



INFORME FINAL

Proyecto FIP
2003-19

**Evaluación y manejo de
praderas de feofitas en
la provincia de Arauco**

JUNIO
2005



INFORME FINAL

FIP N° 2003-19

Evaluación y manejo de
praderas de feófitas en la
Provincia de Arauco

• Junio, 2005 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP
Presidente del Consejo:
Felipe Sandoval Precht

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Acuícola:
Leonardo Guzmán Méndez

Director Ejecutivo:
Guillermo Moreno Paredes



JEFE DE PROYECTO

MARCELA ÁVILA L.

AUTORES

MARCELA ÁVILA
JULIÁN CÁCERES
MARIO NÚÑEZ
PATRICIO CAMUS
HECTOR ROMO
RODRIGO PÉREZ

• Junio, 2005 •



RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general del proyecto fue evaluar los stocks y proponer alternativas de explotación de las praderas de feofitas (*Durvillaea antarctica* y *Macrocystis pyrifera*) de la Provincia de Arauco, VIII Región. Este objetivo se logró a través de los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y caracterizar los algares de *Durvillaea* y *Macrocystis* de la Provincia de Arauco.
- Determinar el estado poblacional de los algares identificados.
- Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algares identificados.
- Analizar alternativas de explotación y acciones de manejo, para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local.
- Proponer regímenes de explotación y acciones de manejo, para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local.

En este pre-informe final se entrega una descripción completa de las praderas seleccionadas para el estudio. Durante las primeras salidas a terreno se recorrió la costa de la Provincia de Arauco para la selección de las praderas donde se realizaría el estudio. Desde el mes de marzo se efectuaron muestreos periódicos en 4 praderas de *Durvillaea antarctica* (Comillahue, Punta Carnero, Aguas Claras y La Turbia) y 1 pradera de *Macrocystis pyrifera* (Punta Verde). Se entrega una detallada descripción de las características generales de las localidades estudiadas que incluyen zonación, tipo de sustrato, distribución vertical de organismos dominantes y grado de exposición al oleaje. Durante los primeros muestreos se efectuaron mediciones morfométricas para seleccionar la o las variables que describieran mejor la biomasa de los individuos de cada especie.



Para cada pradera los valores de correlación y los resultados de la regresión, valor estimado de la pendiente, estadísticos del análisis de varianza y coeficiente de determinación (R^2) ajustado.

Se determinó el tamaño mínimo muestral para las praderas de ambas especies y se incluye la información específica por pradera. En relación a los valores de biomasa y densidad promedio para los muestreos efectuados en las praderas de *Durvillaea* y *Macrocystis* se observa una tendencia clara para cada pradera en los meses muestreados. Todas las praderas de *Durvillaea antarctica* muestran un leve incremento de biomasa en el tiempo, alcanzando un máximo al inicio de la primavera (septiembre). Esta tendencia es mas evidente en la pradera de Punta Carnero donde la biomasa aumenta mas del doble del promedio de las demás praderas. Estos patrones sugieren que todas las praderas, con excepción de Punta Carnero, podrían estar siendo cosechadas en forma regular durante todo el año o gran parte de él. Para el caso de la densidad hubo una interacción altamente significativa entre las praderas y el tiempo, mostrando un fuerte incremento de la densidad hacia la primavera, los análisis indican que las variaciones positivas estarían dadas principalmente por reclutamiento. El análisis de los tamaños individual promedio muestra que hay una tendencia de aumento clara en el tiempo, en general el tamaño de las plantas de Comillahue y Punta carnero es mayor en promedio que La Turbia y La Clara. La disminución de tamaños se explica por la remoción de los ejemplares de mayor tamaño, este efecto no alcanza a ser contrareestado por la adición de plantas pequeñas en ninguna de las praderas excepto Comillahue.

Todos los análisis sugieren que la mayoría de las praderas pudo haber sido explotada regularmente durante el transcurso del estudio, y en tal caso las conclusiones del proyecto llevan a dos posibles situaciones alternativas. En el escenario hipotético de que las praderas estudiadas estén bajo explotación, los



resultados indicarían que su capacidad y velocidad de regeneración de biomasa podría ser suficientemente alta como para soportar la cosecha sostenida. Si tal hipótesis no fuera correcta, el escenario sería menos positivo ya que sugeriría que las praderas (con la posible excepción de Punta Carnero) sólo estaría sosteniéndose a un nivel basal a través del tiempo, y podrían ser altamente susceptibles a una explotación continua y/o con niveles altos de extracción de plantas.

La pradera de *Macrocystis pyrifera* muestra claramente una variación estacional de la biomasa, disminuyendo en los meses de invierno y se evidencia un incremento hacia el verano siguiente (enero), esta recuperación corresponde a la incorporación y crecimiento de plantas nuevas. Las observaciones realizadas en el submareal muestran una pérdida casi total de los estipes de las plantas de esta especie, y los discos que permanecen débilmente adheridos a los sustratos, no aportan biomasa.

Por otra parte la tasa de crecimiento de *Durvillaea antarctica* muestra variaciones temporales significativas entre las tallas y el tiempo. Las plantas más pequeñas crecen más rápido que las de mayor tamaño, sin embargo durante el invierno se evidencia una restricción estacional de corta duración que afecta las poblaciones estudiadas. No obstante el hecho de que las plantas pequeñas sean las que crecen con mayor rapidez, es un aspecto positivo para el manejo de praderas. El potencial de renovación de biomasa podría ser alto en la medida que se permita un adecuado reclutamiento y se evite la remoción de plantas pequeñas.

Con respecto a zonas de varamiento, se recopiló información con los recolectores de algas de la Provincia de Arauco, sin embargo y de acuerdo a la información proporcionada por ellos mismos, en la zona no se producen grandes varazones a diferencia de lo que ocurre con algas pardas en la zona norte de Chile (III y IV



Región). Durante la temporada de cosecha que corresponde al periodo entre los meses de octubre a marzo de cada año aproximadamente el 10 a 15% del alga recolectada corresponde a algas varadas. Otro aspecto interesante es que las diferentes playas los sindicatos y caletas están “sectorizadas” para los recolectores repartiendo de esta manera la recolección de algas varadas. Se comercializan dos tipos de producto el “cochayuyo rubio” que corresponde a un producto de inferior calidad para consumo directo y el “cochayuyo negro” de mejor calidad que se exporta. Otro producto que se extrae principalmente en invierno es el “ulte” el cual se comercializa solo en mercados locales para ensaladas. La especie ***Macrocystis pyrifera*** no se comercializa en ninguna de las localidades visitadas durante este estudio.

Se entrega una metodología detallada del análisis del ciclo reproductivo de ***Durvillaea antarctica*** donde se incluyen fotografías de los diferentes estados de madurez. Los resultados de las praderas muestreadas indican que la maduración de las plantas es máxima en invierno (entre junio y agosto) y mínima en verano (diciembre) y sigue un ciclo anual bien definido. Con respecto a la reproducción de ***Macrocystis pyrifera***, las esporofilas aparecen en verano y presentan máxima frecuencia en otoño. Por lo que la renovación de la pradera es principalmente anual.

Se reporta por primera vez regeneración de tejido en ***Durvillaea antarctica*** a partir de estipes y bases de frondas. Las frondas alcanzaron tamaños de 1,2 m en un periodo de 7 meses. Esta respuesta dependería de la estación del año, siendo más intensa en primavera que en otoño.

Con respecto a reclutamiento, se efectuaron experiencias solo en una pradera: La Turbia. Donde se registraron reclutas en las cuatro estaciones del año, siendo la mayor abundancia en otoño e invierno y disminuyendo en las estaciones



siguientes. El crecimiento de los reclutas fue positivo y exitoso en todas las condiciones analizadas, alcanzando tamaños de hasta 1,5 m en diez meses.

En cuanto a la información de desembarque de las praderas se recopiló información preliminar desde las Municipalidades y directamente de los pescadores. De la información recopilada en las fuentes señaladas durante la temporada 2003-2004 se cosecharon aproximadamente 235 t de cochayuyo. La información de la presente temporada no esta disponible aún.

Se realizaron dos Talleres en la ciudad de Lebu al cual asistieron, pescadores de diferentes localidades, sector publico, privado y profesionales que asesoran a comunidades Lafkenches. En el primero se discutió sobre aspectos metodológicos del proyecto. En el Taller Final se presentaron exposiciones sobre el trabajo que se realizó durante el desarrollo del proyecto y se discutió acerca de las propuestas de manejo, hubo consenso por parte de los asistentes que actualmente las praderas han bajado su rendimiento en términos de cosecha. Lo anterior, se produciría ya que no existe una talla mínima de cosecha, y generalmente se extraen las plantas mas grandes. Otro de los aspectos discutidos dice relación con la conveniencia de remover la totalidad del alga (incluyendo disco de fijación), a fin de permitir el reclutamiento de nuevos individuos, esto último requiere ser estudiado ya que en las diferentes localidades el reclutamiento pareciera ser en diferentes épocas. Otro aspecto importante que fue discutido fue la necesidad de continuar con este tipo de estudios, prolongando el estudio de la especie ***Durvillaea antarctica*** e incorporando otras especies como ***Lessonia nigrescens***.

Con respecto a establecer criterios de manejo asociados a las cosechas, que permitan un mejor aprovechamiento de la biomasa y que a su vez no limiten las capacidades de reclutamiento poblacional, se propone:



- Adoptar una talla mínima de cosecha de 150 cm de longitud de fronda (sobre 10 cm de diámetro del disco), considerando la remoción total de la planta, dado las interferencias de denso-dependencia entre discos adultos y nuevos reclutas
- Las cosechas debieran ser realizadas preferentemente en los meses de verano (entre diciembre y marzo), a fin de aprovechar el mayor crecimiento vegetativo de la población.
- El reclutamiento, es más fuerte entre agosto – octubre, en este periodo la remoción total de las plantas resulta crítica a fin de permitir un exitoso reclutamiento de juveniles de *D. antarctica*, en comparación al reclutamiento de *Lessonia nigrescens*. Este aspecto requiere de estudios específicos que permitan un manejo conjunto de ambas especies.
- La recolecta de plantas en primavera se debe efectuar mediante un corte donde comienza la fronda a aplanarse, ya que es el punto donde se produce mayor regeneración y puede ayudar a mantener a la pradera. Las podas efectuadas en este periodo tienen como resultado plantas que son cosechables en 7 meses.
- En el caso de *Macrocystis* se recomienda cosechar la biomasa a fines de verano y comienzos de otoño antes de que se inicie el proceso degenerativo de las plantas.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Antecedentes pesqueros	3
2.2 Antecedentes biológicos	5
2.3 Aspectos ecológicos	6
3. OBJETIVOS	9
3.1 Objetivo general.....	9
3.2 Objetivos específicos	9
4. METODOLOGÍA.....	10
4.1 Identificar y caracterizar los algares de <i>Durvillaea</i> y <i>Macrocystis</i> de la Provincia de Arauco.....	10
4.2 Determinar el estado poblacional de los algares identificados	16
4.2.1 Programas de muestreo periódico	16
4.2.2 Metodologías utilizadas para estimar distribución espacial, biomasa total de cada especie por localidad	17
4.2.3 Análisis de ciclos o periodicidad de varamiento de las algas estudiadas y su cuantificación	21
4.2.4 Análisis del ciclo reproductivo de las especies en la zona de estudio (época de maduración y liberación de esporas)	23
4.2.5 Reclutamiento estacional.....	25
4.2.6 Regeneración y crecimiento de estipes	28
4.2.7 Crecimiento vegetativo	29
4.2.8 Análisis estadístico	30
4.3 Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algares Identificados.....	31
4.3.1 Número de usuarios totales en la Provincia de Arauco por localidad	31
4.3.2 Procedencia y estacionalidad de la actividad extractiva	32
4.3.3 Caracterización de la actividad extractiva y de la flota	32



4.3.4	Captura por Unidad de Esfuerzo	33
4.3.5	Determinación de las formas de conservación y aprovechamiento de las algas.....	33
4.3.6	Análisis de la demanda de las algas pardas.....	34
4.4	Analizar alternativas de explotación y manejo para los algares identificados.....	34
4.5	Proponer regímenes de explotación y acciones de manejo, para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local	38
4.5.1	Fundamentación para la modelación de regímenes de explotación y manejo.....	41
4.5.2	Diseño de modelo de la dinámica productiva de algas pardas.....	45
4.5.3	Parametrización de los procesos poblacionales a los recursos <i>Macrocystis</i> y <i>Durvillaea</i>	48
4.5.4	Elaboración de una propuesta de plan de explotación y manejo.....	50
4.5.5	Modelo sistémico productivo de algas ardas	51
4.6	Talleres.....	53
5.	RESULTADOS	54
5.1	Identificar y caracterizar los algares de <i>Durvillaea</i> y <i>Macrocystis</i> de la Provincia de Arauco.....	54
5.2	Determinar el estado poblacional de los algares identificados	70
5.2.1	Programa de muestreo periódico.....	70
5.2.2	Metodologías utilizadas para estimar distribución espacial, biomasa total de cada especie por localidad	70
5.2.3	Análisis de ciclos o periodicidad de varamientos de las algas estudiadas y su cuantificación	86
5.2.4	Análisis del ciclo reproductivo de las especies en la zona de estudio (época de maduración y liberación de esporas)	88
5.2.5	Reclutamiento estacional.....	95
5.2.6	Regeneración y crecimiento de estipes	97
5.2.7	Crecimiento vegetativo	98
5.3	Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algares identificados.....	102



5.4	Analizar alternativas de explotación y manejo para los algales Identificados.....	112
5.4.1	Parametrización delos procesos poblacionales de <i>D. Antarctica</i>	112
5.4.2	Acciones de manejo asociadas a <i>D. Antarctica</i>	118
5.5	Proponer regímenes de explotación y acciones de manejo, para los algales identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local.....	120
5.6	Talleres.....	127
6.	DISCUSIÓN	131
7.	CONCLUSIONES	135
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
9	PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO	151

FIGURAS

ANEXOS

- Anexo 1. Talleres: Metodológico y de discusión final (en CD).
- Anexo 2. Fechas de salidas a Terreno.
- Anexo 3. Base de datos e índice archivos (en CD).
- Anexo 4. Material de fotos y vídeo (en CD).
- Anexo 5. Informe Final FIP 2003-19 en PDF.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desembarque de cochayuyo en el periodo 1991-1999 por región, expresado en toneladas húmedas. Fuente: Sernapesca.
- Figura 2. Desembarque de *Macrocystis pyrifera* en el periodo 1991-2001, por Región, (expresado en toneladas húmedas) Fuente: Sernapesca.
- Figura 3. Morfología externa e interna de *Durvillaea antarctica*. 1a) Morfología externa de una planta vegetativa la que presenta su tejido cortical liso. 1b) Morfología interna, se observa la corteza subcorteza y la médula. 2 a) Morfología externa de una planta masculina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos masculinos. 2b) Conceptáculo masculino con ramilletes masculinos con paráfisis. 3 b) Morfología externa de una planta femenina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos femeninos. 2b) Conceptáculo femenino con ramilletes y oogonio.
- Figura 4. Estados reproductivos. 1 Estado vegetativo (no reproductivo). Ausencia de diferenciación celular inicial entre la subcorteza y la medula. 2) Estado reproductivo inmaduro. Hay un desarrollo gradual de diferenciación celular entre la corteza y la médula. 3) Estado reproductivo en maduración: Conceptáculo de forma ovalada hay diferenciación de anteridios, conceptáculos sin ostíolo. 4) Estado reproductivo femenino maduro: Conceptáculo completamente desarrollado y oogonios se encuentran en etapa de plena madurez con presencia de oosferas bien conformadas (ver recuadro). 5) Estado reproductivo masculino maduro. Los anteridios en etapa de plena madurez (ver recuadro), el ostíolo del conceptáculos es evidente. 6) Estado reproductivo senescente: Los conceptáculos presentan nula presencia de oogonios y anteridios.
- Figura 5. Ilustración del track de prospección (—) de algas pardas en la Provincia de Arauco. Se presentan las áreas visitadas (●) y áreas evaluadas de *Durvillaea* (—) y *Macrocystis* (●).
- Figura 6. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la Pradera de Comillahue.

- Figura 7. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera de Punta Carnero.
- Figura 8. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera La Claras.
- Figura 9. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera La Turbia.
- Figura 10. Ilustración de la ubicación geográfica y dimensión de la pradera de Punta Verde.
- Figura 11. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente longitud (m) de la fronda de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de Comillahue, ubicada en la localidad de Tirúa, VIII Región.
- Figura 12. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de la fronda de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de Punta Carnero, ubicada en el sector de Caleta Yani, VIII Región.
- Figura 13. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de La Claras, ubicada en el sector de El Piure, VIII Región.
- Figura 14. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de La Turbia, ubicada en el sector El Piure, VIII Región.
- Figura 15. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del estipe (cm) de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de Chimpe Bajo, ubicada en el sector de Lebu, VIII Región.
- Figura 16. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente longitud de la fronda (m) y diámetro del disco (cm) de la fronda ***Macrocystis pyrifera*** en la pradera de Punta Verde, ubicada en el sector Punta Lavapie, VIII Región.

- Figura 17. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) para la pradera de *Macrocystis pyrifera* ubicada en Punta Verde, sector Punta Lavapie, VIII Región.
- Figura 18. Estimación del tamaño mínimo de muestras (n=30) que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de densidad obtenidos por cuadrante en el primer muestreo de prospección, para las praderas de *Durvillaea antarctica* de (a) Comillahue y (b) Punta Carnero, VIII Región. La flecha indica donde se homogeniza la desviación estándar.
- Figura 19. Estimación del tamaño mínimo de muestras (n=30) que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de densidad obtenidos por cuadrante en el primer muestreo de prospección, para las praderas de *Durvillaea antarctica* de (a) La Turbia y (b) Aguas Claras, VIII Región. La flecha indica donde se homogeniza la desviación estándar.
- Figura 20. Variación promedio ($\pm ee$; n=30) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m², de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en Comillahue, sector de Tirúa, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2004.
- Figura 21. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Comillahue, ubicada en sector de Tirúa, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a;n=114), abril (b;n=97), mayo (c; n=112), julio (d; n=108), agosto (e; n=105) y septiembre (f; n=116) del 2004.
- Figura 22. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Comillahue, ubicada en sector de Tirúa, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=120), noviembre (b;n=151), diciembre del 2004(c; n=213), enero (d; n=222), y febrero del 2005 (e; n=177).
- Figura 23. Variación promedio ($\pm ee$;n=30) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m², de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en Punta Carnero, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

- Figura 24. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Punta Carnero, ubicada en sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=100), abril (b; n=168), mayo (c; n=217), julio (d; n=334), agosto (e; n=275) y septiembre (f; n=409) del 2004.
- Figura 25. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Punta Carnero, ubicada en sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=407), noviembre (b;n=485), diciembre del 2004(c; n=406), enero (d; n=650), y febrero del 2005 (e; n=379).
- Figura 26. Variación promedio ($\pm ee$; n=30) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m², de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en La Clara, sector El Piure, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.
- Figura 27. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Clara, ubicada en el sector de El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=108), abril (b; n=134), mayo (c; n=161), julio (d; n=175), agosto (e; n=222) y septiembre (f; n=271) del 2004.
- Figura 28. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Clara, ubicada en el sector de El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=251), noviembre (b;n=227), diciembre del 2004(c; n=180), enero (d; n=227), y febrero del 2005 (e;n=214).
- Figura 29. Variación promedio ($\pm ee$; n=30) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m², de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en La Turbia, Sector El Piure, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.
- Figura 30. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Turbia, ubicada en sector El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=102), abril (b; n=215), mayo (c; n=165), julio (d; n=187), agosto (e; n=222) y septiembre (f; n=316) del 2004.

- Figura 31. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Turbia, ubicada en sector El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=243), noviembre (b;n=242), diciembre del 2004 (c; n=191), enero (d; n=243), y febrero del 2005 (e;n=215).
- Figura 32. Variación promedio ($\pm ee$; n=30) mensual del tamaño de la fronda de *Durvillaea antarctica* para las praderas Comillahue (a) y Punta Carnero (b), Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.
- Figura 33. Variación promedio ($\pm ee$; n=30) mensual del tamaño de la fronda de *Durvillaea antarctica* para las praderas La Clara (a) y La Turbia (b), Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005
- Figura 34. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de las plantas) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de Comillahue.
- Figura 35. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de Punta Carnero.
- Figura 36. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de La Claras
- Figura 37. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de La Turbia.
- Figura 38. Variación promedio ($\pm ee$; n=16) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera ubicada en Punta Verde, Sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región, durante los meses de marzo del 2004 a febrero del 2005.
- Figura 39. Variación mensual del tamaño (cm²) promedio ($\pm ee$) de las frondas de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera de Punta Verde, ubicada en el sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región.

- Figura 40. Variación promedio ($\pm ee$; $n=16$) mensual del estado reproductivo de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera ubicada en Punta Verde, Sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región, durante los meses de marzo del 2004 a febrero del 2005.
- Figura 41. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de Comillahue.
- Figura 42. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de Punta Carnero.
- Figura 43. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de La Clara.
- Figura 44. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de La Turbia.
- Figura 45. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de Comillahue.
- Figura 46. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de Punta Carnero.
- Figura 47. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de La Clara.
- Figura 48. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de las plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de La Turbia.
- Figura 49. Variación mensual de la fertilidad, para el conjunto de las praderas en estudio.
- Figura 50. Proporción media anual de las plantas fértiles para cada una de las praderas en estudio.
- Figura 51. Estados de madurez de *Durvillaea* en la localidad de Comillahue. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.
- Figura 52. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de Punta Carnero. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente
- Figura 53. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de La Clara. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.
- Figura 54. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de La Turbia. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.

- Figura 55. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en otoño. Se ilustra la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En abril se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).
- Figura 56. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en invierno. Se presenta la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En julio se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno. (Protegido, semiexpuesto y expuesto).
- Figura 57. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en primavera ilustrando la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En noviembre se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).
- Figura 58. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en verano ilustrando la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En enero se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).
- Figura 59. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de otoño).
- Figura 60. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de invierno).
- Figura 61. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de primavera).
- Figura 62. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de verano).
- Figura 63. Ilustra la secuencia del efecto de regeneración ocurrido a partir del mes de marzo al mes de abril del 2004, para frondas de ***Durvillaea antarctica*** en la pradera de Punta Carnero, sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región. (A) Corte basal desde el estipe cilíndrico de la fronda realizado en marzo del 2004. (B) Corte desde el estipe aplanado de la fronda realizado en el mes de marzo del 2004. (C y D) Efecto producido en el mes de abril en ambas secciones cortadas en la fronda.

