-0,1154 p=0,638	0,4631 p=0,046

Modelo B (0,3748)= 0,3748*DD

Error estándar de la pendiente= 0,0567 ($t_{18}=6,6067$, $p<0,000$)

$F_{1-19}= 43,649$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,692

Tabla 20. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía Orange. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,6357 p=0,011	0,7007 p=0,000	0,7473 p=0,001	0,3822 p=0,160

Modelo B (0,9259)= 0,9259*NE

Error estándar de la pendiente= 0,1189 ($t_{14}=7,7854$, $p<0,000$)

$F_{1-14}= 60,613$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,799

Tabla 21 Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Bahía Orange. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,5373 p=0,039	0,7593 p=0,001	0,5449 p=0,036

Modelo B (0,4703)= 0,4703*NE

Error estándar de la pendiente= 0,0585 ($t_{14}= 9,6886$, $p<0,000$)

$F_{1-14}= 64,460$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,809



Tabla 22. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Puerto Toro. La relación seleccionada para estimar la biomasa (kilogramos) se destaca con números ennegrecidos.

	Longitud total en metros (LT)	Diámetro de disco centímetros (DD)	Número de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Biomasa Húmeda (kilogramos)	0,5404 p=0,005	0,5571 p=0,004	0,4288 p=0,032	0,4581 p=0,021

Modelo B (1,4543)= 1,4543*DD

Error estándar de la pendiente= 0,19047 ($t_{24}=7,6357$, $p<0,000$)

$F_{1-24}= 58,304$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,696

Tabla 23. Valores de coeficientes de relación de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *M. pyrifera* de Puerto Toro. La relación seleccionada para estimar la longitud (metros) se destaca con números ennegrecidos.

	Diámetro de disco centímetros (DD)	Numero de estipes (NE)	Altura de disco centímetros (AD)
Longitud (metros)	0,5002 p=0,011	0,4958 p=0,012	0,2230 p=0,284

Modelo B (0,3413)= 0,3413*DD

Error estándar de la pendiente= 0,038 ($t_{24}=8,9664$ $p<0,000$)

$F_{1-24}= 80,396$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,761

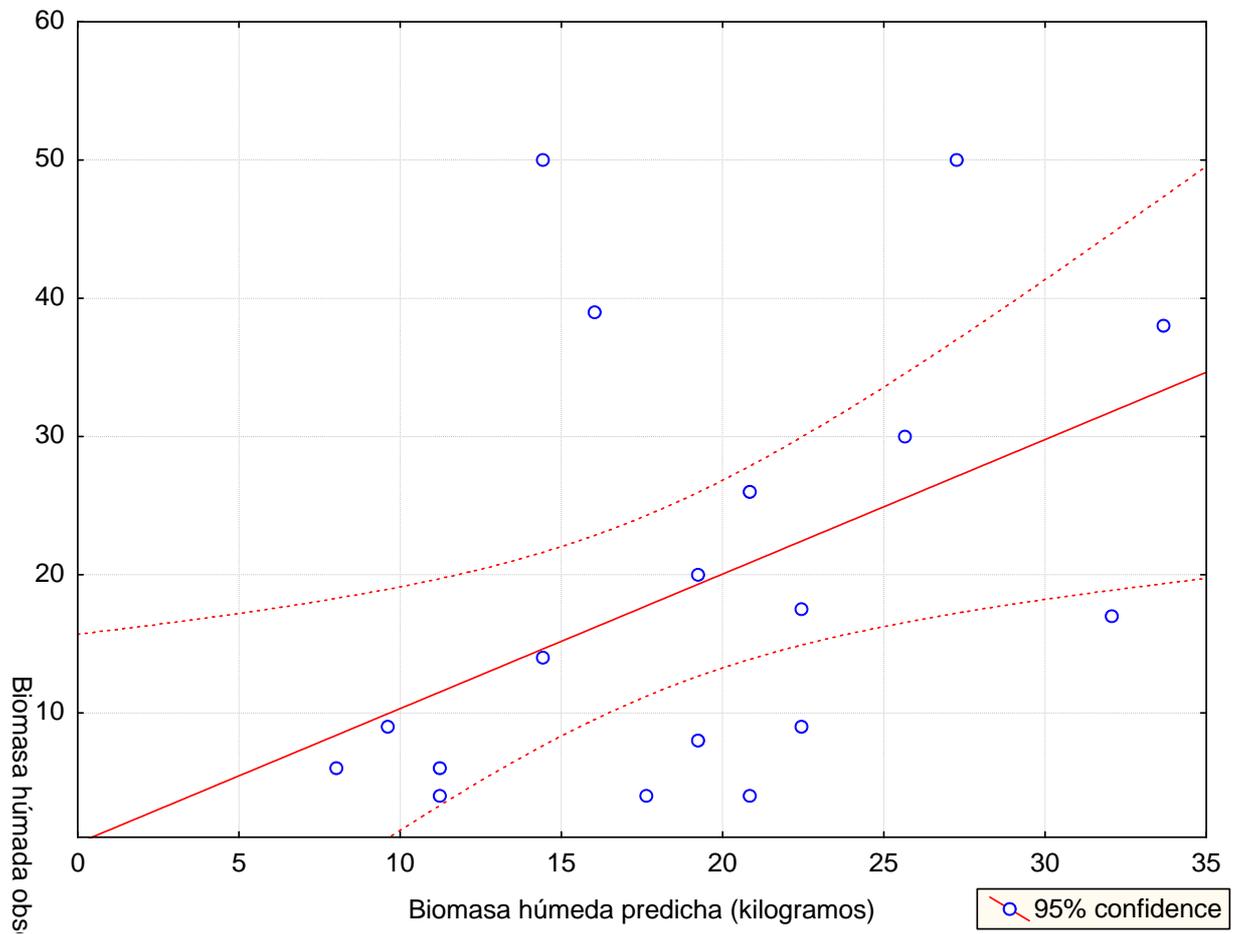


Figura 20. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir número de Estipes por planta por planta de la población de *Macrocyctis pyrifera* en estudio de Isla Tamar, ubicada en la provincia de Ultima Esperanza, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena..

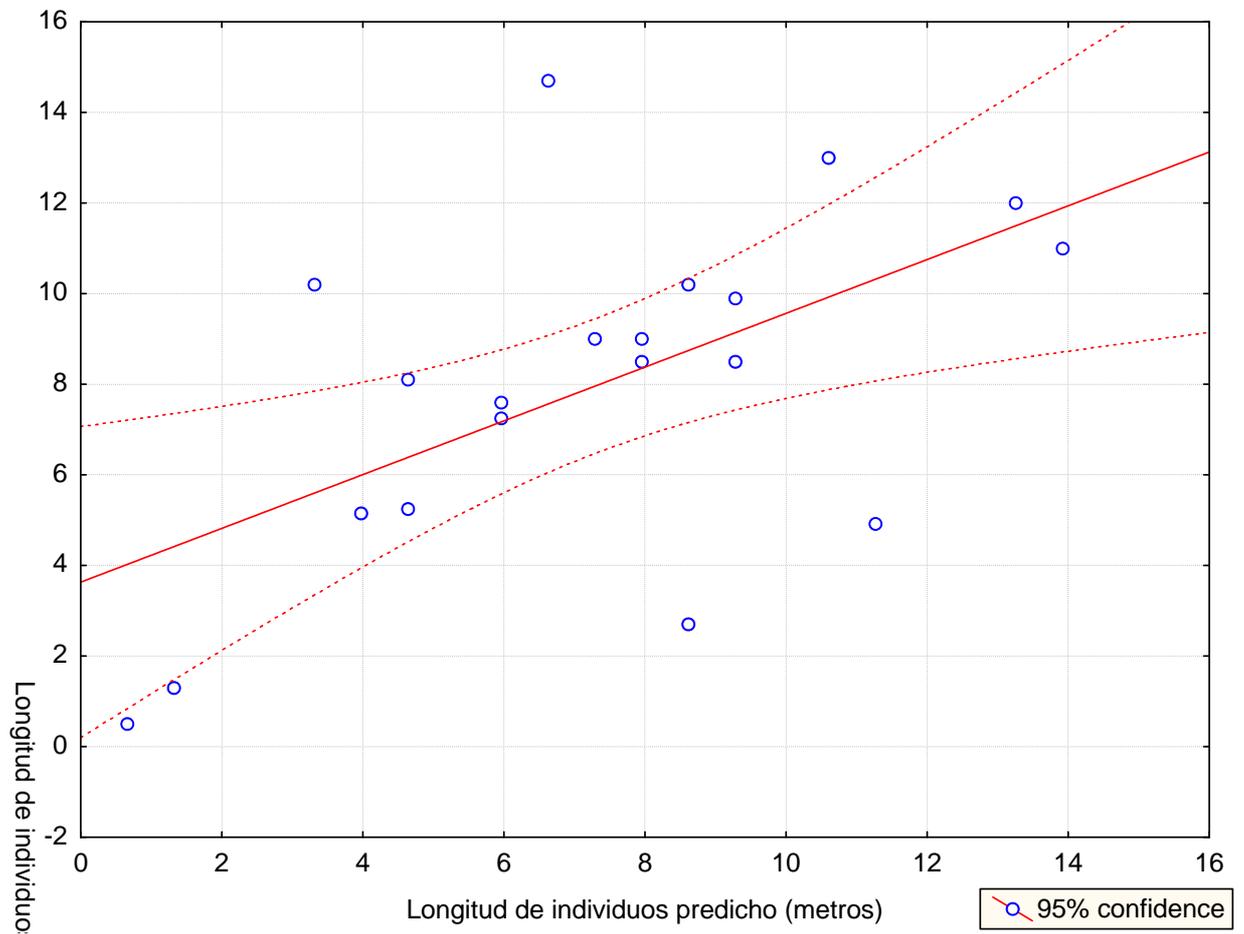


Figura 21. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir Numero de Estipes por planta por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla Tamar, provincia de Ultima Esperanza, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

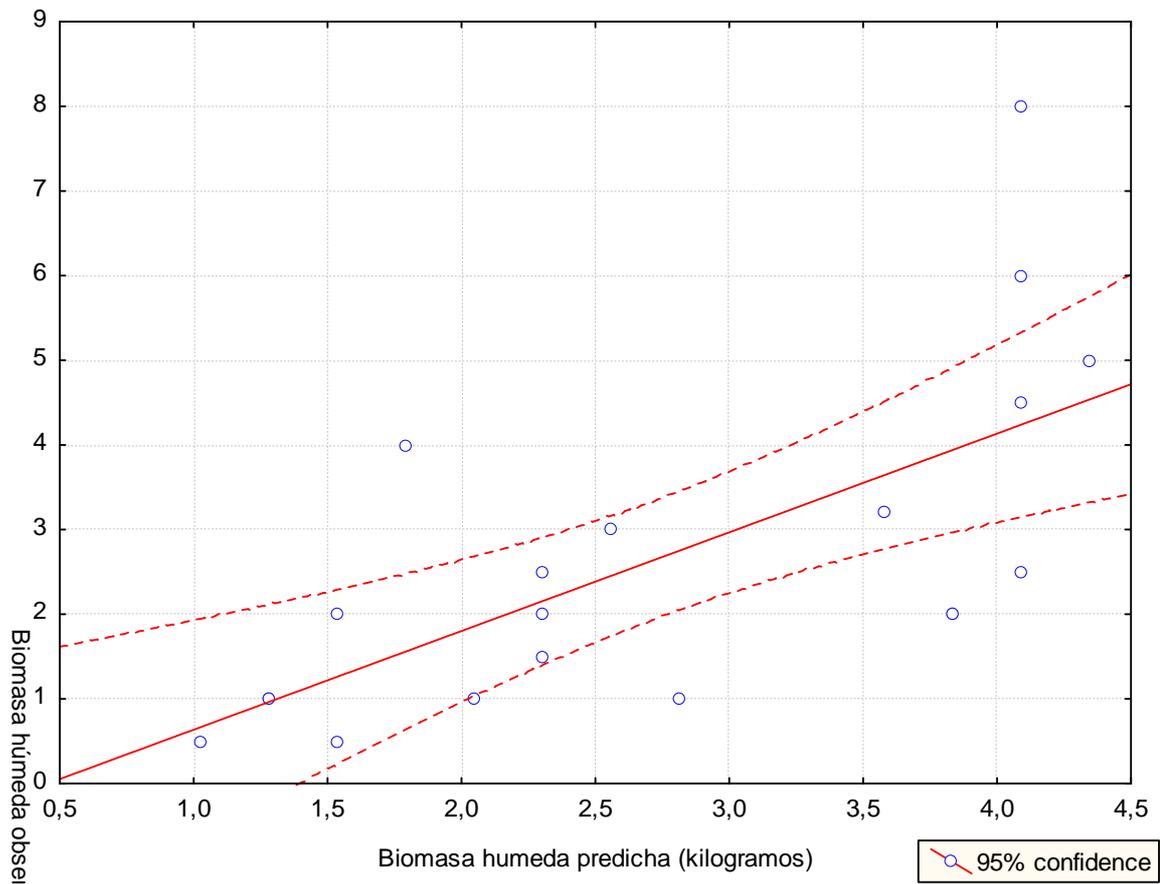


Figura 22. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir de la Altura de Disco (centímetros) por planta de la población de *Macrocyctis pyrifera* en estudio de Bahía El Águila, ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena

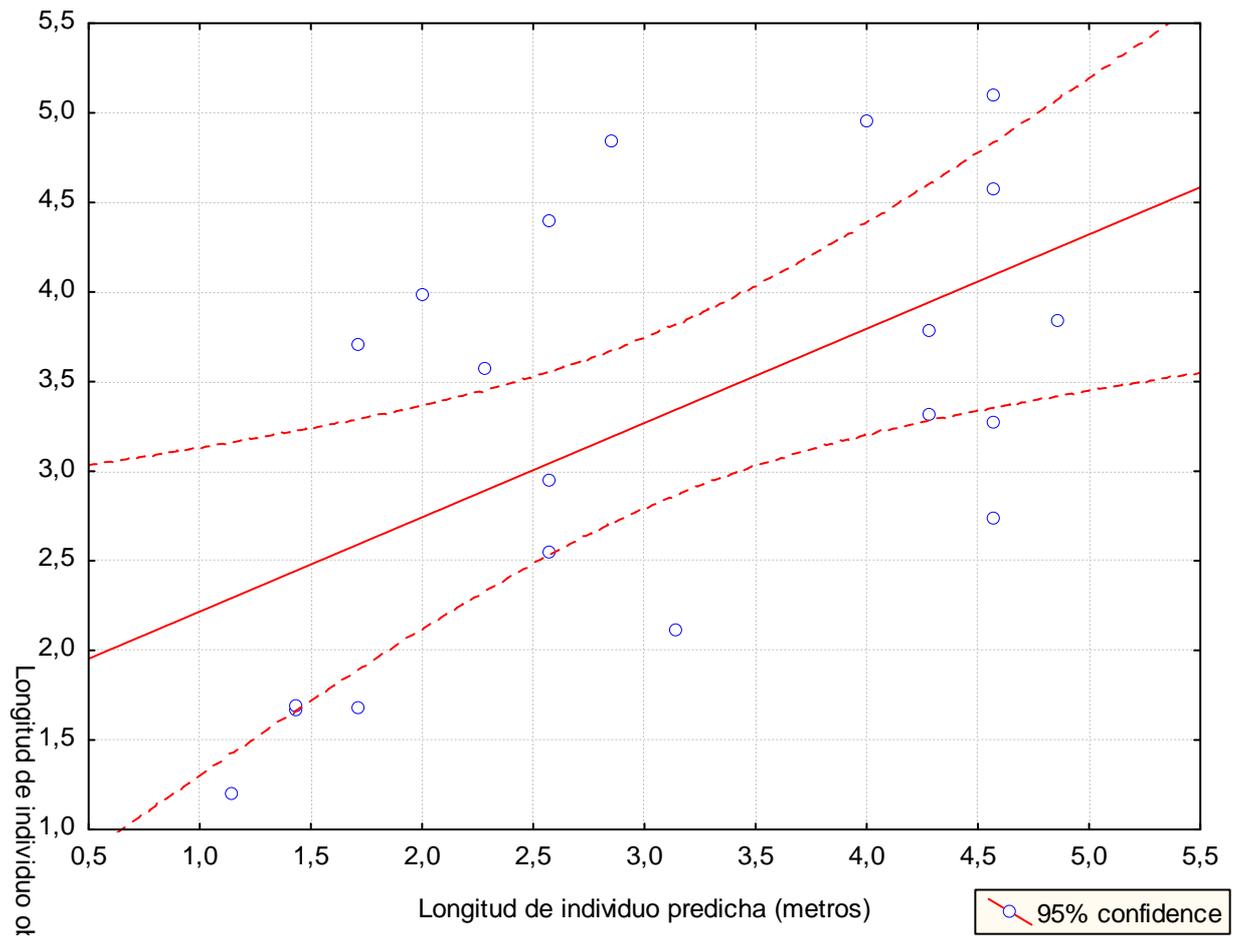


Figura 23. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir de la Altura de disco (cm) observados por planta de la población de *Macrocyctis pyrifera* en estudio de Bahía El Águila ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

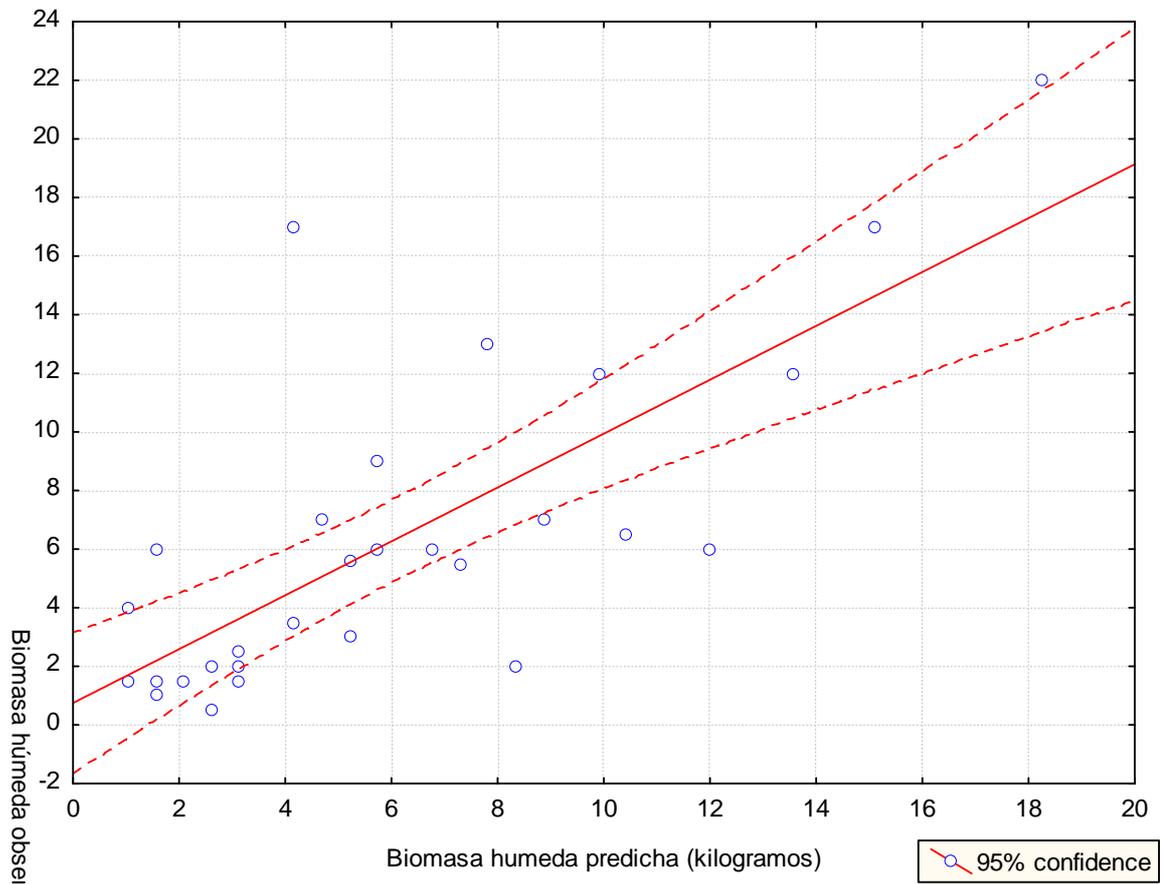


Figura 24. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

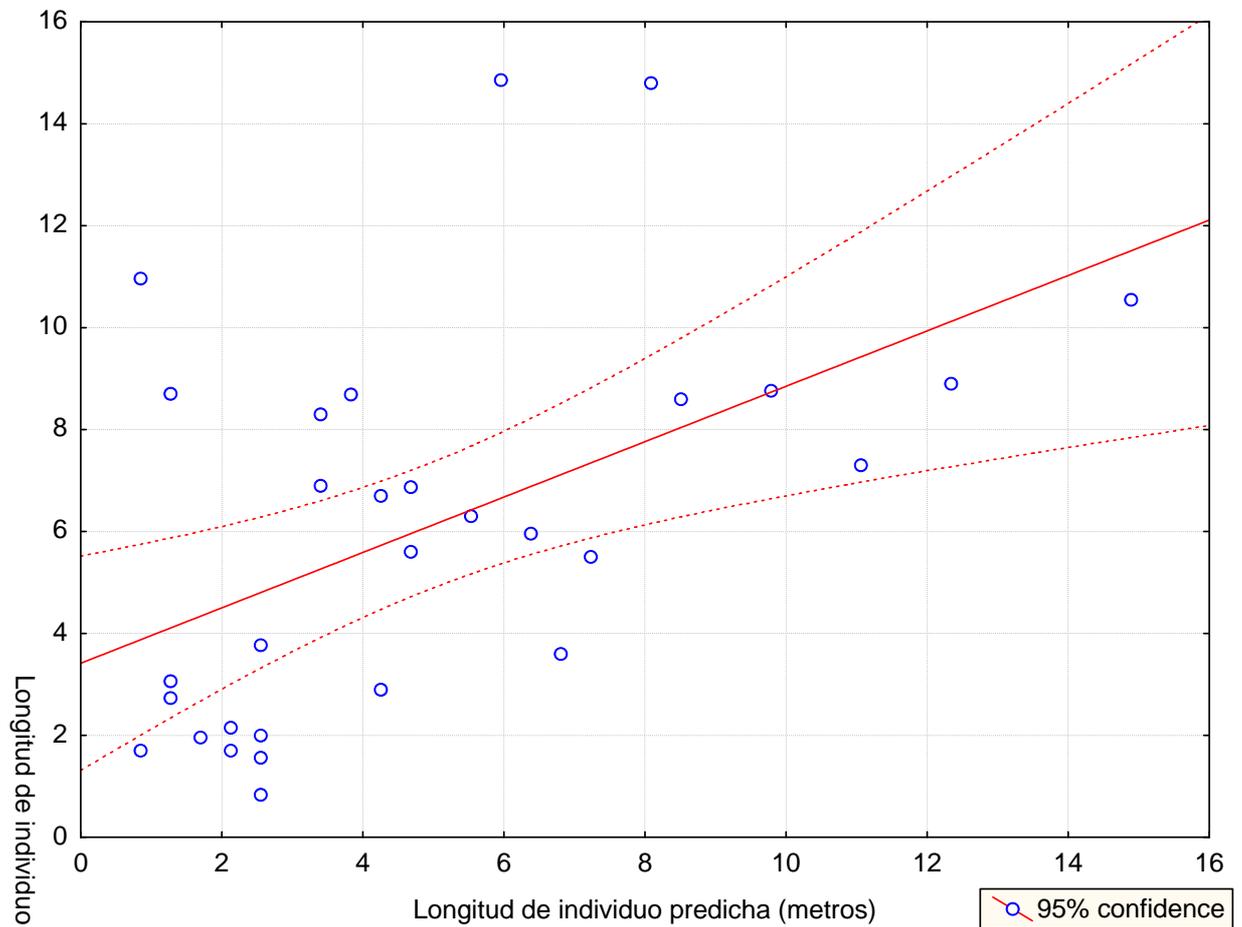


Figura 25. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

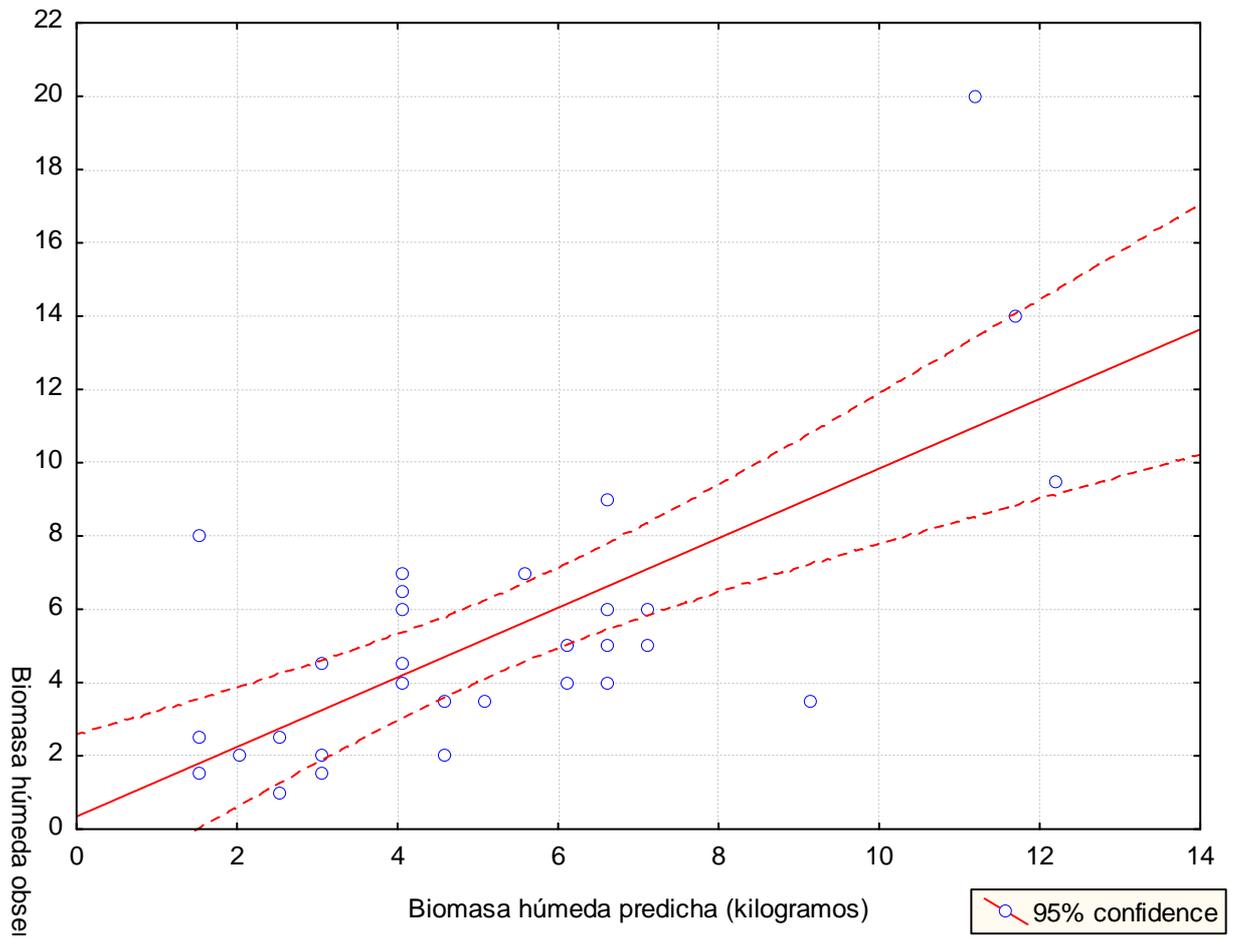


Figura 26. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

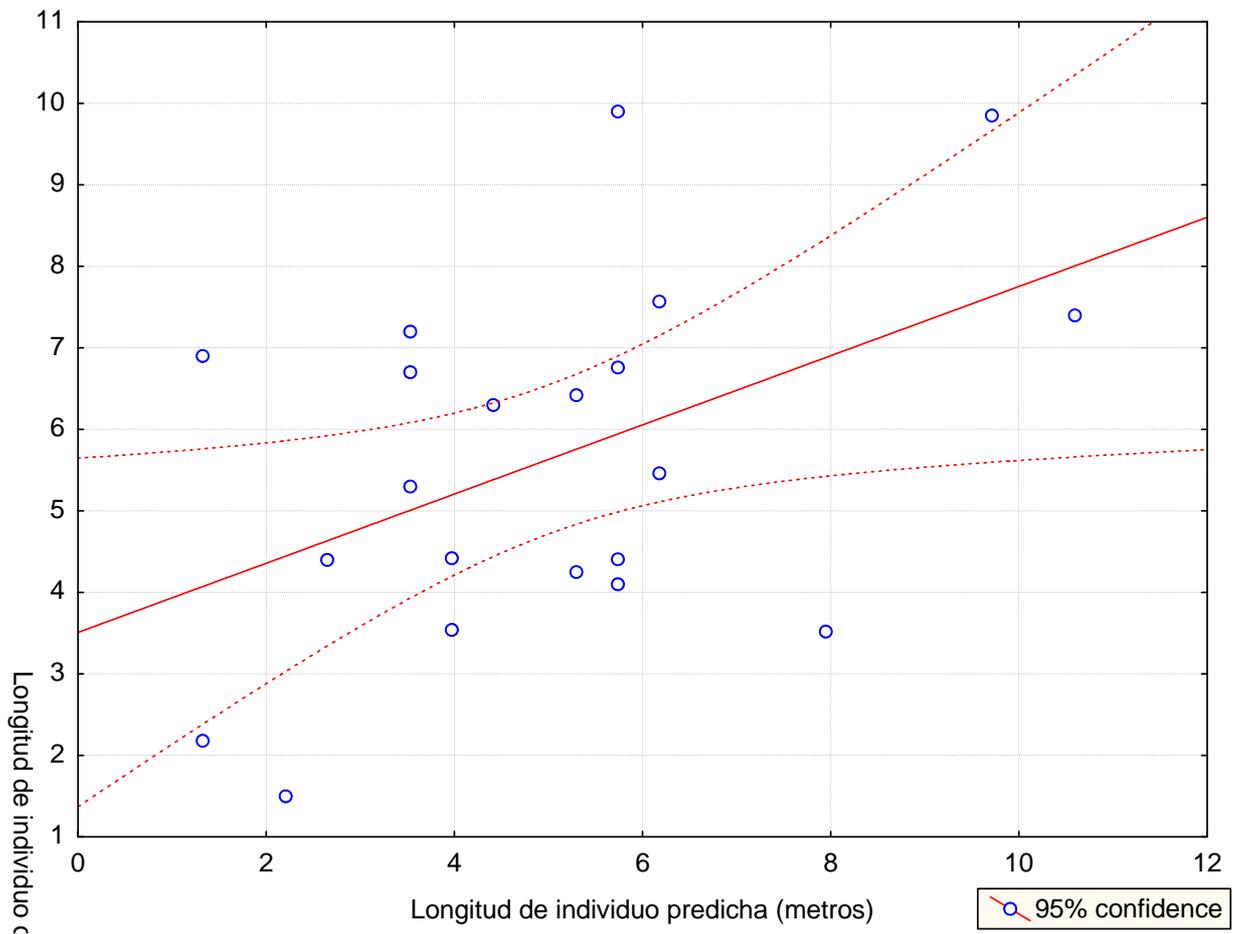


Figura 27. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada en el Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

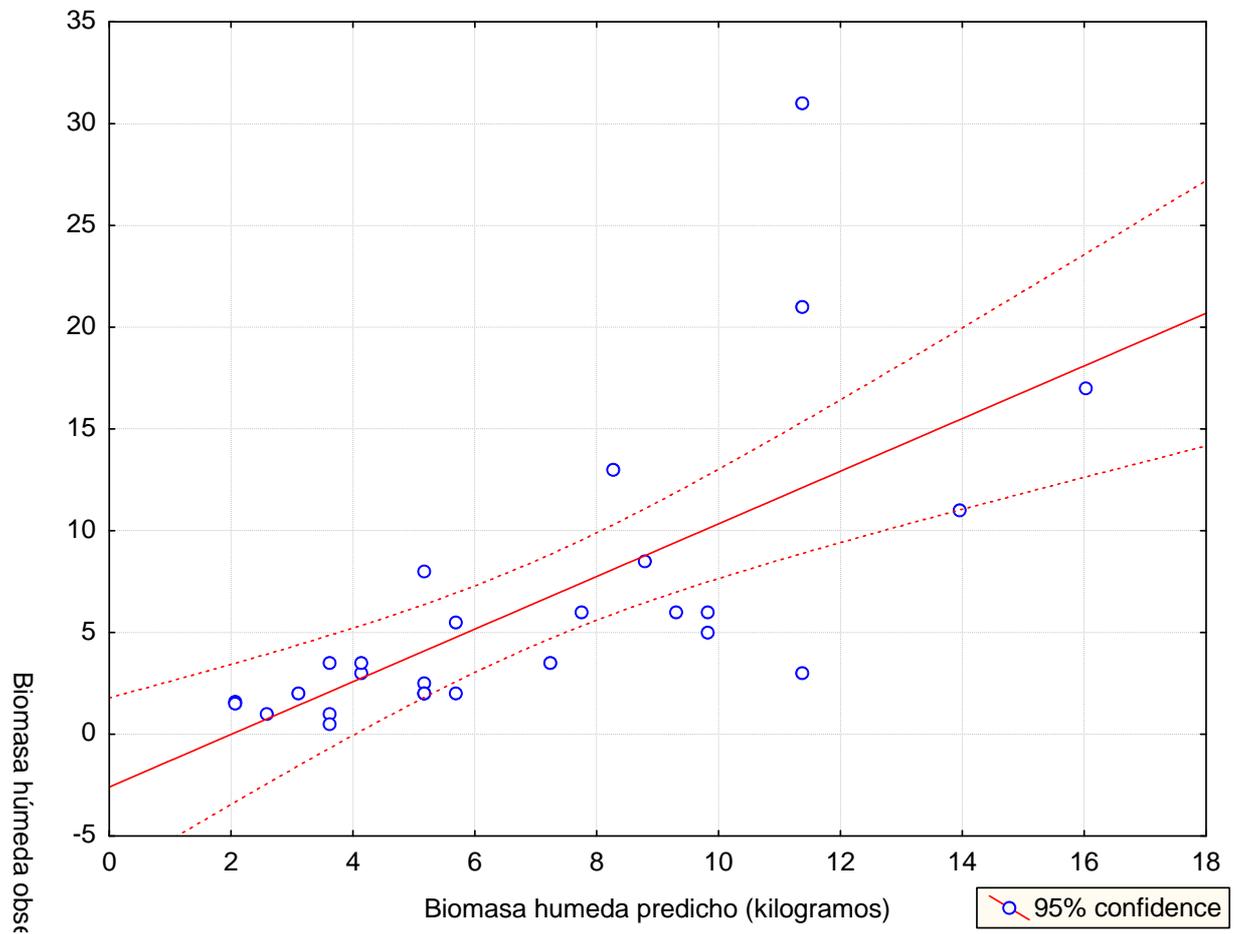


Figura 28. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla London ubicada en el brazo noroeste del Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

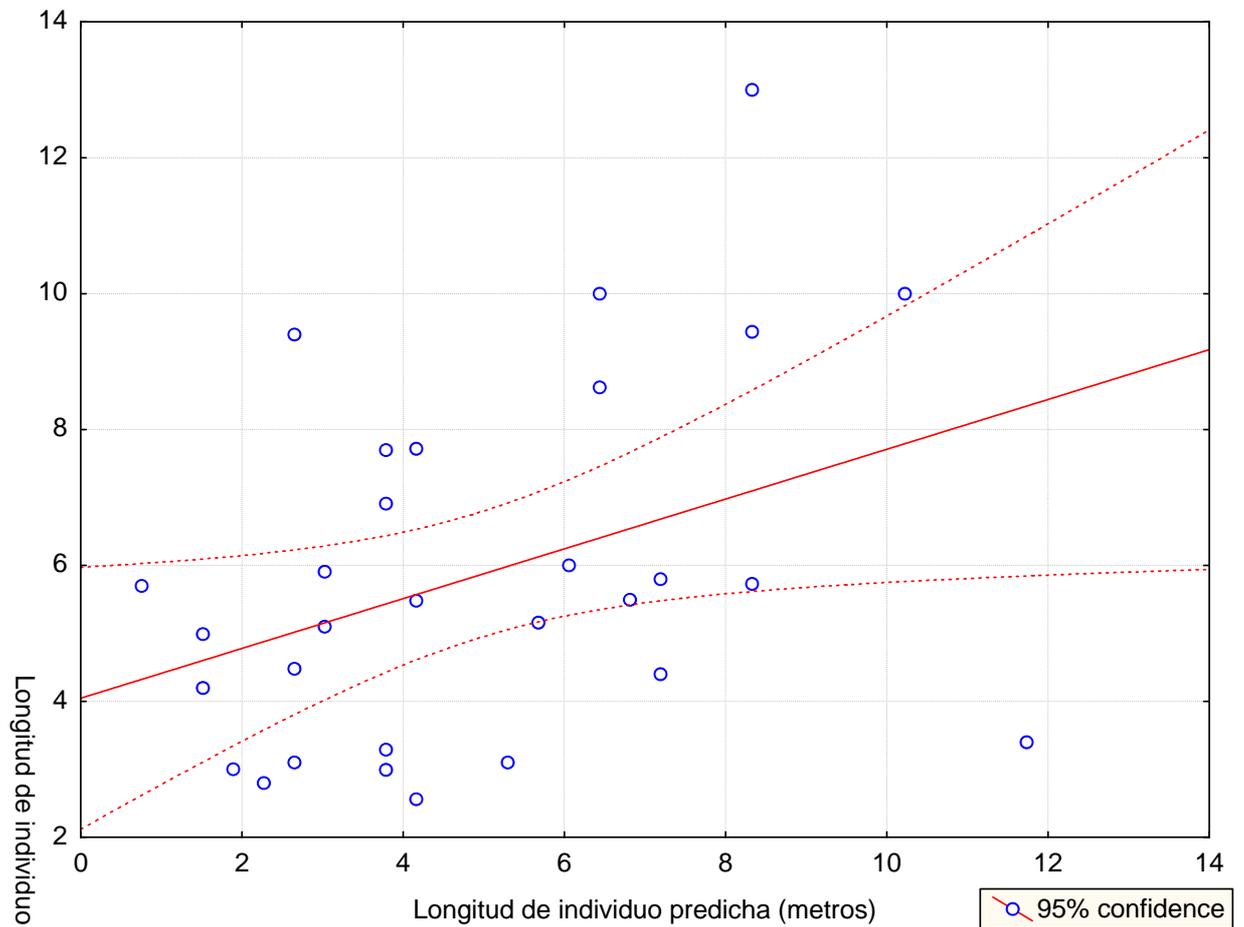


Figura 29. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Isla London ubicada en el Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

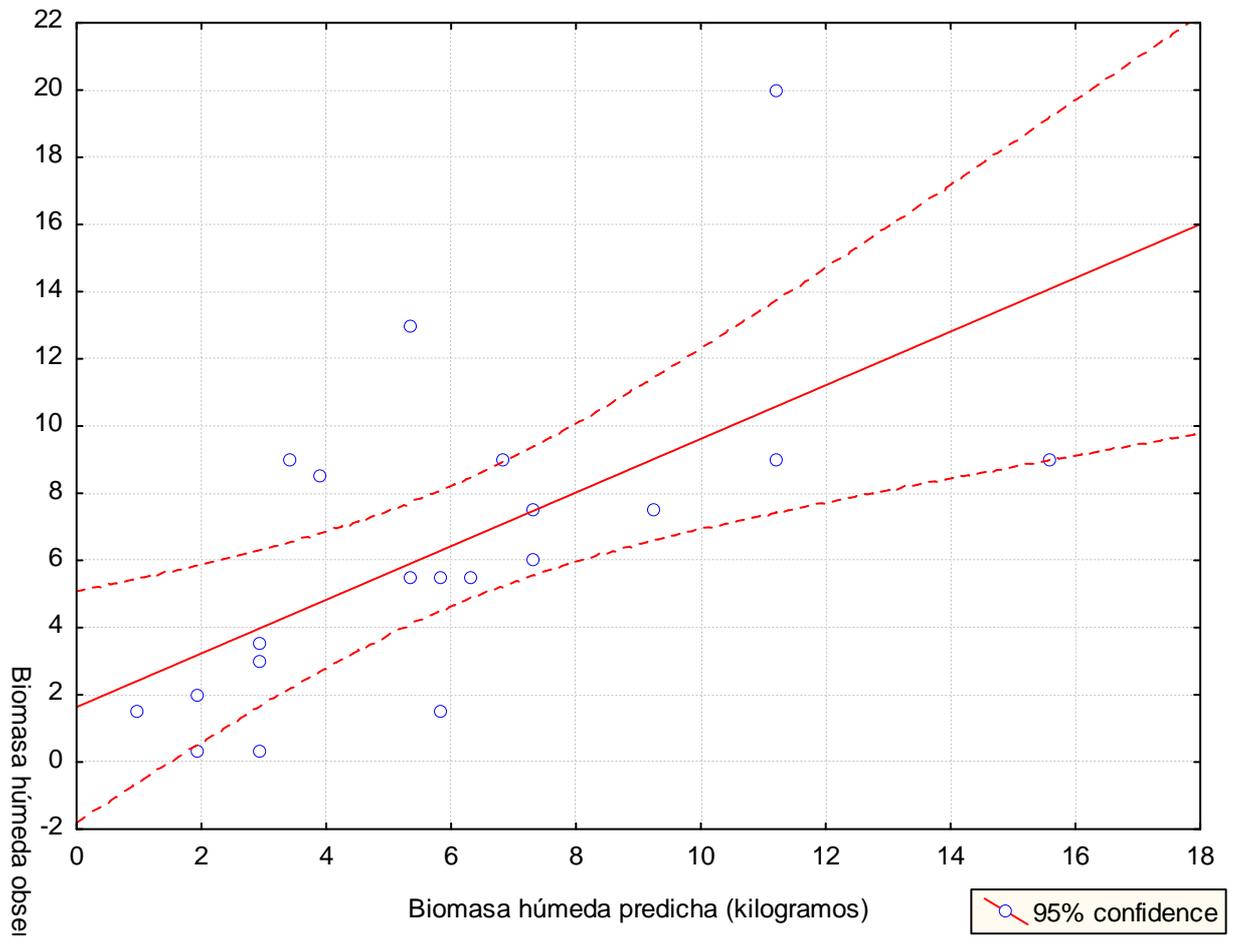


Figura 30. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de Estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Caleta Olla ubicada en el brazo noroeste del Canal Beagle, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

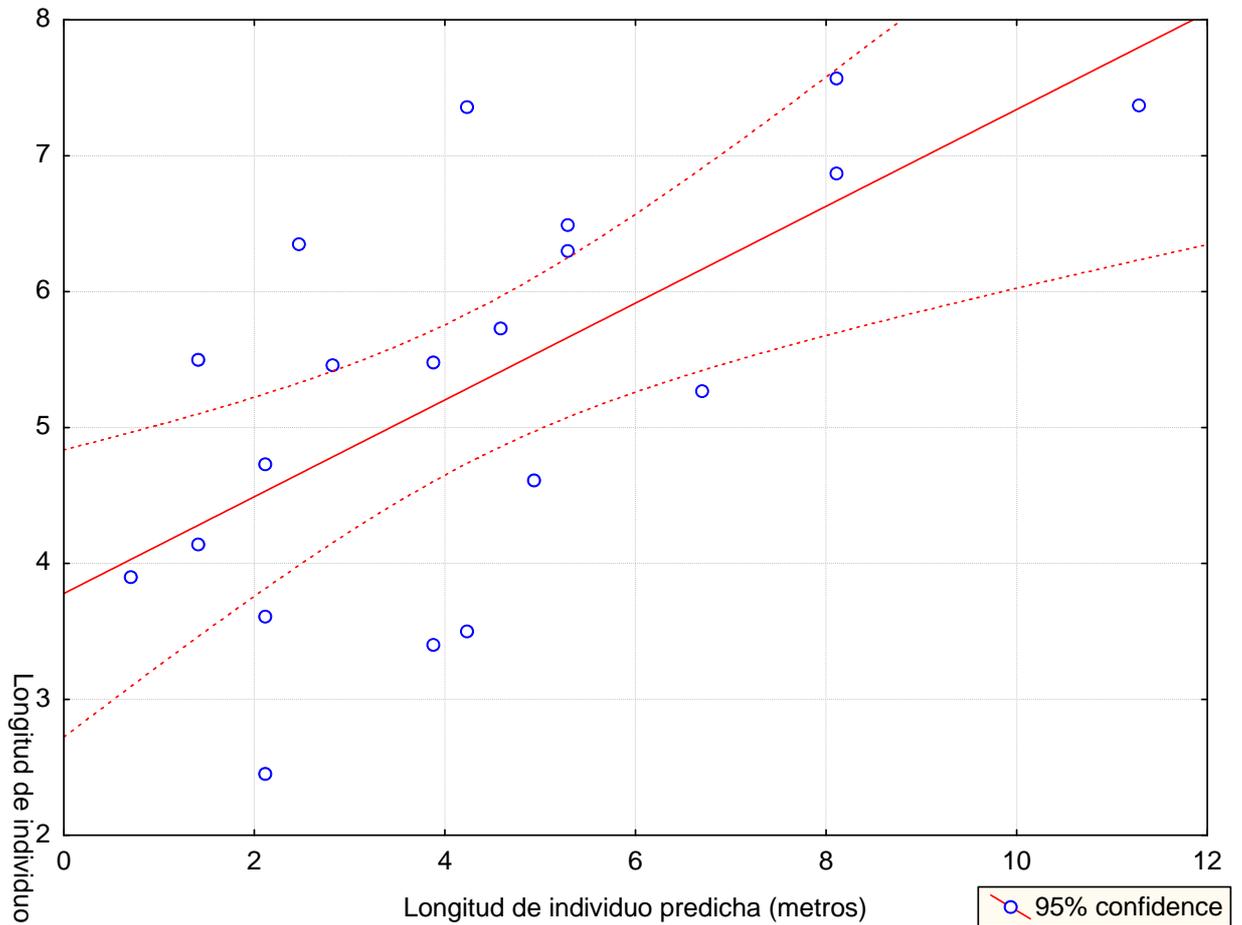


Figura 31. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (metros) y la predicha a partir del número de Estipes observados por planta de la población de *Macrocyctis pyrifera* en estudio de Caleta Olla ubicada en el brazo noroeste del Canal Beagle, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

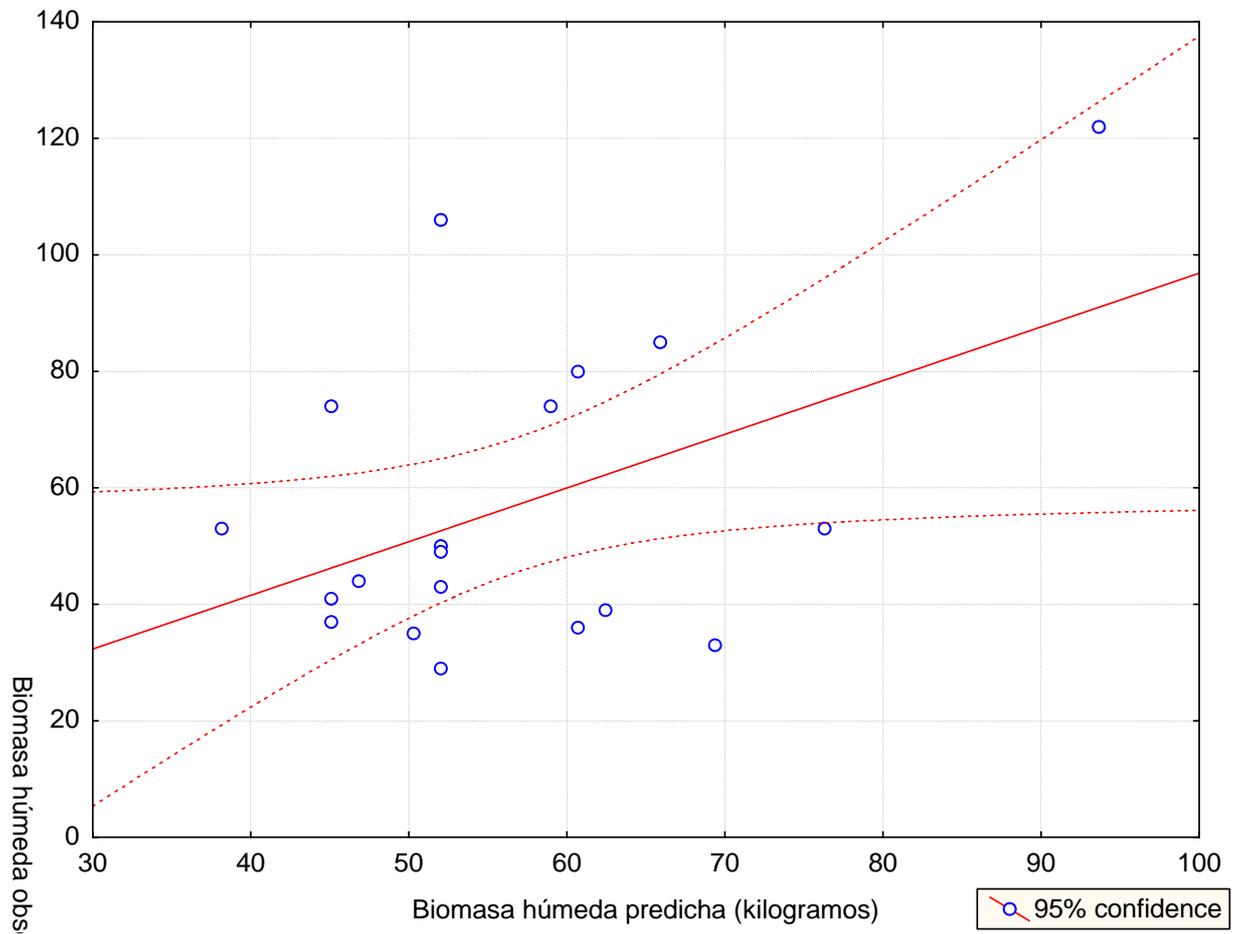


Figura 32. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Bahía Tekenika, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

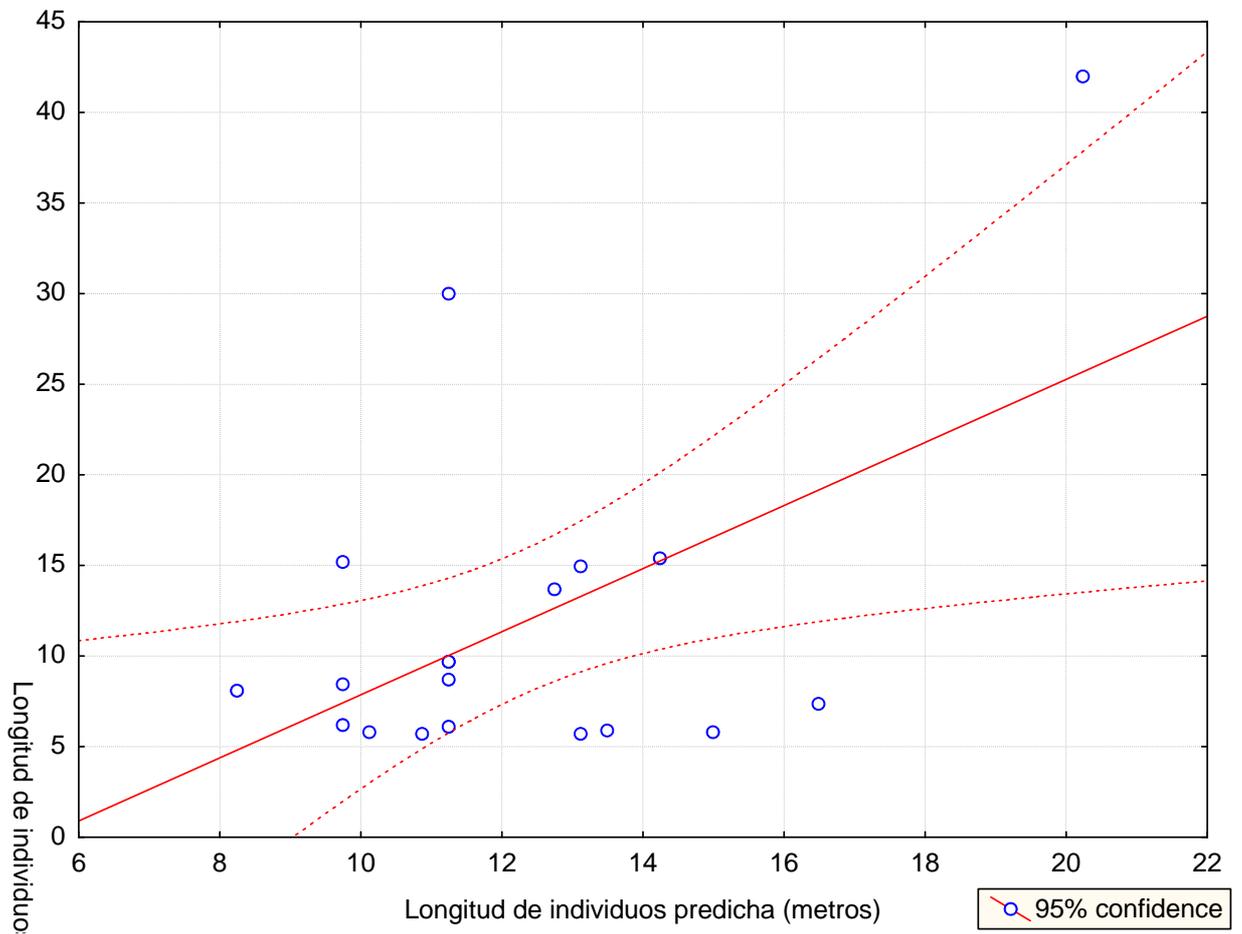


Figura 33. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del diámetro de disco observado por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Tekenika, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

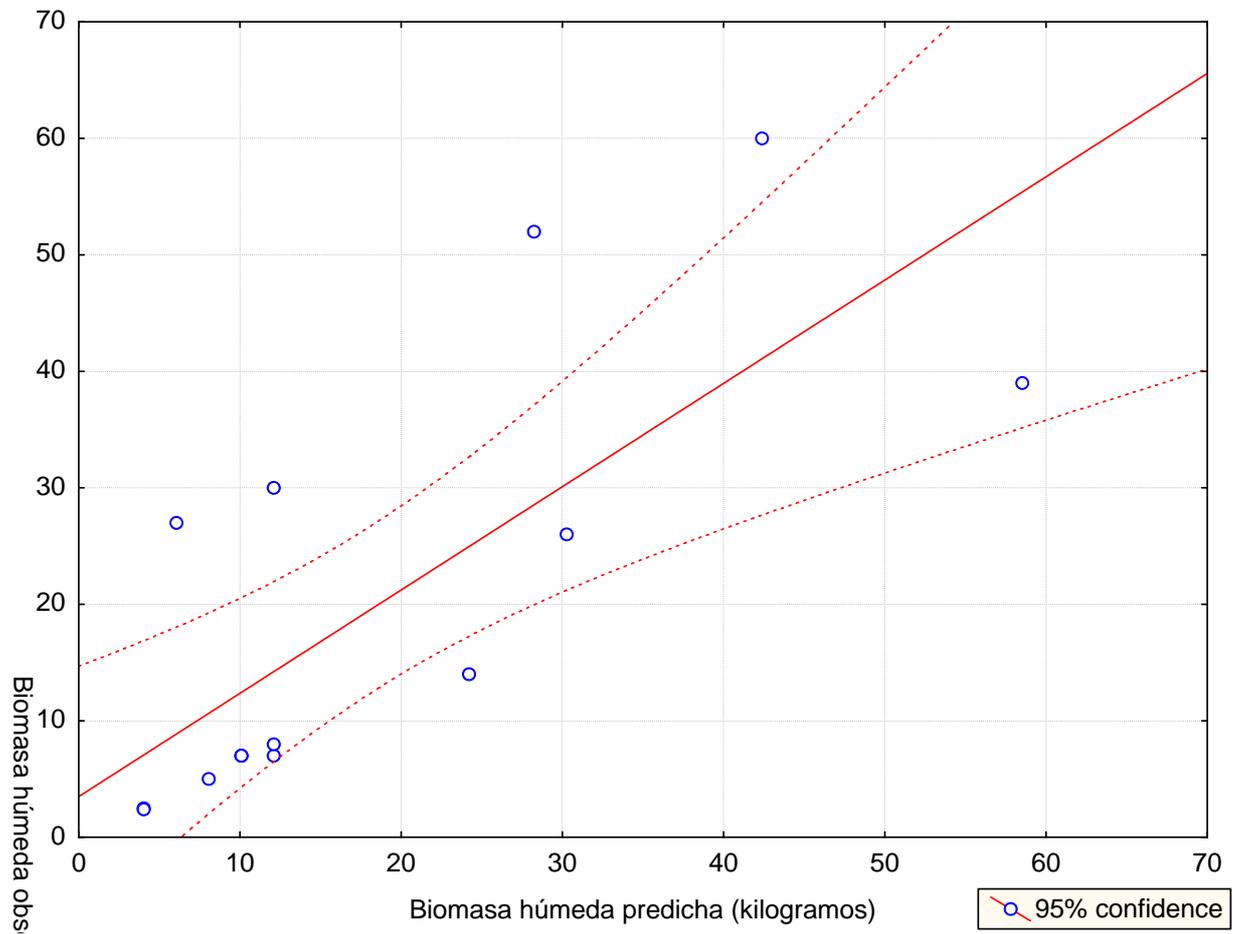


Figura 34. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del número de estipes por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Bahía Orange, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena

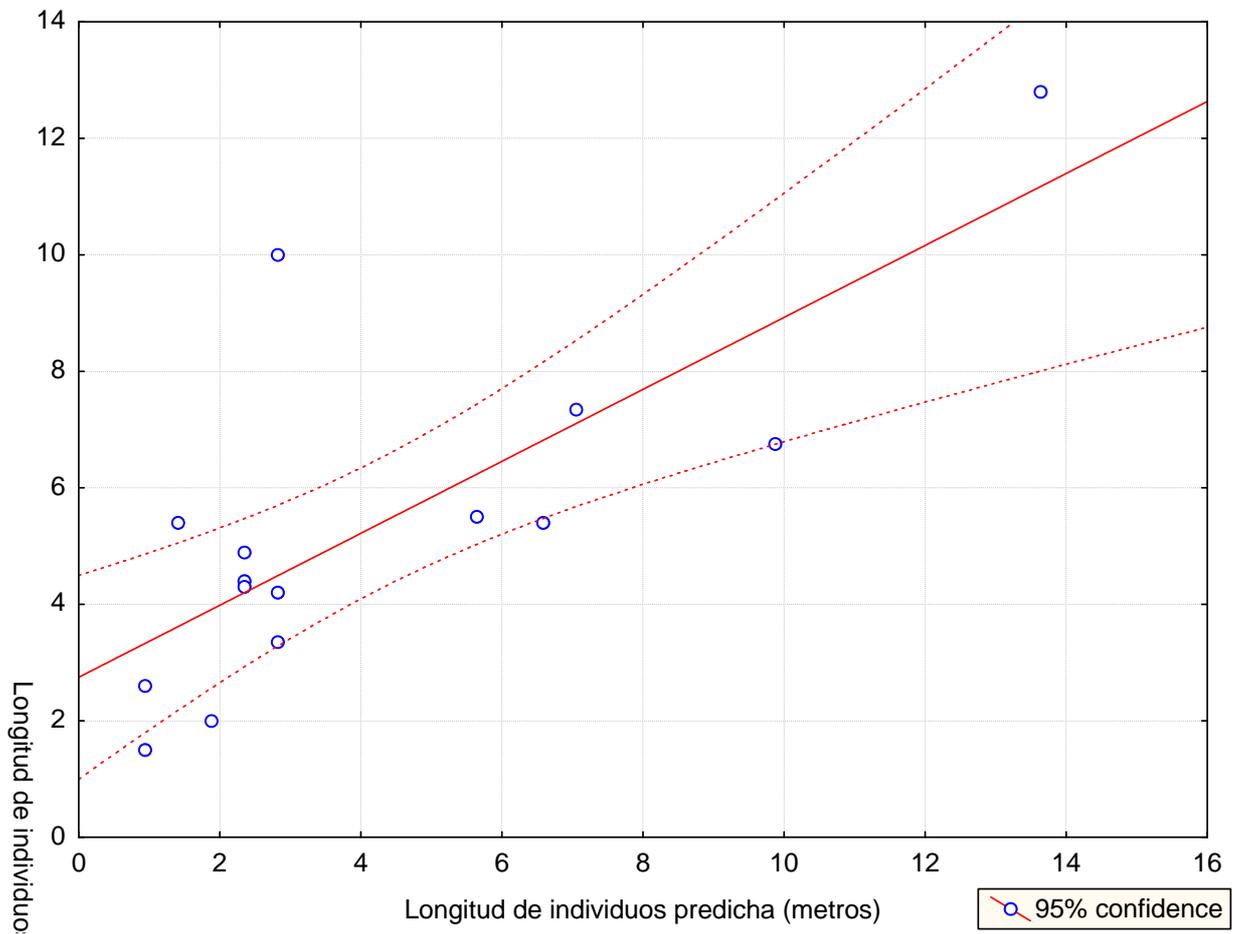


Figura 35. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del Numero de estipes observado por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Orange, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

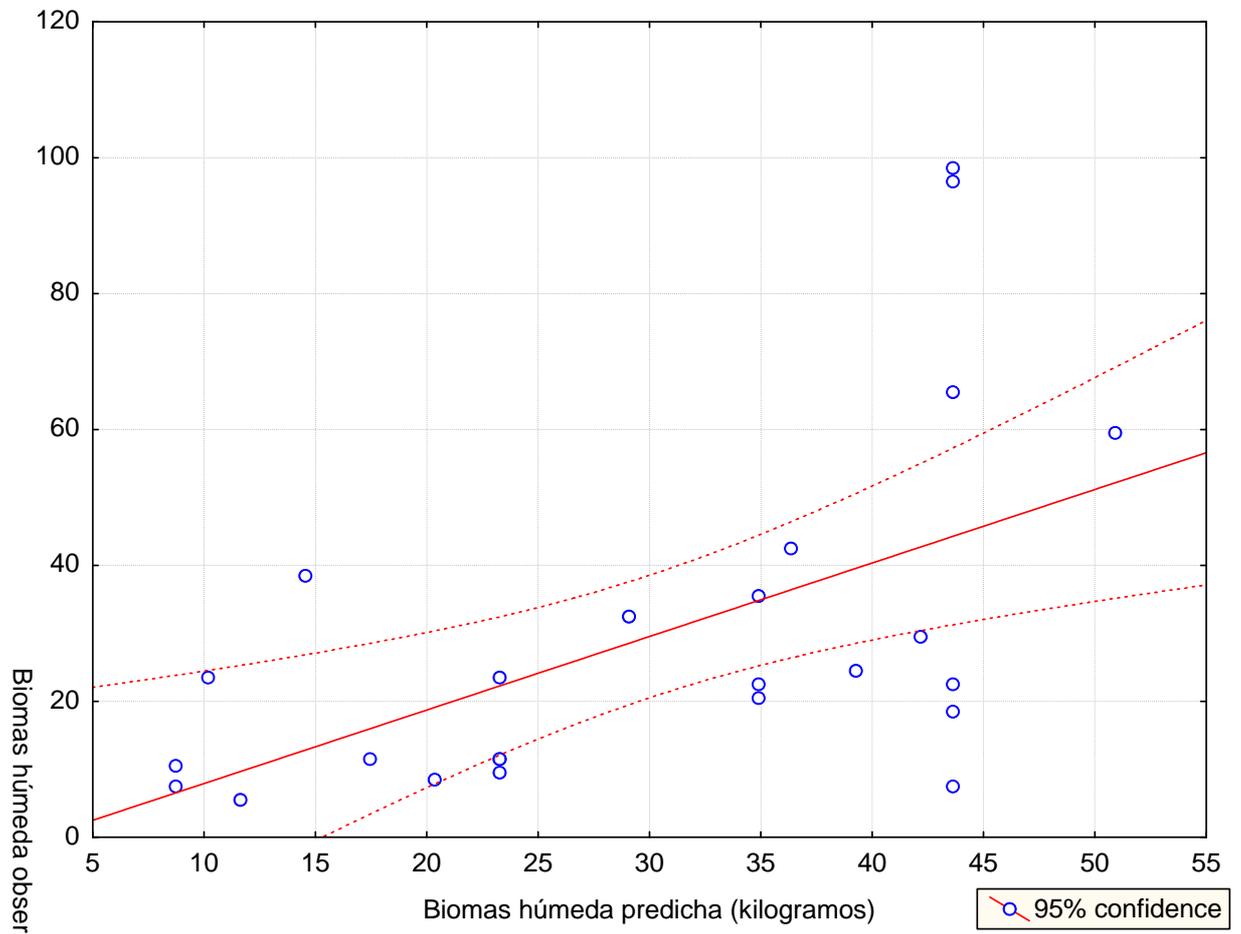


Figura 36. Correlación morfométrica entre la Biomasa observada (kg/ Planta) y la predicha a partir del Diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Puerto Toro, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

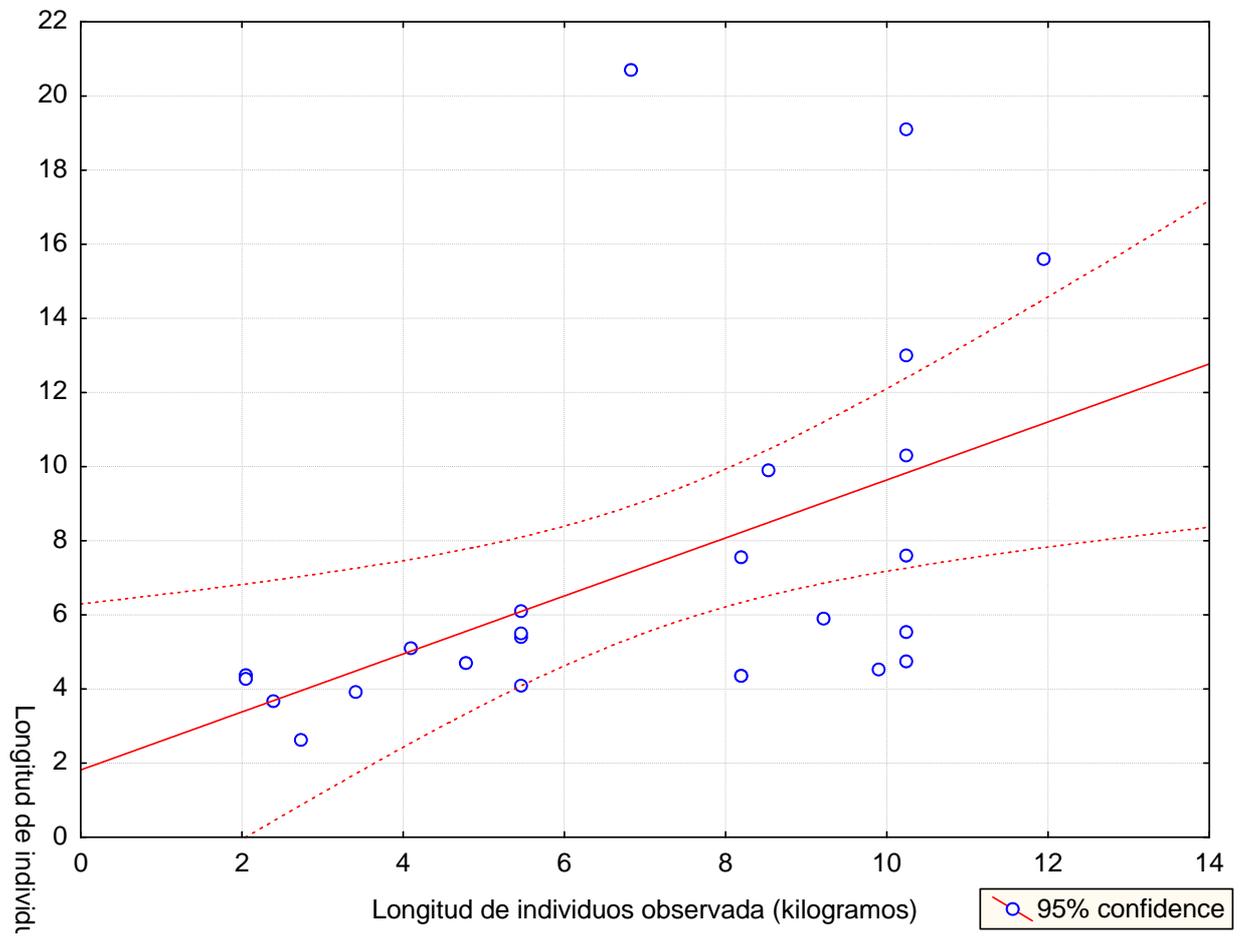


Figura 37. Correlación morfométrica entre la Longitud de individuo (m) y la predicha a partir del Diámetro de disco por planta de la población de *Macrocystis pyrifera* en estudio de Puerto Toro, provincia de Cabo de Hornos, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.



Para el caso de *Durvillaea* al igual que *Macrocystis* se obtuvo un ajuste significativo y bueno. Para las poblaciones de *D. antarctica* los análisis de regresión múltiple de Isla Tamar (Fig. 36, Tabla 24) Isla Carlos III (Fig. 39, Tabla 25), Seno Duntze (Fig. 40, Tabla 26) e Isla London (Fig. 41, Tabla 27), mostraron que el mejor modelo en cada caso era univariado y equivalente al modelo simple elegido, dicha información es resumida en las regresiones que incluyen el valor estimado de la pendiente, décima del valor de pendiente ($b=0$, Prueba de t), estadísticos del análisis de varianza, y el coeficiente de determinación (R^2) ajustado. En las tablas de análisis de correlación se destaca ennegrecido el indicador elegido para proyectar la biomasa de individuos en las poblaciones de *D. antarctica*. Las figuras 28, 29 y 30 presentan la correlación entre la biomasa predicha y observada para cada una de las praderas en estudio. Por lo anterior, estos modelos simples fueron los utilizados para estimar la biomasa de cada pradera, actuando en la práctica como un factor de corrección.

Tabla 24. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *D. antarctica* de Isla Tamar (Provincia de Ultima Esperanza). Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.

	Longitud Total de fronda (LT)	Diámetro del Disco (DD)	Numero de estipes (NE)	Diámetro del estipe mayor (DE)
Biomasa	0,8240 p=0,00	0,7483 p=0,000	0,2203 p=0,260	0,5388 p=0,003

Modelo B (0,7483) = 224.68* DD

Error estándar de la pendiente= 30,7598 ($t_{26}= 5,751539$, $p=0,000$)

$F_{(1,29)}= 33,080$

R^2 ajustado= 0,560

Tabla 25. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *D. antarctica* de Isla Carlos III. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.

	Longitud Total de fronda (LT)	Diámetro del Disco (DD)	Numero de estipes (NE)	Diámetro del estipe mayor (DE)
Biomasa	0,3968 p=,030	0,6318 p=,000	0,4238 p=,020	0,1869 p=,323

Modelo B (0,8749) = 206,484* DD

Error estándar de la pendiente= 0,0899 ($t_{29}=9,732147$, $p=0,000$)

$F_{(1,29)}= 94,715$ ($p<0,000$)

R^2 ajustado= 0,757



Tabla 26. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *D. antarctica* de Seno Duntze. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.

	Longitud Total de fronda (LT)	Diámetro del Disco (DD)	Numero de estipes (NE)	Diámetro del estipe mayor (DE)	Longitud del estipe mayor (LE)
Biomasa	0,6852 p=,000	0,7524 p=,000	-- p= ---	0,6480 p=,000	0,2624 p=,154

Modelo B (0,8753)= 179,879* DD

Error estándar de la pendiente= 0,0855 ($t_{32}= 10,24128$ p=0,000)

$F_{(1,32)}= 104,88$

R^2 ajustado= 0,7589

Tabla 27. Valores de coeficiente de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la población de *D. antarctica* de Isla London. Se destaca en números ennegrecidos la relación seleccionada para estimar la biomasa.