- Figura 64. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, desde zona de corte basal del estipe y zona corte base de la fronda aplanada, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 7 meses se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.
- Figura 65. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, en la zona del estipe, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 7 meses se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.
- Figura 66. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, a partir del corte realizado en la base de la fronda aplanada, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 7 meses se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.
- Figura 67. Regeneración de frondas de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Punta Carnero, experiencia iniciada en el mes de agosto del 2004 y finalizada en el mes de febrero del 2005. A) Fluctuación en el tiempo del número brotes de laminas "Cochayuyo" utilizando ambos tipos de cortes. B) Crecimiento (cm) de los brotes de láminas en el tiempo.
- Figura 68. Variación mensual promedio (n=20) del tamaño de las clases de tallas: Talla 1=20-25cm (a), Talla 2 =40-50cm (b) y Talla 3=70-90cm (c), para el crecimiento vegetativo de frondas de *Durvillaea antarctica*, en las cuatro praderas en estudio de la Provincia de Arauco.
- Figura 69. *Durvillaea antarctica* "cochayuyo" negro extraído por comunidad durante la temporada 2001 – 2002.
- Figura 70. Se presenta el número total de miembros de la comunidad versus el número de estos que trabaja en el mar.
- Figura 71. Relaciones gravimétricas de *D. antarctica* para el conjunto de praderas en estudio.
- Figura 72a. Ajuste de crecimiento en tallas de frondas, diámetro del disco y peso de *D. antarctica* en las praderas de Comillahue y Punta Carnero.
- Figura 72b. Ajuste de crecimiento en tallas de frondas, diámetro del disco y peso de *D. antarctica* en las praderas de La Clara y La Turbia.
- Figura 73. Curvas de crecimiento en longitud de frondas, diámetro del disco y peso de *D. antarctica* en las praderas en estudio.

- Figura 74. Composición de edades poblacionales y estimación de la mortalidad de *D. antarctica* en las praderas en estudio.
- Figura 75a. Longitud de fronda, diámetro del disco y edad de máxima producción de *D. antarctica* en las praderas de Comillahue y Punta Carnero.
- Figura 75b. Longitud de fronda, diámetro del disco y edad de máxima producción de *D. antarctica* en las praderas de La Clara y La Turbia.
- Figura 76. Curva de máxima producción de *D. antarctica* en función de longitud de fronda, diámetro de disco y edad en las praderas en estudio.
- Figura 77. Representación del ciclo productivo de *Durvillaea Antarctica* en la Provincia de Arauco. La reproducción se concentra entre otoño tardío e inicios de primavera, en el resto del año ésta se produce en baja magnitud. El reclutamiento ocurre durante todo el año pero con énfasis en otoño e invierno. Las plantas crecen durante primavera-verano, siendo éste el período de cosecha. Durante el resto del año no se recomienda cosechar ya que en este período ocurre la maduración y reproducción. Cada uno de estos eventos puede presentar desfases debido a que las condiciones climáticas de un año a otro pueden ser diferentes.
- Figura 78. Ciclo reproductivo de *Macrocystis Pyrifera* en la Provincia de Arauco. La reproducción es importante en verano y declina hacia el invierno. Las plantas crecen desde fines de primavera hasta el verano, en este período se debe realizar la cosecha. Durante otoño ocurre la senescencia (necrosis), las plantas quedan reducidas a unos pocos estipes, no hay biomasa cosechable. Dado que las condiciones climáticas de cada estación pueden adelantarse o retrasarse, cada uno de estos eventos biológico de este recurso puede presentar desplazamientos en el tiempo.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Categorías superiores de la escala granulométrica de Wentworth-Uden (modificada) empleadas en este estudio, (Extractada de Romo *et al.* 1985).
- Tabla 2. Escala de evaluación de exposición al oleaje.
- Tabla 3. Especies dominantes y/o monopolizadoras del sustrato registradas en las localidades de estudio.
- Tabla 4. Tipos de sustratos predominante en las localidades estudiadas.
- Tabla 5. Grado de exposición al oleaje en las estaciones de muestreo estudiadas.
- Tabla 6. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Comillahue. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.
- Tabla 7. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Punta Carnero. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.
- Tabla 8. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de La Clara. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.
- Tabla 9. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de La Turbia. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.
- Tabla 10. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Chimpe Bajo. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.

- Tabla 11. Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Punta Verde. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos.
- Tabla 12. Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) de la biomasa para las cuatro praderas de *Durvillaea antarctica* de la Provincia de Arauco, en el tiempo. (Factores: 1-PRADERA, 2-MES).
- Tabla 13. Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) de la densidad para las cuatro praderas de *Durvillaea antarctica* de la Provincia de Arauco, en el tiempo. (Factores: 1-PRADERA, 2-MES).
- Tabla 14. Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) del tamaño de las plantas de *Durvillaea antarctica* para las cuatro praderas de la Provincia de Arauco, en el tiempo. (Factores: 1-PRADERA, 2-MES).
- Tabla 15. Coeficientes de correlación de Pearson entre biomasa, densidad y tamaño de las plantas por pradera, considerando los valores registrados a través del año. El asterisco indica significancia con $\alpha=0,05$.
- Tabla 16. Tasa de crecimiento diario (%) del tamaño de las frondas de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera de Punta Verde, ubicada en el Sector de Punta Lavapié, Provincia de Arauco, VIII Región.
- Tabla 17. Análisis de varianza (ANDEVA una vía) para la fertilidad en conjunto de las cuatro praderas en estudio en frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo. Factores: 1-MES (aleatorio).
- Tabla 18. Análisis de varianza (ANDEVA una vía) para la fertilidad en conjunto de las cuatro praderas en estudio en frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo. Factores: 1-MES (aleatorio).
- Tabla 19. Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo mixto) para los estados de maduración de las frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo. Factores: 1-ESTADO (Fijo), 2-MES (aleatorio).
- Tabla 20. Análisis de varianza (ANDEVA tres vías modelo mixto) para el crecimiento de las frondas vegetativas de *Durvillaea antarctica* de las tres clases de tallas (Talla 1=20-25cm; Talla 2=40-50cm; Talla 3= 70-90cm) para las cuatro praderas estudiadas en el tiempo. Factores: 1-PRADERA (aleatorio), 2-MES (aleatorio), 3-CLASE DE TALLA (fijo).



- Tabla 21. Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 1 = 20-25cm, para las cuatro praderas en estudio.
- Tabla 22. Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 2 = 40-50cm, para las cuatro praderas en estudio.
- Tabla 23. Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 1 = 70-90cm, para las cuatro praderas en estudio.
- Tabla 24. Análisis de varianza (ANDEVA tres vías modelo mixto) para la tasa de crecimiento diario el crecimiento de las frondas vegetativas de *Durvillaea antarctica* de las tres clases de tallas (Talla 1=20-25cm; Talla 2=40-50cm; Talla 3= 70-90cm) para las cuatro praderas estudiadas en el tiempo ANDEVA dos vías modelo. Factores: 1-PERIODO DE TIEMPO (aleatorio), 2-CLASE DE TALLA (fijo).
- Tabla 25. Relaciones funcionales, crecimiento, mortalidad e indicadores de máxima producción de *D. antarctica*.

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Talleres: Metodológico y de discusión final (en CD).
- Anexo 2. Fechas de salidas a Terreno.
- Anexo 3. Base de datos e índice archivos (en CD).
- Anexo 4. Material de fotos y vídeo (en CD).
- Anexo 5. Informe Final FIP 2003-19 en PDF.



1. INTRODUCCI3N

En Chile las algas marinas son exportadas y utilizadas como materia prima, en la industria local de alginatos, carragenanos y agar, en menor grado, consumidas como alimento. Junto a su creciente importancia econ3mica, las algas han alcanzado, adem3s notable importancia social, dado que su recolecci3n es realizada por pescadores artesanales y sus familias, quienes dependen total o parcialmente de estos recursos. Por otra parte, varias especies de importancia econ3mica, son tambi3n ecol3gicamente importantes, no solo por ser la base de cadenas tr3ficas bent3nicas, sino porque adem3s constituyen h3bitat, zonas de asentamiento larval o lugares de refugio para invertebrados y peces, a la vez que actúan como organismos modificadores de h3bitat.

La extracci3n y recolecci3n de algas pardas en la Octava Regi3n, especialmente en la Provincia de Arauco, es efectuada principalmente por personas denominadas recolectores de orilla u orilleros, gran parte de ellos no est3n formalmente inscritos en el registro Pesquero Artesanal y no informan desembarques, lo que impide, por una parte, dimensionar el sector laboral asociado a la extracci3n del recurso y por otra, cuantificar el impacto de su actividad sobre los algares de fe3fitas explotadas, principalmente *Durvillaea* y *Macrocystis*.

Con el prop3sito que la explotaci3n de estos recursos sea efectuada en el contexto de un uso sustentable, su administraci3n debe estar fundamentada en el conocimiento cient3fico, tecnol3gico, social, pesquero extractivo y econ3mico, incorporando todos estos componentes del sistema en el manejo y toma de decisiones.



En consideración a lo anterior, se hace conveniente un estudio de los aspectos poblacionales, sociales y económicos asociados a la pesquería de estas algas, que entregue información a la administración pesquera sobre el estado actual y posibles alternativas de manejo de estos recursos.

En el contexto precitado, el Consejo de Investigación Pesquera, teniendo presente lo informado por la Subsecretaria de Pesca y las necesidades de administración sectorial, ha decidido incluir el presente proyecto en el programa de investigación del año 2003.



2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes pesqueros

Las principales áreas de extracción del cochayuyo se concentran en la VI, VIII y X Región, sin embargo su distribución geográfica va desde la IV Región hasta Cabo de Hornos. Los estudios realizados sobre el impacto de la explotación del hombre en praderas de *Durvillaea*, sugieren que las praderas explotadas se caracterizan por tener individuos de menor tamaño que las zonas protegidas, y a su vez que la abundancia de las poblaciones puede ser fuertemente reducida por el hombre (Castilla & Bustamante, 1989). Asimismo las praderas ubicadas en zonas de difícil acceso muestran una mayor densidad de plantas y mayor biomasa (Bustamante y Castilla, 1990).

La explotación de esta especie, en la zona central de Chile; se realiza sacando la planta completa con disco de fijación, ya que la base se utiliza para la elaboración de ensaladas “ulte” o “hulite”. Esta práctica genera espacios en el sustrato primario que permiten el reclutamiento y crecimiento de frondas juveniles. Por otra parte existen antecedentes de que el disco no regenera nuevas frondas, de manera que esto sugiere que el método más conveniente de cosecha es la remoción de la planta completa (Hoffmann & Santelices, 1997).

En la VIII Región el cochayuyo es extraído principalmente por pescadores artesanales ribereños utilizando herramientas como un corvo, es un varilla de 3 a 4 m de largo en cuyo extremo lleva un cuchillo con forma de semiluna de acero acompañada por un gancho para arrastrar el alga cortada, dado que este recurso se encuentran en sectores expuestos, las algas sueltas luego son arrastrados por el oleaje hasta los roqueríos donde son trasladados a zonas de mas fácil acceso, para su posterior manejo y secado o tratamiento según el usuario. También son

extraídos producto de marejadas, en ese caso las algas varan en sectores desde donde son seleccionadas y secadas para su comercialización.

Los volúmenes de extracción por región se muestran en la **Figura 1**, donde se observa que la VIII Región es la más importante, seguida de la VI Región. Los volúmenes extraídos son fluctuantes y varían desde las 40.000 t a casi 80.000 t en el año 2000.

Para el caso de *Macrocystis spp* las áreas de extracción más importantes de acuerdo a los volúmenes de desembarque están en la III y IV Región. En la **Figura 2** se muestra un resumen del desembarque por región.

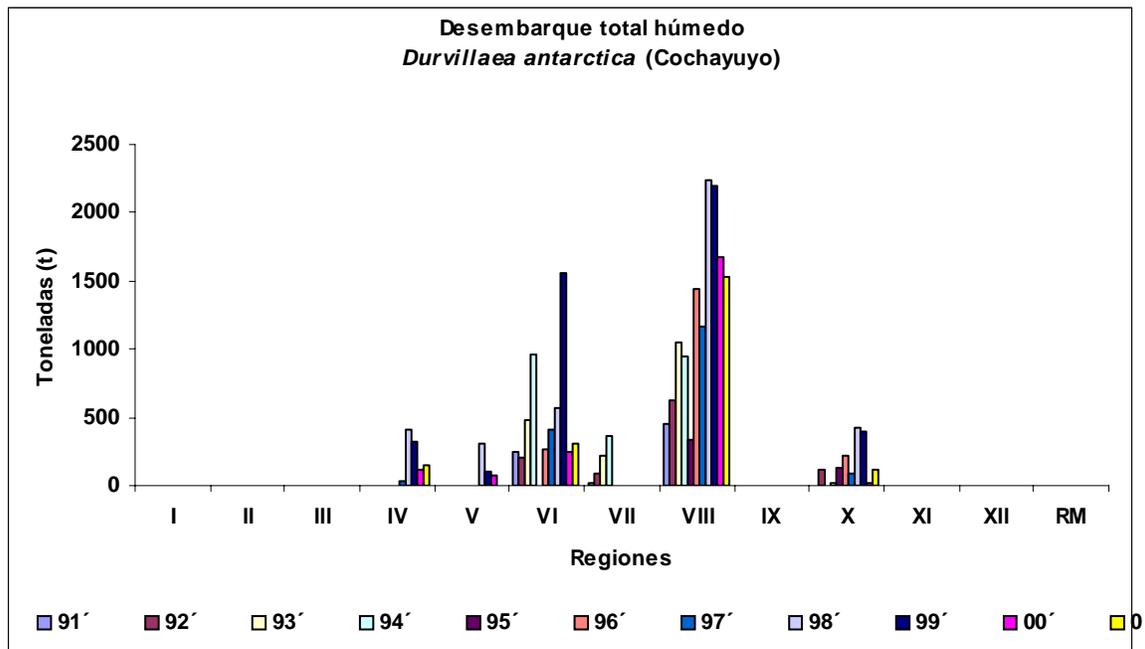


Figura 1. Desembarque de cochayuyo en el periodo 1991-2001 por Región, expresado en toneladas húmedas. Fuente: Sernapesca.

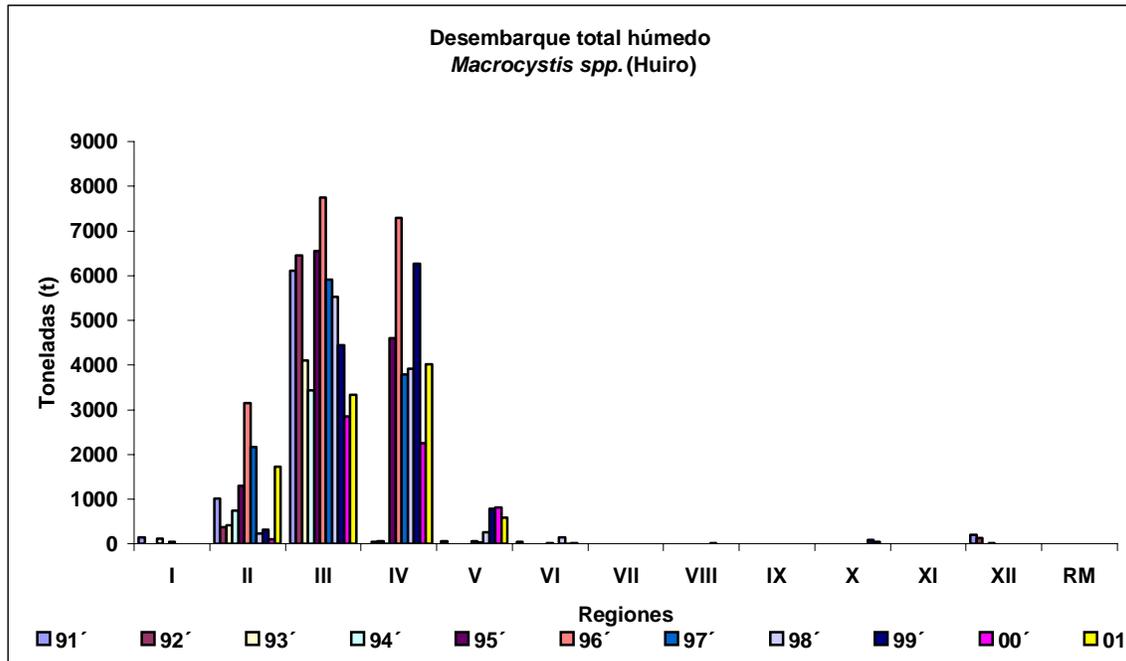


Figura 2. Desembarque de *Macrocytis pyrifera* en el período 1991-2001, por Región (se expresa en toneladas húmedas) Fuente: Sernapesca.

2.2 Antecedentes biológicos

D. antarctica (Chamisso) Arito, 1892, conocida comúnmente como cochayuyo, ulte o huilte, es una especie endémica del Hemisferio Sur, con una distribución subantártica. Vive sobre sustratos rocosos desde el intermareal inferior hasta 10 o 15 metros de profundidad, en 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.



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

Tiene un ciclo de vida diplobióntico, con una fase diploide independiente. La meiosis ocurre en la gametogénesis, es una especie dioica, presenta gametofitos pequeños de corta duraci3n (Buschmann *et al.*, 1984).

El recurso *Macrocystis pyrifera* comúnmemente conocido como huiro o sargazo, corresponde a plantas de gran tamaño pueden medir sobre 30 m de longitud. Se adhieren al sustrato mediante un disco basal, el cual est3 formado por hapterios ramificados de hasta 1 cm de grosor, no fusionados entre si (Hoffmann & Santelices, 1997). Del disco nacen varios estipes, cilíndricos, que terminan en láminas largas, provistas de un aerocisto alargado basal.

El ciclo de vida de *Macrocystis pyrifera* es heterom3rfico. La planta macrosc3pica corresponde al esporofito, en tanto que los gametofitos femeninos y masculinos son microsc3picos. Los ejemplares de *Macrocystis* ocupan hábitat rocosos y forman densos bosques submareales llegando incluso hasta 30 metros de profundidad y excepcionalmente hasta 80 m (Hoffmann & Santelices, 1997). El disco de fijaci3n alberga a numerosas especies de invertebrados.

2.3 Aspectos ecol3gicos

Durvillaea antarctica, en la zona central de Chile, crece adherida al sustrato rocoso, especialmente en ambientes expuestos con oleaje intenso, coexiste con *Lessonia nigrescens* en la zona intermareal hasta la zona submareal. En contraste en la zona sur *Durvillaea* domina en la franja intermareal, en aquellas zonas menos expuestas. Se postula que en el largo plazo *Lessonia nigrescens*



es una especie que monopoliza el espacio primario, mientras que *Durvillaea*, persiste solo por su alta tasa de reclutamiento y r1pido crecimiento (Castilla y Bustamante, 1989). Se postula que las plantas son f3rtilis durante todo el a1o, con mayor fertilidad en los meses de invierno junio-julio y en verano diciembre-enero (Hoffmann & Santelices, 1997). El reclutamiento de juveniles puede ocurrir en distintas 3pocas del a1o, y est1 determinado en gran medida por la liberaci3n de sustrato primario. En general, la abundancia relativa de *D. antarctica* aumenta a medida que disminuye la exposici3n al oleaje violento, a diferencia de *Lessonia nigrescens* que aumenta su biomasa y densidad en ambientes mas 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 comparaci3n con *L. nigrescens*, la que adem1s produce esporas s3lo en forma estacional (Hoffmann & Santelices, 1997).

El disco adhesivo de *D. antarctica* constituye el h1bitat temporal o permanente de un gran n3mero de invertebrados. El disco normalmente presenta una cavidad 3nica, a diferencia de *L. nigrescens* que tiene numerosas cavidades. Se ha encontrado que discos con vol3menes menores de 50 cc son colonizados en forma dominante por poliquetos o por choritos, mientras que discos de mayor tama1o son dominados por crust1ceos, que aparentemente reemplazan a los otros grupos de invertebrados al crecer los discos (Hoffmann & Santelices, 1997).

Estudios realizados en la zona central de Chile muestran que esta especie tiene un crecimiento estacional en la 3poca de primavera e inicios del verano (Santelices *et al.*, 1980). Por otra parte el reclutamiento de plantas juveniles puede ocurrir en cualquier 3poca del a1o, ya que las plantas adultas presentan concept1culos maduros durante todo el a1o, sin embargo la presencia de juveniles esta



determinada en gran medida por la existencia de sustrato primario disponible para el asentamiento.

Los bosques de *M. pyrifera* en la zona sur austral de Chile, son de forma variable, pueden constituir manchones o bien cinturones de hasta 40 m de ancho que recorren el borde de las islas constituyendo un potencial de biomasa muy importante. *M. pyrifera* se distribuye en las costas de Chile desde Valparaíso hasta Tierra del Fuego. En el Hemisferio Sur existe en Sudáfrica, en el sur de Australia, en la costa Atlántica sur de Sudamérica y en la costa Chilena desde Tocopilla hasta Cabo de Hornos (Ramírez, 1991; Santelices, 1989), desaparece en la zona Norte de Chile y reaparece en las costas de Perú central y norte.

Esta alga se cosecha desde praderas naturales o bien se recolecta desde zonas de varazones, como materia prima para la elaboración de alginatos. También se colecta fresca y se utiliza para la alimentación de abalones en la zona norte y sur de Chile.

En la zona sur-austral de Chile los cinturones de *Macrocystis* pueden tener hasta 40-50 m de ancho y se extiende desde 1 m de profundidad hasta 8 metros. Bajo el bosque de huiro se encuentran principalmente algas calcáreas e individuos aislados del alga roja *G. skottsbergii* y algunas otras especies de algas rojas del grupo Delleseriaceae. Los individuos de *Macrocystis* se distribuyen homogéneamente si hay suficiente sustrato duro disponible se observan ejemplares juveniles de menor tamaño en la pradera. A mayores profundidades se encuentran individuos de menor tamaño y los cuales poseen discos de fijación de menor diámetro (Santelices & Ojeda, 1984). Los bosques de huiro en esta zona son muy longevos y pueden durar hasta 4 años a diferencia de aquellos que se encuentran en la zona central en lugares relativamente protegidos donde las poblaciones son anuales.