	Longitud Total de fronda (LT)	Diámetro del Disco (DD)	Numero de estipes (NE)	Diámetro del estipe mayor (DE)	Longitud del estipe mayor (LE)
Biomasa	0,6538 p=0,000	0,8318 p=0,000	0,6157 p=0,000	0,5891 p=0,001	0,1908 p=0,313

Modelo B (0,8739)= 224,72* DD

Error estándar de la pendiente= 0,0903 ($t_{29}=9,732$, p=0,000)

$F_{(1,29)}= 93,723$ (p<0,000)

R^2 ajustado= 0,7555

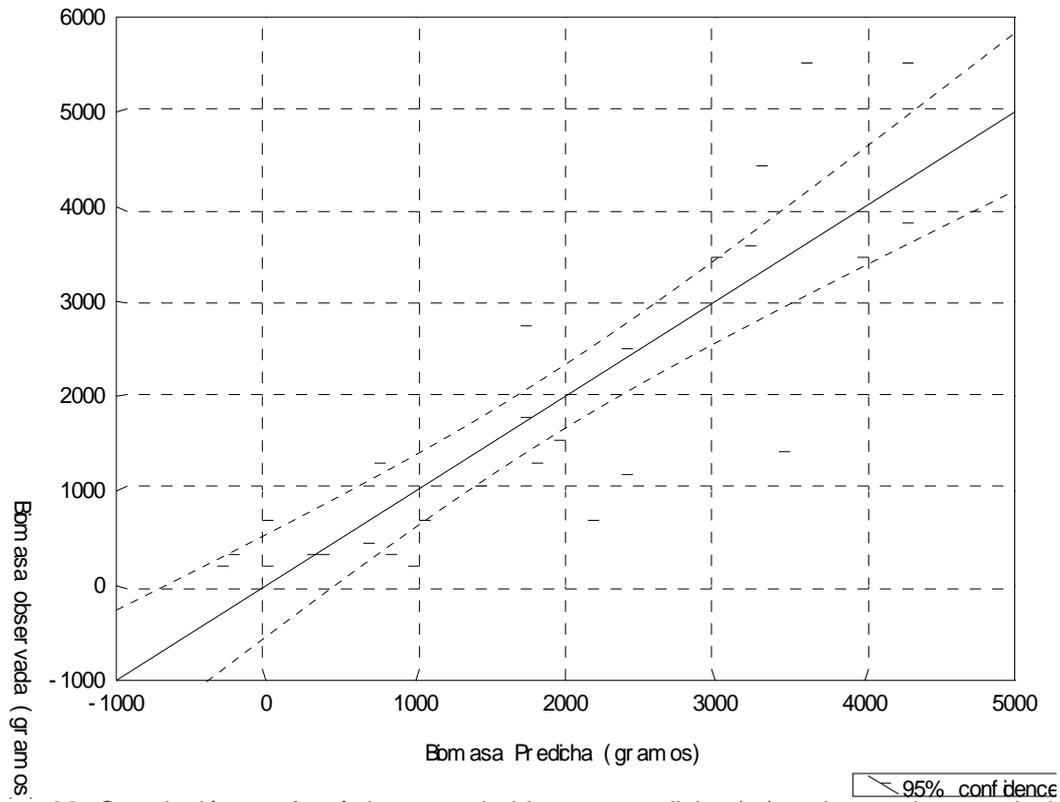


Figura 38. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla Tamar ubicada en Cabo Paso Tamar, Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

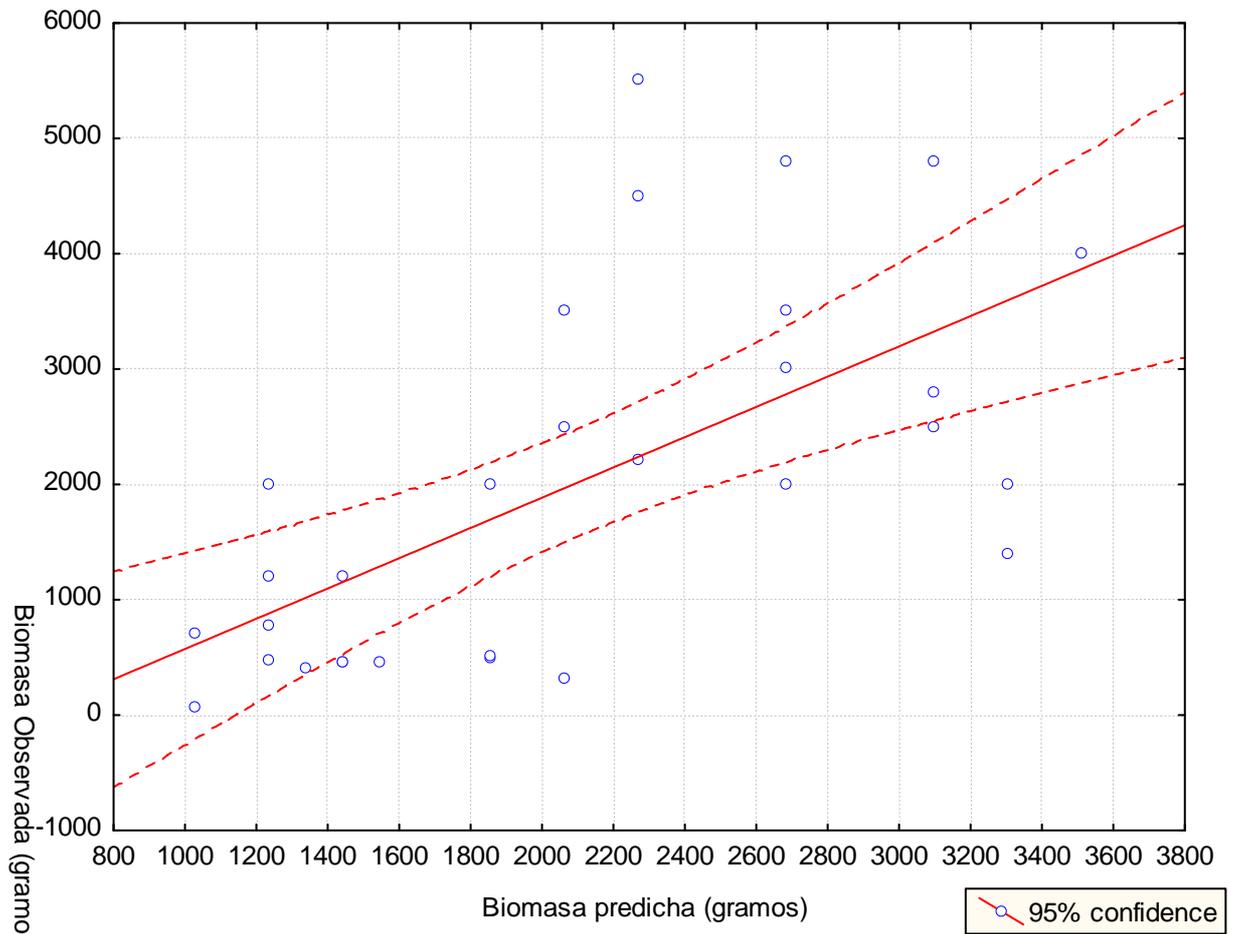


Figura 39. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla Carlos III ubicada en el Estrecho de Magallanes, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

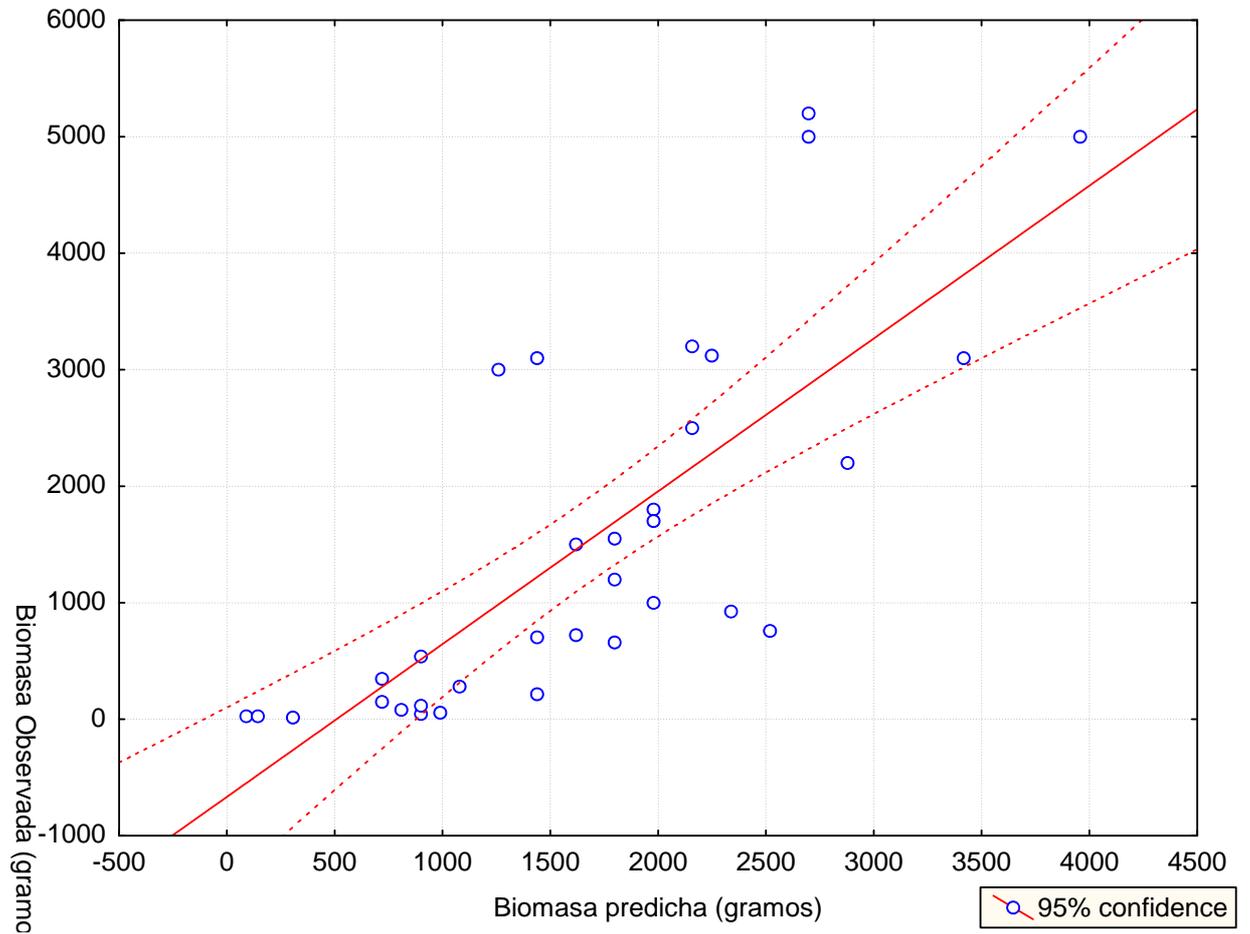


Figura 40. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable Diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada Canal Cockburn, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

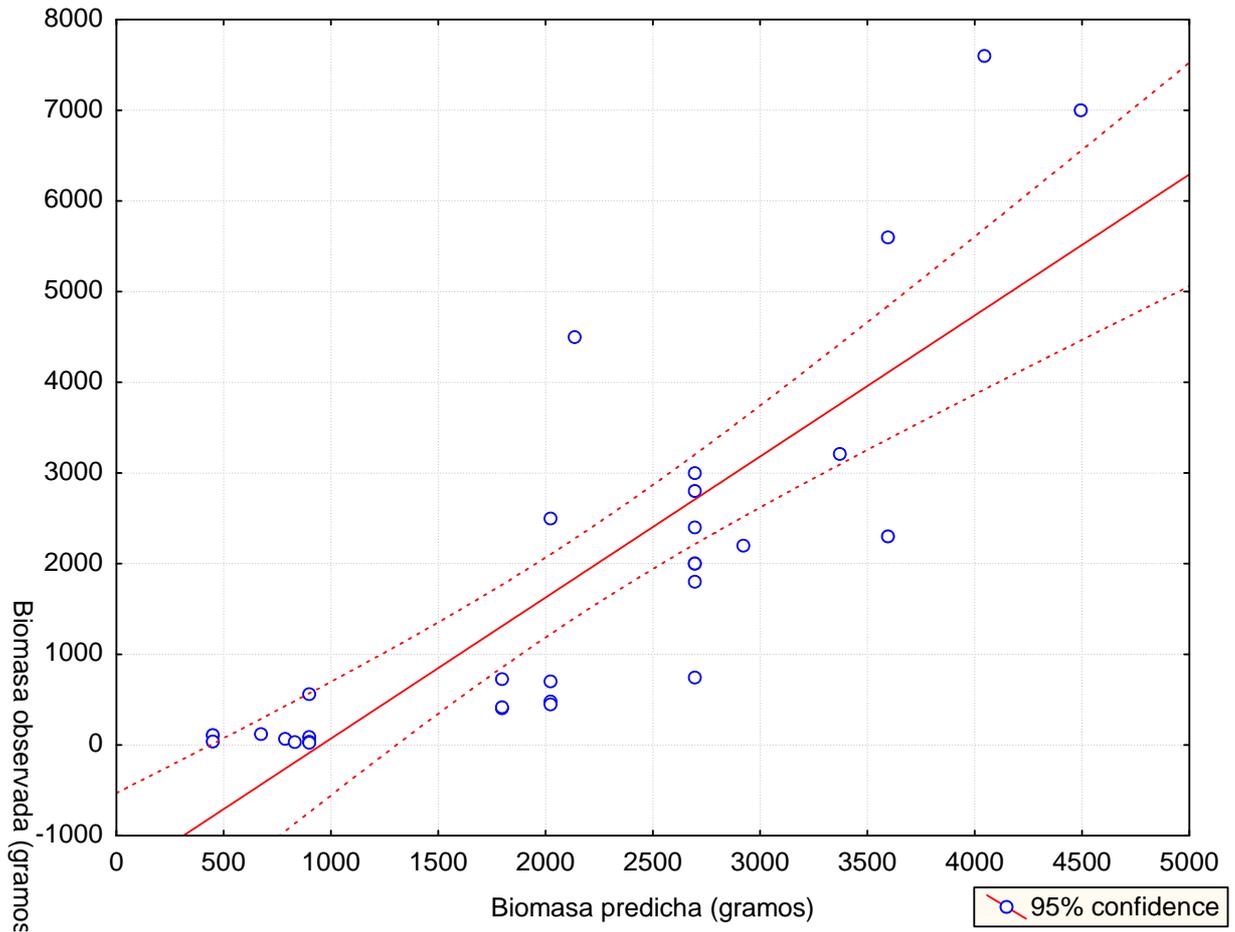


Figura 41. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha (gr) y observada a partir de la variable diámetro del disco (cm) de las frondas de *Durvillaea antarctica* de la población de Isla London ubicada en el brazo noroeste del Canal Brecknock, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

d) Caracterización de las praderas

• Características oceanográficas

En las localidades de estudio (Isla Carlos III, Seno Duntze, Isla London, Caleta Olla, Caleta Murray y Bahía Aguila) se procedió coleccionar antecedentes oceanográficos de la columna de agua durante un ciclo anual.

Invierno 2006

Se observó que la columna de agua dada la escasa profundidad presenta una evidente homogeneidad térmica (Tabla 28), halina (Tabla 29) y en términos de densidad (Tabla 30). La temperatura indicó que tiende a ser más baja en superficie que cerca del fondo, lo cual puede representar la influencia del clima local sobre las capas superiores; ésta fluctuó en 0,11 °C entre superficie y fondo, y estuvo en torno a 7,49 °C. La salinidad mostró escasa variación en profundidad, fluctuando entre 31,1 y 31,3 PSU, siendo 4 PSU menor que el agua de mar



promedio. La densidad mostró que las aguas son salobres, con una clara y evidente disminución de 24 unidades de Sigma-t.

Al comparar los resultados entre zonas de muestreo se observa que ambas localidades ubicadas al norte del canal Cockburn (Carlos III y Duntze) poseen una temperatura levemente superior en 0,4 °C respecto de la Isla London (Tabla 28). Similar situación se observó con la salinidad en que se registraron valores intermitentes de salinidades en torno a 29 PSU demostrando que este sector puede tener importante influencia de agua dulce respecto de las otras dos localidades (Tabla 29). La densidad mostró que al norte del canal Cockburn la densidad varía entre 23 y 24 unidades de sigma-t, mientras que en la Isla London lo hizo entre 22 y 23 unidades de sigma-t (Tabla 30).

Primavera 2006

En este período estacional se observó también que la columna de agua dada la escasa profundidad presenta una evidente homogeneidad térmica (Tabla 28), halina (Tabla 29) y en términos de densidad (Tabla 30). La temperatura promedio mostró que fue levemente inferior respecto de la detectada en invierno. Esta situación se podría deber el incorporar una localidad más austral que podrían hacer disminuir la temperatura media. La salinidad mostró escasa variación en profundidad y mostró que las aguas son salobres, aumentando la salinidad hacia la zona de Caleta Olla, posiblemente señalando la influencia de aguas del océano Atlántico o antárticas. La densidad mostró gran homogeneidad vertical y una disminución de ella desde la zona sur a la norte en la región de Magallanes. Dicho gradiente es más evidente en primavera, en que se incorporó la localidad de Caleta Olla.

Verano 2007

Durante esta campaña se obtuvieron antecedentes oceanográficos en tres localidades: Carlos III, Duntze e Isla London. La temperatura (Tabla 28) aumentó respecto a las dos campañas oceanográficas previas y varió entre 8,14 y 8,57, siendo mayor la temperatura en el sector de Carlos III. La Salinidad (Tabla 29) se mantuvo relativamente constante respecto de las dos campañas previas, aunque se observó que en la zona de Isla London la salinidad fue mayor que en la zona de Carlos III.

La densidad promedio se mantuvo relativamente estable en el lapso estudiado y fluctuando entre 23,8824 (otoño) y 24,5408 (primavera). En enero se notó un leve aumento hacia la zona más austral.

Otoño 2007

Durante esta campaña se obtuvieron antecedentes oceanográficos sólo en dos localidades: Isla Carlos III e Isla London. En este caso la temperatura (Tabla 28) fue mayor hacia el sector de Carlos III y en la zona de estudio varió entre 7,68 y 8,19 °C. La salinidad (Tabla 29) en el otoño varió levemente, aunque tendió a ser superior en la zona de Carlos III. La densidad del



agua (Tabla 30) en este período fue mayor en la zona de Carlos III y se registró la menor densidad promedio respecto a las otras campañas oceanográficas.

Tabla 28. Análisis comparado de la temperatura (5 m profundidad) en seis localidades de la región de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de *Macrocystis pyrifera*. Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad térmica vertical de la columna de agua. Valores expresados en °C. SR = sin registro.

Localidad	Invierno 06	Primavera 06	Verano 07	Otoño 07
Carlos III	7,53	7,48	8,14	8,19
Bahía Aguila	S.R.	7,32	S.R.	S.R.
Seno Duntze	7,33	6,86	8,37	S.R.
Isla London	6,98	6,83	8,57	7,68
Caleta Olla	S.R.	6,35	S.R.	S.R.
Promedio	7,155	6,968	8,360	7,935
Desviación	0,175	0,400	0,215	0,360

Tabla 29. Análisis comparado de la salinidad (5 m profundidad) en cinco localidades de la región de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de *Macrocystis pyrifera*. Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad halina vertical de la columna de agua. Valores expresados en PSU. S.R. = Sin registro.

Localidad	Invierno 06	Primavera 06	Verano 07	Otoño 07
Carlos III	31,1168	31,0694	30,8500	30,9659
Bahía Aguila	S.R.	31,0690	S.R.	S.R.
Seno Duntze	31,0191	31,2989	31,2570	S.R.
Isla London	31,0523	31,1913	31,4653	30,3699
Caleta Olla	S.R.	31,4918	S.R.	S.R.
Promedio	31,0627	31,3346	31,1908	30,6679
Desviación	0,0497	0,1106	0,3129	0,4214

Tabla 30. Análisis comparado de la densidad (5 m profundidad) en cinco localidades de la región de Magallanes consideradas para el estudio de las praderas de *Macrocystis pyrifera*. Se incluye solo un valor dado la gran homogeneidad vertical de la columna de agua. Valores expresados en unidades de sigma-t. S.R. Sin registro.

Localidad	Invierno 06	Primavera 06	Verano 07	Otoño 07
Carlos III	24,2904	24,2605	23,9936	24,0803
Bahía Aguila	S.R.	24,2610	S.R.	S.R.
Seno Duntze	24,2414	24,5232	24,2833	S.R.
Isla London	24,3139	24,4422	24,4329	23,6844
Caleta Olla	S.R.	24,7397	S.R.	S.R.
Promedio	24,2819	24,5408	24,2366	23,8824
Desviación	0,0370	0,2005	0,2233	0,2799

•Tipo de sustrato.

En cada localidad y para ambas especies se evaluó el tipo de sustrato que predomina mediante un recuento al azar sobre el terreno (Fig. 42). Las especies a estudiar correspondieron al tipo de invertebrados y algas epilíticas o sea que para su sobrevivencia deben estar necesariamente afianzadas, mediante su sistema de fijación, a sustratos de tipo rocoso. Por lo tanto los tipos de sustratos predominantes que se consideraron en este estudio correspondieron a las categorías guijarro, canto rodado, bloque y macizo rocoso de la escala granulométrica de Wentworth-Uden modificada (Pettijohn 1963, ver Tabla 31).

Tabla 31. Categorías superiores de la escala granulométrica de Wentworth-Uden (modificada) empleadas en este estudio.

Tipo de sustrato	Dimensión (diámetro mayor medido en cm.)
Canto rodado	> 0,5 --- 5
Guijarro	> 5,0 --- 25
Bloque	> 25,0 --- 100
Macizo rocoso	> 100,0

Las categorías se estimaron en porcentaje mediante recuentos de 100 puntos al azar sobre el sustrato cuando éste era de tipo mixto. Se omitió este recuento cuando el sustrato a simple vista era uniformemente compuesto por un sólo tipo de sustrato (por ejemplo macizo rocoso, 100 %). Para determinar el tipo de sustrato se realizaron 7 estaciones a lo largo de cada pradera.



Figura 42. (A) Bloques de Carbonato de Calcio (Yeso) puestos en 3 áreas de la línea de marea en cada una de las poblaciones seleccionadas durante la estación de invierno en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. (B) Ejemplo de la ubicación de uno de los bloques después de 3 meses de instalado..



Macrocystis

Las poblaciones de *M. pyrifera* estudiadas en la Región de Magallanes se encuentran ubicadas en sectores con sustrato de tipo mixto. Un desglose indica que el 100% de las poblaciones estudiadas tiene sustrato de tipo guijarro y canto rodado, el 33% de las poblaciones tiene además de guijarro y canto rodado, sustrato tipo bloque, y el 44% de las poblaciones posee además de guijarro y canto rodado, sustrato del tipo macizo rocoso (poblaciones de Cabo Tamar, Isla Carlos III, Caleta Olla y Bahía Orange) (Tabla 32). En la población de bahía El Águila, Seno Duntze, Caleta Olla y Bahía Tekenika el sustrato intermareal presenta poca pendiente de entre unos 10°- 20°. Para las poblaciones de Isla Carlos III, Isla London y Puerto Toro las pendientes aumentan llegando a un grado de inclinación cercano a los 45° (Tabla 32).

Tabla 32. Tipos de sustrato predominante para poblaciones de *M. pyrifera* en las diferentes localidades estudiadas en la Región de Magallanes.

Localidad (Lat.; Long)	Inclinación del sustrato	Granulometría (*)	Tipo de roca	Observaciones al material lítico
Cabo Tamar (52° 54' 37'' S; 73° 47' 55'' W)	20°-30°	Macizo rocoso , Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con abundantes tubos de gusanos poliquetos y
Bahía El Águila (53° 47' 0,93'' S; 70° 58' 34,7'' W)	10°-20°	Bloque, Guijarro Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Isla Carlos III (53° 36' 57,5'' S; 72° 18' 57,6'')	30°-45°	Macizo rocoso , Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con restos fósiles
Seno Duntze (54° 20' 23,6'' S; 71° 47' 53,4'')	20°-30°	Bloque Guijarro, canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano fino, fósiles de bivalvos y gastrópodos
Isla London (54° 41' 07,8'' S; 71° 54' 33,8'' W)	20°-45°	Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con abundantes tubos de gusanos poliquetos y material macroalgal muerto
Caleta Olla (54° 56' 30,9'' S; 69° 08' 56,3'' W)	10°-20°	Macizo rocoso , Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Bahía Tekenika (54° 58' 45'' S; 68° 22' 01,2'' W)	10°-20°	Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Bahía Orange (55° 23' 48,6'' S; 68° 07' 52'' W)	20°-30°	Bloque Guijarro, canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Puerto Toro (55° 04' 24,5'' S; 67° 04' 16,1'' W)	30°-45°	Macizo rocoso , Guijarro, Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos

(*) : Categorías superiores de la escala granulométrica de Wentworth-Uden (Extraída de Romo et al. 1985).

Durvillaea

Para el caso de las praderas de *Durvillaea* en la Región de Magallanes el 100% del sustrato corresponde a macizo rocoso. En la pradera de Isla Carlos III el sustrato submareal e



intermareal presenta poca pendiente. En la pradera Seno Duntze presenta similares características a la pradera de Isla Carlos III, sin embargo, el sustrato submareal e intermareal presenta una pendiente más pronunciada (30°-45°). En la pradera de Isla London generalmente predomina el macizo rocoso y además tiene pequeños sectores de guijarros producido por la acción abrasiva del oleaje, ya que esta pradera se encuentra expuesta a los vientos predominantes de la zona (Vientos del suroeste), por otro lado al igual que la pradera de Isla Carlos III su franja costera es estrecha (Tabla 33).

Tabla 33. Tipos de sustrato predominante en las localidades estudiadas en *D. antarctica* en la Región de Magallanes.

Localidad (Lat.; Long)	Inclinación del sustrato	Granulometría (*)	Tipo de roca	Observaciones al material lítico
Cabo Tamar (52° 54' 37" S; 73° 47' 55" W)	20°-95°	Macizo rocoso Bloque	Sedimentaria	Arenisca de grano grueso
Isla Carlos III (53° 36' 57,5" S 72° 18' 57,6" W)	10°-20°	Macizo rocoso	Sedimentaria	Arenisca de grano grueso
Seno Duntze (54° 20' 23,6" S 71° 47' 53,4" W)	30°-90°	Macizo rocoso Bloque	Sedimentaria	Arenisca de grano grueso
Isla London (54° 41' 07,8" S 71° 54' 33,8W)	10°-25°	Macizo rocoso Bloque	Sedimentaria	Arenisca de grano grueso

• Luminosidad

Los sectores, con presencia de *Macrocystis pyrifera* donde se realizaron mediciones fueron: Seno Duntze (Fig. 43), Isla London (Fig. 44 A y B), Isla Carlos III (Fig. 45) y Paso North (canal Bárbara) (Fig. 46). De los gráficos se obtiene que todos los sectores poseen aguas de similares características en cuanto a penetración de luz. Sin embargo, en el sector Paso North, se registraron valores de irradiancia (en porcentaje) mayores que en los demás sectores a profundidades similares (Tablas 34 y 35).

En cuanto a valores netos de irradiancia [$\text{mW}/\text{m}^2 \text{nm}$] se observa que existen mayores valores en los sectores de Seno Duntze e Isla Carlos III, sin embargo, estas diferencias son sólo aparentes ya que las irradiancias dependen también de las condiciones climáticas imperantes en el día y la hora en que se realizan las mediciones (diferencias en nubosidad pueden alterar los valores de irradiancia). También, las irradiancias varían con la época del año, por ejemplo: registros realizados en Isla London muestran que, mientras en primavera las irradiancias alcanzan valores de entre 500 y 550 $\text{W}/\text{m}^2 \text{nm}$, en invierno solo se registran valores entre 60 y 70 $\text{W}/\text{m}^2 \text{nm}$ (Fig. 44 A y B).

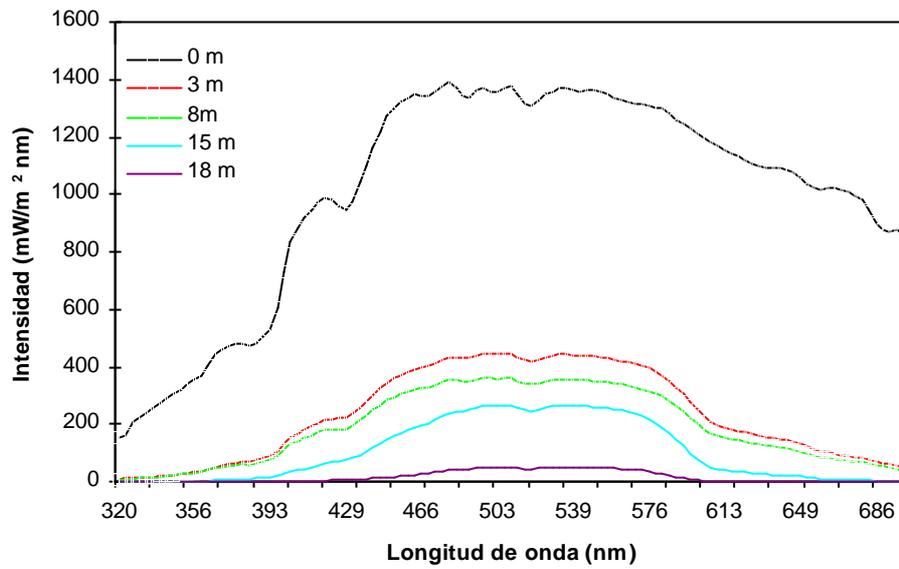


Figura 43. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: $[\text{mW}/ \text{m}^2 \text{ nm}]$) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Seno Duntze.

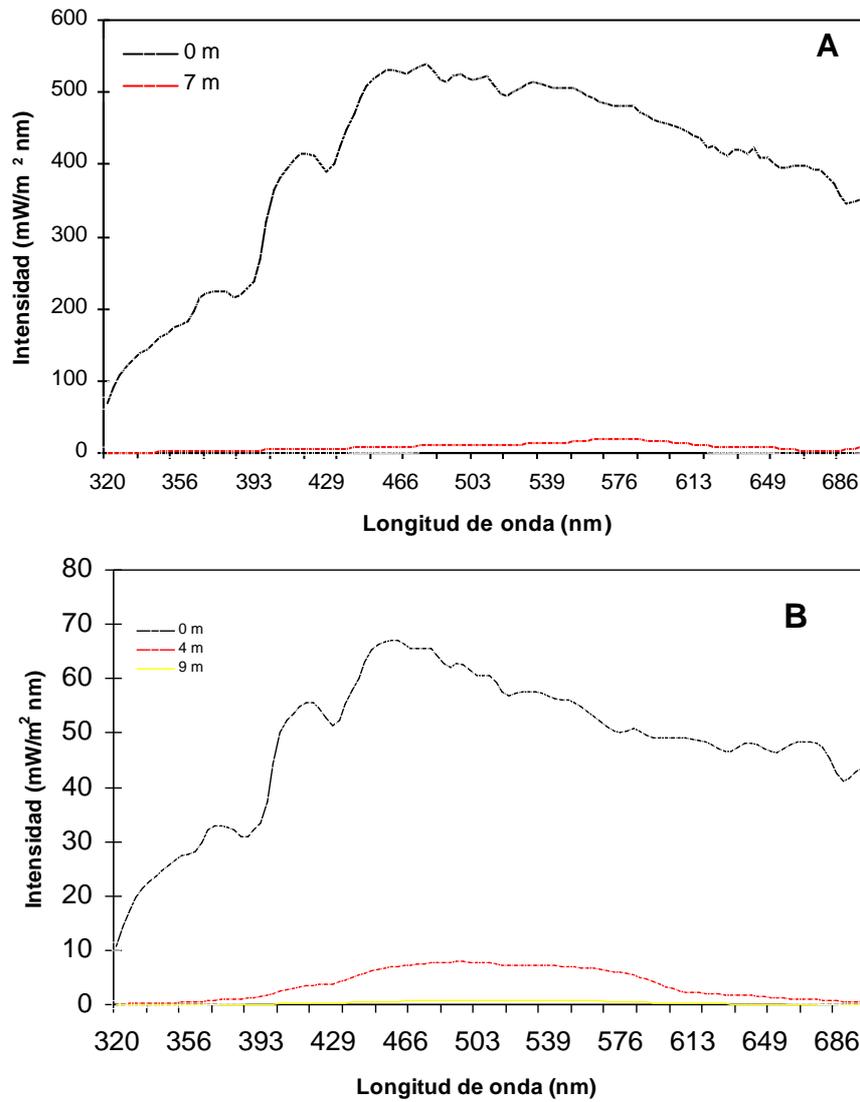


Figura 44. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: $[\text{mW}/\text{m}^2 \text{ nm}]$) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Isla London (A: primavera, B: invierno).

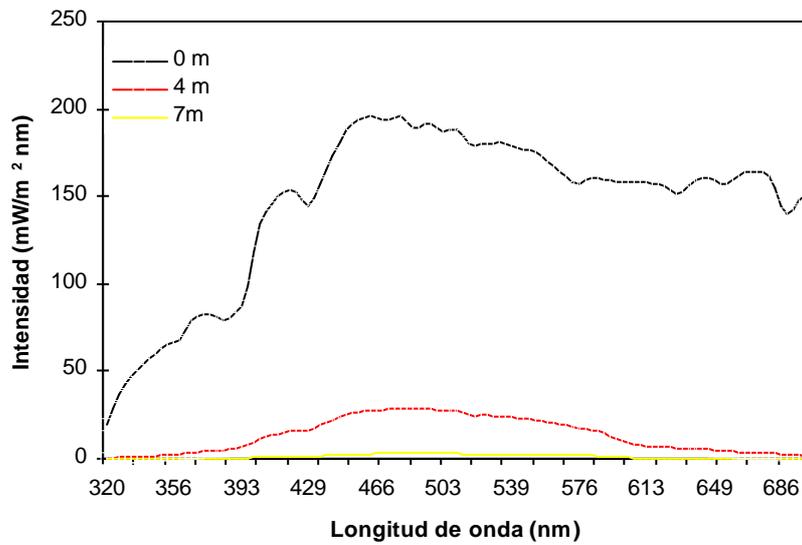


Figura 45. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: $[\text{mW}/ \text{m}^2 \text{ nm}]$) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Isla Carlos III.

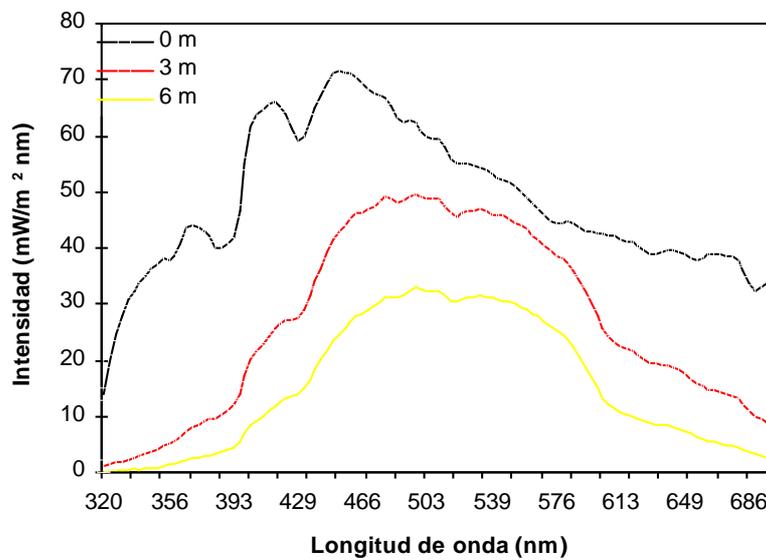


Figura 46. Espectro de radiación (intensidades de irradiancia: $[\text{mW}/ \text{m}^2 \text{ nm}]$) registrado a diferentes profundidades en una pradera de *Macrocystis pyrifera* de Paso North (canal Bárbara)



Tabla 34. Porcentaje de la irradiancia UV registrada a diferentes profundidades en diferentes praderas de *Macrocystis pyrifera*.

	Seno Duntze	Isla London	Carlos III	Paso North
0 m	100	100	100	100
3 m	0,118	-	-	17,62
4 m	-	2,48	4,80	-
6 m	-	-	-	5,59
7 m	-	1,10	0,25	-
8 m	0,101	-	-	-
9 m	-	0,12	-	-
13 m	0,013	-	-	-
18 m	0,001	-	-	-

Tabla 35. Porcentaje de la irradiancia PAR registrada a diferentes profundidades en diferentes praderas de *Macrocystis pyrifera*.

	Seno Duntze	Isla London	Carlos III	Paso North
0 m	100	100	100	100
3 m	24,12	-	-	62,87
4 m	-	8,42	9,67	-
6 m	-	-	-	36,79
7 m	-	2,21	0,94	-
8 m	19,58	-	-	-
9 m	-	0,74	-	-
13 m	11,18	-	-	-
18 m	1,68	-	-	-

• **Grado de exposición al oleaje.**

La evaluación de exposición al oleaje basada en la escala de distribución de organismos adaptados fisiológicamente para resistir varias horas de emersión, y por lo tanto constituirse en indicadores del grado de oleaje al cual los lugares son sometidos, se muestra en la **Tabla 36**. Los datos fueron recogidos durante la estación de verano.

**Tabla 36.** Grado de exposición al oleaje en las poblaciones de estudiadas.

Localidad (Lat; Long)	Altura alcanzada por <i>Jehlius</i> (m sobre nivel 0 de mareas)	Grado de exposición al oleaje
Isla Tamar (52° 54' 37'' S; 73° 47' 55'' W)	3,8m	Semi-Protegido
Bahía El Águila (53° 47' 0,93'' S; 70° 58' 34,7'' W)	8,5 m	Expuesto
Isla Carlos III (53° 36' 57,5'' S; 72° 18' 57,6'' W)	3,5	Semi-Protegido
Seno Duntze (54° 20' 23,6'' S; 71° 47' 53,4'' W),	5,5 m	Semi-expuesto
Isla London (54° 41' 07,8'' S; 71° 54' 33,8'' W)	6 m	Semi-expuesto
C. Oilla (54° 56' 30,9'' S; 69° 08' 56,3'' W)	2,5	Protegido
Bahía Tekenika (54° 58' 45'' S; 68° 22' 01,2'' W)	3,5	Semi-Protegido
Bahía Orange (55° 23' 48,6'' S; 68° 07' 52'' W),	3,5	Semi-Protegido
Puerto Toro (55° 04' 24,5'' S; 67° 04' 16,1'' W)	4,5	Semi-Protegido

En la mayoría de las estaciones estudiadas se observó una fuerte acción del oleaje, sobre todo si se toma en consideración que para el área, la referencia de altura de mareas en sicigias (diferencia de altura entre la baja y la pleamar durante los períodos del mes en que la Luna, el Sol y la Tierra están alineados) es de sólo 1,65 metros (localidad 465 de la Tabla II de Puertos Secundarios de las Tablas de Mareas de la Armada de Chile, SHOA 2004). Por lo tanto, todo el rango de distribución de cirripedios y especialmente litorínidos que en el caso más extremo llegó hasta los 8,5 m de altura en la localidad de Bahía El Águila.

e) Estados de madurez, fertilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

e.1) Estado Reproductivo (fertilidad) de *Macrocystis pyrifera*

Porcentaje y número de individuos maduros

En los cuatro períodos estudiados se observó que un alto porcentaje de los individuos muestreados presentaban esporofilas. En la mayoría de los casos se observó que este porcentaje superó el 80% de individuos con esporofilas, alcanzando un 100% en los cuatro períodos solo en el sector de Seno Duntze (Fig. 47).

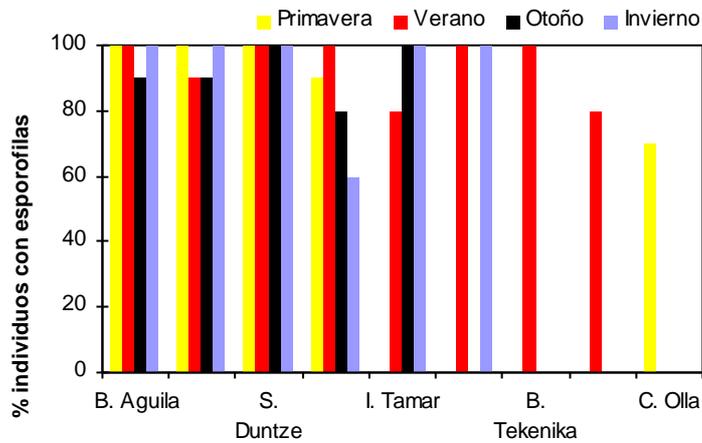


Figura 47. Porcentaje de individuos de *Macrocytis pyrifera* con esporofilas colectados en distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena..

De los individuos con esporofilas, se observó que no todos ellos estaban en estado reproductivo fértil o maduro. A través de cortes histológicos se observó que existe un alto porcentaje de individuos con esporofilas fértiles en verano y otoño, superando en muchos de los sitios de muestreo el 50% de individuos fértiles. Cabe destacar también, el alto porcentaje de individuos con esporofilas maduras en invierno, sin embargo, en una inspección visual estas esporofilas se mostraron con secciones necrosadas o en mal estado, o presentaron manchas blanquecinas evidenciando la liberación de zoosporas desde los soros esporangiales. Por lo tanto estas esporofilas son remanentes de aquellas esporofilas reproductivas del período de otoño. Por otro lado, una situación diferente se observó en primavera, cuando la mayoría de las plantas no tenían esporangios entre en sus esporofilas, no superando el 20% de individuos maduros o fértiles (Fig. 48).

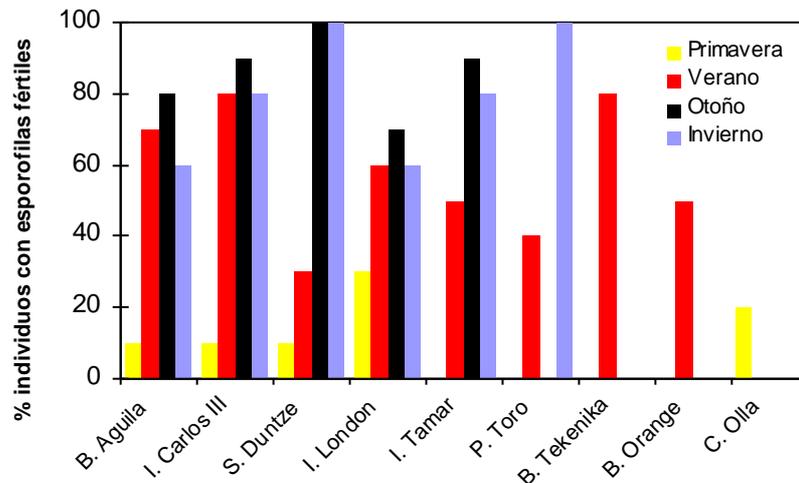


Figura 48. Porcentaje de individuos de *Macrocyctis pyrifera* con esporofilas fértiles colectados en distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Considerando solamente las épocas del año se observa que en el período de verano, otoño e invierno existen sobre un 50% de individuos con esporofilas maduras o fértiles, mientras que en primavera existen pocos individuos fértiles en los sitios de muestreo de la Región de Magallanes (Fig. 49)

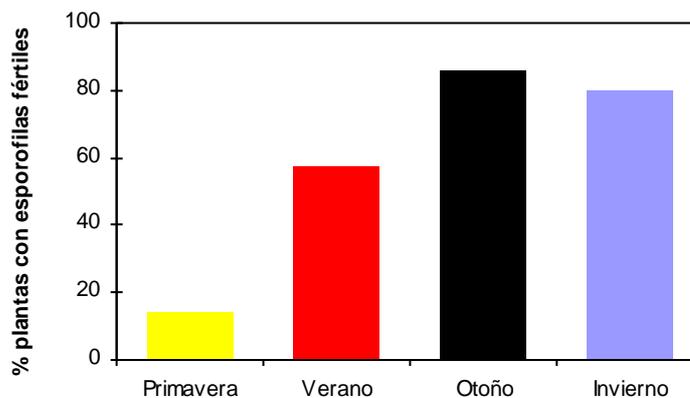


Figura 49. Porcentaje de individuos de *Macrocyctis pyrifera* con esporofilas fértiles colectados en las épocas del año analizadas.

Biomasa de material Reproductivo

Se observó que las esporofilas de un mismo individuo no maduran al mismo tiempo, ya que dentro de un mismo individuo se observan esporofilas fértiles e infértiles al mismo tiempo.

Se determinó que el porcentaje del peso de las esporofilas fértiles por individuo va en aumento desde primavera hacia otoño. Todos los valores son mostrados en la tabla 35 y graficados en la figura 50.

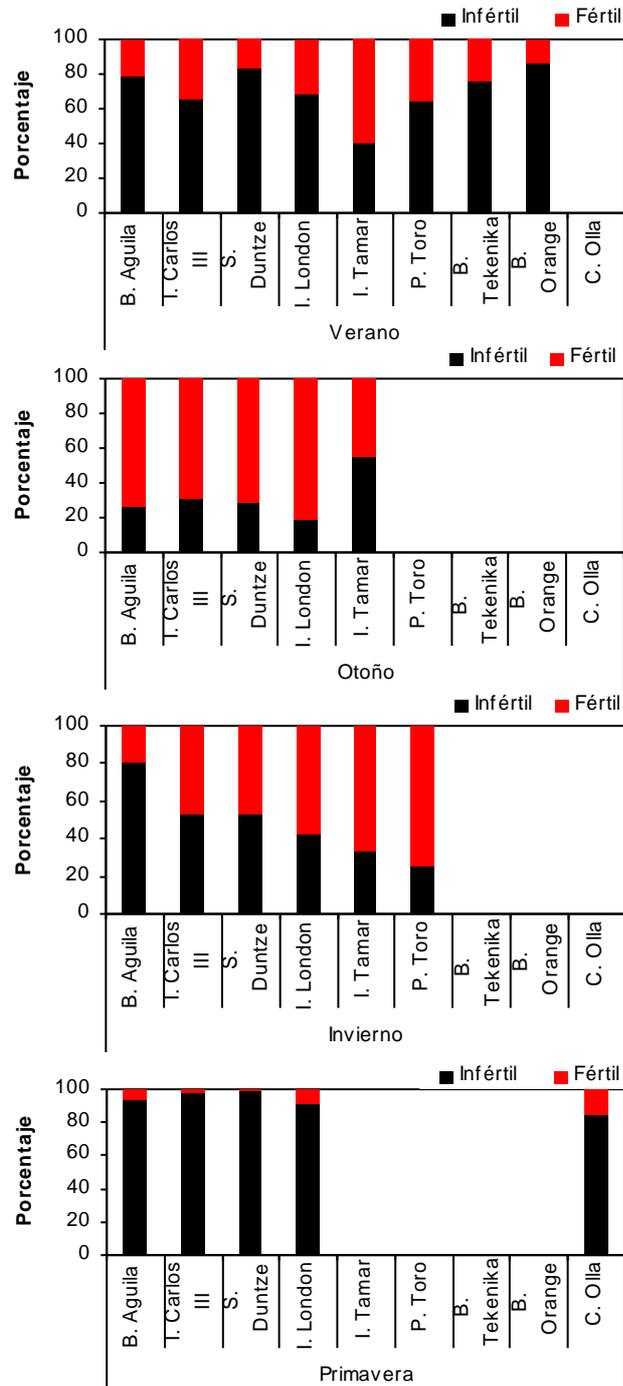


Figura 50. Porcentaje de biomasa fértil (esporofilas fértiles) e infértil de individuos de *Macrocystis pyrifera* colectados en las distintas localidades de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, en las tres períodos analizados.

Cabe resaltar que, si bien la mayoría de los individuos colectados en primavera poseían esporofilas, incluso en porcentajes similares al periodo de otoño (Fig. 50), sus esporofilas fértiles son muy pocas en comparación a las infértiles (Tabla 37).



Tabla 37. Porcentaje (%) promedio de frondas fértiles e infértiles por individuos de *M. pyrifera* en distintas localidades de la Región de Magallanes en tres períodos de muestreo.

		Primavera								
		B. Aguila	Carlos III	S. Duntze	I. London	I. Tamar	P. Toro	i. Tekenika	B. Orange	C. Olla
Infértil		93,4	97,3	99,4	91,0					84,1
Fértil		6,6	2,7	0,6	9,0					15,9

		Verano								
		B. Aguila	Carlos III	S. Duntze	I. London	I. Tamar	P. Toro	i. Tekenika	B. Orange	C. Olla
Infértil		78,4	64,9	82,8	68,4	39,7	64,3	75,9	86,1	
Fértil		21,6	35,1	17,2	31,6	60,3	35,7	24,1	13,9	

		Otoño								
		B. Aguila	Carlos III	S. Duntze	I. London	I. Tamar	P. Toro	i. Tekenika	B. Orange	C. Olla
Infértil		26,3	30,9	28,1	18,5	54,8				
Fértil		73,7	69,1	71,9	81,5	45,2				

		Invierno								
		B. Aguila	Carlos III	S. Duntze	I. London	I. Tamar	P. Toro	i. Tekenika	B. Orange	C. Olla
Infértil		80,1	53,4	53,0	41,7	33,7	25,9			
Fértil		19,9	46,6	47,0	58,3	66,3	74,1			

Para comparar diferencias estacionales entre las proporciones de frondas no reproductivas y frondas reproductivas, se usó solo aquellas poblaciones que presentaron un ciclo estacional completo, se comparó las frecuencias utilizando un análisis de contingencia Chi-cuadrado.

El análisis mostró diferencias estacionales significativas entre las frecuencias de frondas fértiles e infértiles en las poblaciones de Isla Carlos III, Seno Duntze y Bahía el Aguila (Tabla 38), mientras que la población de Isla London no mostró diferencias entre las variables analizadas. Por otra parte, si consideramos solo la variable tiempo (=estacion del año) y no la localidad de estadio, se observó que existen diferencias significativas entre las frecuencias de frondas fértiles e infértiles en la Región de Magallanes ($\chi^2_{calc}=47,11$; $df=3$; $\chi^2_{tabla}=7,815$; $p < 0.05$)



Tabla 38. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales entre frondas reproductivas y no reproductivas de *Macrocystis pyrifera* para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).

Estadístico	Localidades			
	Isla Carlos III	Seno Duntze	Isla London	B Aguila
Chi ² calc	14,14	27,50	3,64	11,72
df	3	3	3	3
Chi ² tabla	7,85	7,85	7,85	7,85
p	< 0.05	< 0.05	> 0.05	< 0.05

e.2) Estado Reproductivo (fertilidad) de *Durvillaea antarctica*

La figura 51 muestra la frecuencia de frondas reproductivas y no reproductivas en 3 poblaciones de *Durvillaea antarctica* de la Región de Magallanes, durante un ciclo estacional, el cual abarcó desde el invierno del 2006 hasta el otoño del 2007. En general se presentó un comportamiento muy diferente entre las localidades estudiadas y en el tiempo. En la población ubicada en Isla Carlos III, las mayores frecuencias de frondas reproductivas se observaron en las estaciones de invierno del año 2006 y otoño del 2007, con una frecuencia del 85%, mientras que durante la primavera se presentó la mínima frecuencia de frondas reproductivas aumentando hacia el verano del 2007. Solo se observó una mayor frecuencia de frondas vegetativas (no reproductivas) durante la estación de primavera con un porcentaje de 71%.

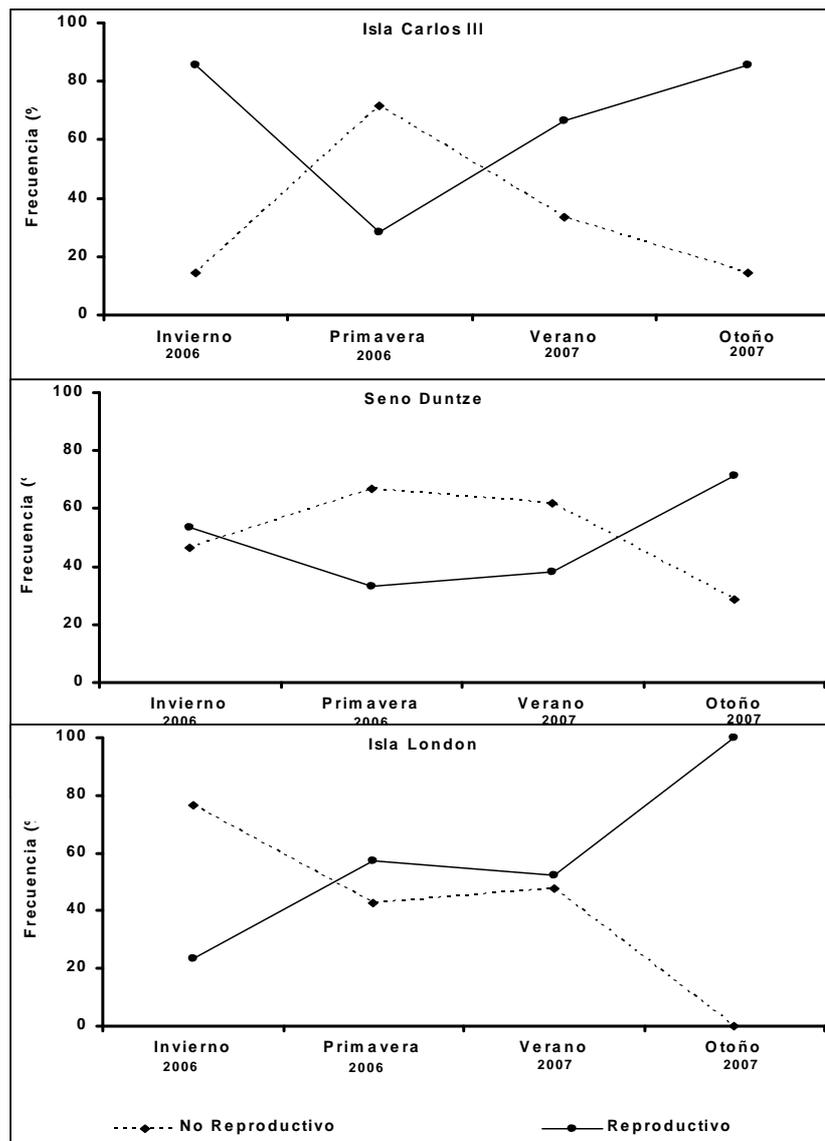


Figura 51. Frecuencia (%; n=21) de frondas reproductivas y no reproductivas de *Durvillaea antarctica* en las poblaciones ubicadas en Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London durante las estaciones de invierno y primavera del año 2006, y verano y otoño del año 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

De modo general, las poblaciones de *Durvillaea* estudiadas muestran un mayor porcentaje de individuos maduros en Otoño, y el mayor porcentaje de individuos inmaduros en primavera-verano, excepto en la localidad de Isla London donde el mayor número de inmaduros se observó en invierno.

Considerando las localidades por separado, se observa que en Seno Duntze los mayores porcentajes de individuos reproductivos se obtuvieron en el período otoño-invierno (71% y 53%, respectivamente), mientras que en el periodo estival (primavera-verano) se observó una

disminución de los individuos reproductivos y una mayor frecuencia de frondas no reproductivas con valores sobre 60%.

Contrariamente a las demás poblaciones, la ubicada en Isla London presentó las mayores fluctuaciones estacionales en las frecuencias de frondas reproductivas y frondas no reproductivas durante el periodo de estudio. El mayor porcentaje de individuos reproductivos se observó en otoño (100%) y en invierno el menor porcentaje de estos individuos (77%).

A partir del verano de 2007 se incorporó una nueva población de *Durvillaea* al estudio, ésta está ubicada en Isla Tamar correspondiente al sector Norte de la Región Magallanes (Fig. 1). En ella se aprecia una fluctuación inversa en las proporciones de frondas reproductivas y no reproductivas durante las 2 estaciones muestreadas. En la estación de verano se observó una mayor frecuencia de frondas no reproductivas con porcentaje de 77% y hacia el otoño las plantas reproductivas se incrementan hasta un 71% (Fig. 52).

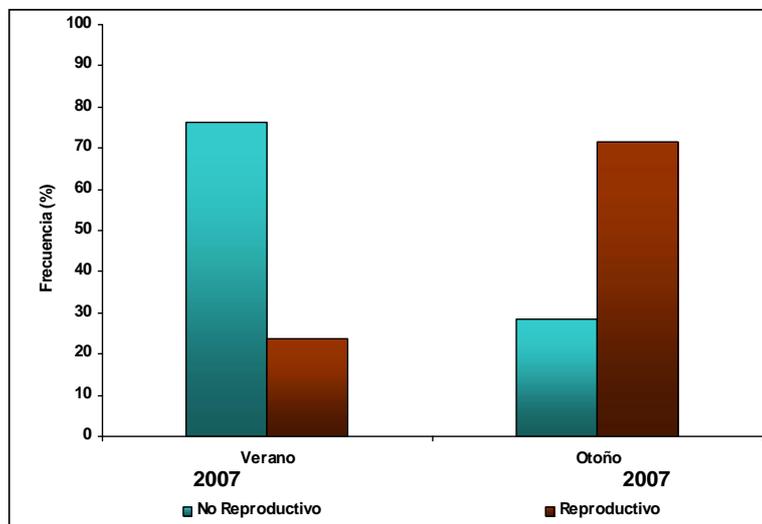


Figura 52. Frecuencia (%; n=21) de frondas reproductivas y no reproductivas de *Durvillaea antarctica* en la población ubicada en Isla Tamar durante la estación de verano y otoño del 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Para comparar diferencias estacionales entre las proporciones de frondas no reproductivas y frondas reproductivas, se usó solo aquellas poblaciones que presentaron un ciclo estacional completo, se comparó las frecuencias utilizando un análisis de contingencia Chi-cuadrado.

En primer lugar este análisis evidenció respuestas diferenciales entre las praderas (Tabla 39). Por ejemplo, las poblaciones Isla Carlos III e Isla London presentaron diferencias estacionales significativas entre las frecuencias de frondas reproductivas y frondas no reproductivas con $p < 0.05$, mientras que la pradera de Seno Duntze no se observó diferencias entre las variables analizadas. Este resultado sugiere que las praderas presentan patrones de comportamiento reproductivo diferentes y que es probable que estén relacionados con la dinámica ambiental, geográfica y latitudinal propia de cada localidad. Es importante destacar que en este estudio se observaron frondas reproductivas durante todo el año en todas las poblaciones analizadas.



Tabla 39. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales entre frondas reproductivas y no reproductivas para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).

Estadístico	Localidades		
	Isla Carlos III	Seno Duntze	Isla London
Chi ² calculado	23,6617347	7,78726708	29,4140256
df	3	3	3
Chi ² tabla	7,81	7,81	7,81
p	< 0.05	> 0.05	< 0.05

Fenología

La figura 52 muestra la fluctuación estacional de la fenología reproductiva (frondas vegetativas, frondas masculinas y frondas femeninas) de las poblaciones de *Durvillaea* durante el periodo de invierno del año 2006 al otoño del año 2007. En forma similar a la fertilidad, los resultados de fenología muestran que las poblaciones estudiadas presentan diferentes patrones.

Durante el invierno en la población de Isla Carlos III (Fig. 53A), el 52,4% de las frondas reproductivas correspondieron a frondas masculinas, el 33,3 % correspondió a frondas femeninas y el 14,3 % frondas vegetativas. En primavera estos porcentajes variaron en forma contraria ya que los mayores porcentajes se observaron para frondas vegetativas con un 71,4% y tanto para frondas masculinas y femeninas los porcentajes disminuyeron a frecuencias inferiores a 14,2%. Durante la estación de verano se incrementó los porcentajes de frondas masculinas alcanzando un máximo en otoño de 66,6%. Las frondas femeninas no variaron significativamente durante todo el periodo de estudio manteniendo frecuencias inferiores al 19%.

Para la población ubicada en Seno Duntze, la fenología presentó frecuencias distintas a las poblaciones anteriores (Fig.53B). La mayor frecuencia se observó para frondas vegetativas durante las estaciones de invierno, primavera y verano con porcentajes sobre el 46,6 %, solamente en otoño se observó una disminución frondas vegetativas en la pradera. Las frondas masculinas presentaron una frecuencia de 33,3 % durante el invierno del año 2006, luego en primavera la frecuencia de esta fase se hizo mínima con un porcentaje del 14,2%, posteriormente se observó un incremento en la estaciones siguientes presentando los mayores frecuencias durante el otoño del año 2007 con un valor de 47,6%. Las frondas femeninas al igual que en la población de Isla Carlos III se observan en bajo porcentaje durante todo el ciclo estacional, solo en otoño se observó una mayor presencia con un porcentaje de 23,8%.

La fenología en la población ubicada en Isla London (Fig. 53C) durante el invierno del año 2006 mostró que el 76,6 % corresponde a frondas vegetativas, el 10 % correspondió a frondas masculinas y el 13,3 % a frondas femeninas. Durante la estación de primavera y verano se observó un incremento en los porcentajes de las frondas masculinas y femeninas con valores



de 38,1% y 19%, respectivamente, sin embargo estos porcentajes fueron inferiores a los obtenidos para frondas vegetativas (47,6%). En otoño la frecuencia de las fases cambia drásticamente encontrando en la población solo frondas sexuadas, de ellas el 47,6 % correspondió a frondas masculinas y el 52,3% a frondas femeninas.

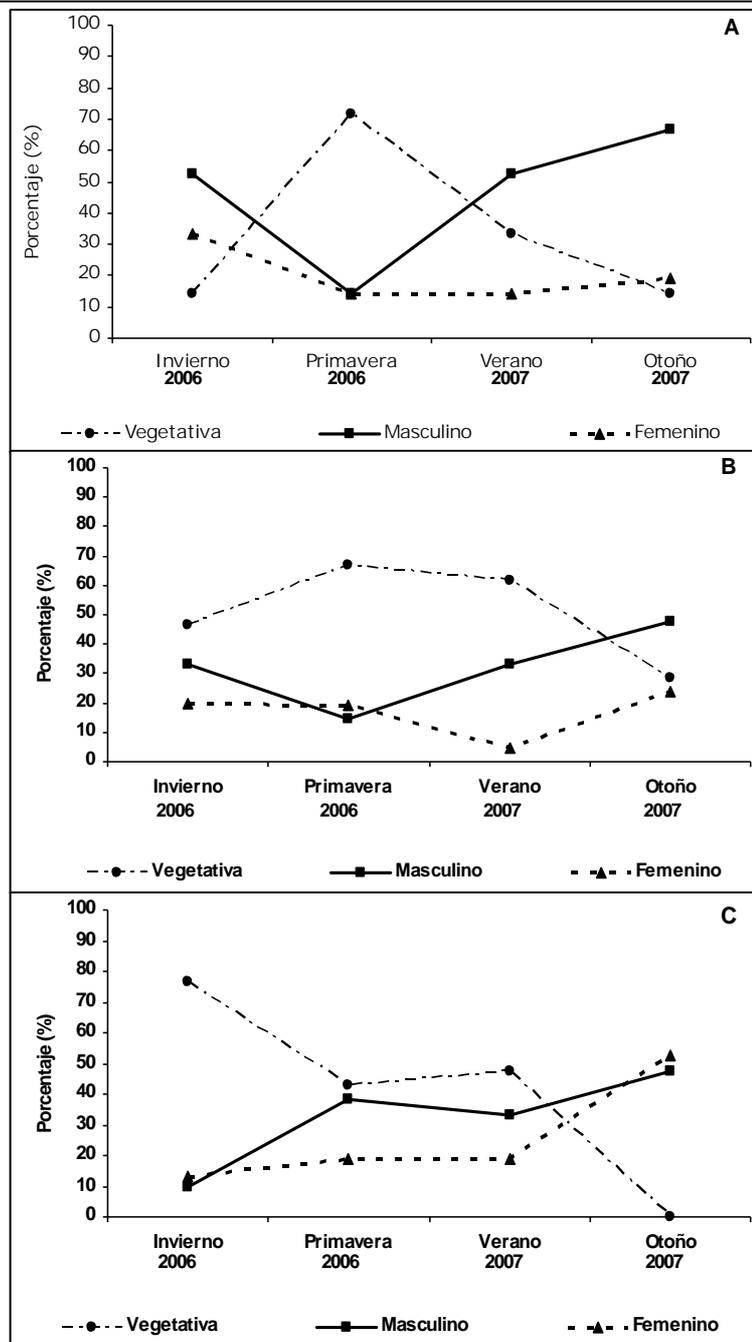


Figura 53. Fenología reproductiva (%; n=21) en las poblaciones de *Durvillaea antarctica* ubicadas en Isla Carlos III (A), Seno Duntze (B) e Isla London (C) en el periodo entre invierno del 2006 al otoño del 2007 en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

La población ubicada en Isla Tamar (Fig. 54), en verano, mostró una mayor presencia de frondas vegetativas (76,1%), mientras que las frondas masculinas y femeninas presentaron porcentajes de 19% y 4,7% respectivamente. Durante el otoño se observó un aumento de frondas masculinas en la pradera (52,3%), las frondas vegetativas disminuyeron en forma drástica, mientras que en las frondas femeninas se observó un leve aumento del 19%.

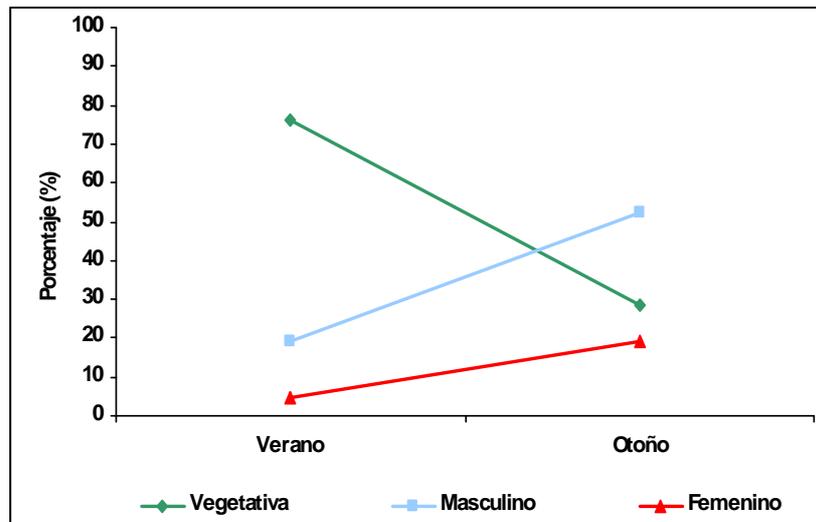


Figura 54. Fenología reproductiva (%; n=21) en poblaciones de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar durante las estaciones de verano y otoño del 2007, en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Los resultados del análisis estadístico Chi-cuadrado (Tabla 40), mostraron que tanto las poblaciones de Isla Carlos III como Isla London presentaron diferencias significativas en la fluctuación estacional de las frecuencias entre las frondas vegetativas, masculinas y femeninas, la población ubicada en Seno Duntze no presenta diferencias significativas entre las frecuencias de las fases estudiadas y comparadas estacionalmente. Es importante mencionar que en cada población fue posible reconocer individuos vegetativos, masculinos y femeninos durante todo el periodo que duró el estudio.

Tabla 40. Resultado del análisis de contingencia Chi-cuadrado usado para comparar las frecuencias estacionales de la fenología reproductivas para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias estacionales ($p < 0.05$).

Estadístico	Localidades		
	Isla Carlos III	Seno Duntze	Isla London
Chi ² calculado	23,0898513	10,13130816	31,43162526
Df	6	6	6
Chi ² tabla	12,53	12,53	12,53
P	< 0.05	> 0.05	< 0.05

Estados de Maduración

Para la población de *D. antarctica* en Isla Carlos III, en general los mayores porcentajes de frondas en estado maduro, se observaron durante la estación de invierno (61,9 %) y otoño (57,1%) (Fig. 55). En primavera el 71% correspondió a frondas en estado vegetativo y en verano se observó un mayor porcentaje de frondas en estado senescente (38,1%). El estado

senescente corresponde a frondas que ya han liberado gran parte de los gametos y su tejido laminar empieza a necrosarse y a desprenderse del disco.

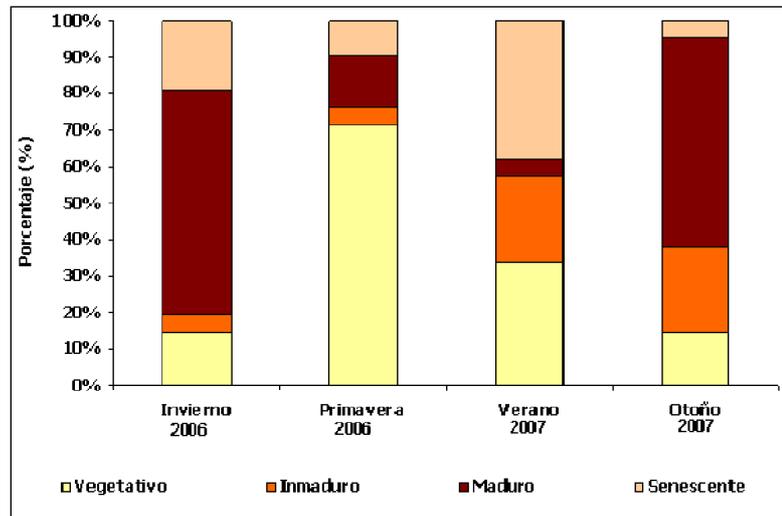


Figura 55. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Carlos III, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Para el caso de la población ubicada en Seno Duntze se observó una fluctuación similar a la pradera anterior (Fig. 56), excepto durante el invierno donde existe un menor porcentaje de frondas en estado maduro (26,6%) y una mayor frecuencia de frondas en estado vegetativo (46,6%). Durante la primavera y verano predominan las frondas en estado vegetativo con porcentajes sobre el 60%, mientras que en otoño incrementan los individuos maduros (38,1%) y senescentes (42,8%).

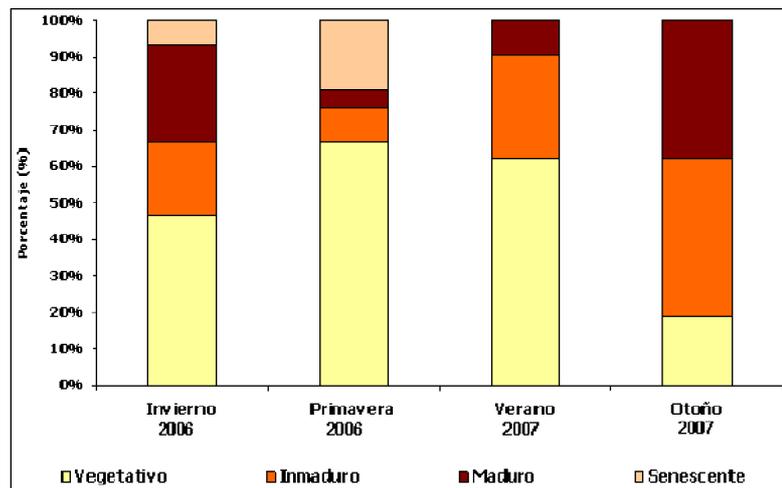


Figura 56. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, Región de Magallanes y Antártica Chilena.



En Isla London, durante el invierno, el mayor porcentaje de las frondas se encontraban en estado vegetativo (76,6%), mientras que las frondas maduras e inmaduras presentaron valores inferiores (20,4 % y 3,3 % respectivamente) y las frondas en estado senescentes estuvieron ausentes (Fig. 57). Esta situación fue revertida en la época de primavera, mientras las frondas en estado vegetativo disminuyeron hasta un 42,8%, el estado inmaduro y senescente aumentó a valores de 9,5% y 47,6% respectivamente, y no se observaron frondas en estado maduro. En verano al igual en la estación anterior el estado que presenta mayor presencia en la población es el estado vegetativo, sin embargo se observa la presencia de frondas en estado maduro. En otoño los porcentajes de los estados de madurez cambian radicalmente en la población, observando un incremento de los estados maduro e inmaduro con frecuencias de 57,1% y 42,9 % respectivamente.