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Evaluar los stocks y proponer alternativas de explotación, de las praderas de feofitas (*Durvillaea antarctica* y *Macrocystis pyrifera*) de la Provincia de Arauco, VIII Región.

3.2 Objetivos específicos

- 3.2.1 Identificar y caracterizar los algares de *Durvillaea* y *Macrocystis* de la Provincia de Arauco.
- 3.2.2 Determinar el estado poblacional de los algares identificados.
- 3.2.3 Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algares identificados.
- 3.2.4 Analizar alternativas de explotación y manejo para los algares identificados.
- 3.2.5 Proponer regímenes de explotación y acciones de manejo, para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local.



4. METODOLOGÍA

4.1 Identificar y caracterizar los algares de *Durvillaea* y *Macrocystis* de la Provincia de Arauco

a) Georreferenciación y delimitación de los algares actualmente explotados en la zona de estudio

El trabajo de terreno comenzó con una prospección en la costa de la provincia de Arauco. Para ambas especies se realizó un recorrido entre las localidades de Laraquete (límite norte de la Provincia de Arauco) y Tirúa (límite sur de la Provincia de Arauco). Se caracterizó la costa de la provincia de Arauco, señalando la ubicación de poblaciones de algas pardas de las dos especies en estudio y dimensiones de las praderas más importantes. Se seleccionaron 4 áreas de estudio para *Macrocystis pyrifera* y para *Durvillaea antarctica*.

Una vez elegidas las praderas se procedió a delimitar su extensión para obtener el área total, en el caso de *Macrocystis pyrifera* se utilizó buceo “hooka”, en donde el buzo delimitó el ancho y largo de la pradera mediante boyarines en superficie anclados en el fondo. Cada punto se registró con GPS (Garmin 12), posteriormente la distancia entre cada punto se calculó con el mismo instrumento. Finalmente con esta información se obtuvo el área de cada pradera en m².

De los algares que se encontraron sometidos a explotación, se seleccionó 5 praderas, 4 de *Durvillea antarctica* y 1 de *Macrocystis pyrifera*. De acuerdo a la información histórica los algares más importantes se encuentran en las localidades de Punta Lavapié, Llico, Ranquil, Morhuilla, Quidico, y Tirúa, y entre ellos se eligieron los que han sido muestreados en forma periódica según se describe en el siguiente objetivo específico.



b) Características ambientales de las localidades donde se encuentran los algas identificados respecto a zonificación mareal, tipo de sustrato y grado de exposición al oleaje

Las características ambientales de cada alga ya delimitado y georreferenciados se determinaron mediante la inspección directa en terreno de cada localidad y usando cartas náuticas disponibles para el lugar. Durante los dos primeros meses de trabajo se efectuó una inspección preliminar para elaborar un calendario de trabajo mensual para toda el área de estudio. En los meses siguientes desde abril a septiembre de 2004 se muestreó las localidades de Comillahue, Punta Carnero, Punta Lavapié, La Turbia y La Clara, esas últimas localizadas en Caleta El Piure. Aunque Punta Lavapié no es una localidad incorporada a los muestreos mensuales de *Durvillaea*, se realizaron estudios de sus características ambientales y zonación de organismos en razón que además de cochayuyo también es explotada la luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*) y en forma esporádica o mezclada con la primera, también se cosecha *Mastocarpus papillatus*.

Para el caso de las poblaciones comerciales de *Durvillaea* este calendario estuvo determinado por los períodos del mes que coincidieron con mareas bajas de sicigia. Este requisito fue indispensable para efectuar todas las actividades de muestreo y toma de datos debido a que la especie en estudio se encuentra en localidades costeras con una fuerte influencia del oleaje (asociada a *Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica*) y en niveles que corresponden a la Franja de Enlace Hidrolitoral-Marina (Alveal, 1970) o también denominada Franja Infralitoral según la nomenclatura de Stephenson & Stephenson (1949). Por lo tanto estos lugares son sólo accesibles durante los períodos de bajamar y con mar relativamente calma, los cuales son precisamente los momentos aprovechados por los recolectores de cochayuyo para las operaciones de cosecha del recurso.



1) Zonificaci3n mareal

- Con referencia a las poblaciones de *Durvillaea*, la zonaci3n en cada lugar se determin3 que el m3todo descrito por Alveal & Romo (1995). El m3todo es en resumen el siguiente. Con la ayuda de las Tablas II y III de las Tablas de Mareas de la Armada de Chile se calcul3 las mareas (plea y bajamar del d3a considerado) para el puerto secundario m3s pr3ximo a la localidad en estudio. Como puerto de referencia para las correcciones de marea del puerto secundario, se us3 el Puerto Patr3n Valpara3so, ya que dicho puerto es asociado a todas las localidades costeras de la Provincia de Arauco. Se determin3 la altura de la marea en el momento en que comienza la determinaci3n de los niveles superiores e inferiores del cintur3n de *Durvillaea*. Para medir las alturas verticales en la costa se us3 el m3todo del nivel de agua con manguera pl3stica (Alveal & Romo, 1995). La elecci3n de este m3todo se basa en su simplicidad (uso de varas graduadas en cent3metros y mangueras de pl3stico transparente) lo que facilita el traslado y uso del equipo y muy apropiado para operaciones en terreno abrupto como es la mayor3a de los casos de los h3bitats de *Durvillaea*. En cada localidad de extracci3n de *Durvillaea* la correspondiente zonaci3n se caracteriz3 describiendo la distribuci3n vertical de las poblaciones s3siles de algas e invertebrados dominantes en un transecto costero representativo del lugar.
- Con respecto a las poblaciones de *Macrocystis*, y debido a su ubicaci3n submareal, la altura de la marea en el momento de la inspecci3n se determin3 como en el punto anterior y los l3mites superiores e inferiores de la poblaci3n se determinaron mediante sondeo con escandallo desde un bote en superficie y con el apoyo de un buzo. En la misma forma se determinaron los niveles batim3tricos de las principales poblaciones acompa1antes de esta especie.

2) Tipo de sustrato

En cada localidad y para ambas especies se evalu3 el tipo de sustrato que predomina mediante un recuento al azar sobre el terreno. Las especies a estudiar correspondieron al tipo de invertebrados y algas epil3ticas o sea que para su sobrevivencia deben estar necesariamente afianzadas, mediante su sistema de fijaci3n, a sustratos de tipo rocoso. Por lo tanto los tipos de sustratos predominantes que se consideraron en este estudio correspondieron a las categor3as guijarro, canto rodado, bloque y macizo rocoso de la escala granulom3trica de Wentworth-Uden modificada (Pettijohn 1963, ver **Tabla 1**).

Tabla 1
Categor3as superiores de la escala granulom3trica de Wentworth-Uden (modificada)
empleadas en este estudio, (Extractada de Romo *et al.*, 1985)

Tipo de sustrato	Dimensi3n (di3metro mayor medido en cm)
Canto rodado	> 0,5 --- 5
Guijarro	> 5,0 --- 25
Bloque	> 25,0 --- 100
Macizo rocoso	> 100,0

Las categor3as se estimaron en porcentaje mediante recuentos de 100 puntos al azar sobre el sustrato cuando 3ste sea de tipo mixto. Se omiti3 este recuento cuando el sustrato a simple vista era uniformemente compuesto por un s3lo tipo de sustrato (por ejemplo macizo rocoso, 100%).

3) Grado de exposici3n al oleaje

La l3nea costera de la Provincia de Arauco presenta en general dos secciones bien definidas en t3rminos de exposici3n general al oleaje. La primera secci3n en el sur de la provincia se extiende desde Punta Laraquete a Punta Lavapi3 y sus



localidades presentan en general un oleaje moderado a fuerte y corresponde a todo el arco costero que conforma el Golfo de Arauco. La segunda sección es la costa rectilínea que va desde Punta Lavapié hasta la localidad de Tirúa y es de características de oleaje fuerte a muy fuerte. Estos patrones generales presentan modificaciones en 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. 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 tipos de exposición se propuso definirlos en base a una escala de indicadores biológicos que consiste en la altura que alcanzan en la costa rocosa el cirripedio ***Jehlius cirratus***, especie sésil que se caracteriza por ser una de las principales especies monopolizadoras del sustrato en las partes altas de la costa. La medición de la zonación en cada lugar se efectuó en frentes rocosos perpendiculares a la dirección del oleaje. *Nodilittorina araucana*, es un gastrópodo marino altamente adaptado para resistir largos períodos de emersión, pero que necesita la humectación de las altas mareas u oleaje para sobrevivir, fue incluido también en estas observaciones de la parte alta del litoral, aunque no presenta características de especie concentradora de biomasa o de monopolizadora del sustrato como las demás en estudio. La escala usada para evaluar la exposición al oleaje se muestra en la **Tabla 2**.



Tabla 2
Escala de evaluaci3n de exposici3n al oleaje

Tipos de Frentes	Altura (m) sobre 0 mareal del l3mite superior de la poblaci3n de <i>Jehlius cirratus</i>
Frente protegido	2 m ---- 3 m
Frente semi-protegido	>3 m ---- 4 m
Frente semi-expuesto	>4 m ---- 7 m
Frente expuesto	>7 m ---- 14 m

La justificaci3n de la escala propuesta para evaluar la exposici3n al oleaje es la siguiente:

En Alveal, 1970 y Alveal, 1971 se presenta, para el 3rea de Valpara3so, la caracterizaci3n de frentes con distinta exposici3n al oleaje mediante organismos marinos, en rangos que van desde 3 m sobre el nivel 0 de mareas hasta exposiciones de 14 m de altura.

- El r3gimen de mareas mixtas a que est3 sometida las Regiones V y VIII presenta una amplitud de mareas similar que en general no alcanza una altura mayor a 2 m sobre el nivel 0 de mareas (por lo mismo Valpara3so es el Puerto Patr3n para todos los Puertos Secundarios de la VIII Regi3n, SHOA. (2004).
- El organismo indicador seleccionado, el cirripedio *Jehlius cirratus*, es de f3cil identificaci3n, presente en toda la costa rocosa, de muy amplia distribuci3n geogr3fica en la costa chilena y su distribuci3n vertical caracteriza los niveles m3s altos del litoral rocoso determinados por las m3s altas mareas y por el oleaje. A su vez *Nodilittorina araucana*, que alcanza niveles a3n m3s altos que el cirripedio antes mencionado, tambi3n 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 tambi3n caracterizan los niveles altos de la costa rocosa, raz3n por la cual el l3mite inferior de la Franja Supralitoral del esquema universal de zonaci3n de Stephenson & Stephenson (1949) fue caracterizada por el l3mite superior de cirripedios.

4.2 Determinar el estado poblacional de los algares identificados

4.2.1 Programas de muestreo peri3dico

Se realizaron dos programas muestrales, uno de corta duraci3n al momento de iniciar el proyecto, y otro posterior y regular donde se obtienen las estimaciones para evaluar standing stock en los algares: (i) Evaluaci3n preliminar: se efectu3 en paralelo a la georreferenciaci3n y caracterizaci3n de los algares y sirve de base al muestreo regular. En cada uno de los algares seleccionados entre aquellos descritos en la evaluaci3n preliminar, se tomaron una serie de mediciones con objeto de seleccionar la o las variables que mejor describieron la biomasa de los individuos en cada especie, a fin de evitar la remoci3n continua de parte del stock durante el peri3do regular de muestreo. (ii) Muestreo regular correspondi3 a una evaluaci3n *in situ* de los algares seleccionados en la evaluaci3n preliminar, realizada peri3dicamente hasta el t3rmino 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 cuantificaci3n de varamientos.

Las metodolog3as particulares para cada muestreo se detallan en los siguientes puntos.



4.2.2 Metodologías utilizadas para estimar distribución espacial, biomasa total de cada especie por localidad

a) Búsqueda preliminar de descriptores de biomasa

Antes de efectuar muestreos periódicos, y en cada una de las localidades o algares que mantengan densidades de individuos que potencialmente permitan sostener una explotación, se efectúa un muestreo destructivo en el que se removieron un mínimo de 20 plantas individuales. En terreno, cada planta se pesa para obtener su biomasa, y luego se le mide un conjunto de variables morfométricas las que fueron establecidas previamente desde la literatura, entre las que se incluyó su longitud total y el diámetro del disco basal.

Con estas mediciones, se efectuaron análisis de regresión múltiple “paso a paso” (stepwise) para determinar la variable o combinación de variables que mejor explique la biomasa individual. Debido a que la morfología y tamaño algal pueden ser afectados por diferentes condiciones ambientales (ver Hoffmann & Santelices, 1997), estos análisis se efectuaron para cada localidad separadamente, previendo la opción de usar distintos descriptores en diferentes localidades si es necesario.

Dependiendo del grado de variación en el tamaño individual, para cada localidad se evaluaron además el nivel de error asociado a una estimación de biomasa basada únicamente en conteos de plantas. El objetivo es analizar la factibilidad y conveniencia de utilizar métodos rápidos para obtener estimaciones aproximadas de standing stock, los cuales pueden ser utilizados ampliamente por personas sin mayores conocimientos técnicos.

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 un enfoque de análisis que permitiera facilitar la medición en terreno, para asegurar en cada muestreo la máxima cantidad de observaciones con el menor tiempo para cada una. Por tanto se privilegia la 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). Esta aproximación también se funda en la posibilidad declarada en el proyecto de generar herramientas sencillas que permitan evaluar o predecir biomasa a personas sin mayor entrenamiento técnico, lo cual sería poco factible si se utilizaran modelos complejos.

Para cada pradera, se efectuaron un análisis de correlación de Pearson entre la Biomasa individual de las plantas y cada variable morfométrica, con objeto de seleccionar la mejor asociación. Para seleccionar 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.



Paralelamente, la aplicabilidad de los modelos simples para la evaluación en terreno de cada pradera, se evaluó comparando sus resultados con los obtenidos en un análisis de regresión múltiple paso a paso (stepwise, modalidad forward) para el conjunto completo de variables independientes. Mediante este último procedimiento, es factible que un modelo resultante pudiera incluir varias o todas las variables independientes, y si además entregara una mejor predicción esto obligaría a considerar una medición más compleja en terreno.

b) Determinación de tamaños muestrales

Como parte de la evaluación preliminar, para cada especie se determinó el número mínimo necesario de unidades muestrales para lograr una medición representativa de los algas, obtenidos a partir de métodos de minimización del error estándar de muestreo (Bros & Cowell, 1987). Una vez determinado, se usó al menos el mismo tamaño mínimo de muestra para cada especie en cada localidad, el cual aumentó dependiendo de la extensión de los algas.

c) Registro de distribución espacial y biomasa

Luego de las evaluaciones preliminares, en cada una de las localidades seleccionadas se dispuso de información básica sobre la distribución bidimensional del alga, tamaños muestrales apropiados y, los mejores estimadores para establecer biomasa.

En función de estas características, se procedió a medir la densidad de plantas con una frecuencia de muestreo mensual hasta completar el período de ejecución del proyecto. Se utilizó un diseño muestral sistemático, estableciendo para cada localidad una grilla muestral (cuadrícula de estaciones de muestreo equidistantes) o conjuntos de transectos (según el tipo de especie y las



condiciones locales), en cualquier caso usando cuadrantes de 1 m² espaciados a intervalos regulares (el grado de espaciamiento entre cuadrantes ser3 funci3n del tama1o f3sico del algar).

Esta metodolog3a permite al muestreo abarcar la mayor extensi3n espacial en cada algar, y obtener as3 una representaci3n adecuada del nivel de variaci3n espacial en las variables estudiadas. Esto adem3s permitir3 determinar el patr3n espacio-temporal de variaci3n en la distribuci3n de plantas individuales de cada especie, facilitando a su vez la comparaci3n estad3stica entre algares para inferir indirectamente el grado de susceptibilidad de las poblaciones a la explotaci3n.

Para efectos de calcular la biomasa, el descriptor morfom3trico m_i medido a cada una de las k plantas individuales encontradas en un cuadrante particular, fue convertido a un valor de biomasa p_i de acuerdo a la funci3n $f(m)$ establecida previamente. Por tanto, la biomasa de un cuadrante cualquiera (bc) se obtuvo como:

$$bc = \sum p_i = \sum m_i * f(m) \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, k,$$

y la biomasa promedio de un algar (B_{PA}) en un tiempo determinado, establecida con una muestra de n cuadrantes, fue equivalente a:

$$B_{PA} = (1/n) * \sum bc_i \quad \text{donde } i = 1, 2, \dots, n$$

con desviaci3n est3ndar equivalente a:

$$S B_{PA} = \sum (bc_i - B_{PA}) / \sqrt{n}.$$

De este modo, se obtuvo el standing stock por unidad de 3rea con su estimaci3n de error, y a partir de estos valores se estim3 a su vez la biomasa total de un algar (B_A) por extrapolaci3n simple como:

$$B_A = B_{PA} * A_A$$



Donde A_A es la superficie total del algar estimada al inicio del proyecto.

Por otra parte, y debido a las diferencias ecol3gicas y de h3bitat entre *Macrocystis* y *Durvillaea*, los m3todos anteriores deben ser abordados en situaciones log3sticas distintas, por lo que se aplicaron de modo diferencial adapt3ndolos al ambiente submareal e intermareal, respectivamente. Para el caso de ***Durvillaea antarctica*** en particular, se contempla en principio que una o m3s series horizontales de unidades muestrales est3n dispuestas en forma paralela a la l3nea de costa, dada la distribuci3n principalmente intermareal de esta especie. No obstante, si en alg3n caso ***D. antarctica*** llega a extenderse hacia el submareal, se agregar3 una serie adicional de cuadrantes para establecer la magnitud de la fracci3n poblacional submareal respecto de la intermareal, y su posible relevancia al momento de analizar los m3todos extractivos m3s convenientes.

4.2.3 An3lisis de ciclos o periodicidad de varamiento de las algas estudiadas y su cuantificaci3n

Como se indic3 anteriormente, el an3lisis del varamiento se asoci3 a los muestreos regulares de los algares, dada la imposibilidad de mantener una presencia permanente en cada lugar y de evaluar un varamiento inmediatamente despu3s que este ha ocurrido. La informaci3n que se obtuvo del muestreo fue complementada con una recopilaci3n de informaci3n entre los recolectores de algas de cada sector.

Bas3ndose parcialmente en la metodolog3a propuesta por Rivera (1993), se plante3 determinar en forma previa los lugares asociados a los algares de muestreo donde se produce varamiento con mayor frecuencia y/o magnitud. Dichos lugares fueron visitados cada vez que se efectu3 las mediciones en los algares asociados, para estimar la biomasa varada por especie.



Para lo anterior, en las franjas de playa en que existi3 varamiento se dispuso una serie de cuadrantes de 1 m² en un n3mero acorde a la extensi3n del varamiento. En cada cuadrante se registr3 el peso h3medo por especie (si es posible), para obtener las medidas de tendencia central que mejor reflejen la distribuci3n espacial de las algas varadas. Estas medidas se usaron luego para extrapolar la biomasa total encontrada en la superficie de varamiento, junto a un estimado de error que ayude a ponderar la confiabilidad de esta medida.

As3, la biomasa total del varamiento B_V se obtuvo en forma simple como:

$$B_V = b * A \quad \text{donde} \quad b = (1/n) * \sum b_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

A = superficie total de varamiento (m²)

b_i = biomasa registrada en cuadrante i (K)

b = biomasa media por unidad de 3rea (K m⁻²)

n = tama3o muestral

Como medida de dispersi3n se us3 la desviaci3n est3ndar muestral S_b :

$$S_b = \sqrt{\sum (b_i - b)^2 / n}$$

En principio se us3 la media aritm3tica como medida de tendencia central, pero seg3n los resultados se evalu3 otras medias que reflejaron mejor la distribuci3n espacial de las algas varadas.

4.2.4 Análisis del ciclo reproductivo de las especies en la zona de estudio (época de maduración y liberación de esporas)

Se efectuó una evaluación paralela al muestreo de standing stock, dirigida a establecer en cada algar la temporalidad de la reproducción y la variación anual en la frecuencia de individuos reproductivos, analizando además estado reproductivo de cada uno en cuanto a la producción de gametos. Los criterios biológicos para la elección de individuos y tejido están basados en la metodología usada por Collantes *et al.* (2002), aunque utilizando una versión modificada de su diseño de muestreo.

Para ello, en cada localidad de muestreo y en cada fecha de muestreo, se seleccionó un individuo de cada cuadrante muestreado (30) en un algar particular, del que se obtuvo una muestra de tejido para la evaluación reproductiva. En lugar de obtener muestras de tejido replicadas en cada individuo, este diseño permite maximizar tanto tamaño de muestra como la cobertura espacial de las medidas obtenidas en cada algar, asegurando que las estimaciones logradas sean más representativas.

En cada muestra de tejido previamente fijada en formalina al 5 % para su conservación, se analizó bajo microscopio óptico la presencia de estructuras reproductivas, previamente se realizaron secciones en la subcorteza, las cuales fueron montadas en portaobjetos utilizando una solución de Karocyrup, agua de mar y formalina.

En cada muestra se identificó el estado reproductivo de cada alga. Así se identificaron algas vegetativas, femeninas, masculinas (**Figura 3**), y los distintos estados de madurez (**Figura 4**).



Se obtuvo información de la fenología reproductiva, fertilidad y estado de madurez de las plantas en cada pradera en un período anual a partir del análisis de las 30 muestras extraídas en las praderas estudiadas de la forma descrita con anterioridad.

La fertilidad se estudió en cada pradera seleccionada, y se expresó como frecuencia (%) de plantas reproductivas **versus** no reproductivas, donde se consideraron a las plantas femeninas y masculinas en un solo grupo incorporando todos los estados de madurez (inmaduros, en maduración, maduros y senescentes) y por otra parte, a las vegetativas (sin estructuras reproductivas diferenciadas). También se estudió la fenología reproductiva analizando en cada población, la frecuencia (%) de los distintos estados reproductivos (masculino, femenino y vegetativo), que están presentes en el ambiente natural en un período anual.