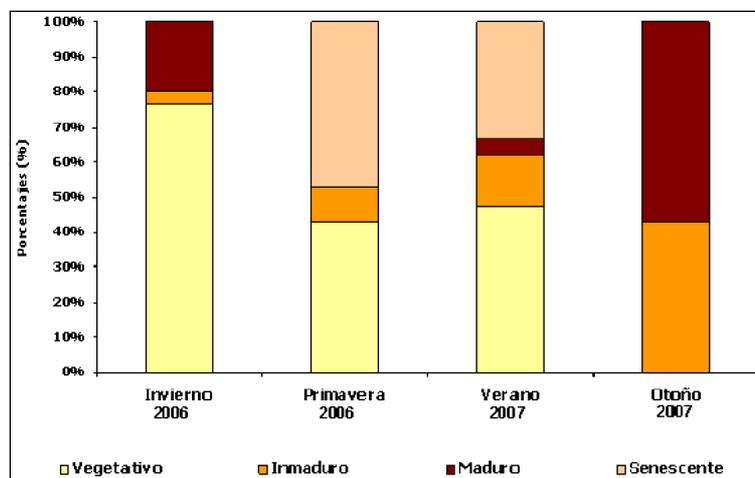


Figura 57. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez de la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, Región de Magallanes y Antártica Chilena.

La pradera ubicada en Isla Tamar (Fig. 58), estudiada apenas en las estaciones de verano y otoño, presentó solo frondas en estado vegetativo y estado inmaduro en verano (76,2% y 23,8% respectivamente), mientras que en otoño presentó un mayor porcentaje de frondas en estado maduro (38,1%), inmaduro (9,5%) y senescente (23,8%).

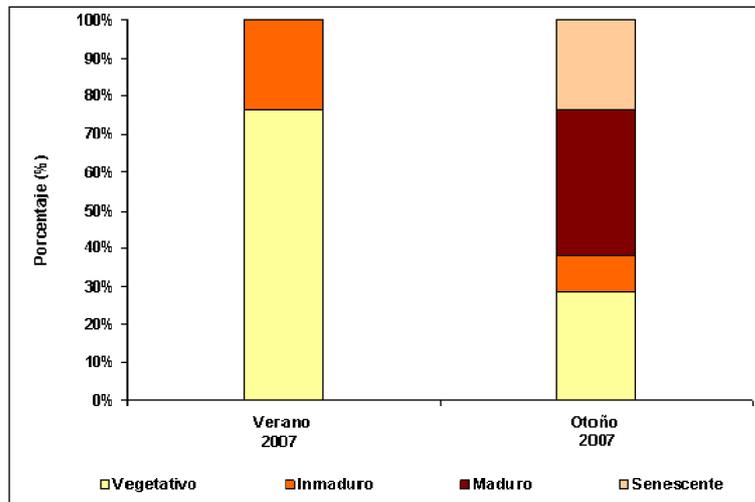


Figura 58. Variación estacional (%; n=21) del estado de madurez en la población de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de verano y otoño del 2007, de la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Al comparar los estados de madurez entre las estaciones estudiadas en cada una de las praderas, los resultados indican diferencias significativas para esta variable, y todas las localidades en donde se controló esta actividad (ver tabla 41). Lo que sugiere que existe una gran fluctuación anual entre los diferentes estados de madurez estudiados, principalmente dado por la gran cantidad de frondas vegetativas durante el periodo estival y un alto porcentaje de frondas en estado maduro, inmaduro y senescente durante el periodo invernal, a excepción de Isla London donde se aprecia un desfase en la maduración de las frondas adultas en otoño, el cual puede estar dado por un efecto latitudinal de la región.

Tabla 41. Resultado del análisis de contingencia Chi-calculado usado para comparar las frecuencias estacionales entre los estado de madurez, para cada una de las praderas estudiadas. En color rojo se destaca la pradera que muestra diferencias ($p < 0.05$).

Estadístico	Localidades		
	Isla Carlos III	Seno Duntze	Isla London
Chi ² calculado	31,8020737	21,1475455	52,62106737
Df	9	9	9
Chi ² tabla	16,92	16,92	16,92
P	< 0.05	< 0.05	< 0.05

f) Viabilidad en *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*

f.1) Viabilidad en *Macrocystis pyrifera*

Al cabo de 72 horas, se procedió a observar las zoósporas liberadas, considerándose como esporas viables todas aquellas que estaban asentadas o con inicio de tubo de germinación.

Las zoosporas obtenidas en las cuatro estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) fueron viables ya que se asentaron y produjeron tubo de germinación y en algunos casos se llegó a obtener esporofitos de tamaños superiores a 80 micras de longitud al mes de cultivo (Fig. 59, Fig.60).

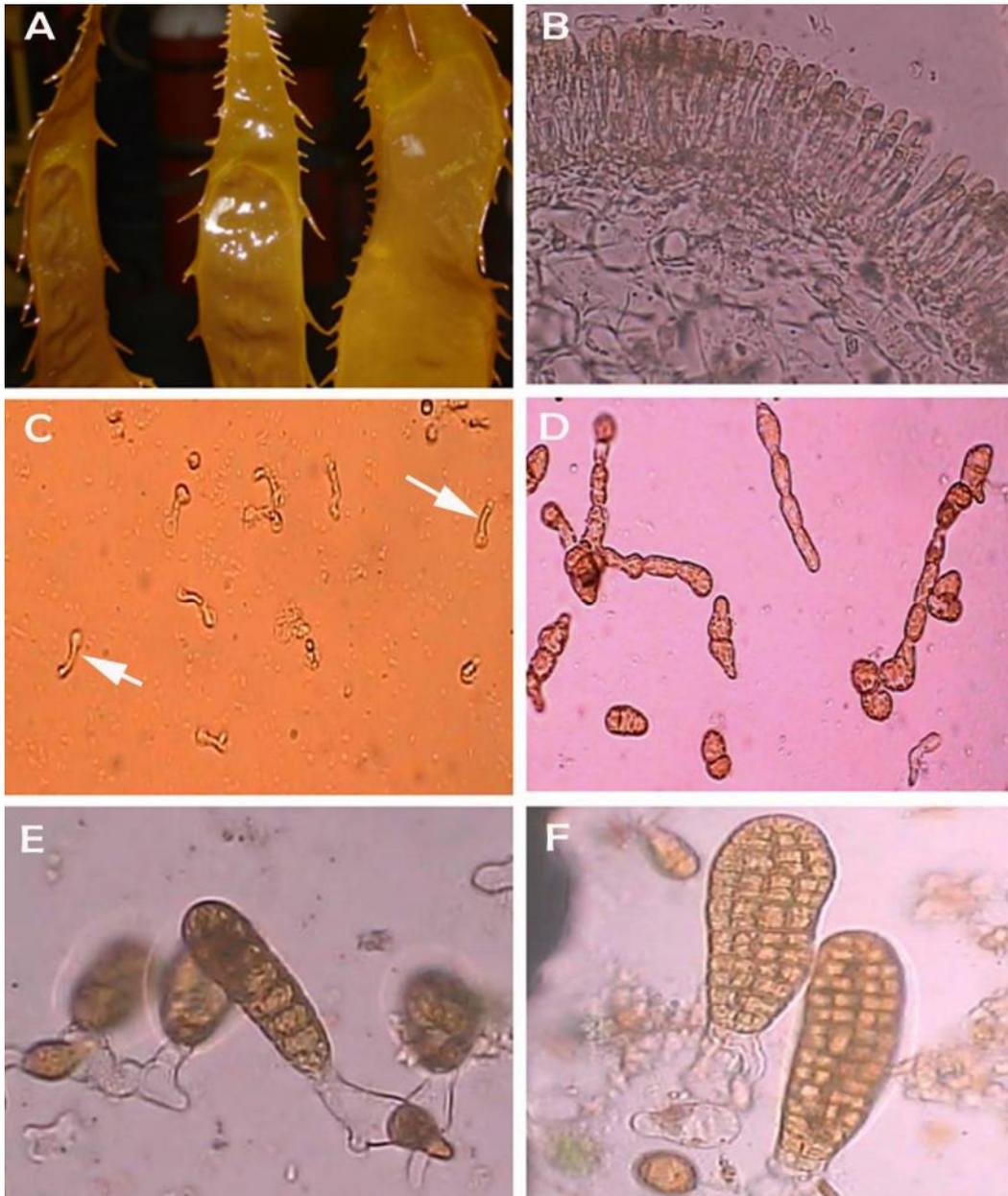


Figura 59. Secuencia del cultivo de zoosporas desde la limpieza de las esporofilas hasta la obtención de embriones esporofíticos de *Macrocyctis pyrifera*. A: esporofilas maduras; B: corte transversal de esporofila mostrando esporangios en la zona del mesodermo; C: zoosporas germinando (flechas indican el tubo de germinación); D: gametofitos masculinos; E: embrión esporofítico de pocas células; F: esporofitos compuestos con mayor número de células.

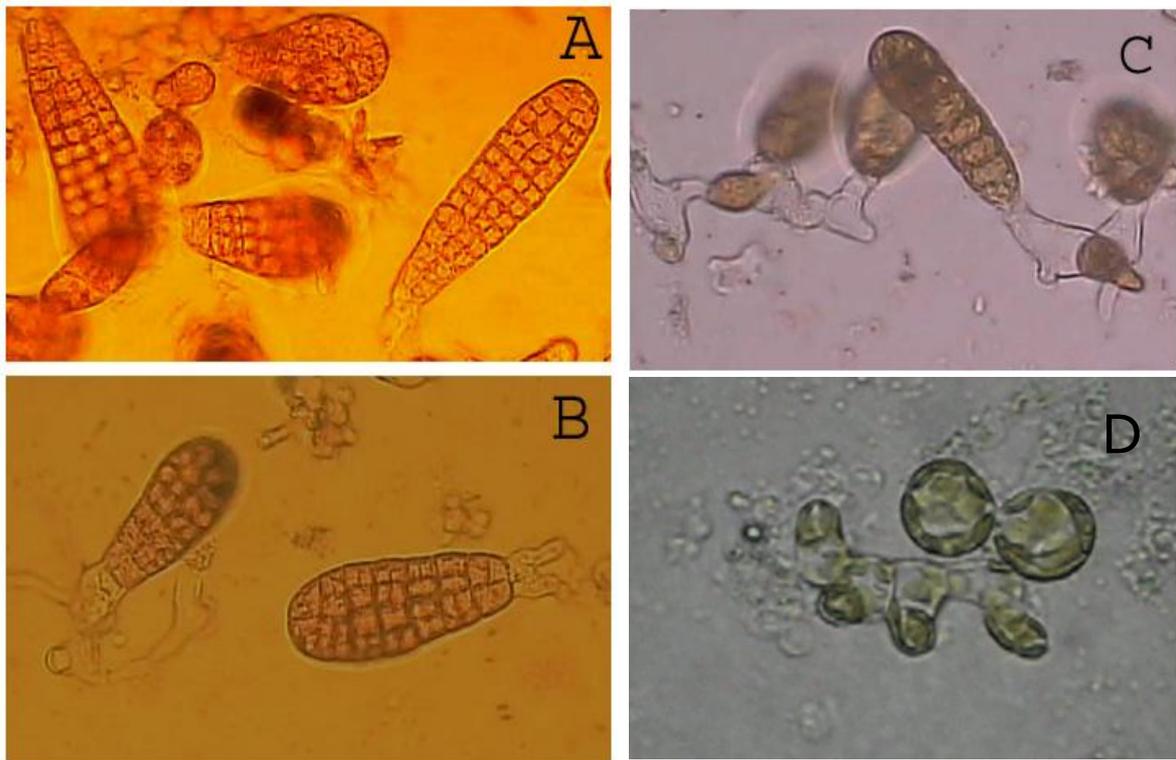


Figura 60. A, B, C: Esporofitos de *Macrocytis pyrifera* obtenidos en laboratorio a partir de material reproductivo colectado en Bahía Águila en primavera (A), verano (B) y otoño (C). D: Gametofito de 20 días obtenido en la época de invierno.

f.2) Viabilidad en *Durvillaea antarctica*

Trozos de tejido femenino fueron deshidratados y posteriormente hidratados para permitir la liberación de ogonios conteniendo 4 oosferas en su interior. La liberación de oosferas se produjo en frondas en todas las estaciones estudiadas (ver tabla 42). Después de 24 horas de liberadas, éstas se asientan en el fondo de la capsula Petri, conservando su morfología esférica (Fig. 61A). Por su parte, las frondas masculinas liberaron sus anterozooides completos, depositándose en el fondo de la cápsula. No se observaron anterozooides libres en la suspensión, ni movimiento de ellos al interior del anteridio (Fig. 61B).

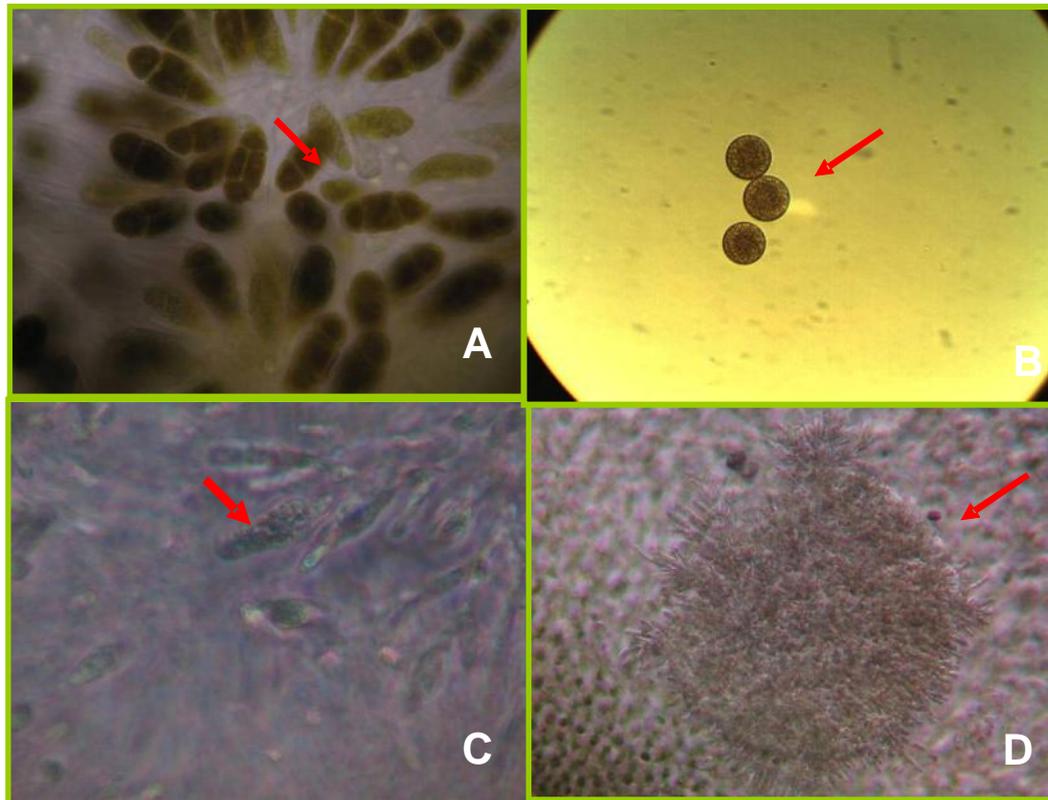


Figura 61. A) Conceptáculos de *Durvillaea antarctica* con gametos femeninos maduros (oogonios). B) Oogonios liberados. C) Anteridio maduro con gametos (antherozoides) en su interior. D) Conceptáculos masculinos con anteridios en formación.

Los cultivos fueron observados a las 48 horas y a las 96 horas enfatizando los aspectos morfológicos con el fin de registrar el patrón de germinación. Posteriormente los cultivos fueron controlados semanalmente y no se registró ningún cambio morfológico en los oogonios que indicara que la fecundación había sido exitosa en ningún período del año.

Tabla 42. Esporulación de estructuras reproductivas de frondas femeninas y masculinas y liberación de gametos.

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
Esporulación femeninos			
Esporulación masculinos	*	*	*
Presencia oogonios			
Germinación	X	X	X
Presencia embriones	X	X	X

En todas las estaciones en que se realizó el experimento los oogonios fertilizados no mostraron cambios morfológicas que indicaran la formación de embriones, esto probablemente porque cuando se realizó la fecundación no se observó que los antherozoides fueran liberados en la suspensión, lo que indica que estarían inmaduros. De acuerdo a las descripciones efectuadas por Collantes et al (2002) la primera evidencia de fecundación es la formación de un tabique



transversal que a la ocurrencia de la primera mitosis y una consecuente diferenciación del embrión. La especie *D. antarctica* de la Región de Magallanes no se encontraría madura en el periodo de primavera, coincidiendo esta inmadurez con poblaciones de Chile central donde las poblaciones se encuentran reproductivas en los meses de mayo (invierno) (Collantes et al, 2002). Se esperaba que durante la estación de otoño ocurriese fecundación, sin embargo no hubo formación de embriones. De acuerdo a lo señalado en la literatura, las hormonas femeninas gatillan la liberación de los anterozooides al parecer este fenómeno no ocurrió en las fecundaciones in Vitro efectuadas con material de las poblaciones de *D antarctica* de la Región de Magallanes.

g) Fauna y Flora asociada

g. 1). Macrofauna asociada a los discos de fijación de *M. pyrifera*

El examen de 138 discos del alga parda *Macrocystis pyrifera* recolectados en seis localidades (Isla Tamar, Carlos III, Bahía Aguila, Seno Duntze, Isla London y Caleta Ollas) distribuidas entre la Isla Tamar, en las proximidades de la boca occidental del estrecho de Magallanes, y el sector de Caleta Olla, por el sur de la región de Magallanes, produjo un inventario de invertebrados de 132 especies pertenecientes a 12 taxa superiores (fila), contabilizando un total de 10672 individuos. Los taxa dominantes en abundancia fueron, en orden decreciente, Artrópoda, Annelida representados por la clase Polychaeta, Echinodermata, Mollusca y Nemertea. Los taxa superiores que aportaron mayor riqueza de especies fueron Annelida (Polychaeta), Mollusca, Arthropoda y en menor grado Echinodermata. Se debe destacar que la biodiversidad de invertebrados podría ser aún mayor si se considerarán las diversas especies de bryozoos y anfípodos que no pudieron ser identificadas a nivel específico.

Tabla 43.- Composición global de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 138) en seis localidades de la región de Magallanes. Estudio efectuado entre julio 2006 y mayo 2007.

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza de especies
Porifera	12	1
Cnidaria (Anthozoa)	10	3
Nemertea	362	3
Nematodo	16	1
Annelida (Polychaeta)	3751	39
Sipunculidae	8	2
Mollusca	574	35
Arthropoda *	3778	33
Bryozoa	53 colonias	1*
Brachiopoda	1	1
Echinodermata	2103	12
Urochordata (Ascidiacea)	4	1

* Se asume la existencia de varias especies de anfípodos y bryozoos.



A continuación se señalan los resultados obtenidos por cada una de las localidades estudiadas, siendo analizadas en el sentido de norte a sur.

ISLA TAMAR

Esta localidad sólo fue visitada durante el crucero de otoño, 2007, obteniéndose 5 plantas para análisis de biodiversidad siendo utilizada como referencia. Se identificaron 4 taxa superiores solamente, con una abundancia total de 86 individuos y 14 especies, predominando los equinodermos, anélidos y artrópodos en términos de abundancia como de riqueza de especies (Tabla 44). Las especies más abundantes fueron el equinoídeo *Pseudechinus magellanicus*, seguido del poliqueto *Platynereis australis*, que juntos totalizaron el 56,3% de la abundancia total.

Los atributos comunitarios muestran que en este sector cada planta sostiene una baja biodiversidad de especies fluctuando entre 5 y 8 especies, cuya abundancia varió entre 8 y 42 individuos. La biomasa de macrofauna varió entre 2,46 y 13,7 g, peso húmedo (Tabla 45). Los antecedentes de volumen, peso húmedo, altura y longitud del disco se señalan en la Tabla 45, destacándose que las plantas analizadas poseen pequeño tamaño (< 1000 cc).

Tabla 44.- Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 5) recolectadas en el sector de Isla Tamar, otoño, 2007.

Taxa (Filum: clase)	Abundancia	Riqueza especies
Annelida (Polychaeta)	26	2
Mollusca (Bivalvia)	3	1
Bryozoa	1	1
Arthropoda	16	4
Echinodermata	41	6

Tabla 45.- Atributos comunitarios de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* en la localidad de Isla Tamar, Estrecho de Magallanes, en mayo, 2007. P = planta.

	I.Tamar				
	P9	P4	P3	P6	P8
Abundancia	16	42	8	9	13
Riqueza spp	8	8	5	5	7
Biomasa macrofauna(g)	2,46	13,7	4,13	13,73	12,9
Volumen disco (cc)	275	710	285	20	460
Peso húmedo disco (g)	275	710	285	20	460
L Max (cm)	19,2	23,9	20,6	9,8	24,5
Altura disco (cm)	8,8	9,4	10,3	2,1	8,7



ISLA CARLOS III

En esta localidad se analizaron 32 discos durante cuatro períodos estacionales estudiados (invierno y primavera, 2006 verano y otoño 2007). La data de abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 46) permitió cuantificar 1.686 individuos, correspondiente a 87 especies o unidades taxonómicas identificables y pertenecientes a 10 taxa superiores. Arthropoda, Annelida y echinodermata predominaron en términos de abundancia, en orden decreciente, mientras que la riqueza de especies mostró una predominancia de Polychaeta, Arthropoda, Mollusca y Echinodermata.

Tabla 46. - Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 32) recolectadas en el sector de Isla Carlos III durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza especies
Porifera	3	1
Cnidaria (Anthozoa)	5	2
Nemertea	49	3
Nematodo	1	1
Annelida (Polychaeta)	469	26
Mollusca	79	19
Arthropoda	693	22
Bryozoa	4 colonias	1
Echinodermata	381	10
Urochordata (Ascidiacea)	1	1

La Tabla 47 muestra el inventario de biodiversidad completo de la macrofauna recolectada en los cuatro períodos estacionales. De ella se desprende que la abundancia fue mayor en invierno con 793 individuos y en verano, con 438 individuos. En otoño la abundancia fue baja dado el análisis de un menor número de discos.

La lista de las cinco especies dominantes numéricamente por cada período estacional en la isla Carlos III se muestran en las Tablas 48, 49, 50 y 51. En invierno 2006 las especies dominantes fueron los anfípodos, seguidos de los equinodermos (3 especies) y una especie de poliqueto (Tabla 48), habiendo un orden de magnitud de diferencia. En primavera 2006, las especies dominantes fueron Anfípoda, el poliqueto *Platynereis australis*, y los equinodermos *Ophiactis* sp y el equinoídeo *Pseudechinus magellanicus* (Tabla 49). En verano, 2007 las especies dominantes (Tabla 50) fueron los anfípodos, el ofiuroídeo *Ophiactis* sp, y los poliquetos *Platynereis australis* y representantes de la familia Terebellidae.



En este grupo de especies más representativas no existen especies de interés comercial. Sin embargo, al analizar el conjunto de especies de la Tabla 47 se observa que entre las especies de invertebrados registradas para esta localidad se observan algunas que poseen importancia económica, como son: el gastrópodo *Fissurella* spp y *Odontocymbiola magellanica*, los bivalvos *Mytilus chilensis* y *Aulacomya ater*, el gastrópodo *Trophon* sp y el echinoídeo *Loxechinus albus* (todos se detectaron como especímenes juveniles), estos presentaron una baja abundancia (valores cercanos 10 individuos/ disco).

Tabla 47. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 32) recolectados en la isla Carlos III en cuatro períodos estacionales. Se muestran datos acumulados.

Especies/Taxa	Filum	Clase	Abundancia			
			Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Porifera indet.	Porifera		1	0	2	0
Antholoba achates	Cnidaria	Anthozoa	1	1	1	0
Anthozoa indet.	Cnidaria	Anthozoa	1	1	0	0
Nemertea Indet 1 (negro)	Nemertea		4	12	23	7
Nemertea Indet 2 (pardo)	Nemertea		1	1	0	0
Nemertea (blanco)	Nemertea		1	0	0	0
Nematodo indet.	Nematoda		0	1	0	0
Platynereis australis	Annelida	Polychaeta	4	52	58	41
Eunereis patagonica	Annelida	Polychaeta	0	2	0	0
Marphysa aenea	Annelida	Polychaeta	0	1	0	0
Harmothoe spinosa	Annelida	Polychaeta	18	4	13	2
Harmothoe exanthema	Annelida	Polychaeta	2	0	1	0
Hermadion magalhaensis	Annelida	Polychaeta	9	4	0	0
Halosydna patagonica	Annelida	Polychaeta	2	4	6	0
Polynoidae Indet.	Annelida	Polychaeta	4	0	0	0
Pherusa sp	Annelida	Polychaeta	1	0	0	0
Pholoe sp	Annelida	Polychaeta	1	0	1	0
Lumbrineris sp	Annelida	Polychaeta	1	12	5	2
Phyllodocidae indet.	Annelida	Polychaeta	2	1	0	0
Hemipodus sp	Annelida	Polychaeta	1	2	0	0
Cirratulus cirratus	Annelida	Polychaeta	3	6	16	3
Cirriformia sp	Annelida	Polychaeta	0	1	0	0
Cirratullidae indet.	Annelida	Polychaeta	0	0	3	0
Capitellidae	Annelida	Polychaeta	1	0	1	0
Syllidae	Annelida	Polychaeta	13	1	3	0
Amphoroidea typa	Annelida	Polychaeta	0	4	0	0
Maldanidae	Annelida	Polychaeta	0	1	0	0
Flabelligeriidae	Annelida	Polychaeta	0	0	0	0
Terebellidae	Annelida	Polychaeta	7	9	42	3
Ampharetidae indet	Annelida	Polychaeta	0	0	2	0
Sabellidae indet	Annelida	Polychaeta	0	0	1	0
Spionidae	Annelida	Polychaeta	0	6	0	0
Spirorbidae	Annelida	Polychaeta	74	6	0	0
Serpulidae indet.	Annelida	Polychaeta	7	0	0	0



Caudofoveata	Mollusca	Caudofoveata	1	0	0	0
Callochiton sp	Mollusca	Polyplacophora	1	1	2	2
Tonicia lebrunii	Mollusca	Polyplacophora	0	1	0	0
Polyplacophora indet.	Mollusca	Polyplacophora	0	1	0	0
Fisurella sp	Mollusca	Gastropoda	13	3	6	1
Fissurellidea patagonica	Mollusca	Gastropoda	1	0	0	0
Nacella mytilina	Mollusca	Gastropoda	1	0	0	0
Margarites violacea	Mollusca	Gastropoda	2	0	1	0
Odoncymbiola magellanica	Mollusca	Gastropoda	2	0	0	0
Trophon sp	Mollusca	Gastropoda	0	0	1	0
Paraeuthria sp	Mollusca	Gastropoda	1	4	1	0
Xymenopsis sp	Mollusca	Gastropoda	3	2	2	0
Mitrella unifasciata	Mollusca	Gastropoda	7	1	0	0
Eatoniella sp	Mollusca	Gastropoda	0	2	0	0
Mathilda magellanica	Mollusca	Gastropoda	0	1	0	0
Sabatieira sp	Mollusca	Gastropoda	4	1	0	0
Mytilus chilensis	Mollusca	Bivalvia	2	0	0	0
Aulacomya ater	Mollusca	Bivalvia	4	0	3	0
Bivalvia Indet.	Mollusca	Bivalvia	1	0	0	0
Picnogonida	Artropoda	Quelicerata	1	0	0	0
Ostracoda	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Dynamenella eatoni	Artropoda	Crustacea	9	1	0	0
Dynamenella acuticauda	Artropoda	Crustacea	2	7	10	1
Cassinopsis emarginata	Artropoda	Crustacea	0	1	2	0
Serolis sp	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Janthopsis sp	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Austrosignum globifrons	Artropoda	Crustacea	2	0	0	0
Iathripa longicauda	Artropoda	Crustacea	4	0	0	0
Limnoria sp	Artropoda	Crustacea	16	11	23	0
Lais pubescens	Artropoda	Crustacea	2	0	0	0
Ianiropsis sp	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Exosphaeroma lanceolata	Artropoda	Crustacea	14	2	2	0
Exosphaeroma studeri	Artropoda	Crustacea	13	0	0	0
Jaeropsis curvicornis	Artropoda	Crustacea	3	0	0	0
Isopoda Indet.	Artropoda	Crustacea	6	2	2	0
Amphipoda indet.	Artropoda	Crustacea	279	61	86	15
Cumacea Indet.	Artropoda	Crustacea	0	1	0	0
Tanaidacea	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Halicarcinus planatus	Artropoda	Crustacea	8	5	2	4
Copepoda harpacticoidea	Artropoda	Crustacea	3	0	0	0
Pagurus comptus	Artropoda	Crustacea	3	0	6	0
Bryozoa indet.	Bryozoa		1	1	1	1
Anasterias sp	Echinodermata	Asteroidea	24	6	12	3
Asterina fimbriata	Echinodermata	Asteroidea	1	2	1	0
Asteroidea Indet. (juv.)	Echinodermata	Asteroidea	1	0	1	1
Odontaster sp	Echinodermata	Asteroidea	1	0	1	1
Porania Antarctica	Echinodermata	Asteroidea	1	0	0	1
Pseudechinus magellanicus	Echinodermata	Echinoidea	115	13	13	3
Loxechinus albus	Echinodermata	Echinoidea	8	0	0	0
Ophiactis sp	Echinodermata	Ophiuroidea	56	18	81	4



Ophiuroidea Indet.	Echinodermata	Ophiuroidea	9	0	0	0
Holothuroidea indet..	Echinodermata	Holothuroidea	2	0	1	1
Didemnidae indet.	Urochordata	Ascidiacea	1	0	0	0
Zoarcidae	Pisces		1	0	0	0

Tabla 48. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de invierno, 2006.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	279
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	115
Spirobidae	74
<i>Ophiactis</i> sp	56
<i>Anasterias</i> sp	24

Tabla 49. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de primavera, 2006.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	61
<i>Platynereis australis</i>	52
<i>Ophiactis</i> sp.	18
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	13
<i>Lumbrineris</i> sp	12
Nemertea indet.	12

Tabla 50. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de Verano, 2007.

Especie/taxa	Abundancia
Amphipoda indet	86
<i>Ophiactis</i> sp	81
<i>Platynereis australis</i>	58
Terebellidae	42
Spirorbidae	36

Tabla 51. Taxa más representativas en los discos analizados en Carlos III para la estación de Otoño, 2007.

Especie/taxa	Abundancia
<i>Platynereis australis</i>	41
Amphipoda indet	15
<i>Ophiactis</i> sp	4
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	3
<i>Anasterias</i> sp	3



Atributos comunitarios

La abundancia en invierno fluctuó entre 21 y 146 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 9 y 35 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 3,19 y 16,5 g (Tabla 52). El índice de diversidad de Shannon varió entre 2,1073 y 3,7329 bits, indicando la existencia de una mediana a alta diversidad de especies, además de encontrarse valores de uniformidad > 0,5, indicando que existe una regular a buena distribución de la abundancia por especie recolectada.

En primavera, la abundancia fluctuó entre 14 y 47 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 6 y 16 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 0,8 y 11,94 g (Tabla 53). La diversidad de especies estimada a través del índice de Shannon-Wiener mostró un rango entre 1,7799 y 3,4766 indicando valores regulares a altos, con la uniformidad con valores > 0,6886, indicando valores medios a altos de uniformidad.

Los atributos comunitarios obtenidos durante el monitoreo de verano de 2007 se muestran en la Tabla 54.

En la campaña de otoño (mayo, 2007), los atributos comunitarios no se analizaron por existir disponible solamente dos plantas, lo que hace poco representativo este muestreo.

Tabla 52. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = biomasa (g macrofauna/disco); D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Invierno (julio, 2006) en la población de Isla Carlos III.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	15	103	3,19	3,0207	0,5394	2,1073
2	25	146	9,87	4,8158	0,6845	3,1787
3	11	30	15,21	2,9401	0,7626	2,6383
4	26	136	16,50	5,0889	0,7375	3,4666
5	35	127	11,81	7,0187	0,7278	3,7329
6	10	21	2,51	2,9561	0,8527	2,8326
7	12	33	7,03	3,1460	0,8009	2,8712
8	19	105	12,18	3,8677	0,7486	3,1799
9	14	53	8,31	3,2743	0,6682	2,5440
10	9	48	6,30	2,0665	0,8114	2,5720



Tabla 53. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa (g/disco); D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Primavera (octubre, 2006) en la población de Isla Carlos III.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	12	27	3,71	3,3375	0,8923	3,1987
2	7	14	0,93	2,2735	0,9082	2,5495
3	11	25	0,80	3,1067	0,8195	2,8351
4	8	19	2,11	2,3774	0,8546	2,5637
5	6	21	1,55	1,6423	0,6886	1,7799
6	12	19	4,63	3,7359	0,9572	3,4316
7	16	47	4,82	3,8960	0,8692	3,4766
8	15	29	11,94	4,1576	0,8594	3,3576
9	13	46	3,06	3,1343	0,8377	3,1000
10	13	33	2,96	3,4320	0,8263	3,0576

Tabla 54. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en Verano (enero, 2007) en la población de Isla Carlos III.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	9	18	9,16	2,7678	0,8527	2,7029
2	10	48	1,45	2,3249	0,7336	2,4371
3	10	32	4,82	2,3083	0,7717	2,4462
4	5	10	1,38	1,7372	0,8445	1,9610
5	14	39	2,68	3,5485	0,8463	3,2221
6	12	26	6,42	3,3762	0,9210	3,3018
7	11	33	6,99	2,8600	0,8938	3,0922
8	11	46	3,99	2,6119	0,7671	2,6537
9	22	79	14,09	4,8061	0,8355	3,7260
10	19	148	31,8	3,6020	0,6857	2,9129

Los datos morfométricos de las plantas analizadas en la isla Carlos III se muestran en la Tabla 55, 56 y 57 para julio, octubre 2006 y enero, 2007, respectivamente. En general, se puede señalar que las plantas analizadas en todos los períodos poseen un pequeño disco de fijación ya que los valores más frecuentes fueron inferiores a 1500 cc de volumen desplazado, el peso fue inferior a 2 kg y la longitud máxima fue inferior a 35 cm. Esta situación es contrastante respecto del tamaño de los discos existentes en la zona de Isla Navarino, donde alcanzan volúmenes < 20.000 cc (Ojeda & Santelices, 1984).



Tabla 55. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de invierno (julio 2006).

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	540	960	284	1590	1300	610	650	690	700	770
Peso húmedo disco (g)	816	1119	394	1848	1498	656	645	682	634	885
Longitud máxima (cm)	17	22,5	15	36	28,5	20	32,5	25,5	20	27
Altura disco (cm)	19	27	11	13	25,5	16	8,5	11,5	13,5	11

Tabla 56. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera (octubre 2006).

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	280	35	65	75	50	260	230	135	155	95
Peso húmedo disco (g)	268	35,5	49	78	74	243,5	273	150	163,5	104
Longitud máxima (cm)	19,5	8,5	11,5	16	12,5	18	14	14	14	16
Altura disco (cm)	7	2,5	4	4	4,5	6	9	10	5	4

Tabla 57. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Verano (enero, 2007).

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	190	85	120	260	260	660	375	44	800	475
Peso húmedo disco (g)	189	96,26	104	251,5	256,5	687	377	43,5	763,5	453,5
Longitud máxima (cm)	11	11,5	13,5	14,5	19	18,5	17	13,5	19,5	15
Altura disco (cm)	5,8	3,5	5,5	11,5	5,5	14	12,5	6,5	20	11

Tabla 58. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector Carlos III, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Otoño (mayo, 2007).

Variable/Planta	1	2	3	4	5
Volumen desplazado disco (ml)	38	820	165	480	520
Peso húmedo disco (g)	42,5	883	178	685	435,4
Longitud máxima (cm)	14	24,9	17,6	19,7	22
Altura (cm)	3,5	25,6	6	8	8,5

BAHÍA DEL AGUILA

En esta localidad se analizaron 25 discos durante tres períodos estacionales estudiados (primavera, 2006 verano y otoño 2007). La data de abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 59) permitió cuantificar 1.102 individuos, correspondiente a 63 especies o unidades taxonómicas identificables y pertenecientes a 10 taxa superiores. Echinodermata, Polychaeta y Artropoda predominaron en términos de abundancia, en orden decreciente,



mientras que la riqueza de especies mostró una predominancia de Polychaeta, Arthropoda, Mollusca y Echinodermata.

Tabla 59. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 25) recolectadas en el sector de Bahía Aguila durante tres períodos estacionales (primavera, 2006 y verano y otoño 2007).

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza especies
Porifera	1	1
Cnidaria (Anthozoa)	1	1
Nemertea	19	2
Nematodo	1	1
Annelida (Polychaeta)	338	20
Sipunculida	1	1
Mollusca	32	12
Arthropoda	318	16
Bryozoa	1	1
Echinodermata	381	8

La Tabla 60 muestra el inventario de biodiversidad completo de la macrofauna recolectada en los tres períodos estacionales (primavera, verano y otoño). De ella se desprende que la abundancia fue mayor en verano con 578 individuos y en primavera, con 390 individuos. En otoño la abundancia fue menor dado el análisis de un menor número de discos.

La lista de las cinco especies dominantes numéricamente por cada período estacional en la Bahía el Aguila se muestran en las Tablas 61, 62 y 63. En la primavera de 2006 las especies dominantes fueron el poliqueto *Platynereis australis*, los anfípodos, el equinoídeo *Pseudechinus magellanicus*, el ofiuroido *Ophiactis* sp y una especie de isópodo (Tabla 61), presentando el mismo orden de magnitud. En enero 2007 las especies dominantes fueron Anfípoda, el erizo *P. magellanicus*, *Ophiactis* sp y el equinoídeo *Pseudechinus magellanicus* y los poliquetos Terebellidae y *P. australis*. (Tabla 62). En otoño, 2007 las especies dominantes (Tabla 63) fueron el erizo *P. magellanicus*, el poliqueto *P. australis*, el ofiuroido *Ophiactis* sp, el poliqueto *Harmothoe spinosa* y los anfípodos.

Esta información sobre la dominancia numérica de determinadas especies en Bahía El Aguila más la observada en la isla Carlos III nos indica que existen variaciones espaciales y temporales profundas en el patrón de colonización de los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera*. Un grupo de discos puede ser colonizado mayoritariamente por un taxa superior, mientras que en otras localidades lo hacen otros grupos taxonómicos. Sin embargo, *P. magellanicus*, *P. australis* y *Ophiactis* son recurrentes en aparecer dominando esta sección de la planta.



En esta localidad se identificaron 3 especies de conocida importancia comercial como son los gastrópodos *Fisurella* sp (lapa) y *Argobuccinum pustulosum* y el bivalvo *Aulacomya ater* (Cholga), los que estuvieron representados solo por individuos juveniles.

Tabla 61. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* recolectados en bahía el Águila en las diferentes estaciones muestreadas (octubre 2006 y enero y mayo, 2007).

Especie/Taxa	Filum	Clase	Abundancia		
			Primavera	Verano	Otoño
Porifera indet	Porifera		0	1	0
Hydrozoa indet	Cnidaria	Anthozoa	1	0	0
Nemertea Indet 1 (negro)	Nemertea		6	21	1
Nemertea Indet 2 (pardo)	Nemertea		2	0	0
Nematodo Indet	Nematoda		0	0	1
Platynereis australis	Annelida	Polychaeta	94	35	39
Nereis sp	Annelida	Polychaeta	0	1	2
Neanthes kerguelensis	Annelida	Polychaeta	3	0	0
Harmothoe spinosa	Annelida	Polychaeta	2	7	19
Hermadion magalhaensis	Annelida	Polychaeta	2	6	0
Halosydna patagonica	Annelida	Polychaeta	1	2	1
Pholoe sp	Annelida	Polychaeta	1	0	0
Lumbrineris sp	Annelida	Polychaeta	6	15	4
Phyllodoceidae Indet	Annelida	Polychaeta	0	1	0
Anaitides patagonica	Annelida	Polychaeta	1	0	0
Eteone sp	Annelida	Polychaeta	0	0	1
Glycera sp.	Annelida	Polychaeta	0	1	2
Hemipodus sp	Annelida	Polychaeta	1	1	0
Cirratulus cirratus	Annelida	Polychaeta	2	4	0
Syllidae	Annelida	Polychaeta	1	3	0
Typosyllis sp	Annelida	Polychaeta	3	0	0
Amphoroidea typa	Annelida	Polychaeta	1	0	0
Terebellidae	Annelida	Polychaeta	15	37	12
Orbiniidae Indet	Annelida	Polychaeta	1	0	0
Chaetopterus variopedatus	Annelida	Polychaeta	0	2	0
Sabellidae Indet	Annelida	Polychaeta	0	0	1
Spirorbidae	Annelida	Polychaeta	0	23	0
Themiste sp	Sipunculida		1	0	0
Callochiton sp	Mollusca	Polyplacophora	0	2	2
Leptochiton sp	Mollusca	Polyplacophora	0	1	0
Toncia lebrunii	Mollusca	Polyplacophora	1	1	0
Fisurella sp	Mollusca	Gastropoda	3	5	0
Nacella flammea	Mollusca	Gastropoda	1	0	0
Margaritas violacea	Mollusca	Gastropoda	2	3	3
Calliostoma nudum	Mollusca	Gastropoda	1	0	0
Fuegotrophon sp	Mollusca	Gastropoda	1	0	0



Argobuccinum pustulosum	Mollusca	Gastropoda	0	1	0
Crepidatella sp	Mollusca	Gastropoda	1	1	0
Aulacomya ater	Mollusca	Bivalvia	1	2	0
Bivalvia Indet.	Mollusca	Bivalvia	0	1	0
Dynamenella acuticauda	Artropoda	Crustacea	6	18	3
Cassidinopsis emarginata	Artropoda	Crustacea	0	2	0
Serolis sp	Artropoda	Crustacea	0	3	0
Gnathia antarctica	Artropoda	Crustacea	0	1	0
Limnoria sp	Artropoda	Crustacea	22	13	0
lais pubescens	Artropoda	Crustacea	4	0	0
Ianiropsis sp	Artropoda	Crustacea	1	0	0
Edotea magellanica	Artropoda	Crustacea	4	0	0
Exosphaeroma lanceolata	Artropoda	Crustacea	5	8	1
Exosphaeroma studeri	Artropoda	Crustacea	0	1	3
Isopoda Indet.	Artropoda	Crustacea	1	0	0
Amphipoda Indet	Artropoda	Crustacea	87	135	19
Tanaidacea	Artropoda	Crustacea	1	0	0
Halicarcinus planatus	Artropoda	Crustacea	0	2	0
Austropandalus grayi	Artropoda	Crustacea	0	1	0
Pagurus comptus	Artropoda	Crustacea	1	0	0
Bryozoa Indet	Bryozoa		0	8	2
Anasterias sp	Echinodermata	Asteroidea	16	10	14
Asterina fimbriata	Echinodermata	Asteroidea	0	1	0
Odontaster sp	Echinodermata	Asteroidea	0	4	0
Pseudechinus magellanicus	Echinodermata	Echinoidea	54	114	73
Ophiactis sp	Echinodermata	Ophiuroidea	28	80	21
Ophiuroidea Indet.	Echinodermata	Ophiuroidea	2	0	0
Holothuroidea Indet.1	Echinodermata	Holothuroidea	2	0	2
Holothuroidea Indet.2	Echinodermata	Holothuroidea	1	0	0

Tabla 62. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de primavera. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
<i>Platynereis australis</i>	94
Amphipoda	87
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	54
<i>Ophiactis</i> sp	28
<i>Limnoria</i> sp	22

Tabla 63. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de verano. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda Indet	135
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	114
<i>Ophiactis</i> sp	80
Terebellidae	37
<i>Platynereis australis</i>	35



Tabla 64. Taxa más representativas en los discos analizados en Bahía El Águila, estrecho de Magallanes (XII Región) para la estación de otoño. En base a los datos acumulados de 5 discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	73
<i>Platynereis australis</i>	39
<i>Ophiactis</i> sp	21
<i>Harmothoe spinosa</i>	19
Amphipoda Indet	19

Atributos comunitarios

La abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 65) permitió cuantificar un total de 391 individuos en Primavera, correspondiendo a 42 especies o unidades taxonómicas identificables. La abundancia fluctuó entre 12 y 111 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 4 y 22 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 0,78 y 11,38 g.

La diversidad de especies estimada a través del Índice de Margaleff, el índice de Shannon-Wiener y la respectiva uniformidad basada en cálculos efectuados en log base 2 se muestran en la Tabla 65. Otros atributos comunitarios obtenidos como el índice de Margaleff fluctuó entre 1,16 y 3,6 unidades, el índice de Shannon-Wiener log base 2, entre 1,14 y 3,71 bits, el índice de uniformidad o evenness fluctuó entre 0,57 y 0,95, indicando un predominio de valores intermedios a altos en H' y valores $> 0,56$ en uniformidad indicando una regular a buena distribución de individuos en cada especie recolectada.

En verano, se recolectaron 578 individuos pertenecientes a 41 especies (Tabla 66). La abundancia fluctuó entre 6 y 122 individuos por disco y se identificaron entre 3 y 21 especies/disco. La biomasa o "standing stock" presente en los discos varió entre 0,52 y 32,31 g/disco. Los valores del índice de Shannon variaron entre 1,25 y 3,77 bits, mostrando valores intermedios a altos, con una uniformidad que mostró valores $> 0,5726$, indicando una buena distribución de individuos por especie.

En otoño, se recolectaron 112 individuos pertenecientes a 22 especies, valores que son inferiores a las campañas previas, pero debido al análisis de un menor número de discos (Tabla 67). La abundancia total por disco fluctuó entre 31 y 57 especímenes, la riqueza de especies entre 8 y 11 y la biomasa entre 7,83 y 16,96 g, peso húmedo. El índice de diversidad de Shannon varió entre 2,48 y 2,66, mostrando valores intermedios, mientras que la uniformidad mostró valores $> 0,76$, siendo relativamente altos.



Las variables morfométricas de cada planta analizada se muestran en la Tabla 68 (octubre 2006), Tabla 69 (enero, 2007) y Tabla 70 (mayo, 2007). De ella se desprende que los discos de *Macrocystis* desplazaron un volumen entre 40 y 345 cc, el peso fluctuó entre 17 y 328,5 g, la longitud máxima del disco varió entre 7 y 20 cm y la altura, entre 4,5 y 14 cm. En esta localidad se localizaron los discos más pequeños de las seis localidades estudiadas, lo cual podría explicar la menor riqueza de especies y abundancia de invertebrados.

Tabla 65. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en la población de bahía el Águila (octubre, 2006).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	8	45	3,92	1,8389	0,8229	2,4688
2	6	21	3,09	1,6423	0,6297	1,6277
3	10	29	2,33	2,6728	0,9072	3,0137
4	4	13	1,33	1,1696	0,5726	1,1451
5	8	12	2,56	2,8170	0,9518	2,8554
6	7	28	3,07	1,8006	0,6482	1,8198
7	10	32	0,78	2,5969	0,7165	2,3802
8	18	111	10,23	3,6097	0,7456	3,1091
9	22	76	11,38	4,8491	0,8320	3,7104
10	12	24	6,48	3,4612	0,8847	3,1718

Tabla 66. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en en la población de bahía el Águila (enero, 2007).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	6	27	2,88	1,5171	0,6716	1,7360
2	21	122	31,82	4,1632	0,7553	3,3174
3	14	44	11,05	3,4353	0,7874	2,9980
4	7	9	3,47	2,7307	0,9708	2,7255
5	3	6	0,52	1,1162	0,7897	1,2516
6	16	68	10,42	3,5549	0,7799	3,1197
7	14	58	5,52	3,2016	0,6146	2,3398
8	21	85	16,99	4,5018	0,8577	3,7674
9	13	67	21,92	2,8540	0,8104	2,9989
10	15	92	32,31	3,0961	0,7324	2,8616



Tabla 67. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en la población de bahía el Águila (mayo, 2007).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	8	57	16,96	1,7314	0,8340	2,5020
2	11	55	10,01	2,4954	0,7604	2,6304
3	9	31	8,43	2,3297	0,7934	2,5150
4	9	32	7,83	2,3083	0,7827	2,4811
5	10	51	8,23	2,2890	0,8003	2,6585

Tabla 68. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en octubre, 2006.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (cc)	60	90	60	55	40	70	95	345	270	100
Peso húmedo (g)	64	72	57	17	34	72,5	84	328,5	264	117
Longitud máxima (cm)	11,5	16	7	7,5	8,5	9,5	16,5	18	20	15,5
Altura disco(cm)	5,5	4,5	8	40	7,5	4,5	10,5	11	8	14

Tabla 69. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en enero, 2007.

Variable/planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen (cc)	95	5	185	250	420	165	415	1000	440	85
Peso Húmedo(gr)	104,5	6,4	200	306,5	358	172,5	412,5	1037	464	76
Longitud máxima (cm)	19	5	17,5	25,5	23,5	14	20,5	27	22	16,5
Altura (cm)	5,5	1,5	70	6	7	7	7	20	10	5

Tabla 70. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector bahía el Águila, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica en mayo, 2007.

Variable/planta	1	2	3	4	5
Volumen desplazado disco (cc)	940	770	760	295	450
Peso Húmedo(gr)	909,5	889	847	282	470,2
Longitud máxima (cm)	28,2	24,3	18,2	22,1	25,3
Altura (cm)	10,2	14,5	11,2	6,3	5,8

SENO DUNTZE



En esta localidad se analizaron 31 discos durante cuatro períodos estacionales estudiados (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007). La data de abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 71) permitió cuantificar 1.690 individuos, correspondiente a 72 especies o unidades taxonómicas identificables y pertenecientes a 11 taxa superiores. Arthropoda, Polychaeta, Echinodermata y Nemertea predominaron en términos de abundancia, en orden decreciente, mientras que la riqueza de especies mostró una predominancia de Polychaeta y Arthropoda, seguida de Mollusca y en menor medida los equinodermos.

Tabla 71. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 31) recolectadas en el sector de Seno Duntze, Región de Magallanes, durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza especies
Porifera	1	1
Nemertea	166	3
Nematodo	4	1
Annelida (Polychaeta)	448	20
Sipunculida	2	1
Mollusca	77	15
Arthropoda	789	20
Bryozoa	5	1
Brachiopoda	1	1
Echinodermata	196	8
Urochordata (Ascidiacea)	1	1

La Tabla 72 muestra el inventario de biodiversidad completo de la macrofauna recolectada en los cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño, 2007). De ella se desprende que la abundancia fue mayor en invierno y primavera existiendo sobre 534 individuos. En otoño la abundancia fue menor dado el análisis de un menor número de discos. La Riqueza de especies fue mayor en el invierno y primavera del 2006 con 50 y 40 especies respectivamente, siendo menor en los meses del año 2007.

Entre las especies de invertebrados de interés comercial registradas para esta localidad se observan algunas como los gastrópodos *Fisurella* spp y *Odontocymbiola magellanica*, los bivalvos *Mytilus chilensis* y *Aulacomya ater* y el equinoideo *Loxechinus albus*. Sin embargo todas estas especies estuvieron presentes en bajas densidades que no superaron los 8 individuos por disco y por individuos juveniles (Tabla 72).



En la Tabla 73 se indican las 5 especies más representativas por su abundancia en la campaña de invierno 2006, donde Amphipoda es el taxon más representado con 157 individuos, seguido por el isópodo perforador *Limnoria* sp. con 85 individuos, el ofiuroido *Ophiactis* sp con 47 individuos, una especie de nemertino no identificado con 33 individuos y poliquetos de la familia Terebellidae con 29 individuos. En tanto en el crucero de primavera (Tabla 74) nuevamente Amphipoda con 151 individuos fue el más representado seguido por Terebellidae con 85 individuos, posteriormente aparecen Nemertea indeterminado, el poliqueto *Platynereis australis* y el isópodo *Limnoria* sp, todos con abundancias que variaron entre 77 y 50 individuos, respectivamente. En la Tabla 75 se muestra la lista de cinco especies más representativas por su abundancia recolectadas en enero 2007, donde nuevamente los anfípodos predominan seguidos de los poliquetos Terebellidae y *Platynereis australis*. En la campaña de otoño 2007 (Tabla 76), se observó una notoria disminución motivada por el menor número de discos, pero también por una disminución real de la abundancia. Esto llevó a que se contabilizarán solamente 40 anfípodos y 36 *Mytilus* y 20 *Platynereis*. En general, se puede señalar que en esta localidad, la matriz de especies más abundantes tendieron a repetirse casi en el mismo orden en las diferentes campañas de investigación, siendo recurrente la presencia de poliquetos Terebellidae, anfípodos, *Platynereis* y los nemertinos. Llama la atención de abundante presencia del isópodo *Limnoria* sp, el cual normalmente excava madrigueras en el disco del alga haciendo perforaciones.

Atributos comunitarios

En el período invernal 2006, se obtuvieron 9 muestras de discos en seno Duntze. La abundancia varió entre 24 y 115 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 7 y 21 especies/disco, la Biomasa entre 2,28 y 24,12 g/disco, el índice de diversidad de Shannon mostró un rango de variación entre 2 y 3,76 bits/disco (Tabla 77).

En la primavera 2006, la abundancia fluctuó entre 11 y 118 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 6 y 18 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 1,78 y 18,91 g. La diversidad de especies estimada a través del Índice de Margaleff, el índice de Shannon-Wiener y la respectiva uniformidad basada en cálculos efectuados en log base 2 se muestran en la Tabla 78. Se observó que el rango de variación del índice de Shannon fue medio a alto, siendo superior a 2,37 bits, mientras que la uniformidad mostró valores medios a altos de distribución de individuos por especie. Esto implica que se bien existen algunas especies numéricamente dominantes en los discos, el predominio total al interior del disco no se alcanza por parte de una o dos especies.



En enero, 2007 (Tabla 79), la macrofauna bentónica asociada a los discos de fijación de *Macrocystis* se caracterizó por presentar entre 38 y 72 individuos por disco, una riqueza de especies que varió entre 4 y 17 especies por disco, una biomasa que presentó valores entre 6,4 y 21,29 g/disco, índices de Shannon relativamente bajos con valores sobre 1,48 bits/disco y la uniformidad mostró valores intermedios, variando entre 0,53 y 0,75/disco.

En otoño 2007 (Tabla 80), la macrofauna bentónica se caracterizó por la presencia de 12 a 81 individuos por disco, con una riqueza de especies que varió entre 6 y 18 especies/disco, y una biomasa (peso húmedo) de 1,99 y 12,58 g. El índice de Shannon fue mayor a 2,13 y se notó una uniformidad intermedia a alta en este lugar, no existiendo una clara dominancia por parte de un número reducido de especies.

Las variables morfométricas de cada planta analizada se muestran en la Tabla 81 y 82 para las campañas de invierno y primavera, 2006, respectivamente. De ella se desprende, que en invierno los discos de *Macrocystis* fueron pequeños y presentaron un volumen entre 70 y 790 cc, el peso fluctuó entre 74,5 y 669 g, la longitud máxima del disco varió entre 13 y 27,5 cm y la altura, entre 4,5 y 17,5 cm. En primavera, los discos presentaron un volumen desplazado que fluctuó entre 155 y 500 ml, un peso húmedo que varió entre 141 y 565 g, una altura máxima que varió entre 13 y 20 cm y una altura de disco que fluctuó entre 5 y 16,5 cm. En verano y otoño se recolectaron plantas de tamaño pequeño, lo que incidió en que se determinaran los volúmenes desplazados más bajos (7,5 cc/disco) (Tabla 83 y 84).

Tabla 72. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación (N = 31) de *Macrocystis pyrifera* recolectados en seno Duntze en invierno y primavera 2006 y en enero y mayo, 2007.

Especie/Taxa	Filum	Clase	Abundancia			
			Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Porifera indet	Porifera		0	1	0	0
Nemertea Indet 1 (negro)	Nemertea		33	77	28	20
Nemertea Indet 2 (pardo)	Nemertea		3	0	4	0
Nemertea (blanco)	Nemertea		0	0	0	1
Nematoda Indet	Nematoda		4	0	0	0
Platynereis australis	Annelida	Polychaeta	24	61	30	20
Nereis sp	Annelida	Polychaeta	0	0	1	1
Neanthes kerguelensis	Annelida	Polychaeta	0	3	0	0
Harmothoe spinosa	Annelida	Polychaeta	2	4	3	2
Hermadion magalhaensis	Annelida	Polychaeta	2	6	1	1
Halosydna patagonica	Annelida	Polychaeta	0	1	0	0
Polynoidae Indet.	Annelida	Polychaeta	4	0	0	0
Pholoe sp	Annelida	Polychaeta	2	0	0	0
Lumbrineris sp	Annelida	Polychaeta	10	2	1	3
Phyllodocidae Indet	Annelida	Polychaeta	1	0	2	1



Hemipodus sp	Annelida	Polychaeta	1	3	1	1
Cirratulus cirratus	Annelida	Polychaeta	7	3	1	2
Syllidae	Annelida	Polychaeta	3	1	3	0
Flabelligeriidae	Annelida	Polychaeta	0	0	2	0
Terebellidae	Annelida	Polychaeta	29	85	94	13
Ampharetidae	Annelida	Polychaeta	5	1	0	0
Orbiniidae Indet	Annelida	Polychaeta	1	0	0	0
Chaetopterus variopedatus	Annelida	Polychaeta	0	0	1	0
Spirorbidae	Annelida	Polychaeta	2	0	0	0
Serpulidae Indet	Annelida	Polychaeta	1	0	0	0
Themiste sp	Sipunculida		0	2	0	0
Callochiton sp	Mollusca	Polyplacophora	0	1	1	0
Tonicia chilensis	Mollusca	Polyplacophora	0	1	0	0
Fisurella sp	Mollusca	Gastropoda	0	1	0	1
Nacella mytilina	Mollusca	Gastropoda	1	0	0	0
Lamellaridae Indet	Mollusca	Gastropoda	1	0	0	0
Margarites violacea	Mollusca	Gastropoda	2	5	0	1
Odoncymbiola magellanica	Mollusca	Gastropoda	1	0	0	0
Paraeuthria sp	Mollusca	Gastropoda	0	2	2	0
Xymenopsis sp	Mollusca	Gastropoda	0	1	0	0
Sabatieira sp	Mollusca	Gastropoda	0	1	0	0
Parvaplustrum tenerum	Mollusca	Gastropoda	0	1	0	0
Mollusca Indet (juveniles)	Mollusca	Gastropoda	2	0	0	1
Gaimardia trapesina	Mollusca	Bivalvia	8	1	1	0
Mytilus chilensis	Mollusca	Bivalvia	2	0	0	36
Aulacomya ater	Mollusca	Bivalvia	0	1	0	2
Dynamenella eatoni	Artropoda	Crustacea	9	3	0	0
Dynamenella acuticauda	Artropoda	Crustacea	1	17	9	11
Cassidinopsis emarginata	Artropoda	Crustacea	0	0	2	3
Serolis sp	Artropoda	Crustacea	5	2	0	0
Janthopsis sp	Artropoda	Crustacea	2	0	0	0
Gnathia antarctica	Artropoda	Crustacea	0	0	4	0
Limnoria sp	Artropoda	Crustacea	56	50	8	3
Munna sp	Artropoda	Crustacea	2	0	0	0
Isocladus calcarea	Artropoda	Crustacea	10	0	0	0
lais pubescens	Artropoda	Crustacea	5	1	0	1
Ianiropsis sp	Artropoda	Crustacea	0	3	0	0
Edotea magellanica	Artropoda	Crustacea	18	2	0	0
Exosphaeroma lanceolata	Artropoda	Crustacea	9	3	0	8
Exosphaeroma studeri	Artropoda	Crustacea	2	0	0	2
Amphipoda Indet	Artropoda	Crustacea	157	151	175	40
Cumacea Indet.	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Tanaidacea	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Halicarcinus planatus	Artropoda	Crustacea	6	4	0	0
Balanus flosculus	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Copepoda harpacticoidea	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Pagurus comptus	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Bryozoa Indet	Bryozoa		1	0	1	3
Magellania venosa	Braquiopoda		0	0	1	0
Anasterias sp	Echinodermata	Asteroidea	18	12	6	1



Asterina fimbriata	Echinodermata	Asteroidea	0	6	2	0
Pseudechinus magellanicus	Echinodermata	Echinoidea	18	12	8	3
Loxechinus albus	Echinodermata	Echinoidea	5	0	0	0
Ophiactis sp	Echinodermata	Ophiuroidea	47	38	4	3
Ophiuroidea Indet.	Echinodermata	Ophiuroidea	2	0	0	0
Psolus sp	Echinodermata	Holothuroidea	0	1	0	1
Holothuroidea Indet.	Echinodermata	Holothuroidea	4	1	1	3
Didemnidae Indet	Urochordata	Ascidiacea	1	0	0	0

Tabla 73. Taxa más representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de invierno, 2006. En base a los datos acumulados de discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	157
<i>Limnoria</i> sp	85
<i>Ophiactis</i> sp	47
Nemertea indet 1	33
Terebellidae	29

Tabla 74. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de Primavera, 2006.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	151
Terebellidae	85
Nemertea indet 1	77
<i>Platynereis australis</i>	61
<i>Limnoria</i> sp	50

Tabla 75. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de verano, 2007.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	175
Terebellidae	94
<i>Platynereis australis</i>	30
Nemertea indet 1.	28
<i>Dynamenella acuticauda</i>	9

Tabla 76. Taxas mas representativas en los discos analizados en seno Duntze para la estación de otoño, 2007.



Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	40
<i>Mytilus chilensis</i>	36
<i>Platynereis australis</i>	20
Nemertea indet 1.	20
Terebellidae	13

Tabla 77. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en plantas colectadas en invierno en la población de seno Duntze, Región de Magallanes

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	20	115	6,21	4,0043	0,6783	2,9317
2	7	33	2,28	1,7160	0,7148	2,0068
3	9	32	2,51	2,3083	0,6634	2,1028
4	21	109	6,73	4,2632	0,7568	3,3241
5	13	50	9,16	3,0675	0,7000	2,5905
6	15	24	2,66	4,4052	0,9228	3,6054
7	20	79	24,12	4,3484	0,8694	3,7576
8	15	63	6,02	3,3791	0,6960	2,7193
9	11	29	3,13	2,9697	0,8539	2,9539

Tabla 78. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en primavera en la población de seno Duntze (XII Región).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	10	34	1,78	2,5522	0,8337	2,7696
2	11	50	4,52	2,5562	0,7830	2,7089
3	6	11	2,8	2,0852	0,9163	2,3685
4	18	86	7,4	3,8165	0,7956	3,3175
5	9	21	4,26	2,6277	0,8068	2,5576
6	9	44	8,73	2,1141	0,8487	2,6902
7	10	30	11,15	2,6461	0,8724	2,8981
8	16	120	10,56	3,1332	0,6101	2,4405
9	18	118	18,91	3,5634	0,6893	2,8742
10	14	57	17,79	3,2154	0,7974	3,0361

Tabla 79. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa g/disco; D = Índice de Diversidad de



Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en verano en la población de seno Duntze (XII Región).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	9	49	6,9	2,0556	0,7358	2,3323
2	11	55	6,4	2,4954	0,7041	2,4359
3	7	59	7,5	1,4715	0,5276	1,4811
4	7	49	8,74	1,5417	0,5415	1,5203
5	17	72	21,29	3,7412	0,7000	2,8614
6	11	75	22,4	2,3162	0,7465	2,5824
7	4	38	8,9	0,8247	0,7390	1,4780

Tabla 80. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Indices de Shannon-Wiener en log base 2 (bits)) recolectadas en discos de fijación de plantas colectadas en otoño en la población de seno Duntze (XII Región).

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	6	13	2,67	1,9494	0,9329	2,4116
2	18	58	9,25	4,1867	0,8847	3,6892
3	9	12	1,99	3,2194	0,9732	3,0850
4	14	25	7,89	4,0387	0,9269	3,5289
5	10	81	12,58	2,0480	0,6409	2,1289

Tabla 81. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de invierno, 2006.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen desplazado disco (cc)	233	300	335	460	480	540	790	420	70
Peso húmedo (g)	220	328	337	432,5	--	570	669	437	74,5
Longitud máxima (cm)	19,5	21	26	23	25,5	27,5	20	20	13
Altura disco (cm)	12	17,5	15	14	12,5	7	13	9	4,5

Tabla 82. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera, 2006.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (cc)	272	155	320	320	200	270	500	280	340	480
Peso húmedo (g)	212	141	344	362	211	217	565,5	232	321	479
Longitud máxima (cm)	18,5	16	15	20	15	19	20	13,5	18,5	20
Altura disco (cm)	7,5	9,5	14	10,5	11,5	7,5	13,5	16,5	5	20,5

Tabla 83. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de verano, 2007



Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (cc)	160	7,5	410	485	350	10	14	320	340	75
Peso Húmedo(gr)	213	6,06	421	509	349	9,5	12,5	394	396	71,5
Longitud máxima (cm)	16,5	7	18	18,5	20	5,5	7	18	20	12,5
Altura disco (cm)	7	1	13	8,5	10	2	3	14,5	20	5

Tabla 84. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector seno Duntze, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del cruceo de otoño, 2007.

Variable/Planta	1	2	3	4	5
Volumen desplazado disco (cc)	820	155	705	50	195
Peso Húmedo (gr)	1042	164	693	49,6	208,5
Longitud máxima (cm)	22,5	12	23	10,5	14
Altura disco(cm)	11,5	7	11,5	3	8,5

ISLA LONDON

El análisis global de la macrofauna asociada a 35 discos de fijación de *Macrocystis* recolectados entre julio, 2006 y mayo 2007 muestra que se recolectó un total de 3717 individuos invertebrados pertenecientes a 81 especies, distribuidas en 10 taxa superiores. Los grupos más abundantes fueron los poliquetos, seguidos de los artrópodos, situación que también se vió reflejada en la riqueza de especies de invertebrados dominando los poliquetos, los artrópodos y los moluscos (27, 24 y 15 especies, respectivamente) (Tabla 85).

Tabla 85. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 35) recolectadas en el sector de Isla London, Región de Magallanes, durante cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño 2007).

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza especies
Porifera	7	1
Anthozoa	3	1
Nemertea	97	2
Nematodo	6	1
Annelida (Polychaeta)	1827	27
Sipunculida	4	2
Mollusca	124	15
Arthropoda	1393	24
Bryozoa	12 colonias	1
Echinodermata	244	7



La Tabla 86 muestra el inventario de biodiversidad completo de la macrofauna recolectada en los cuatro períodos estacionales (invierno y primavera, 2006 y verano y otoño, 2007). De ella se desprende que la abundancia fue mayor en invierno y primavera existiendo sobre 534 individuos. En otoño la abundancia fue menor dado el análisis de un menor número de discos. La Riqueza de especies fue mayor en el invierno y primavera del 2006 con 50 y 40 especies respectivamente, siendo menor en los meses del año 2007.

Tabla 86. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* recolectados en la isla London (XII Región) para las cuatro estaciones muestreadas durante el estudio. Se muestran datos acumulados de discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Filum	Clase	Abundancia			
			Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Porifera indet.	Porifera		0	1	6	0
Antholoba achates	Cnidaria	Anthozoa	1	2	0	0
Nemertea Indet 1 (negro)	Nemertea		24	37	14	8
Nemertea Indet 2 (pardo)	Nemertea		14	0	0	0
Nematodo indet.	Nematoda		6	0	0	0
Platynereis australis	Annelida	Polychaeta	361	225	265	136
Harmothoe spinosa	Annelida	Polychaeta	0	0	9	15
Harmothoe exanthema	Annelida	Polychaeta	6	0	0	0
Hermadion magalhaensis	Annelida	Polychaeta	10	8	4	4
Halosydna patagonica	Annelida	Polychaeta	1	0	1	0
Polynoidae Indet.	Annelida	Polychaeta	0	0	1	0
Preusa sp	Annelida	Polychaeta	6	2	0	0
Lumbrineris sp	Annelida	Polychaeta	66	32	5	4
Phyllodocidae Indet	Annelida	Polychaeta	3	1	0	1
Anaitides patagonica	Annelida	Polychaeta	0	0	1	0
Eteone sp	Annelida	Polychaeta	4	1	0	0
Exogone sp	Annelida	Polychaeta	2	0	0	0
Hemipodus sp	Annelida	Polychaeta	4	0	0	1
Cirratulus cirratus	Annelida	Polychaeta	25	7	1	3
Cirriformia sp	Annelida	Polychaeta	5	1	0	0
Capitellidae	Annelida	Polychaeta	1	0	0	0
Syllidae	Annelida	Polychaeta	33	8	3	0
Eusyllinae	Annelida	Polychaeta	1	0	0	0
Eunice sp.	Annelida	Polychaeta	0	0	1	0
Flabelligeriidae	Annelida	Polychaeta	26	10	2	0
Terebellidae	Annelida	Polychaeta	228	140	81	19
Ampharetidae	Annelida	Polychaeta	10	5	0	0
Orbiniidae indet.	Annelida	Polychaeta	1	2	0	0
Leitoscoplos sp	Annelida	Polychaeta	0	0	3	0
Chaetopterus variopedatus	Annelida	Polychaeta	0	0	2	0
Sabellidae indet.	Annelida	Polychaeta	3	1	0	0
Spirorbidae	Annelida	Polychaeta	21	0	5	0
Sipunculidae indet.	Sipunculida		3	0	0	0
Themiste sp	Sipunculida		0	0	1	0



Caudofoveata	Mollusca	Caudofoveata	1	0	0	0
Callochiton sp	Mollusca	Polyplacophora	0	0	1	0
Tonicia lebrunii	Mollusca	Polyplacophora	0	1	0	0
Polyplacophora Indet	Mollusca	Polyplacophora	9	0	0	0
Fisurella sp	Mollusca	Gastropoda	1	0	1	0
Margarites violacea	Mollusca	Gastropoda	4	4	0	0
Paraeuthria sp	Mollusca	Gastropoda	0	7	1	1
Xymenopsis sp	Mollusca	Gastropoda	2	0	0	0
Parvaplustrum tenerum	Mollusca	Gastropoda	0	0	1	0
Mollusca Indet (juveniles)	Mollusca	Gastropoda	43	5	0	0
Gaimardia trapesina	Mollusca	Bivalvia	14	0	0	0
Aulacomya ater	Mollusca	Bivalvia	1	0	0	0
Zygochlamys patagonica	Mollusca	Bivalvia	0	1	0	0
Chlamys vitrea	Mollusca	Bivalvia	0	0	1	0
Bivalvia Indet.	Mollusca	Bivalvia	10	0	15	0
Picnogonida	Artropoda	Quelicerata	2	1	0	0
Ostracoda	Artropoda	Crustacea	1	1	0	0
Dynamenella eatoni	Artropoda	Crustacea	2	0	0	0
Dynamenella acuticauda	Artropoda	Crustacea	0	3	1	1
Serolis sp	Artropoda	Crustacea	13	7	1	0
Gnathia antarctica	Artropoda	Crustacea	7	4	2	0
Austrosignum globifrons	Artropoda	Crustacea	7	0	0	0
Iathripa longicauda	Artropoda	Crustacea	7	0	0	0
Limnoria sp	Artropoda	Crustacea	29	77	31	5
Munna sp	Artropoda	Crustacea	8	5	0	0
Isocladus calcarea	Artropoda	Crustacea	7	0	0	0
Iais pubescens	Artropoda	Crustacea	31	4	1	0
Ianiropsis sp	Artropoda	Crustacea	5	0	0	0
Neastacilla magellanica	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Edotea magellanica	Artropoda	Crustacea	7	0	0	0
Exosphaeroma lanceolata	Artropoda	Crustacea	1	0	1	0
Exosphaeroma studeri	Artropoda	Crustacea	0	0	0	3
Cirolana robusta	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Isopoda Indet.	Artropoda	Crustacea	7	0	0	5
Edwardsia sp	Artropoda	Crustacea	1	0	0	0
Amphipoda Indet	Artropoda	Crustacea	600	234	198	55
Tanaidacea	Artropoda	Crustacea	1	6	1	0
Halicarcinus planatus	Artropoda	Crustacea	2	2	0	0
Copepoda harpacticoidea	Artropoda	Crustacea	2	2	0	0
Bryozoa Indet	Bryozoa		3	1	6	2
Anasterias sp	Echinodermata	Asteroidea	13	7	5	1
Asterina fimbriata	Echinodermata	Asteroidea	34	6	0	0
Porania antarctica	Echinodermata	Asteroidea	0	2	0	0
Pseudechinus magellanicus	Echinodermata	Echinoidea	4	8	9	5
Ophiactis sp	Echinodermata	Ophiuroidea	51	14	24	40
Ophiuroidea Indet.	Echinodermata	Ophiuroidea	4	0	0	0
Holothuroidea Indet.	Echinodermata	Holothuroidea	4	3	5	5

La data de abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 86) permitió cuantificar 1.805 individuos en invierno, 888 en primavera, 710 en verano y 314 en otoño. Los



individuos corresponden a 64 especies o unidades taxonómicas identificables en invierno, 41 en primavera, 37 en enero y 20 en otoño.

De la Tablas 87 y 88 se muestran aquellas 5 especies mas representativas para Invierno y Primavera por su abundancia. Para el muestreo de Invierno Amphipoda es el mas representado con 600 individuos, seguido por tres especies de poliquetos, *Platynereis australis*, Terebellidae y *Lumbrineris* sp y finalmente el ofiuroido *Ophiactis* sp. En el crucero de Primavera Amphipoda es el más abundante con 234 individuos seguido por *P.australis* con 225 individuos (Tabla 88). En verano, las especies dominantes numéricamente fueron *Platynereis*, los anfípodos y los poliquetos de la familia Terebellidae (Tabla 89). En otoño 2007, los taxa dominantes fueron *Platynereis*, anfípodos y el ofiuroido *Ophiactis* sp (Tabla 90).

Tabla 87. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de invierno, 2006. En base a los datos acumulados de discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	600
<i>Platynereis australis</i>	361
Terebellidae	228
<i>Lumbrineris</i> sp.	66
<i>Ophiactis</i> sp	51

Tabla 88. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de primavera, 2006.

Especie/Taxa	Abundancia
Amphipoda	234
<i>Platynereis australis</i>	225
Terebellidae	140
<i>Limnoria</i> sp	77
Nemertea indet 1	37

Tabla 89. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de verano, 2007.

Especie/Taxa	Abundancia
<i>Platynereis australis</i>	265
Amphipoda Indet	198
Terebellidae	81
<i>Limnoria</i> sp	31
<i>Ophiactis</i> sp	24



Tabla 90. Taxa más representativas en los discos analizados en isla London para la estación de otoño, 2007.

Especie/Taxa	Abundancia
<i>Platynereis australis</i>	136
Amphipoda indet	55
<i>Ophiactis</i> sp	40
Terebellidae	19
<i>Harmothoe spinosa</i>	15

Dentro de las especies que presentan interés comercial sólo se registraron individuos pertenecientes al filum Mollusca, representados por *Fissurella* sp., *Zygochlamys patagonica*, *Chlamys vitrea*, *Aulacomya atra*, todas con apenas 1 individuo/disco y representado por especímenes juveniles (Tabla 86).

Atributos comunitarios

En el período invernal, la abundancia de la macrofauna varió entre 17 y 522 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 9 y 26 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 0,77 y 16,7 g (Tabla 91). El índice de Shannon mostró que la diversidad comunitaria varió entre 2,08 a 3,91 bits, siendo más frecuentes valores superiores a 2,5 bits, lo cual indica que en este sector existen altos valores de biodiversidad. Estos altos valores se deberían a la alta uniformidad o distribución de individuos por especie, la que fue superior a 0,55. Esta situación indica que existe un grado intermedio de dominancia, pero tienden a ser más frecuentes los discos con varias especies importantes al mismo tiempo (no hay dominancia por una o dos especies).

En primavera la abundancia fluctuó entre 5 y 337 individuos/disco, la riqueza específica varió entre 4 y 22 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 0,6 y 15,57 g (Tabla 92). La especie de invertebrado que aportó mayor peso a las muestras fue el poliqueto tubícola *Chaetopterus variopedatus*, el cual gracias a sus tubos de gran tamaño (30 a 50 cm de longitud) complementa el aporte de heterogeneidad espacial de los fondos submareales someros de esta localidad junto al papel de especie ingeniera de *Macrocystis pyrifera*.

En la Tabla 92 se muestran los atributos comunitarios obtenidos para la primavera, 2006. Se observan valores de abundancia entre 5 y 337 individuos/disco, el índice de Shannon-Wiener log base 2, entre 1,8 y 3,16 bits, el índice de uniformidad o evenness fluctuó entre 0,57 y 0,96, mostrando condiciones regulares a buena distribución de individuos (no dominancia) (Tabla 92).



En enero, 2007 (Tabla 93), la abundancia por disco varió entre 2 y 140 individuos, la riqueza de especies entre 2 y 19 especies/disco y la biomasa entre 0,13 y 52,8 g/disco. El índice de diversidad de Shannon mostró existen desde bajos valores (0,96 bits) a valores relativamente altos (3,11 bits), fluctuando la uniformidad entre valores intermedios al máximo teórico (1) (no hay dominancia de pocas especies).

En otoño, 2007 (Tabla 594, la abundancia de la macrofauna bentónica asociada varió entre 2 y 155 individuos/disco, la riqueza de especies entre 1 y 15 especies/disco, y la biomasa entre 0,1 y 37,29 g/disco. La diversidad mostró desde un valor 0 a 3,04 bits, mientras que la uniformidad mostró valores entre 0 y 0,859, indicando que sigue principalmente la tendencia a no haber dominancia por parte de una de las especies existentes.

Tabla 91. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en Invierno 2006 en la población de isla London.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	26	522	16,36	3,9951	0,5475	2,5736
2	9	17	1,3	2,8236	0,8763	2,7778
3	14	132	3,82	2,6624	0,7256	2,7627
4	15	156	3,32	2,7724	0,5329	2,0820
5	42	333	16,19	7,0591	0,7255	3,9121
6	19	187	16,8	3,4410	0,7086	3,0100
7	15	95	6,84	3,0743	0,7180	2,8053
8	10	33	0,77	2,5740	0,9204	3,0575
9	18	214	16,7	3,1681	0,7110	2,9647
10	14	117	4,2	2,7298	0,6521	2,4828

Tabla 92. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en primavera, 2006 en la población de isla London.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	22	337	15,57	3,6082	0,6874	3,0654
2	18	87	5,74	3,8066	0,7422	3,0949
3	6	8	0,8	2,4045	0,9671	2,5000
4	9	113	4,38	1,6923	0,5704	1,8080
5	19	115	12,14	3,7935	0,5858	2,4884
6	17	99	4,39	3,4820	0,7735	3,1615
7	7	25	3,7	1,8640	0,8581	2,4089
8	4	5	0,6	1,8640	0,9610	1,9219
9	10	86	3,96	2,0205	0,6680	2,2191
10	5	13	2,59	1,5595	0,8148	1,8920



Tabla 93. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D =Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en verano, 2007 en la población de isla London

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	2	2	0,13	1,4427	1,0000	1,0000
2	10	34	1,77	2,5522	0,7849	2,6074
3	13	66	5,32	2,8642	0,6270	2,3201
4	17	130	10,07	3,2871	0,6387	2,6107
5	19	91	15,4	3,9904	0,7321	3,1101
6	11	62	6,77	2,4230	0,6921	2,3941
7	15	103	9,5	3,0207	0,5224	2,0411
8	6	51	1,18	1,2717	0,3733	0,9649
9	9	140	52,8	1,6189	0,7425	2,3538
10	7	33	9,47	1,7160	0,7551	2,1200

Tabla 94. Variables comunitarias de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D =Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en otoño, 2007 en la población de isla London

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	1	2	0,1	0	0	0
2	10	72	15,9	2,1044	0,7034	2,3367
3	15	75	7,23	3,2426	0,7790	3,0436
4	13	155	37,29	2,3793	0,5824	2,1553
5	3	10	0,87	0,8686	0,8587	1,3610

Las variables morfométricas de cada planta analizada en invierno y primavera 2006 y verano y otoño 2007, se muestran en las Tablas 95, 96, 97 y 98). De ella se desprende que los discos de *Macrocystis* desplazaron un volumen entre 5 y 1740 ml, el peso fluctuó entre 52,5 y 1801 g, la longitud máxima del disco varió entre 12 y 34 cm y la altura, entre 5,3 y 25,5 cm. En general, el tamaño de las plantas analizadas es mediano a pequeño en comparación a las grandes plantas existentes en la zona de isla Navarino (Ojeda & Santelices, 1984).



Tabla 95. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Invierno, 2006.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen desplazado disco (ml)	750	315	160	400	1740	275	50	1130	230
Peso húmedo (g)	733	271	236	410,5	1801	293	52,5	1237	177
Longitud máxima (cm)	24	26,5	21	17,5	34	25	12	32,5	17,4
Altura disco(cm)	18	25,5	23	8	9,5	7,5	10,5	13,5	5,3

Tabla 96. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de primavera, 2006.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	1195	175	35	240	355	130	80	13	270	90
Peso húmedo (g)	1307	134	35,5	217,5	399	91,5	79	23,5	274	121
Longitud máxima (cm)	35	17	8	13	18	17	12	6,5	18	12
Altura disco(cm)	13,5	5	3,5	80	8	5,5	5	65	55	9

Tabla 97. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de verano, 2007.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	95	5	185	250	420	165	415	1000	440	85
Peso Húmedo(g)	104,5	6,4	200	306,5	358	172,5	413	1037	464	76
Longitud máxima (cm)	19	5	17,5	25,5	23,5	14	20,5	27	22	16,5
Altura disco (cm)	5,5	1,5	70	6	7	7	7	20	10	5

Tabla 98. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector isla London (XII Región), utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de otoño, 2007.

Variable/planta	1	2	3	4	5
Volumen desplazado disco (ml)	50	285	345	17	300
Peso Húmedo (g)	50,5	259	422,5	19,5	307
Longitud máxima (cm)	17	14,5	19,5	9	20,5
Altura disco (cm)	2,5	7	7,5	6	14,5

CALETA OLLA

El análisis global de la macrofauna asociada a 10 discos de fijación de *Macrocystis* recolectados en octubre 2006 se muestra en la Tabla 99, observándose que se recolectaron se recolectó un total de 968 individuos invertebrados pertenecientes a 57 especies, distribuidas en



8 taxa superiores. Los grupos más abundantes fueron los equinodermos, seguidos de los artrópodos y anélidos poliquetos. La riqueza de especies mostró que los poliquetos mostraron la mayor riqueza, seguido de Mollusca y Arthropoda.

Tabla 99. Análisis global de la macrofauna de invertebrados asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* (N = 10) recolectadas en el sector de Caleta Ollas, Región de Magallanes, durante la primavera, 2006.

Taxa (Filum: Clase)	Abundancia	Riqueza especies
Nemertea	6	1
Nematodo	2	1
Annelida (Polychaeta)	229	19
Mollusca	122	14
Arthropoda	246	14
Bryozoa	4 colonias	1
Echinodermata	358	6
Ascidiacea (urochordata)	1	1

La Tabla 100 muestra el inventario de biodiversidad completo de la macrofauna recolectada durante la primavera, 2006, contabilizando un total de 57 especies.

Tabla 100. Inventario global de biodiversidad de la macrofauna bentónica asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* recolectados en caleta Olla (XII Región) en primavera. Se muestran datos acumulados de discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Filum	Clase	Abundancia Primavera
Nemertea Indet 1 (negro)	Nemertea		6
Nematoda indet.	Nematoda		2
Platynereis australis	Annelida	Polychaeta	109
Nereis sp	Annelida	Polychaeta	2
Neanthes kerguelensis	Annelida	Polychaeta	6
Harmothoe spinosa	Annelida	Polychaeta	3
Hermadion magalhaensis	Annelida	Polychaeta	17
Lumbrineris sp	Annelida	Polychaeta	14
Phyllocidae Indet	Annelida	Polychaeta	1
Anaitides patagonica	Annelida	Polychaeta	4
Eteone sp	Annelida	Polychaeta	7
Steggoa sp	Annelida	Polychaeta	1
Exogone sp	Annelida	Polychaeta	1
Cirratulus cirratus	Annelida	Polychaeta	2
Syllidae	Annelida	Polychaeta	14
Terebellidae	Annelida	Polychaeta	40
Ampharetidae	Annelida	Polychaeta	1
Leitoscoplos sp	Annelida	Polychaeta	2



Sabellidae indet.	Annelida	Polychaeta	3
Demonax sp	Annelida	Polychaeta	1
Spirorbidae	Annelida	Polychaeta	1
Tonicia lebrunii	Mollusca	Polyplacophora	1
Polyplacophora Indet	Mollusca	Polyplacophora	2
Nacella mytilina	Mollusca	Gastropoda	1
Margarites violacea	Mollusca	Gastropoda	31
Paraeuthria sp	Mollusca	Gastropoda	5
Xymenopsis sp	Mollusca	Gastropoda	4
Mitrella unifasciata	Mollusca	Gastropoda	3
Mollusca Indet (juveniles)	Mollusca	Gastropoda	1
Austrodoris sp	Mollusca	Gastropoda	1
Nudibranchio indet.	Mollusca	Gastropoda	3
Gaimardia trapesina	Mollusca	Bivalvia	2
Hiatella antarctica	Mollusca	Bivalvia	1
Mytilus chilensis	Mollusca	Bivalvia	1
Aulacomya ater	Mollusca	Bivalvia	66
Dynamenella acuticauda	Artropoda	Crustacea	41
Cassidinopsis emarginata	Artropoda	Crustacea	1
Serolis sp	Artropoda	Crustacea	3
Iathripa longicauda	Artropoda	Crustacea	1
Limnoria sp	Artropoda	Crustacea	45
Edotea magellanica	Artropoda	Crustacea	1
Exosphaeroma lanceolata	Artropoda	Crustacea	22
Exosphaeroma studeri	Artropoda	Crustacea	7
Exosphaeroma sp	Artropoda	Crustacea	12
Jaeropsis curvicornis	Artropoda	Crustacea	1
Isopoda Indet.	Artropoda	Crustacea	2
Amphipoda Indet	Artropoda	Crustacea	107
Halicarcinus planatus	Artropoda	Crustacea	2
Decapodo indet.	Artropoda	Crustacea	1
Bryozoa indet.	Bryozoa		4
Anasterias sp	Echinodermata	Asteroidea	10
Odontaster sp	Echinodermata	Asteroidea	1
Pseudechinus magellanicus	Echinodermata	Echinoidea	172
Ophiactis sp	Echinodermata	Ophiuroidea	162
Psolus sp	Echinodermata	Holothuroidea	6
Holothuroidea Indet.	Echinodermata	Holothuroidea	7
Didemnidae Indet	Urochordata	Ascidacea	1

La Tabla 101 muestra la lista de las 5 especies más representativas numéricamente, notándose que las dos primeras son el erizo *P. magellanicus* y el ofiuo *Ophiactis* sp, seguidos del poliqueto *Platynereis australis*. También es importante destacar que en esta localidad se observa la presencia abundante de juveniles de la especie de molusco bivalvo de interés comercial *A. ater* (Cholga), y en mucho menor grado del chorito *Mytilus chilensis*.



TABLA 101. Taxa más representativas en los discos analizados en caleta Olla para la estación de primavera. En base a los datos acumulados de 10 discos de fijación por estación.

Especie/Taxa	Abundancia
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	172
<i>Ophiactis</i> sp	162
<i>Platynereis australis</i>	109
Amphipoda	107
<i>Aulacomya ater</i>	66

Atributos comunitarios

La data de abundancia y composición de especies en esta localidad (Tabla 102) permitió cuantificar un total de 968 individuos solamente en el crucero de primavera, 2006, donde existen 57 especies o unidades taxonómicas identificables. La abundancia fluctuó entre 22 y 223 individuos/disco, la riqueza de especies varió entre 8 y 28 especies/disco y la biomasa, en base húmeda, entre 1,55 y 30,69 g.

La diversidad de especies estimada a través del Índice de Margaleff, el índice de Shannon-Wiener y la respectiva uniformidad basada en cálculos efectuados en log base 2 se muestran en la Tabla 102.

Entre los atributos comunitarios obtenidos (Tabla 102) se determinó que la riqueza de especies varió entre 8 y 28 especies por disco, la abundancia entre 22 y 223 individuos/disco, el índice de Margaleff fluctuó entre 2,05 y 4,06 unidades, el índice de Shannon-Wiener log base 2, entre 2,64 y 3,87 bits, el índice de uniformidad o evenness fluctuó entre 0,73 y 0,92, indicando una baja a regular dominancia.

Las variables morfométricas de cada planta analizada en el laboratorio se muestran en la Tabla 103. De ella se desprende que los discos de *Macrocystis* desplazaron un volumen entre 55 y 1200 ml, el peso fluctuó entre 70,3 y 1096 g, la longitud máxima del disco varió entre 7,1 y 25,5 cm y la altura, entre 4,5 y 19,5 cm. Esto indica que en forma similar a las localidades anteriores, las plantas de esta localidad muestra discos de pequeño tamaño.



Tabla 102. Variables comunitarias de la macrofauna (S = riqueza especies en cada disco; N = Abundancia de individuos en cada disco; B = Biomasa, g/disco; D = Índice de Diversidad de Margaleff; Uniformidad = J'; e Índices de Shannon-Wiener (H') en log base 2) recolectadas en plantas colectadas en Invierno en la población de caleta Olla. Datos obtenidos con el paquete estadístico Primer.

Planta	S	N	B	D	J'	H' (log2)
1	12	22	1,55	3,5587	0,9109	3,2656
2	17	57	8,00	3,9574	0,8337	3,4077
3	12	67	2,01	2,6161	0,7941	2,8467
4	17	88	29,27	3,5736	0,7871	3,2172
5	8	30	3,84	2,0581	0,9200	2,7601
6	28	164	11,58	5,2943	0,8055	3,8725
7	23	223	30,69	4,0687	0,8099	3,6636
8	15	89	16,53	3,1190	0,6759	2,6405
9	21	100	11,01	4,3429	0,7976	3,5035
10	15	128	11,03	2,8854	0,7399	2,8905

Tabla 103. Variables morfométricas de discos de adhesión del alga *Macrocystis pyrifera* en el sector caleta Olla, utilizadas para describir la biodiversidad de la macrofauna bentónica. Análisis de plantas provenientes del crucero de Primavera.

Variable/Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volumen desplazado disco (ml)	55	205	255	495	55	255	1200	700	255	340
Peso húmedo (g)	70,6	273,4	244	486,7	80,85	281,6	1093	645,2	220,5	385
Longitud máxima (cm)	19,6	25,5	25	24	7,1	24,5	29	24	20,5	20,5
Altura disco(cm)	4,5	7	5	6	12	6	16,5	9,5	19,5	10

Variabilidad espacial y estacional de la macrofauna asociada a discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* en la región de Magallanes.

En la Fig. 62 se muestra en forma resumida la variación de la abundancia, la riqueza de especies y la biomasa de la macrofauna recolectada al interior de los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* en 6 localidades (de norte a sur; Isla Tamar, Carlos III, Bahía El Aguila, Seno Duntze, Isla London y Caleta Ollas) distribuidas entre la zona de canales interiores y estrecho de Magallanes durante invierno y primavera del año 2006 y verano y otoño 2007. De éstas, Isla Tamar, Carlos III y Bahía El Aguila se encuentran localizados en torno al Estrecho de Magallanes.

En general, se observó que la abundancia estandarizada fue superior en todos los períodos estacionales en el sector de Isla London (23 a 34 indiv por 100 cc de disco), sugiriendo que en la zona al norte del canal Brecknock la abundancia es menor casi en un 50% (Fig. 62a, c y d). La abundancia promedio en toda la zona de estudio fue de $19,6 \pm 9,47$ individuos por 100 cc de disco, es decir alrededor de 200 individuos en un disco de una planta con disco de mayor tamaño (> 1000 cc; Ríos et al., 2007).



La riqueza de especies por disco fluctuó entre 2 y 9 especies por 100 cc de disco, mostrando escasa variabilidad espacial y estacional. El valor promedio fue de 4 especies por 100 cc de disco y la desviación estándar fue de 2 especies por 100 cc de disco. Esto indica que un disco de planta adulta podría albergar una biodiversidad cercana a 40 especies de macroinvertebrados.

La biomasa (g de macrofauna por 100 cc de disco) mostró escasas variaciones estacionales y entre localidades, siendo siempre menor a 5 g por 100 cc de disco. La biomasa promedio y su respectiva desviación fue de $2,83 \pm 1,27$ g por 100 cc de disco.

De esta figura se desprende que en el sector de Isla London existiría una mayor abundancia de invertebrados, mientras que los otros atributos ecológicos muestran escasa variabilidad entre los diferentes sectores (Fig. 62a-d).

Las Figs. 63y 64 muestran algunas fotografías submarinas con detalles de las especies que hacen uso del disco de *Macrocystis pyrifera* en la región de Magallanes.

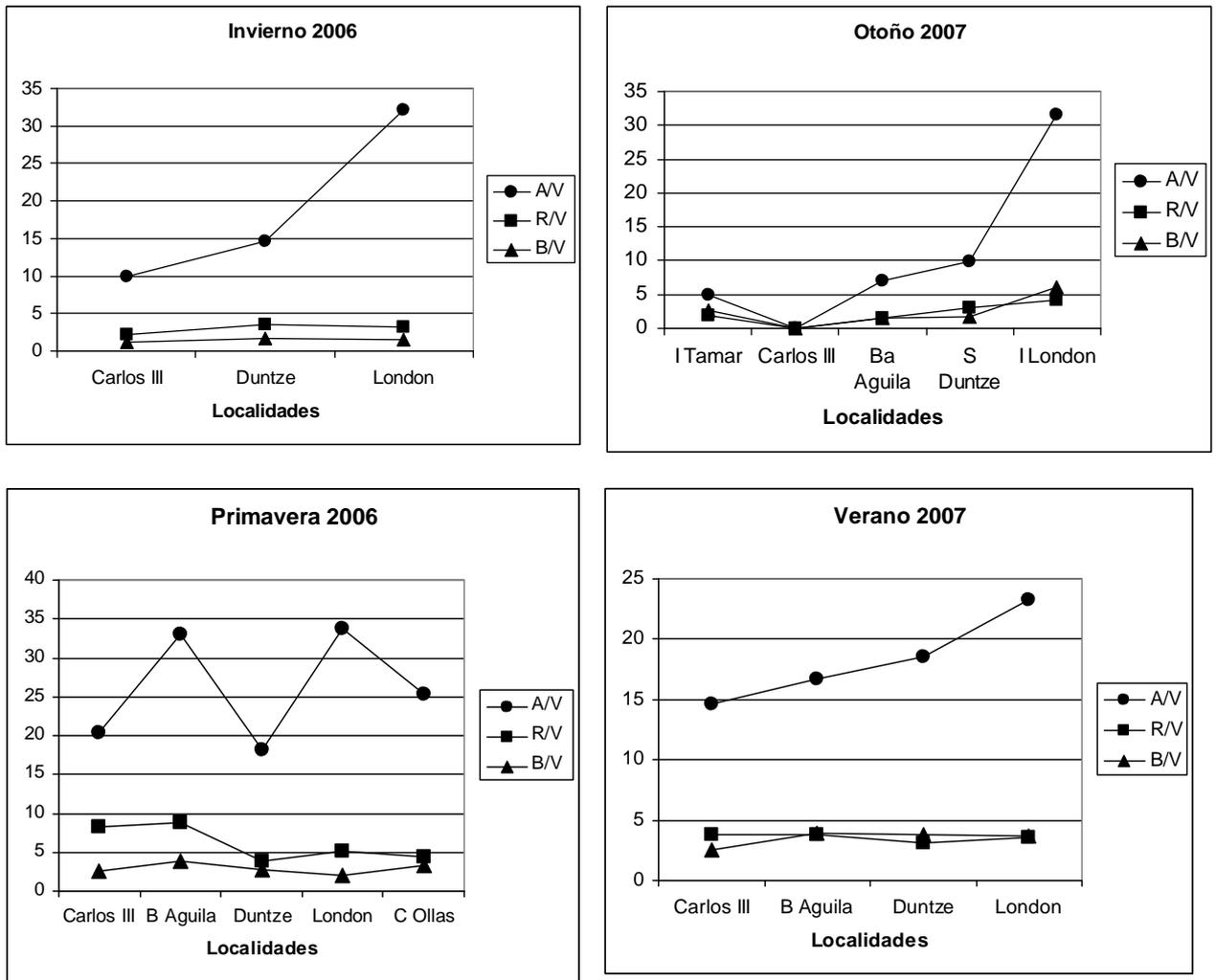


Figura 62.- Variabilidad espacial y estacional de la abundancia (A/V = Individuos por 100 cc de disco), Riqueza de especies (R/V = N° especies 100 cc de disco) y biomasa (B/V = g por 100 cc de disco) de la macrozoofauna bentónica asociada a discos de fijación del alga *Macrocystis pyrifera* en la región de Magallanes, Chile. El volumen medio de los discos varió entre 118,5 y 809,4 cc. A = Abundancia, individuos/disco; R = Riqueza especies, especies/disco; B = Biomasa húmeda, g/disco; V = Volumen disco, cc.



Figura 63. Especies de macrofauna asociadas a *Macrocystis pyrifera*: a) el crustáceo *Pagurus comptus*, b) holoturia indeterminada, c) asteroideo *Cosmasterias lurida*, d) gastrópodo *Fusitriton magellanicus*, e) actinia *Antholoba achates* f) gastrópodo *Fissurella* sp.

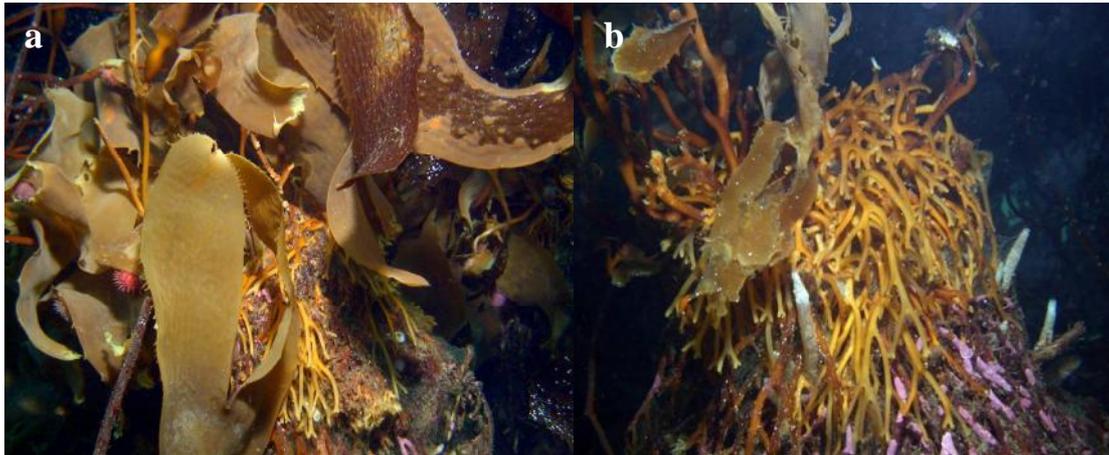


Figura 64 Fotografías de discos de fijación de *Macrocyctis pyrifera* con fauna asociada del equinoideo *Pseudechinus magellanicus* y tubos del poliqueto *Chaetopterus variopedatus*.

g.2) Evaluación de organismos presentes en frondas y discos de macroalgas pardas

Isla London (Fronδας)

Esta localidad se muestreó en las estaciones de invierno, primavera y otoño, evaluándose en total 23 plantas. Durante la primavera se examinaron trozos de frondas provenientes de 10 plantas totalizando 30 secciones. Tanto en primavera como en otoño se observó una tendencia hacia una mayor densidad de organismos en la zonas medias de la plantas (Tabla 104). Sin embargo, el análisis estadístico no demostró la existencia de diferencias significativas entre los diferentes estratos en las tres estaciones del año (Tabla 105), ello debido a la alta variabilidad presente en la distribución de los organismos en las distintas plantas.

Entre los ítems dominantes en las tres estaciones del año se encontró a los copépodos seguido de los isópodos, ostracodos y moluscos bivalvos. En primavera y otoño el principal ítem correspondió a los copépodos que en primavera alcanzó el 58% del total de los organismos presentes sobre el trozo de fronda de 10g., en tanto que para el otoño este porcentaje fue de 46%. En invierno los isópodos superaron notoriamente a los demás ítems presentes con el 40% del total de organismos sobre la fronda, en tanto que los copepodos que dominaron en primavera y otoño aquí no superaron el 5% (Fig.65).

Isla London (disco)

Muestras de grampones se recolectaron en las cuatro estaciones del año, observándose las abundancias más altas de todas las localidades evaluadas.

Los discos mayoritariamente presentaron un volumen inferior a los 500 ml con una abundancia que osciló fundamentalmente entre 0 a 5.000 individuos (Tabla 104, Fig. 65). Los valores extremos de abundancia se registraron en dos discos, uno de invierno y otro de verano con



volúmenes iguales o superiores a 1000 ml y cuya abundancia superó los 25.000 organismos en cada disco. Sin embargo, otro disco de similar volumen presentó una abundancia inferior a 5.000 organismos (Fig. 67), lo cual deja en evidencia la gran variabilidad en el número de organismos que habitan en estas estructuras. No se observó, entonces, una tendencia estacional en la variación de la abundancia total de los organismos (Tabla 106).

Los ítems dominantes en primavera fueron larvas de poliquetos con un 40% de abundancia, seguido de copépodos y ostrácodos (Fig. 66). Todos los ítems restantes se mantuvieron bajo un 5 %. En verano, en tanto, los copépodos presentaron una abundancia alrededor de un 25%, seguida por ostrácodos, poliquetos y anfípodos (Fig. 66). Los ítems restantes estuvieron presentes en porcentajes igual o inferiores al 5%. En otoño, los gastrópodos constituyeron el principal ítem con un 41% del total, seguido por los isópodos con un 22%.

Entre los ítems dominantes en la estación de invierno se contabilizaron masas ovígeras con un 31%, seguido de los copépodos y larvas de poliquetos. El resto de los ítems se presentó en porcentajes bajo el 5% (Fig. 66).

Isla Carlos III (Frondas)

Esta localidad fue muestreada en la 4 estaciones del año con un total de 34 plantas evaluadas. Los promedios más altos de abundancia de organismos se observaron en otoño tanto en las secciones apical, medio y basal, con un máximo de 243 organismos/10 g. de fronda, mientras que los valores promedios más bajos se observaron en primavera en la zona apical y en verano en las zonas media y basal (Tabla 104).

En primavera la zona basal demostró tener una abundancia significativamente mayor que las otras dos zonas (Tabla 105). En verano no se observaron diferencias significativas entre los diferentes estratos. En otoño la zona media presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a las zonas apical y basal (Tabla 105).

En tres de las estaciones el ítem dominante fue el de los isópodos con porcentajes que llegaron a superar el 60% en otoño. El segundo ítem dominante correspondió a los copépodos con el 39% en verano y 33% en invierno (Fig.65).

Isla Carlos III (Disco)

La evaluación de los grampones se realizó en las cuatro estaciones del año. La mayor parte de los volúmenes de los grampones estuvieron bajo los 1000ml. y los discos analizados presentaron en su gran mayoría una abundancia bajo los 4000 organismos. Sin embargo, dos discos, recolectados en verano, cuyos volúmenes fueron inferiores a 1000 ml presentaron una abundancia superior a los 10.000 individuos (Fig.67). De acuerdo a los análisis estadísticos efectuados, no existe una tendencia estacional en la abundancia total de los organismos presentes en los grampones (Tabla 106).

El ítem dominante en primavera fue el de los poliquetos con un 40%, seguido por los ostrácodos y copépodos (Fig. 66). Los restantes ítems no superaron el 5%. En verano el 23%



de los individuos estuvo representado por los copépodos, seguido de poliquetos e isópodos, con el 18 y 12% respectivamente (Fig. 66).

En otoño el ítem principal lo ocuparon los copépodos con el 38% del total seguido de los ostrácodos con el 14%. En invierno las masas ovígeras representaron el 45 % del recuento total, seguida por los copépodos con el 19% y larvas de poliquetos con el 14% (Fig. 66).

Bahía El Águila (Fronδας)

En este lugar se evaluaron las frondas en las estaciones de primavera y otoño. Se examinaron trozos de frondas provenientes de 20 plantas, 10 en cada muestreo.

Se observó una amplia sobreposición de los valores individuales, por lo que no se detectaron diferencias significativas entre los estratos analizados (Tabla 104 y 105). Sólo una planta presentó valores muy altos con 1.015 individuos en la sección basal.

En primavera los ítems que presentaron una mayor abundancia fueron los copépodos e isópodos en un 21% y 20% respectivamente, en tanto que los poliquetos y ostrácodos este porcentaje fue del alrededor del 15% (Fig.66). El resto de los ítems no superaron el 8%. En otoño los ostrácodos superaron el 50% del total en tanto que el segundo ítem correspondió a los isópodos con el 31%. El resto de los ítems no superó el 7% (Fig.65).

Disco

En esta estación el muestreo de grampones se realizó en primavera, verano y otoño. El volumen de los discos estuvo mayoritariamente bajo los 500 ml (Tabla 104, Fig. 67). En ambas estaciones del año se observó gran variabilidad en la abundancia presente en discos de similar volumen. Los dos discos que presentaron los mayores volúmenes presentaron, a su vez, una abundancia similar a la observada en grampones de mucho menor volumen (Fig.67). No se observó una variación significativa en la abundancia total de organismos entre primavera y verano (Tabla 107).

Los ítems dominantes en primavera fueron los copépodos y poliquetos con porcentajes aproximados al 20% cada uno, seguido por ostrácodos y tipos larvales indeterminados (Fig. 66). En verano el ítem dominante correspondió a juveniles de moluscos bivalvos (principalmente mitílidos) con el 23% y copépodos con el 19%, seguido por larvas indeterminadas y ostrácodos (Fig. 66). En otoño los copépodos ocuparon el principal ítem con el 35% del total de organismos presentes, el segundo ítem lo ocuparon los isópodos con el 21%.

Seno Duntze (Fronδας)

En esta estación se evaluaron frondas en invierno, primavera, verano y otoño, examinándose fragmentos de frondas de 34 plantas. En la estación de verano se examinaron solamente las secciones de fronda del estrato apical de *Macrocystis* ya que las restantes se perdieron al ser alcanzada la embarcación por un temporal. En tanto, en invierno solamente se examinaron



secciones de fronda de la zona apical y media. En general la abundancia de los organismos fue mucho menor que en la mayoría de las otras estaciones, con casi todos los promedios fluctuando alrededor de 30 organismos/10 g de fronda (Tabla 104). No se observó diferencias significativas en la abundancia de organismos presentes en los diversos estratos estudiados (Tabla 105).

En primavera el ítem dominante fue *Gaimardia* con un 27%, luego los isópodos con un 24% y ostrácodos con un 14%. En verano el ítem dominante fueron los cópodos con un 41%, *Gaimardia* con un 30%. Los isópodos constituyeron el principal ítem durante la estación de otoño con un 59% seguida del molusco *Gaimardia* con el 16%. En invierno los poliquetos junto con los anfípodos y copépodos se presentaron en porcentajes entre 29 y 20% (Fig. 65). Al comparar los estratos no se observaron diferencias significativas tanto en primavera como en otoño.

Seno Duntze (Discos)

En esta localidad se muestrearon grampones durante las cuatro estaciones del año. Los discos evaluados no superaron los 800 ml de volumen (Tabla 104, Fig. 67). Se observó una mayor abundancia de organismos en los discos recolectados en invierno, sólo uno de los cuales contenía un poco más de 3500 individuos (Tabla 104). En primavera la abundancia no superó los 1500 individuos.

Los ítems dominantes en primavera fueron los poliquetos con un valor cercano al 50%, seguido de los ostrácodos con el 10% (Fig. 66). Tanto en otoño como en verano el ítem principal estuvo representado por los copépodos con el 41% del total. En invierno el ítem dominante fue el de los moluscos bivalvos con un 30%, seguido por masas ovígeras y poliquetos, cada uno de los cuales dieron cuenta de un 16% de la abundancia presente en esa oportunidad (Fig. 66).

En verano se observó diferencia significativa en la abundancia de verano con respecto a las estaciones de invierno y primavera (Tabla 106).

Caleta la Olla (Fronadas)

En esta estación solamente se examinaron trozos de frondas de primavera. Este lugar presentó los valores más bajos de abundancia de todos los muestreos realizados, con valores promedios de alrededor de 5 individuos/10g de fronda (Tabla 104). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre trozos de fronda para la estación de primavera (Tabla 105).

Este lugar presentó una alta diversidad en términos del número de ítems presentes (10).

El 29% del total de organismos fueron los ostrácodos, seguidos del molusco *Gaimardia* sp. Y de la presencia de un número similar de huevos indeterminados, ambos con el 16%. Los restantes ítems no superaron el 8% (Fig.65).



Caleta la Olla (Discos)

Durante este muestreo al igual que en las demás estaciones los volúmenes de los discos mayoritariamente no superaron los 500 ml registrándose una gran variabilidad en la abundancia para discos de similar volumen (Fig. 67). Solamente uno de los discos presentó un volumen por sobre los 1000 ml observándose en este una abundancia inferior a la de discos de menor volumen (Fig. 67).

En relación a los ítems dominante los poliquetos se encontraron en un 58%, seguido de larvas indeterminadas y ostrácodos con el 14 y 10% respectivamente (Fig. 66). Los ítems restantes no superaron el 5%.

Isla Tamar (Fronδας)

Esta localidad se muestreó en las estaciones de verano y otoño. Se examinaron trozos de fronda de 20 plantas. La estación de verano presentó una mayor abundancia de organismos que la estación de otoño (Tabla 104). En verano se observó también una mayor abundancia de organismos en la zona basal, aunque debido a la dispersión de los valores no se comprobaron diferencias estadísticamente significativas. En otoño no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes estratos de las frondas (Tabla 105).

En verano el porcentaje de ostrácodos fue de 23% del total de organismos, seguida por gastrópodos y copépodos con el 18%, las larvas de crustáceos estuvieron representadas por el 15% del total de los organismos, mientras que los restantes ítems no superaron el 8% del total. En otoño los isópodos alcanzaron el 39% del total, seguido por copépodos con el 19% y ostrácodos 15% (Fig.65).

Isla Tamar (Discos)

Solo se evaluaron grampones en otoño. Los volúmenes de estos no superaron los 1.000ml. mientras que el número de organismos fue inferior a 100 por disco. En esta estación se detectó el menor número de ítems (4) de todas las muestras examinadas. El 58% de los organismos correspondieron a poliquetos, seguido de larvas de crustáceos con un 48%.

Puerto Toro, Bahía Orange, Bahía Tekenika (Fronδας)

En estas estaciones sólo se recolectaron frondas durante el verano. Los promedios en general no se presentaron altos (24 en Tekenika a 97 en Orange). Tanto en Orange como en Tekenika, se registró mayor abundancia en las zonas apicales antes que en las medias y basales (Tabla 104).

Una comparación efectuada para evaluar si existían diferencias significativas entre secciones de plantas arrojó la existencia de diferencias significativas en Orange no así en Toro y Tekenika (Tabla 105).

En Puerto Toro el 50% del total de organismos correspondió a los copépodos, seguida de los isópodos con el 24%, los restantes ítems no superaron el 10%.



En Bahía Orange los copépodos representaron el 45% del total, seguidos de los ostrácodos con un 22% y los isópodos con un 13%.

En Tekenika, copépodos, anfípodos y ostrácodos fueron los ítems dominantes con un 28%, 21% y 14% respectivamente (Fig.65).

Puerto Toro, Bahía Orange, Bahía Tekenika (Discos)

En estas estaciones se obtuvieron discos solamente durante la estación de verano, los que presentaron un volumen que osciló entre los 20 a 880 ml. El promedio de organismo por grampón fluctuó entre 49 a 1980. El ítem dominante para las tres áreas de estudio fueron los poliquetos con porcentajes entre un 28 a 35%, seguido igualmente en las tres áreas por los copépodos que fluctuaron entre 22 al 31%.

Durvillaea antarctica.

Frondas

En la estación de invierno y primavera se evaluaron en total 60 trozos de frondas de *Durvillaea antarctica* correspondientes a las localidades de Isla London, Seno Duntze e Isla Carlos III. En invierno los trozos de fronda evaluados no evidenciaron la presencia de organismos.

En primavera el peso promedio de los trozos de fronda evaluados fue de 27,1g en Isla London, 29,4g para Seno Duntze y 28,7g para la Isla Carlos III. En las tres estaciones los trozos de frondas presentaron escasos organismos y en 23 de las secciones no se observaron organismos.

En Seno Duntze el número promedio de 3 organismos por trozo de fronda en 10gr. entre los que se pudo observar copépodos, larvas de crustáceos y equinodermos.

En Isla Carlos III de las 10 plantas evaluadas solo se observó una larva de crustáceo en uno de los trozos de fronda.

En tanto que en Isla London no se registraron organismos sobre los trozos de fronda de *Durvillaea antarctica*.



Tabla 104. Abundancia de organismos en frondas y grampones. N considerada el número de segmentos analizados por estrato. Los valores de fronda corresponden al mínimo (promedio) máximo. Los valores en grampón corresponden al mínimo y máximo de organismos y volúmenes observados.

LONDON					
		INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
	N		10		9, 9, 8
	APICAL		8 (73) 875		9 (67) 179
FRONDAS	MEDIO		45 (145) 427		0 (111) 555
	BASAL		21 (62) 419		2 (42) 103
	N	8	10	10	5
GRAMPON	ORGAN	604 ; 26656	156 ; 81	8 ; 28	36 ; 2340
	VOLUMEN	50 ; 113	13 ; 1195	5 ; 1	17 ; 345

CARLOS III					
		INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
	N		10	10	10
	APICAL		2 (16) 52	8 (20) 28	9 (105) 274
FRONDAS	MEDIO		6 (51) 143	7 (31) 60	17 (243) 704
	BASAL		29 (84) 367	6 (53) 197	16 (91) 270
	N	8	10	10	5
GRAMPON	ORGAN	195 ; 3154	225 ; 3735	44 ; 1419	210 ; 1330
	VOLUMEN	284 ; 159	35 ; 28	44 ; 8	38 ; 820

B. AGUILA					
			PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
	N		10		10
	APICAL		0 (27) 81		9 (45) 106
FRONDAS	MEDIO		10 (38) 57		11 (96) 219
	BASAL		15 (124) 1015		8 (56) 167
	N		10	10	5
GRAMPON	ORGAN		64 ; 224	110 ; 729	150 ; 825
	VOLUMEN		40 ; 345	105 ; 107	295 ; 940

DUNTZE					
		INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
	N		10	9	10, 10, 9
	APICAL		11 (35) 96	6 (15) 38	3 (34) 86
FRONDAS	MEDIO		14 (60) 147		0 (21) 59
	BASAL		6 (36) 114		3 (15) 33
	N	10	10	10	5
GRAMPON	ORGAN	501 ; 3668	225 ; 156	53 ; 1300	37 ; 1845
	VOLUMEN	35 ; 79	155 ; 5	8 ; 485	50 ; 820



(Continuación tabla 104)

OLLA					
		INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
	N		8, 9, 7		
	APICAL		0 (5) 11		
FRONDAS	MEDIO		2 (5) 31		
	BASAL		3 (4) 25		
	N		10		
GRAMPON	ORGAN		25 ; 2599		
	VOLUMEN		55 ; 12		

TAMAR					
				VERANO	OTOÑO
	N			8, 8, 8	10
	APICAL			22 (35) 319	2 (35) 138
FRONDAS	MEDIO			42 (53) 172	2 (27) 53
	BASAL			3 (152) 360	8 (36) 100
	N				5
GRAMPON	ORGAN				12 ; 60
	VOLUMEN				20 ; 710

VERANO					
		ORANGE	TORO	TEKENIKA	
	N	10, 10, 10	10, 10, 10	10, 10, 10	
	APICAL	0 (68) 470	0 (32) 124	2 (46) 202	
FRONDAS	MEDIO	34 (97) 164	10 (56) 154	0 (25) 59	
	BASAL	0 (45) 173	18 (64) 151	4 (24) 57	
	N	5	5	5	
GRAMPON	ORGAN	50 ; 1819	49 ; 1678	49 ; 1980	
	VOLUMEN	35 ; 880	20 ; 710	440 ; 710	



Tabla 105. Comparación entre estratos de frondas de *Macrocystis* en distintas localidades o en distintas estaciones del año mediante la prueba de Friedman (CMT: comparación múltiple de Tukey; 1: estrato apical; 2: estrato medio; 3 estrato basal). Los grupos subrayados con una misma línea no tienen diferencia significativa a un alfa de 0.05%, los no que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas.

Primavera				
Área	²	G:L	P	CMT
Isla London	1.4	2	0.497	-----
Isla Carlos III	12.6	2	0.002	<u>1 2 3</u> —
Bahía Águila	0.8	2	0.671	-----
Seno Duntze	3.8	2	0.151	-----
Caleta La Olla	2.0	2	0.369	-----
Verano				
Área	²	G:L	P	CMT
Isla Carlos III	2.92	2	0.233	-----
Isla Tamar	0.25	2	0.883	-----
Bahía Orange	7.79	2	0.021	<u>1 3 2</u> —
Puerto Toro	2.6	2	0.273	-----
Bahía Tekenika	0.2	2	0.905	-----
Otoño				
Área	²	G:L	P	CMT
Isla London	3.0	2	0.224	-----
Isla Carlos III	9.8	2	0.008	<u>1 3 2</u> —
Bahía Águila	5.6	2	0.062	-----
Seno Duntze	4.2	2	0.122	-----
Isla Tamar	2.6	2	0.273	-----

Tabla 106. Comparación de la abundancia de microinvertebrados en discos entre distintas estaciones de muestreo durante invierno (1) primavera (2) verano (3) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey; 1: Isla London; 2: Seno Duntze; 3: Isla Carlos III; 4: Bahía Águila; 5; Cabo Tamar). Los grupos subrayados con una misma línea no tienen diferencia significativa al un alfa de 0.05% los no que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas. Invierno (1), Primavera (2), Verano (3)

	²	G. L.	P	CMT
Isla London	5,0	2	0,084	N. S.
Isla Carlos III	5,6	2	0,061	N. S.
Seno Duntze	11,6	2	0,003	<u>3 2 1</u> —



Tabla 107. Comparación de la abundancia de microinvertebrados en discos (n=5) entre localidades durante verano (Puerto Toro, Bahía Tekenika y Bahía Orange) y otoño (Isla Carlos III, Isla London, Bahía del Águila, Seno Duntze, Isla Tamar) mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey.).

	²	G. L.	P	CMT
Verano	0,4	2	0,821	NS
Otoño	10,1	4	0,039	NS

Tabla 108. Comparación de los estratos de frondas de *Macrocystis* entre localidades en distintas estaciones del año mediante la prueba de Kruskal-Wallis (CMT: comparación múltiple de Tukey; A: Bahía Aguila; C: Carlos III; D: Seno Duntze; K: Bahía Tekenika; L: Isla London; O: Caleta La Olla; P: Puerto Toro; R: Bahía Orange). Los grupos subrayados con una única línea no tienen diferencias significativas a un alfa de 0.05%. Los que no aparecen subrayados por una misma línea presentan diferencias significativas.

	²	G. L.	P	CMT
Primavera				
Sup.	20,1	4	< 0,001	<u>O C A D L</u>
Medio	25,2	4	< 0,001	<u>O A C D L</u>
Inf.	22,3	4	< 0,001	<u>O D A L C</u>
Verano				
Sup.	4,3	4	0,362	NS
Medio	19,3	4	< 0,001	<u>K C P T R</u>
Inf.	8,1	4	0,091	NS
Otoño				
Sup.	5,8	4	0,214	NS
Medio	21,8	4	< 0,001	<u>D T L A C</u>
Inf.	13,3	4	0,011	<u>D T L A C</u>

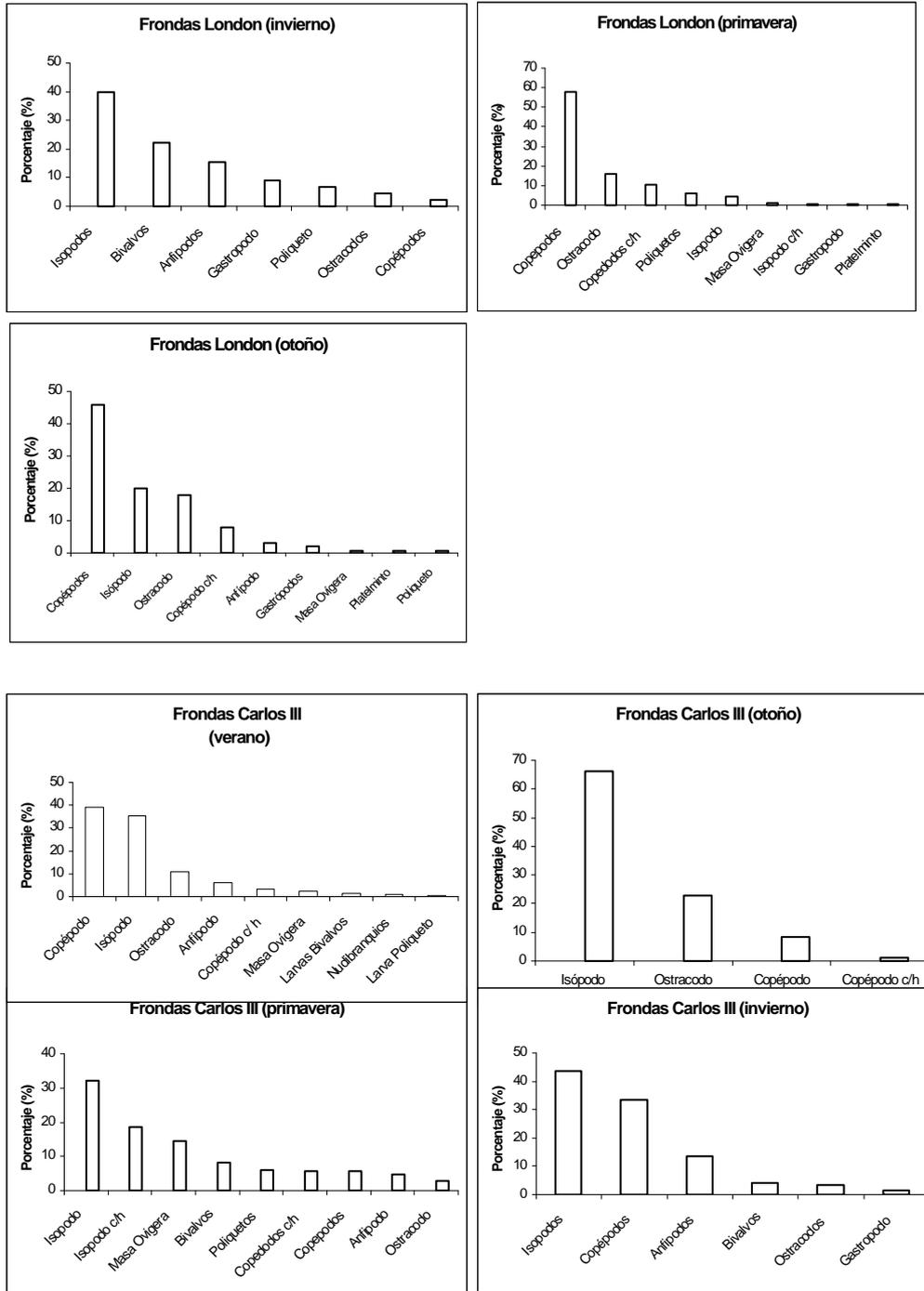
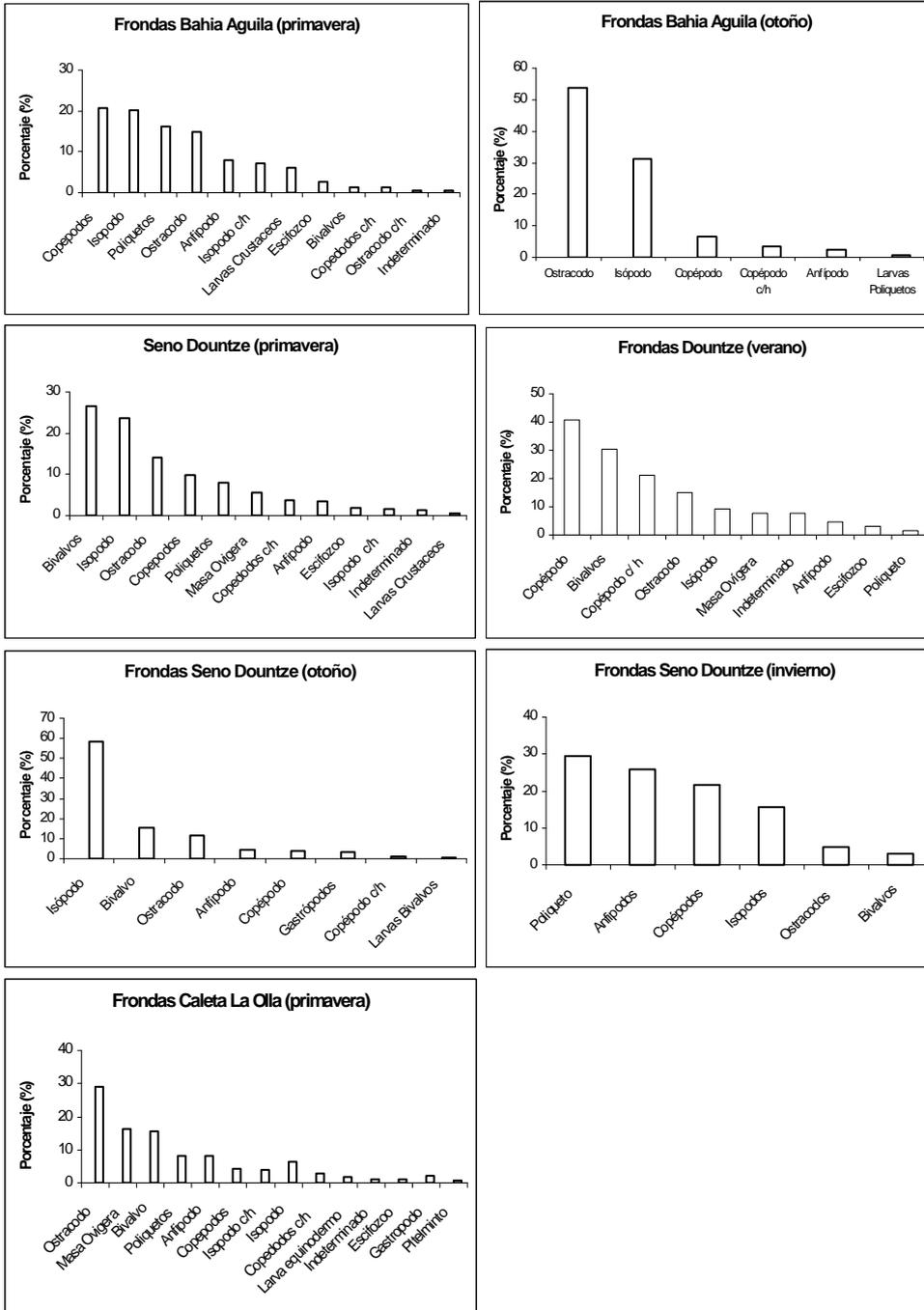


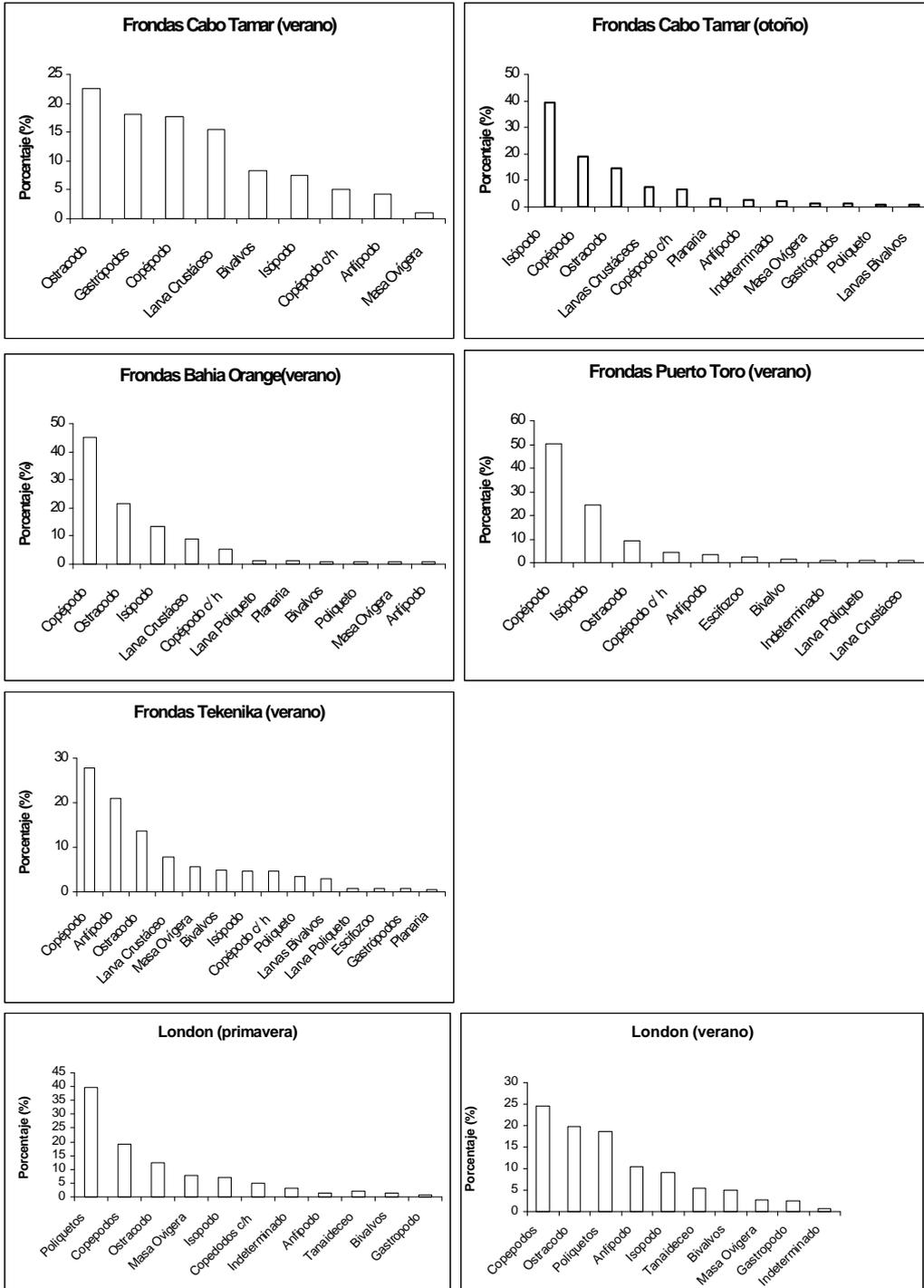
Figura 65. Ítems dominantes (%) en frondas de *Macrocyctis* por localidad y por estación del año

Continuación figura 65





Continuación figura 65



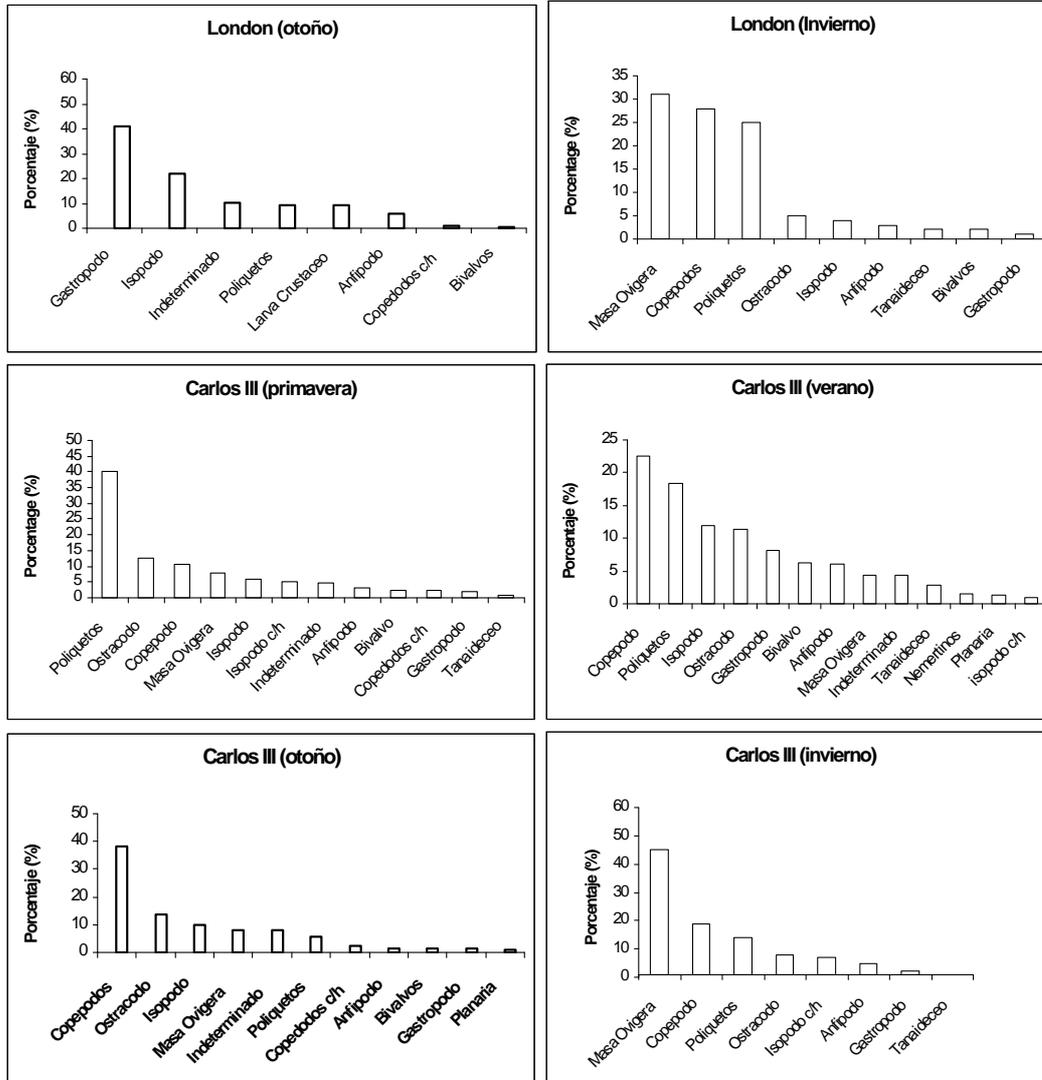
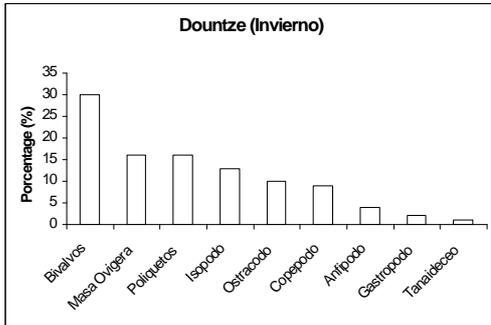
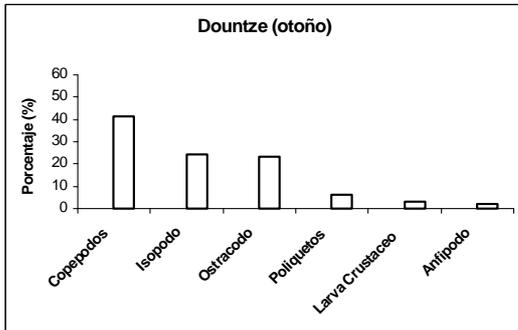
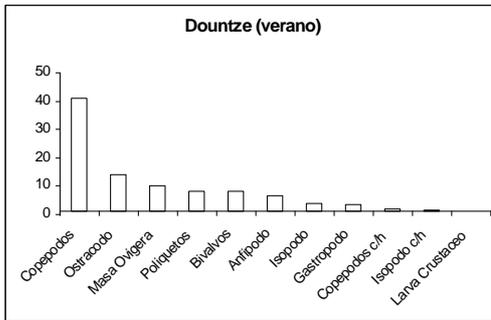
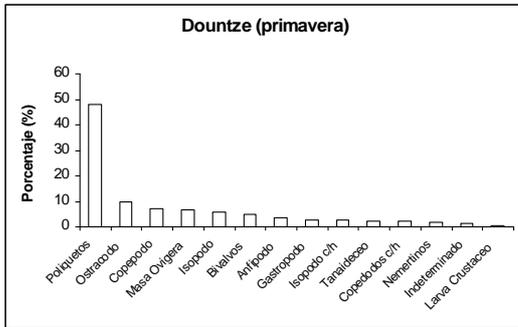
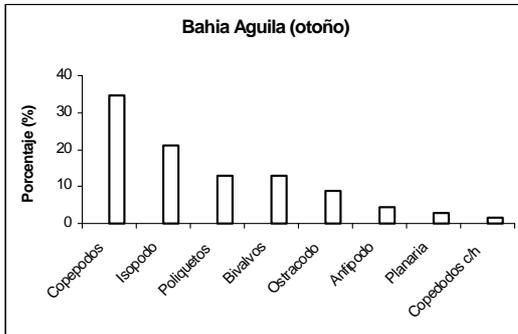
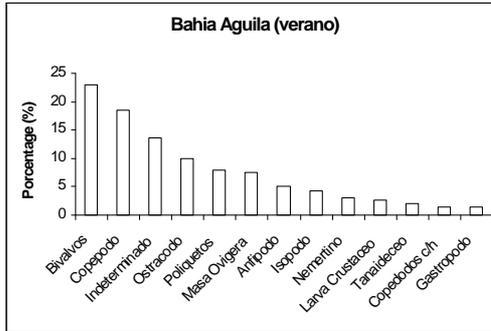
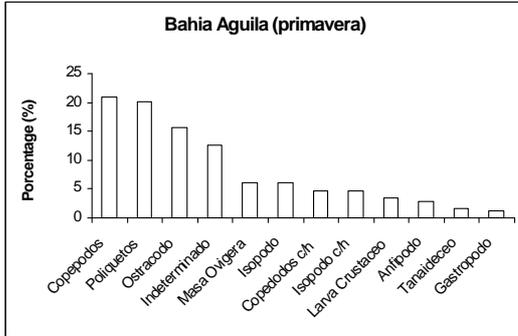


Figura 66. Ítems dominantes (%) en grampones de *Macrocyctis* por localidad y por estación del año

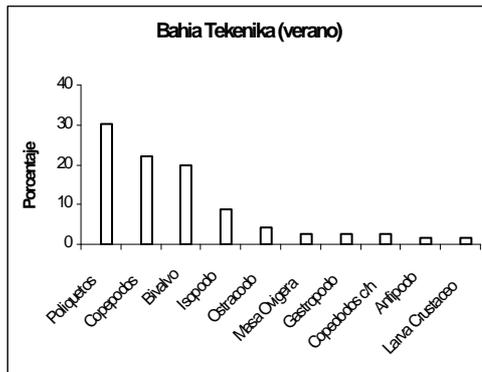
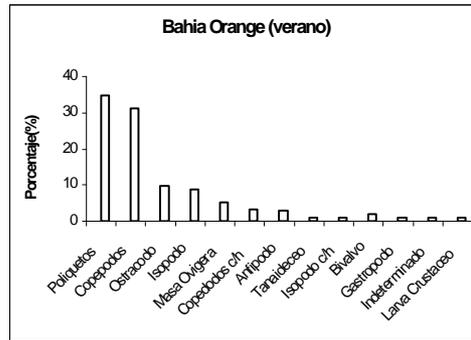
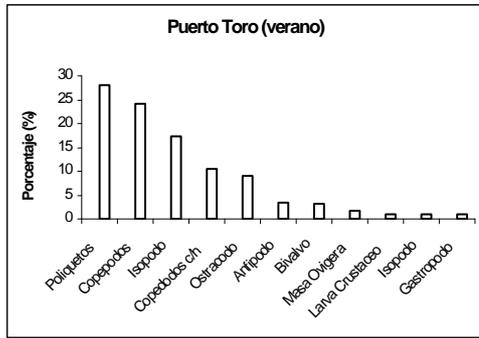
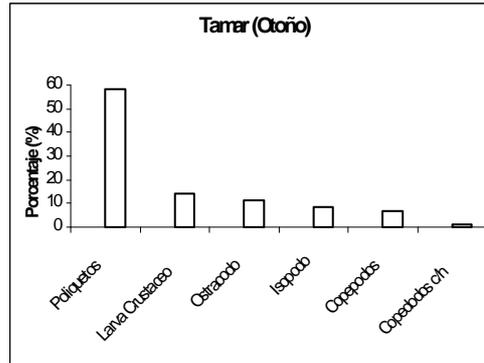
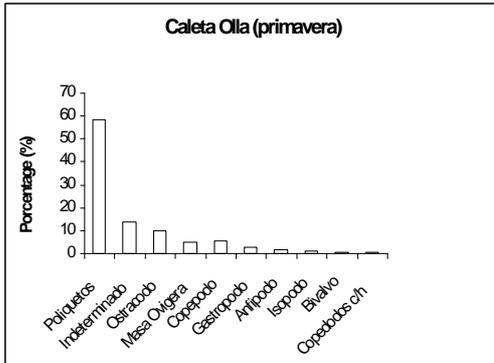


Continuación figura 66





Continuación figura 66



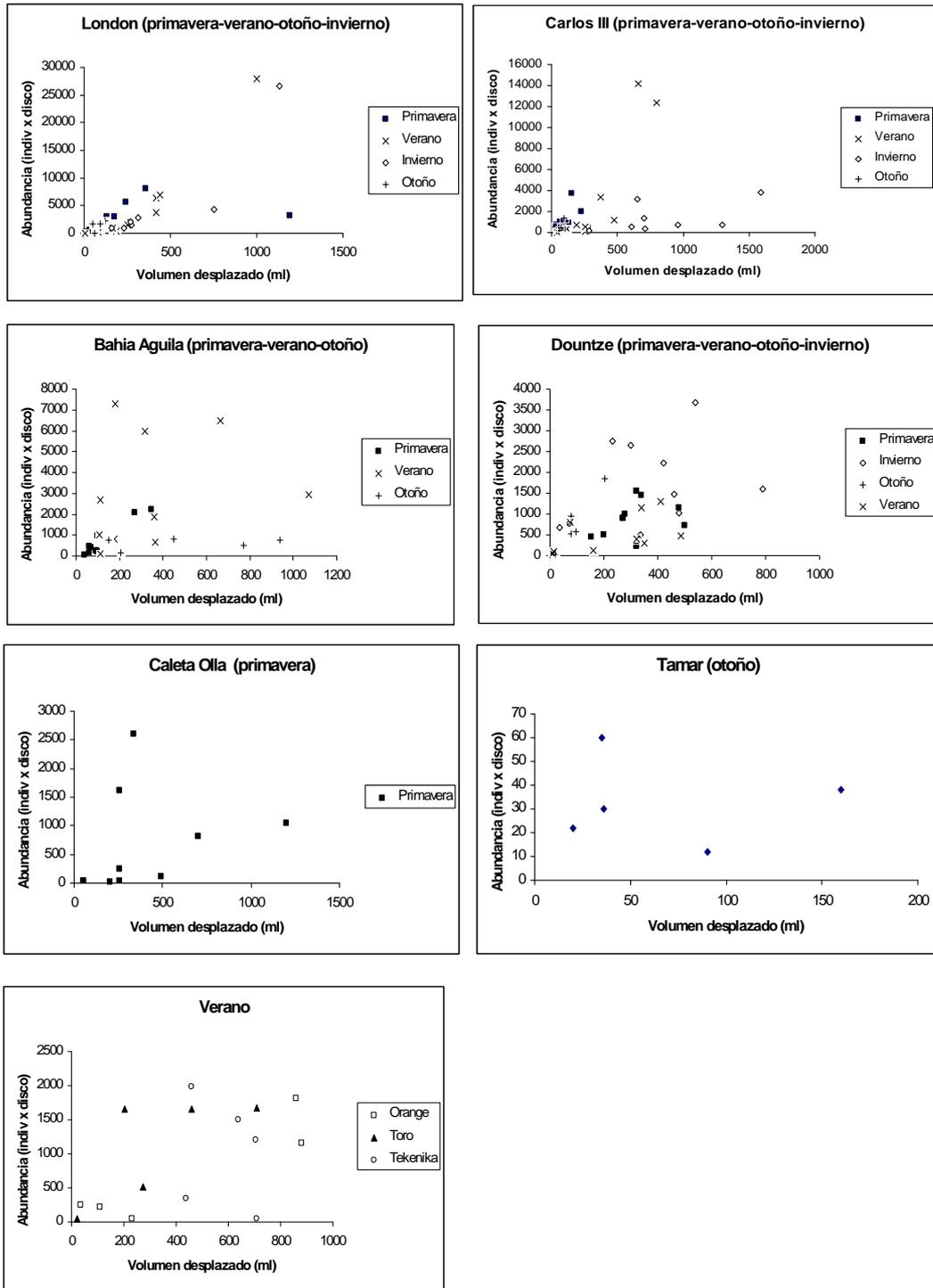


Figura 67. Abundancia total de organismos en grampones de *Macrocystis* por localidad.