Para el estudio del estado de madurez las frondas las muestras fueron agrupadas de acuerdo a la siguiente escala:

- a) Estado vegetativo (no reproductivo). En el tejido hay ausencia de diferenciación celular inicial para la formación del conceptáculo entre la subcorteza y la medula.
- b) Estado reproductivo inmaduro. Existe un desarrollo gradual de diferenciación celular entre la corteza y la médula, a veces es posible diferenciar células germinativas de anteridios y oogonios.
- c) Estado reproductivo en maduración: Conceptáculo de forma ovalada hay diferenciación de anteridios y oogonios hifas largas simples y ramificadas, conceptáculo sin ostíolo.



- d) Estado reproductivo maduro: Concept3culo completamente desarrollado. Los anteridios y oogonios se encuentran en etapa de plena madurez con presencia de oosferas bien conformadas en los oogonios al igual que las c3lulas de los ramilletes de anteridios. El ostiolo de salida del concept3culos es evidente.
- e) Estado reproductivo senescente: Los concept3culos presentan escasa o nula presencia de oogonios y anteridios, a veces en proceso de reabsorci3n.

4.2.5 Reclutamiento estacional

Esta actividad no estaba contemplada en las Bases T3cnicas del proyecto, sin embargo, en el transcurso del proyecto y por observaciones realizadas en terreno, se consider3 necesario efectuar experiencias de reclutamiento.

En la pradera de La Turbia, se estudi3 el reclutamiento de nuevas algas estacionalmente. En otoño (abril), invierno (julio), primavera (noviembre) y en verano (enero), se denudaron 3 3reas de 1m² cada una, La denudaci3n consisti3 en remover todas las algas y animales presentes en cada 3rea. Para la selecci3n de las 3reas en la pradera, se consider3 el grado de exposici3n al oleaje y as3 se seleccion3 un cuadrante en un 3rea protegida, uno en semi-expuesta y otro en expuesta.

Cuando las plantas de "coyoi" en cada cuadrante se hicieron visibles a ojo desnudo, estas se contaron y midieron mensualmente (longitud de la planta) expresando la densidad como n3 de plantas/ m² y el crecimiento en longitud (cm).

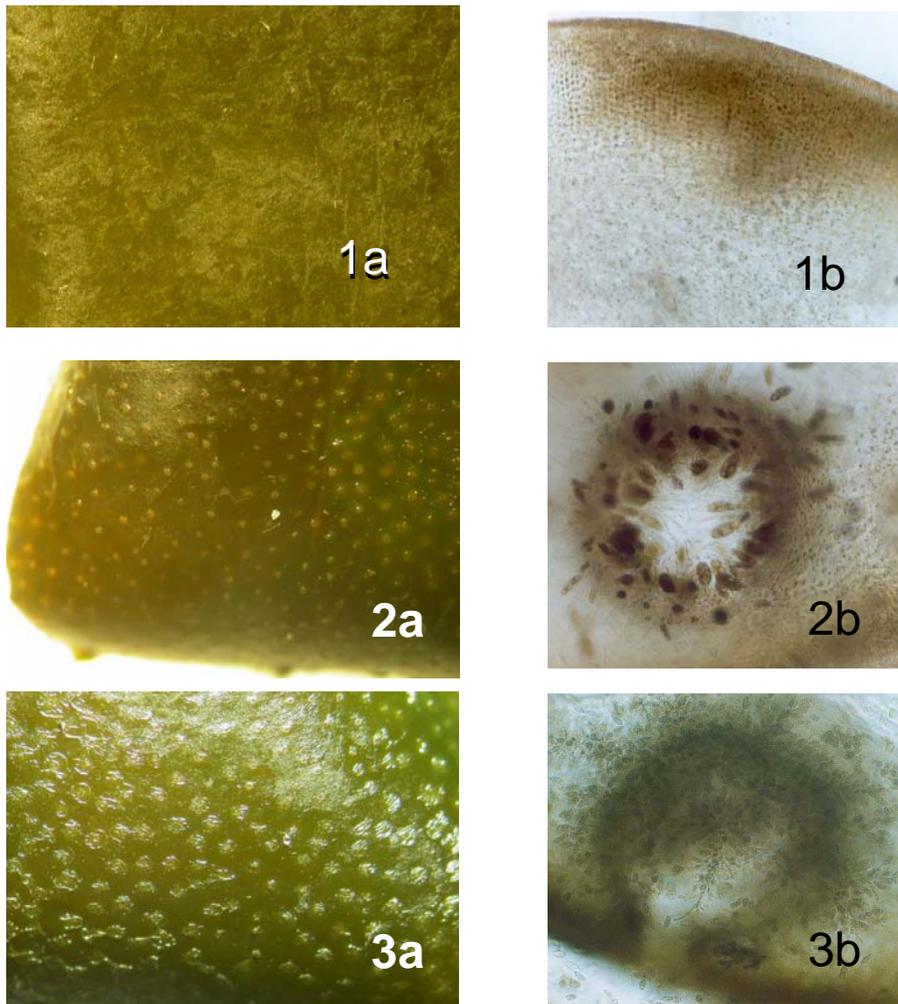


Figura 3. Morfología externa e interna de *Durvillaea antarctica*. 1a) Morfología externa de una planta vegetativa la que presenta su tejido cortical liso. 1b) Morfología interna, se observa la corteza subcorteza y la médula. 2 a) Morfología externa de una planta femenina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos femeninos. 2b) Conceptáculo femenino con ramilletes y oogonios. 3 a) Morfología externa de una planta masculina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos masculinos. 3b) Conceptáculo masculino con ramilletes masculinos y paráfisis.

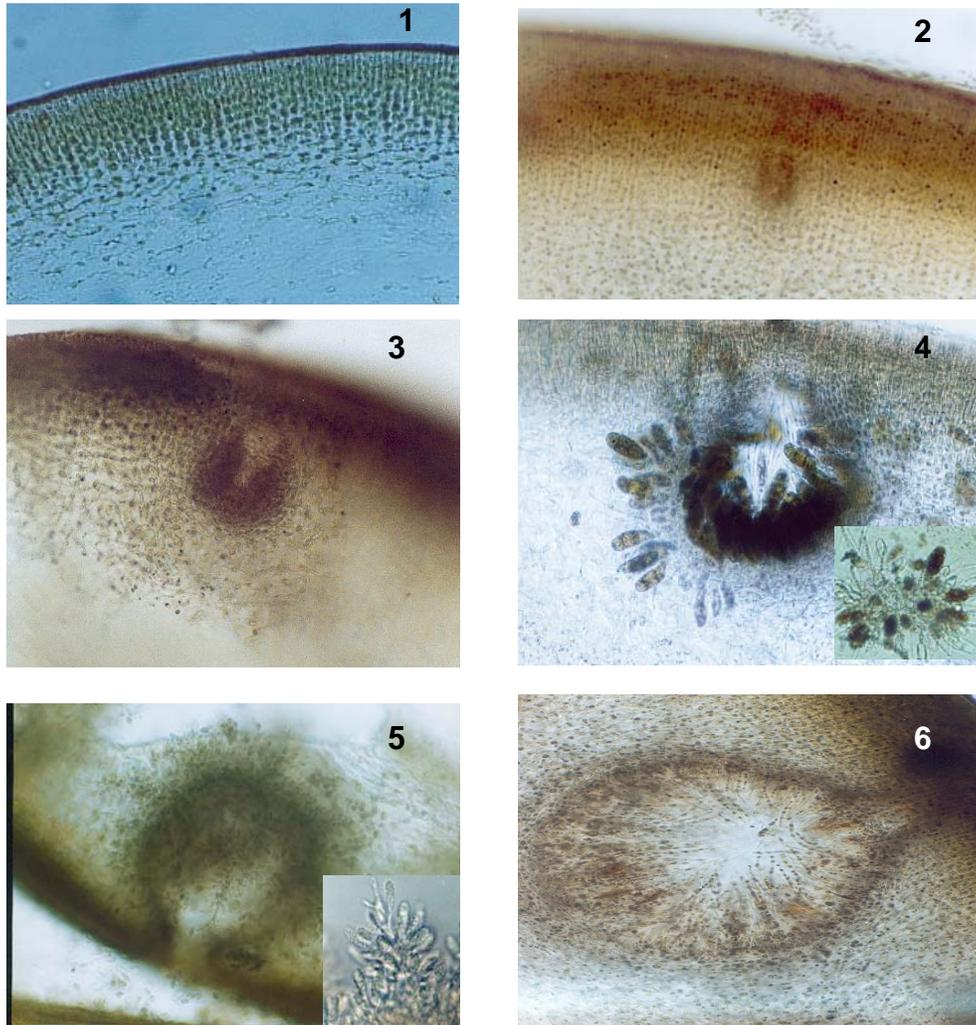
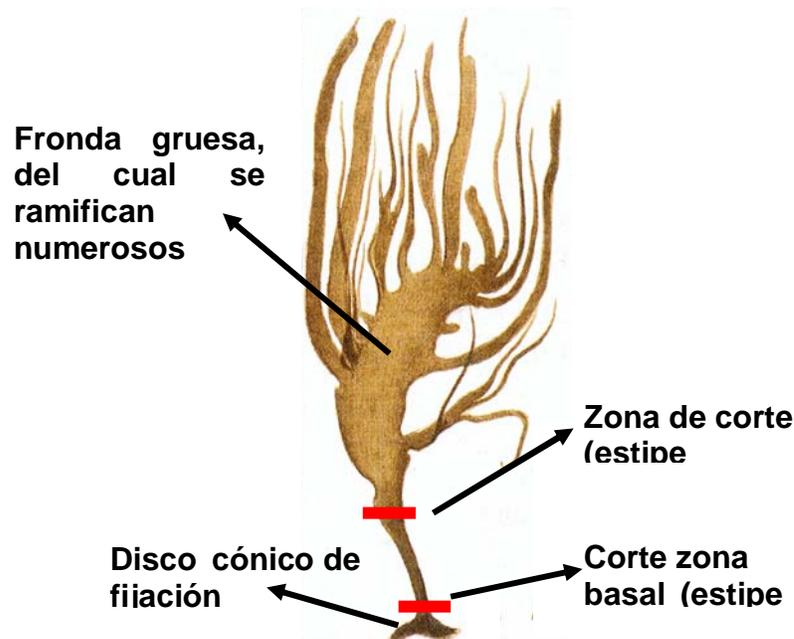


Figura 4. Estados reproductivos. **1)** Estado vegetativo (no reproductivo). Ausencia de diferenciación celular inicial entre la subcorteza y la médula. **2)** Estado reproductivo inmaduro. Hay un desarrollo gradual de diferenciación celular entre la corteza y la médula. **3)** Estado reproductivo en maduración: Conceptáculo de forma ovalada hay diferenciación de anteridios, conceptáculo sin ostíolo. **4)** Estado reproductivo femenino maduro: Conceptáculo completamente desarrollado. y oogonios se encuentran en etapa de plena madurez con presencia de oosferas bien conformadas (ver recuadro). **5)** Estado reproductivo masculino maduro. Los anteridios en etapa de plena madurez (ver recuadro), el ostíolo del conceptáculo es evidente. **6)** Estado reproductivo senescente: Los conceptáculos con ausencia de oogonios y anteridios.

4.2.6 Regeneraci3n y crecimiento de estipes

Por observaciones realizadas en terreno (Ávila, *com pers*) se cuenta con antecedentes que las frondas de *Durvillaea* pueden regenerar tejido despu3s de un corte, de manera que se propuso en el presente proyecto realizar algunas experiencias para demostrar la regeneraci3n en *Durvillaea antarctica*.

Se seleccionaron 60 plantas de *Durvillaea*, las que fueron podadas en 2 niveles de la planta, para determinar la potencialidad regenerativa de nuevas frondas de esta especie. Se podaron 30 plantas en la zona basal del estipe, otras 30 plantas se cortaron en la zona pr3xima a la zona donde se aplana el estipe cil3ndrico, manteniendo un n3mero similar plantas control sin poda (**ver esquema**). Los controles se efectuaron mensualmente, registrando mediante fotograf3as los cambios ocurridos, en el caso de formaci3n de nuevos estipes estos fueron medidos en n3mero y longitud.



Esquema: Planta de *Durvillaea antarctica* se3alando las zonas de corte para los experimentos de regeneraci3n.



4.2.7 Crecimiento vegetativo

En cada una de los algares en estudio, se seleccionaron 30 plantas de tres rangos de tallas (20 a 25 cm; 40 a 50 cm; 70 a 90 cm) las cuales se individualizaron con marcas hechas con masilla ep3xica sobre sustrato. Para evaluar el crecimiento en un per3odo anual se midi3 los par3metros definidos para cada rango de talla mensualmente y se estim3 la tasa de crecimiento diario (%) para cada rango de talla.

Para determinar la tasa de crecimiento de las plantas se utiliz3 el incremento en tama3o el cual se expres3 como tasa de crecimiento diario bas3ndose en el siguiente algoritmo:

$$A = \frac{\ln s_2 - \ln s_1}{t_2 - t_1} \cdot 100$$

Donde:

A = tasa de crecimiento diario (%)

S₁ = variable a definir tiempo t₁

S₂ = variable a definir tiempo t₂

t₂ = tiempo final (90 d3as)

t₁ = tiempo inicial (1 d3a)



4.2.8 Análisis estadístico

Debido a los distintos tipos de variables, observaciones y escalas espaciales involucradas en el estudio, implican la aplicación de un gran número y diversidad de análisis estadísticos para evaluarlos. Por ello, y con objeto de maximizar la integración de los resultados, para cada variable se realizaron análisis usando pruebas similares y con una estructura similar. Por otro lado, y de acuerdo a la naturaleza de los datos, los tipos de pruebas estadísticas a aplicar fueron seleccionadas al inicio del proyecto, procurando en lo posible usar la misma prueba para un mismo tipo de caso. Esto se plantea para que las conclusiones del estudio sean obtenidas bajo condiciones estadísticas similares, evitando las ambigüedades de comparar resultados que provienen de dósimas con distintos requerimientos y condiciones. Los criterios de selección y aplicación de análisis se tomaran básicamente de Steel & Torrie (1988); Baird (1991); Keppel *et al.* (1992) y; Wonnacott & Wonnacott (1992).

En todos los objetivos que involucran pruebas estadísticas de hipótesis, los datos fueron evaluados principalmente a través de análisis de varianza, variando el diseño en función del objetivo y el tipo de medidas a obtener (Steel & Torrie, 1988). Como diseño base se aplicara un diseño fijo de análisis de varianza multifactorial, variando el número de factores de acuerdo al caso.

De este modo, en el diseño basal respectivo se introdujeron factores fijos adicionales con distintos niveles, en las evaluaciones de abundancia, biomasa o tamaño. Por otra parte, cada vez que fue necesario se aplicó pruebas de comparación de medias *post hoc*, particularmente la prueba de Scheffé la cual usa un criterio más conservativo al estimar la mínima diferencia significativa (*i.e.*, sólo entrega diferencias estadísticas cuando éstas son realmente importantes), permite reducir el error Tipo I (Keppel *et al.*, 1992), y permite ser aplicada ya sea



que exista o no desbalance de los datos, que es el caso más frecuente para la información proveniente de terreno.

Otros análisis

En casos particulares se analizó la correlación entre diferentes variables por medio del coeficiente paramétrico de Pearson (producto-momento) o se aplicó un análisis de regresión lineal simple con su correspondiente análisis de varianza asociado. Para los casos en que se compararon las distribuciones de variables, se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Estos análisis se aplicaron principalmente para la información obtenida de manera complementaria y relacionada con aspectos reproductivos poblacionales y de historia de vida, estimando que no hay necesidad de otros tipos de análisis.

4.3 Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algares identificados

4.3.1 Número de usuarios totales en la Provincia de Arauco por localidad

Para la caracterización, se efectuó un censo de la actividad extractiva del recurso por localidad de extracción. Se registró número de recolectores inscritos y no inscritos en el RPA, clasificándolos en permanentes y esporádicos. Además se registró la información de otro tipo de usuarios como intermediarios y/o empresas que estén operando en la zona. La información que proporcionaron las empresas dedicadas a la extracción de este recurso, es de gran importancia, con relación a lugares de extracción y de operación de la flota. Se recurrió a otras fuentes de información como Sernapesca, Gobierno Regional, y Municipalidades.



4.3.2 Procedencia y estacionalidad de la actividad extractiva

En base al censo se recopil3 informaci3n diaria del desembarque del recurso, para ello se dise1n3 un formulario para la recopilaci3n de informaci3n sobre 1reas de extracci3n, recurso extra3do, volumen y caracter3sticas de agentes extractivos.

La informaci3n de desembarque probablemente es de car1cter estacional y para su caracterizaci3n se efectuaron registros del desembarque, por grupos de recolectores, y por embarcaci3n, de todos los usuarios que participan en la extracci3n del recurso. Se identificaron las caracter3sticas de los recolectores, edad, nivel educacional, sexo, y tipo de herramientas que se utilizan para la recolecci3n entre otros. En relaci3n a las embarcaciones se registr3 matr3cula, nombre, se registr3 la procedencia del recurso, las horas de zarpe y arribo, el n1mero de buzos que opera por embarcaci3n, las horas y profundidad del buceo, el nombre y edad de los buzos que opera por embarcaci3n.

4.3.3 Caracterizaci3n de la actividad extractiva y de la flota

Una vez validada la informaci3n, esta se proces3 para obtener macro-indicadores de la actividad extractiva, los cuales se consideran como indicadores generales, y entregan informaci3n global de la temporada. Entre ellos los m1s importantes son per3odo de extracci3n, m3todo de extracci3n, zonas de extracci3n por parte de la flota. N1mero de recolectores dedicados a la actividad, tama1o de la flota (medida como n1mero de embarcaciones que participa en la pesca del recurso), caracter3sticas de la flota (material de construcci3n y eslora), n1mero de buzos que opera tanto por embarcaci3n, como por temporada, y estructura de edad de los buzos.



En la extracci3n de cochayuyo en la VIII Regi3n participan recolectores desde la orilla cosechando el recurso y tambi3n, por otra parte, en algunos sectores se extrae el recurso con buzos y utilizando botes.

4.3.4 Captura por Unidad de Esfuerzo

Como indicadores mensuales, se consideran los que entregan informaci3n por 3rea de extracci3n. En base a la informaci3n obtenida de los desembarques se estim3 la captura mensual por temporada y por 3rea de extracci3n (t h3meda de alga), esfuerzo mensual por temporada y por 3rea de extracci3n por hora de buceo/recolecci3n y finalmente un 3ndice de rendimiento de la actividad extractiva la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), basada en la siguiente f3rmula:

$$CPUE = (C/E)$$

Donde,

CPUE = captura por unidad de esfuerzo

C = Captura (k de alga h3meda)

E = Esfuerzo (horas de buceo/recolecci3n)

- Determinaci3n de las formas de conservaci3n y aprovechamiento extra3das o recolectadas seg3n tipo de usuario.

4.3.5 Determinaci3n de las formas de conservaci3n y aprovechamiento de las algas

En base a la informaci3n proporcionada por los recolectores se establecieron formas de conservaci3n y aprovechamiento de las algas pardas recolectadas. Se



especificó de acuerdo al tipo de usuario el tratamiento de las algas recolectadas y los canales de comercialización.

4.3.6 Análisis de la demanda de algas pardas

Los datos requeridos para estudiar el comportamiento de la demanda de algas café se obtuvieron a través de consultas en fuentes secundarias a nivel nacional, especialmente las referidas a desembarques (anuarios estadísticos de Sernapesca), y destinos de la materia prima, tanto a nivel nacional como regional, construyéndose serie históricas en cuanto a volúmenes y destinos de los desembarques.

Posteriormente se consultaron revistas especializadas y se realizaron consultas a expertos para obtener información sobre los determinantes de la demanda por estos productos y el comportamiento de estas variables. Una vez que se contó con la base a la base de datos se analizó la información y se realizó un estudio de la proyección de las tendencias y variables asociadas a la demanda por algas café en Chile.

4.4 Analizar alternativas de explotación y manejo para los algares identificados

Enfoque metodológico

El desarrollo de este objetivo se hizo, de acuerdo a la secuencia de información necesaria para proponer pautas de ordenamiento y manejo de la actividad asociada a las algas pardas de la VIII Región. Esta secuencia implica el levantamiento de información de la situación del recurso y de la actividad extractiva de las algas pardas en el litoral de la VIII Región, donde se incluyeron



aspectos relevantes del *recurso* (**e.i.** situaci3n y din3mica del recurso); *agentes productivos* (**e.i.** n3mero de usuarios, r3gimenes de operaci3n, artes extractivos, tipo de organizaci3n productiva, sistema de comercializaci3n), *mercado* (**e.i.** intermediarios, empresarios de plantas de proceso), y representantes de la *institucionalidad* p3blica relacionada de fiscalizaci3n y administraci3n.

Con el prop3sito de comprender el sistema de la pesquer3a de algas pardas, se realiz3 una descripci3n y an3lisis de los principales procesos asociados al recurso. En este an3lisis, se integr3 toda la informaci3n a recopilar, incluyendo el efecto de las medidas de administraci3n actualmente vigentes. Lo anterior, permiti3 la identificaci3n de indicadores de la actividad de acuerdo a lo se3alado por Caddy & Mahon (1995) y; Caddy (1998), los cuales se compatibilizaron con los criterios ecol3gico-pesqueros, desde el punto de vista de la din3mica del recurso y de la pesquer3a, las implicancias socioecon3micas derivadas y la influencia que ejerce el mercado (plantas de proceso y exportaciones), sobre la din3mica de la actividad, destinadas a dar respuesta a los procesos extractivos del recurso.

Los principales macro-procesos ha analizar corresponden a:

- Desempe3o de la actividad productiva (“pesquer3a”): estado del recurso - producci3n
- R3gimenes de explotaci3n
- Din3mica de los agentes

El an3lisis de las alternativas de explotaci3n/ manejo se desarrollaron en funci3n del an3lisis de la informaci3n a generar en el estudio, donde se definieron los objetivo (s) principal (es), las estrategias y las acciones a considerar para el ordenamiento de la actividad productiva de algas pardas en la VIII Regi3n. Lo



anterior, implica el análisis de aplicabilidad de la medida, la que debe buscar asegurar la sustentabilidad del recurso, en términos de sus implicancias económicas y ecológicas, considerando las particularidades en la explotación del recurso en cada localidad.