Macroalgas asociadas a Bosques de algas pardas (Fig. 73)

Macroalgas asociadas a discos de *M. pyrifera*

En los discos de *M. pyrifera* se lograron identificar 83 taxa de macroalgas. La División más representativa fue Rhodophyta con 53 taxa (63,9%), seguido por los representantes de la División Chlorophyta con 16 especies (19,3 %) y la División Phaeophyta con 14 taxa (16,9 %) (Fig. 68).

Durante Otoño las poblaciones de Isla London, fueron las que presentaron discos con una mayor riqueza de especies (29 taxas), seguido por la pradera de Seno Duntze (22 taxa) y Bahía El Águila (18 taxa) (Fig. 69).

Durante Invierno las poblaciones de Bahía Orange, fueron las que presentaron discos con una mayor riqueza de especies (16 taxa), seguido por la pradera de Isla London (14 taxa) y Bahía Tekenika (13 taxa) (Fig. 69).

Para Primavera la población con mayor riqueza de macroalgas asociada a los disco fue Isla Carlos III (28 taxa), seguida en orden decreciente por Seno Duntze (19 taxa), Isla London (18 taxas), Bahía El Águila (13 taxa) y Caleta Olla (13 taxa) (Fig. 69).

Finalmente para Verano, la tendencia se mantiene en relación a dos de las tres localidades con mayor riqueza de macroalgas, siendo estas Isla Carlos III (19 taxa) e Isla London (17 taxa), seguidas por las poblaciones de Puerto Toro (16 taxa), Seno Duntze (11 taxa), Isla Tamar (10 taxa), Bahía Tekenika (2 taxa) y B. Orange (2 taxa) (Fig. 69).

El análisis global de la riqueza de especies asociadas a discos de fijación de *M. pyrifera* nos indico que las poblaciones que presentan mayores asociaciones de otras macroalgas a *Macrocystis* son las ubicadas en Isla London con 20 ± 7 especies, Isla Carlos III con 17 ± 9 especies y Seno Duntze con 15 ± 7 especies.

Ballia callitricha, *Plocamium cartilagineum* y *Lithothamnion sp.* fueron las especies de macroalgas Rhodophyta mas frecuentemente, mientras que entre las Chlorophyta mas frecuentes están *Ulva sp.*, *Rhizoclonium sp.* y *Acrosiphonia sp.* y finalmente entre las Phaeophyta podemos mencionar *Sphacelaria sp* y *Dilophus sp.*, todas estas especies de macroalgas se encontraron creciendo en asociación con los grampones de *M. pyrifera* durante el desarrollo del proyecto (Tabla 109)



Indicadores de diversidad

En invierno la población con un mayor riqueza específica fue Isla London ($d= 4,93$), seguidas de Seno Duntze ($d= 3,36$) e Isla Carlos III ($d= 2,79$). Durante primavera Isla Carlos III fue la población que presentó el mayor riqueza de especies ($d= 5,41$) mientras que la población que presentó una menor riqueza de macroalgas asociadas a los disco fue Bahía El Águila ($d= 2,48$). Durante Verano la población de Isla Carlos III sigue presentando una mayor riqueza de algas asociadas ($d= 6,11$) al igual que en el periodo anterior, seguido por Isla London ($d= 5,64$) y Puerto toro ($d= 5,41$). Bahía Orange, se caracterizó por presentar la menor riqueza específica ($d= 1,44$). Finalmente, durante Otoño el análisis de riqueza de especies de macroalgas asociadas a discos de *M. pyrifera* indican que la población con mayor riqueza fue la ubicada en Isla London Isla London ($d= 6,79$), seguida de la poblaciones de Bahía El Águila ($d= 5,88$), Isla Tamar ($d= 5,65$) y Isla Carlos III ($d= 5,17$).

En las poblaciones de Bahía El Águila, Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London se observó una tendencia de incremento en la riqueza de especies de macroalgas asociadas a los grampones desde invierno (menor diversidad) a otoño (mayor diversidad). Isla Carlos III e Isla London fueron las poblaciones que presentaron continuamente los mayores índices. Esta misma tendencia se manifiesta para el Índice de diversidad de Shannon para las poblaciones evaluadas durante el periodo estacional anual (Tabla 110A-B).

Tabla 110. (A) Riqueza específica de Margaleff ($d= S-1/\log(N)$) y Índice de Shannon (B) de las macroalgas asociadas a grampones de *M. pyrifera*, para los tres períodos estacionales estudiados.

(A)

Poblaciones	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Isla Tamar	3,64		3,91	5,65
Bahía El Águila	3,08	4,68	2,79	5,88
Isla Carlos III	2,79	8,10	6,11	5,17
Seno Duntze	3,37	6,11	4,17	6,79
Isla London	4,93	5,88	5,65	8,32
Caleta Olla		4,68		
Bahía Tekenika	4,68		2,16	
Bahía Orange	5,41		1,44	
Puerto Toro	1,82		5,41	

(B)

Poblaciones	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Isla Tamar	0,95		1,00	1,23
Bahía El Águila	0,85	1,11	0,78	1,26
Isla Carlos III	0,78	1,45	1,28	1,18
Seno Duntze	0,90	1,28	1,04	1,34
Isla London	1,15	1,26	1,23	1,46
Caleta Olla		1,11		
Bahía Tekenika	1,11		0,60	
Bahía Orange	1,20		0,30	
Puerto Toro	0,48		1,20	

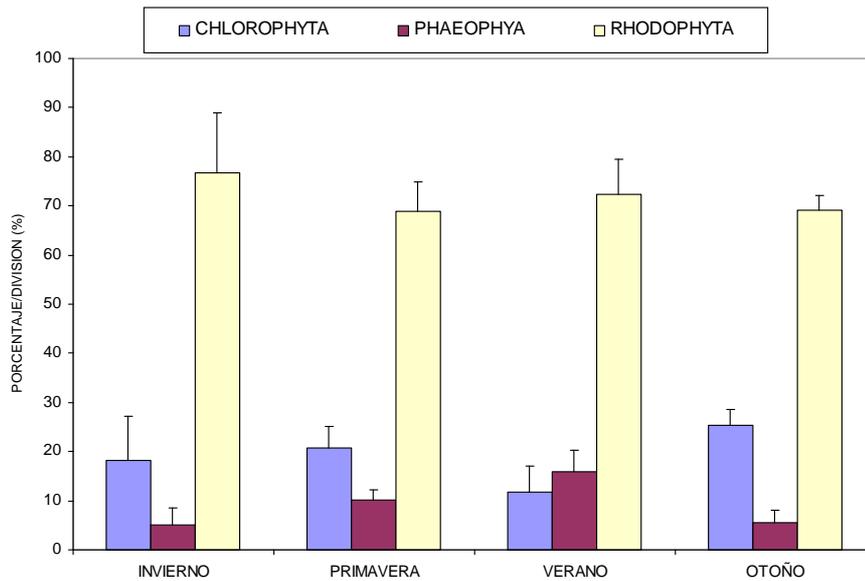


Figura 68. Porcentaje de macroalgas asociadas a discos de *M. pyrifera* representadas por división durante un ciclo anual.

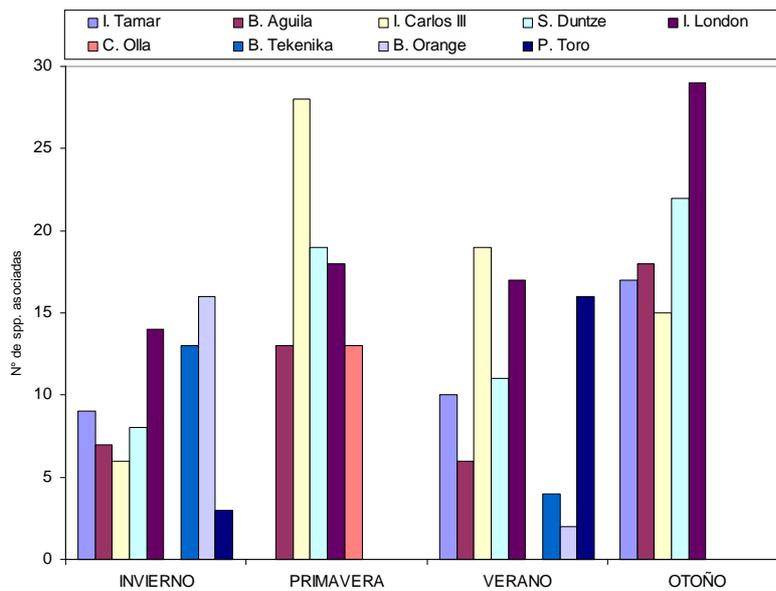


Figura 69. Número de especies macroalgales asociadas a los discos de fijación de *M. pyrifera* durante un ciclo anual. Número total de especies identificadas 83.

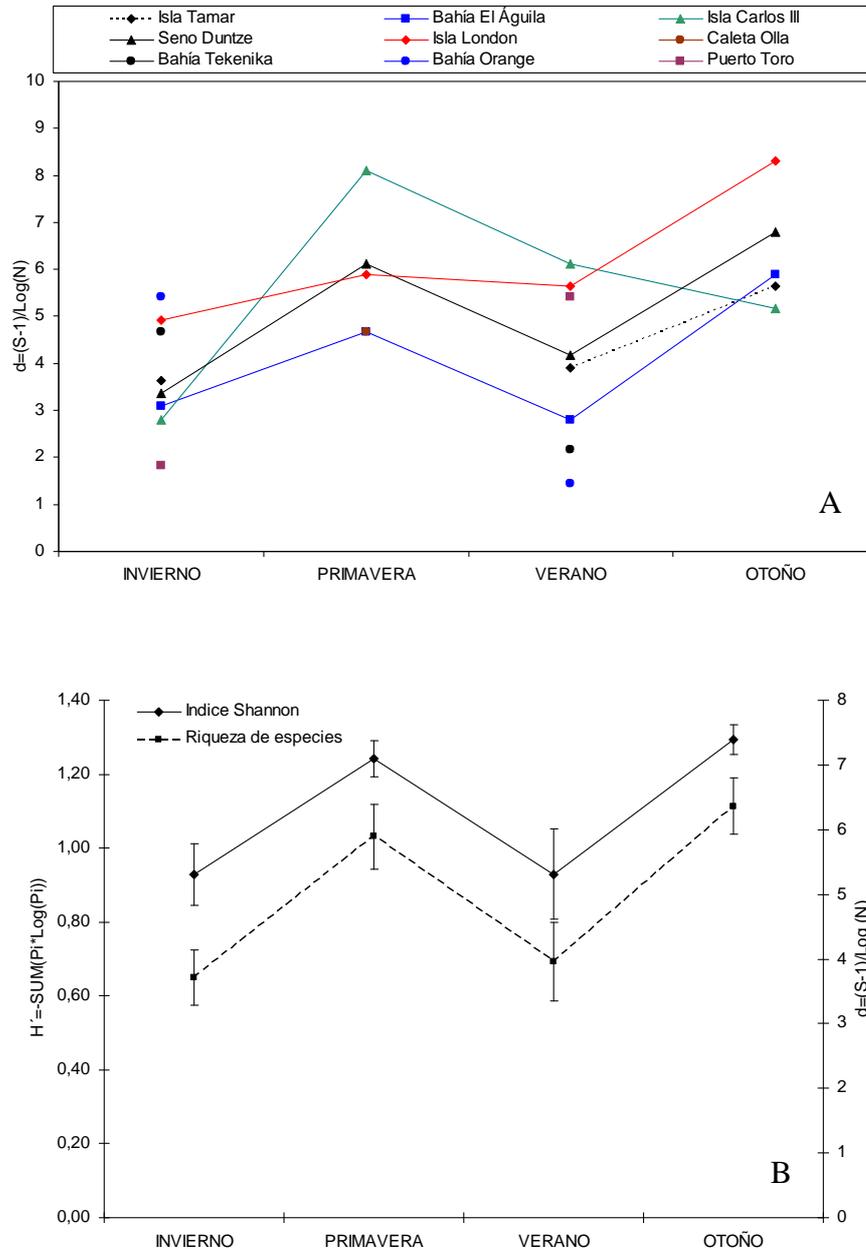


Figura 70. (A) Riqueza específica de especies de Margaleff ($d = S-1/\log(N)$) por cada población evaluada y en forma estacional (B) de las macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera*, para los cuatro períodos estacionales estudiados, en la Región de Magallanes.



Macroalgas asociadas a poblaciones de *M. pyrifera*

Muestras de macroalgas colectadas bajo el dosel de *M. pyrifera*, hasta el momento han permitido la identificación de 83 taxa que crecen asociadas a estas poblaciones. La División más representativa fue la División Rhodophyta con 57 taxa (68,7%), seguida por la División Chlorophyta con 14 taxa (16,9%), y la División Phaeophyta, con 12 especies (14,5%). El análisis estacional de la flora asociada a las poblaciones de *Macrocystis* nos muestra que para invierno, primavera, verano y otoño la mayor proporción de macroalgas identificadas corresponden a la división Rhodophyta (87%, 75%, 83% y 89% respectivamente) no existien diferencias estacionales ($p=0,437$) (Fig. 71, 74). La división Chlorophyta es la segunda en importancia de representatividad en los diferentes períodos estacionales estudiados (invierno=11%, primavera= 17%, verano= 11% y otoño=7%), no observándose diferencias estadísticamente significativas a los largo de las cuatro estaciones ($p=0,453$). La División Phaeophyta representó un 2% en invierno, 8% en primavera, 6% en verano y 4% en otoño, y al igual que en la anteriores divisiones, las diferencias estacionales, no fueron significativas ($p=0,804$) (Tabla 111, Fig.72).



Durante primavera Isla London fue la población que presentó el mayor índice de diversidad asociada a las poblaciones de *Macrocystis* ($d=6,11$) mientras que la población que presentó una menor riqueza específica de macroalgas asociadas fue Bahía El Águila ($d= 2,79$) (Tabla 112a).

En Verano la población de Isla London presentó una mayor riqueza de algas asociadas ($d=7,89$), seguido por Bahía Tekenika ($d= 7,45$) e Isla Carlos III ($d= 5,88$), mientras que Puerto Toro se caracterizó por presentar la menor diversidad ($d= 1,44$).

Finalmente, durante Otoño la población que presentó el mayor riqueza específica fue Isla Tamar ($d= 4,43$), seguida de Seno Duntze y Isla London ($d= 3,64$), mientras que las poblaciones de Bahía El Águila y Isla Carlos III fueron las que mostraron los menor riqueza durante otoño ($d= 3,37$).

En las poblaciones evaluadas en forma constante durante el desarrollo del proyecto nos muestra dos tendencias en relación a la riqueza, una que indica un aumento de este riqueza de especies hacia verano (Isla London – Isla Carlos III) y otra que nos presenta una variación con dos aumentos de riqueza en invierno y verano (B. El Águila – Seno Duntze) (Fig. 73, Tabla 112a). Esta misma tendencia se repite para el índice de Shannon.

Tabla 112a. (A) Riqueza específica de Margaleff ($d= S-1/\log(N)$) y Índice de Shannon (B) de las macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera*, para los tres períodos estacionales estudiados.

(A)

Poblaciones	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Isla Tamar	3,90		3,91	4,43
Bahía El Águila	4,17	2,79	4,17	3,37
Isla Carlos III	3,64	4,68	5,88	3,37
Seno Duntze	4,92	3,91	5,17	3,64
Isla London	5,16	6,11	7,89	3,64
Caleta Olla		4,68		
Bahía Tekenika	2,79		7,45	
Bahía Orange	6,11		2,16	
Puerto Toro	2,16		1,44	

(B)

Poblaciones	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Isla Tamar	1,00		1,00	1,08
Bahía El Águila	1,04	0,78	1,04	0,90
Isla Carlos III	0,95	1,11	1,26	0,95
Seno Duntze	1,15	1,00	1,18	0,95
Isla London	1,18	1,28	1,43	0,95
Caleta Olla		1,11		
Bahía Tekenika	0,78		1,40	
Bahía Orange	1,28		0,60	
Puerto Toro	0,60		0,30	

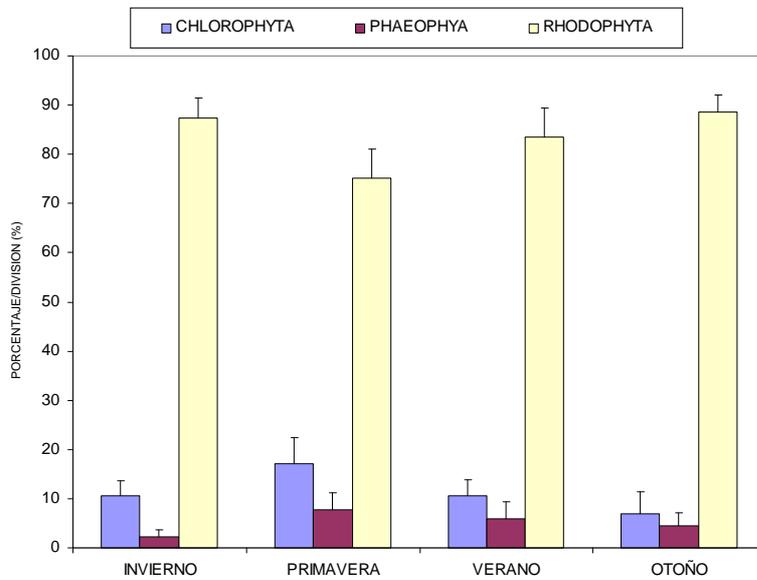


Figura 71. Porcentaje de macroalgas asociadas (por División) a las poblaciones de *M. pyrifera* durante los períodos estacionales estudiados (invierno - primavera 2006, verano - otoño 2007).

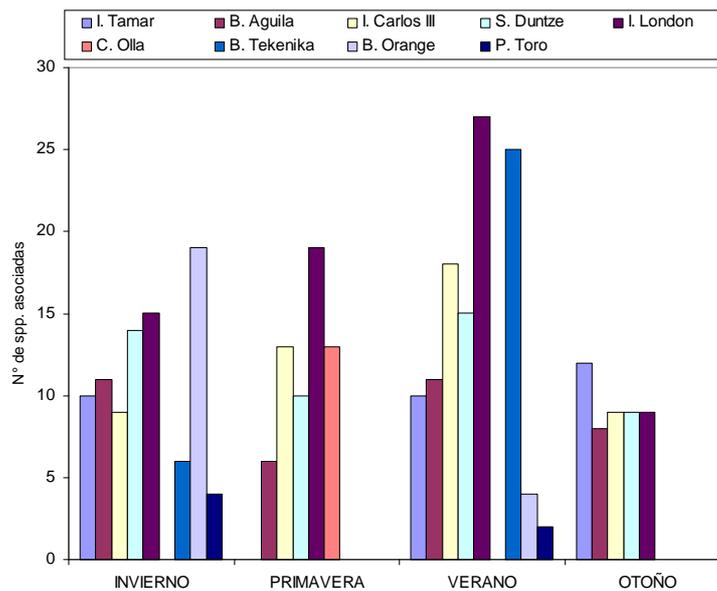


Figura 72. Número de especies macroalgales asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano - Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83).

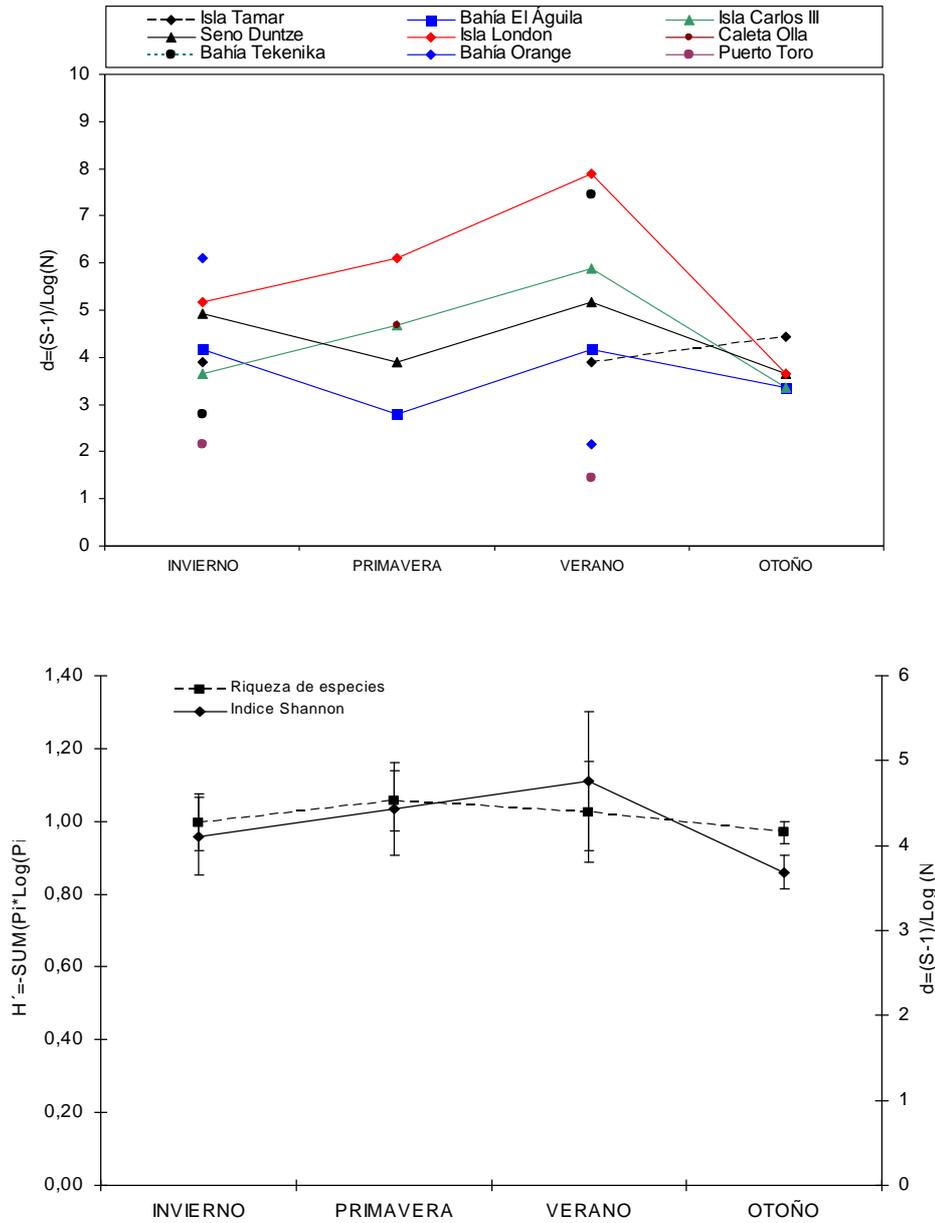


Figura 73. (A) Riqueza específica de especies de Margaleff ($d = S-1/\log(N)$) estacional de las macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera*, para los cuatro períodos estacionales estudiados, en la Región de Magallanes.

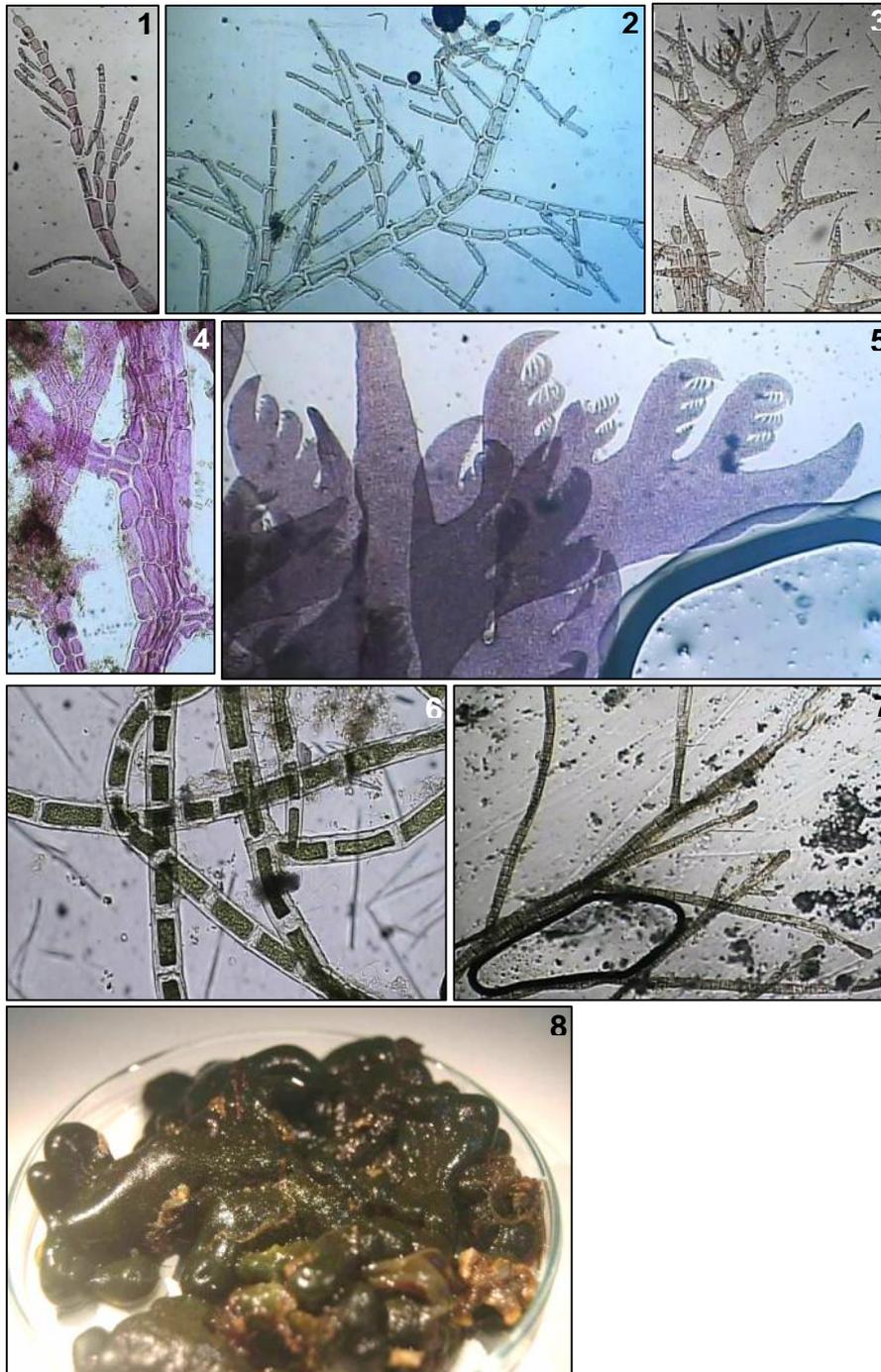


Figura 74. En los grampones o discos de fijación se lograron identificar algunas de las siguientes especies macroalgales (1-2) Rhodophyta perteneciente al Orden Ceramiales de la Familia Ceramiaceae del genero *Callithamnion*. (3-4). Rhodophyta perteneciente al Orden Ceramiales de la Familia Dasyaceae del genero *Heterosiphonia*. En los grampones se lograron identificar dos géneros asociados (3: *Heterosiphonia* sp., 4: *Heterosiphonia berkelli*). (5). Rhodophyta perteneciente al Orden Plocamiales de la Familia Plocamiaceae del genero *Plocamium*, (6) Chlorophyta de talo filamentoso uniseriado perteneciente al Orden Cladophorales de la Familia Cladophoraceae perteneciente al genero *Rhizoclonium* sp. (7) Chlorophyta de talo cenocítico plucelular perteneciente al Orden Bryopsidales de la Familia Codiaceae del genero *Codium*, correspondiente a la especie *C. dimorfum*. (8). Phaeophyta de talo filamentoso ramificado uniseriado perteneciente al Orden Sphacelariales de la Familia Sphacelariaceae del genero *Sphacelaria* sp.



Biomasa de macroalgas asociadas a poblaciones de *M. pyrifera* (invierno)

Con respecto a la biomasa (gr./m²), las macroalgas colectadas bajo el dosel de *M. pyrifera*, en cada una de las localidades evaluadas nos indica que la mayor concentración de biomasa de macroalgas asociadas a poblaciones del *M. pyrifera* ocurre en primavera con 1970 ± 1150 gr./m² de biomas húmeda de algas, disminuyendo hacia verano (1579 ± 567 gr./m²), otoño (883 ± 177 gr./m²), y aumetando nuevmente hacia el invierno (1253 ± 350 gr./m²), sin embargo esta tendencia no es estadísticamente significativa (p= 0,672). (Fig. 75, Tabla 112b).

La división que aporta mayor cantidad de biomasa húmeda promedio anual es la Div. Rhodophyta (1276 ± 246 gr./m²), seguida de la Div. Chlorophyta (125 ± 52 gr./m²) y Div. Phaeophyta (24 ± 12 gr./m²) (Fig.76).

En relación a la biomasa húmeda (gr./m² ± err) de macroalgas asociadas a praderas de *M. pyrifera*, observamos que la población de Seno Duntze es la que presentó mayor biomasa de macroalgas asociadas o creciendo bajo el dosel de *Macrocystis* con 2612 ± 1538 gr./m², seguida de Isla Tamar (2104 ± 1386 gr./m²), Bahía Orange (1670 ± 1541 gr./m²), Puerto Toro (1340 ± 608 gr./m²), Bahía Tekenika (1232 ± 700 gr./m²), Isla Carlos III (1002 ± 307 gr./m²), Isla London (936,0 ± 346 gr./m²), y Bahía El Águila (832 ± 234 gr./m²) (Tabla 82). Las principales especies responsables por esta biomasa fueron *Gigartina skottsbergii* con 243,3 ± 53,98 gr./m² *Callophyllis variegata* (78,4 ± 34,6 gr./m²) y *Ballia callitricha* (57,6 ± 21,3 gr./m²) (Fig.77, Tabla 112b, 112c).

Tabla 112b. Variación estacional de biomasa húmeda (gr./m²) de macroalgas asociadas a los bosques de *M. pyrifera*, por localidad estudiada.

	Poblaciones	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	Prom. gr./m²
1	I. Tamar	835		4874	603	2104±1386
2	B. Águila	1431	955	368	573	832±234
3	I. Carlos III	1425	814	217	1552	1002±307
4	S. Duntze	159	6998	2436	854	2612±1538
5	I. London	483	486	1944	831	936±346
6	C. Olla		595			595
7	B. Tekenika	532		1932		1232±700
8	B. Orange	3211		129		1670±1541
9	P. Toro	1948		731		1340±608
	Prom. gr./m²	1253±350	1970±1260	1597±567	883±177	

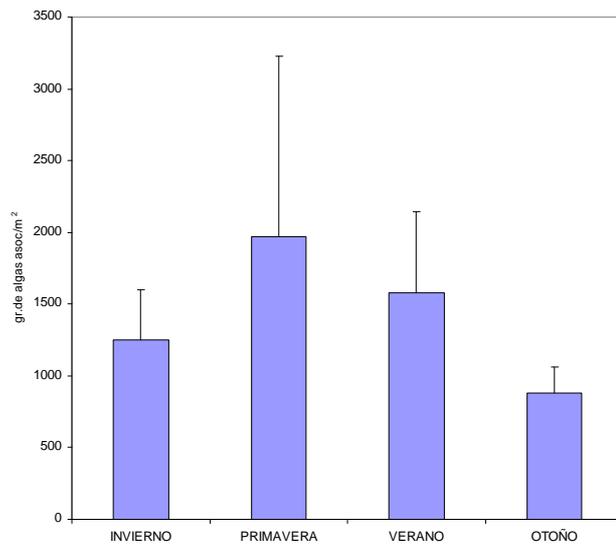


Figura 75. Biomasa húmeda (gr/m²) estacional de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano - Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83.)

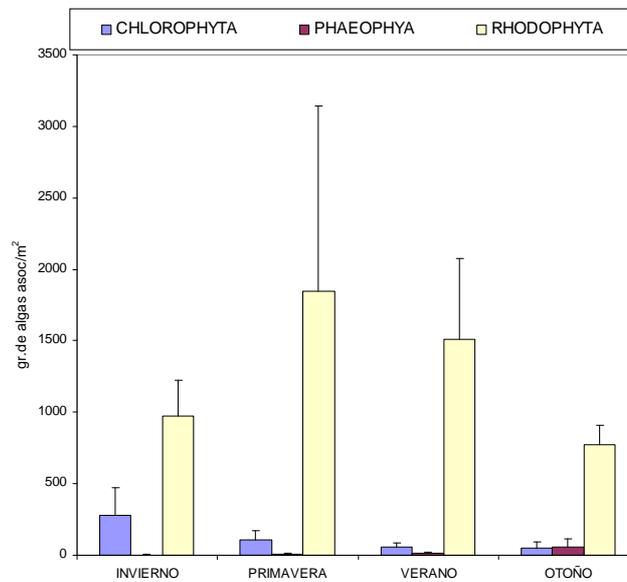


Figura 76. Biomasa húmeda (gr/m²) estacional y por división de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano - Otoño 2007. (Número total de especies identificadas N=83.)

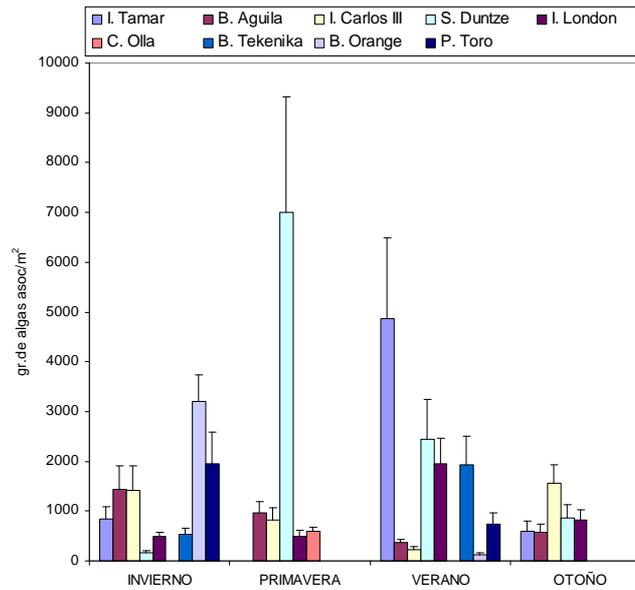


Figura 77. Biomasa húmeda (gr/m²) estacional y por localidad de macroalgas asociadas a las poblaciones de *M. pyrifera* durante Invierno - Primavera 2006 y Verano – Otoño 2007. Número total de especies identificadas N=83.



5.2 Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.

a) Caracterización estacional de abundancia, densidad y estructura de tallas y estados reproductivos en poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

a.1) Biomasa, Densidad para poblaciones de *M. pyrifera*

Biomasa húmeda de *Macrocystis pyrifera* por m²

La información recopilada durante un ciclo anual revela que la biomasa promedio por m² varió dependiendo de la estación del año así como de los sitios evaluados.

En la estación primavera se obtuvo un valor biomasa húmeda promedio de $3,28 \pm 0,3 \text{ kg. m}^{-2}$. Con valores máximos registrados en la localidad de Isla Carlos III ($4,27 \pm 0,9 \text{ kg. m}^{-2}$) y Caleta Olla ($4,04 \pm 0,9 \text{ kg. m}^{-2}$), mientras que para las localidades de Isla London, Seno Duntze y Bahía El Águila se registraron valores $2,90 \pm 0,8 \text{ kg. m}^{-2}$, $2,70 \pm 0,7 \text{ kg. m}^{-2}$ y $2,51 \pm 0,4 \text{ kg. m}^{-2}$, respectivamente (Fig. 78a, Tabla 113).

En la estación de verano se registraron valores de biomasa húmeda promedio de $15,77 \pm 1,89 \text{ kg. m}^{-2}$. Durante esta estación fueron incorporadas además 4 nuevas localidades de estudio, siendo éstas nuevas poblaciones las que mostraron mayor biomasa por m². Bahía Tekenika (Archipiélago de Cabo de Hornos) con $53,7 \pm 12 \text{ kg m}^{-2}$, en Puerto Toro ($27,9 \pm 5 \text{ kg m}^{-2}$), Isla Tamar ($24,1 \pm 0,7 \text{ kg m}^{-2}$) y Bahía Orange ($13,1 \pm 3 \text{ kg m}^{-2}$). Valores inferiores de biomasa fueron registrados en Isla Carlos III ($4,07 \pm 0,6 \text{ kg m}^{-2}$), Seno Duntze ($2,58 \pm 0,6 \text{ kg m}^{-2}$), Bahía El Águila ($2,10 \pm 0,5 \text{ kg m}^{-2}$) e Isla London ($2,08 \pm 0,7 \text{ kg m}^{-2}$) (Fig. 78a, Tabla 113).

En otoño se registró un promedio de $5,04 \pm 0,72 \text{ kg húmedos m}^{-2}$, con valores máximos obtenidos en las localidades de Isla Tamar ($13,85 \pm 2,8 \text{ kg m}^{-2}$) Isla Carlos III $4,75 \pm 0,8 \text{ kg m}^{-2}$, mientras que las localidades de Seno Duntze, Isla London y Bahía El Águila registraron valores menores, $2,58 \pm 0,7 \text{ kg m}^{-2}$, $2,53 \pm 0,9$ y $1,51 \pm 0,32 \text{ kg m}^{-2}$, respectivamente (Fig. 78a, Tabla 113). Cabe destacar que en esta estación de año no fueron evaluadas las poblaciones de las localidades de la Provincia de Cabo de Hornos (Bahía Tekenika, Bahía Orange, Puerto Toro).

Finalmente, en el periodo invernal, las localidades que registraron mayores valores de biomasa húmeda promedio por m² fueron aquellas ubicadas al extremo sur de la Región de Magallanes (Prov. Cabo de Hornos), entre ellas Bahía Tekenika ($26,42 \pm 4,43 \text{ kg m}^{-2}$), P. Toro ($24,92 \pm 3,96 \text{ kg m}^{-2}$) y Bahía Orange ($13,28 \pm 3,91 \text{ kg m}^{-2}$), mientras que los menores de biomasa por m² fueron I. Tamar ($9,18 \pm 2,07 \text{ kg m}^{-2}$), Bahía El Águila ($3,71 \pm 0,78 \text{ kg m}^{-2}$), Isla Carlos III ($3,17 \pm 0,55 \text{ kg m}^{-2}$) Seno Duntze ($3,01 \pm 0,77 \text{ kg m}^{-2}$) e Isla London con $2,64 \pm 0,74 \text{ kg m}^{-2}$ (Fig. 78a, Tabla 113).

Análisis estadísticos, considerando los valores de biomasa húmeda promedio por estación del año, evidenciaron diferencias entre las estaciones ($p=0,000$). Estas diferencias obedecen a los



valores máximos de biomasa observados tanto en verano como invierno ($15,77 \pm 1,89 \text{ kg m}^{-2}$ y $10,8 \pm 1,08 \text{ kg m}^{-2}$, respectivamente). Estos altos valores de biomasa húmeda son debido a la inclusión de localidades ubicadas en el extremo sur de la Región de Magallanes (B. Tekenika, B. Orange y P. Toro) y la del extremo Norte de la región (Isla Tamar) (Fig. 79, Tabla 115a). Además de las diferencias estacionales, fueron encontradas diferencias significativas entre los valores de biomasa registrados en cada una de las poblaciones evaluadas por estación del año, sin embargo, en la estación primaveral, los valores de biomasa por localidad fueron similares (Tabla 115b). En aquellas localidades analizadas en verano, las diferencias estuvieron dadas principalmente por los altos valores de biomasa húmeda registrados en los sectores extremos de la Región de Magallanes, esto es, extremo sur (B. Tekenika y Puerto Toro) y extremo norte (Isla Tamar). De similar manera, en otoño, las diferencias entre los valores de biomasa estuvieron dados por la biomasa registrada en Isla Tamar. Finalmente, en invierno, las diferencias entre los valores de biomasa de las localidades analizadas estuvieron dadas por los altos valores de biomasa registrados en las localidades de Bahía Tekenika, Puerto Toro y Bahía Orange.

Tabla 113. Biomasa Húmeda promedio de *Macrocystis pyrifera* ($\text{kg m}^{-2} \pm \text{err. std}$) y promedio estacional de las 9 poblaciones estudiadas (kg m^{-2} , N=906).

Localidades	Primavera		verano		otoño		Invierno	
	media (kg/m^2)	$\pm \text{err.}$						
I. Tamar			24,10	5,12	13,85	2,83	9,18	2,07
B. Águila	2,51	0,45	2,10	0,55	1,51	0,32	3,71	0,78
I. Carlos III	4,27	0,93	4,07	0,69	4,75	0,81	3,17	0,55
S. Duntze	2,70	0,70	2,58	0,64	2,58	0,72	3,01	0,77
I. London	2,90	0,89	2,08	0,77	2,53	0,92	2,64	0,74
C. Olla	4,04	0,92						
B. Tekenika			53,72	12,34			26,42	4,43
B. Orange			13,12	3,95			13,28	3,91
P. Toro			27,94	5,00			24,97	3,97
Promedio estacional (kg/m^2)	3,28	0,36	15,77	1,89	5,04	0,72	10,80	1,08



Tabla 114. Densidad promedio estacional de Individuos de *Macrocystis pyrifera* por metro cuadrado, (ind. m⁻² ± err. std) por cada localidad de estudio (N=906).

Poblaciones	Primavera		verano		otoño		Invierno	
	media (ind. /m ²)	±err.						
I. Tamar			0,8	0,14	0,7	2	0,8	0,15
B. Águila	2	0,34	1	0,22	1	1	1	0,22
I. Carlos III	1	0,16	1	0,21	2	0,5	1	0,18
S. Duntze	0,5	0,12	1	0,19	1	0,4	0,6	0,17
I. London	0,4	0,10	0,8	0,17	0,3	1	0,4	0,09
C. Olla	1	0,20						
B. Tekenika			7	1,36			2	0,20
B. Orange			2	0,42			0,8	0,14
P. Toro			2	0,31			1,	0,17
Media estacional (ind /m²)	1,02	0,12	1,83	0,19	0,99	0,10	0,98	0,06

Tabla 115. (A) Análisis estacional de Varianza (ANDEVA) para Biomasa Húmeda m⁻² y densidad de individuos por m² de *M. pyrifera*. (B) Análisis de varianza por estación evaluada para la Biomasa Húmeda m⁻², (C) Análisis de varianza por estación evaluada para la de individuos por m². Se indican los efectos significativos a p<0,05.

A.-

Variable	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Biomasa Húmeda m ⁻²	19735,13	3	6578,376	321740,8	865	371,954	17,685	0,000*
Densidad Individuos m ⁻²	117,11	3	39,036	2925,6	865	3,382	11,542	0,000*

B.-

Biomasa Húmeda m ⁻²	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Primavera	94,968	4	23,742	4027,741	175	23,016	1,0315	0,392
Verano	62627,51	7	8946,788	141998,5	214	663,544	13,483	0,000*
Otoño	3690,876	4	922,718	12791,68	175	73,095	12,623	0,000*
Invierno	25417,70	7	3631,100	71091,85	279	254,809	14,251	0,000*

C.-

Densidad Individuos m ⁻²	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Primavera	49,255	4	12,314	263,694	175	1,506	8,172	0,000*
Verano	656,644	6	109,441	1185,600	173	6,853	15,969	0,000*
Otoño	38,022	4	9,506	270,972	175	1,548	6,139	0,000*
Invierno	21,022	4	5,255	173,778	175	0,993	5,292	0,001*

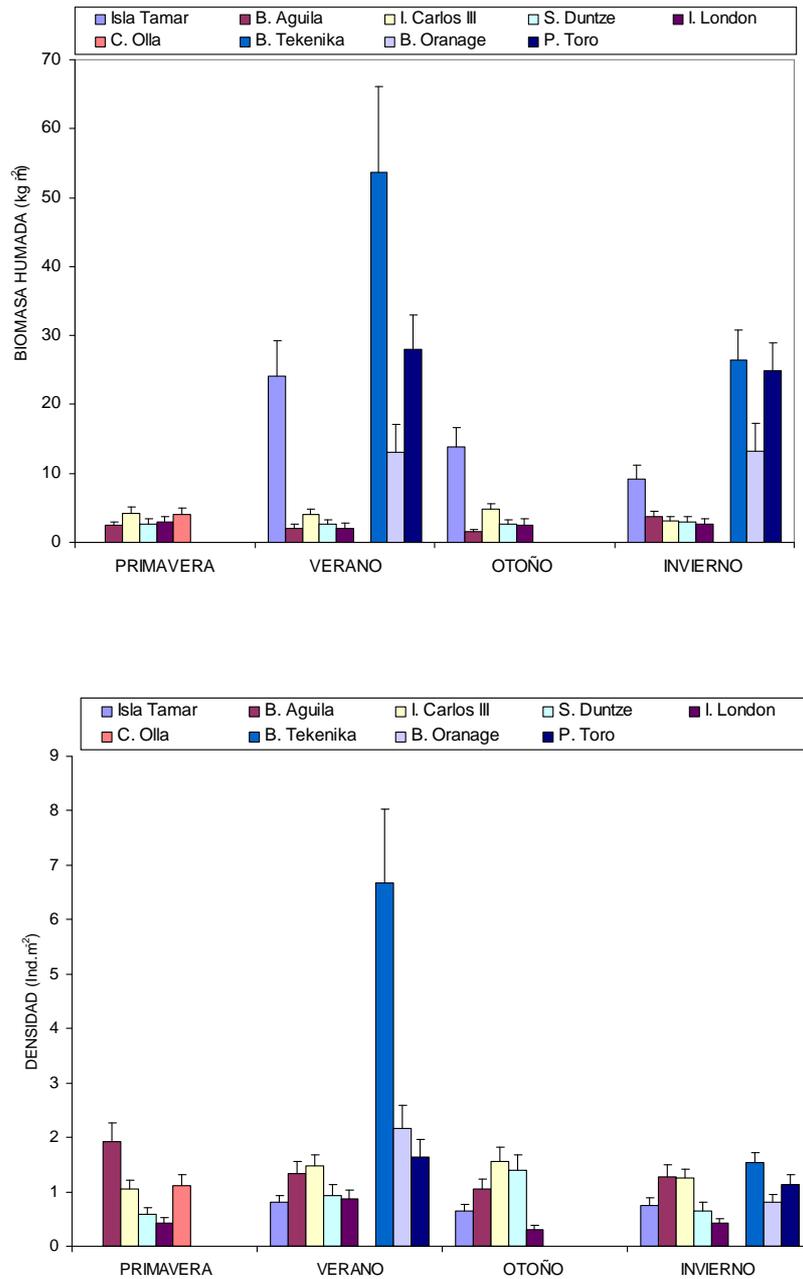


Figura 78. (A) Variación de la biomasa Húmeda promedio ($\text{kg m}^{-2} \pm \text{err. std}$; $N=906$) en las poblaciones de *M. pyrifera* sometidas a evaluación durante Invierno-Primavera 2006, Verano-Otoño 2007, (B) Variación de la densidad promedio de individuos de *M. pyrifera* ($\text{ind. m}^{-2} \pm \text{err. std}$; $N=906$) durante Invierno-Primavera 2006, Verano- Otoño 2007.

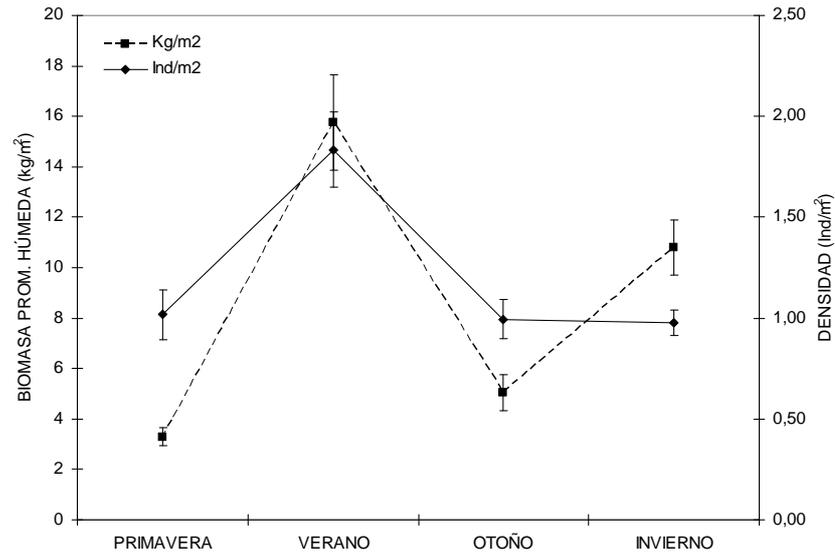


Figura 79. Variación de la biomasa Húmeda promedio ($\text{kg m}^{-2} \pm \text{err. std}$; $N=906$) y densidad promedio de individuos de *M. pyrifera* ($\text{ind. m}^{-2} \pm \text{err. std}$; $N=906$) durante un ciclo anual en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Densidad (Individuos m^{-2})

Densidad de *Macrocystis pyrifera* por m^2 (Individuos m^{-2})

Durante la estación primaveral, la densidad promedio de individuos por m^2 fue de $1,02 \pm 0,12$ ind. m^{-2} , siendo las mayores densidades registradas en Bahía El Águila ($2 \pm 0,34$ ind. m^{-2}), Isla Carlos III ($1 \pm 0,16$ ind. m^{-2}) y Caleta Olla ($1 \pm 0,2$ ind. m^{-2}). Mientras que las menores densidades fueron observadas en Seno Duntze ($0,5 \pm 0,12$ ind. m^{-2}) e Isla London ($0,4 \pm 0,1$ ind. m^{-2}) (Fig. 78b, Tabla 114).

En verano, la densidad promedio fue de $1,83 \pm 0,99$ ind. m^{-2} , observándose mayores densidades en las localidades de Bahía Tekénika con $7 \pm 1,36$ ind. m^{-2} , B. Orange y Puerto Toro con $2 \pm 0,42$ y $2 \pm 0,31$ ind. m^{-2} respectivamente, mientras que las localidades que registraron menores densidades fueron Seno Duntze ($1 \pm 0,19$ ind. m^{-2}), Bahía El Águila ($1 \pm 0,22$ ind. m^{-2}), Isla Carlos III ($1 \pm 0,21$ ind. m^{-2}), Isla Tamar ($0,8 \pm 0,14$ ind. m^{-2}) e Isla London ($0,8 \pm 0,17$ ind. m^{-2}) (Fig. 78b, Tabla 114).

En otoño, la densidad promedio de individuos disminuyó a $0,99 \pm 0,10$ ind. m^{-2} . las mayores densidades fueron registradas en Isla Carlos III ($2 \pm 0,27$ ind. m^{-2}), seguida por aquellas



praderas de *M. pyrifera* ubicadas en Bahía El Águila ($1 \pm 0,18$ ind. m^{-2}), S. Duntze ($1 \pm 0,30$ ind. m^{-2}), Isla Tamar ($0,7 \pm 0,12$ ind. m^{-2}) e Isla London ($0,3 \pm 0,34$ ind. m^{-2}) (Fig. 78b, Tabla 114).

En la época invernal, la densidad promedio de individuos por m^2 se mantuvo en valores similares a aquellos registrados en otoño con $0,98 \pm 0,06$ ind. m^{-2} . De las praderas evaluadas, la ubicada en Bahía Tekenika fue la que registró mayor cantidad de individuos con $2 \pm 0,20$ ind. m^{-2} , seguido por Bahía El Águila ($1 \pm 0,22$ ind. m^{-2}), Isla Carlos III ($1 \pm 0,18$ ind. m^{-2}) y Puerto Toro ($1 \pm 0,17$ ind. m^{-2}). Mientras que las demás praderas evaluadas registraron valores "promedio" inferiores a 1 planta por m^2 , Bahía Orange ($0,8 \pm 0,14$ ind. m^{-2}), Seno Duntze ($0,6 \pm 0,17$ ind. m^{-2}) e Isla London ($0,4 \pm 0,09$ ind. m^{-2}) (Fig. 78b, Tabla 114).

El análisis de varianza (ANDEVA), considerando la densidad de individuos por m^2 en el conjunto de poblaciones evaluadas por estación, reveló que existen diferencias estacionales en la densidad de individuos ($p=0,000$) (Fig. 79, Tabla 115), con mayores densidades observadas en verano ($p=0,000$), mientras que en las estaciones de primavera, otoño e invierno no presentaron mayores variaciones estacionales ($p=0,91$). Por otro lado, el análisis de varianza (ANDEVA) aplicado a cada localidad, revela también que existen diferencias en la densidad de individuos entre las praderas evaluadas durante una misma estación (Tabla 115C). De acuerdo a estos resultados durante primavera las poblaciones de Bahía El Águila fueron las que presentaron mayor número de reclutas y juveniles de *M. pyrifera*, para verano la diferencia fue marcada por la población de Bahía Tekenika, durante otoño las poblaciones que marcaron diferencias estadísticas fueron las de Isla Tamar e Isla London caracterizada por la presencia de individuos adultos y senescentes.

a.2) Biomasa, Densidad y Análisis de áreas para poblaciones de *Durvillaea antarctica*

La caracterización poblacional de *Durvillaea antarctica* fue estudiada en las praderas ubicadas en Seno Duntze, Isla London y se incorporó la población de Isla Tamar durante la estación de verano del 2007 cuando se realizó la expedición hacia la zona norte de la Región de Magallanes.

La figura 80 muestra la variación estacional de la biomasa para las tres poblaciones estudiadas en la Región de Magallanes. En general no se observan variaciones estacionales importantes de biomasa. Para Seno Duntze la máxima biomasa por m^2 se presentó durante la estación de primavera con un valor promedio de 22.746 ± 2.700 g/ m^2 , durante el verano y otoño se produjo una disminución en la biomasa, que alcanzó un valor promedio de 14.636 ± 1.341 g/ m^2 y 14.788 ± 1.571 g/ m^2 respectivamente. Para la población de Isla London la mayor biomasa se presentó en otoño del año 2007 con promedio 19.566 ± 1.495 g/ m^2 . Se observa una tendencia a la disminución hacia el periodo estival llegando a una biomasa mínima de 13.837 ± 1.013 g/ m^2 en verano. En Isla Tamar la mayor biomasa se observó durante la estación de verano con valor promedio de 19.661 ± 2.119 g/ m^2 , disminuyendo en otoño a una biomasa promedio de 11.726 ± 996 g/ m^2 .

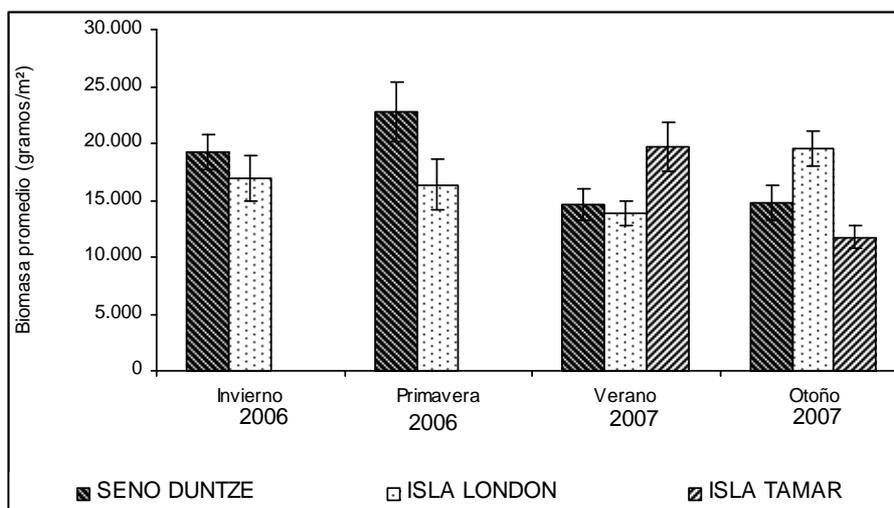


Figura 80. Variación estacional de la biomasa promedio ($\pm ee$) por cuadrante ($n=21$) de *Durvillaea antarctica* para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena.

Es importante mencionar que para efectos de comparación de biomasa, densidad y tamaño solo se usaron las praderas de Seno Duntze e Isla London ya que en ellas se disponía de información completa del ciclo anual.

Al comparar estadísticamente la información de biomasa se pudo determinar que la interacción de mayor orden fue significativa (ver tabla 116). El análisis demuestra que no existen diferencias significativas en biomasa entre las praderas, sin embargo si se comparan las biomásas estacionalmente estas diferencias si son significativas. Lo más probable que las diferencias estén marcadas por las altas biomasa observadas en primavera y las mínimas biomásas presentes en otoño.

Tabla 116. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para la biomasa de las poblaciones de *Durvillaea antarctica* (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia $p < ,05000$.

Interacción	SS	g.l.	MS	F	p
PRADERAS	5,803628E+07	1	5,803628E+07	0,8590	0,355414
ESTACION	6,342997E+08	3	2,114332E+08	3,1295	0,027343
PRADERAS*ESTACION	6,703514E+08	3	2,234505E+08	3,3073	0,021725
Error	1,080998E+10	160	6,756241E+07		

La densidad al igual que la biomasa no presenta grandes variaciones estacionales, pero si se aprecian diferencias entre las praderas (Fig. 81). La población de *Durvillaea* en Seno Duntze presentó la máxima densidad de individuos en la estación de primavera con un valor promedio de $19 \pm 4,2$ individuos /m², a partir del verano va disminuyendo en forma paulatina hasta llegar en otoño a una densidad mínima de $12,4 \pm 1,2$ individuos /m². La densidad en la población de Isla London en primavera y verano fue baja y se mantuvo relativamente estable durante todas las estaciones muestreadas, la mayor abundancia se observó en la estación de otoño con una densidad promedio de $11 \pm 1,6$ individuos/m². En la población de Isla Tamar la mayor densidad de individuos se observó durante la estación de verano con un valor promedio de 10 ± 1 individuo/m², en la estación siguiente esta disminuye a $7 \pm 0,7$ individuo/m².

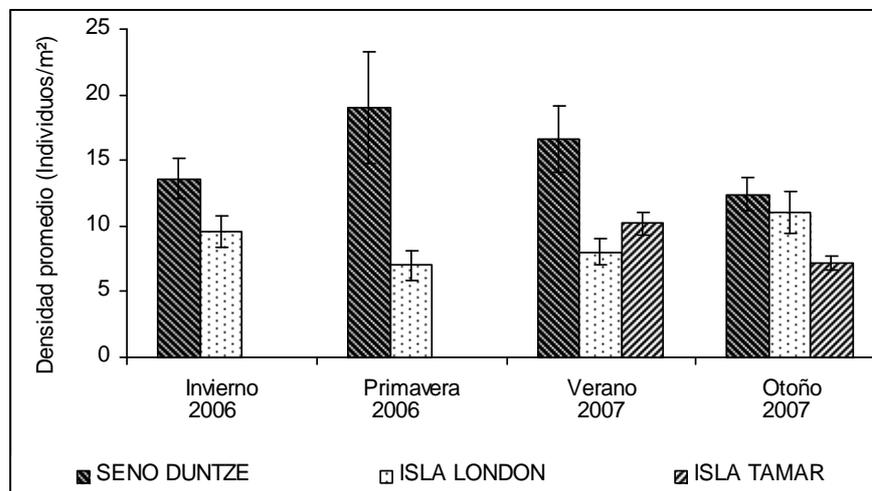


Figura 81. Variación estacional de la densidad promedio ($\pm ee$) por cuadrante ($n=21$) de *Durvillaea antarctica* para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena.

Contrariamente a lo observado en el análisis estadístico realizado en biomasa, la densidad mostró diferencias significativas solo entre praderas (ver tabla 117) y no estacionales. Por lo tanto estos resultados nos indican que esta variable puede ser de importancia al momento de tomar decisiones de manejo de praderas ya que no todas responden de la misma manera. La estacionalidad podría no ser relevante en este caso.



Tabla 117. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para la densidad de las poblaciones de *Durvillaea antarctica* (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia $p < ,05000$.

Interacción	SS	df	MS	F	P
PRADERAS	1807,15	1	1807,15	19,7625	0,000016
ESTACION	52,11	3	17,37	0,1900	0,903116
PRADERAS*ESTACION	703,07	3	234,36	2,5628	0,056721
Error	14630,95	160	91,44		

El tamaño promedio de las frondas de *Durvillaea* mostró en general que los individuos de mayor tamaño se observaron en la pradera de Isla London y que esta tendencia se mantuvo en todas las estaciones controladas. Además no se observa una marcada fluctuación en el tamaño a lo largo del ciclo estacional en ninguna de las praderas de *Durvillaea* estudiadas. En la pradera de Seno Duntze el mayor tamaño se presentó en invierno con una longitud promedio de $1,31 \pm 0,4m$. Posteriormente en primavera se evidencia una disminución del tamaño, con una longitud mínima de $0,95 \pm 0,11m$. En la estación de verano y en otoño estos tamaños se mantuvieron relativamente constantes. Para la población ubicada en Isla London el mayor tamaño promedio se observó en primavera con una longitud promedio de $1,67 \pm 0,13m$. Durante el verano el tamaño de las frondas disminuyó a $1,40 \pm 0,13m$, pero en las estaciones siguientes estos tamaños no variaron fuertemente. Para la población en Isla Tamar los tamaños promedio en verano y otoño fueron similares, alcanzando las frondas una longitud de $1,24m$ aproximadamente.

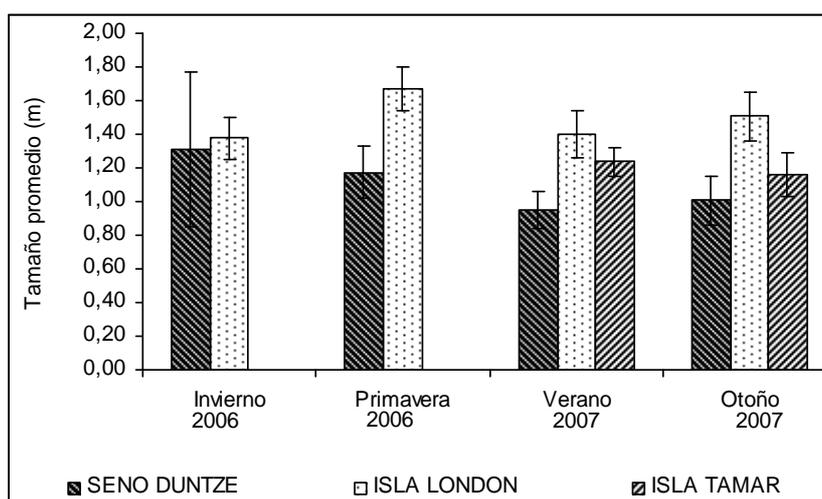


Figura 82. Variación estacional del tamaño promedio ($\pm ee$) por cuadrante ($n=21$) de *Durvillaea antarctica* para las poblaciones de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar durante un ciclo estacional.



Al igual que en el análisis de densidad, los resultados obtenidos para el tamaño solo muestran diferencias significativas entre praderas (Tabla 118). Estas diferencias básicamente pueden estar dadas al grado de exposición que presenta cada una de las praderas en los canales de la Región de Magallanes. El hecho que los individuos de mayor tamaño se encuentren en la pradera de Isla London se puede explicar porque esta pradera se encuentra más expuesta y más cercana al océano Pacífico.

Tabla 118. Análisis de Varianza (2 vías, modelo mixto) para el tamaño de las poblaciones de *Durvillaea antarctica* (factor aleatorio) y estación (factor fijo) en la Región de Magallanes. Con color rojo se observa la significancia $p < ,05000$.

Interacción	SS	df	MS	F	p
PRADERAS	5,9520	1	5,9520	6,6716	0,010709
ESTACION	1,5577	3	0,5192	0,5820	0,627650
PRADERAS*ESTACION	0,8374	3	0,2791	0,3129	0,816050
Error	140,0660	157	0,8921		

b) Estimación de la dinámica en la estructura de tallas.

b.1) *Macrocystis*

Distribución y frecuencia de Tallas

En relación a la longitud de los individuos evaluados, en la estación primaveral se observó un promedio de $2,47 \pm 0,23$ m, siendo aquellos individuos de la localidad de Isla London los que mostraron mayores tallas con promedios de $5,02 \pm 1,17$ m, seguido de los de Seno Duntze ($4,01 \pm 0,73$ m), Isla Carlos III ($3,14 \pm 0,6$ m), Caleta Olla ($2,63 \pm 0,39$ m). Los individuos que mostraron tallas menores fueron aquellos colectados en Bahía El Águila ($0,98 \pm 0,15$ m) (Fig. 83, Tabla 119).

En verano, se registró un promedio de $2,93 \pm 0,29$ m de longitud de individuos, cuyas mayores tallas fueron registradas en individuos de las localidades de Isla Tamar ($11,1 \pm 1,33$ m) y Puerto Toro ($4 \pm 0,58$ m), seguidos en forma decreciente por individuos de Seno Duntze ($2,38 \pm 0,57$ m), Isla Carlos III ($2,36 \pm 0,36$ m), Bahía Tekenika ($2,32 \pm 0,57$ m), Isla London ($1,78 \pm 0,62$ m), Bahía El Águila ($1,69 \pm 0,35$ m) y finalmente aquellos de Bahía Orange ($1,41 \pm 0,33$ m) (Fig. 83, Tabla 119).

En otoño, la longitud promedio de los individuos fue de $2,95 \pm 0,27$ m y, al igual que la estación anterior, en Isla Tamar se observaron los individuos de mayor talla promedio ($7,40 \pm 1,06$ metros), seguidos de Isla London ($5,95 \pm 1,54$ m), Isla Carlos III ($2,49 \pm 0,31$ m), mientras



que los individuos se las localidades de S. Duntze y Bahía El Águila registraron las menores tallas ($1,62 \pm 0,22$ m y $1,60 \pm 0,32$ m, respectivamente) (Fig.83, Tabla 119).

Un análisis más detallado (ANDEVA), muestra que existen diferencias estacionales en las tallas de los individuos ($p=0,009$) (Tabla 120). Esta diferencias se manifiestan principalmente por las mayores tallas promedio registradas en las poblaciones evaluadas en la época de invierno ($3,82 \pm 0,20$ metros). También se observó una uniformidad en los valores de las tallas promedio en las estaciones de primavera, verano y otoño ($2,47 \pm 0,22$ metros, $2,95 \pm 0,28$ metros y $2,93 \pm 0,26$ metros, respectivamente).

Un análisis detallado, muestra que en cada estación existen diferencias significativas en las tallas de los individuos (Tabla 120, B). Para primavera dichas diferencias fueron marcadas por la población ubicada en Bahía El Águila, donde la mayor parte de los individuos de *M. pyrifera* correspondían a ejemplares juveniles o reclutas con tallas que no superaron los $0,99 \pm 0,16$ m. Durante verano, la población de Isla Tamar fue la que marco las diferencias con tallas promedio que superaron los 11 metros de longitud ($11,1 \pm 1,33$ m). En otoño las poblaciones de Isla Tamar e Isla London fueron aquellas que se diferenciaron del resto por presentar las mayores tallas ($7,40 \pm 1,06$ m, $5,95 \pm 1,54$ m). Finalmente, durante invierno las diferencias solo estuvieron marcadas por la población de Isla Carlos III siendo la que presentó las menores tallas para el período ($2,93 \pm 0,38$ m).

Tabla 119. Longitud promedio de individuos de *M. pyrifera* (metros \pm err. std) por cada estación y localidad de estudio (N=906).

Poblaciones	Primavera		verano		otoño		invierno	
	Talla Prom. (m)	\pm err.						
I. Tamar			11,10	1,33	7,40	1,06	5,18	0,82
B. Águila	0,99	0,16	1,69	0,35	1,60	0,32	2,93	0,38
I. Carlos III	3,14	0,63	2,36	0,36	2,49	0,31	2,32	0,33
S. Duntze	4,01	0,73	2,38	0,57	1,62	0,22	4,09	0,78
I. London	5,02	1,17	1,78	0,62	5,95	1,54	4,57	0,90
C. Olla	2,64	0,39						
B. Tekenika			2,32	0,54			3,79	0,43
B. Orange			1,41	0,33			3,91	0,89
P. Toro			4,00	0,58			5,15	0,46
Talla Promedio (m) estacional	2,47	0,23	2,93	0,29	2,95	0,27	3,82	0,20



Tabla 120. (A) Análisis de Varianza (ANDEVA) para Longitud de Individuos (metros) de *M. pyrifera* en base a datos estacionales (4 periodos). (B) Análisis de Varianza para Longitud de Individuos (metros) de *M. pyrifera* por cada periodo estacional. Indicando efectos significativos a $p < 0,05$.

A.-

Variable	SS	df	MS	SS	Df	MS	F	P
Longitud de Planta (metros)	230,327	3	76,776	21000	1051	19,981	3,842	0,009

B.-

Talla	SS	df	MS	SS	df	MS	F	P
Primavera	317,124	4	79,281	1426,008	178	8,011	9,896	0,000
Verano	1908,14	7	272,591	11845,4	403	29,393	9,274	0,000
Otoño	763,715	4	190,929	1508,122	175	8,617	22,155	0,000
Invierno	270,86	7	38,694	2960,69	273	10,844	3,567	0,001

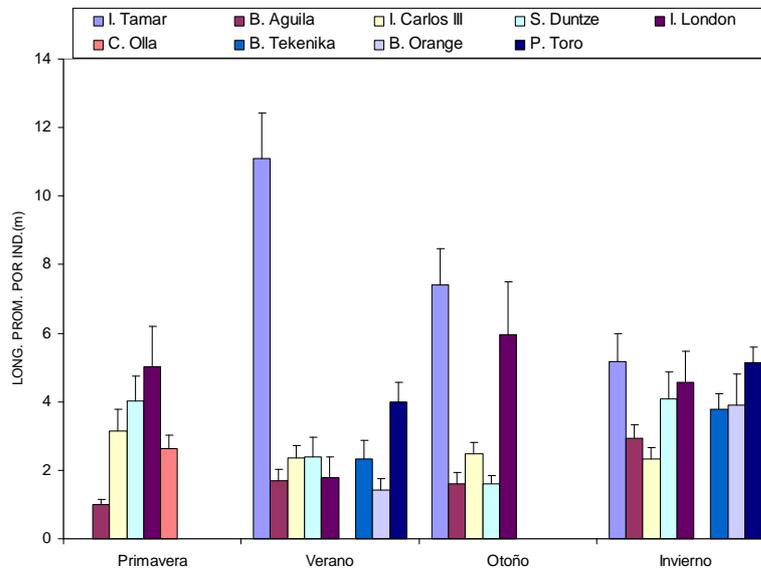


Figura 83. Variación de la longitud promedio por individuos de *M. pyrifera* (metros \pm err. std; N= 774) en las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* sometidas a estudio en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, durante Primavera 2006, Verano 2007, Otoño 2007 e Invierno 2007.

Respecto a la frecuencia de tallas en las distintas localidades en estudio, se puede observar que la presencia de individuos juveniles (entre 0- 1,5 m) es evidente durante primavera, verano y otoño. Esta frecuencia supera el 50 % del total de los individuos en las poblaciones muestreadas, mientras que en invierno esa proporción baja fuertemente, no alcanzando el 29 % del total poblacional. La presencia de plantas entre 6,1- 12 metros de longitud es mayor

durante invierno (29 %). Excepcionalmente durante primavera y verano se identificaron plantas entre 24,1- 48 metros longitud (1 y 0,5% del total poblacional) (Fig .84).

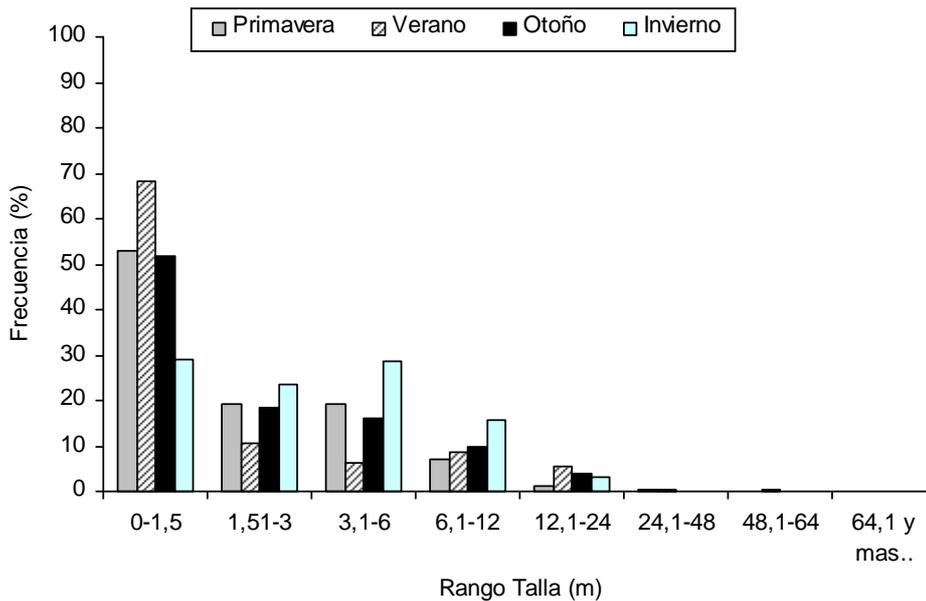


Figura 84. Frecuencia de tallas para las poblaciones de *M. pyrifera* de la Región de Magallanes y Antártica Chilena durante Primavera - Verano 2006 y Otoño- Invierno 2007.

El análisis por población, indica que en verano, la distribución de tallas en Isla Tamar está concentrada en individuos entre 6,1 - 24 m de longitud (80%) y solo una pequeña proporción la conforman individuos juveniles (8%), además esta proporción de individuos adultos se amplía para otoño entre los 3,1 - 24 m (76%) y la fracción correspondiente a juveniles se eleva tenuemente al 12%. Durante invierno la distribución de tallas se concentró entre los 3,1- 24 m (67%), y el número de juveniles y reclutas se elevó al 15%.

En Bahía El Águila, la concentración de plantas juveniles es evidente durante las cuatro estaciones del año (primavera=81%, verano=71%, otoño= 68% y invierno=43%), mientras que la proporción de individuos adultos se restringe entre 1,51 – 6 m en los cuatro períodos evaluados (primavera=19%, verano=21%, otoño= 26% e invierno=47%).

Para Isla Carlos III se observó una distribución normal de las tallas durante las cuatro estaciones evaluadas, con una concentración de plantas juveniles durante primavera (37%), verano (54%), otoño (46%) e invierno (47%), mientras que los individuos adultos se agrupan entre 1,51-12 me, tanto para verano (47%), otoño (54%), Invierno (53%) y primavera (61%).

En Seno Duntze la presencia de juveniles es evidente en las cuatro estaciones, pero la mayores proporciones se concentran durante verano (71%) y otoño (76%), mientras que en primavera e invierno se observó una distribución de las tallas de individuos entre los 0- 12 m (Fig. 85).



Para Isla London, los individuos juveniles se encuentran en mayor proporción sólo durante verano (81%), mientras que durante primavera e invierno solo el 20% y 13 % de la población correspondió a individuos juveniles (0- 1,5 m de longitud). En los períodos de primavera, otoño e invierno, se observa principalmente la presencia de individuos adultos (1,51- 24 m) con proporciones superiores al 80% (80%, 100% y 87%, respectivamente).

En caleta Olla, en la estación primaveral, el 45% de la población se concentró entre individuos de tallas entre 0- 1,5 m (juveniles), mientras que el 65% de la población correspondió a tallas adultas.

Finalmente, para las poblaciones evaluadas durante verano e invierno del 2007, tanto en las poblaciones de Bahía Tekenika y Bahía Orange es importante la presencia de juveniles durante verano (80% y 88% respectivamente), situación que se repite para la población de Puerto Toro donde la mayor parte de la población esta concentrada entre los 0-1,51 metros de longitud (51%) (Fig. 85), sin embargo hacia invierno dicho escenario varia en forma parcial observándose una mayor homogeneidad en la distribución de tallas, con la excepción de las poblaciones de Puerto Toro en que cerca del 88% de la población corresponde al plantas adultas entre 1,51- 24 metros (Fig.85).



s/ U

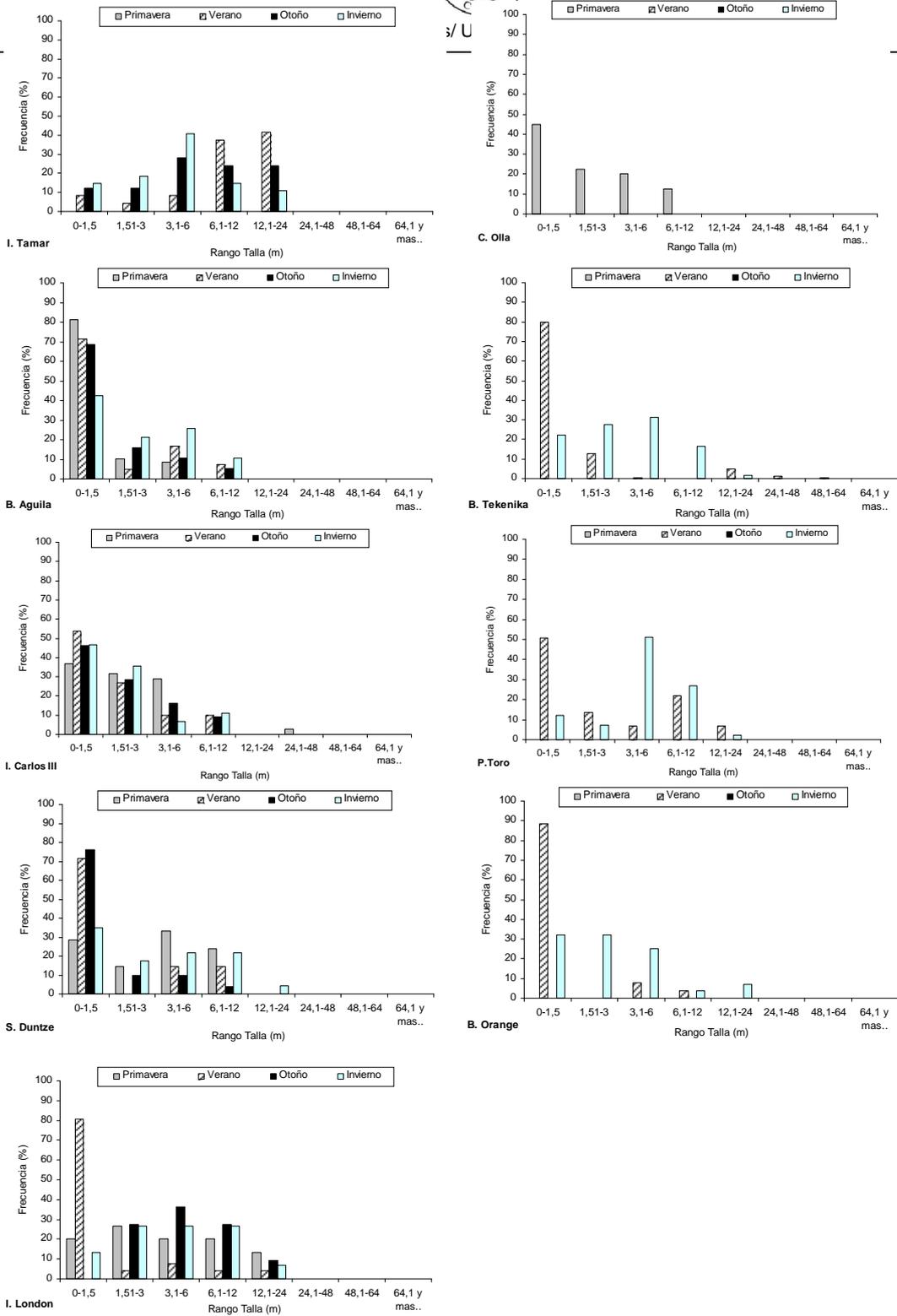


Figura 85. Frecuencia de talla de las poblaciones *M. pyrifera* evaluadas durante el ciclo anual estudiado.

**b.2) *Durvillaea*
Estructura de tallas**

La estructura de tallas de la población de *Durvillaea* en Seno Duntze (Fig. 86) muestra que se encuentra representada por un alto porcentaje de individuos de tamaño inferior a 0,5 m de longitud en todas las estaciones muestreadas. Al mismo tiempo es posible observar individuos con tamaños superiores a 4m.

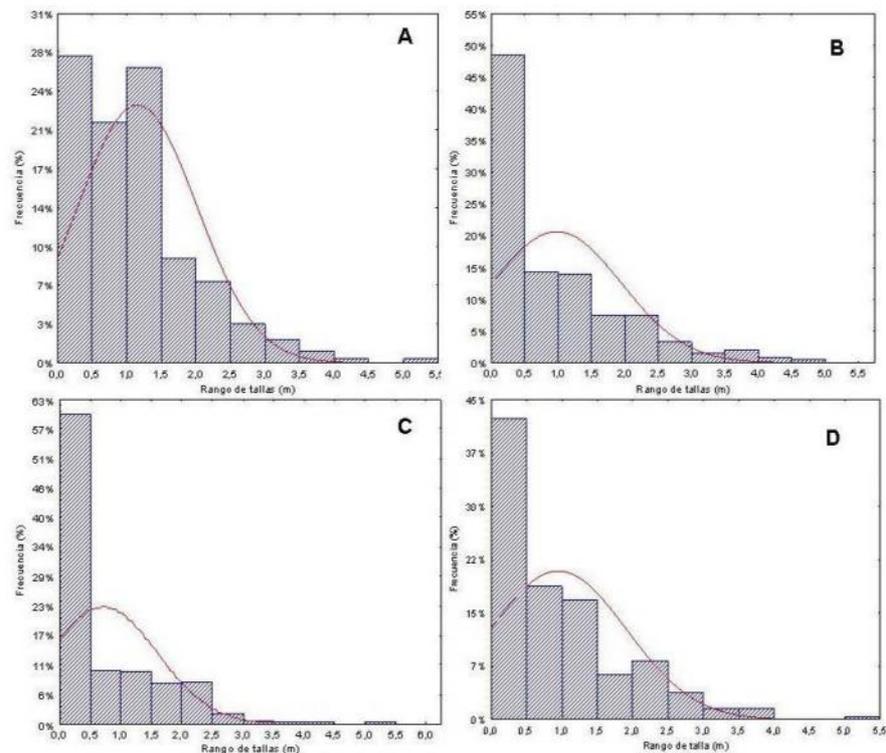


Figura 86. Estructura de tallas poblacional de *Durvillaea antarctica* para la pradera de Seno Duntze (Canal Cockburn) en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de invierno del 2006 al otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de invierno del 2006; B) estructura de tallas de la estación de primavera del 2006; C) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; D) Estructura de tallas se la estación de otoño del 2007.

En invierno se observa que la población estuvo constituida por frondas inferiores a 1,5m de longitud alcanzando frecuencias superiores al 75% para los rangos de tallas 0,1-0,5m, 0,5 – 1,0m y 1,0 – 1,5m. Por otro lado se observó en la población frondas sobre los 4m pero con una frecuencia inferior al 3%.

En primavera se observa una clara incorporación de nuevas frondas a la población (reclutas) con un porcentaje sobre el 45% para el rango de talla 0,1 – 0,5m. En la estación de verano se mantuvo la misma tendencia, sin embargo, la población mostró una leve diferencia, donde la mayor abundancia se registro en las tallas inferiores a 0,5m de longitud con una frecuencia sobre el 57%. En otoño del 2007 se observa una población constituida por frondas de una longitud de inferior a 0,5m, pero además se aprecia un aumento en la frecuencia de individuos con una mayor longitud, de esta forma para tallas inferiores a los 0,5m hay una frecuencia

aproximada de un 40% y para tallas superiores de 0,6 a 1,5m se observó una abundancia acumulativa superior al 30%. Las frondas que se encuentran entre las tallas de 1,6 a 4m no superaron el 20%. Para la población de Seno Duntze la moda se encuentra alrededor de 1m, en todas las estaciones muestreadas

La figura 87 muestra la estructura de tallas de la población ubicada en Isla London. En general al igual que la población anterior, se observó una alta frecuencia de frondas inferiores a 0,5m, lo que sugiere una frecuente incorporación de nuevos reclutas a la población, en todas las estaciones muestreadas. Por otro lado, es importante mencionar que a diferencia de la población de Seno Duntze, en Isla London se observó una gran frecuencia de individuos de mayor tamaño que van desde los rangos de talla sobre 1m hasta 4 m de longitud y esta tendencia se mantiene en toda las estaciones evaluadas.

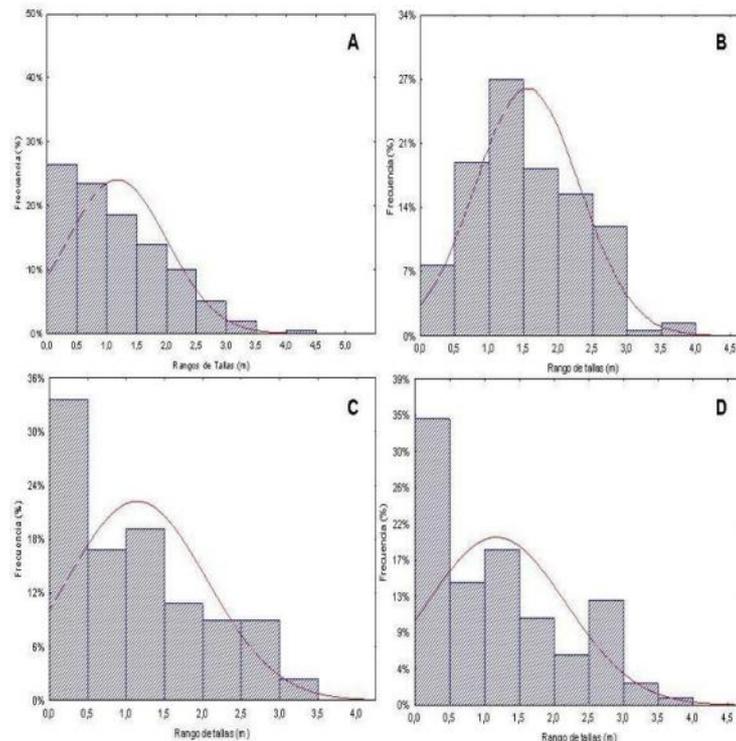


Figura 87. Estructura de tallas poblacional de *Durvillaea antarctica* para la pradera de Isla London en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de invierno del 2006 al otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de invierno del 2006; B) estructura de tallas de la estación de primavera del 2006; C) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; D) Estructura de tallas se la estación de otoño del 2007.

En invierno las mayores frecuencias se presentaron entre los rangos de tallas que abarcan los 0,5 a 1,5m, con valores sobre 53% para ambos rangos de tallas. Las frecuencias de los rangos de tallas sobre los 2m de disminuyeron alcanzado frecuencias inferiores al 5% para frondas sobre los 3m de longitud.

Durante la estación de primavera se observó un desplazamiento en la estructura de la población, con una moda en 1,5m y la mayor frecuencia de tallas se observó en el rango de tallas 1,0 - 1,5m con un porcentaje de un 27%. Además se observa un leve aumento en la frecuencia de plantas de mayor tamaño. En verano, se observó una alta frecuencia de frondas inferiores al 0,5m con valores cercano al 35%. Por otro lado fue factible encontrar frondas con tamaños mayores, pero con baja frecuencia (12%). En otoño se observó una tendencia similar. En verano y otoño se observa que la moda esta en individuos con una longitud de 1,25 m. La figura 88 muestra la estructura de talla de la población en Isla Tamar durante la estaciones de verano y otoño del año 2007. Durante la estación de verano se presentó una mayor frecuencia de individuos del rango de talla de 0,0 – 0,5 m con un 28%,y del rango de talla 1,1 a 1,5m de longitud con un 23%. Además se observó una frecuencia sobre el 13% de individuos que se encuentra entre los rango de tallas 1,0 a 2,5m. Se registraron individuos sobre los 3m pero, en baja frecuencia 5%. En otoño se presentó estructura poblacional similar a la estación anterior de verano, las mayores frecuencias se observaron en tallas inferiores a 0,5m con valores de 40%. Se observaron individuos de mayor tamaño en las demás rangos de tallas pero con frecuencias bajo el 15%. La moda de la población de Isla Tamar en ambas estaciones se observa en individuos de 1,25 y 1,5 m de longitud.

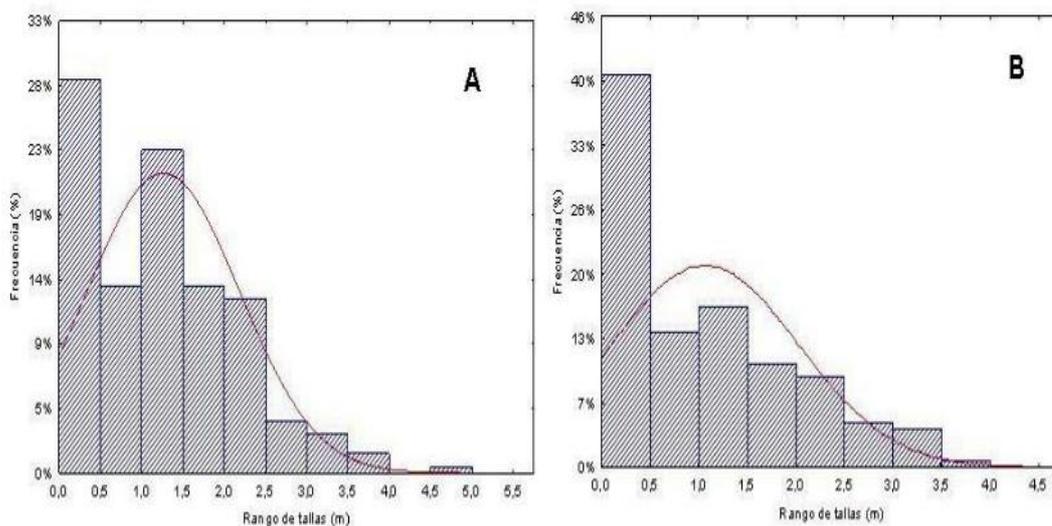


Figura 88. Estructura de tallas poblacional de *Durvillaea antarctica* para la pradera de Isla Tamar en Región de Magallanes y Antártica de Chilena, durante la estación de verano y otoño del 2007. A) Estructuras de tallas de la estación de verano del 2007; B) Estructura de tallas durante la estación otoño del 2007.

Análisis estadísticos entre áreas de muestreos

Isla London

Para conocer si existen diferencias en la dinámica poblacional en diferentes sectores de la pradera de Isla London y Seno Duntze se realizó un análisis estadístico (Tabla 121 y Tabla



122) para un conjunto de parámetros poblacionales (densidad, biomasa y tamaño de las frondas), para de esta manera obtener información que nos permita identificar claramente diferenciaciones en la dinámica poblacional, dentro de una misma pradera de *Durvillaea*. Los resultados obtenidos demuestran que para ambas poblaciones en estudio, no existen diferencias significativas entre las áreas, de esta manera las respuestas de la pradera a cambios cíclicos o eventos periódicos es similar a lo largo de toda la pradera. Por otra parte se puede inferir que estas respuestas son homogéneas en toda la población y no respuestas diferenciadas de una serie de subpoblaciones de una misma especie.

Tabla 121. Análisis de Varianza (ANDEVA DE UNA VÍA, MODELO FIJO) entre las 7 áreas de muestreos de la pradera de *Durvillaea antarctica* de Isla London, comparadas a partir de indicadores poblacionales (Densidad, Biomasa y tamaño).

Variable	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Densidad	335	6	56	298	14	21	2,624161	0,064220
Peso	865439	6	1442399	838549317	14	598963	2,408157	0,082319
Tamaño	1	6	0	6	14	0	0,367015	0,887881

Tabla 122. Análisis de Varianza (ANDEVA DE UNA VÍA, MODELO FIJO) entre las 7 áreas de muestreos de la pradera de *Durvillaea antarctica* de Seno Duntze, comparadas a partir de indicadores poblacionales (Densidad, Biomasa y tamaño) $p < 0,05$.

Variable	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Densidad	518	6	86	437	14	31	2,761687	0,055011
Peso	536017121	6	89336187	471686914	14	33691922	2,651561	0,062257
Tamaño	2	6	0	3	14	0	1,812330	0,168394

c) Caracterización del crecimiento vegetativo en individuos juveniles y adultos de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

c.1) Crecimiento vegetativo *M. pyrifera*

Durante las evaluaciones de crecimiento vegetativo de las zonas apicales en *M. pyrifera* se logró determinar que los periodos de máximo crecimiento se focalizan durante Primavera con longitudes iniciales de $38,55 \pm 6,8$ cm y longitud final de $234,5 \pm 29,4$ cm. (TCD % día⁻¹ = 3,01) y Verano con longitudes iniciales de marcaje apical de $35,9 \pm 3,2$ cm. y longitud final de marcaje de $166 \pm 29,85$ cm, (TCD % día⁻¹ = 2,51), mientras que durante Invierno la TCD disminuye cerca del 60% respecto de Verano, iniciando con longitudes de marcaje de $35,2 \pm 4,7$ cm. y llegando a longitudes finales de marcaje de $179,13 \pm 56$ cm. lo que se traduce a una TCD de 1,52 % día⁻¹. Durante Otoño no fue posible el desarrollo de los controles



correspondientes debido a las malas condiciones climáticas imperantes en la Región de Magallanes (Tabla 123, Fig. 89).

Tabla 123. Crecimiento de las zonas apicales (hoja encimitarra) de *Macrocystis pyrifera* en poblaciones de naturales en la Región de Magallanes.

Estación	Longitud inicial (cm)	Longitud Final (cm)	N	Tiempo (días)	TDC % día ⁻¹
Primavera	38,55 ± 6,8	234,5 ± 29,4	20	60	3,01
Verano	35,9 ± 3,2	166 ± 29,85	20	61	2,51
Otoño					
Invierno	35,2 ± 4,7	179,13 ± 56	20	107	1,52

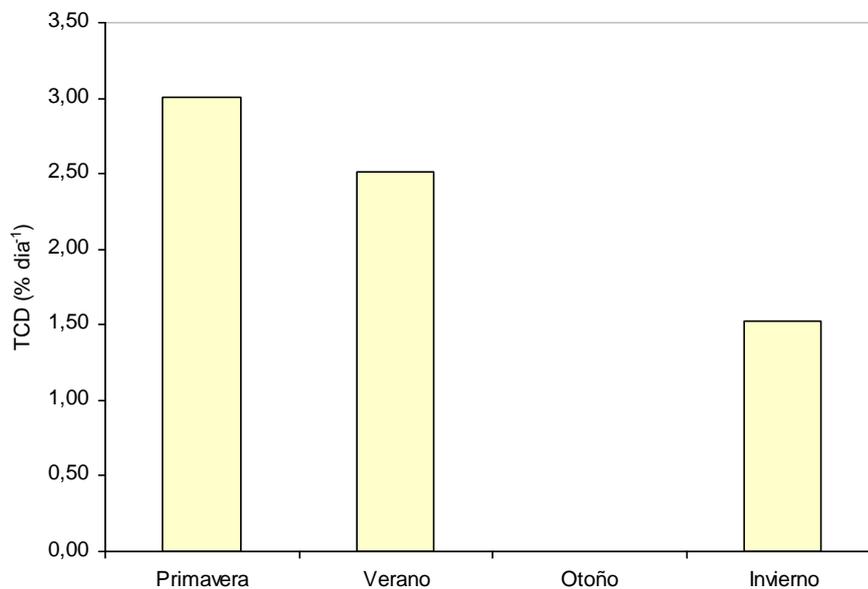


Figura 89. Tasas de crecimiento diario (TCD: % día⁻¹) de las zonas apicales de *Macrocystis pyrifera* en poblaciones naturales en la Región de Magallanes.

c.2) Crecimiento vegetativo en longitud de *D. antarctica*

La instalación de los experimentos de crecimiento vegetativo se realizó en las poblaciones de Seno Duntze e Isla London, durante la estación de invierno del 2006. Se seleccionaron 30 individuos para la clase de talla < a 25cm y 30 individuos para la clase de talla > a 25cm, registrándose los valores iniciales de tamaño para cada uno de los individuos marcados. Durante el primer control de los experimentos (primavera del 2006), se observó que la mayoría de individuos seleccionados sufrió pérdida de la etiqueta con doble marcaje, lo cual no permitió obtener información por cada clase de talla. Es preciso mencionar, que en la estación de invierno del 2006 las condiciones climáticas fueron particularmente extremas, con fuertes vientos en la XII Región lo que produjo marejadas y oleaje intenso, esto provocó una fuerte erosión en la línea de la costa y por consiguiente pérdida de etiquetas en los ejemplares

marcados de *D. antarctica*. Por esta razón se procedió a seleccionar y marcar nuevos individuos para cada una de las clases de tallas en el verano del 2007, incorporando una nueva población localizada en la zona norte de la Región, Isla Tamar. Las etiquetas fueron reemplazadas por amarra-cable de plástico con mayor resistencia (Fig. 90)



Figura 90. Marcaje y medición de los 2 tipos de clases de tallas usados en el crecimiento de frondas vegetativas en las poblaciones de *Durvillaea* en la Región de Magallanes. Se utilizó amarra cable de mejor resistencia para marcaje.

La figura 91 muestra el incremento del tamaño para ambos clases de tallas durante la estación de verano a invierno del año 2007 en la población ubicada en Seno Duntze. El promedio inicial para la clase de talla 1 fue de $0,37 \pm 0,02$ m, observándose en los muestreos siguientes un aumento del crecimiento en el tiempo, llegando a alcanzar, con una talla promedio de $0,67 \pm 0,06$ m.



Para la clase de talla 2 la longitud inicial fue $1,04 \pm 0,05$ m. En otoño se registro crecimiento de los individuos marcados alcanzando una longitud promedio de $1,46 \pm 0,08$ m y durante el invierno, la longitud promedio de este grupo de individuos no varió (Fig. 91).

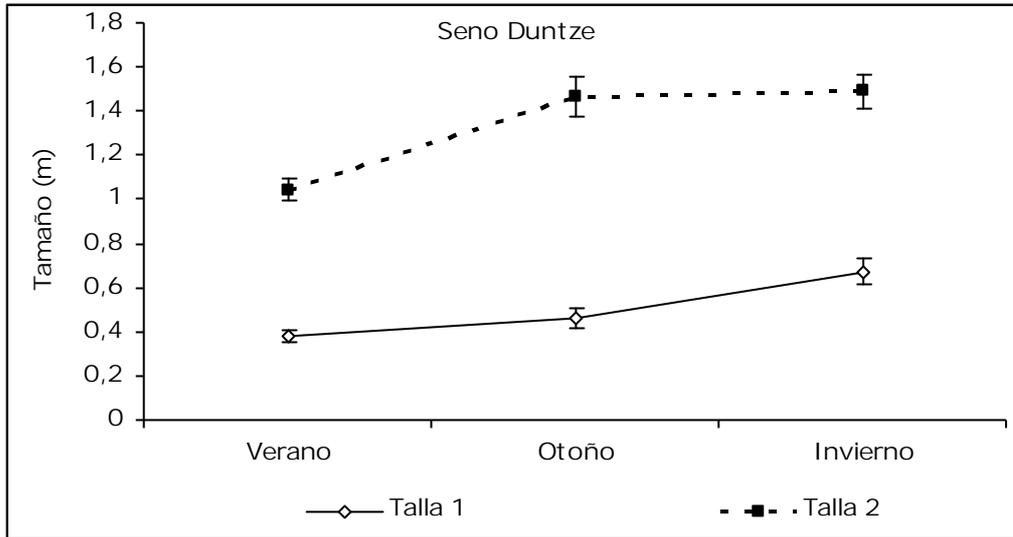


Figura 91. Variación del crecimiento promedio ($\pm ee$, $n=30$) de frondas de *Durvillaea antarctica* ("Cochayuyo") para los 2 rangos de tallas durante las estaciones de verano, otoño e invierno del 2007 en la pradera de Seno Duntze.

En la figura 92 se muestran los resultados obtenidos en la población ubicada en Isla London. En verano el tamaño promedio inicial de las frondas de la clase de talla 1 fue de $0,33 \pm 0,03$ m, durante el otoño se observó un incremento leve del tamaño alcanzando una longitud promedio de $0,52 \pm 0,05$ m. En invierno los individuos alcanzaron su tamaño máximo con valores $1,00 \pm 0,1$ m.

Para la clase de talla 2 al inicio de la experiencia el tamaño promedio fue de $0,95 \pm 0,03$ m. Durante el otoño se observa un incremento del tamaño, llegando a una longitud promedio de $1,44 \pm 0,15$ m. Durante el invierno, los individuos de este grupo de tallas incrementaron su tamaño, aumentando su tamaño promedio a $1,69 \pm 0,2$ m (Fig. 92).

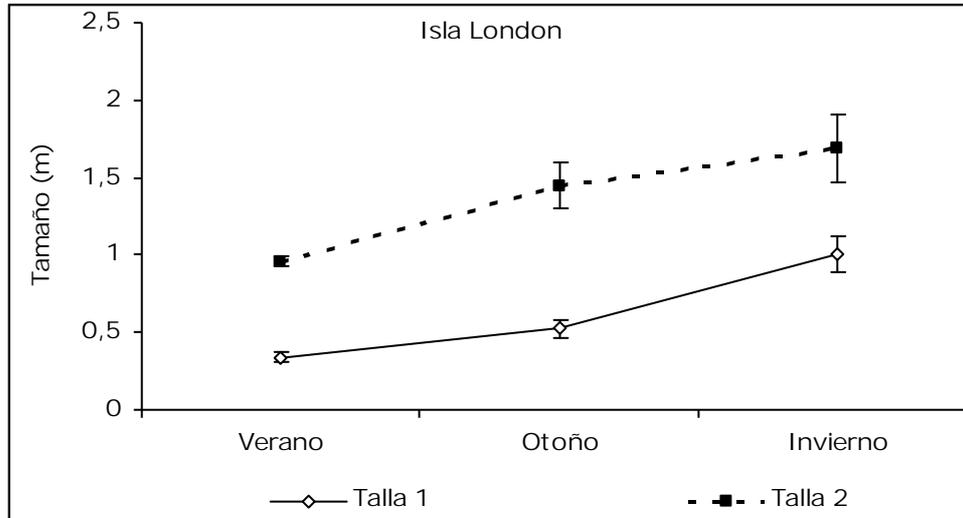


Figura 92. Variación del crecimiento promedio ($\pm ee$, $n=30$) de frondas de *Durvillaea antarctica* para los 2 rangos de tallas entre la estación de verano y otoño del 2007 en la pradera de Isla London.

En la población de Isla Tamar (Fig. 93) se registró un tamaño promedio inicial de $0,36 \pm 0,02m$ para la clase de talla 1. Al igual que en la población anterior, se observó un aumento del tamaño en el tiempo, alcanzando una longitud promedio de $0,81 \pm 0,09m$ durante el invierno. Para la clase de talla 2, en verano se registró una talla promedio inicial $0,80 \pm 0,02m$. Durante el otoño se observó un leve incremento de tamaño llegando a alcanzar una longitud promedio de $0,96 \pm 0,03m$. Sin embargo, durante la estación de invierno se observó un incremento del tamaño promedio alcanzando una longitud máxima de $1,54 \pm 0,1cm$.

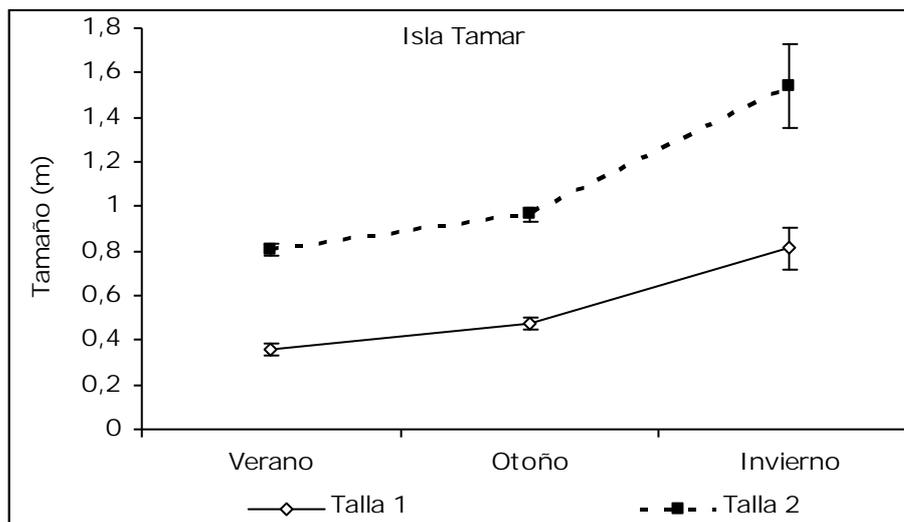


Figura 93. Variación del crecimiento (m) promedio ($\pm ee$, $n=30$) de frondas de *Durvillaea antarctica* ("Cochayuyo") para los 2 rangos de tallas entre la estación de verano y otoño del 2007 en la pradera de Isla Tamar.



En general la tasa de crecimiento diaria (%) (Tabla 124) obtenida durante el periodo verano-otoño, es baja entre 0,2 y 0,5 %, en todas las praderas. La mayor tasa de crecimiento observada para ambos tratamientos ocurrió en la pradera ubicada en Isla London. La tasa crecimiento diario observado durante el periodo otoño-invierno (Tabla 125) es mayor que en el periodo anterior, se produce un incremento del crecimiento en las tres poblaciones de *Durvillaea* estudiadas en la Región.

Este incremento del tamaño, fue más evidente en los individuos de la talla 1 donde se presentaron los mayores porcentajes de tasa de crecimiento diario, en las 3 praderas estudiadas (Tabla 125).

Tabla 124. Tasa de crecimiento diario (%) de las clases de tallas (1= < 25cm y 2= > 50cn < 100cm) durante el periodo de verano-otoño del 2007 para la praderas de *Durvillaea antarctica* en estudio de la Región de Magallanes.

Praderas	Tratamientos	
	Tasa Talla 1 (%)	Tasa Talla 2 (%)
Seno Duntze	0,24	0,39
Isla London	0,50	0,47
Isla Tamar	0,30	0,20

Tabla 125. Tasa de crecimiento diario (%) de las clases de tallas (1= < 25cm y 2= > 50cn < 100cm) durante el periodo de otoño-invierno del 2007 para la praderas de *Durvillaea antarctica* en estudio de la Región de Magallanes

Praderas	Tratamientos	
	Tasa Talla 1 (%)	Tasa Talla 2 (%)
Seno Duntze	1,35	0,05
Isla London	2,33	0,56
Isla Tamar	1,93	1,68

d.1) Reclutamiento de *Macrocystis*

El reclutamiento de *Macrocystis pyrifera* fue evaluado a través de ensayos realizados “*in situ*”, con la instalación de placas de cerámica (0,3 cm²) dentro de algunas poblaciones en estudio. En cada una de las expediciones 5 placas fueron colocadas en diferentes sitios con presencia de *Macrocystis pyrifera*, siendo estas placas recuperadas en la estación (época) inmediatamente siguiente. Las placas recuperadas fueron mantenidas en contenedor aislado térmicamente y con recambio de agua de mar periódico.

Una vez en laboratorio, las placas fueron observadas bajo lupa estereoscópica en busca de individuos reclutas. De las placas recuperadas en cada sitio de muestreo, fueron analizadas 3



de ellas, anotando la cantidad de esporofitos reclutas en $0,3 \text{ cm}^2$, los que posteriormente fueron proyectados a una superficie de 1 m^2 .

Los resultados obtenidos, mostrados en la tabla 126, indican que en tres estaciones (primavera, verano y otoño) fueron encontrados reclutas, con una mayor cantidad de ellos (17 reclutas/ m^2) observados en la estación de primavera. Esto último indica que los reclutas pudieron provenir de frondas reproductivas producidas en invierno o incluso en el período de otoño, donde se registraron los más altos índices de frondas fértiles (ver resultados de objetivo 1 letra e). La talla general de los reclutas alcanzó una longitud promedio de $1600 \pm 0,76 \mu\text{m}$ (Fig. 94). En la estación invernal no fueron encontrados reclutas.



Tabla 126. Número de reclutas obtenidos en diferentes poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en experimentos de reclutamiento *in situ* sobre placas de cerámica.

Período	Lugar	Replica	reclutas/30 cm ²	Reclutas/0,3 m ²	Reclutas/1 m ²
Primavera	I. Carlos III	p1	5	1,5	17
	I. Carlos III	p2	2	0,6	7
	I. Carlos III	p3	0	0	0
Verano	I. Carlos III	p1	1	0,3	3
	I. Carlos III	p2	0	0	0
	I. Carlos III	p3	0	0	0
	I. London	p1	0	0	0
	I. London	p2	0	0	0
	I. London	p3	No recuperada	-	-
	S. Duntze	p1	0	0	0
	S. Duntze	p2	0	0	0
	S. Duntze	p3	0	0	0
	B. Aguila	p1	No recuperada	-	-
	B. Aguila	p2	No recuperada	-	-
	B. Aguila	p3	No recuperada	-	-
Oroño	I. Carlos III	p1	2	0,6	7
	I. Carlos III	p2	2	0,6	7
	I. Carlos III	p3	0	0	0
	S. Duntze	p1	0	0	0
	S. Duntze	p2	0	0	0
	S. Duntze	p3	0	0	0
	B. Aguila	p1	1	0,3	3
	B. Aguila	p2	0	0	0
	B. Aguila	p3	0	0	0
	I. London	p1	0	0	0
	I. London	p2	0	0	0
	I. London	p3	0	0	0
	I. Tamar	p1	0	0	0
	I. Tamar	p2	0	0	0
	I. Tamar	p3	0	0	0
Invierno	I. Carlos III	p1	0	0	0
	I. Carlos III	p2	0	0	0
	I. Carlos III	p3	0	0	0
	S. Duntze	p1	0	0	0
	S. Duntze	p2	0	0	0
	S. Duntze	p3	0	0	0
	B. Aguila	p1	0	0	0
	B. Aguila	p2	0	0	0
	B. Aguila	p3	0	0	0
	I. London	p1	0	0	0
	I. London	p2	0	0	0
	I. London	p3	0	0	0
	I. Tamar	p1	0	0	0
	I. Tamar	p2	0	0	0
	I. Tamar	p3	0	0	0



Figura 94. Esporofitos de *Macrocyctis pyrifera* de longitud promedio de 1600 μm asentados sobre sustrato artificial, para desarrollo de evaluación de asentamiento de reclutas en poblaciones naturales de la Región de Magallanes.

d.2) Reclutamiento de *Durvillaea*

Esta actividad fue realizada en forma paralela en la pradera de Seno Duntze e Isla London, durante la estación de invierno del año 2006 hasta verano del año 2007. En cada estación y en cada pradera fueron denudadas 3 áreas de 1m² en forma aleatoria (Fig. 95).

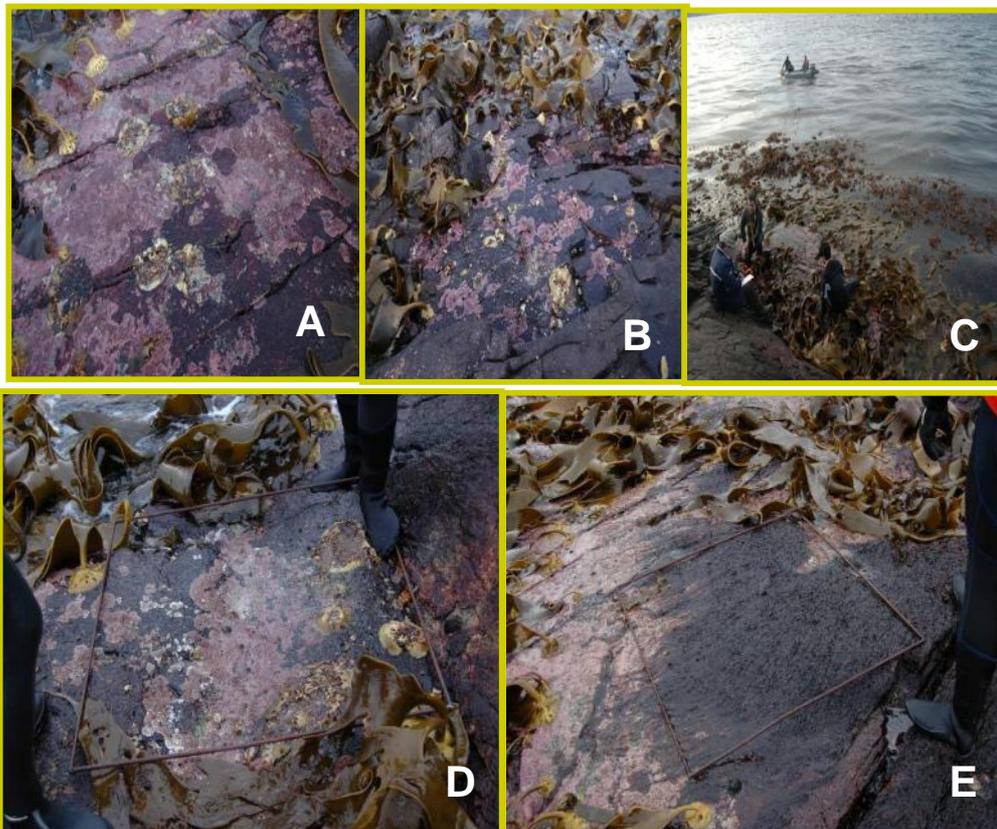


Figura 95. Zona denudada en poblaciones de *Durvillaea antarctica* en la Región Magallanes y Antártica de Chilena. A, B y C) Zona denudada en los sustratos macizos y medición de la densidad y tamaño de los nuevos reclutas. D y E) Zona denudada se observa colonización de algas rojas como *Porphyra* sp durante el verano del 2007.



La figura 96 muestra la variación estacional de densidad de los nuevos reclutas que se asentaron en las áreas desnudadas en cada una de las praderas. En general, en todos los experimentos instalados en cada estación fue posible observar nuevos reclutas incorporados a las poblaciones de *Durvillaea*. Las densidades variaron de acuerdo a la época en que se desnudaron las áreas. Para los experimentos instalados en invierno se realizaron 3 observaciones en el tiempo, para primavera 2 observaciones y para verano solo uno.

En la pradera de Seno Duntze (Fig. 96) en el experimento de invierno se observó la mayor densidad de reclutas de $10,6 \pm 3,8$ individuos/m², en el control de primavera, disminuyendo levemente el reclutamiento en las estaciones siguientes, hasta alcanzar una densidad promedio de $4,6 \pm 0,6$ reclutas/m² en la última inspección realizada. Para las áreas desnudadas en primavera, se observó que en la estación siguiente (verano) la densidad promedio de reclutas por m² fue de 9 ± 1 . En la siguiente inspección (otoño) se observó una disminución de la densidad de los nuevos reclutas. En el experimento de verano, en la inspección siguiente (otoño) se observó que la incorporación de nuevos individuos fue baja ($4,6 \pm 1,6$ reclutas/m²)

En la pradera de Isla London (Fig. 96B), en general, la mayor incorporación de nuevos reclutas a la población se observó en los experimentos iniciados en primavera, con una densidad promedio de $23,7 \pm 6,9$ individuos/m², sin embargo en la siguiente inspección se observó una fuerte disminución de reclutas llegando a una densidad promedio de $10,3 \pm 1,4$ individuos/m². En esta localidad los experimentos instalados en invierno y verano la incorporación de nuevos reclutas fue baja, alcanzando una densidad inferiores de a 4 reclutas por m².

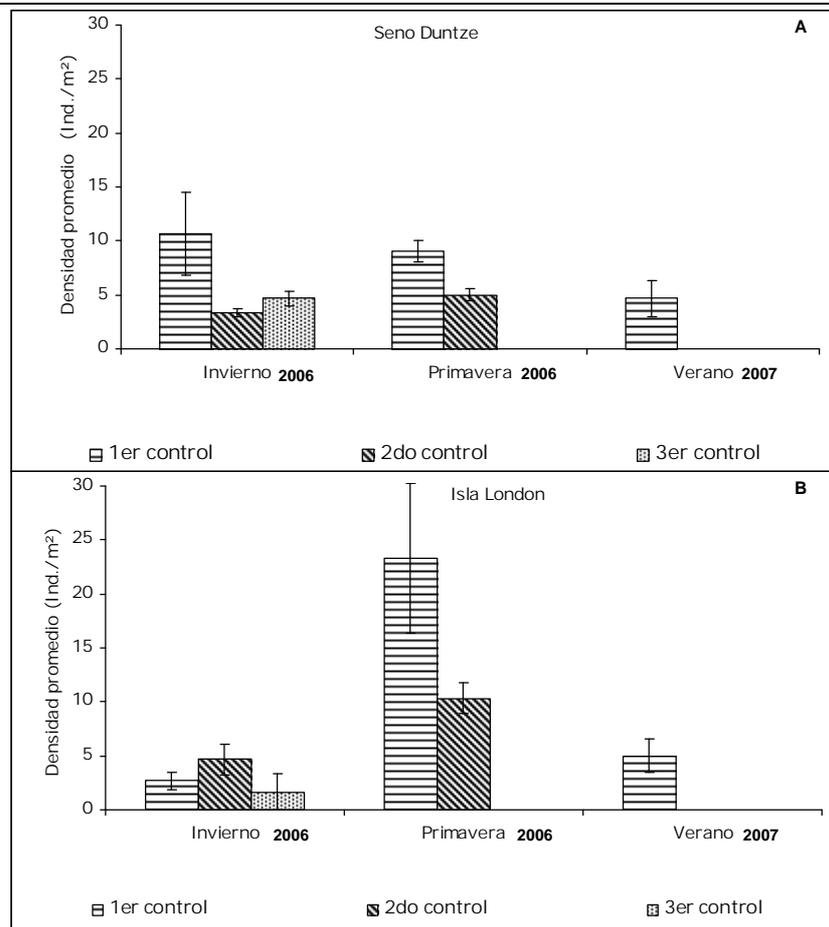


Figura 96. Variación de la densidad promedio ($\pm ee$) de individuos de *Durvillaea antarctica* reclutados en las distintas estaciones de estudio, para las praderas de: A) Seno Duntze, se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño). B) Isla London se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño).

La disminución de reclutas de una estación a otra esta dado por el auto raleo que se produce efecto de la competencia por espacio (sustrato) entre individuos de la misma especie (competencia intraespecífica), además es altamente factible que otras especies también compitan por el mismo espacio (competencia interespecífica). Este hecho adquiere importancia dado que durante las estaciones de verano y otoño del año 2007 en todas las localidades fue posible observar colonización en los cuadrantes denudados observándose un 100% de cobertura con *Porphyra* sp, especie que invadió las áreas denudadas (ver figura 95). En cuanto al tamaño de los reclutas (Fig. 97A y B) en ambas poblaciones para cada uno de los experimentos instalados estacionalmente se observa un incremento en el tamaño, en el tiempo, de los nuevos reclutas incorporados. En otoño, la pradera de Seno Duntze el tamaño promedio alcanzado por los reclutas para los experimentos instalados en invierno fue de $0,61 \pm 0,05m$ de longitud. De los experimentos instalados en primavera, el tamaño promedio en el último control



realizado fue de $0,53 \pm 0,05$ m de longitud. Para la pradera de Isla London los mayores tamaños promedio observados fueron en los experimentos instalados en invierno con una longitud de $0,38 \pm 0,02$ m en la última inspección efectuada. Para los experimentos de primavera el tamaño alcanzado en el control de otoño fue de $0,17 \pm 0,09$ m de longitud.

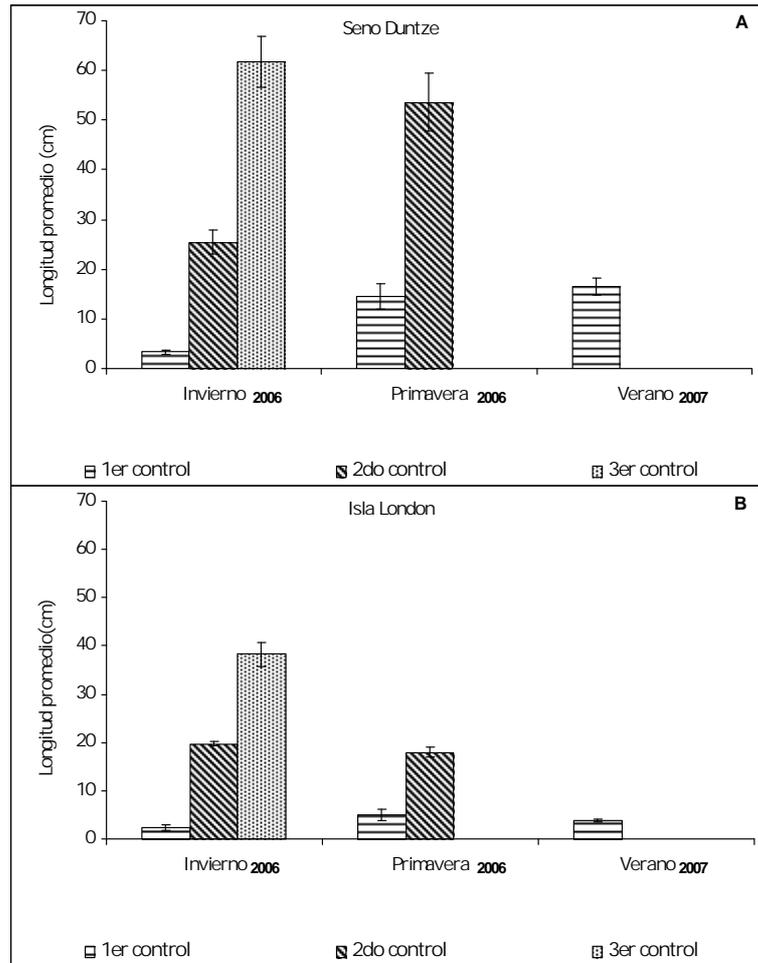


Figura 97. Variación del tamaño promedio ($\pm ee$) de individuos de *Durvillaea antarctica* reclutados en las distintas estaciones de estudio, para las praderas de: A) Seno Duntze, se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño). B) Isla London se indica para cada experimento de denudación efectuadas en invierno, primavera y verano los controles realizados en las estaciones siguientes (P= primavera; V= verano; O= otoño).



5.3. Objetivo 3. Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.

a) Tasa de crecimiento de plantas juveniles y adultas

En la zona austral, los bosques de *Macrocystis pyrifera* están azotados frecuentemente por tormentas, lo cual puede no solo afectar la dinámica de las poblaciones como a través de desprendimientos importantes, sino que también las tormentas y mal tiempo impidieron realizar las técnicas de estudio que requieren marcación y seguimiento de plantas individuales bajo y en la superficie del agua, sin embargo, se logró rescatar algunos de los individuos marcados, especialmente los ejemplares adultos mostrados en el objetivo 2 letra c 1) sobre Crecimiento vegetativo *M. pyrifera*. Esos datos mostraron que los periodos de máximo crecimiento de plantas adultas se focalizan durante Primavera con tasas de crecimiento diarias de $3,01\% \text{ día}^{-1}$ y Verano con tasa de $2,51\% \text{ día}^{-1}$, mientras que durante Invierno la tasa de crecimiento disminuye cerca del 60% ($1,52\% \text{ día}^{-1}$) respecto de Verano.

Infelizmente, aquellos individuos juveniles marcados estacionalmente, no fueron encontrados en la época siguiente. Sin embargo, datos de laboratorio obtenidos anteriormente por los investigadores indican que el crecimiento de esporofitos iniciales tienen un crecimiento en forma exponencial $y = 58,26e^{0,2724x}$; $r^2 = 0,95$, con tasas promedio de crecimiento diario en largo de la fronda de $8,35\% \text{ día}^{-1}$. Por otro lado el incremento de anchos de las frondas también se presentó en forma exponencial $y = 18,644e^{0,3153x}$; $r^2 = 0,94$. La tasa promedio de crecimiento diario en el ancho de la fronda fue del $9,07\% \text{ día}^{-1}$ (Palacios & Mansilla 2003). Estos datos son altos comparados con los adultos. Sin embargo, y considerando los datos de reclutamiento en placas de cerámica (ver objetivo 2 letra d.1 del Reclutamiento de *Macrocystis*) las tasas de crecimiento de los juveniles y/o primeros estados de desarrollo deberían ser menores. Esto debido a que se encontraron reclutas de aproximadamente $1600 \mu\text{m}$ (Fig. 87), en tres meses de colocadas las cerámicas en terreno. Por otro lado, estos datos son inciertos ya que el crecimiento puede depender de factores ambientales, como demostrado para los individuos adultos, donde el mayor crecimiento se observó en estaciones con mayor irradiancia y posiblemente mayor cantidad de nutrientes (=primavera-verano).

b) Tasa de mortalidad natural para juveniles y adultos

Mortalidad de *Macrocystis pyrifera*

La mortalidad (alga varada) se evaluó mediante el registro de los parámetros morfométricos que describen la biomasa en la pradera donde ocurrió la varazón. Esto es, por ejemplo: en Bahía Águila, los parámetros morfométricos que describen la biomasa es la altura del disco, por lo que de las algas varadas se midió sólo la altura de los discos.



En los sitios que frecuentemente fueron visitados, el único que presentó una mortalidad o varazón de algas fue Bahía Águila. Esto ocurrió en el período otoñal.

En un área total de 40 m², se registraron 66 individuos varados, estimándose una biomasa fresca promedio de 11 kg ± 6,4 kg/m² por individuos, proyectándose un total de 479, 4 kg de biomasa fresca varada en Bahía el Águila.

También se estimó la altura o longitud de las plantas, debido a que la altura del disco también es el parámetro que mejor describe la altura de las plantas de Bahía el Águila. En la figura 98 se muestra la frecuencia de tallas de los individuos varados, destacando que la mayor proporción de plantas varadas son individuos adultos tempranos con alturas no superiores a los 2 metros.

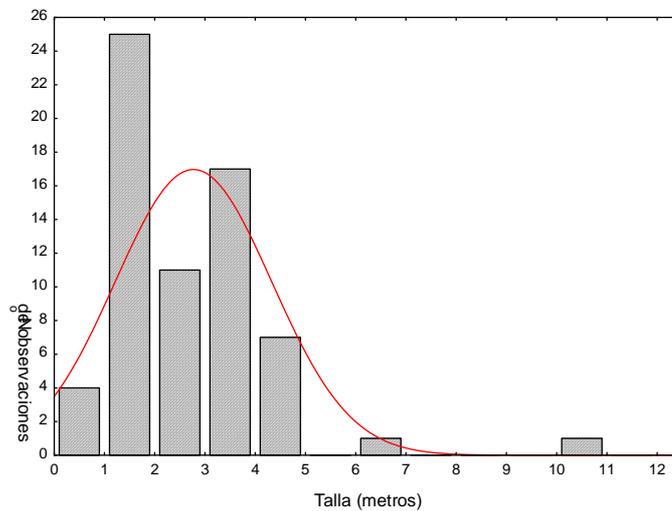


Figura 98. Frecuencia de tallas de algas varadas (mortalidad) de *Macrocystis pyrifera* en un área de 40 m² en sector costero de bahía el Águila.

c) Capacidad de regeneración y crecimiento de estipes podados

c.1) Regeneración y frecuencia de poda para *M. pyrifera*

Los resultados de la poda, con la metodología propuesta originalmente, mostraron efectos negativos, es decir, no hubo regeneración de estipes podados, en ninguno de los períodos en que se logró encontrar los ejemplares que habían sido podados en la estación inmediatamente anterior. Sin embargo, para nosotros estos datos no son enteramente representativos. Nuestra experiencia con esta actividad nos indica que se debe realizar una poda más intensiva para evaluar eficientemente la respuesta de población ante una poda intensiva. El principal problema detectado con la metodología implementada fue que las plantas podadas fueron rápidamente desplazadas por sus vecinas, esto es, el espacio que ocupaba alzando canopy de la planta podada era ocupado inmediatamente por los vecinos adyacentes, realizando un efecto de sombreado y con ello disminuyendo la posibilidad de su recuperación. Para evitar



este problema, en el proyecto Fondema “Diagnóstico Bases Biológicas Explotación Sustentable *Macrocystis pyrifera*, (Huiro), XII Región” Código BIP N° 30060262-0, el cual fue originalmente consevido como complementario al presente proyecto, se está realizando una poda intensiva a través de parcelas. Con esta nueva metodología esperamos responder efectiva y acertadamente la interrogante de los efectos de una poda intensiva sobre *Macrocystis pyrifera*.

c.2) Regeneración en *Durvillaea*.

Los experimentos de regeneración de corte de estipe y corte en la sección laminar fueron realizados en tres praderas naturales de *Durvillaea antarctica*: Isla Carlos III, Seno Duntze, y en Isla London. Esta actividad fue reprimida en las estaciones invierno y primavera del año 2006 y verano del año 2007.

Para la experiencia de corte de estipe en general en todas las praderas y en todas las estaciones en que se repitió el experimento, no hubo regeneración de frondas de *Durvillaea antarctica*. En todas las podas efectuadas se observó necrosis de los estipes llegando a comprometer el disco de fijación de esta especie (Fig. 99). En un primer control realizado para los experimentos instalados en invierno, (Fig. 100A) la sobrevivencia fluctuó desde 66% a 30% en las praderas, sin embargo, en el control realizado en la estación siguiente, verano, se observó un 100% de mortalidad en todas las praderas. Los experimentos iniciados en primavera (Figura 100B) se observó la misma tendencia. Durante el primer control realizado en primavera hubo una sobrevivencia de 60% aproximadamente en todas las praderas, sin embargo en el segundo control (otoño) se observó una mortalidad del 100%. En experimentos instalados en verano (Fig. 100C) hasta la fecha se ha realizado un control (otoño) y al igual que en los experimentos realizados en las demás estaciones, se observa baja sobrevivencia de frondas cortadas a nivel del estipe.



Figura 99. Secuencia fotográfica que evidencia: A y B) Corte a nivel de estipe. C y D) Necrosis del estipe y disco de los individuos *Durvillaea* en la Región de Magallanes y Antártica de Chilena.

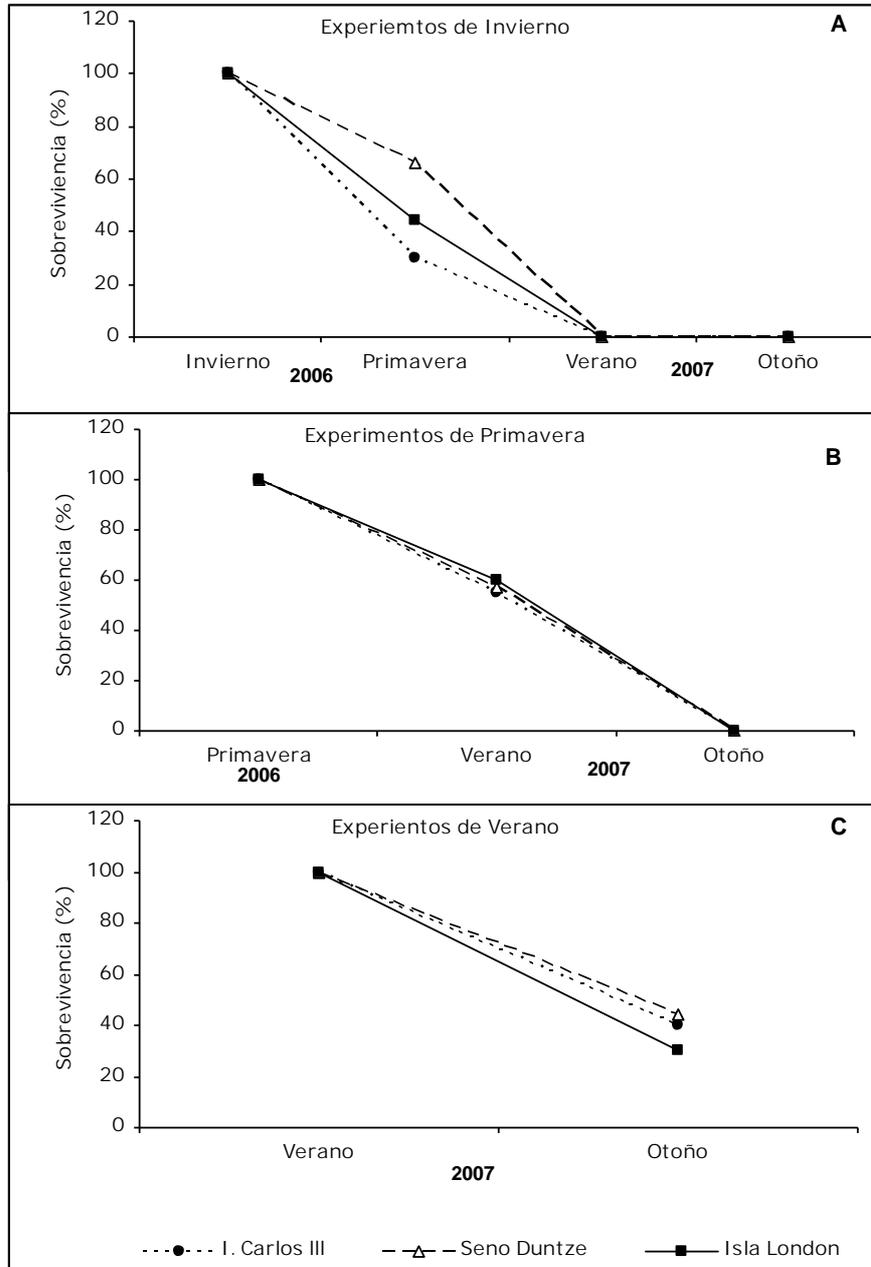


Figura 100. Variación de la sobrevivencia (%) de individuos de *Durvillaea antarctica* que fueron cortados a nivel del estipe en las praderas de Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London. A= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de invierno del 2006. B= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de primavera del 2006. C= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de verano del 2007.

Las experiencias de corte a nivel de la lámina tampoco mostraron regeneración de tejidos, por el contrario, se observa una necrosis progresiva a nivel laminar que posteriormente compromete el disco de fijación de los individuos (Fig. 101).



Figura 101. Secuencia fotográfica que evidencia: A) Corte a nivel Fronda; B) Necrosis de la lámina y disco de los individuos de *Durvillaea antarctica*.

El experimento instalado en invierno (Fig. 102 A) en el primer control realizado (primavera) disminuyó la sobrevivencia en todas las praderas estudiadas a valores bajo el 40%, en el siguiente control (verano) se observó un 100% de mortalidad. Los experimentos instalados en primavera (Fig. 102B) muestran una tendencia similar, durante el primer control (verano) la sobrevivencia disminuyó aproximadamente a un 50%, luego en el control siguiente se presentó un 100% de mortalidad. Los experimentos instalados en verano (Fig. 102C), durante el primer control realizado en otoño, mostraron sobrevivencias de 26,3% (para Isla Carlos III), 30,5% (Seno Duntze) y 21,8% (Isla London).

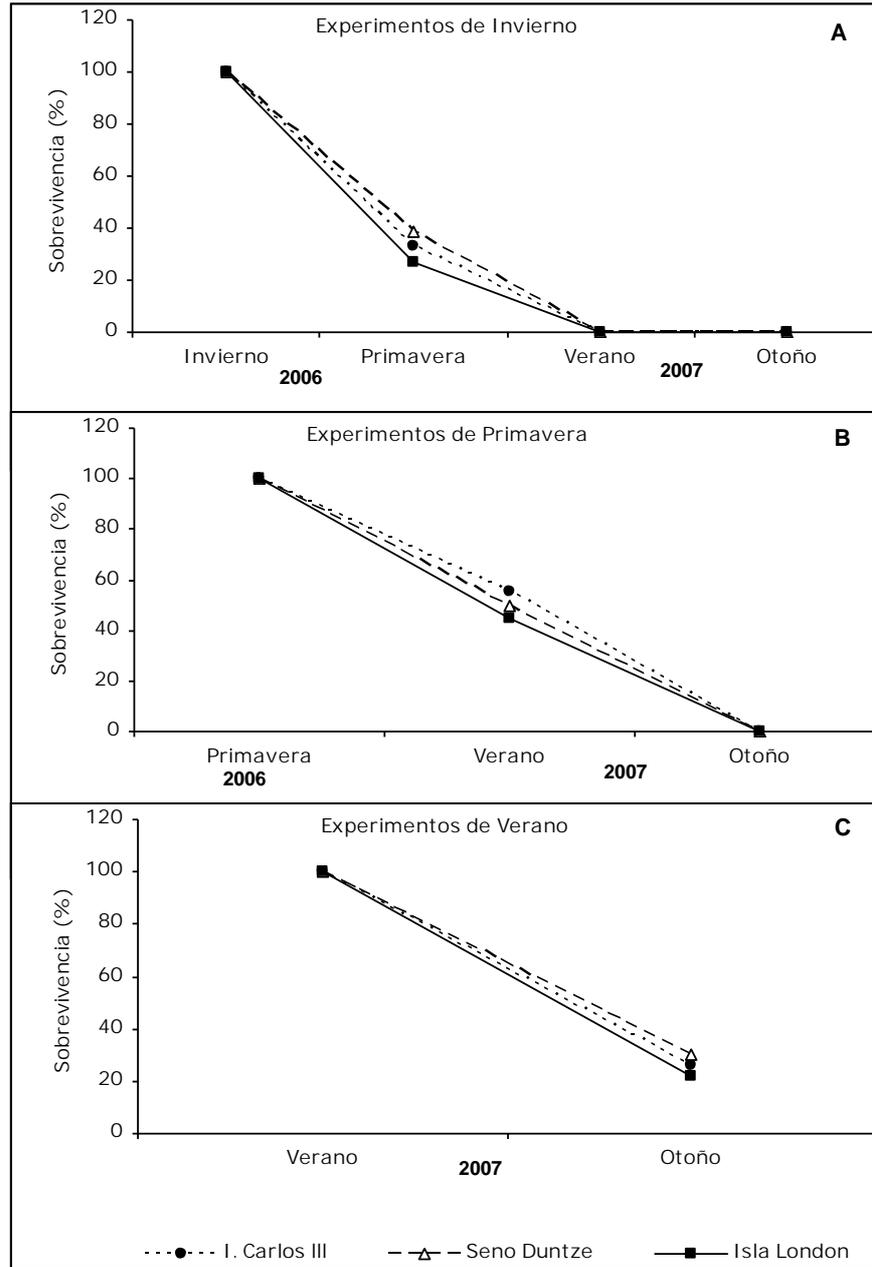


Figura 102. Variación de la sobrevivencia (%) de individuos de *Durvillaea antarctica* que fueron cortados a nivel de la lámina en las praderas de Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London. A= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de invierno del 2006. B= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de primavera del 2006. C= corresponde a las experiencias instalada durante la estación de verano del 2007.



d) Estimar standing stock y standing crop de las poblaciones de *Mcrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

La evaluación de la biomasa total ("standing stock") y la biomasa cosechable ("standing crop") se efectuó considerando la información generada de biomasa y densidad de los muestreos estacionales de acuerdo a la metodología descrita en el objetivo 2.

Durvillaea antarctica

Para la estimación del standing stock y el standing crop de *Durvillaea antarctica* se consideraron los criterios derivados de los resultados de la Modelación a través de ecuaciones estructurales, metodología utilizada en el objetivo 4 para definir un Plan de Administración de los recursos de algas pardas para la Región de Magallanes.

Los resultados de la modelación confirmaron un modelo correlacional único para la estación de Primavera-Verano y dos modelos equivalentes para la estación de Otoño- Invierno. En ambas modelaciones la presencia de plantas reproductivas y senescentes (frondas reproductivas femeninas y frondas reproductivas masculinas) explicaría los cambios en biomasa que se producen en las praderas. Por otra parte, dado que a su vez existe una vía causal que conecta los cambios en biomasa con los de densidad (relación negativa, ver Fig. 105, Objetivo 4), se espera que la reducción en biomasa debido a extracción produzca un aumento en densidad de frondas.

Por tanto se recomienda cosechar en las poblaciones de este recurso, aquellos individuos que se encuentran en estado no reproductivo. Por otra parte los resultados del estudio indican que la biomasa de otoño-invierno esta fuertemente representada por frondas reproductivas, de manera que se recomienda que durante esta estación no se explote el recurso salvaguardando así, los mecanismos de repoblación naturales que ocurren en la población de *D. antarctica*.

Otro criterio que se consideró, es que las experiencias de poda realizadas durante el desarrollo del presente estudio, indicaron que la especie *Durvillaea antarctica* en la Región de Magallanes, presenta una nula o escasa capacidad de regeneración tanto de los estipes como de las frondas, por lo tanto la única estrategia de extracción posible supone la remoción de los individuos completos, criterio que al momento de estimar el standing crop define que se utilice toda la biomasa total de un individuo (disco, estipe y frondas).

Los resultados antes mencionados nos permiten proponer una expresión para el cálculo de standing crop de la forma:

$$Bc = (B * A) * fPNR$$

Donde;

Bc = biomasa cosechable



B = biomasa total m²

fPNR= proporción de plantas no reproductivas (valor entre 0-1)

A= Área total de la población

Cabe señalar que la proporción de frondas no reproductivas es una medida objetiva resultante de la mecánica de funcionamiento de la pradera (Fig. 105), por lo cual no corresponde a una medida arbitrariamente definida

No obstante lo anterior, esta propuesta debe ser tomada con precaución, pues en el estado actual de investigación de este recurso natural, aun no se han determinado ni las tasas de asentamiento ni las densidades de plantas reclutas bajo **condiciones extractivas**, un requisito indispensable para evaluar el éxito del repoblamiento natural, y para estimar tiempos de rotación extractiva entre praderas.

Adicionalmente, cabe mencionar que los efectos de la biomasa de *Durvillaea* sobre la densidad, son más acentuados en la estación Primavera-Verano (Fig 105A), por lo que se recomienda privilegiar a esta estación de año para la realización de faenas extractivas, pues de esta forma podría ser posible mejorar los niveles de densidad poblacional.

Tabla 127. Estimación de la biomasa total (standing stock) y biomasa cosechable (standing crop) expresada en toneladas para las poblaciones de *Durvillaea antarctica* en las localidades de Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar (Región de Magallanes).

Praderas	Invierno 2006		Primavera 2006		Verano 2007		Otoño 2007	
	Standing stock	Standing crop						
Seno Duntze	23,2	10,8	27,5	18,3	17,7	10,9	17,9	5,1
Isla London	14,5	11,1	14,0	6,0	11,9	5,6	16,8	0,0
Isla Tamar	-	-	-	-	58,9	44,9	35,1	10,1

Macrocystis pyrifera

Los modelos SEM obtenidos para esta especie nos permiten determinar con claridad la manera en la cual esta alga debiera ser cosechada con miras a una explotación sustentable. Sin embargo, y a diferencia del caso de *Durvillaea*, no fue posible detectar objetivamente una cuota de biomasa disponible para cosecha, pues la biología de *Macrocystis* no permite disponer libremente de una fracción a remover naturalmente definida.



No obstante lo anterior, sí es posible proponer un mecanismo de extracción que podría resultar sustentable en el largo plazo. Este consistiría en la extracción de biomasa de dosel, removida de manera tal que no comprometa estípes, pues estas estructuras aparecen en la base de la cadena causal (Fig 103) y son necesarias para garantizar la persistencia de estructuras reproductivas (alojadas en esta zona de la planta), las que podrían sostener el normal funcionamiento reproductivo de las praderas.