El análisis se realizó dentro un enfoque de ordenamiento considerando tres aspectos fundamentales:

- 1) Estudios referidos a los efectos biológico - pesqueros de la explotación de los recursos algales, evaluando escenarios de manejo y explotación alternativos,
- 2) Análisis de las variables y factores que condicionan la compatibilidad de la medida en función de los intereses de los usuarios y normativos y
- 3) Proposición de una propuesta de manejo y explotación integrada para el recurso, donde se incorporarán regímenes de explotación y acciones de manejo.

El análisis de las estrategias de explotación y manejo para la “pesquería” de algas pardas, evaluará el impacto biológico – pesquero y económico de las medidas de manejo a proponer (*e.i.* asignación de áreas, restricciones de artes, periodos de cosechas, y normas extractivas en general), considerando escenarios que suponen diferentes estrategias de manejo y explotación:

- 1) Condiciones actuales de extracción (libre acceso),
- 2) Asignación de derechos de usos territorial (ej. áreas de manejo, concesiones y destinaciones),
- 3) Restricción de arte extractivo y
- 4) Determinación de periodos óptimos de cosecha.



Una vez definidos los objetivos (jerarquizados) y las estrategias de conservaci3n y explotaci3n de los recursos objetivos, se procedi3 a identificar las acciones m3s relevantes y a realizar un an3lisis de las variables y factores que condicionan la compatibilidad de las medidas de administraci3n, en funci3n de intereses m3ltiples.

El an3lisis comprendi3 las variables relevantes involucradas en el funcionamiento de la pesqueri3, considerando los efectos de la aplicaci3n de medidas, en funci3n de los impactos bio-pesqueros y socioecon3micos, que resultarían de la implementaci3n de éstas y de su viabilidad administrativa. Estos aspectos fueron abordados por medio de tres fuentes:

- a) opini3n de los usuarios y agentes p3blicos vinculados al sector pesquero,
- b) realizaci3n de un taller consultivo y
- c) modelaci3n y simulaci3n del sistema productivo de algas pardas.

Proposici3n de medidas de ordenamiento de la actividad

Las proposiciones de r3gimenes de explotaci3n y acciones de manejo (ordenamiento de la actividad), se fundaron de acuerdo al actual marco legal / administrativo, considerando la viabilidad pr3ctica, aceptaci3n de los usuarios y autoridades, entendimiento, costo-eficiencia, disponibilidad de informaci3n actual y la requerida de acuerdo a los indicadores necesarios para la implementaci3n de la propuesta.

Para lo anterior, se realizaron un an3lisis de las actuales medidas de manejo/ administraci3n que se est3n aplicando para las algas pardas. En este contexto, el an3lisis se concentr3 en las localidades donde se presente la mayor actividad productiva de algas pardas en la VIII Regi3n, y donde se presenten distintos r3gimenes productivos.



Una vez analizadas las experiencias existentes, la opinión e intereses de los diversos actores (públicos y privados) y considerando el marco institucional normativo, se procedió a formular las propuestas de ordenamiento considerando la realidad local. Esta propuesta se concentró fundamentalmente en *Durvillaea* y *Macrocystis*. Se debe señalar, que el alcance específico de las medidas de manejo se fundamentó en los antecedentes disponibles en la literatura y a la información generada en el proyecto.

4.5 Proponer regímenes de explotación y acciones de manejo, para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local

Enfoque metodológico

El desarrollo de los objetivos N° 4 regímenes de explotación, se analizó la asignación de “derechos de hecho” (asignación de varaderos), libre acceso y el establecimiento de áreas de manejo para algas pardas en la Región. Bajo estos escenarios se evaluó las distintas alternativas de manejo. De esta forma, la conjunción de ambos aspectos permitió proponer un modelo de ordenamiento de la actividad.

La componente metodológica para modelar el sistema productivo de algas pardas considerará aspectos relacionados con:

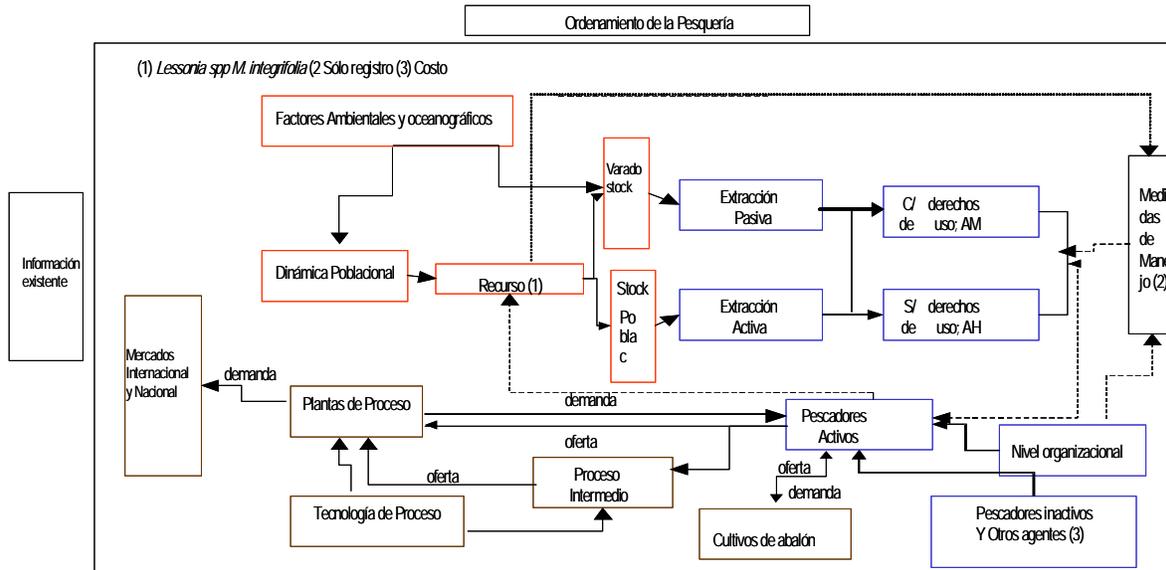
- Definición de los principales parámetros poblacionales de los recursos.
- Estudio del rol ecológico de los recursos.
- La definición del sistema extractivo.
- Revisión de antecedentes del tipo y número de usuarios.



- La definición y dimensionamiento del potencial del recurso, tanto varado como poblacional, en el litoral de la VIII región.
- La dinámica del sector de proceso.
- La definición de información necesaria.

Para la proposición de regímenes de explotación y acciones de manejo del recursos algas pardas, se aplicó un diseño de un modelo *conceptual/cuantitativo* de integración del sistema y de los principales subsistemas que conforman la actividad productiva; el cual fue abordado mediante la aplicación de Ciencias de Sistemas, la cual es considerada como una herramienta útil y robusta para el entendimiento de procesos funcionales interdependientes (Seijo *et al.*, 1997). Para lo anterior, se aplicara un Modelador Lógico de Sistemas (MLS), utilizando el software *Stella v 6.0*, desarrollado por *MM High Performance Systems*; el cual permite modelar el sistema, con el fin de visualizar los efectos, en dirección y magnitud, según el tipo de acción(es) o medidas sugeridas, permitiendo evaluar las acciones y medidas de manejo resultantes de una propuesta de ordenamiento y del diseño de estrategias de explotación sustentables de algas pardas.

Para lo anterior, se procedió a adaptar un modelo comprensivo conceptual/cuantitativa del sistema productivo de algas pardas desarrollado por IFOP, 2002, para el norte de Chile, de acuerdo a la realidad de la VIII Región. Este modelo permitió establecer los procesos de interrelación que se producen en las diferentes fases del sistema, como se indica en el siguiente esquema:



Esquema. Modelo conceptual/cualitativo de la pesquería de algas pardas en el norte de Chile (Tomado de IFOP, 2002).

El modelo se basa en el funcionamiento de tres subsistemas: i) El *recurso* y los procesos que determinan su dinámica poblacional; ii) Estructura y comportamiento de la *fuerza extractiva*; y iii) las *plantas de proceso*, que comprende la organización y funcionamiento de éstas.

El modelo conceptual indica que la interacción entre la fuerza extractiva y el stock varado determina el nivel de extracción, generándose cambios en los niveles de esfuerzo, por medio de la incorporación de más agentes a la recolección de algas varadas (extracción pasiva) y/o la extracción activa (remoción). Los reajustes en la oferta y demanda de la cantidad y tipo de alga, responde a factores de mercado, disponibilidad del recurso (factores oceanográficos y climáticos) y estacionalidad.



El recurso posee una dinámica poblacional que es afectada por procesos de crecimiento individual, reclutamiento y mortalidad, condicionados a procesos densodependientes e interacciones comunitarias, bajo la influencia de factores ambientales.

El comportamiento de las *plantas de proceso*, como agentes demandantes, están íntimamente relacionados con su tecnología de proceso, ofertas de otras caletas y del mercado internacional. De esta forma, la demanda ejercida por el sector de proceso responde al sistema de maximización de beneficios de una empresa típica.

Los procesos dinámicos, en especial los relativos al subsistema recurso y agentes, serán complementados a partir de la información disponible en literatura.

4.5.1 Fundamentación para la modelación de regímenes de explotación y manejo

El diseño de estrategias de ordenamiento; explotación y manejo, requiere la evaluación de las medidas en cuanto a los efectos deseados, para lo cual se deben establecer los principales procesos vinculados a la actividad productiva de algas pardas. Este enfoque, permite evaluar la relación causa – efecto de las medidas de administración, en cuanto al comportamiento económico – productivo de las comunidades de pescadores asociadas al sistema extractiva.

La información ha generar, fue analizada en forma integrada, considerando una aproximación inicial de tipo conceptual, a partir de la diagnosis de las principales parámetros, variables y factores que condicionan la actividad extractiva de algas pardas en la VIII Región, de acuerdo a criterios biológico - pesqueros, económicos y sociales.



El análisis del sistema en función de los factores y variables más relevantes comprende la integración sistémica, bajo el enfoque del marco lógico, lo cual permitió evaluar estrategias de explotaciones coherentes y consistentes a partir de los antecedentes disponibles, y la institucionalidad y normativa nacional.

La aplicación del enfoque metodológico de ciencias de sistemas en procesos productivos (Seijo *et al.*, 1997); comprende las siguientes etapas:

- Definición de la información necesaria.
- Caracterización de la actividad en términos de la dinámica de los recursos, sus interdependencias con el esfuerzo extractivo y los instrumentos de manejo factibles de ser implementados.
- Modelación funcional de las interrelaciones entre los componentes del sistema productivo de algas pardas.
- Incorporación de datos recolectados de fuentes primarias y secundarias para estimar los parámetros de entrada del modelo.
- Evaluación del impacto biológico, económico y social de las estrategias de ordenamiento / explotación - manejo.

Este último aspecto fue evaluado en concordancia con objetivos de manejo establecidos para la actividad extractiva, considerando en forma prioritaria la respuesta generada por la asignación de derechos de uso, la regulación de los arte de remoción activa, y periodos de maximización de la cosechas (periodos óptimos de cosecha).

En términos de la modelación funcional, el modelo considera cuatro aspectos:



- Observaciones (condición): las cuales están relacionadas con las variables de estado (stock – agentes) más relevantes de cada componente del sistema.
- Proceso (Acción): esta etapa considera los procedimientos de ajuste del modelo a las observaciones y ecuaciones de estado (reclutamiento, extracción, alga varada, reorientación del esfuerzo, tasas de salida/entrada).
- Factores y variables de procesos, los cuales afectan los flujos de proceso y los niveles de stock (mortalidad natural, tasas de crecimiento, ambiente, precio del recurso, rendimientos físicos y económicos, y costos de oportunidad).
- Regulaciones del sistema, considera el efectos de decisiones de manejo (remoción *v/s* no remoción; derechos de usos *v/s* libre acceso, periodos de cosecha y la combinación de estas), sobre la dinámica del recurso y los agentes del sistema.

Para establecer las ecuaciones de proceso se definieron supuestos relacionados con cambios de estado del recurso y del régimen de operación de los agentes. Entre estos tenemos los siguientes supuestos:

- El grado de explotación de las poblaciones afecta los posteriores niveles poblacionales.
- Existe proporcionalidad entre las cosechas y los niveles de esfuerzo en función de la abundancia del recurso.
- Los ingresos individuales y las expectativas de los usuarios, dan cuenta de los costos de oportunidad, los cuales operan como incentivos dentro del sistema.
- Los agentes permanentes (tradicionales) son potencialmente facultativos (estrategias combinada de recolección/extracción de algas) para la extracción pasiva y la remoción activa.



- Las barreras de entrada y salida de eventuales agentes externos están condicionadas a los costos de oportunidad establecidos por el recurso.
- Los agentes esporádicos (ocasionales) operan principalmente en el sistema productivo como extractores activos.

Para la estimación de los efectos se consideró como unidad básica de análisis la respuesta del recursos en magnitud y dirección sobre un área estándar, utilizando una escala de desempeño anual, a fin de evaluar; la abundancia del recurso (densidad); la producción del recurso, volúmenes de extracción; el ingreso/salida y reorientación de agentes al sistema, los ingresos medios anuales por tipo de agente/actividad, y la condición del recurso en términos de su composición por tallas (submodelo estructurado).

De acuerdo a lo anterior, la etapa de modelación funcional incorpora las relaciones causa efecto especificadas para cada uno de los componentes del sistema, posibilitando la evaluación de los eventuales cambios en el esfuerzo extractivo y la dinámica del recurso, en consideración a funciones de sensibilización de parámetros; escala espacial del sistema (tamaño del área), stock del recurso, número de agentes iniciales (permanentes) y potenciales (esporádicos), y cambios en el precio del recurso, establecimiento de vedas extractivas, entre los más relevantes.

Se debe indicar, que el análisis está sujeto al tipo, cantidad y calidad de la información existente, para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

- Consistencia y calidad de la información.
- Factibilidad de seguimiento.
- Relación costo/beneficio de la información.



Lo anterior permitió establecer indicadores diagnósticos de la actividad, a fin de establecer las recomendaciones necesarias para el seguimiento de las mismas. En este sentido, en la interfase de simulación del modelo desarrollado se incorporará un sistema de indicadores asociados a puntos de referencia (FAO, 2000; Caddy & Mahon, 1995).

El procedimiento de modelación tenderá a conciliar los siguientes aspectos:

- Generalidad: incorporando submodelos al sistema.
- Realismo: adaptación del modelo para dar cuenta de los parámetros establecidos para la dinámica de la pesquería.
- Parsimonia: economía de parámetros con que se modelan los procesos.
- Precisión: grado de ajuste de las observaciones al modelo.

Lo anterior, permitió establecer indicadores diagnósticos de la actividad productiva de algas pardas, estableciendo los requerimientos necesarios para el seguimiento de indicadores de desempeño del recurso. Se debe indicar, que en la modelación se omitirán aspectos de optimización y variabilidad (incertidumbre – precisión), dado que corresponde a un modelo de tipo operativo.

4.5.2 Diseño de modelo de la dinámica productiva de algas pardas

En términos generales el enfoque propuesto permite modelar sistemas complejos, que están conformados por subsistemas menores que interactúan entre sí, por medio de la generación de interfases. De esta forma, es factible evaluar el efecto de los cambios en las variables de estado y proceso asociados a la dinámica de los subsistemas, a través del desempeño de indicadores asociados de forma directa e indirecta al sistema general.



La configuraci3n l3gica del sistema, se construy3 en base a cuatro componentes principales del lenguaje Stella:

- Stocks, representando las variables de estados del modelo (*i.e.* cantidad de recurso, n3mero de agentes, desembarques), los cuales son afectadas en el tiempo dependiendo del cambio de las variables de proceso.
- Flujos, los cuales permitieron establecer los procesos de incremento y disminuci3n del Stock, de acuerdo a las funciones establecidas. Los flujos se asocian a variables de proceso (*i.e.* reclutamiento, extracci3n, cambio de actividad), representadas por las v3lvulas que controlan las tasas de cambios del flujo.
- Conectores, que indican la dependencia de una variable sobre las otras.
- Convertores. Estos permiten incorporar factores, variables, par3metros o funciones que controlan los procesos asociados a la din3mica de los stocks.

La estructuraci3n del modelo cuenta de dos etapas:

- 1) Establecimiento de los procesos en funci3n de las relaciones existentes entre sus componentes (modelo cualitativo), el cual permite definir el Modelo l3gico.
- 2.) Estimaci3n y formulaci3n de valores, ecuaciones y/o funciones que relacionan las variables de estado y proceso (modelo cuantitativo¹). A partir de esta estructuraci3n es posible evaluar la dependencia de los sistemas y el efecto de cambios en las variables del modelo (Simulaci3n de procesos).

¹ Las ecuaciones, funciones y par3metros especificas est3n explicitadas en el modulo de procedimiento de modelaci3n matem3tica del software STELLA.



Dada la complejidad de los procesos asociados a la actividad de algas pardas, el sistema se establecerá mediante modelos de producción simples, en consideración a las entradas y salidas de los stocks, en función del tiempo y de acuerdo a las aproximaciones metodológicas propuestas por Seijo *et al.* (1997).

En términos generales, el Stock - Recurso, considerando su condición de espacial, fue definido en función de su abundancia referida a un área estándar (m^2), la cual está regulada por una función densodependiente, la cual controla el reclutamiento a la población (Recurso), en función de densidades mínimas. Por otro lado, el recurso está sujeto al proceso de mortalidad natural, el que a su vez está regulado por efectos ambientales (función aleatoria de distribución normal), entregando como variable de desempeño el alga varada.

En consideración, a la relación entre al estado del recurso y su composición interna, al modelo general se incorporó un submodelo estructura a la talla (Hilborn & Walter, 1996), a fin de evaluar los cambios en la composición de la talla del recurso, es especial para el recurso *Durvillaea*.

El análisis de estrategias/medidas de explotación de algas pardas, evaluó el impacto biológico – pesquero y económico de las medidas de manejo disponibles en la normativa pesquera actual:

- Ordenamiento basado en las condiciones actuales de extracción.
- Asignación de derechos de usos territoriales (**e.g.** áreas de manejo).
- Restricción de remoción directa.
- Establecimiento de épocas de cosecha (veda extractivas temporales y/o estrategias de maximación de las cosechas).



Las estrategias anteriores, no son excluyentes, pudiendo definir escenarios de manejo que incorporen elementos comunes.

La integraci3n de los antecedentes generados permiti3 una aproximaci3n a la modelaci3n de los procesos que ocurren dentro del sistema productivo de algas pardas, a partir de una *representaci3n* del sistema, *simulaci3n* de la dinámica del mismo, análisis y entendimiento de las causas que provocan los cambios, lo cual permite visualizar tanto los resultados esperados, como los no deseados; y en definitiva determinar las bases para el ordenamiento de la actividad.

En este marco, se propone diseñar el sistema de modelaci3n/simulaci3n en funci3n de software de programaci3n versátil, el cual permite visualizar de forma gráfca los componentes del sistema y sus inter-relaciones, y al mismo tiempo evaluar los efectos generados por cambios en el sistema. Lo cual, lo convierte en una herramienta útil de transferencia/sociabilizaci3n, en especial para los no familiarizados con modelos cuantitativos, tradicionalmente utilizados en pesquerías.

4.5.3 Parametrizaci3n de los procesos poblaciones a los recursos *Macrocystis* y *Durvillaea*

Dada la alta importancia de establecer los procesos relevantes que condicionan la capacidad productiva y de renovaci3n poblacional del recurso algales en estudio, los cuales son fundamentales para establecer planes de manejo del recurso, se realizará una parametrizaci3n poblacional de los procesos relevantes, sujeto a la disponibilidad de informaci3n y eventuales supuestos de tipo anal3gico con otras macroalgas pardas.



En general, en la literatura se da cuenta de un gran n3mero de estudios donde se reportan procesos poblacionales, que sin embargo a la fecha, no han sido integrados de forma modelística a fin de establecer criterios de explotaci3n y evaluar el potencial de los recursos algales. En este marco, el enfoque de parametrizaci3n se basa en un an3lisis funcional de la informaci3n disponible en literatura y datos no publicados. A partir de este an3lisis se proceder3 a realizar estimaciones gruesas, tomando la mejor informaci3n disponible.

A continuaci3n se presenta el protocolo de an3lisis para la estimaci3n de los procesos poblacionales relevantes, donde se omiten las formulaciones, las cuales ser3n evaluadas en funci3n del tipo de recurso e informaci3n ha generar y disponible en la literatura.

- Relaci3n morfom3tricas; Longitud m3xima de la fronda y el di3metro del disco.
- Relaci3n gravim3tricas; variable de longitud – peso de planta.
- Estimaciones de crecimiento. Incremento en longitud o peso en el tiempo.
- Din3mica del reclutamiento. Periodos e intensidad del reclutamiento, procesos densodependientes asociados.
- Din3mica de la sobrevivencia – mortalidad en funci3n de 3rea est3ndar.
- Estimaci3n de talla–densidad de m3ximo rendimiento referida a un 3rea est3ndar.
- Estimaci3n de productividad anual (potencial). La estimaci3n de productividad evaluada en funci3n de la tasa de renovaci3n de la poblaci3n (Kg/a3o/m²).

Se debe se3alar, que el modelo de productividad estuvo asociado a los per3odos reproductivos y de asentamiento a trav3s del a3o, aspectos que presentan una fuerte componente temporal (Santelices, 1989), procesos que presentar3an un efecto sobre la poblaci3n dependiendo de la eventual 3poca de cosecha del recurso.



El enfoque anterior, permitió evaluar por medio del modelo lógico de sistemas, el efecto biológico–pesquero y económico considerando escenarios alternativos de estrategias de ordenamiento y manejo de la actividad, bajo esquemas de intervención (extracción directa) y restricción de acceso.

4.5.4 Elaboración de una propuesta de plan de explotación y manejo

Se propuso un plan de ordenamiento viable para actividad productiva de algas pardas de la VIII Región, considerando la institucionalidad y normativa vigente; y la opinión de los diversos actores; propuesta que será diseñada en función de: los objetivos de ordenación, los indicadores asociados a las medidas de manejo. En este análisis, la propuesta de ordenamiento, se evalúa 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, ha sido el de acceso libre y abierto; no obstante, en algunos sectores las comunidades de alqueros han establecido áreas exclusivas para la recolección/extracción del recurso alga, lo cual explica, en cierta medida, la existencia de los Derechos de Uso Territoriales (DUT) de hecho, asociados a los varaderos o sectores determinados de la costa. En los últimos años se ha presentado una tendencia creciente a la implementación de las áreas de manejo, lo cual entrega un derecho con sustento legal para los usuarios tradicionales de estos recursos algales, situación que hace altamente factible la aplicación de estrategias y medidas de manejo de acuerdo a la realidad de cada localidad.