Lo anterior configura un escenario de extracción por poda, lo que generaría cambios en el largo de las frondas. A su vez, esto supone un efecto sobre la densidad, según lo indicado en los modelos SEM (Fig 103). Al respecto es necesario notar que la relación entre largo de frondas y densidad cambia de sentido entre las estaciones Primavera-Verano y Otoño-Invierno. En Primavera-Verano, la relación es positiva y marginalmente significativa, mientras que en Otoño-Invierno es negativa y muy importante en magnitud. Es decir, en esta última estación, la remoción de dosel supondría un mejoramiento de la densidad de plantas, posiblemente debido a la reducción de efectos de auto-raleo y ensombrecimiento, mejorando así las condiciones para un asentamiento exitoso.

Para el caso de *Macrocystis* se propone el uso de la expresión,

$$B_c = (B \cdot A) \cdot F$$

Donde;

B_c = biomasa cosechable

B = biomasa total m^2

F = fracción a remover (e.g., 0.2)

A = Área total de la población

Cabe señalar que el factor F es absolutamente arbitrario, y su valor (aquí sugerido en 0.2), debiera ser fijado por consenso entre las partes interesadas en base a principios precautorios, da tal manera que la extracción moderada de biomasa no altere el normal funcionamiento de las praderas. Un valor interesante para el factor F podría corresponder a la proporción de biomasa de frondas de *Macrocystis* varadas. Esta biomasa corresponde a la fracción naturalmente desechada por las praderas de esta especie, al ser excedentes generados por la inestabilidad poblacional frente a perturbaciones ambientales. Podas equivalentes a esta cantidad de biomasa, realizadas en períodos previos a la estación de tormentas y marejadas, podrían permitir el aprovechamiento de esta fracción de biomasa.



Tabla 128. Estimación de la biomasa total (standing stock) y biomasa cosechable (standing crop) expresada en toneladas para las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en las localidades estudiadas en la Región de Magallanes.

Praderas	Primavera 2006		Verano 2007		Otoño 2007		Invierno 2007	
	Standing stock	Standing crop						
I. Tamar	-	-	137,4	27,5	79,0	15,8	52,3	10,5
B. Águila	36,1	7,2	34,2	6,8	21,8	4,4	53,4	10,7
I. Carlos III	0,7	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1
S. Duntze	0,2	-	0,2	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1
I. London	61,5	12,3	45,3	9,1	53,5	10,7	55,9	11,2
C. Olla	7,6	1,5	-	-	-	-	-	-
B. Tekenika	-	-	1.035,9	207,2	-	-	509,5	101,9
B. Orange	-	-	37,0	7,4	-	-	37,5	7,5
P. Toro	-	-	132,0	26,4	-	-	117,9	23,6

e) Proyecciones de producción

1) Un primer aspecto a considerar para explicar la imposibilidad de generar proyecciones de biomasa radica en la ejecución por adelantado del proyecto FIP 2005-44 Bases biológicas para el manejo de macroalgas pardas en la XII Región respecto del proyecto FONDEMA Código BIP 30060262-0 Diagnóstico bases biológicas de explotación sustentable *Macrocystis pyrifera* (huiró) XII Región. Ambos proyectos fueron concebidos como investigaciones concatenadas de manera ordenada, donde el proyecto FONDEMA 30060262-0 antes mencionado sería ejecutado en primera instancia para obtener información sobre standing stock de las praderas de algas pardas de la XII Región, además de proveer estimadores de explotación, los cuales serían obtenidos a partir de extracciones controladas de biomasa. En definitiva, esta estrategia de trabajo no fue posible debido a atrasos propios de los convenios institucionales, por lo cual el proyecto FIP 2005-44 fue ejecutado con antelación al proyecto FONDEMA 30060262-0. Por esta razón no es posible disponer de datos relacionados a respuestas ecológicas de las praderas bajo condiciones de explotación.

2) Los estimadores de proyección considerados en el objetivo 3 sección e) de la propuesta FIP original consideran explícitamente tasas de extracción de plantas y remoción de biomasa. Como se indica en el punto anterior, Las extracciones controladas de biomasa se están



efectuando en el marco del proyecto Fondema 30060262-0. Debido a que el estado actual de las praderas de algas pardas de la XII Región es prístino (i.e., sin explotación), no es posible aplicar dichas fórmulas para obtener proyecciones realistas de biomasa.

3) Otro aspecto a considerar emana de los resultados obtenidos de los modelos SEM realizados en el presente proyecto. A partir de dichos modelos, fue posible detectar que:

a) para el caso de *Durvillaea* el método más indicado de explotación supondría la extracción de plantas completas, por lo cual una explotación sustentable de este recurso requeriría del repoblamiento (natural o asistido) de estas praderas. Como consecuencia de lo anterior, proyecciones de biomasa supondrían estimaciones concretas de reclutamiento *bajo condiciones extractivas*, condición que no es posible evaluar dado al estado inexplorado de estas praderas.

b) Para el caso de *Macrocystis*, la situación es similar a la anterior, pues los modelos SEM indicaron que la forma más plausible de explotación para esta especie consistiría en la poda de frondas (sin remoción de plantas). Por lo tanto, las proyecciones de biomasa requerirían conocer las tasas de regeneración de plantas *bajo distintos regímenes de extracción*, lo cual no es posible debido a la condición prístina de este recurso.

4) Por último, cabe notar que, la corta extensión temporal de las bases de datos consolidadas a la fecha, no permiten aun contar con series de tiempo que permitan entender la dinámica temporal de ambas praderas. En particular, es bien sabido en ecología la existencia de estructuras de retroalimentación en abundancia y biomasa, es decir, que cambios temporales de esta variable suelen estar correlacionados temporalmente, generando estructuras de denso-dependencia que sólo es posible describir con largas series temporales. Es posible que la adición de nueva información a partir del proyecto FONDEMA 30060262-0 permita en el futuro explorar esta posibilidad, pero en la actualidad no es posible especular si dichas estructuras de denso-dependencia existen y cual sería su forma funcional, de manera tal que sea posible utilizar estos elementos estadísticos para una proyección apropiada de la evolución temporal de la dinámica de densidades y biomasa



5.4. Objetivo 4. Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena

a) Fundamentación para la modelación de regímenes de explotación y manejo

Macrocystis pyrifera

Para esta especie, el universo de modelos explorados fue de 3456, correspondiente a las distintas combinaciones de las variables listadas en la Tabla 4, realizando todas las posibles combinaciones dentro de una clase y entre clases de variable. La gran mayoría de estos modelos fueron descartados por carecer de sentido biológico (e.g., flujos desde un compartimento biológico a uno climático). De aquellos modelos biológicamente plausibles, el de mejor ajuste global y mayor parsimonia se muestra en la Fig 103. Tanto en *Primavera-Verano* como *Otoño-Invierno* se observó un diagrama causal equivalente en estructura, pero con diferencias en la intensidad de los coeficientes de regresión obtenidos, siendo estos más fuertes en *Primavera-Verano* (Fig 103).

En ambos casos se detectó una estructura de dependencia que conectó atributos de la morfología del alga con características poblacionales. La única diferencia notable entre Primavera-Verano y Otoño-Invierno es la inclusión del diámetro del disco en la primera, como factor relevante para el ajuste global del modelo, relacionándose positivamente con el número de estipes promedio de la planta (aunque a un valor marginalmente significativo $p = 0.07$). Esto posiblemente es reflejo de un simple efecto de cantidad de superficie basal disponible para la generación de nuevas estructuras erectas. Para la estación Otoño-Invierno, el número de estipes se relacionó positivamente con el largo promedio de las plantas, el que a su vez mostró una relación inversa con la densidad de frondas promedio. La sub-estructura estípe→largo→densidad, posiblemente refleja un efecto de autoraleo pronunciado en esta época (ver la ausencia de significancia en esta vía para Primavera-Verano, Fig 103), donde la densidad responde de manera inversamente proporcional al largo de los grupos de látigos que forman plantas de múltiples estipes, las que a su vez se verían favorecidas en crecimiento al despoblar su vecindario inmediato de reclutas (ya sea por barrido o ensombrecimiento). Por otra parte, la extensión en longitud de las plantas determinaría un aumento en la biomasa promedio por unidad de área (más acentuado en Primavera-Verano). Cabe notar la existencia de una relación positiva entre el número de estipes y la biomasa de esporofilas, la que se intensifica en la época de Primavera-Verano. Este último resultado sugiere que, frente a un posible escenario de extracción, la preservación del total de estipes presentes en las frondas favorecería el repoblamiento natural de las praderas. Sin embargo, la baja representación temporal del presente muestreo no permite evaluar la conexión temporalmente desfasada entre biomasa de esporofilas y reclutamiento a un tiempo ulterior.

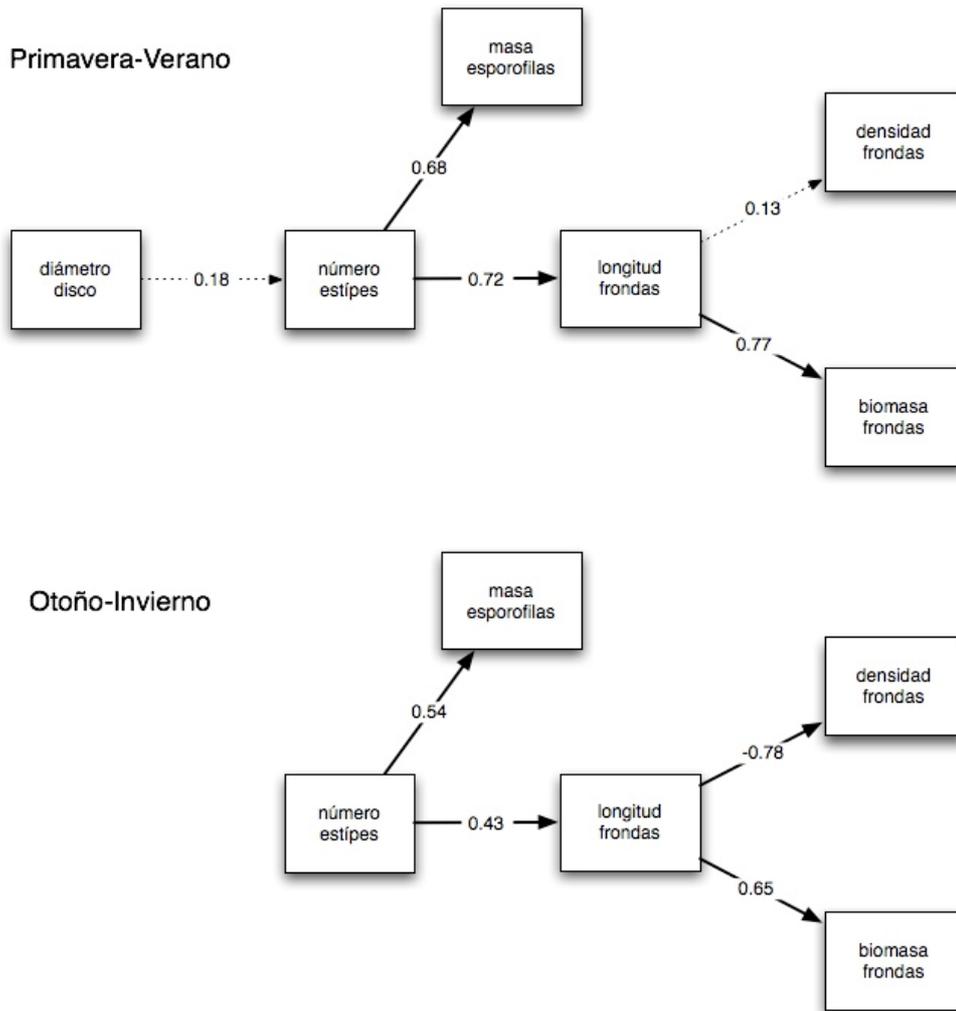


Fig. 103. Diagramas causales de *Macrocyctis pyrifera* para las estaciones de Primavera – Verano y Otoño-Invierno. Ambos esquemas corresponden a las hipótesis más plausibles de entre las múltiples formas de articular las variables listadas en la Tabla SAXX. En cada diagrama, las cajas representan variables medidas, y las flechas indican la dirección de influencia. Valores sobre las flechas corresponden a los coeficientes de correlación estandarizados (i.e., variables han sido z-score transformadas), para permitir ajustar la magnitud de los efectos entre las variables a una escala común comparable. Flechas sólidas representan relaciones significativas ($p < 0.05$), y flechas segmentadas representan relaciones no significativas.

No obstante, cabe señalar que las conclusiones antes sugeridas se basan en un panorama estático de la pradera, y supone que la intervención humana no re-organizará la red de relaciones descritas en la Fig 103 en circuitos causales distintos. El modelo descrito en la Fig 103 debiera ser considerado como una hipótesis mecanicista del funcionamiento de las praderas de *M. pyrifera* de la zona sur de Chile. Más aún, esta estructura de correlaciones

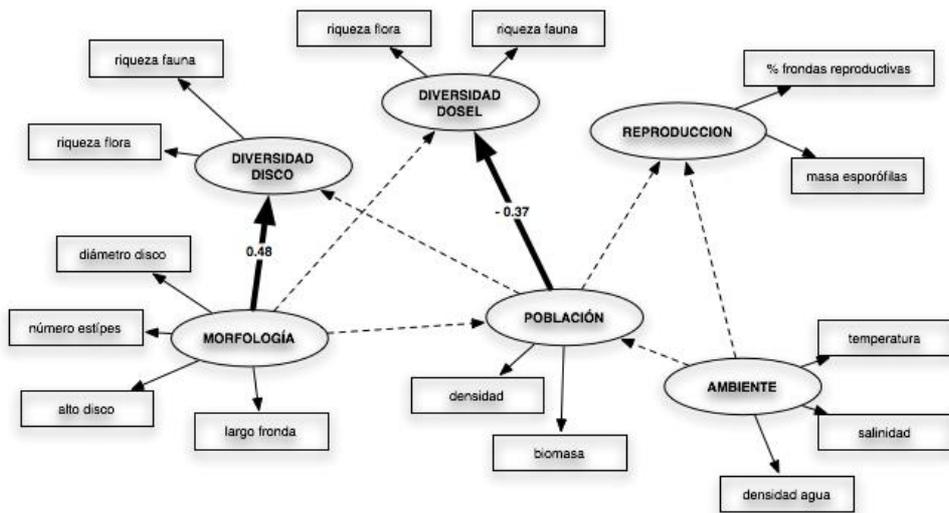


debiera proveer la base para el diseño controlado de experimentos de poda que permitan, por una lado validar estos resultados, y por otra parte determinar los niveles óptimos de cosecha que permitan sustentar el repoblamiento natural de las praderas.

Macrocystis pyrifera como estructurador de hábitat

Las distintas variables prospectadas durante el desarrollo del proyecto se agruparon en las estructuras latentes indicadas en la Fig 104. Los flujos causales indicados por flechas corresponden al entramado hipotético considerado para su confirmación empírica. La parametrización SEM para la época *Primavera-Verano* mostró la existencia de dos vías latentes significativas. Por una parte, existiría un efecto positivo de la morfometría de los discos sobre la diversidad específica de flora y fauna de los mismos. Esto se debería a la heterogeneidad y complejidad espacial provista por los discos, los que proveerían refugio para un gran número de especies asociadas. Por otra parte, existiría un efecto negativo de los aspectos poblacionales de *M. pyrifera* (i.e., densidad y biomasa de frondas) sobre la riqueza específica de la flora y fauna que habita el dosel. En la estación *Otoño-Invierno* (Fig. 104) se detectó una estructura similar a la de *Primavera-Verano*, pero con magnitudes de correlación levemente inferiores. Además, se detectó una nueva vía significativa y positiva entre los atributos poblacionales de *M. pyrifera* y los aspectos reproductivos de esta especie.

Primavera-Verano



Otoño-Invierno

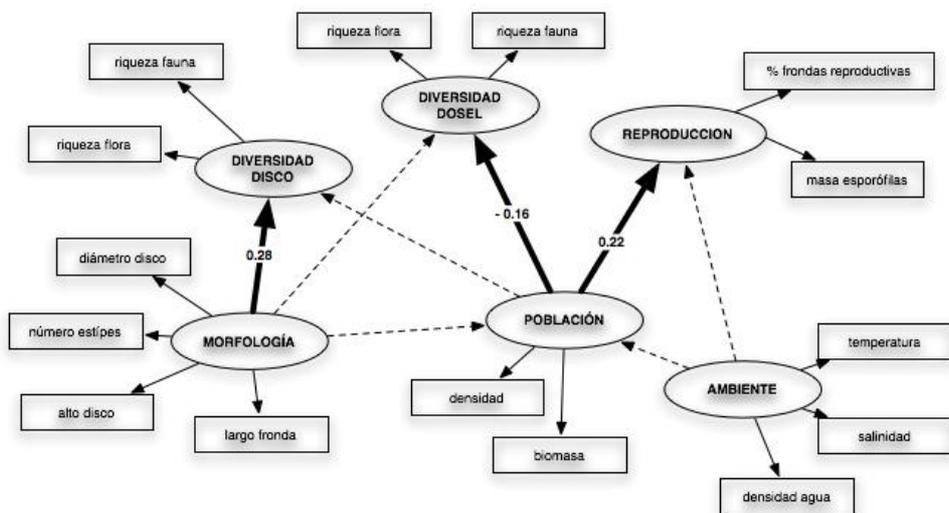


Fig. 104. Diagramas de vías para modelos con variables latentes. Variables latentes se representan por medio de óvalos, y variables indicadoras por medio de rectángulos. Las flechas representan el entramado causal propuesto para integrar la información biológica, ambiental y de flora y fauna asociada a praderas de *Macrocystis pyrifera*. Flechas sólidas representan relaciones significativas ($p < 0.05$), y flechas segmentadas representan relaciones no significativas.

3.2. *Durvillaea antarctica*

El caso de *D. antarctica* se obtuvo un único modelo para la estación *Primavera-Verano* (Fig 105A), y dos modelos alternativos con ajuste equivalente para la estación *Otoño-Invierno* (Fig 105B y 105C).

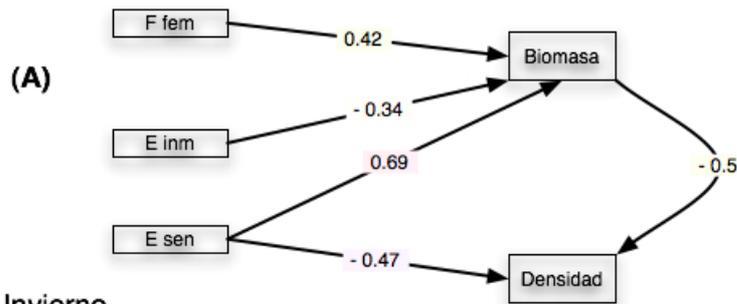


El modelo *Primavera-Verano* resolvió que los niveles observados de biomasa se deberían a los aportes directos de la fracción de frondas femeninas y de estados senescentes, junto con un efecto inverso de la proporción de frondas inmaduras sobre la biomasa por unidad de área. Es decir, la alta productividad de las praderas prospectadas sería consecuencia de los aportes a la biomasa de frondas femeninas y senescentes. Además, este tipo de frondas se relacionan de manera inversa con la densidad promedio observada, y positivamente con la producción de biomasa por unidad de área. Esto último sumado a las observaciones de terreno que indicarían un bajo potencial de raleo por parte de frondas de esta especie (producto de su morfología, con frondas muy anchas desde la base), sugiere que los efectos sobre la densidad serían producto de ensombrecimiento o algún mecanismo afín (whiplash).

Por otra parte, para la estación *Otoño-Invierno* se obtuvieron dos modelos cuyos ajustes resultaron equivalentes. En un primero caso (Fig 105B), se resolvió que las mejores variables para explicar los cambios en biomasa fueron la proporción de frondas masculinas y femeninas, ambas con influencia positiva sobre la variable endógena biomasa. Esta última a su vez se relacionó negativamente con los cambios observados en densidad. En el segundo modelo (Fig 105C) la única variable exógena con valor explicativo fue la proporción de frondas en estado maduro, la que se relacionó positivamente con los cambios en biomasa. Esta última variable se relacionó negativamente con la densidad, pero con coeficiente de regresión más bajo que para el caso del modelo anterior.

En cualquiera de los dos modelos obtenidos para la estación otoño-invierno, las variables exógenas seleccionadas sugieren que la biomasa observada estaría constituida principalmente por frondas reproductivas maduras, lo cual supone la elaboración de estrategias de extracción moderada en esta época para evitar colapsos poblacionales futuros, debido a la importante proporción de biomasa reproductiva. Cabe señalar que los modelos 105B y 105C son cualitativamente equivalentes, debido a que tanto las fases reproductiva (i.e., masculino y femenino) como el estado de maduración (i.e., maduro), representan el mismo estado de condición poblacional.

Primavera-Verano



Otoño-Invierno

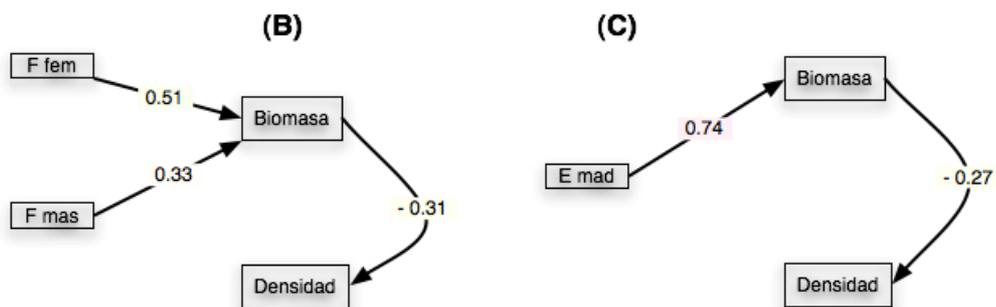


Fig. 105. Diagramas de vías de *Durvillaea antarctica* para las estaciones de Primavera – Verano y Otoño- invierno. Flechas sólidas representan relaciones significativas. Valores corresponden a los coeficientes de regresión entre las variables dentro del esquema de parametrización SEM. (F fem)= proporción de frondas femeninas; (F mas)= proporción de frondas masculinas; (E inm)= proporción de frondas inmaduras; (E sen)= proporción de frondas senescentes; (E mad)= proporción de frondas maduras.

Tanto para *M. pyrifera* como para *D. antarctica*, es necesario considerar los diagramas causales presentados como hipótesis del funcionamiento de sus praderas, y como tal su permanente evaluación empírica es necesaria para poder avanzar en el conocimiento de los mecanismos que permitirían explotar sustentablemente estas especies. Modelos predictivos de mayor valor cuantitativo sólo serán posibles después de una puesta a prueba en terreno, con cosechas experimentales controladas que permitan incorporar los *reales efectos del impacto extractivo* sobre los diagramas causales aquí presentados.



c) Talleres

c.1) 1er Taller Metodológico (ANEXO I)

El día 25 de agosto, se realizó el 1er Taller Metodológico PROYECTO FIP N° 2005-44 “Bases Biológicas para el manejo de Macroalgas Pardas en la XII Región”, en la ciudad de Punta Arenas. Esta actividad contó con la asistencia de numerosas organizaciones de la Región de Magallanes. Se adjunta en Anexo 1 la copia de la invitación al Taller, Díptico, Lista de Asistencia y Presentaciones.

Participaron como expositores por la Universidad de Magallanes los investigadores Dr. Andrés Mansilla (Director del Proyecto), MS (c) Cesar Cárdenas y Tec. U. Acui. Mauricio Palacios, mientras que por parte de la Universidad Arturo Prat, sede Puerto Montt expusieron los investigadores MS Marcela Ávila (Directora alterna del Proyecto) y el Biol. Mar. Julián Cáceres, los que realizaron las siguientes presentaciones:

1.- Presentación general del proyecto FIP 2005-44 “Bases Biológicas para el manejo de Macroalgas Pardas en la XII Región”

Expositor: Dr. Andrés Mansilla. Universidad de Magallanes, Punta Arenas

2.- Biología y ecología de los bosques de Macroalgas pardas.

Expositor: MSc. Marcela Ávila. Universidad Arturo Prat, Puerto Montt.

3.- Metodologías para el estudio de poblaciones naturales de *Durvillaea antarctica* en la Región de Magallanes

Expositor: Biol. Mar. Julián Cáceres. Universidad Arturo Prat, Puerto Montt

4.- Metodologías para el estudio de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera*.

Expositor: Tec. U. Acui. Sr. Mauricio Palacios. Universidad de Magallanes, Punta Arenas

5.- Macrofauna asociada a los bosques de Macroalgas Pardas.

Expositor: MSc (c) César Cárdenas. Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

c.2) 2do Taller Metodológico (ANEXO I)

El día 29 de junio de 2007, se realizó el 2do Taller “Propuesta de explotación y manejo para el recurso algas pardas en la Región de Magallanes” PROYECTO FIP N° 2005-44 “Bases Biológicas para el manejo de Macroalgas Pardas en la XII Región”, en la ciudad de Punta Arenas. Esta actividad contó con la asistencia de numerosas organizaciones de la Región de



Magallanes. A continuación se adjunta la copia de la invitación al Taller, Díptico, Lista de recepción de Invitaciones, Asistencia y Presentaciones.

Participaron como expositores por la Universidad de Magallanes los investigadores Dr. Andrés Mansilla (Director del Proyecto), MS Nelso Navarro, MS Iván -Cañete, mientras que por parte de la Universidad Arturo Prat, sede Puerto Montt expusieron los investigadores MS Marcela Ávila (Directora alterna del Proyecto) y el MS Julián Cáceres, y el consultor Dr Sebastián Abades los que realizaron las siguientes presentaciones:

1.- Aspecto poblacionales de *Macrocystis pyrifera* y flora asociada”

Expositor: Dr. Andrés Mansilla. Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

2.- Biología reproductiva de *Macrocystis pyrifera* en la Región de Magallanes.

Expositor: MS Nelso Navarro. Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

3.- Fauna asociada a *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*.

Expositor: MS Iván Cañete Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

4.- Caracterización oceanográfica sobre praderas *Macrocystis pyrifera*.

Expositor: MS Iván Cañete Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

5.- Dinámica poblacional y caracterización de praderas de *Durvillaea antarctica* en la Región de Magallanes

Expositor: MS Marcela Ávila. Universidad Arturo Prat. Puerto Montt.

6.- Biología reproductiva y reclutamiento de poblaciones de *Durvillaea antarctica* en la Región de Magallanes.

Expositor: MS Julián Cáceres. Universidad Arturo Prat. Puerto Montt.

7.- Propuesta de plan de administración de praderas de algas en la Región de Magallanes

Expositor: Dr. Sebastián Abades. Consultor



TALLER 2: Propuesta de explotación y manejo para el recurso algas pardas en la Región de Magallanes.

Fecha: Punta Arenas- Junio 2007

Moderadores: Dr. Andrés Mansilla y Ms. Marcela Ávila

Secretario: Ms. Nelso Navarro

Este documento recoge las sugerencias, comentarios e ideas planteadas por los asistentes al a este taller.

- Se abre la discusión referente a las perspectivas de extracción y uso del recurso lagas pardas en la Región de Magallanes

Representante Algina:

Falta incorporar información sobre algas varadas (pérdida de biomasa) así como información sobre poda, sea esta manual o mecanizada. Existe mucha información en Norteamérica al respecto.

Existe información de edad de las plantas?

Falta un modelo sustentable para los objetivos empresariales.

Andrés Mansilla:

Existen los datos de mortalidad pero solo en una estación, los demás datos serán obtenidos con el Proyecto Fondema. Una vez que esos datos estén disponibles serán considerados en el modelo.

Existe un proyecto FONDEF relacionado a pruebas de poda mecanizadas.

Las plantas pueden vivir entre 4 y 5 años.

Mario Santana:

las varaciones no son pérdida sino que son una transformación de la materia

Andrés Mansilla:

Concuerta con Santana.

Nely Nuñez (Conama): La fauna asociada debería tener otro rol en el modelo propuesto.

Abades Mansilla:

Menciona que se incorporará el peso que tienen las especies comerciales asociadas a los bosques de macroalgas pardas.



Empresario:

Incorporar experiencias realizadas en el hemisferio norte.

No hacer plan de manejo sin antes de hacer experimentos de poda y en el modelo incorporar los intereses y económicos

Una planta en USA se cerró por cuestiones económicas operacionales y rentabilidad.

La China quiere importar miles de toneladas

Andrés Mansilla:

Agradece intervención de empresario y retoma el tema de varazones de algas y reitera que esos datos serán obtenidos con el proyecto Fondema.

Representante Algina S.A.:

el tema de cosecha no pasa por las varazotes ya que hay meses ideales para cosecha, por ejemplo, las algas poseen moléculas bioactivas que podrían ser acumulada en algunos meses del año y cuando se obtiene algas varadas podría ser que esas moléculas ya no sean activas.

Andrés Mansilla:

Pregunta a Empresario que es lo que el sector empresarial espera de estos proyectos.

Representante Algina S.A.:

Quieren cosechar y mecanizar el proceso para producir.

Mario Santana:

Por qué no cultivar?

Representante Algina S.A.:

Por rentabilidad.

Sebastián Abades:

Pregunta sobre la explotación de algas en meses ideales para la obtención de biomoléculas.

Andrés Mansilla: menciona que existen datos de perfil proteico de huiro para el uso de productos con valor agregado.

Mario Santana:

En la Región de Coquimbo se han realizado cultivos.

Empresario:



En la cuarta Región y la zona norte en general se usa principalmente *Lessonia*, pero solo las frondas y algunas plantas de huiro. También se han desarrollado cultivos sin embargo, no se puede cosechar.

Se podrían hacer cultivos pero hay que tener cuidado con los problemas legales que envuelven esta actividad.

Mario Santana:

¿Cuanto cuesta el huiro y quién lo compra?

Empresario:

China es el principal mercado, también lo está Korea, Francia etc.

Mario Santana:

Hay que poner en valor los atributos del ecosistema.

Julián Cáceres:

Retoma el tema de las varazotes, las cuales dependen del track de navegación. En las bahías visitas no existen muchas varazotes. Existen varazotes en otros sectores como por ejemplo cerca del aeropuerto, sector Santa Ana y Huairao etc.

Marcelo González:

Existe la preocupación de la explotación del Huiro, sin embargo no existe la suficiente información para poder abrir este recurso para la explotación... el Gobierno está conciente de esta falta.

Falta conocer las poblaciones del Estrecho de Magallanes porque son estas las poblaciones que serían las primeras en ser explotadas.

El gobierno no se niega a la explotación pero hay que hacerlo en forma responsable.

Se ofrece elementos legales para apoyar el estudio de las varazotes.

CORFO a través de proyecto está incentivando el uso de lagas para la alimentación de ganado.

Estamos a la mitad del camino y necesitamos mayor información.

Menciona que deberíamos apuntar a la explotación sustentable (uso sostenible en el tiempo del recurso)

Agrega demás que se instalará una mesa para aglomerar los actores para el diálogo con miras a que esta actividad sea productiva para todos.

Alejandra Pinto:



Falta la presencia de los pescadores, los cuales deberían estar presentes por ser unos de los actores principales.

Menciona además que en el norte de Chile las algas se usan para alimentar abalones.

Cuesta mucho hacer participar a la gente en el trabajo y explotación de Huiro y *Lessonia*.

Agrega además que le llama la atención la falta de pescadores artesanales y si la presencia de los empresarios.

Marcelo González:

Los pescadores están consientes de los estudios y el interés que suscita el recurso Huiro, además dice que los pescadores están reticentes a la explotación de Huiro, debido a que es la casa de otros recursos regionales (centolla, centellón etc)

Andrés Mansilla:

En algunos períodos los pescadores no tienen recursos para pescar debido a que éstos están en veda. Nosotros estamos planteando nuevos recursos, pero preocupa el uso sustentable.

Las mesas que propone el Sr. González son indispensables para discutir los problemas.

Sebastián Abades:

Pide información a los empresarios para hacer un buen modelo.

Empresario:

Menciona que hace un tiempo no hubo recurso *Lessonia* en el norte para enviar a Noruega. Ante esto se comenzó a buscar el recurso a través de buceo, lo cual aumentó el precio del recurso. Ante esta situación la Subpesca planteo su preocupación. Posteriormente se realizó un proyecto (Julio Vasquez). Algunos resultados mencionan que hay 500 mil toneladas de *Lessonia trabeculata* y 7 mil toneladas, todas ellas colectadas en el litoral por varazotes.

Los pescadores vendían las frondas de *Lessonia* para el consumo de abalones y el resto para otros empresarios.

¿Cuánto se necesita para producir abalones?

100 mil toneladas para producir mil toneladas de abalón.

Se puede usar alga varada para producir pellet

Advierte que hay que tener cuidado con la mecanización del proceso de extracción, el alga es pesada y puede hundir una embarcación.

La empresa necesita información para poder explotar el recurso.

Marcela Ávila:

Toda la semana estuvimos trabajando y recogiendo información e impresiones al respecto. Necesitamos trabajar con los pescadores.



Falta evaluar la información de una estación.

Hemos recibido sugerencias que incorporaremos en nuestra propuesta. Muchas de las inquietudes presentadas hoy ya la teníamos consideradas.

Integraremos toda la información.

Le cabe a la Subpesca la parte administrativa y legal para generar las instancias de una explotación sustentable.

La idea es desarrollar un plan sustentable, rentable y no destructivo.

En relación al cultivo, nuestra propuesta considera un redoblamiento control así como un seguimiento, tener áreas de experimentación, capacitación etc.

Hay que pensar en talleres continuos.

Se agradece la asistencia y aportes y que ojalá nos volvamos a encontrar en otra ocasión para discutir estos temas. La mesa de diálogo propuesta por Marcelo González es una buena instancia.



6. DISCUSIÓN

Este proyecto evaluó la dinámica poblacional de las especies de algas pardas *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, con miras a una proposición de manejo que permita el uso sustentable de estos recursos, ya que ambas especies presentan un alto potencial económico para la Región de Magallanes. Varios estudios realizados principalmente sobre la especie *Macrocystis pyrifera*, dan cuenta de su rol ecológico como ingenieros ecosistémicos, permitiendo la co-existencia de muchos organismos asociados y por lo tanto responsables de la gran diversidad marina existente en la región (Cárdenas et al., 2007).

Los resultados biológicos de este estudio concuerdan en parte con los obtenidos en estudios ya realizados en la Patagonia chilena y argentina. Esos trabajos mencionan, entre otros aspectos, que el estudio de praderas de algas pardas puede ser abordado a través de mediciones de variables morfológicas únicas o combinadas para evitar la remoción de ejemplares completos y así simplificar el esfuerzo que se requiere para dichas labores. Según Vásquez & Santelices (1984) y Vásquez & González (1995), la variable morfológica que mejor describe las variaciones de peso y tamaño de los individuos de una población de algas pardas sería el diámetro y altura del disco, concordando con los resultados obtenidos para *Durvillaea antarctica* en este estudio. Sin embargo, para *D. antarctica* de la Región del Bio-Bío fue observado que, además del diámetro mayor del disco, la variable longitud de la planta resultó ser también un buen descriptor para algunas poblaciones (FIP 2003-19).

Por otro lado, en general, la variable que mejor describió la biomasa y el tamaño de las plantas de *Macrocystis pyrifera* fue el número de estipes (NE), incluyendo las poblaciones de Puerto Toro, donde trabajos anteriores mencionan al tamaño del disco (altura) como el mejor descriptor (Santelices 1981). Lo anterior sugiere la posible existencia de varias relaciones armónicas y significativas para predecir el peso y talla de los individuos dependiendo de la zona (latitud) e incluso los diferentes hábitat donde *Macrocystis* habita (ejemplo: protegido y expuesto (Buschmann et al. 2004)). Por ello, se debería realizar un muestreo previo de las variables morfológicas de cada pradera a estudiar, debido a la posible existencia de diferentes dinámicas entre una pradera y otra.

En relación al estado reproductivo de las especies estudiadas, para *Durvillaea antarctica*, los resultados de las plantas muestreadas indican que, a pesar de que existen frondas reproductivas durante todo el ciclo anual, de modo general estas poblaciones muestran un mayor porcentaje de individuos maduros en otoño-invierno, y el mayor porcentaje de individuos inmaduros en primavera-verano, excepto en la localidad de Isla London donde el mayor número de ejemplares inmaduros se observó en invierno. Estos hechos coinciden con el incremento de los reclutas observado en el período verano-otoño en la mayoría de las poblaciones, con excepción de Isla London, cuya población presentó la mayor cantidad de



reclutas en el período primavera verano. En este aspecto, nuestros resultados son concordantes con los obtenidos para la misma especie en la Región del Bio-Bio (FIP 2003-19), excepto para la población de Isla London.

Para la especie *Macrocystis pyrifera* se observaron plantas con esporofilas durante todo el año, de igual manera como se deduce del estudio de Santelices (1981) en Puerto Toro. Estudios realizados en el hemisferio norte también indican que las poblaciones de *M. pyrifera* expuestas al oleaje presentan estructuras de reproducción en forma continua durante el año (Reed et al. 1996), hecho también registrado para la Región de los Lagos por Buschmann et al (2004). Interesantemente, las poblaciones analizadas en el presente estudio, además presentaron una mayor proporción de esporofilas con esporangios maduros en otoño-invierno, diferenciándose de las poblaciones de la Región de los Lagos, cuyos picos de reproducción se observaron en las estaciones de verano y principios de otoño. Este desfase en los picos de reproducción también fueron observados en poblaciones de la Patagonia argentina (Bahía Craker, entre las latitudes 42° y 43° sur) (Eyras & Boraso, 1994). En este último caso, esporofitos presentaron alto potencial reproductivo y una madurez precoz en los meses cálidos (diciembre a febrero), mientras que en los meses fríos, los esporofitos se desprendieron persistiendo solo en sus fases microscópicas. La estacionalidad de la actividad reproductiva de las algas en sus diferentes aspectos, diferenciación y maduración de órganos, liberación de esporas y gametas, y fertilización, se ha relacionado principalmente con las variaciones de la luz y la temperatura (Dieckmann 1980). Sin embargo, los resultados aquí presentados podrían tener incluidos además una componente latitudinal.

La influencia de la edad sobre el comportamiento reproductivo ha sido señalada para varias especies (Clayton 1981). Esto se vio reflejado a en la temporada otoño-inverno fue observada una mayor proporción de individuos adultos en la mayoría de las poblaciones estudiadas

Por otra parte, el mayor reclutamiento fue observado en primavera, y menor en invierno, por lo que las zoosporas que dieron origen a los nuevos reclutas deberían provenir de aquellos individuos fértiles de otoño y también de invierno. Este dato sumado al hecho de que las poblaciones de *M. pyrifera* no desaparecen durante el año (individuos juveniles y adultos durante todo el año), permite concluir que en la Región de Magallanes existen poblaciones estables y de reproducción continua, con picos en otoño-invierno. Este patrón de reproducción presenta algunas semejanzas a aquellos encontrados por Buschmann et al (2004), quien encontró este tipo de poblaciones en la Región de los Lagos, asociadas específicamente a localidades expuestas al oleaje, mientras que las de localidades protegidas, presentan reproducción restringida al verano y comienzos del otoño.

Además del reclutamiento, las extensas praderas de *M. pyrifera* de la Región de Magallanes serían mantenidas por la elevada tasa de crecimiento que caracteriza a estos organismos. Por



otro lado, el crecimiento y el reclutamiento estarían limitados por factores físicos y biológicos. North (1994) menciona que el crecimiento de frondas de *Macrocystis* pueden exceder los 20 cm por día si están en ambiente con niveles de luz y nutrientes adecuados, no obstante, en la naturaleza esas condiciones cambian estacionalmente. Santelices (1981) menciona que el crecimiento de las frondas es variable y depende también de la edad de las frondas. Los valores de crecimiento más altos encontrados por este autor fue de 2,2 y 2,7 cm al día para las temporadas de verano-otoño y otoño-invierno, valores que corresponden a frondas jóvenes con alta eficiencia fotosintética, y aquellos valores bajos (alrededor de 0,6 cm al día para ambas temporadas) correspondía a frondas seniles o próximas a ese estado. En este trabajo, se observó que la tasa de crecimiento de las secciones apicales fue mayor en primavera (3%) disminuyendo en invierno (1,5%). Cabe mencionar que no fueron obtenidos datos para otoño, sin embargo, considerando que las condiciones de luz y nutrientes, así como aumento de las tempestades, debería disminuir la tasa de crecimiento. Estas diferencias tienen relación con los períodos de fotoperiodos de día largo de primavera y verano, y fotoperiodos de día corto en otoño e invierno, comunes en la Región de Magallanes. Períodos que se caracterizan además por presentar elevados niveles de intensidad luminosa. Este factor incide en un crecimiento más rápido y por lo tanto indicarían una mejor recuperación de las poblaciones de *M. pyrifera* para colectas realizadas en estas estaciones del año. Por otro lado, a pesar de la presencia de luz apropiada para un rápido crecimiento durante el verano, las tasas de crecimiento fueron bajas en esta estación comparadas con la Primavera. Esta bajo crecimiento en verano, estaría relacionado con la menor disponibilidad de nutrientes en el agua, mientras que las altas tasas de crecimiento en primavera podrían ser dependiente de una alta concentración interna de nitrógeno, nutriente que habría sido adquirido en invierno y primavera, períodos en que este nutrientes está más disponible. En relación a las menores tasas de crecimiento observadas en invierno, éstas se deberían además de la baja cantidad de luz, a la mayor cantidad de biomasa reproductiva (esporofilas fértiles) lo cual podría estar desviando la energía destinada al crecimiento hacia la generación de estructuras reproductivas.

En relación a la abundancia (ind. m⁻²) de esporofitos de *M. pyrifera*, se observó que aquellas poblaciones ubicadas en los sectores del extremo sur de nuestro estudio (Bahía Tekenika, Bahía Orange, Puerto Toro) presentaron una mayor densidad (entre 2 y 7 indiv m⁻²) específicamente en verano, mientras que aquellas poblaciones ubicadas en canales presentaron menor cantidad de individuos por m⁻² en todas las estaciones, siendo esta densidad similar estacionalmente. Esto podría sugerir que esas poblaciones (Isla London, Seno Duntze, Isla Carlos III y Bahía el Aguila) son estables durante el año, con algunos desprendimientos de frondas y plantas enteras en períodos de mayores tempestades. Considerando las condiciones geográficas y climáticas de cada una de las praderas es posible observar un patrón general, donde aquellas poblaciones ubicadas en los límites sur (Bahía



Tekenika, Bahía Orange y Puerto Toro) y norte (Isla Tamar) de nuestro estudio, presentan plantas de gran biomasa y de mayor longitud que el resto de los lugares estudiados. Coincidentemente todas ellas estarían, geográficamente, influenciadas por aguas oceánicas pero a la vez desprotegidas de las tempestades. En este aspecto es interesante notar que desprendimientos de algas fueron observados apenas en Bahía el Aguila (población del interior del estrecho de Magallanes) en la época otoñal. Los ejemplares varados, contrariamente a lo que se podría pensar, son adultos tempranos y no juveniles o plantas adultas y/o senescentes.

Hasta ahora los pocos trabajos efectuados en *Macrocystis pyrifera* en la zona de fiordos y canales del Sur de Chile se han centrado principalmente en evaluar los macroinvertebrados presentes en frondas y grampones (Ojeda y Santelices, 1984, Adami & Gordillo, 1999, Ríos et al., 2004). Mientras que los primeros autores citan 42 taxones presentes en los discos de *Macrocystis*, los segundos elevan esa cifra a 68, esta vez considerando toda la planta, e incluyendo en ella las algas presentes. Estos autores no consideran en sus evaluaciones a los microinvertebrados (anfípodos, isópodos, etc) presentes, de tal manera que concluyen la existencia de una baja diversidad en comparación a los bosques de *Macrocystis* presentes en el Hemisferio Norte.

En el presente trabajo se verifica, a partir de los numerosos tipos morfológicos, la presencia de un buen número de taxa tanto de poliquetos, copépodos e isópodos de pequeño tamaño.

Dada la enorme variabilidad que presentan la distribución de los organismos en las distintas parte de las planta de *Macrocystis*, no fue posible visualizar patrones de distribución considerando el tamaño de muestra utilizado. Un aumento en el tamaño de muestra implica un esfuerzo tal que necesariamente debería restringirse el número de estaciones de futuros estudios. Por otro lado, llamó la atención la carencia, al menos en las muestras analizadas (microinvertebrados) de ejemplares reclutas de erizos (*Loxechinus albus*) sobre las frondas de *Macrocystis*, ya que estadios juveniles de esta especie ha sido observada con anterioridad por nuestro grupo de estudio. La influencia del erizo ha sido señalado como estructurante de los ensambles de macroalgas tanto por su capacidad de preda sobre ellas como sobre invertebrados sésiles. De esta manera el pastoreo que el erizo podría realizar podría disminuir la riqueza de especies, la diversidad y cambiar el orden de precedencia (rank order) de la dominancia en la comunidad (Durr, 2003). Por más de diez años la pesquería del erizo se ha mantenido en niveles muy importantes de desembarque, sobrepasando incluso las 20000 toneladas anuales. El enorme esfuerzo pesquero ha mermado drásticamente las poblaciones presentes en las zonas más cercanas a los centros poblados. No es ilógico pensar, entonces, que esta disminución de las poblaciones de erizo haya producido en el transcurso de estos años algunos de los ya efectos mencionados en las comunidades de microinvertebrados investigadas.



Al parecer muchos de los componentes de este ensamblaje están ligados tróficamente con el resto de los organismos que se encuentran común u ocasionalmente en el cinturón de *Macrocystis*. Microinvertebrados, especialmente los anfípodos constituyen una parte importante de la dieta de peces *Nothotenidae* que se alojan en estos cinturones (Moreno & Jara, 1984). La dinámica de las distintas especies presentes en estos ensamblajes estaría íntimamente ligada al resto de las especies que se encuentran presentes en esta compleja comunidad.

Las plantas de *Macrocystis* también proveen un ambiente donde los organismos mantienen actividades de reproducción. Ojeda & Santelices (1984) deducen que la estructura de los grampones sirve de refugio para especies de macroinvertebrados durante su ovipostura. Moreno & Jara (1984) señalan que *Patagonotothen sima* deposita sus huevos en el disco y les provee cuidado parental en los meses de invierno, y precisamente, fue en este período del año cuando se observó la presencia de masas ovígeras en los discos como ítems dominantes en las tres localidades estudiadas con el 45% en Isla Carlos III, 31% en isla London y 16% en Seno Dountze. Por otro lado los grampones de *Macrocystis* proporcionarían el alimento para millones de invertebrados marinos, plantas marinas y peces. Entre estos últimos, Moreno y Jara (1984) mostraron que la dieta del pez *Notothenia magellanica* está relacionada con mitílidos los cuales a su vez estarían relacionados con el tipo de microhabitat que ocupa en el cinturón de *Macrocystis*. Hureau (1970) trabajando con la misma especie de pez en las Islas Kerguelen observó que entre los ítems alimentarios de este organismo se estaban algunos gastrópodos (*Nacella patiniger*), bivalvos (*Gaimardia trapezina*) e isópodos (*Exosphaeroma gigas*, *Serolis* sp.), decapados, copépodos y también poliquetos.

Al comparar los volúmenes de los grampones recolectados con aquellos señalados en la literatura resulta evidente que los aquí analizados corresponde al rango inferior de lo descrito para el Estrecho de Magallanes (Ríos et al. 2004), o para el canal Beagle (Santelices & Ojeda op. Cit.). Se observó que en el rango de grampones aquí analizados la abundancia de organismos no depende en gran medida del volumen del grampón.

Está ampliamente probado que la estructura de una comunidad se encuentra relacionada a la complejidad de su hábitat (Gee y Warwick, 1994). Para el caso de los microinvertebrados aquí estudiados, *Macrocystis* resulta un hábitat extenso cuya complejidad no puede ser descrita simplemente por su volumen o peso como tradicionalmente se hace cuando se busca relaciones entre macroinvertebrados y algas. En la actualidad la complejidad medida en términos fractales ha pasado a ser un buen descriptor de las relaciones entre la epifauna y las macroalgas (Gee y Warwick, 1994, Garnet et al, 2006). Es probable que se requiera una evaluación de esa naturaleza para dar cuenta de las relaciones numéricas entre grampones frondas y la epifauna presente en los bosques australes de *Macrocystis*.

En relación a la abundancia de microinvertebrados asociados a *Macrocystis*, se observó que la menor abundancia fue en la localidad de caleta Olla. Primariamente, se podría inferir que áreas cercanas a ventisqueros, como caleta Olla, tendrían una baja abundancia debido, en teoría, a



las fuertes fluctuaciones en salinidad durante el año, sin embargo, esto no puede ser concluido en base a nuestros datos ya que, solo en una oportunidad fue posible obtener muestras de caleta Olla, y que los datos de salinidad, temperatura y densidad del agua fueron similares en todas las localidades estudiadas. Estudios al respecto y de manera estacional deben ser realizados, considerando que ambientes cercanos a ventisqueros se encuentran ampliamente distribuido en la Región de Magallanes, incluyendo el canal Beagle (Antezana & Hamame, 1999).

Algunas estimaciones preliminares sobre los ensambles de invertebrados que habitan en los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* en el extremo sur de Sud América muestra rangos de biodiversidad relativamente similares a aquellos reportados para otras especies de algas pardas del norte de Chile y también en el hemisferio norte (Ghelardi 1971; Vásquez et al., 2001).

La gran heterogeneidad de condiciones ambientales a lo largo de la región de Magallanes sugieren la existencia de asociaciones de invertebrados distintas en diversas localidades (Ríos et al., 2007). Sin embargo, el análisis de las condiciones oceanográficas estudiadas por Antezana (1999) y Valdenegro y Silva (2003) como en el presente estudio muestran escasas variaciones verticales (en profundidad) y latitudinales en las diferentes cuencas y canales existentes en la región del estrecho de Magallanes y alrededores, existiendo pequeñas variaciones locales asociadas a la presencia de desembocadura de ríos o ventisqueros/glaciares. Por ello, considerando la mayor cobertura espacial del presente estudio respecto del efectuado previamente por Ojeda & Santelices (1984) y Ríos et al. (2007) (Tabla 129), se planteó la hipótesis que podría existir una importante homogeneidad biológica en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos que viven asociados a los discos de *Macrocystis* en la región de Magallanes, resaltando el papel de esta alga parda en la sustentabilidad de la biodiversidad austral de Chile. El análisis de biodiversidad evaluado a través del índice de diversidad de Shannon mostró que en la mayoría de las localidades los resultados fluctuaron entre 2,5 a 4 bits, sugiriendo que al interior de los discos existen valores regulares a altos. Una razón para explicar estos resultados es la posible buena distribución de individuos por especies, lo que se vio reflejado en valores de uniformidad o evenness cercanos a 0.8. Esto indica que los valores de diversidad detectados responden principalmente al hecho a que la macrofauna de los discos de fijación no existen especies que dominen totalmente. Tal como lo ha planteado Vásquez et al. (2001), los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* representarían un foco natural de agregación de especies bentónicas, permitiendo utilizarlos como unidad de muestreo para el desarrollo de programas de vigilancia ambiental y análisis de biodiversidad a escala local o para describir unidades de conservación biológica (Vásquez & Vega, 2005).

La Tabla 129 resume los antecedentes cuantitativos sobre la abundancia, riqueza de especies, diversidad analizada mediante el índice de Shannon-Wiener y biomasa de la macrofauna



asociada a los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* según cada localidad analizada, incorporándose además datos de bahía Laredo y Fuerte Bulnes, estrecho de Magallanes, publicados recientemente por Ríos et al. (2007).

En ella se distingue que los valores encontrados hacia el sector occidental del estrecho de Magallanes se asemejan en gran medida con los observados por Ríos et al. (2007) para la cuenca existente en el sector de Paso Ancho (Bahía Laredo y sector Fuerte Bulnes (Tabla 129).

Tabla 129.- Análisis comparativo de diversas comunidades ingenieras de la costa de Chile y de la región de Magallanes para evaluar la importancia de los resultados obtenidos en la asociación de invertibrados recolectados en discos de fijación de la macroalga parda *Macrocystis pyrifera*.

Especie ingeniera	Abundancia Invertebrados	Riqueza especies	N° Fila	Biomasa (g m ⁻²)	Referencia
<i>Phragmatopoma moerchi</i> (P) (Cocholegue)	487	43	9	--	Sepúlveda et al. (2003)
<i>Pyura chilensis</i> (A) (Bahía Corral)	2444	53	13	473,4	Zamorano & Moreno (1975)
<i>M. pyrifera</i> (Ph) (C. Beagle)	1930 a 12855	68*	8	--	Adami & Gordillo (1999)
<i>M. pyrifera</i> (Ph) (Puerto Toro)	20 indiv. 10000 cc disco	43	6	180 g máx	Ojeda & Santelices (1984)
<i>M. pyrifera</i> (Ph) (Laredo/Fuerte Bulnes)	173 a 228	34 a 38	10	--	Ríos et al. (2007)

(P) Polychaeta; (A) Ascidiacea; (Ph) Phaeophyta

* incluye 5 especies de algas.

Estrategias de Cosecha

Los resultados presentados en la Fig 103 permiten sugerir una estrategia de cosechas basada en la modificación del largo promedio de las frondas de una pradera dada. Es decir, el efecto extractivo mediado a través de la perturbación de la vía largo→biomasa tendría como consecuencia indirecta un aumento en la densidad de frondas de la pradera. La remoción de biomasa preservando el número de estipes resultaría, en la conservación de biomasa reproductiva (i.e., esporofilas), manteniendo así el potencial de repoblamiento intacto, así como también mantener gran parte de la flora y fauna asociada a los discos. Interesantemente, la estructura morfológica de *M. pyrifera* permite la adopción de una estrategia como la antes mencionada, pues sus estructuras reproductivas se encuentran en la base de la planta, cercanas a la zona del disco de adhesión. Por lo tanto, la poda de biomasa flotante sin alteración del número de estipes, permitiría (en principio) constituirse en una estrategia sustentable de explotación. Sin embargo, el largo óptimo de poda requiere ser evaluado experimentalmente.

Como se indicó en la introducción, *M. pyrifera* es considerada una especie estructuradora de hábitat. Debido a la complejidad espacial provista a nivel de discos de adhesión y amplia



superficie de dosel, esta especie permite la co-existencia de una gran cantidad de especies de flora y fauna. Por esta razón es relevante considerar elementos de evaluación que integren explícitamente los componentes florísticos y faunísticos asociados a las praderas de *M. pyrifera*, pues es necesario evaluar el sentido y magnitud de los impactos que futuras medidas de manejo tendrían sobre estos elementos ecosistémicos. Los resultados obtenidos para el modelo ecosistémico de *Primavera-Verano* (Fig 104) son interesantes, pues complementan los resultados puramente poblacionales reportados en la sección 3.1 (Fig 103), dado que en ambos casos queda de manifiesto que el manejo más idóneo de estas praderas debiera considerar la remoción de biomasa de dosel y conservación de discos y estipes. Esta estrategia tendría como consecuencia la conservación del sentido de correlación observado entre la variable latente “Morfología” y la variable latente “Diversidad Disco”, y posiblemente gatillarían aumentos en la “Diversidad Dosel” como consecuencia de la relación negativa entre este compartimiento y la variable latente “Población” (i.e., biomasa y densidad). Por otro lado, la aparición de una vía significativa entre “Población” y “Reproducción” en *Otoño-Invierno*, llaman a la precaución en esta época, pues la extracción de biomasa de dosel podría acarrear cambios en la proporción de frondas reproductivas y masa de esporofilas, lo que podría comprometer el ciclo reproductivo natural de las praderas de *M. pyrifera*.

Cabe señalar que las experiencias de poda realizadas en terreno mostraron la imposibilidad de regeneración de las frondas de *D. antarctica*. Esto último, sumado a los mecanismos antes sugeridos implican un problema para el manejo, puesto que la biomasa producida en las praderas sería mayoritariamente aportada por frondas femeninas (Fig 105A), y su remoción *parcial* no sería posible. Sin embargo, la remoción de biomasa en la forma de extracción completa de plantas (desde el disco de adhesión) favorecería el repoblamiento, como lo sugiere el coeficiente de regresión negativo entre biomasa y densidad (Fig 105A). En consecuencia, existiría un balance entre remoción de frondas y mejoramiento de las condiciones de repoblamiento por liberación de sustrato rocoso. Sin embargo, esta dinámica estaría condicionada por los niveles de remoción de biomasa de frondas femeninas, tal que no afecten los niveles de abundancia de la fase esporofítica generada por vía natural (no evaluada en el presente proyecto). Conclusiones similares pueden ser esgrimidas para la época *Otoño-Invierno*, donde la proporción de frondas femeninas genera una contribución importante para explicar los cambios observados en biomasa (Fig 105B). Es importante resaltar que, tanto para los períodos de *Primavera-Verano* y *Otoño-Invierno* la relación entre biomasa y densidad fue negativa, reafirmando la idea de remoción completa de frondas como medio de extracción que favorecería el repoblamiento natural. Sin embargo, cabe notar que los coeficientes de regresión para los modelos de *Otoño-Invierno* (-0.31 para modelo 105B y -0.27 para modelo 105C) fueron inferiores a los observados en *Primavera-Verano* (-0.5 en modelo 105A), sugiriendo que una estrategia de cosecha en *Primavera-Verano* podría tener mejores efectos sobre los niveles de repoblamiento natural esperados, en comparación con la estación *Otoño-Invierno*.



Estrategias de cosecha programadas para la estación *Primavera-Verano*, permitirían la salvaguarda de los altos niveles de biomasa reproductiva madura observados en *Otoño-Invierno*, conservando las condiciones reproductivas para el repoblamiento natural.



7. CONCLUSIONES

Datos oceanográficos

- Los valores determinados coinciden plenamente con los valores planteados para la región de Magallanes por Hamamé & Antezana (1999) y Valdenegro & Silva (2003), indicando que es un sistema de aguas térmicamente frías, de relativamente baja salinidad y densidad, y verticalmente homogéneas.
- En todos los cruceros, dada la escasa profundidad, la columna de agua muestra una importante homogeneidad vertical en al menos estas tres variables ambientales (temperatura, salinidad y densidad).
- Existen escasas variaciones en las variables oceanográficas analizadas en los cuatro períodos, observándose algunas diferencias latitudinales de la temperatura (primavera). La Salinidad y la densidad mostraron mayores diferencias entre las localidades de la zona sur de la región respecto a aquellas localidades de la zona media de la región.
- Según la definición de las aguas según su salinidad de Silva et al. (1995) y Sievers et al. (2002) en la zona estudiada en el presente proyecto dominaría la presencia de aguas estuarinas saladas (sensu Silva et al., 1998).

Objetivo 1: Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.

Macrocystis

En relación a descriptores de biomasa

- El mejor descriptor para estimar biomasa y longitud de plantas estuvo dado por el número de estipes (NE), exceptuándose la población de Bahía el Águila (altura de discos).

En relación a la reproducción

- *Macrocystis pyrifera* presenta esporofilas durante las cuatro estaciones evaluadas
- De las plantas con esporofilas, el mayor porcentaje de éstas con estructuras reproductivas maduras fueron observadas en otoño-invierno
- Todas las algas (esporofilas) fueron viables, en laboratorio.
- *Macrocystis pyrifera* de la Región de Magallanes presenta poblaciones estables con reproducción continua, con picos en otoño-invierno

Durvillaea



En relación a descriptores de biomasa

- El mejor descriptor para estimar biomasa y longitud de plantas estuvo dado por el diámetro del disco (NE).

En relación a la reproducción

- En general, las poblaciones de *Durvillaea antarctica* estudiadas presentan individuos reproductivos durante todo el año
- La mayor cantidad de frondas reproductivas fueron observadas en épocas de otoño e invierno, mientras que en primavera abundan las plantas vegetativas.
- De las frondas reproductivas, en general existe un mayor porcentaje de frondas masculinas que femeninas.
- En todas las estaciones en que se realizó el experimento en laboratorio, los oogonios fertilizados no mostraron cambios morfológicos que indicaran la formación de embriones.

En relación a la flora y fauna asociada

Macroalgas

- Los Bosques de *M. pyrifera* representan un importante hábitat para el desarrollo de macroalgas.
- Fueron identificadas 83 taxa de macroalgas asociadas a bosques y 83 taxa asociadas a grampones de *M. pyrifera*. La mayoría de estas taxa corresponden a organismos pertenecientes a la División Rhodophyta.
- En general se observa mayor riqueza de especies asociadas a grampones y a bosques en la época de verano .
- Los géneros de especies asociadas más representativas fueron *Phycodrys*, *Callophyllis* y *Ballia*, mientras que en biomasa lo fueron *Gigartina skottsbergii*, *Callophyllis variegata* y *Ptilonia magellanica*

Microinvertebrados

- La abundancia de los macroinvertebrados fue alta en la mayoría de los casos, siendo especialmente abundantes los poliquetos y copépodos. La estación con mayor abundancia de macroinvertebrados fue London, seguida de Carlos III y bahía del Aguila, mientras que los valores mas bajos se observaron en caleta la Olla.
- Existe una alta abundancia de microinvertebrados en los grampones, la cual no estaría relacionada en gran medida con su volumen, por lo que requiere evaluar otros variables como parámetro predictor de la abundancia de microinvertebrados.
- No se observa diferencias en la abundancia total de organismos presentes en grampones entre distintas estaciones del año y entre sectores muestreados.



- No existe un patrón de distribución marcado de microinvertebrados en las frondas de *Macrocystis*.
- La presencia de hembras con huevos (copépodos e isópodos), durante el ciclo anual completo, principalmente en invierno, indicaría que los cinturones de *Macrocystis* constituyen un hábitat preferencial en relación a las actividades reproductivas.

Macroinvertebrados

- Se detectó una importante y frecuente biodiversidad de macroinvertebrados marinos submareales someros asociados a discos de fijación del alga parda *Macrocystis pyrifera*, estando representadas la macrofauna bentónica en todas las plantas analizadas.
- Los grupos dominantes fueron los crustáceos, en especial anfípodos e isópodos, los que predominaron en términos de abundancia y riqueza de especies (isópodos), seguidos de los poliquetos.
- Entre las especies más abundantes se encontraron el poliqueto *Platynereis australis*, los anfípodos, el equinoídeo *Pseudechinus magellanicus*, el ofiurido *Ophiactis* sp y el isópodo *Limnoria* sp.
- Se detectaron las siguientes especies de valor comercial representadas principalmente por estadios juveniles: cholga (*Aulacomya ater*), la lapa (*Fissurella* spp), el gastrópodo *Odontocymbiola magellanica*, el bivalvo *Mytilus chilensis* y el equinoídeo *Loxechinus albus*.
- La abundancia y riqueza de especies fue mayor en bahía London, situación que se podría deber a la presencia de otra especie ingeniera, el poliqueto tubícola *Chaetopterus variopedatus*, que podría complementar el rol jugado por los discos de *Macrocystis*.
- El análisis de biodiversidad evaluado a través del índice de diversidad de Shannon mostró que en la mayoría de las localidades los resultados fluctuaron entre 2,5 a 4 bits, sugiriendo que al interior de los discos existen valores regulares a altos.
- Los discos de fijación de *Macrocystis pyrifera* serían un foco natural de agregación de especies bentónicas, permitiendo utilizarlos como unidad de muestreo para el desarrollo de programas de vigilancia ambiental y análisis de biodiversidad a escala local o para describir unidades de conservación biológica.
- Considerando el potencial valor económico actual y nulo nivel de intervención sobre las praderas de *Macrocystis* y el carácter prístino de la zona de estudio, se podría concluir que los resultados obtenidos sobre la biodiversidad de macrofauna de invertebrados debieran reflejar una situación pre-impacto antropogénico que podría ser útil para futuros programas de seguimiento ambiental en la XII Región.
- Ictiofauna asociada a discos de fijación de *M. pyrifera* en la XII Región. El presente documento tiene como objetivo resumir los antecedentes sobre la biodiversidad de peces



capturados en torno a las praderas de *M. pyrifera* en algunas localidades de la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena (Isla Carlos III, Seno Duntze e Isla London) obtenidos durante el crucero N° 1 (julio, 2006) y crucero 2 (octubre, 2006). Se han capturado 8 especímenes pertenecientes a 4 especies y 4 familias distintas. De ellos al menos dos especies tienen interés comercial como son el pejerrey y el róbalo. En observaciones nocturnas utilizando lámparas no ha sido posible observar especies pelágicas en torno a la plataforma de trabajo (lancha), pese a haberse efectuado 19 días de observaciones entre ambos cruceros. Sin embargo, no siempre la lancha permanece anclada en torno a las praderas de *Macrocystis*.

Objetivo 2: Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.

Macrocystis

- Existen variaciones estacionales en la biomasa por m² en las poblaciones estudiadas, observándose mayor biomasa por m² en verano principalmente en las poblaciones de Puerto Toro, isla Tamar y Bahía Tekenika.
- También en la época de verano se observó un mayor número de individuos por m² y biomasa por individuo.
- Las tallas promedios para 3 períodos estacionales (primavera, verano y otoño) no mostraron variaciones estacionales, observándose una uniformidad a lo largo del período de estudio.
- En todos los períodos estudiados se observó mayor cantidad de individuos entre las tallas 0-1,5 metros, considerados juveniles.
- Los individuos de mayor tamaño se encontraron en Puerto Toro, donde además no se observaron individuos juveniles.
- La mayor cantidad de reclutas fueron encontrados en primavera en Isla Carlos III (17 reclutas/m²) en la época de primavera.

Durvillaea

- La biomasa entre las praderas no es significativamente diferente, sin embargo si se comparan las biomásas entre las épocas analizadas estas diferencias si son significativas. Estas diferencias se por la alta biomasa observada en primavera y las mínimas biomásas presentes en otoño.
- La densidad de individuos no mostró diferencias entre las estaciones pero si se observaron diferencias entre las poblaciones estudiadas. Las mayores densidades en Seno Duntze, especialmente en primavera verano.



- En cuanto al tamaño promedio de los individuos, no se observaron diferencias entre las estaciones analizadas pero si entre los sitios o poblaciones estudiadas. El tamaño promedio mayor se observó en Isla London porque esta pradera se encuentra mas expuesta y más cercana al océano Pacífico
- No existen variaciones en la estructura de talla en las praderas estudiadas. Las praderas muestran una estructura de talla similar entre ellas, con una gran cantidad de individuos juveniles menores a 0,5 metros, sin embargo, en la pradera de Isla London existe un alto número de individuos mayores en la época de primavera.
- En cuanto a las tasas de crecimiento diarias (%) obtenidas en verano-otoño fueron bajas en todas las praderas. La mayor tasa de crecimiento observadas para ambos tratamientos ocurrió en la pradera ubicada en Isla London, estos resultados ratifican los resultados obtenidos en el tamaño promedio poblacional de esta pradera, ya que en general esta pradera presenta los individuos de mayor tamaño en todas las estaciones muestreadas, evidenciando una capacidad de crecimiento de las frondas tanto de tallas pequeñas como tallas grandes.
- En todos los períodos analizados fueron observados nuevos reclutas. La mayor cantidad de éstos fue observado Isla London en el período primavera-verano. Por otro lado, en la pradera de Seno Duntze el mayor número de reclutas se observa en el período invierno-primavera y una menor densidad en verano-otoño
- En cuanto al tamaño de los reclutas en ambas poblaciones (Duntze y London), para cada uno de los experimentos instalados estacionalmente se observa un incremento en el tamaño, en el tiempo, de los nuevos reclutas incorporados.

Objetivo 3: Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.

Macrocystis

- En los sitios que frecuentemente fueron visitados, la única población que presentó mortalidad o varazón de algas fue Bahía Águila en otoño. A través del parámetro morfométrico altura de disco se estimó una biomasa fresca promedio de $11 \text{ kg} \pm 6,4 \text{ kg/m}^2$ por individuos, y la estructura de tallas indica la presencia mayoritaria de adultos tempranos con alturas no superiores a los 2 metros.
- Los resultados de reclutamiento indican que en las tres estaciones muestreadas fueron encontrados reclutas, con una mayor cantidad de ellos (17 reclutas/m^2) observados en la estación de primavera.



Durvillaea

- La respuesta en todos los experimentos efectuados muestra que las poblaciones de *D. antarctica* en la Región de Magallanes presentan una nula capacidad de regeneración, registrando un necrosamiento de los tejidos en la zona de poda y posteriormente una mortalidad del 100% de los individuos tratados.
- En todas las estaciones y áreas se observó colonización de nuevos reclutas de *D. antarctica*. Las densidades de reclutas varió entre áreas y estaciones, registrándose un mayor reclutamiento en Isla London en otoño ($23,7 \pm 6,9$ individuos/m²).

En relación al la biomasa cosechable

- Se propone una expresión para el cálculo de standing crop de la forma: $Bc = (B \cdot A) \cdot fPNR$; donde Bc = biomasa cosechable; B = biomasa total m²; fPNR= proporción de plantas no reproductivas (valor entre 0-1); A= Área total de la población.
- Para el caso de *Macrocystis* se propone el uso de la expresión: $Bc = (B \cdot A) \cdot F$; donde Bc = biomasa cosechable; B = biomasa total m²; F= fracción a remover (e.g., 0.2); Área total de la población.

Objetivo 4: Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.

- Los análisis realizados para *M. pyrifera* permitieron seleccionar una estructura de correlaciones que conectó a un subconjunto de las variables medidas en un diagrama interrelacional, el que fue consistente para las estaciones de *Primavera-Verano* y *Otoño-Invierno*.
- El diagrama de vías obtenido plantea un mecanismo relacional que conecta características medidas a nivel de individuos con atributos poblacionales, sugiriendo que el largo promedio de las frondas de una pradera sería un factor relevante para explicar la biomasa promedio observada (por unidad de área) y la densidad promedio de frondas.
- Dado que el largo de las frondas podría ser la variable a modificar en un posible escenario extractivo, se sugiere como estrategia de cosecha la poda sin remoción de estipe, pues el número promedio de estipes se relacionó positivamente con la biomasa de esporofilas, lo que a su vez podría determinar los niveles de repoblamiento de años subsecuentes (hipótesis que requiere ser evaluada en un escenario extractivo). Además, estos resultados fueron consistentes con los resultados arrojados por los modelos ecosistémicos, los cuales sugieren la existencia de una relación positiva entre los atributos de la morfología del disco sobre la riqueza (flora y fauna) que estos albergan, y una relación negativa de la biomasa y densidad sobre la riqueza de



especies en el dosel. Estos resultados refuerzan la propuesta de que poda de biomasa sin extracción de individuos por remoción de disco de adhesión, podría ser una estrategia de explotación con sentido autoecológico y ecosistémico.

- El diagrama causal propuesto para *M. pyrifera* debe ser entendido como una explicación provisoria del entramado de relaciones que explicó de mejor manera la variabilidad observada de los datos recolectados, y que puede proveer elementos relevantes para el desarrollo de estrategias de manejo y administración, pero que no constituye garantía de explotación sustentable para estas praderas. En este contexto, los diagramas de vías deben considerarse nuevas hipótesis de trabajo que orienten experiencias de poda controlada que permitan estimar niveles sustentables de explotación.
- Para el caso de *D. antarctica* los resultados confirmaron un modelo correlacional único para la estación de *Primavera-Verano* y dos modelos equivalentes para la estación *Otoño-Invierno*. En ambas estaciones la proporción de frondas femeninas aparece como una variable exógena a considerar para futuros planes de manejo, pues estas explicarían de manera significativa los cambios observados en biomasa.
- Las experiencias de poda programada en terreno mostraron que *D. antarctica* no exhibe un buen potencial de regeneración. Por lo tanto, una posible actividad extractiva supondría la remoción de biomasa con pérdida de individuos. Esto se ve agravado por el hecho de que la biomasa poblacional está principalmente representada por frondas femeninas (responsables del repoblamiento natural). En consecuencia, cualquier forma de actividad extractiva debiera contemplar: i) la correcta determinación (por vía experimental) de los niveles de extracción necesarios para favorecer el repoblamiento natural de estas praderas; ii) la implementación de experiencias de repoblamiento asistido, a través de la producción masiva en laboratorio de individuos esporofíticos. No obstante lo anterior, la correlación positiva detectada entre frondas tipificadas como senescentes y la biomasa, y el patrón inverso con densidad, sugieren la posibilidad de explorar estrategias de poda dirigidas a la remoción de frondas femeninas senescentes (i.e., post esporulación), como una manera de liberar sustrato para las nuevas cohortes de plantas producidas por ellas. Cabe notar que esta estrategia sólo sería posible de efectuar en la estación *Primavera-Verano*. Por otra parte, la fuerte representación de frondas maduras en la biomasa de *Otoño-Invierno*, sugiere que esta estación debiera ser salvaguardada de explotación, con el fin de conservar los mecanismos ya existentes de repoblamiento natural.
- Tanto para *M. pyrifera* como para *D. antarctica*, los resultados obtenidos deben ser considerados como una primera aproximación al entendimiento del funcionamiento de las praderas de algas pardas del extremo sur de Chile. Por lo tanto, las estrategias sugeridas demandan futuras experiencias de puesta a prueba de dichas estructuras



correlacionales, ya sea a partir de diseños de toma de datos guiados por los modelos propuestos, o a través de experimentos controlados en praderas experimentales. Esto último es de particular relevancia para estimar niveles de extracción sustentables.

- De igual forma, y como fue sugerido en el Taller FIP 2005-44, futuras experiencias debieran enfocarse a la evaluación de los niveles de biomasa que pueden obtenerse por recolección de varazones. Conocer la frecuencia e intensidad de estas varazones permitiría proponer medidas de manejo basadas en la alternancia de estrategias de extracción y recolección.



ANEXO 1

Talleres



Díptico 1° Taller proyecto FIP N° 2005-44

Las praderas de *Macrocystis pyrifera* de la XII Región no son explotadas comercialmente, sin embargo en función de las innumerables aplicaciones conocidas y el posible desarrollo de actividades comerciales en la provincia de Tierra del Fuego, surge la necesidad de disponer de información biológica sobre estos recursos para establecer las bases que fundamenten medidas de administración que aseguren la sustentabilidad de esta pesquería.

En este contexto, el Consejo de Investigación Pesquera de FIP ha adjudicado el estudio FIP 2005-44: "Bases Biológicas para el manejo de macroalgas pardas en la XII Región", a la Universidad de Magallanes quien en conjunto con la Universidad Arturo Prat desarrollara este estudio, durante 18 meses.

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
 Dr. Andrés Mansilla
 MSc. Nelson Romero
 MSc. Juan Cordero
 MSc. Juli César Cárdenas
 Tsc. U. Axel Mauricio Palacios
 Lic. Evelyn Oyarce
 Contacto: andres.mansilla@unmag.cl
 Departamento de Ciencias y Recursos Acuáticos
 Av. Bulnes 2195, Fono 54-41-207089, Punta Arenas, Chile

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
 MSc. Marcela Ávila
 Biol. Mar. Julián Cáceres
 Instituto de Ciencias y Tecnología, Sede Puerto Montt
 Contacto: marcela.avila@unap.cl, Espino 440, Fono 54-56-438761, Puerto Montt, Chile



1er Taller Metodológico




PROYECTO FIP N° 2005-44
"BASES BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE MACROALGAS PARDAS EN LA XII REGION"

Punta Arenas, Agosto 2004

09:30- 09:35 Bienvenida Sr. Rector Universidad de Magallanes.
 09:35- 09:55 Palabras Dra. María Soledad Astorga España, Decana de la Facultad de Ciencias
 09:55- 10:15 Aspectos generales del proyecto FIP 2005-44 "Bases Biológicas para el Manejo de Macroalgas Pardas en la XII región".
 Expositor: **Dr. Andrés Mansilla**, Universidad de Magallanes, Punta Arenas
 10:15- 10:35 Metodología para el estudio de poblaciones naturales de *Davalliana antarctica* en la Región de Magallanes
 Expositor: **Biol. Mar. Julián Cáceres**, Universidad Arturo Prat, Puerto Montt
 10:35- 10:55 Metodología para el estudio de poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera*.
 Expositor: **Tsc. U. Axel Mauricio Palacios**, Universidad de Magallanes.

10:55- 11:25 Café

11:25- 11:45 Macrofauna asociada a los bosques de Macroalgas Pardas.
 Expositor: **MSc (c) César Cárdenas**, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
 11:45- 12:05 Biología y ecología de los bosques Macroalgas pardas.
 Expositor: **MSc. Marcela Ávila**, Universidad Arturo Prat, Puerto Montt.

Objetivo General

Establecer las bases biológicas que sirvan como fundamento en la generación de medidas de administración para la explotación regulada de praderas de algas pardas en la XII Región.

Objetivos Específicos

- Determinar la fenología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Davalliana antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.
- Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Davalliana antarctica* en la XII Región.
- Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Davalliana antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.
- Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la XII Región de Magallanes y Antártica chilena.

Programación



Equipo científico



Fotografía aérea: César Cárdenas





Lista de asistencia 1° Taller proyecto FIP N° 2005-44



Asistencia al Seminario 1° Taller Metodológico Proyecto FIP N° 2005-44 "Bases biológicas para el manejo de macroalgas pardas en la XII Región"

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
U. Soledad Astorga	UMAG	[Handwritten Signature]
LOLENA ARAYA GUARDIA	SECRETARÍA ECONOMÍA	[Handwritten Signature]
BERNARDO TRONCOSO	CORFO	[Handwritten Signature]
Isa María Muñoz C.	COLFO	[Handwritten Signature]
Marcelo González N.	Subpesca	[Handwritten Signature]
Cecilia Pérez	Subpesca	[Handwritten Signature]
Darcela Tárquez Alarado	Subpesca	[Handwritten Signature]
Nelly Núñez M	CONAMA	[Handwritten Signature]
Marganta Garrido	UMAG	[Handwritten Signature]
Claudia Estrella Yari	UMAG	[Handwritten Signature]
Manuel Lorenzo S	UMAG	[Handwritten Signature]
Carolina Ariza A	UMAG	[Handwritten Signature]
Josep Sierra G.	Seonapescas	[Handwritten Signature]
Juan Melia	UMAG	[Handwritten Signature]
Christopher Anderson	UMAG	[Handwritten Signature]
Franziska Massardo	UMAG	[Handwritten Signature]
CÉSAR CÁRDEAS A.	UMAG	[Handwritten Signature]



Facultad de Ciencias/ Universidad de Magallanes



Dr. Víctor Fajado Morales, Rector de la Universidad de Magallanes y el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), tienen el agrado de invitar a usted al Taller de Divulgación de Resultados del Proyecto FIP 2005-44 **"Bases Biológicas para el Manejo de Macroalgas Pardas en la XIIª Región"**, desarrollado conjuntamente con el Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad Arturo Prat, Sede Puerto Montt.

El evento se realizará este viernes 29 de junio entre las 9,30 y 13,00 horas en el Salón Mirador del Hotel Finis Terrae, Avenida Colon Nº 766, 6º piso, Punta Arenas. La actividad se encuentra abierta a académicos y estudiantes de la Universidad de Magallanes, representantes del sector público y privado, además de profesionales del área.

Se agradece confirmar asistencia al teléfono 207397 o a la dirección electrónica roy.miranda@umag.cl

Punta Arenas, junio de 2007



Los bosques de algas pardas de la Región de Magallanes representan la mayor reserva de biomasa del mundo. *Macrocystis pyrifera* comúnmente conocida como *lirio* es la especie dominante en el submarino de la XII Región, formando bosques submarinos de características especiales que albergan a numerosas especies de invertebrados y macroalgas. En la Región, existe un creciente interés por desarrollar una pesquería en torno a este recurso, que representa un gran potencial por las numerosas aplicaciones que tiene como materia prima en el cultivo de abalón, peces, como componente principal en la elaboración de biostimulantes para uso agrícola, en dietas para animales y la elaboración de alginatos, entre otros. Para ello es necesario disponer de información biológica de estos recursos para establecer las bases que fundamenten medidas de administración que aseguren la sustentabilidad de esta pesquería.

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
Dr. Andrés Mansilla
MSc. Nelson Navarro
MSc. Iván Cañete
MSc. (a) César Calderín
Tct. II. Axel Mauricio Palacios
Lic. Yulya Oyarzún
Contacto: andres.mansilla@unmag.cl
Departamento de Ciencias y Recursos Naturales
Av. Bulnes 01855, Itaja, 61-207009, Punta Arenas, Chile

UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
MSc. Marcela Avila
Ecol. Msc. Julián Cáceres
Instituto de Ciencia y Tecnología, Sede Puerto Montt
Contacto: marcela.avila@unap.cl, Ejercito 443, Itaja 65-438731,
Puerto Montt, Chile

TALLER: Propuesta de explotación y manejo para el recurso algas pardas en la Región de Magallanes

PROYECTO FIP N° 2005-44

"BASES BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE MACROALGAS PARDAS EN LA XII REGION"

Punta Arenas- Julio 2007

OBJETIVO GENERAL

Establecer las bases biológicas que sirvan como fundamento en la generación de medidas de administración para la explotación regulada de praderas de algas pardas en la XII Región.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la biología morfológica y reproductiva de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en praderas ubicadas en el sector norte, centro y sur de la XII Región.
- Determinar los periodos de mayor abundancia y máxima densidad de las poblaciones de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica* en la XII Región.
- Determinar el o los periodos óptimos de cosecha para las praderas de *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*, que permitan maximizar la biomasa obtenida conservando la capacidad productiva del recurso y sus efectos en la estructura de las comunidades que sustentan.
- Proponer y evaluar la aplicación de medidas de administración pesquera para el desarrollo de algas pardas en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Programación

9:00 - 09:05	Palabras de Bienvenida Autoridades Universitarias
9:05 - 9:25	Aspectos poblacionales de <i>M. pyrifera</i> y Flora asociada. Expositor: Dr. Andrés Mansilla , Universidad de Magallanes, Punta Arenas
9:25 - 9:40	Biología reproductiva de <i>M. pyrifera</i> en la Región de Magallanes Expositor: MSc Nelson Navarro , Universidad de Magallanes, Punta Arenas.
9:40 - 9:55	Flora asociada a <i>M. pyrifera</i> y <i>D. antarctica</i> Expositor: MSc. Iván Cañete , Universidad de Magallanes.
9:55 - 10:10	Caracterización Oceanográfica sobre praderas de <i>M. pyrifera</i> Expositor: MSc. Iván Cañete , Universidad de Magallanes.
10:10 - 10:35	Cafe
10:35 - 10:50	Dinámica poblacional y caracterización de praderas de <i>D. antarctica</i> en la Región de Magallanes Expositor: MSc Marcela Avila , Universidad Arturo Prat, Puerto Montt
10:50 - 11:10	Biología reproductiva y reclutamiento en poblaciones de <i>D. antarctica</i> en la Región de Magallanes Expositor: MSc (a) Julián Cáceres , Universidad Arturo Prat, Puerto Montt
11:10 - 11:25	Propuesta de plan de administración de praderas de algas pardas en la Región de Magallanes. Expositor: Dr. Sebastian Abades Consultor
11:25 - 12:00	Preguntas y Discusión
12:00	Cierre



Facultad de Ciencias/ Universidad de Magallanes

✓ 1	Patricio Diaz	Servicio Nacional de Pesca	21 de Mayo 1490	
✓ 2	Bernardo Troncoso	CORFO	Roca 817 Of. 24	
3	Isa Maria Muzio	CORFO	Roca 817 Of. 24	
4		IFOP Erik Dana Valdesenb	Enrique Abello N° 0552	
5		Gobierno Regional	Plaza Muñoz Gamero N° 1072	
6		Secretaria Regional Ministerial de Economia	Plaza Muñoz Gamero N° 762 Piso N° 2	
7		Conama	Lautaro Navarro N° 363	MIRNA GALLARDO PIVANONE RUT: 9 430 4000 4 SECRETARIA CONAMA XII
✓ 8	Marcela Marquez	Sub - Pesca	21 de Mayo 1490	
✓ 9	Eduardo Barros	Secretaria Regional del Trabajo	Pedro Montt 853	
✓ 10	Jose Retamales	Instituto Antartico Chileno	Plaza Muñoz Gamero N° 1055	
11	Francisco Ayarza Ordenes	Nautilus	Boliviana N° 803	
✓ 12	Marcelo Gonzalez	Sub - Pesca	21 de Mayo 1490	
✓ 13	Belgica Arismendi Carliao	Gobernadora Provincial Antartica Chilena	Ohiggins N° 187	
✓ 14	Bernard Johnson Huerta	Gobernación Maritima de Pto Williams	Miramar 96	
15	Maria Isabel Sanchez Lopez	Gobernación Provincial de Ultima Esperanza	Eberhard 417 Puerto Natales	
16	Patricio Cáceres	Algina S.A	Rio Seco Km 13,5 Norte Casilla 317	
17	Andres Holberg	Algina S.A	Rio Seco Km 13,5 Norte Casilla 317	
18	Juan Ivan Cafete	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes N° 01855	

Lista de recepción de invitaciones 2° Taller proyecto FIP N° 2005-44



Facultad de Ciencias/ Universidad de Magallanes

19	Claudia Salinas	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
20	Claudio Casciccia Sigado	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
21	Claudio Venegas Canelo	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
22	Maximo Frangopulos	CEQUA	Avenida Bulnes Nº 01855	
23	Pablo Gallardo	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
24	Victor Fajardo Morales	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
25	Alejandra Pinto	Subsecretaría de Pesca	Bellavista Nº 168 Piso 2 Valparaíso	
26	Ricardo Benzel Vidat	Gobernación Marítima de Punta Arenas	Av. Lib. B. O'Higgins Nº 1169	
27	Miguel Chavez Bolelli	Capitan de Puerto	Av. Lib. B. O'Higgins Nº 1169	
28		Sindicato de Pescadores	Lautaro Navarro Nº 1330	
29	Oriando Dollenz	Director del Dep. de Ciencias y Rec. Naturales	Avenida Bulnes Nº 01855	
30	Monica Buwinic	Relacionadora Publica	Avenida Bulnes Nº 01855	
31	Marisol Retamales	La Prensa Austral	Waldo Seguel 636	
32	Marcelo Perez	Televisión Nacional de Chile	21 de Mayo s/n Km 3 12	

[Handwritten signatures and date]
Julio 2007

Lista de recepción de invitaciones 2º Taller proyecto FIP Nº 2005-44



Facultad de Ciencias/ Universidad de Magallanes

19	Patricio Cáceres	Aigna S.A	Río Seco Km 13.5 Norte Casilla 317	
20	Andrés Holberg	Aigna S.A	Río Seco Km 13.5 Norte Casilla 317	
21	Juan Ivan Cañete	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
22	Claudia Salinas	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
24	Claudio Casiccia Sigado	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
25	Claudio Venegas Canelo	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
26	Maximo Frangopulos	CEQUA	Avenida Bulnes Nº 01855	
27	Pablo Gallardo	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
28	Victor Fajardo Morales	Universidad de Magallanes	Avenida Bulnes Nº 01855	
29	Alejandra Pinto	Subsecretaría de Pesca	Bellavista Nº 168 Piso 2 Valparaíso	
30	Alejandro Buschmann	Centro de Investigación U. de los Lagos	Carrilero a Chiquihue Km. 6 Pío. Monti	
31	Riveros Senel Vidal	Gobernación Marítima de Punta Arenas	Av. Ltb. B. O'Higgins Nº 1169	
32	Milvetti Chaves Cuatelli	Capitan de Puerto	Av. Ltb. B. O'Higgins Nº 1169	
33		Sindicato de Pescadores	Lautaro Navarro Nº 1330	
34	Urzua Lecaros	Universidad de Magallanes	Av. Bulnes Nº 01855	

Zonas
31-32
33-34
Declaro Valiente

Lista de asistencia 2° Taller proyecto FIP N° 2005-44



PROYECTO FIP N° 2005-44
 "BASES BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE MACROALGAS PARDAS EN LA
 XII REGION"

TALLER: Propuesta de explotación y manejo para el recurso algas pardas en la
 Región de Magallanes

Punta Arenas- Junio 2007

Nombre	Institución	Contacto (fono o e-mail)
CARLOS OLAVARRIA	CEQUA	colavarría@inach.cl
EMMA NEWCOMBE	University of Auckland, NZ	emma newcombe@gmail.com
Marcela González	Univ. Subpolar	marcelag@subpolar.cl
José Wamuel	INKEU	josewamuel@inceu.cl
Alejandro Tapia A	ACHS	(2) 6852131 atapia@achs.cl
Cecilia Pérez	D. Zoológico Parca	223658
Hda. Alejandra Pinto	Subsecretaría ITSC	32-2502730
Marcos Belle Ulla	ARBP	243017
MARCOS AQUILIN C	DANISCO CHILE S.A	MARCOS.AQUILIN@DANISCO.COM
Fernando Jor	COREPA	228061
Humberto Oliva	COREPA	8-5758618
José Silva	POA VATAONIA	615470 -
Catalina Salas	Reserva Antares	261440
P. Salas	Univ. U. de Chile	211822
Nelly Nuñez	CONAMA	nnunez.12@conama.cl
Mónica Zavala	Prodelmar	mzavala@prodelmar.cl
José Luis C.	Mujers SA	algas@lic.cl
María Laura Muñoz	COFTO	lmunoz@cofto.cl
Luis Castro	ALGINA SA	
Rosario L.	DIRECTEMAR	rvepa@directemar.cl
REYES PIAZZINI C	ERRATA ENS, PRODUCTORES PIAZZINI	reypiazzini@productores.cl
Marcele Anle	UNAP	marcele.anle@unap.cl



ANEXO 2

Fechas de salidas a terreno



Tabla Actividades de la Primera de prospección Expedición de Invierno.

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Carlos III	11-07-2006	Andrés Mansilla (Resp. Exp). Mauricio Palacios Nelso Navarro Cesar Cárdenas Julián Cáceres Iván Cañete Herman Cortés	<ol style="list-style-type: none"> 1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 2. Selección plantas para medir las variables morfológicas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 6. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>. 7. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 8. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>. 9. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea Antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento. 10. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>. 	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Primera de prospección Expedición de Invierno.

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Seno Duntze	13-07-2006		<p>1. Selección plantas para medir las variables morfométricas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>2. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>3. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p>	
	18-07-2006	Andrés Mansilla Mauricio Palacios Nelso Navarro Cesar Cárdenas Julián Cáceres Iván Cañete Herman Cortés	<p>4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas</p> <p>5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>6. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>8. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i></p> <p>9. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea Antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.</p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Primera de prospección Expedición de Invierno.

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla London	16-07-2006	Andrés Mansilla (Resp. Exp). Mauricio Palacios Nelso Navarro Cesar Cárdenas Julián Cáceres Iván Cañete Herman Cortés	<p>1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>2. Selección plantas para medir las variables morfométricas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>4. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas</p> <p>6. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>7. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>8. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>9. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea Antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.</p> <p>10. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Segunda Expedición de Primavera

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Carlos III	17-10-2006	Mauricio Palacios Nelso Navarro Iván Cañete Cesar Cardenas Nervio Saldivia Rafael Barría	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> 6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Segunda Expedición de Primavera

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía El Águila	19-10-2006	Mauricio Palacios Nelso Navarro Iván Cañete Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Rafael Barría	1. Selección plantas para medir las variables morfométricas <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación Y/M Chonos
			2. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			3. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			4. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas.	
			6. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			7. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	



Tabla Actividades de la Segunda Expedición de Primavera

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Seno Duntze	16-10-2006	Mauricio Palacios Nelso Navarro Iván Cañete Cesar Cardenas Nervio Saldivia Rafael Barría	<p>1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i></p> <p>3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas</p> <p>5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>. y <i>Durvillaea antarctica</i></p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Segunda Expedición de Primavera

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla London	15-10-2006	Mauricio Palacios Nelso Navarro Iván Cañete Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Rafael Barría	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 2. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Segunda Expedición de Primavera

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Caleta Olla	13-10-2006	Mauricio Palacios Nelso Navarro Iván Cañete Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Rafael Barria	1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación Y/M Chonos
			2. Selección plantas para medir las variables morfológicas <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez en <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			8. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Tamar	14-01-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Iván Cañete Cesar Cardenas Nervio Saldivia Rafael Barría	<p>1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>2. Selección plantas para medir las variables morfológicas <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas</p> <p>7. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea Antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.</p> <p>8. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i></p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Carlos III	12-01-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Iván Cañete Cesar Cardenas Nervio Saldivia Rafael Barría	1. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i> 2. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durillaea antarctica</i> . 3. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durillaea antarctica</i> . 4. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 6. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durillaea antarctica</i> 7. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía El Águila	19-01-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Iván Cañete Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Rafael Barría	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> 2. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> 3. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> 6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Seno Duntze	18-01-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Iván Cañete Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Rafael Barría	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> 2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> 6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla London	16-01-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Iván Cañete Cesar Cardenas Nervio Saldivia Rafael Barría	<p>1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.</p> <p>3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas.</p> <p>5.. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i></p> <p>6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i></p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Puerto Toro	15-01-2007	Mauricio Palacios Andres Mansilla Sylvain Faugeron Mutue Toyota Marcela González Angie Díaz Hugo Hidalgo Hugo Duamante	1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> .	Embarcación L/M Pelegrin
			2. Selección plantas para medir las variables morfométricas <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			4. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			5. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			7 Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía Tekenika	12-01-2007	Andres Mansilla Mauricio Palacios Sylvain Faugeron Mutue Toyota Marcela González Angie Díaz Hugo Hidalgo Hugo Duamante	1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i>	Embarcación L/M Pelegrin
			2. Selección plantas para medir las variables morfológicas <i>Macrocystis pyrifera</i>	
		3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>		
		4. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>		
		5. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>		
		6. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez y <i>Macrocystis pyrifera</i> .		
	13-01-2007		1. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	



Tabla Actividades de la Tercera Expedición de Verano

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía Orange	14-01-2007	Mauricio Palacios Andres Mansilla Sylvain Faugeron Mutue Toyota Marcela González Angie Díaz Hugo Hidalgo Hugo Duamante	1. Georreferenciación de las praderas <i>Macrocystis pyrifera</i> . 2. Selección plantas para medir las variables morfométricas <i>Macrocystis pyrifera</i> . 3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> 5. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> . 6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	Embarcación L/M Pelegrin



Tabla Actividades de la Cuarta Expedición de Otoño

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Tamar	11-05-2007	Mauricio Palacios Nelso Navarro Julián Cáceres Cesar Cardenas Nervio Saldivia Alvaro Garces	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas 5. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea Antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento 6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> . 7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Cuarta Expedición de Otoño

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Carlos III	13-05-2007	Mauricio Palacios Nelso Navarro Julián Cáceres Cesar Cardenas Nervsio Saldivia Alvaro Garces	<ol style="list-style-type: none">1. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i>2. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>.3. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>.4. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas6. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>7. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento8. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>.	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Cuarta Expedición de Otoño

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía El Águila	20-05-2007	Mauricio Palacios Nelso Navarro Julián Cáceres Cesar Cardenas Nervio Saldivia Alvaro Garces	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	Embarcación Y/M Chonos
			2. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			5 Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			7. Control de barazón de <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			6. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i>	



Tabla Actividades de la Cuarta Expedición de Otoño

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Seno Duntze	18-05-2007	Mauricio Palacios Nelso Navarro Julián Cáceres Cesar Cardenas Nervio Saldivia Alvaro Garces	<p>1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i></p> <p>2. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>.</p> <p>4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas</p> <p>5. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i></p> <p>6. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i></p> <p>7 Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i></p>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la Cuatra Expedición de Otoño

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla London	15-05-2007	Mauricio Palacios Nelso Navarro Julián Cáceres Cesar Cardenas Nervio Saldivia Alvaro Garces	1. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> . 2. Selección de grampones para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> . 3. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Durvillaea antarctica</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i> . 4. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas. 5.. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> 6. Actividad de poda de plantas <i>Macrocystis pyrifera</i> 7. Muestreo poblacional mediante cuadrantes <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	Embarcación Y/M Chonos



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía El Aguila	1-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> .	
			6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			7. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			8. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			9. Experimento de poda	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Tamar	3-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			7. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			8. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			9. Experimento de poda	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Parlamento (pradera nueva)	4-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos y georreferenciación de la pradera	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> . También se obtuvieron 20 plantas para determinar el parámetro morfométrico para estimar biomasa.	
			5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> y	
			6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			7. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			8. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			9. Experimento de poda	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla Carlos III	5-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			6. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Isla London	6-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			6. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía Tekenika	7-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			6. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			8. Experimento de poda	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Bahía Orange	8-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			6. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Puerto Toro	9-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			6. Marcaje de frondas de <i>Macrocystis pyrifera</i> para evaluación de tasa de crecimiento.	
			7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			8. Experimento de poda	



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Seno Duntze	12-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Durvillaea antarctica</i>	
			5. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
7. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>				



Tabla Actividades de la quinta Expedición de Invierno 2007

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Puerto Valdez (pradera nueva)	13-07-2007	Nelso Navarro Julián Cáceres Marcela González Cesar Cardenas Nersio Saldivia Sebastián Rossenfeld	1. Colecta de datos oceanográficos y georreferenciación de la pradera	Embarcación Y/M Chonos
			2. Colecta de Plancton asociados a bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			3. Selección de trozos frondas para determinar organismos asociados <i>Macrocystis pyrifera</i>	
			4. Selección de grampones y discos para determinar flora y fauna asociada <i>Macrocystis pyrifera</i> . También se obtuvieron 20 plantas para determinar el parámetro morfométrico para estimar biomasa.	
			5. Selección de trozos de fronda y esporofilas para determinar estado de madurez <i>Macrocystis pyrifera</i> y	
			6. Muestreo con cuadrantes para determinar flora y fauna asociada al bentos de las praderas	
			8. Caracterización de patrones de reclutamiento en los bosques <i>Macrocystis pyrifera</i>	



ANEXO 3

Bases de Datos



Índice de archivo de datos DBF

DSDINV.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, durante la estación de invierno del año 2006.

DSDPRI.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, durante la estación de primavera del año 2006.

DSDVER.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, durante la estación de verano del año 2007.

DSDOTO.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Seno Duntze, durante la estación de otoño del año 2007.

DILINV.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, durante la estación de invierno del año 2006..

DILPRI.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, durante la estación primavera del año 2006.

DILVER.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, durante la estación de verano del año 2007.

DILOTO.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla London, durante la estación de otoño del año 2007.

DITINV.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de invierno del año 2006.

DITPRI.DBF Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de primavera del año 2006.

DITVER.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de verano del año 2007

DITOTO.DBF. Datos poblacionales (biomasa, densidad y tamaño) de *Durvillaea antarctica* ubicada en Isla Tamar, durante la estación de otoño del año 2007.

DCRETA.DBF. Datos de crecimiento de frondas de *Durvillaea antarctica* para las 2 clases de tallas, en las poblaciones ubicadas en Seno Duntze, Isla London e Isla Tamar de la Región de Magallanes.

DMADDU.DBF. Datos brutos del estado de madurez de las frondas de *Durvillaea* en las poblaciones estudiadas de la Región de Magallanes.

DFENDU.DBF. Datos brutos de la fenología reproductiva de las frondas de *Durvillaea*, en las poblaciones estudiadas de la región de Magallanes.

DREGES.DBF. Datos de regeneración a partir de los cortes de estipe en frondas de *Durvillaea*, en las poblaciones estudiadas de la Región de Magallanes.

DREGFR.DBF. Datos de regeneración a partir de los cortes a nivel de lámina de la fronda de *Durvillaea*, en las poblaciones estudiadas de la Región de Magallanes.

DRECDU.DBF. Datos de reclutamiento para *Durvillaea* en las poblaciones estudiadas en la Región de Magallanes.

Índice de archivo de datos DBF *Macrocystis*



DDENSIMACROF.dbf. Datos poblacionales estacionales por transecta, cuadrante de juveniles, adultos y total por localidad para primavera, verano, otoño e invierno.

DFAUNADMACROF.dbf. Datos fauna (listado de especies) asociada a discos de *M. pyrifera* estacional y por localidad de muestreo, expresado en abundancia.

DFAUNADRESUMENMACROF.dbf. Datos por disco analizado, volumen de disco (cm³), número de especies identificadas, biomasa relacionada (grs) y abundancia.

DIRRMACRO.dbf. Datos de irradianza PAR expresada en $\mu\text{Watt/m}^2$ y por profundidad de las poblaciones de isla London, Seno Duntze e Isla Carlos III.

DMORMACROF.dbf. datos de morfometría de plantas de *Macrocystis pyrifera*, por localidad. Datos: biomasa PF (kg), longitud total (m), diámetro de disco (cm), número de estipes y altura de disco (cm).

DFLORBMACROF2.dbf. Datos flora (listado de especies) asociada a bentos de *M. pyrifera* estacional y por localidad de muestreo, expresado en grs/m^2 .

DFLORBMACROF1.dbf. Datos flora (listado de especies) asociada a bentos de *M. pyrifera* estacional y por localidad de muestreo, expresado en presencia y ausencia.

DFLORDMACROF1.dbf. Datos flora (listado de especies) asociada a discos de *M. pyrifera* estacional y por localidad de muestreo, expresado en presencia y ausencia.

DPOBMACROF.dbf. Datos poblacionales estacionales por transecta, cuadrante de la biomasa por planta (kg) y longitud (m).

DRECMACROF.dbf. Datos de reclutamiento de esporofitos de *M. pyrifera* en las poblaciones de bahía el Aguila, Isla Carlos III, seno Duntze e isla London (ind/m^2).

DREPROMACROF.dbf. Datos reproductivos de *M. pyrifera* estacional, por localidad, individuo, estado reproductivo (0= no reproductivo, 1= reproductivo), biomasa ES esporofilas (total en grs), biomasa E esporofila (biomasa reprod.) y % biomasa (porcentaje de biomasa reproductiva).

DVARMACRO.dbf. Datos de varazon de *M. pyrifera* durante otoño en la localidad de Bahía el Águila, expresada en biomasa de plantas (kg) y su longitud (m).



ANEXO 4

Fotografico



ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Población Natural de <i>M. pyrifera</i> en Isla Tamar (Provincia de Ultima Esperanza).	334
Foto 2. Población Natural de <i>M. pyrifera</i> en Bahía El Águila, ubicada en la bahía del mismo nombre (Estrecho de Magallanes).	334
Foto 3. A: Población Natural de <i>D. antarctica</i> ; B: Ejemplares de <i>D. antarctica</i> utilizados en los análisis de morfometría para la población de Isla Carlos III	334
Foto 4. A: Población Natural de <i>M. pyrifera</i> en Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes), actividad de demarcación de la población en estudio; B: Extracción de individuos de <i>M. pyrifera</i> para análisis morfométricos; C: Plantas adultas de <i>M. pyrifera</i> ; D: Planta de <i>M. pyrifera</i> con moluscos asociados.	335
Foto 5. A: Población Natural de <i>D. Antarctica</i> en Seno Duntze (Canal Cockburn); B: Mediciones de longitud de plantas de <i>D. antarctica</i> ; C y D: Medición de diámetro de estipes y grampones de <i>D. antarctica</i> ; E: Estipes de <i>D. antarctica</i> ; D. Corte de estipes de <i>D. antarctica</i> .	336
Foto 6. A: Población natural de <i>D. antarctica</i> , sobre plataforma de macizo rocoso; B, estimación de densidad de plantas de <i>D. antarctica</i> ; C y D: Marcaje de plantas de <i>D. antarctica</i> .	337
Foto 7. A) Corte inicial a nivel del estipe durante la estación de invierno. B) Necrosis corte de estipe después de 3 meses. C) Regeneración de cortes de estipes. D) Corte inicial a nivel de la lámina de la fronda durante la estación de invierno. E) Regeneración de cortes de lámina. F) Necrosis corte de lámina.	337
Foto 8. Población Natural de <i>M. pyrifera</i> en Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada en las proximidades del Canal Cockburn, correspondiente a la zona centro de la Región de Magallanes.	338
Foto 9. Población Natural de <i>M. pyrifera</i> en Isla London ubicada en el Canal Brecknock, correspondiente a la zona centro de la Región de Magallanes.	339
Foto 10. Población de <i>Macrocystis pyrifera</i> ubicada al interior del Canal Beagle (Caleta Olla), dicha población se caracteriza por estar ubicada en una zona de alta influencia de cuerpo de agua dulce aportados por los sistemas de glaciares, que son abundantes a lo largo del canal Beagle.	339
Foto 11. Poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> de Bahía Tekenika ubicada en la Provincia de Cabo de Hornos (sector Sur de la Región de Magallanes) destacándose la presencia de grandes individuos por sobre los 50 metro de longitud y mas de 100 kg de biomasa húmeda.	340
Foto 12. Poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> de Bahía Orange (Providencia de Cabo de Hornos), de las cuales destaca su extensión a lo largo de la costa.	340
Foto 13. Poblaciones naturales de <i>Macrocystis pyrifera</i> ubicadas en Puerto Toro, las que caracterizar por formar cordones extensos a lo largo de la costa con un promedio de 40 metros de ancho.	341
Foto 14. Frondas reproductivas (esporofilas) de <i>Macrocystis pyrifera</i> de Isla London (Canal Brecknock).	341
Foto 15. Organismos asociados al grampón o bajo el dosel de <i>M. pyrifera</i> , Isla London	342



Canal Brecknock. A: Estimación de densidad de *M. pyrifera*; B: grampón de *M. pyrifera*; C: Tubos del poliqueto *Chaetopterus variopedatus*; D: Juvenil de *Lithodes santolla*; E: bivalvo *Gaimardia trapesina*; F: Nudibranquio dorado; G: Actinia *Antholoba achates*; H: Esponjas.

Foto 16. Aspectos metodológicos y asociaciones en Bosques de algas pardas. A: Fotografía submarina de Bosques de *M. pyrifera*; B: Grampón o disco de fijación de *M. pyrifera*; C y D: Marcaje de plantas de *M. pyrifera*; E, F y G: Macroalgas asociadas a *M. pyrifera*, *Lessonia sp.*, *Desmarestia sp.* y *Gigartina skottsbergii*, respectivamente.

343

Foto 17. Organismos asociados al grampón o bajo el dosel de *M. pyrifera*. A: gastrópodo *Pareuthria plumbea*; B: gastrópodo *Odontocymbiola magellanica*; C: equinoideo *Arbacia dufresnei*, actinia indeterminada y el cirripedio *Austromegabalus psittacus*; D: equinipideo comestible *Loxechinus albus*; E: Briozoo no identificado; F: holoturias no identificadas; G: bivalvo *Gaimardia trapesina*; H: lapa *Nacella mytilina*.

344



Foto 1. Población Natural de *M. pyrifera* en Isla Tamar (Provincia de Ultima Esperanza).



Foto 2. Población Natural de *M. pyrifera* en Bahía El Águila, ubicada en la bahía del mismo nombre (Estrecho de Magallanes).

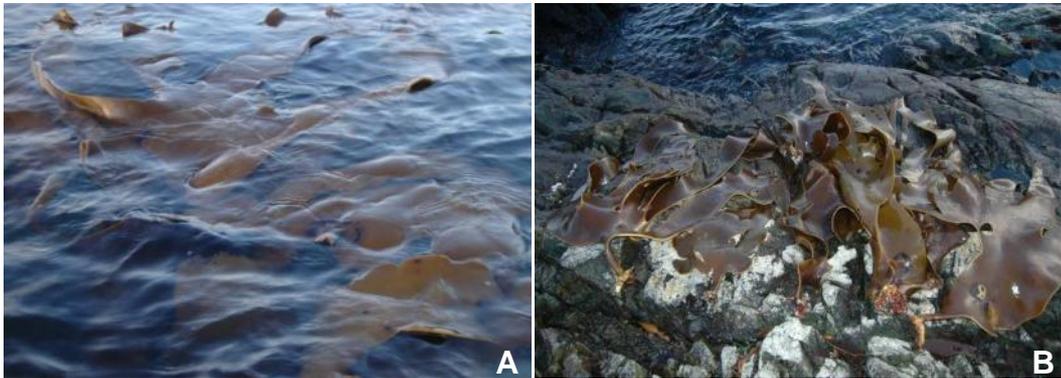


Foto 3. A: Población Natural de *D. antarctica*; B: Ejemplares de *D. antarctica* utilizados en los análisis de morfometría para la población de Isla Carlos III



Foto 4. A: Población Natural de *M. pyrifera* en Isla Carlos III (Estrecho de Magallanes), actividad de demarcación de la población en estudio; B: Extracción de individuos de *M. pyrifera* para análisis morfométricos; C: Plantas adultas de *M. pyrifera*; D: Planta de *M. pyrifera* con moluscos asociados.

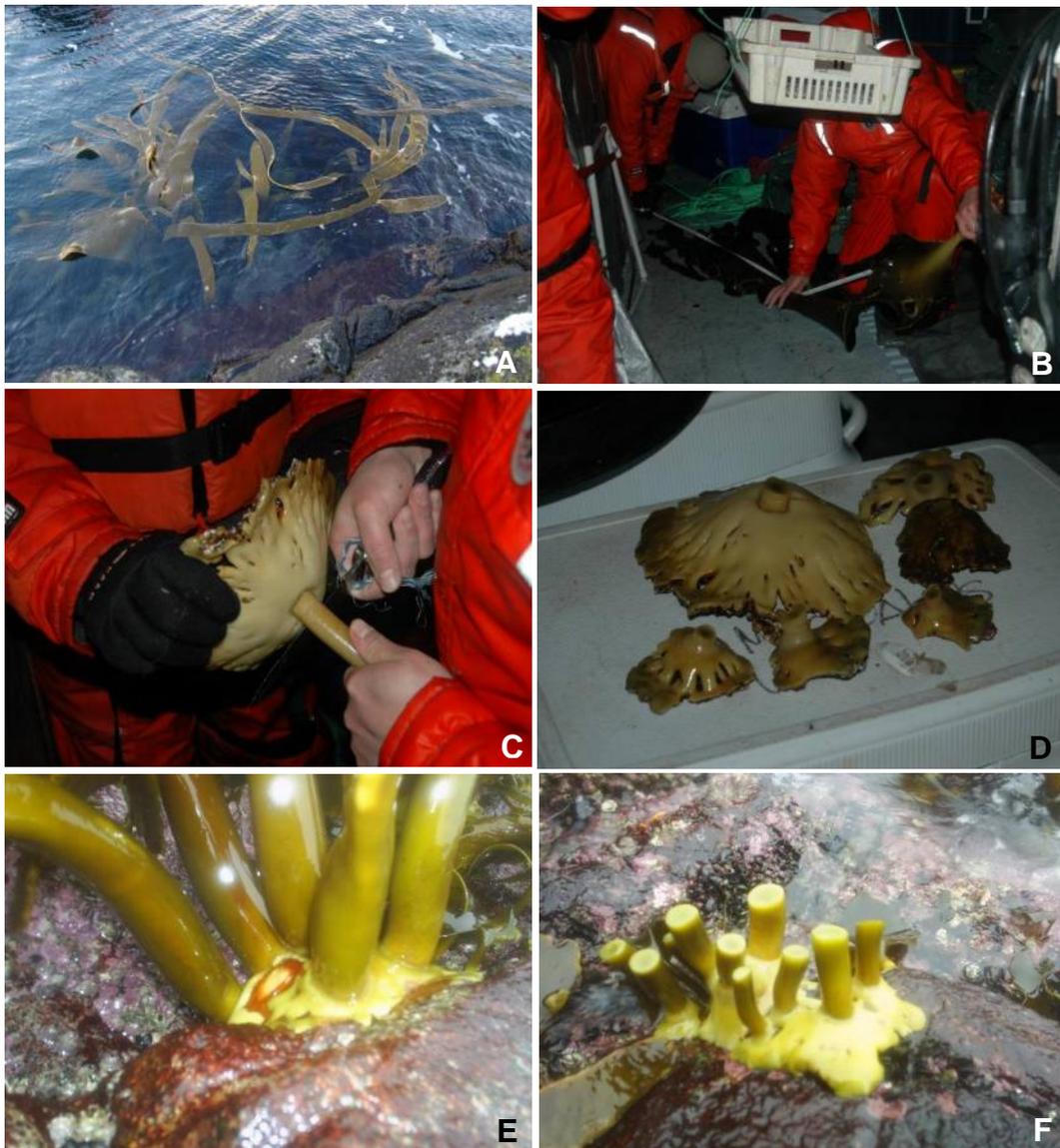


Foto 5. A: Población Natural de *D. Antarctica* en Seno Duntze (Canal Cockburn); B: Mediciones de longitud de plantas de *D. antarctica*; C y D: Medición de diámetro de estipes y grampones de *D. antarctica*; E: Estipes de *D. antarctica*; D. Corte de estipes de *D. antarctica*.



Foto 6. A: Población natural de *D. antarctica*, sobre plataforma de macizo rocoso; B, estimación de densidad de plantas de *D. antarctica*; C y D: Marcaje de plantas de *D. antarctica*.

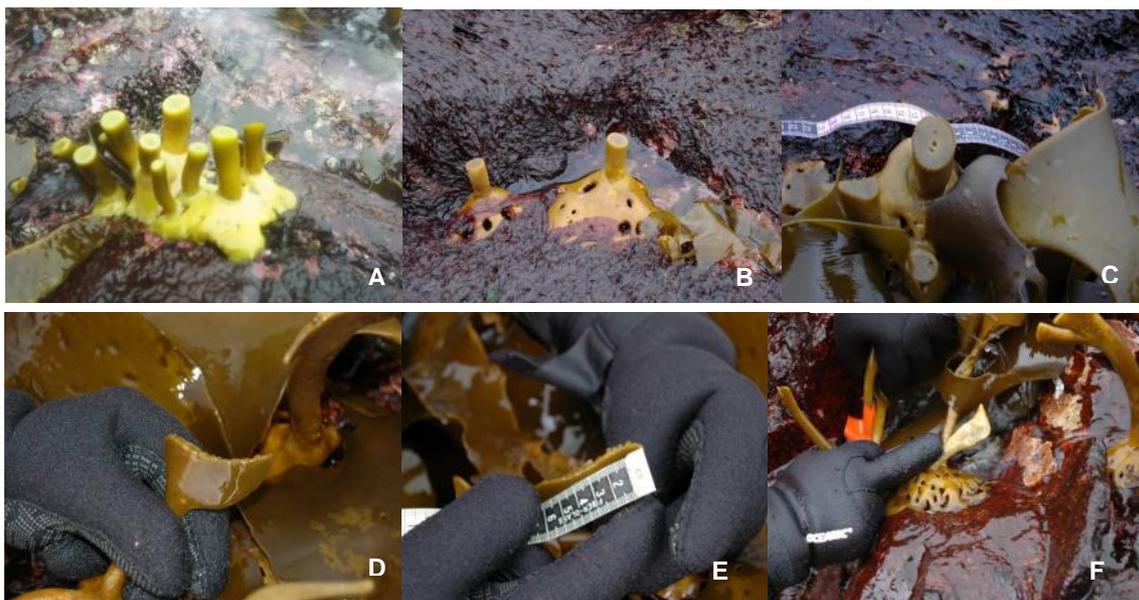


Foto 7. A) Corte inicial a nivel del estipe durante la estación de invierno. B) Necrosis corte de estipe después de 3 meses. C) Regeneración de cortes de estipes. D) Corte inicial a nivel de la lámina de la fronda durante la estación de invierno. E) Regeneración de cortes de lámina. F) Necrosis corte de lámina.



Foto 8. Población Natural de *M. pyrifera* en Seno Duntze (Isla Clarence) ubicada en las proximidades del Canal Cockburn, correspondiente a la zona centro de la Región de Magallanes.



Foto 9. Población Natural de *M. pyrifera* en Isla London ubicada en el Canal Brecknock, correspondiente a la zona centro de la Región de Magallanes.



Foto 10. Población de *Macrocyctis pyrifera* ubicada al interior del Canal Beagle (Caleta Olla), dicha población se caracteriza por estar ubicada en una zona de alta influencia de cuerpo de agua dulce aportados por los sistemas de glaciares, que son abundantes a lo largo del canal Beagle.



Foto 11. Poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Tekenika ubicada en la Provincia de Cabo de Hornos (sector Sur de la Región de Magallanes) destacándose la presencia de grandes individuos por sobre los 50 metro de longitud y mas de 100 kg de biomasa húmeda.



Foto 12. Poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* de Bahía Orange (Provincia de Cabo de Hornos), de las cuales destaca su extensión a lo largo de la costa.



Foto 13. Poblaciones naturales de *Macrocystis pyrifera* ubicadas en Puerto Toro, las que caracterizar por formar cordones extensos a lo largo de la costa con un promedio de 40 metros de ancho.



Foto 14. Frondas reproductivas (esporofilas) de *Macrocystis pyrifera* de Isla London (Canal Brecknock).

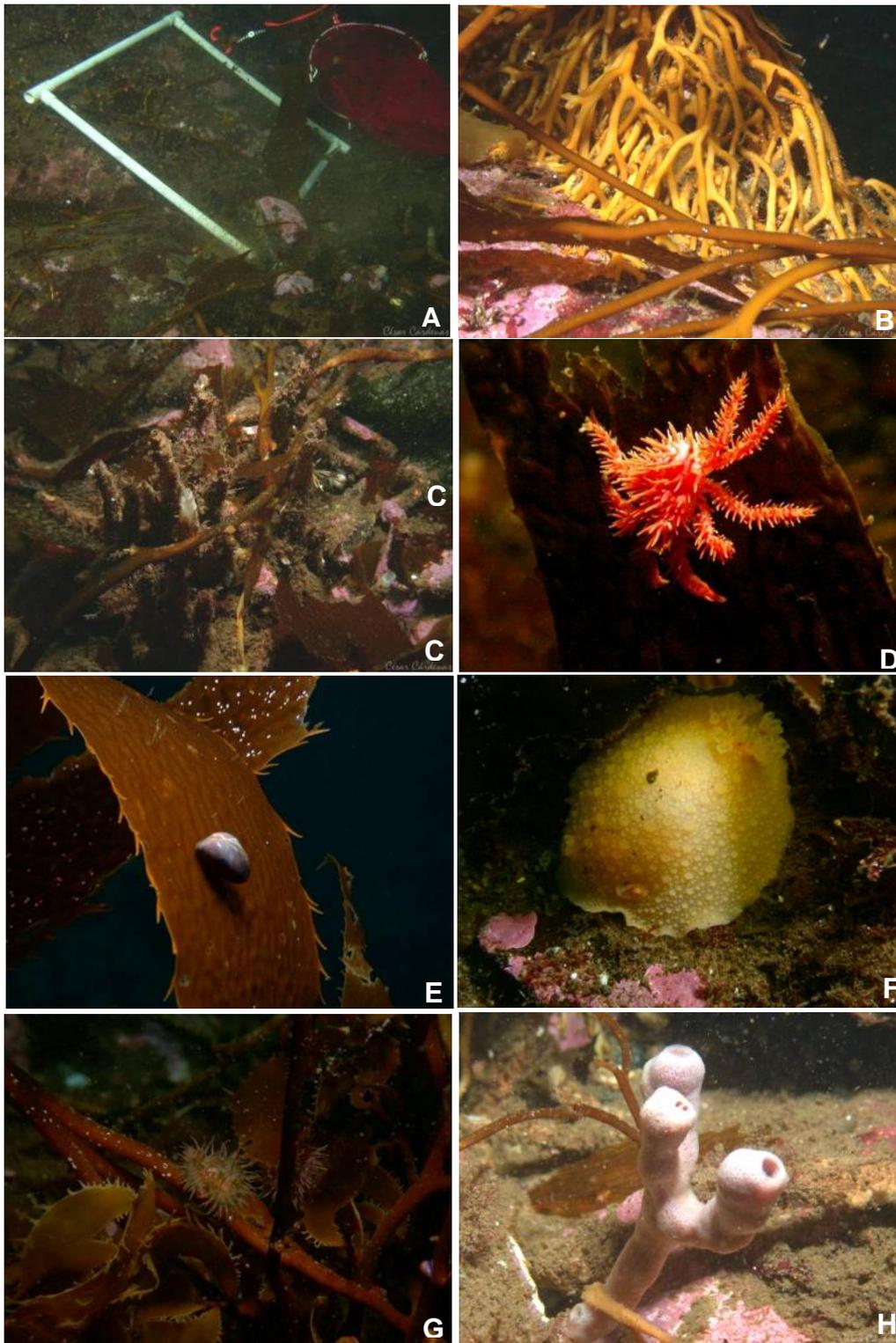


Foto 15. Organismos asociados al grampón o bajo el dosel de *M. pyrifera*, Isla London Canal Brecknock. A: Estimación de densidad de *M. pyrifera*; B: grampón de *M. pyrifera*; C: Tubos del poliqueto *Chaetopterus variopedatus*; D: Juvenil de *Lithodes santolla*; E: bivalvo *Gaimardia trapesina*; F: Nudibranquio dorado; G: Actinia *Antholoba achates*; H: Esponjas.



Foto 16. Aspectos metodológicos y asociaciones en Bosques de algas pardas. A: Fotografía submarina de Bosques de *M. pyrifera*; B: Grampón o disco de fijación de *M. pyrifera*; C y D: Marcaje de plantas de *M. pyrifera*; E, F y G: Macroalgas asociadas a *M. pyrifera*, *Lessonia sp.*, *Desmarestia sp.* y *Gigartina skottsbergii*, respectivamente.

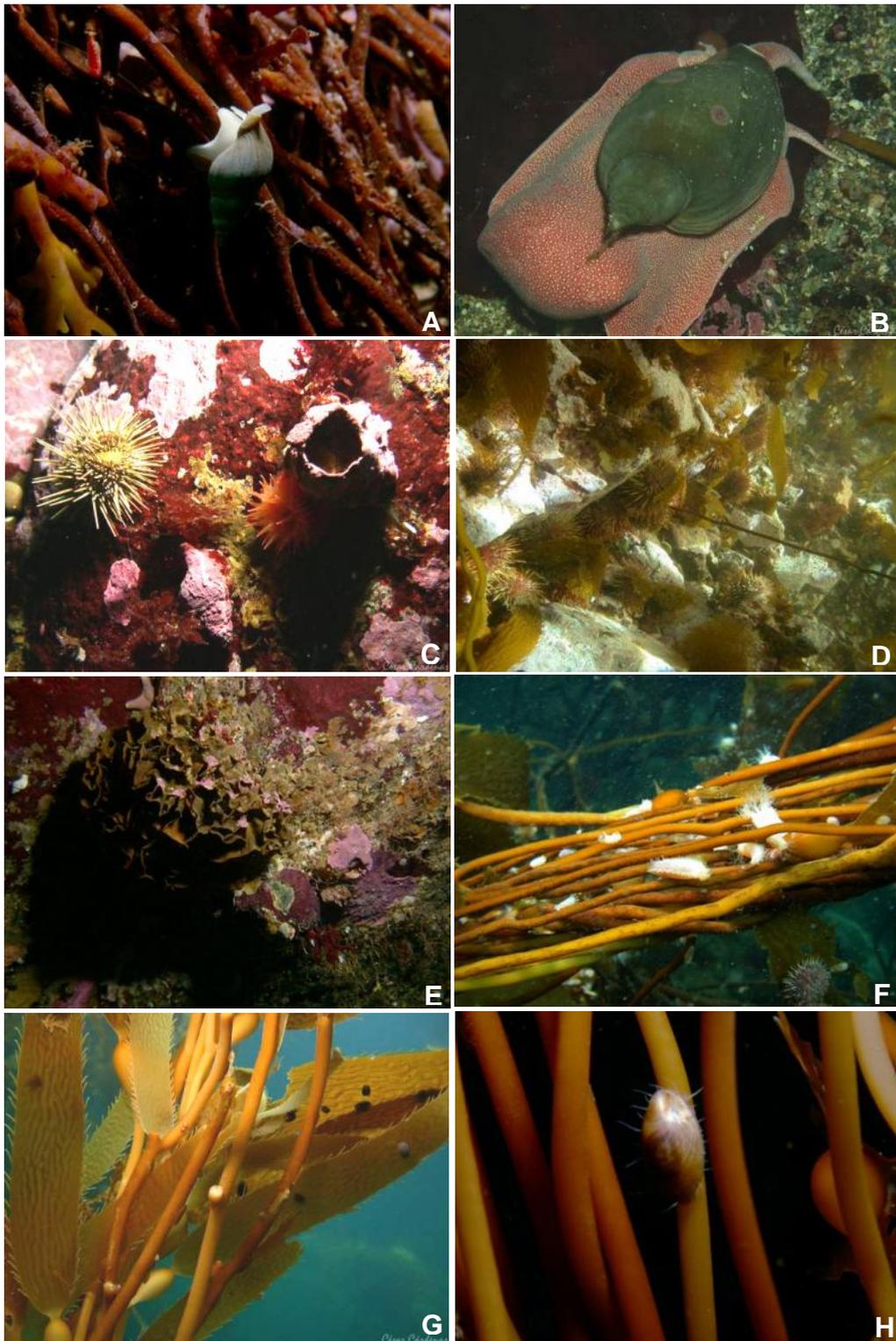


Foto 17. Organismos asociados al grampón o bajo el dosel de *M. pyrifera*. A: gastrópodo *Pareuthria plumbea*; B: gastrópodo *Odontocymbiola magellanica*; C: equinoideo *Arbacia dufresnei*, actinia indeterminada y el cirripedio *Austromegabalus psittacus*; D: equinipideo comestible *Loxechinus albus*; E: Briozoo no identificado; F: holoturias no identificadas; G: bivalvo *Gaimardia trapesina* ; H: lapa *Nacella mytilina*.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMI, M. & GORDILLO, S. 1999. Structure and dynamics of the biota associated with *Macrocystis pyrifera* from the Beagle Channel, Tierra del Fuego. In: Arntz W.E. & Rios C. (eds), *Magellan-Antarctic: Ecosystem that drifted apart*. Sci. mar., 63: 183-191.
- ALVEAL, K. 1970. Estudios ficoecológicos de la Región costera de Valparaíso. Rev. Biol. Mar. Valparaíso. 14: 7-88.
- ALVEAL, K. 1971. El ambiente costero de Montemar y su expresión biológica. Rev. Biol. Mar. Valparaíso. 14: 85-129.
- ALVEAL, K. H. ROMO & J. VALENZUELA. 1973. Consideraciones ecológicas de las regiones de Valparaíso y de Magallanes. Revista de Biología Marina, Valparaíso 15:1-29.
- ALVEAL, K. H. ROMO & M. AVILA. 1982. Estudios del ciclo de vida de *Macrocystis pyrifera* de Isla Navarino, Chile. Gayana Botánica, 39: 1-12.
- ALVEAL, K. & H ROMO. 1995. Estudios zonacionales. En: Manual de Métodos Ficológicos (Alveal, K., M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar, eds). Universidad de Concepción, Chile. pp 611-641.
- ANDERSON, M. J., C. E. DIEBEL, W. M. BLOM, T. J. LANDERS. 2005. Consistency and variation in kelp holdfast assemblages: Spatial patterns of biodiversity for the major phyla at different taxonomic resolutions. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. (article in press).
- ANTEZANA T. 1999. Hydrographic features of Magellan and Fuegian inland passages and adjacent Subantarctic waters. Scientia Marina 63 (suppl. 1): 183-191.
- ANTEZANA, T. & M. HAMAMÉ. 1999. Short-term changes in the plankton of a highly homogeneous basin of the Strait of Magellan (Paso Ancho) during spring 1994. *Sci. Mar.*, 63 (Supl. 1): 59-67.
- AVILA, M., K. ALVEAL & H. ROMO 1982. Comunidades de algas epífitas en *Macrocystis pyrifera* de Isla Navarino, Chile. Gayana Botánica, 38: 1-16.
- AVILA, M., M. NUÑEZ, A. CANDIA, H. PAVEZ, H. CORTEZ, S. CORNEJO. 2001. Investigación y manejo de praderas de luga en la XII Región. Informe final proyecto FIP-IFOP 82 pp.
- BAHAMONDE, R, C. ARANA & A. RIUTORT. 1976. Evaluación de las praderas de algas pardas (*Macrocystis pyrifera*) en la zona de Navarino, Fomento Pesquero, Chile, pp 1-30.
- BOLLEN, K. A. 1989. Structural equations with latent variables. Wiley, NY.
- BROWN, M.T. 1998. The seaweed resources of New Zealand In Critchley AT, Ohno M (eds.), Seaweed Resources of the World, Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, pp. 127– 137.
- BUSCHMANN, A, K ALVEAL & H ROMO. 1984. Biología de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilliales) en Chile centro-sur, morfología y producción. Mem. Asoc. Latin. Acuicult 5: 399-406.
- BUSCHMANN, A. H. , J. A. VASQUEZ, P. OSORIO, E. REYES, L. FILUN, M-C. HERNÁNDEZ-GONZALEZ, A. VEGA. 2004. The effect of water movement, temperature and salinity on abundance and reproductive patterns of *Macrocystis spp.* (Phaeophyta) at different latitudes in Chile. Mar Biol 145: 849-862.



- BUSTAMANTE, R. & J. C. CASTILLA. 1990. Impact of Humana exploitation on populations of the intertidal southern bull-kelp *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaeales) in central Chile. *Biological Conservation* 52: 205-220.
- CÁRDENAS, CA, JI CAÑETE, S OYARZÚN & A MANSILLA. 2007. Podding of juvenile king crabs *Lithodes santolla* (Molina, 1782) (Crustacea) in association with holdfast of *Macrocystis pyrifera* (Linnaeus) C. Agardh, 1820. *Investigaciones Marinas* 35 (1): 105-110.
- CASTILLA, J.C., VASQUEZ J., JULLIAN A. & LARREA A., 1985. Invertebrados y mamíferos marinos de importancia económica que viven asociados con los cinturones de *Macrocystis pyrifera*, Canal Beagle, pp.610-653. In: *Biología y Factibilidad de Utilización de praderas de Macrocystis pyrifera en Puerto Toro, Isla Navarino, Chile* (informe de circulación limitada preparado para el estado mayor general de la armada de Chile).
- CASTILLA, JC 1985. Food webs and functional aspects of the kelp, *Macrocystis pyrifera*, community in the Beagle Channel, Chile. In: WR Siegfried, PR Condy & RM Laws (eds), *Antarctic nutrient cycles and food webs*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 407-414.
- CASTILLA, J. C. & R. BUSTAMANTE. 1989. Human exclusion from intertidal rocky shore of Las Cruces, Central Chile: Effects on *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaeales). *Marine Ecology Progress Series* 50(3): 203-214.
- CHAPMAN, A .R .O & C. R. JOHNSON. 1990. Disturbance and organization of macroalgal assemblages in the Northwest Atlantic. *Hydrobiologia* 192: 77-121.
- CLAYTON MN. 1981. Correlated studies on seasonal changes in the sexuality, growth rate, and longevity of complanate *Scytosiphon* (Scytosiphonaceae, Phaeophyta) from Southern Australia growing in situ. *J. Exp. Mar. Ecol.* 51:87-96.
- COLLANTES, G. A. MERINO & V. LAGOS. 2002. Fenología de la gametogenesis, madurez de conceptáculos, fertilidad y embriogénesis en *Durvillaea antarctica* (Chamizo) Hariot (Phaeophyta, Durvillaeales). *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 37(1): 83-112.
- COYER, J. A., SMITH G.J & ANDERSEN R.A. 2001. Evolution of *Macrocystis* spp. (Phaeophyceae) as determined by ITS1 and ITS2 sequences. *J. Phycol.* 37: 574-585.
- CRUZ, L. E., RICQUE, D., TAPIA, M. & GUAJARDO, C. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. In: Cruz L. E., Ricque D., Tapia M., Olvera M. A., Civera R. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 2000. p 227-266.
- DIECKMAN GS. 1980. Aspecto of the ecology of *Laminaria pallida* (Grev.)J. Ag. Off the Cape Península. South Africa. I. Seasonal Growth. *Botanica Marina* 23: 579-585.
- DOTY, M. 1971. Measurement of water movement in referente to benthic algal growth. *Botanica Marina*, vol. XIV: 32-35.
- DÜRR, S. 2003. Factors influencing Structure and Dynamics of Subtidal Assemblages on Walls at a South Eastern Australian Rocky Reef.. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel 97 pp.
- EYRAS, MC. & A. BORASO DE ZAIXSO. 1994. Aspectos de la estrategia reproductiva de *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta, Laminariales) en las poblaciones de la costa Argentina. *Naturalia patagónica, Ciencias Biológicas* 2: 33-47.



- FDI. 2001. Diversificación Tecnológica de Algas Pardas Nacionales, Fundación Chile. Séptimo Concurso Nacional FDI. p. 23.
- FIP N° 2003-19. Evaluación y manejo de praderas de feófitas en la Provincia de Arauco. Informe Final. 152 pp + figuras.
- GARNET J. H & J. DAVENPORT. 2006. Epifaunal composition and fractal dimensions of intertidal marine macroalgae in relation to emersion. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*. 86: 1297-1304
- GEE J.M. R.M. WARWICK. 1994. Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 103: 141-150.
- GHELARDI RJ 1971. Species structure of the holdfast community. In: WJ North (ed.), *The biology of giant kelp beds (Macrocystis) in California*. *Nova Hedwigia* 32: 381-420.
- HAMAMÉ, M. & T. ANTEZANA. 1999. Chlorophyll and zooplankton in microbasin along the Starits of Magallanes-Beagle Channel passage. *Scientia Marina* 63: 35-42.
- HEISE, D.R. 1975. *Causal analysis*. Wiley, NY.
- HOFFMANN A. & SANTELICES B. 1997. *Flora Marina de Chile Central*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 434 pp.
- KELLY, B. J. & BROWN, M. T. 2000. Variations in the alginate content and composition of *Durvillaea antarctica* and *D. willana* from southern New Zealand *Journal of Applied Phycology* 12: 317-324,
- KLINE, R. B. 1998. *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford Press, NY.
- LOEHLIN, J. 1991. *Latent variable models: An introduction to factor, path and structural analysis*. Hillsdale, NJ.
- MANSILLA, A., M. PALACIOS, N. NAVARRO & V. RIQUELME. 2003. Studies on the populations of *Macrocystis pyrifera* (L.) C, Agardh in Tierra del Fuego, Chile. (Datos preliminares). Extended Abstracts of the IBMANT/ANDEEP internacional Symposium & Workshop (Arg.): 159-160 p.
- MANSILLA. A, N. P. NAVARRO, J. PLANA, M. PALACIOS, M. GUERRERO, N. HERNÁNDEZ, A. BORQUEZ, P. SÁEZ, I. SALGADO, K. GONZÁLEZ & P. DANTAGNAN. 2005. Producción de harina de macroalgas (*Macrocystis pyrifera*) y su utilización como ingrediente para la alimentación de salmónidos en la Región de Magallanes y Antártica Chilena. Informe Técnico Proyecto FONDEF DO11-1164.
- MORENO C. A. & F. JARA. 1984. Ecological studies on fish fauna associated with *Macrocystis pyrifera* belt in the South of Fuegiab Island, Chile *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 15: 99- 107.
- NEUSHUL, M. 1971. The species of *Macrocystis* with particular reference to those of North and South America. In: *Biology of Giant Kelp Beds (Macrocystis) in California* (ed. by W.J. North) pp, 211-222.
- NORTH, W. J. 1971. *Biology of Giant Kelp Beds (Macrocystis) in California*. *Beih. Nova Hedw.* 32, J. Cramer, Lehre.
- OJEDA, F. P. & B. SANTELICES. 1984. Invertebrate communities in holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* 16: 65-73.



OLSSON, U. H., FOSS T., TROYE, S. V. & R. D. Howell. 2000. The performance of ML, GLS, and WLS estimation in structural equation modeling under conditions of misspecification and nonnormality. *Structural Equation Modeling* 7: 557 – 595.

PALACIOS, M. & MANSILLA A. 2003. Desarrollo de gametofitos y esporofitos de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agarth (Laminariales: Lessoniaceae) de la Región de Magallanes en condiciones de laboratorio. *Anales del Instituto de la Patagonia, Ex Serie Ciencias Naturales*, V 31: 43-63.

PETTIJOHN, FJ. 1963. Rocas sedimentarias. Buenos Aires. Eudeba. 731 p. (manuales de Eudeba/Ciencias Naturales).

PLANA J, MANSILLA A, PALACIOS M & NAVARRO NP. 2007. Population study of *Macrocystis pyrifera* (L.) c. agardh (laminariales: phaeophyta) in wave protected and exposed environments in tierra del fuego. *Gayana (Concepc.)*, June 2007, vol.71, no.1, p.66-75.

RAMIREZ, M. E. & B. SANTELICES. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Monografías Biológicas Nº 5. Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile. Publicaciones periódicas, Vicerrectoría Académica.

REED DC, EBELING AW, ANDERSON TW, ANGHERA M. 1996. Differential reproductive responses to fluctuating resources in two seaweeds with different reproductive strategies. *Ecology* 77:300– 316.

RÍOS, C., E. MUTSCHKE, & Y. CARICEO. 2003. Estructura poblacional de *Pseudechinus magellanicus* (Philippi 1857) (Echinoidea: Temnopleuridae) en grampones de la macroalga sublitoral *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh en el estrecho de Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia*, 31:75-86.

RÍOS, C. WE ARNTZ, D GERDES, E. MUTSCHKE & A MONTIEL. 2007. Spatial and temporal variability of the benthic assemblages associated to the holdfast of the kelp *Macrocystis pyrifera* in the Strait of Magellan, Chile. *Polar Biology*

ROMO, H. , K. ALVEAL & M. AVILA. 1984. El efecto de la poda en sobrevivencia, tamaño y rendimiento de *Macrocystis pyrifera* (L.) Ag. (LESSONIACEAE) de Isla Ambarino. Chile. *Gayana, Bot.* (41(1-2): 127-135.

SANTELICES, B. J. C. CASTILLA, J. CANCINO & P. SCHMIEDE. 1980. Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in Central Chile. *Mar. Biol.* 59: 119-132.

SANTELICES B. 1981. Informe final Biología y factibilidad de utilización de praderas de *Macrocystis pyrifera* en Puerto Toro, Isla Ambarino, Chile. 686 pp.

SANTELICES B. 1982. Bases Biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta Laminariales) en Chile Central. *Monografías Biológicas* 2: 135 – 150

SANTELICES, B. 1989. *Algas Marinas de Chile*. Ed. Universidad Católica de Chile. 1989.

SANTELICES, B., 1992. Interacciones ecológicas en praderas de *Macrocystis pyrifera* de la Región Subantártica Chilena. pp. 501-507. En: V.A. Gallardo, O. Ferreti & H. Moyano (eds). *Oceanografía en Antártica*. Centro EULA-Universidad de Concepción. Chile.

SANTELICES B. & F. P OJEDA. 1984a. Effect of canopy removal on the understory algal community structure of coastal forest of *Macrocystis pyrifera* from southern South America. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 14: 175-183.



SANTELICES, B. & F.P. OJEDA. 1984b. Population dynamics of coastal forests of *M. pyrifera* in Puerto Toro, Isla Navarino, Southern Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 14: 175-183.

SANTELICES, B. & J. C. CASTILLA. 1981. Nota sobre la biomasa y productividad de cinturones costeros de *Macrocystis pyrifera* en el área del canal Beagle. En: Santelices B. (ed), *Biología y factibilidad de utilización de Macrocystis pyrifera en Puerto Toro, Isla Navarino, Chile. Informe Final.* (informe de circulación limitada preparado para el estado mayor general de la armada de Chile).

SEPÚLVEDA, R, RA MORENO & FD CARRASCO. 2003. Diversidad de *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermareal rocoso de Cocholgue, Chile. *Gayana* 67: 45-54.

SERNAPESCA. 2000-2004. Estadísticas pesqueras. República de Chile, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. <http://www.sernapesca.cl>.

SHIPLEY, B. 2000. *Cause and correlation in Biology: A user's guide to path analysis, structural equations and causal inference.* Cambridge University Press, UK.

SIEVERS, H., C. CALVETE & N SILVA. 2002. Distribución de características físicas, masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes (Crucero Cimar Fiordo 2), Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 25: 17-43.

SILVA N, H. SIEVERS & R. PRADO. 1995. características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile, entre 41°20' S y 46°40'S. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 30: 207-254.

SILVA N, C CALVETE & H SIEVERS. 1998. Masas de aguas y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero Cimar Fiordo 1). *Ciencia y Tecnología del Mar* 21: 17-48.

SPIRITES, P., RICHARDSON, T., MEEK, C., SCHEINES, R. & C. GLYMOUR. 1998. Using path diagrams as a structural equation modeling tool. *Sociological Methods & Research* 27: 182-225.

STEEL, R. G. D. & J. H. TORRIE. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos.* 2° edición, McGraw Hill, Mexico. 622 pp.

STEPHENSON , T.A. & A. STEPHENSON. 1949. The universal features of zonation between tide marks on rocky coasts. *J. Ecol.* 289-305.

VALDENEGRO A & N SILVA. 2003. Caracterización oceanográfica física y química de canales y fiordos australes de Chile entre el estrecho de Magallanes y cabo de Hornos (Cimar 3 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar* 26: 19-60.

VÁSQUEZ JA 1993. Effects of the animal community of dislodgement of holdfast of *Macrocystis pyrifera*. *Pacific Science* 47: 180-184.

VÁSQUEZ, J. A., 1999. The effect of harvesting on brown seaweeds: a social, ecological and economical importance resource. *World Aquaculture Magazine*, 31 (1): 19- 22.

VÁSQUEZ, J. A. 1991. Variables morfométricas y relaciones morfológicas de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986, en una población submareal del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 271-279.



- VÁSQUEZ, J. A. 1992. *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case study for a structural and geographical comparison. In Seeliger U. (ed). Coastal Plants of Latin America: 77-89. Academic Press. San Diego.
- VÁSQUEZ JA. 1993a. Patrones de distribución de poblaciones submareales de *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. Serie Ocasional 2: 187-211. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. Coquimbo. Chile.
- VÁSQUEZ, J.A. 1993b. Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to *Lessonia trabeculata* kelp beds in northern Chile. Serie Ocasional, Facultad de Ciencias del Mar Universidad Católica del Norte 2: 213-229.
- VÁSQUEZ, J. A. & B SANTELICES. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. Revista Chilena de Historia Natural 57: 131-154.
- VÁSQUEZ, J.A., J.C. CASTILLA & B. SANTELICES. 1984. Resource partitioning by for species of sea urchins in giant kelp forest (*Macrocystis pyrifera*) at Puerto Toro, Navarino Island. Mar. Ecol. Prog. Ser. 19:65-72.
- VÁSQUEZ, J. A. & AH BUSCHMANN. 1998. Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: a review. Revista Chilena Historia Natural 70: 41-52.
- VÁSQUEZ, J. A & J GONZALEZ. 1995. Métodos de evaluación de macroalgas submareales. In: Manual de métodos filológicos K. Alveal, M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar (eds.). Universidad de Concepción, Concepción. Chile. 643-666 pp.
- VÁSQUEZ, J. A, L. M. PARDO & D VELIZ. 2001. Vida bajo las grandes algas. In: K Alveal & T Antezana (eds). Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual: Bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones. Universidad de Concepción. Chile. 351-365.
- VÁSQUEZ JA, D VÉLIZ & LM PARDO 2001. Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas. In: K Alveal & T. Antezana (eds.), Sustentabilidad de la Biodiversidad: un problema actual, bases científico-técnicas, teorizaciones y perspectivas. Universidad de Concepción, Chile, pp. 293-308.
- VÁSQUEZ, J.A. & J.M.A VEGA 2005. Macroinvertebrados asociados a discos de adhesión de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadores de perturbaciones locales y de gran escala. Cuarta Parte: Capítulo XII. En: E. Figueroa (ed.), Biodiversidad Marina: valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia donde va Chile?. Editorial Universitaria, Santiago, Chile, 429-450.
- WESTERMEIER, R., D. MÜLLER, I. GÓMEZ, P RIVERA & H WENZEL. 1994. Population biology of *Durvillaea antarctica* and *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta) on the rocky shores of southern Chile. Marine Ecology Progress Series 110: 187-194.
- WRIGHT, S. 1921. Correlation and causation. Journal of Agricultural Research 20: 557-585.
- WRIGHT, S. 1934. The method of path coefficients. Annals of Mathematical Statistics, Vol. 5: 161-215.
- ZAMORANO J & C MORENO. 1975. Comunidades bentónicas del sublitoral rocoso de bahía Corral. I. Área mínima de muestreo y descripción cuantitativa de la asociación de *Pyura chilensis* Molina. Revista Medio Ambiente 1: 58-66
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 663 pp.