Dado que las estrategias de ordenamiento necesitan factibilidad administrativa y política, y su implementación involucra el monitoreo y control, la viabilidad de su ejecución requiere que los diversos grupos relacionados cuenten con el

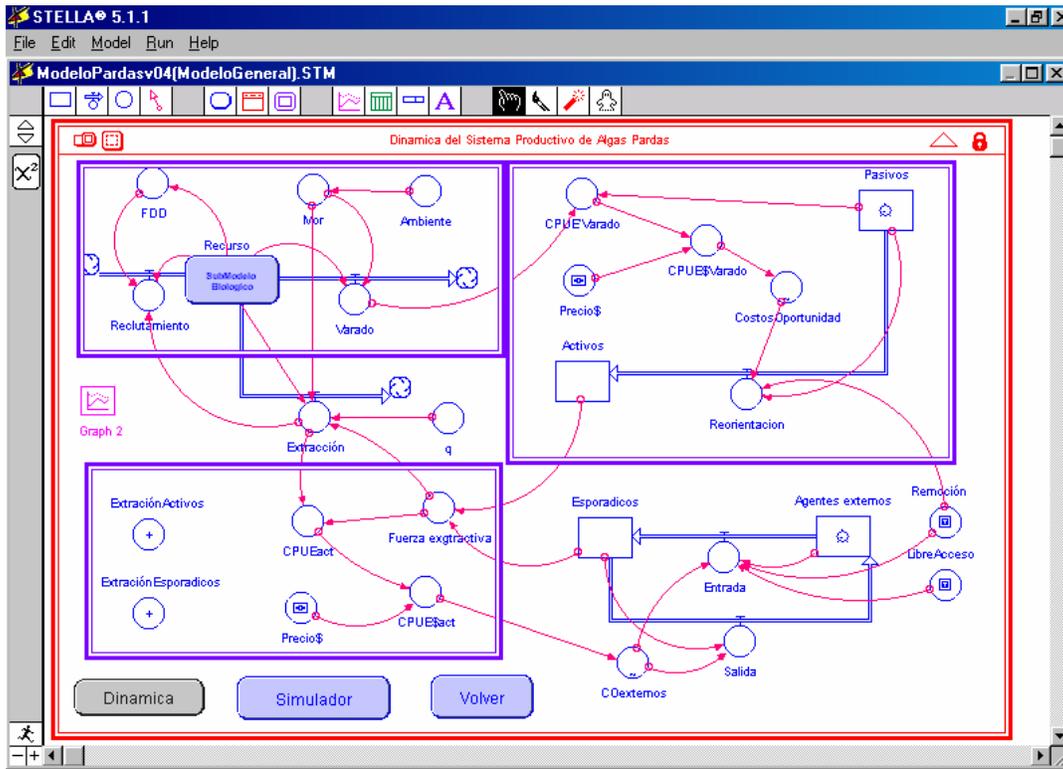


entendimiento de las medidas de ordenamiento. En este contexto, un elemento central es establecer nexos con los diversos usuarios, para difundir los resultados, analizar las alternativas de ordenamiento, conocer sus percepciones y recoger la actitud o reacción frente a las diversas alternativas propuestas. En este sentido, durante la ejecución del proyecto se sostendrán reuniones de trabajo con pescadores artesanales, autoridades locales relacionadas con la fiscalización (SERNAPESCA), y administración (Consejo Zonal de Pesca - Subpesca), a fin de consensuar criterios asociados al uso eficiente del recurso, considerando aspectos biológicos, productivos, económicos, sociales y normativos.

4.5.5 Modelo sistémico productivo de algas pardas

El modelo básico que explica la dinámica de las actividad extractiva de algas pardas, lo componen los subsistemas: Recursos, Extracción y Plantas de Proceso, los cuales se interrelacionan a través de flujos concadenados bajo un sistema administrativo, los cuales deben ser considerados en la proposición de estrategias de ordenamiento.

En este marco, la modelación lógica de sistemas, comprende la formulación de un modelo simplificado de los principales procesos asociados a la dinámica productiva de algas pardas (esquema adjunto), con el objeto de comprender y predecir situaciones complejas. En este sentido se evaluaron los subsistemas; Recurso, Agentes y Proceso. El subsistema Proceso fue considerado de forma implícita a través de la sensibilización de precios del recurso en playa, de forma tal que los niveles de precios reflejan la dinámica de demanda de la empresa (**ver esquema**).



Esquema. Modelo de desempe1o de la actividad productiva de algas pardas (Tomada de IFOP, 2002).

A fin de validar las tendencias ha observar en los sectores de estudios, en funci3n de las simulaciones del modelo, se analizaran las respuestas de los siguientes indicadores de desempe1o:

- Abundancia del recurso
- Composici3n de tallas del recurso
- Cambios en la composici3n de agentes pasivos v/s activos
- Cambios en la composici3n de alga varada y extraída
- Ingresos de agentes activos y pasivos
- Tasa de entrada y salida de agentes esporádicos.



A su vez las variables de desempeño y los factores, consideran dos medidas de manejo:

- Restricción **v/s** no restricción de actividades de remoción - segado (arte)
- Libre acceso **v/s** derechos de usos territoriales (DUTs)
- Escenarios sin restricción de arte con DUTs.
- Escenarios de optimización de cosechas

Como resultado de la integración de los variables estados, factores y medidas de manejo, se desarrollara una interfase de simulación múltiple con sensibilización de factores, a fin de evaluar las respuestas de las variables de desempeño, en función de puntos de referencia (biológicos y económicos), preestablecidos. La interfase permite la evaluación cualitativa (tendencias) y cuantitativas (magnitudes) de situaciones particulares de acuerdo a los componentes del sistema (casos de estudios), y los eventuales cambios en los factores del mismo, en función de medidas de ordenamiento alternativas.

4.6 Talleres

Se efectuaron dos talleres durante el desarrollo del proyecto. El primero fue de carácter metodológico, y se desarrolló en la Provincia de Arauco (Lebu), y se efectuó durante los primeros meses del proyecto, previo a la entrega del primer informe de avance. Se invitó a pescadores artesanales, empresas relacionadas con la explotación del recurso, Sector Público y Privado y Académico.

El segundo Taller se realizó antes del Pre- informe Final y se consideró la participación de la Subsecretaria de Pesca y agentes del Sector Extractivo y de procesamiento. Durante este taller se presentaron parcialmente los resultados del proyecto y las propuestas de explotación y manejo para su consideración y discusión.



5. RESULTADOS

5.1 Identificar y caracterizar los algares de *Durvillaea* y *Macrocystis* de la Provincia de Arauco

a) Georreferenciaci3n y delimitaci3n de los algares actualmente explotados en la zona de estudio

En el reconocimiento de praderas de *Durvillaea antarctica* y *Macrocystis pyrifera* que se realiz3 en marzo del 2004 en la Provincia de Arauco y que se ilustra en la **Figura 5**. Se encontr3 que *M. pyrifera* se encuentra en forma espor3dica en la zona de Punta Lavapie y El Piure, solo ocurre en manchones y no constituye una pradera de magnitud. Sin embargo, en la zona de Punta Verde en el Golfo de Arauco se encontr3 solo una pradera que puede ser estudiada durante el presente estudio. Por otra parte esta especie no es explotada comercialmente, ni a nivel piloto en ninguna de las localidades visitadas. Se seleccionaron 4 praderas de *Durvillaea antarctica* (cochayuyo), recurso de gran importancia econ3mica para la regi3n, para realizar los muestreos regulares, caracterizaci3n de las praderas e instalaci3n de experimentos. Las praderas seleccionadas para el recurso *Durvillaea* fueron: Comillahue, Punta Carnero, La Clara y La Turbia estas 3ltimas ubicadas en el sector de El Piure. Para el caso de *Macrocystis pyrifera* se eligi3 la pradera de Punta Verde ubicada en el Golfo de Arauco.

1. Pradera de Comillahue

La pradera de Comillahue (38°24'23,5"S; 73°31'21,5"W) se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Tirúa (**Figura 6**). Las frondas de *Durvillaea antarctica* ocupan una superficie aproximada de 0,4 Ha con una biomasa estimada de 21,3

toneladas. Crecen sobre macizo rocoso desmembrado en una franja intermareal de 1,5 a 2 m de ancho, que puede ser interrumpido por zonas de arena. La pradera es expuesta a los vientos del Sur, Norte y Oeste. En la zona el cochayuyo se encuentra acompañada por la presencia de *Lessonia nigrescens*.

2. Pradera de Punta Carnero

La pradera de *Durvillaea antarctica* ubicada en Punta Carnero (37°20'50,8"S; 73°40'23,6"W) (**Figura 7**), se ubica en el intermareal en una franja de 1,5-2 m de ancho y se distribuye en una superficie aproximada de 1,3 Ha con "standing stock" de 56,4 toneladas. Las frondas crecen sobre macizo rocoso. La pradera se encuentra junto con *Lessonia nigrescens* y está expuesta a vientos del Sur, Norte y Oeste.

3. Pradera de La Clara

La pradera de *Durvillaea* ubicada en La Clara (37°14'10,8"S; 73°39'20,4"W) se encuentra en el sector de El Piure (**Figura 8**). Tiene una superficie aproximada de 0,3 Ha con una biomasa estimada de 6,9 toneladas. Las frondas se desarrollan sobre macizo rocoso en la zona intermareal ubicada en una franja de 1,5 a 2 m de ancho. Es una pradera expuesta a los vientos del sur, Norte y Oeste, además se observa presencia de *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis pyrifera*.

4. Pradera La Turbia

La pradera de "cochayuyo" de La Turbia (37°13'54.7"S; 73°39'05.1"W) está ubicada en el sector de El Piure (**Figura 9**). Tiene una dimensión de aproximadamente 0,06 Ha y con un "standing stock" de 1,7 ton las frondas crecen en el intermareal sobre macizo rocoso. La franja de *Durvillaea* tiene una ancho de



1,5 a 2 m y una extensión de 310 m lineales. En el sector se observa presencia de *Lessonia nigrescens* y *Macrocystis pyrifera*.

5. Pradera de Punta Verde

La pradera de *Macrocystis pyrifera* de Punta Verde (37°09'57,3"S; 73°33'46,7"W) ubicada en el sector de Trana en el Golfo de Arauco (**Figura 10**), tiene una superficie de aproximadamente 11,7 Ha. Es una pradera somera que se extiende desde 1 a 7 m de profundidad sobre sustrato rocoso y piedras. Está expuesta a vientos del Norte y Oeste.

- b) Características ambientales de las localidades donde se encuentran los algas identificados respecto a zonificación mareal, tipo de sustrato y grado de exposición al oleaje**

Características generales de las localidades estudiadas

Punta Verde

Punta Verde ubicada en la parte terminal del Golfo de Arauco y enfrenta al puerto Sur de Isla Santa María. En primavera-verano está protegida de los vientos predominantes del suroeste en tanto que en otoño-invierno enfrenta vientos del cuadrante noroeste. Su orientación hacia el Golfo de Arauco le proporciona una protección al oleaje una saliente rocosa que separa Caleta Trana de Caleta Trauco. Presenta una amplitud de mareas en sicigia de 1,65 m (referido al Puerto secundario más próximo que es Puerto Yane. (Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, S.H.O.A, 2004).



Punta Lavapié

Se encuentra en el extremo SW del Golfo de Arauco. Su orientación general es norte y noroeste y enfrenta el extremo sur de Isla Santa María. Esta situación implica que su costa está sometida a vientos predominantes del norte y del cuadrante noroeste durante fines de otoño e invierno y vientos y marejadas del cuadrante suroeste durante fines de primavera y verano. El sector oriental de la caleta está relativamente protegido del oleaje durante el verano por la Punta Lavapié y por bajos aflorados y roqueríos. El sector más occidental, desprotegido de barreras rocosas presenta, en general, mayor frecuencia y fuerza del oleaje. La amplitud de mareas en sicigias es de 1,65 m sobre el nivel de reducción de sondas. (Referido, al igual que en el caso anterior, a: Puerto Yane).

Caleta el Piure

Se encuentra pocos kilómetros al sur de Punta Lavapié y Cabo Rumena su orientación general es W. y en ella están delimitadas las otras dos localidades en estudio: Playa La Turbia y Playa La Clara. Es de aproximadamente 400 m de longitud y flanqueada de acantilados constituidos por cerros de aproximadamente 100 m de altura. Un promontorio rocoso de aproximadamente 20 m de altura situado en la parte central de la ensenada separa ambas playas. La caleta está sometida a vientos del noroeste durante otoño invierno y por vientos del cuadrante suroeste durante primavera y verano. Playa La Turbia situada al norte de la caleta presenta un arco costero entre el promontorio rocoso central y los acantilados del norte. Playa La Clara está delimitada por el promontorio rocoso y los acantilados del sur. Ambas playas están sometidas a oleaje intenso predominante, especialmente durante los temporales de invierno.



Punta Carnero

La localidad de estudio ubicada al norte de Punta Carnero y de Caleta Yani. La costa presenta acantilados abruptos de aproximadamente 70-80 m de altura los cuales en el litoral están fragmentados en bloques y macizos rocosos y no presenta playa arenosa. El sector está sometido tanto a vientos del suroeste durante primavera-verano y del noroeste en otoño-invierno y no presenta barreras contra el oleaje que es fuerte y continuo.

Comillahue

El lugar de muestreo se encuentra situado al sur de la playa arenosa de Comillahue y al igual que en las tres localidades anteriores la costa se presenta respaldada por acantilados altos de elevada pendiente. No presenta protección contra los vientos del norte-noroeste y del sur suroeste y por lo tanto siempre está expuesta a fuerte oleaje.

1) Zonación

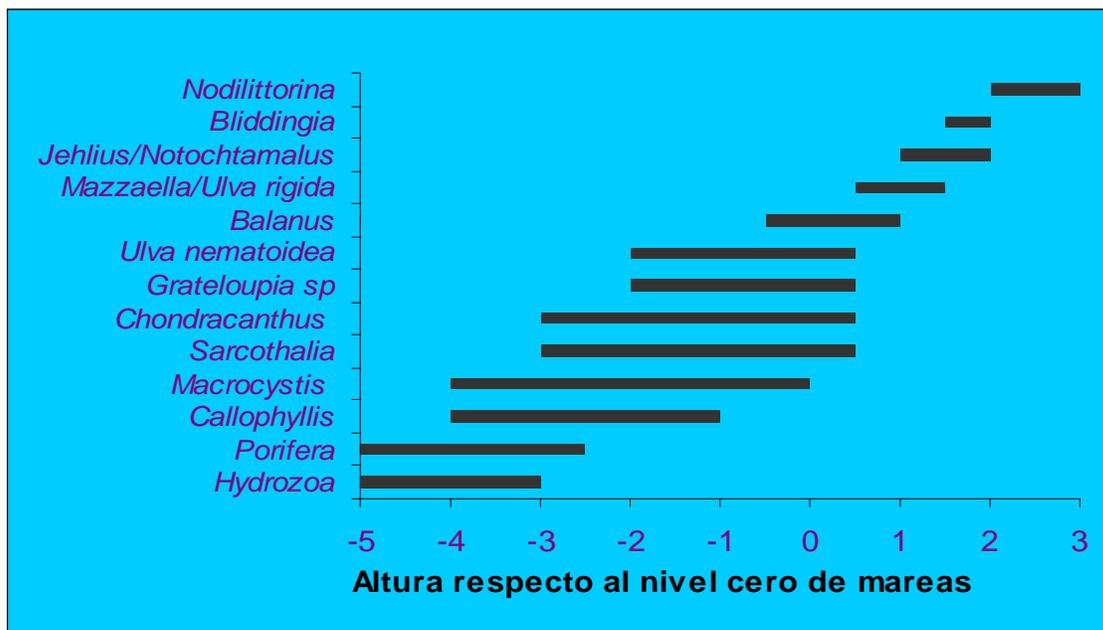
En esta sección se describe la distribución vertical de los organismos costeros (zonación) cuyas poblaciones forman franjas más o menos paralelas en sentido horizontal. En los esquemas A, B, C, D, E, y F que ilustran la zonación general en las distintas localidades se indican los nombres de los géneros de las especies que son monopolizadoras del sustrato y por lo tanto son todos organismos sésiles, con excepción de *Nodilittorina* el cual es un gastrópodo no sésil y se ha incluido en las figuras por ser también un indicador del grado de oleaje del sector. En la **Tabla 3** se reportan las especies que corresponden a los géneros indicados en las figuras de zonación.

Tabla 3
Especies dominantes y/o monopolizadoras del sustrato registradas en las localidades de estudio

Especie	Especie
Rhodophyta	Rhodophyta
<i>Ahnfeltiopsis disciplinalis</i>	<i>Grateloupia</i> sp.
<i>Ahnfeltiopsis furcellata</i>	<i>Mastocarpus papillatus</i>
<i>Centroceras clavulatum</i>	<i>Mazzaella laminarioides</i>
<i>Ceramium</i> (cf.) <i>rubrum</i>	<i>Mazzaella membranacea</i>
<i>Chondria</i> sp.	<i>Polysiphonia</i> sp.
<i>Corallina officinales</i>	<i>Porphyra columbina</i>
Corallinaceae (especies incrustantes)	<i>Sarcothalia crispata</i>
Chlorophyta	Chlorophyta
<i>Ulva rigida</i>	<i>Codium dimorphum</i>
Phaeophyta	Phaeophyta
<i>Durvillaea antarctica</i>	<i>Lessonia nigrescens</i>
Invertebrados	Invertebrados
<i>Notochthamalus scabrossus</i> (Cirripedia)	<i>Jehlius cirratus</i> (Cirripedia)
<i>Balanus flosculus</i> (Cirripedia)	<i>Nodilittorina araucana</i> (Gastropoda)
<i>Perumytilus purpuratus</i> (Bivalvia)	

Zonación en Punta Verde (Caleta Trana)

A diferencia de la distribución vertical de poblaciones sésiles de las localidades que se describen más adelante, en Punta Verde la población más característica es ***Macrocystis pyrifera***, especie con esporofitos claramente estacionales entre fines de primavera y fines de otoño. La población de gametofitos filamentosos microscópicos probablemente permanece todo el año en el fondo. La población dominante se desarrolla siempre en niveles submareales entre los 4 y 0 m de profundidad (**Esquema A**).



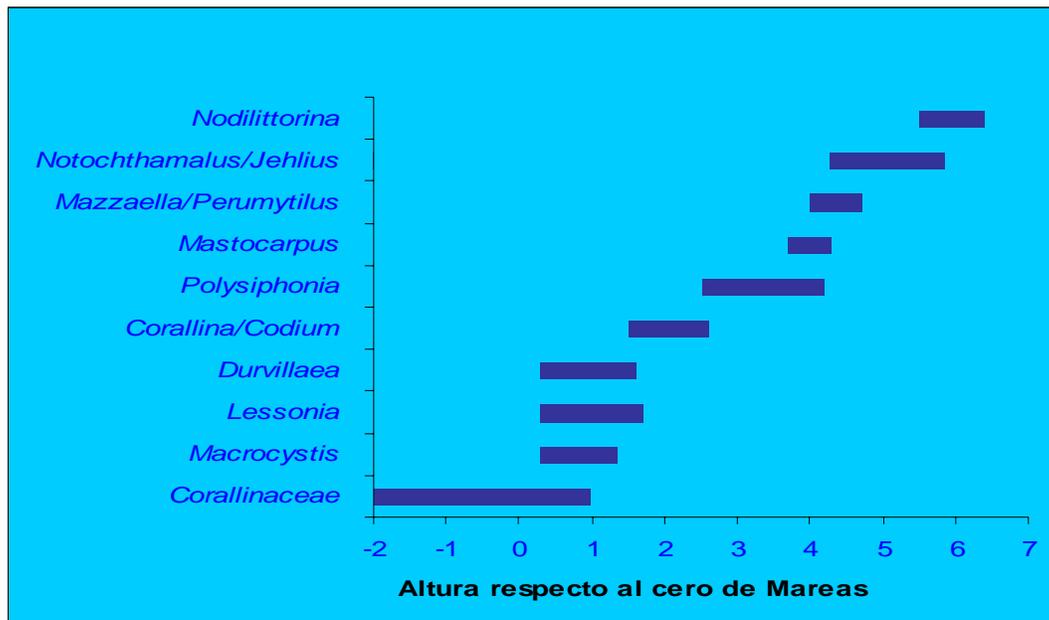
Esquema A. Distribución vertical de especies sésiles en Punta Verde.

En general, todas las especies que inician su distribución en el submareal tienen una distribución vertical más amplia que las especies intermareales niveles en los cuales la representación de *Mazzaella*, cirripedios, *Ulva rigida*, *Bliddingia* y *Nodilittorina* es escasa, probablemente debido a la heterogeneidad e inestabilidad del sustrato (predominantemente canto rodado y guijarros) y a la acción preponderante de la marea por sobre el oleaje.

Zonación en Punta Lavapié

La distribución vertical de los organismos dominantes en esta localidad presenta la típica composición de lugares con moderada a fuerte acción del oleaje. Los organismos típicamente indicadores de este factor son las poblaciones de *Lessonia nigrescens* y *Durvillaea antarctica*. Al parecer la cosecha y una cierta acción de manejo se mantiene en esta localidad a pesar del gran número de recolectores potenciales que presenta la población residente. Desde los niveles inferiores se

destaca la abundante cubierta de una *Corallinaceae* incrustante seguida de un nítido cinturón de *Durvillaea* y *Lessonia* (**Esquema B**). Más arriba, un conjunto de especies de algas compuesto por *Corallina*, *Codium* y *Polysiphonia* conforma un cinturón heterogéneo en composición específica. Los niveles medios del intermareal son dominados por *Mastocarpus* y seguido de *Mazzaella* y *Perumytilus*.



Esquema B. Distribución vertical de organismos dominantes en Punta Lavapié.

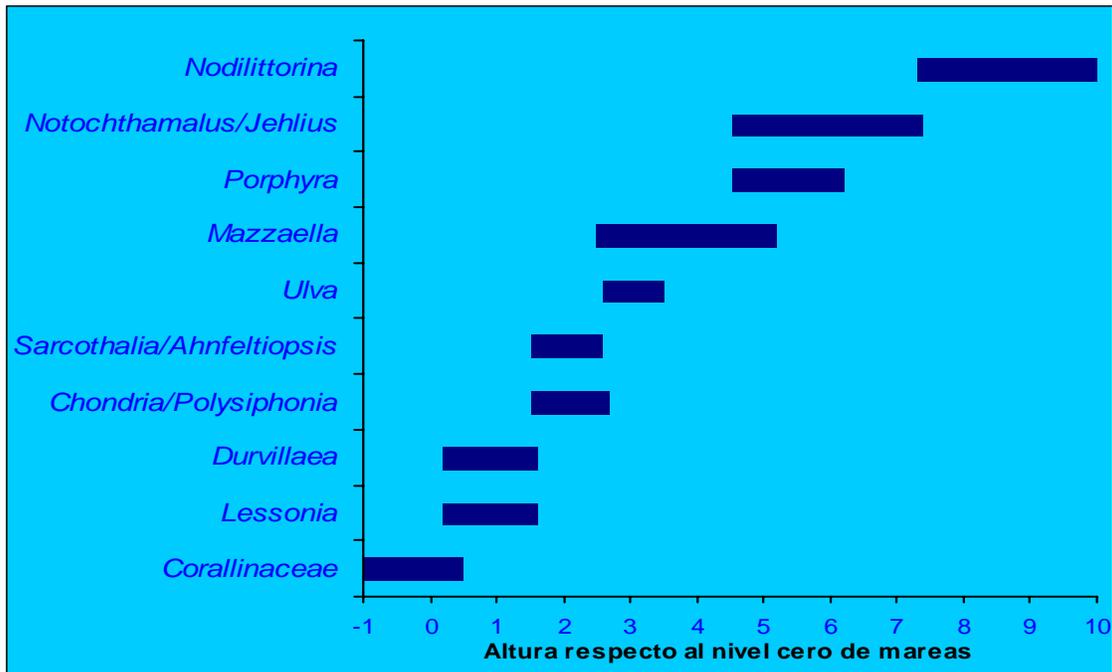
Por último los niveles superiores de la zona intermareal están caracterizados por los cirripedios *Notochthamalus*, cuya población se mantiene restringida en una estrecha banda y *Jehlius* que es el cirripedio dominante y el que alcanza una mayor distribución vertical. Por último el gastrópodo *Nodilittorina araucana* que alcanza hasta los 6,3 m por sobre el nivel cero de mareas, pero ubicándose sólo en grietas que le ofrecen humectación y protección a la desecación extrema (**Esquema B**).



En lugares protegidos del oleaje por la existencia de plataformas rocosas bajas ubicadas entre el frente de rompimiento del oleaje y la línea costera de pleamar se encuentran concentraciones menores de *Macrocystis* en pozas y canales, los cuales no están directamente asociados con las poblaciones más densas de *Lessonia* y *Durvillaea* que sí caracterizan a los lugares expuestos al oleaje.

Zonación en Caleta El Piure: Playa La Turbia

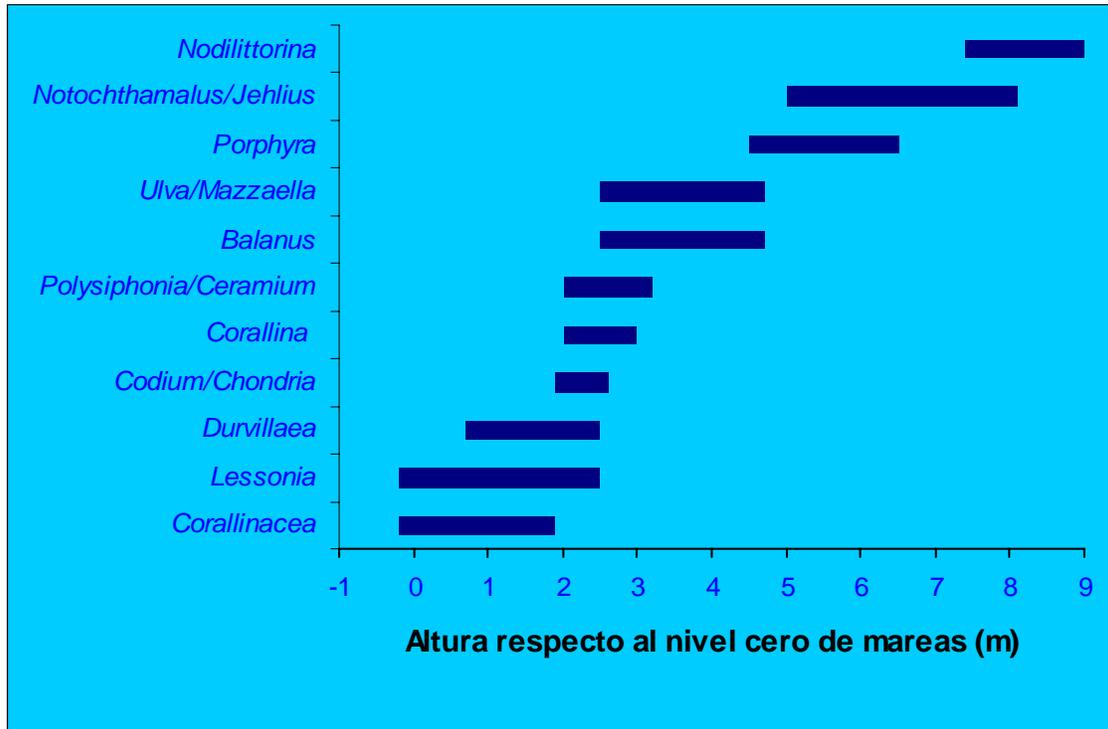
La localidad presenta un grado de exposición al oleaje muy elevado, caracterizada en sus niveles inferiores por Corallinaceae incrustantes y la típica franja de *Lessonia-Durvillaea*, estas últimas alcanzando aproximadamente 1,7 m por sobre el nivel 0 de mareas (**Esquema C**). Una mezcla de cuatro especies principales formada por los géneros de rodófitas pequeñas *Chondria*, *Polysiphonia* y *Ahnfeltiopsis* y las especies laminares *Sarcothalia crispata* y *Ulva rigida* caracterizan los niveles medios de la zona intermareal. Mezcladas con estas especies se detectó la presencia en escasa cantidades de las rodófitas filamentosas *Ceramium* y *Centroceras* y la rodófito simpodial *Dendrymenia skottsbergii*. Los niveles superiores, siempre están caracterizados por *Mazzaella*, *Porphyra*, *Notochthamalus*, *Jehlius* y *Nodilittorina*, alcanzando hasta una altura de aproximadamente 10 m sobre el nivel cero de marea (**Esquema C**).



Esquema C. Distribuci3n vertical de organismos dominantes en La Turbia.

Zonaci3n en Caleta el Piure: Playa La Clara

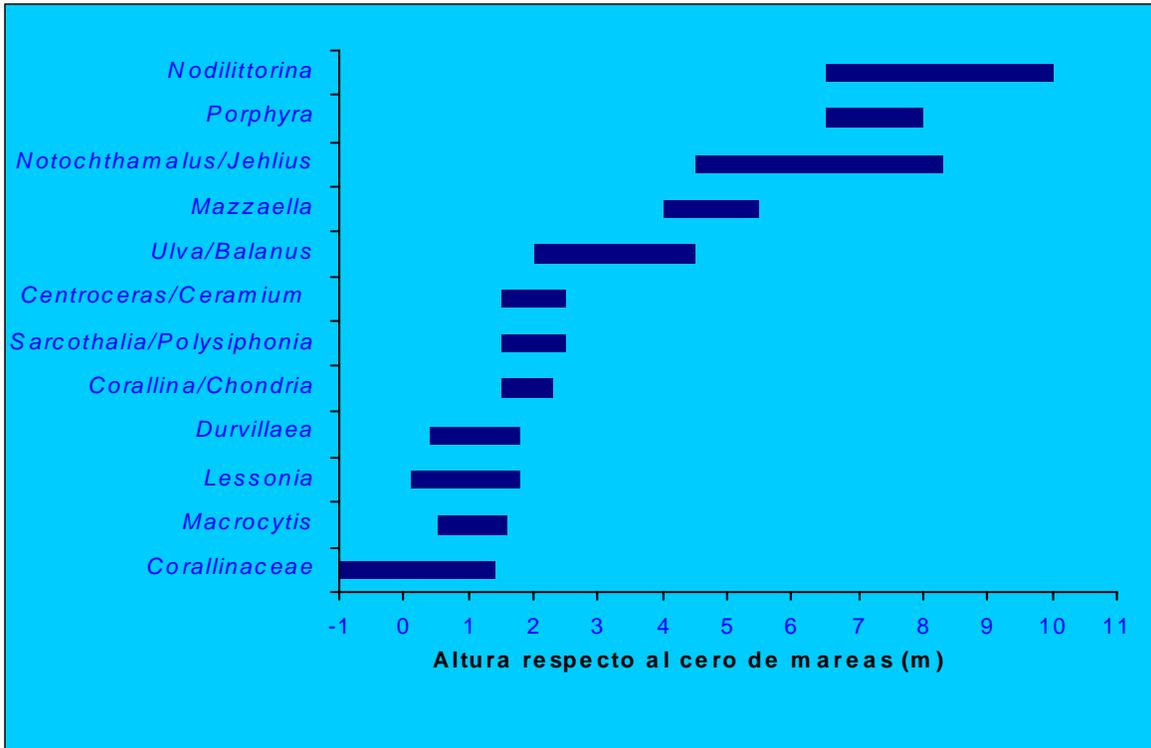
Nuevamente, los niveles inferiores de la zona intermareal se encuentran caracterizados por la *Corallinaceae* incrustante y la franja de fe3fitas conformadas por *Lessonia* y *Durvillaea* (**Esquema D**). Nuevamente una mezcla de especies variadas constituidas por las rod3fitas *Codium*, *Chondria*, *Corallina* y *Ceramium*, los niveles inferiores del cirripedio *Balanus flosculus* y de la rod3fita laminar *Mazzaella laminarioides* caracterizan los niveles medios del intermareal; en tanto que los niveles superiores de estas dos 3ltimas especies, adem3s de *Porphyra*, los cirripedios *Notochthamalus* y *Jehlius* y el gastr3podo *Noddilittorina* caracterizan y dominan ampliamente la zona m3s alta del intermareal.



Esquema D. Distribución vertical de organismos dominantes en La Clara.

Zonación en Punta Carnero

La distribución vertical en esta localidad sigue el mismo patrón que en las localidades anteriores de frente muy expuesto al oleaje, el cual se expresa en los límites superiores de *Jehlius cirratus* y *Nodilittorina araucana* los cuales alcanzan hasta 8.5 y 10.5 m de altura sobre el cero de mareas respectivamente (**Esquema E**).

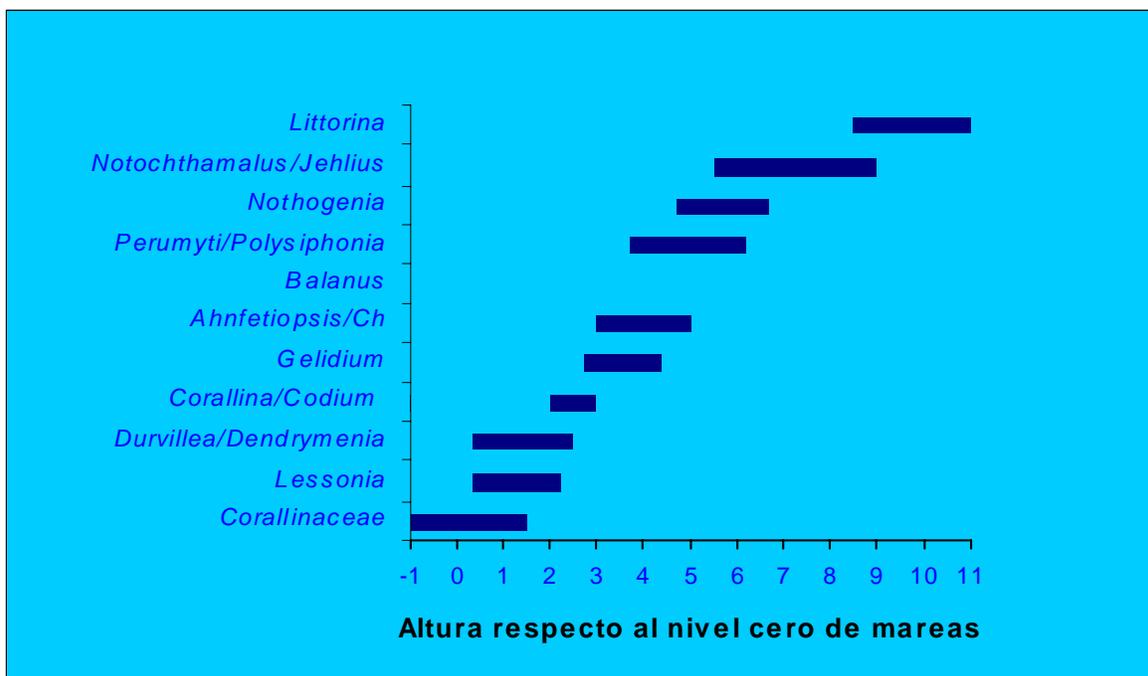


Esquema E. Distribución vertical de organismos dominantes en Punta Carnero.

Zonación en Playa Comillahue

En Comillahue nuevamente se presenta una zonación muy amplia en sentido vertical debido a la fuerte acción del oleaje. El sector muestreado presenta similares características a los sitios anteriores con la diferencia de una fuerte dominancia en los niveles de la zona intermareal media y baja de *Ahnfeltiopsis disciplinalis*, *Chondria sp* y *Gelidium pseudointincatum*; esta última es una importante agarófita comercial. Además fue el único lugar donde no se detectó la presencia de la carragenofita comercial *Mazzaella laminarioides* aunque es una población en explotación en los alrededores más próximos a Tirúa y Quidico.

En este lugar nuevamente la distribución vertical de organismos costeros se extiende hasta 9 m de altura para el caso del límite superior de *Jehlius cirratus* y 11 m de altura para *Nodilittorina araucana* (**Esquema F**).



Esquema F. Distribución vertical de organismos sésiles en Comillahue.

2) Tipo de sustrato

El sustrato costero en las 6 estaciones de muestreo estudiadas es casi 100% rocoso. En Punta Verde el sustrato submareal tiene escasa pendiente, en tanto que el intermareal donde predomina el canto rodado y el guijarro es una estrecha franja costera también de baja pendiente. En Punta Lavapié predomina el macizo rocoso y además tiene pequeños sectores de canto rodado y guijarros modelados por la acción abrasiva del oleaje en niveles altos de la costa. En Caleta el Piure, específicamente en Playa La Turbia el sustrato, en general, presenta similares características al de Punta Lavapié. En Playa La Clara, se agrega un sector de



playa arenoso alimentado por una peque1a duna que separa ambas playas; pero dicho sector no est1 poblado por algas u otros organismos epibent3nicos, con excepci3n de anf3podos de la familia Talitridae. En Punta El Carnero Los niveles inferiores del litoral hay predominancia de macizo rocoso y en la zona superior se mezcla con sustrato de bloques. Por 3ltimo en Comillahue tambi3n hay predominancia de macizo rocoso.

La inclinaci3n del sustrato en Punta Verde es tanto en niveles sumergidos como emergidos de pendientes muy suaves (10° - 30°) En las localidades de Punta Lavapi3, Caleta La Clara, La Turbia y Comillahue la parte central de las ensenadas en que se encuentran los sitios de estudio tambi3n presentan escasa pendiente y en las tres 3ltimas el sustrato es arenoso, en cambio pendientes con sustrato con pendiente m1s elevada 30° - 45° se encuentra en los l3mites norte y sur de dichas ensenadas lugares donde se efectuaron los muestreos. S3lo la localidad de Punta Carnero no se encuentra asociada a una playa arenosa. En general en el l3mite superior de la playa la pendiente se eleva hasta casi 90° inici1ndose el acantilado costero. En toda el 1rea rocosa entre Punta Lavapi3 y Caleta el Piure, as3 como tambi3n en Tir3a (Comillanue) no existe planicie litoral y todas las 1reas rocosas son dominadas por acantilados que caen directamente al mar. En la **Tabla 4** se indica la composici3n del sustrato rocoso y el tipo de material l3tico predominante.

Tabla 4
Tipos de sustrato predominante en las localidades estudiadas

Localidad (Lat; Long)	Inclinación del sustrato	Granulometría (*)	Tipo de roca (**)	Observaciones al material lítico (**)
Punta Verde (37°10'S ; 73°74'W)	10°-20°	Macizo rocoso , Guijarro Canto rodado	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con restos fósiles
Punta Lavapié (37°08' S ; 73°34' W)	30°-90°	Macizo rocoso Bloque Guijarro	Sedimentaria	Arenisca de grano fino
El Piure. Playa la Turbia (37°14' S ; 73°40' W)	10°-90°	Macizo rocoso Bloque Guijarro	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con abundantes tubos de gusanos poliquetos
El Piure. Playa la Clara (37°14' S ; 73°39' W)	20°-90°	Macizo rocoso Bloque	Sedimentaria	Arenisca de grano medio con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Punta Carnero (37°20'S ; 73°41'W)	30°-90°	Macizo rocoso Bloque	Sedimentaria	Arenisca de grano fino con fósiles de bivalvos y gastrópodos
Comillahue (38°25'S ; 73°33'W)	30°-45°	Macizo rocoso Bloque	Metamórfica	Filita micacea

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

(**): Analizada por la Dra. Verónica Pineda Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción.

3) 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 5**. Estos fueron el cirripedio *Jehlius cirratus* (picoroco) el gastrópodo marino *Nodilittorina araucana*.

Tabla 5

Grado de exposici3n al oleaje en las estaciones de muestreo estudiadas

Localidad (Lat; Long)	Altura alcanzada por <i>Jehlius</i> (m sobre nivel 0 de mareas)	Altura alcanzada por <i>Nodilittorina</i> (m sobre nivel 0 de mareas)	Grado de exposici3n al oleaje
Punta Verde (37°10'S ; 73°74'W)	2,0 m	3,0 m	Protegido
Punta Lavapi3 (37°08' S ; 73°34' W)	6,0 m	6,5 m	Semi-expuesto
El Piure. Playa la Turbia (37°14' S ; 73°40' W)	7,3 m	10,0 m	Expuesto
El Piure. Playa la Clara (37°14' S ; 73°39' W)	8,1 m	8,9 m	Expuesto
Punta Carnero (37°20'S ;73°41'W)	8,5 m	10,0 m	Expuesto
Comillahue (38°25'S ; 73°33'W)	9,0 m	11,0 m	Expuesto

En las tres estaciones de muestreo estudiadas, se observ3 que en general ellas representan t3picos ejemplos de lugares con fuerte a muy fuerte acci3n del oleaje, sobre todo si se toma en consideraci3n que para el 3rea, la referencia de altura de mareas en sicigias (diferencia de altura entre la baja y la pleamar durante los per3odos del mes en que la luna el sol y la tierra est3n alineados) es de s3lo 1,65 metros y corresponde a la localidad de Puerto Yane (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 distribuci3n de cirripedios y especialmente litor3nidos que en el caso m3s extremo lleg3 hasta los 10 m de altura se debe al factor oleaje que supera por lo menos en 3 o 4 veces los niveles normales de marea calculados para dichas localidades la localidad.



5.2 Determinar el estado poblacional de los algares identificados

5.2.1 Programas de muestreo peri3dico

Se est1n realizando muestreos mensuales en cada una de las praderas seleccionadas. Los muestreos regulares se iniciaron en el mes de marzo del 2004 y hasta la fecha se han realizado siete evaluaciones. En la evaluaci3n inicial se efectu3 en paralelo a la georreferenciaci3n y caracterizaci3n de los algares. De cada pradera se tomaron una serie de mediciones con objeto de seleccionar la o las variables que mejor describieron la biomasa de los individuos en cada especie, a fin de evitar la remoci3n continua de parte del stock durante el peri3do regular de muestreo.

En los muestreos regulares se obtienen las estimaciones de densidad poblacional y standing stock junto a sus variaciones durante un ciclo anual, y un registro y cuantificaci3n de varamientos.

5.2.2 Metodologías utilizadas para estimar distribuci3n espacial, biomasa total de cada especie por localidad

a) *Búsqueda preliminar de descriptores de biomasa*

Se obtuvo un ajuste significativo y bueno para cada uno de los modelos de regresi3n simple, los cuales en general explicaron entre 60 y 90% de la varianza total. Para las praderas de *Durvillaea antarctica* los análisis de regresi3n múltiple stepwise para cuatro de las praderas, Comillahue (**Figura 11**), Punta Carnero (**Figura 12**), La Clara (**Figura 13**) y La Turbia (**Figura 14**), mostraron que el mejor modelo en cada caso era univariado y equivalente al modelo simple elegido. Sólo en la pradera de Chimpe Bajo (**Figura 15**) se obtuvo un modelo que incluy3 a 3 de



las 4 variables independientes analizadas, pero con menor poder predictivo que el modelo simple (estos resultados se resumen en la sección respectiva). Algo similar ocurrió con la pradera de *Macrocystis pyrifera*, donde se obtuvo un modelo multivariado (**Figura 16**) basado en 2 variables que sin embargo tuvo menor capacidad predictiva que el univariado (**Figura 17**).

Por lo anterior, estos modelos simples fueron los utilizados para estimar la biomasa de cada pradera y de sus plantas individuales, actuando en la práctica como un factor de corrección.

A continuación, se entregan para cada pradera los valores de correlación, y un resumen de los resultados de regresión que incluyen el valor estimado de la pendiente, dódima del valor de pendiente ($b=0$, Prueba de t), estadísticos del análisis de varianza, y el coeficiente de determinación (R^2) ajustado. Como referencia, se incluye también una pradera de *Durvillaea antarctica* ubicada en Chimpe Bajo, la cual fue evaluada inicialmente pero su seguimiento se discontinuó por la baja abundancia poblacional del alga.

Praderas de *Durvillaea antarctica*

- COMILLAHUE**

Tabla 6

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Comillahue. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)	Diámetro estipe principal (DEP)	Longitud del estipe (LE)
Biomasa (B)	0,819	0,544	-0,097	0,506	0,212
	p<0,001	p=,002	p=0,610	p=0,004	p=0,260

Modelo: B = 0,833 * LT
 Error Estándar de la pendiente = 0,102732 ($t_{31} = 8,11$, $p < 0,00001$)
 $F_{1,29}$ = 65,75 ($p < 0,00001$)
 R^2 ajustado = 0,6834

- PUNTA CARNERO**

Tabla 7

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Punta Carnero. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)	Diámetro estipe principal (DEP)	Longitud del estipe (LE)
Biomasa (B)	0,735	0,766	-0,021	0,708	0,469
	p<0,001	p<0,001	p=0,911	p<0,001	p=0,008

Modelo: B = 119,86* DD
 Error Estándar de la pendiente = 0,09834 ($t_{31} = 8,57$, $p < 0,00001$)
 $F_{1,30}$ = 73,41 ($p < 0,00001$)
 R^2 ajustado = 0,7002

- **LA CLARA**

Tabla 8

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de La Clara. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)	Diámetro estipe principal (DEP)	Longitud del estipe (LE)
Biomasa	0,582	0,708	0,190	0,684	0,358
(B)	p=0,001	p<0,001	p=0,333	p<0,001	p=0,061

Modelo: B = 78,95* DD
 Error Estándar de la pendiente = 0,09812 ($t_{31} = 8,77$, $p < 0,00001$)
 $F_{1,27}$ = 76,87 ($p < 0,00001$)
 R^2 ajustado = 0,7304

- **LA TURBIA**

Tabla 9

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de La Turbia. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)	Diámetro estipe principal (DEP)	Longitud del estipe (LE)
Biomasa	0,524	0,858	-0,125	0,729	0,323
(B)	p=0,001	p<0,001	p=0,474	p<0,001	p=0,059

Modelo: B = 82,79* DD
 Error Estándar de la pendiente = 0,13254 ($t_{33} = 4,89$, $p = 0,000025$)
 $F_{1,33}$ = 23,92 ($p = 0,000025$)
 R^2 ajustado = 0,4028

- **CHIMPE BAJO**

Tabla 10

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Chimpe Bajo. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)	Diámetro estipe principal (DEP)	Longitud del estipe (LE)
Biomasa (B)	0,427	0,378	0,282	0,451	0,128
	p=,015	p=,033	p=,118	p=,010	p=,485

Los resultados de regresión indican los modelos con intercepto en el origen, mostrando el valor estimado de la pendiente y los estadísticos asociados.

$$\begin{aligned} \text{Modelo: B} &= 0,782 * \text{DEP} \\ \text{Error Estándar de la pendiente} &= 0,111993 (t_{31} = 32,98, p < 0,00001) \\ F_{1,31} &= 48,729 (p < 0,00001) \\ R^2 \text{ ajustado} &= 0,599 \end{aligned}$$

El modelo multivariado obtenido en este caso fue:

$$\begin{aligned} B &= 0,591 * \text{DEP} + 0,476 * \text{LT} + 0,291 * \text{NE} - 0,360 * \text{LE} \\ F_{4,27} &= 6,898 (p = 0,00058) \\ R^2 \text{ ajustado} &= 0,4321 \end{aligned}$$

Se observa que el modelo simple explica más varianza que el modelo multivariado, haciendo innecesaria la cuantificación en terreno de 4 variables por planta.

Pradera de *Macrocystis pyrifera*

Tabla 11

Valores de coeficientes de la correlación de Pearson y sus niveles de significancia, con las variables morfométricas analizadas, para la pradera de Punta Verde. La relación seleccionada para estimar biomasa se destaca con números ennegrecidos

	Longitud total (LT)	Diámetro del disco (DD)	Número de estipes (NE)
Biomasa (B)	-0,129	0,513	-0,133
	p=0,446	p=0,001	p=0,433

Modelo: B = 0,747 * DD
 Error Estándar de la pendiente = 0,1107 ($t_{36} = 6,75$, $p < 0,000001$)
 $F_{1,36}$ = 45,55 ($p < 0,000001$)
 R^2 ajustado = 0,5463

Por otra parte, el análisis de regresión múltiple en este caso entregó un modelo basado en dos variables, con los siguientes resultados:

Modelo: B = 0,503 * LT + 0,368 * DD
 $F_{2,35}$ = 35,04 ($p < 0,000001$)
 R^2 ajustado = 0,6479

No obstante, los gráficos de predicción para cada modelo muestran claramente que el modelo multivariado (**Figura 16**) entrega peores resultados que el modelo simple (**Figura 17**), por lo cual se optó por conservar este último para efectos de predecir biomasa.

b) Determinación de tamaños muestrales

Para las praderas seleccionadas se realizó la estimación del tamaño mínimo muestral, para el caso de *Durvillaea antarctica* se procedió a graficar la densidad promedio con su respectivo error estándar versus el número de cuadrante, en todos los casos el tamaño mínimo se determinó cuando la variación



de la densidad comienza hacer mínima, es decir cuando el error estándar comienza a ser homogéneo. Para el caso de la pradera de Comillahue (**Figura 18a**) el tamaño mínimo muestral se alcanzó a los 24 cuadrantes. Para el caso de la pradera de Punta Carnero y La Turbia el tamaño mínimo se obtiene a los 20 cuadrantes (**Figuras 18b** y **19a**). Para la pradera de La Clara el tamaño mínimo muestral se obtiene a los 21 cuadrantes (**Figura 19b**).

c) Registro de distribución espacial y biomasa

Praderas de *Durvillaea antarctica*

- **COMILLAHUE**

La **Figura 20 a** y **b** muestra los valores de biomasa y densidad promedio durante todos los meses de muestreo realizados. En general, se observó que durante todos los meses la biomasa no presenta grandes fluctuaciones, la mayor biomasa se presentó en el mes de enero del 2005 con un valor de 5,8 kg/m². La densidad observada durante los gran parte del año no presento variaciones con valores de 3,2 y 3,9 frondas/m², sin embargo durante la primavera y verano los valores fueron más altos, alcanzando en enero densidades de 7,4±1,2 frondas/m². En febrero la densidad vuelve a disminuir.

En cuanto a la frecuencia de tallas (**Figura 21**) durante los primeros seis meses (marzo a septiembre del 2004) las mayores frecuencias en tamaño se observan en los rangos de tallas de 0,30m y 1,50m con porcentajes sobre los 10%. También es frecuente encontrar frondas mayores a 3m aunque en menor porcentaje. Durante noviembre del 2004 a febrero del 2005 (**Figura 22**) las plantas de menor tamaño (0,01m a 0,60m) se hicieron más frecuentes, con valores sobre 15%, por otra parte plantas de mayor tamaño se observaron en menor frecuencia.

- **PUNTA CARNERO**

La **Figura 23a** muestra la biomasa promedio para todos los meses de muestreo (marzo del 2004 – febrero del 2005). En esta pradera se observó un incremento desde el mes de marzo a noviembre, los valores máximos de biomasa se presentaron en el mes noviembre del 2004, con un valor promedio de 14,5 kg/m² en los meses siguientes la biomasa disminuyó posiblemente por efecto de la extracción de este recurso. La densidad al igual que la biomasa fue incrementando en el tiempo hasta alcanzar 21,6 Ind/m² en promedio en el mes de enero del 2005 (**Figura 23b**).

Durante el período de muestreo en esta pradera se observó que en otoño es mas frecuente encontrar plantas de tallas menores a 1.20 m, hacia el invierno estas crecieron y aumentaron las frecuencias en las tallas entre 0,30 y 2,10 m (**Figura 24**). A inicios de primavera se observó un fuerte incremento de planta pequeñas entre 0,01 y 0,30 m, el cual hacia verano se hace más evidente (**Figura 25**).

- **LA CLARA**

La biomasa promedio (**Figura 26a**) en esta pradera los primeros meses de muestreo fue baja, pero en primavera aumento hasta alcanzar un valor promedio de 5 kg en septiembre, luego en la época de verano la biomasa decae nuevamente. La densidad se incrementó en el tiempo alcanzando un máximo en septiembre de 9 Ind/m² y al igual que la biomasa en la época de verano esta disminuye (**Figura 26b**).

Se observan patrones diferentes en la frecuencia de tallas en los meses muestreados (**Figura 27**). En los meses de marzo y abril se observó un incremento de las tallas menores entre los rangos (0,1 y 0,30m) luego en los meses de invierno entre mayo y julio no se observaron plantas en este rango de



tallas, al llegar la primavera se presentó nuevamente un incremento de los individuos en el rango de tallas mencionado. Durante la época de verano esta tendencia se mantuvo pero con valores de frecuencia menores (**Figura 28**).

- **LA TURBIA**

La **Figura 29a** muestra la biomasa promedio para todos los meses de muestreo. En general se observó que la biomasa es relativamente constante hasta el mes de agosto con un valor promedio de 4,5 kg/m². En el mes de septiembre se observa un incremento significativo a un promedio de 7,2 kg/m², posteriormente en la época de verano vuelve a presentar valores bajo de 4 kg/m². La densidad (**Figura 29b**) es mínima en marzo con un valor de 3,4 Ind/m², en invierno se incrementa a 6 Ind/m², y en primavera se registró un promedio de 10,5 Ind/m². Durante el verano la densidad disminuye a 8 Ind/m².

La frecuencia de tallas (**Figura 30**) en esta pradera muestra una distribución mayor hacia las tallas menores a 1,2 metros. Sin embargo, se encuentran individuos desde las tallas menores hasta 3 m de longitud. Al igual que en otras praderas en los meses de otoño y primavera se observa una alta frecuencia de individuos de pequeño tamaño (< 0,30m). Durante la época de primavera al igual que las estaciones anteriores la tendencia se mantuvo (**Figura 31**).

Análisis global del comportamiento de la biomasa, densidad y la estructura de tamaños en las praderas de cochayuyo

a) Biomasa

En el inicio del estudio (marzo) no hubo diferencias importantes en biomasa entre las cuatro praderas, a través del tiempo esta varió fuerte y significativamente entre ellas, generando una interacción estadística entre ambos factores (**Tabla 12**) (**Figuras 20a, 23a, 26a, 29a**). En Punta Carnero la biomasa aumentó a través el año alcanzando valores de un orden de magnitud mayor, con máximos en octubre y noviembre de casi cuatro veces el valor inicial, y luego descendió durante el verano sugiriendo una fluctuación de tipo estacional. Las demás praderas mostraron comparativamente pocas variaciones, registrándose un leve aumento hacia el comienzo de la primavera tanto en La Turbia como en La Clara, y un aumento hasta el doble de los valores normales en Comillahue pero únicamente en el mes de enero para caer en febrero a casi el mismo valor medio que en diciembre.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) de la biomasa para las cuatro praderas de *Durvillaea antarctica* de la Provincia de Arauco, en el tiempo. (Factores: 1-PRADERA, 2-MES)

	g.l. Efecto	MS Efecto	g.l. Error	MS Error	F	P
1	3	24474575	30	92201592	26,5446	<0,000001
2	10	23024025	30	92201592	2,49714	0,025708
12	30	92201592	1275	17598820	5,23908	<0,000001



Punta Carnero es claramente una excepción entre estas praderas por su mayor biomasa durante todo el año, y por ser la única en mostrar una variación temporal atribuible a factores estacionales. Debido a que la estacionalidad es un patrón característico en las poblaciones de *Durvillaea antarctica*, es probable que la diferencia observada entre Punta Carnero y las demás praderas se deba en estas últimas al efecto de factores externos. Estos patrones sugieren que todas las praderas, con excepción de Punta Carnero, podrían estar siendo cosechadas en forma regular durante todo el año o gran parte de él o, al menos cosechadas con mayor intensidad generando una falta aparente de estacionalidad. Esta situación podría explicar a su vez la rápida disminución de la biomasa registrada en Comillahue desde enero a febrero.

b) Densidad

La variación en la densidad de plantas es producto de una interacción significativa entre las praderas y la fluctuación temporal (**Tabla 13**). Durante los primeros dos tercios del período (otoño- invierno) estudiado el patrón de cada pradera es similar al observado para la biomasa, con un aumento sostenido en Punta Carnero, un leve aumento en La Turbia y La Clara hacia primavera con valores máximos en septiembre, y escasa fluctuación en Comillahue (**Figuras 20b, 23b, 26b, 29b**). Hacia el final del estudio, no obstante, en Punta Carnero la densidad continuó aumentando alcanzando un máximo en enero, mientras en Comillahue se registró también un leve aumento que podría relacionarse con su máximo en biomasa durante enero.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) de la densidad para las cuatro praderas de *Durvillaea antarctica* de la Provincia de Arauco, en el tiempo.
(Factores: 1-PRADERA, 2-MES)

	g.l.	MS	g.l.	MS		
	Efecto	Efecto	Error	Error	F	P
1	3	2840,956	30	150,7646	18,84365	<0,000001
2	10	588,622	30	150,7646	3,90425	0,001797
12	30	150,765	1276	32,4652	4,64388	<0,000001

La interpretación de estos resultados requiere tener en cuenta que el registro de densidad incluyó a las plantas de todos los tamaños, por lo cual las variaciones positivas se explican esencialmente por efecto de reclutamiento. En este contexto, los datos sugerirían que la estacionalidad del reclutamiento varía entre las praderas, y que ocurriría en primavera en La Turbia y La Clara, y en verano en Comillahue y Punta Carnero. Sin embargo, considerando la proximidad geográfica entre las praderas es poco probable que esta inconsistencia se deba a variaciones naturales, y la diferencia entre los patrones temporales de densidad y biomasa sugiere que puede haber otros efectos involucrados. En el caso de Punta Carnero, la disminución en biomasa es concurrente con un aumento en densidad por reclutamiento, sugiriendo que durante el verano puede haber ocurrido una pérdida importante de plantas de tamaños mayores, ya sea por factores naturales o por cosecha, similar a lo observado en Comillahue. Dado que es poco probable explicar las discrepancias entre los valores de biomasa y densidad por errores de muestreo, la cosecha aparece como una explicación probable.

c) Tamaño

El tamaño de las plantas, al igual que su biomasa y densidad, existe diferencias significativas entre las praderas a través del tiempo (**Tabla 14**). En general el tamaño de las plantas de Comillahue y Punta Carnero es mayor, en promedio que, en La Turbia y La Clara (**Figuras 32 y 33**). Las mayores variaciones en tamaño se registran en Comillahue y Punta Carnero, las cuales presentan fluctuaciones amplias entre marzo y mediados de la primavera, pero en adelante la primera se estabiliza sin mayores cambios mientras la segunda exhibe un decrecimiento sostenido. En contraste, La Turbia y La Clara son menos variables y sus mayores tamaños de plantas se observan entre fines de otoño e inicios del verano, aunque en La Clara el tamaño fue mucho mayor en marzo pero decreció rápidamente hacia el mes siguiente sin que volvieran a encontrarse valores similares.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANDEVA dos vías modelo aleatorio) del tamaño de las plantas de *Durvillaea antarctica* para las cuatro praderas de la Provincia de Arauco, en el tiempo. (Factores: 1-PRADERA, 2-MES)

	g.l.	MS	g.l.	MS		
	Efecto	Efecto	Error	Error	F	P
1	3	17,87230	30	0,966160	18,4982	0,000001
2	10	3,55813	30	0,966160	3,68275	0,002677
12	30	0,96616	1175	0,351350	2,74985	0,000002

Relaciones entre biomasa densidad y tamaño de plantas

Al observar la relación entre las tres variables analizadas se aprecian claramente las diferencias entre las praderas. Particularmente en el caso de Comillahue (**Figura 34**), el espectro posible de variación está fuertemente sesgado revelando la virtual ausencia de plantas grandes tanto en biomasa como en longitud,

contrastando con Punta Carnero (**Figura 35**) donde el espectro de variación corresponde al patrón normal esperable. En La Clara (**Figura 36**) y La Turbia (**Figura 37**) también se observa un sesgo en las plantas de gran tamaño, efecto que se encuentra acentuado en La Clara por presentar en general una menor biomasa a través del rango de densidad. Si bien es posible que eventuales diferencias en las condiciones locales puedan repercutir en la morfología de las plantas produciendo variaciones en longitud y biomasa, los sesgos poblacionales (falta de plantas grandes) en Comillahue, La Clara y La Turbia ocurren en la misma dirección, por lo cual la explicación más parsimoniosa es la remoción selectiva de las plantas de mayor tamaño.

La **Tabla 15** muestra resultados del análisis de correlación entre la biomasa, densidad y tamaño de las plantas que revelan algunas diferencias entre las praderas. Dado que el alto tamaño de muestra aumenta fuertemente la potencia de la prueba, es muy probable que cualquier correlación resulte significativa, por lo cual los coeficientes de baja magnitud deben interpretarse con precaución y no necesariamente indican tendencias biológicamente consistentes.

Tabla 15

Coeficientes de correlación de Pearson entre biomasa, densidad y tamaño de las plantas por pradera, considerando los valores registrados a través del año. El asterisco indica significancia con $\alpha=0,05$

Pradera	Biomasa-Densidad	Biomasa-Tamaño	Densidad-Tamaño
Comillahue (n=301)	0,53*	0,34*	-0,35*
Punta Carnero (n=317)	0,53*	0,16*	-0,47*
La Clara (n=281)	0,68*	-0,06	-0,47*
La Turbia (n=315)	0,86*	0,21*	-0,18*



En general es esperable que la adición de nuevas plantas por reclutamiento implique un aumento en biomasa y genere una asociación positiva con la densidad, lo cual ocurriría en todos los casos aunque fue mayor en La Clara y La Turbia que fueron las praderas menos variables. La biomasa también debiera aumentar cuando las plantas son mayores, pero sólo hubo correlación significativa y positiva en tres praderas y con coeficientes muy bajos, revelando la heterogeneidad de estas variables. Por otra parte, la correlación entre densidad y tamaño fue significativa y negativa en todos los casos, aunque con valores bajos en general. No obstante las densidades medias son relativamente bajas y el signo negativo de la asociación sería un efecto de la predominancia de plantas juveniles o reclutas, que tiende a disminuir el tamaño promedio por cuadrante. En praderas no intervenidas es esperable una mayor abundancia de plantas grandes, y una correlación negativa sugiere la acción de procesos intraespecíficos afectando el tamaño de las plantas en alta densidad, pero si no ocurren estos procesos se espera una correlación muy baja o nula. Este no sería el caso en las praderas estudiadas, sugiriendo un efecto de sesgo debido a la remoción de plantas grandes.

Todos los análisis anteriores sugieren que la mayoría de las praderas pudieron haber sido explotadas regularmente durante el transcurso del estudio, y en tal caso las conclusiones del proyecto llevan a dos posibles situaciones alternativas. En el escenario hipotético de que las praderas estudiadas estén bajo explotación, los resultados indicarían que su capacidad y velocidad de regeneración de biomasa podría ser suficientemente alta como para soportar la cosecha sostenida. Si tal hipótesis no fuera correcta, sin embargo, el escenario sería menos positivo ya que sugeriría que las praderas (con la posible excepción de Punta Carnero) sólo estarían sosteniéndose a un nivel basal a través del tiempo, y podrían ser altamente susceptibles a una explotación continua y/o con niveles altos de extracción de plantas.

Pradera de *Macrocystis pyrifera*

La **Figura 38a** muestra la variación de biomasa de la pradera de Punta Verde, en el periodo marzo del 2004 y febrero del 2005, con un claro patrón estacional. Esta figura mostró claramente una disminución progresiva de la biomasa en el tiempo, en los meses de marzo y abril (en promedio sobre los 5 kg/m²), sin embargo en los meses siguientes esta disminuyó a niveles mínimos (<1 kg/m²), mostrando el efecto de la estación de invierno sobre el bosque de *Macrocystis*. Las observaciones realizadas mediante buceo autónomo en los meses de invierno mostraron que se pierde gran parte de los estipes y frondas permaneciendo parcialmente grampones y en algunos casos restos de estipes. Solo en el mes de enero (1,5 kg/m²) se observó una recuperación de biomasa y esta correspondió a la incorporación y crecimiento de plantas nuevas y no a recuperación o recrecimiento de grampones viejos. Es decir esta pradera se renovó casi completamente de una temporada a otra. De acuerdo a observaciones efectuadas por los pescadores de la zona este año (2004-2005) la biomasa en la pradera de “huiró” se recuperó tardíamente, en relación a otros años en donde aparecía en la época de primavera (septiembre aproximadamente).

La densidad al igual que la biomasa muestra un patrón estacional. En marzo el valor promedio es de 6,1 Ind/m², disminuyó en los meses siguientes hasta un mínimo de 2,3 Ind/m² (**Figura 38b**). En la primavera (noviembre) la densidad aumenta a 6 Ind/m² y alcanza en verano (enero) un promedio de 8 Ind/m². En cuanto al tamaño de los individuos (**Figura 39**) en esta pradera durante el mes de marzo se alcanzaron tamaños promedio de 4,7±0,3 m, disminuyó en los meses siguientes a valores mínimos. Coincidentemente con los datos de biomasa, se registraron tamaños de plantas nuevas a partir de la primavera (noviembre) con 3 cm de longitud promedio. En los meses siguientes se produce un aumento sustancial llegando a tamaños de 283 cm en la época de verano (febrero).

Como se observa en la **Tabla 16** durante el periodo noviembre-diciembre la tasa promedio de crecimiento diario (%) de las plantas fue de 9,3% disminuyendo en los periodos siguientes.

Tabla 16

Tasa de crecimiento diario (%) del tama1o de las frondas de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera de Punta Verde, ubicada en el Sector de Punta Lavapi3, Provincia de Arauco, VIII Regi3n

	PERIODOS		
	Noviembre-Diciembre	Diciembre-Enero	Enero-Febrero
Punta Verde	9.36	4.27	1.58

En cuanto al estado reproductivo (**Figura 40**) de esta especie, se pudo observa que durante la 3poca de oto1o se presento la mayor frecuencia de plantas reproductivas (plantas que presentaron esporofilas), con porcentaje sobre el 60%, durante el invierno esta disminuy3 a valores bajo 15%. Durante toda la primavera y gran parte del verano solo se registr3 plantas no reproductivas.

5.2.3 An3lisis de ciclos o periodicidad de varamiento de las algas estudiadas y su cuantificaci3n

Durante todo el per3odo de muestreo, no se observaron varamientos de plantas de "cochayuyo" en las localidades visitadas mensualmente. Con este antecedente, conversamos con los pescadores que explotan las praderas, seg3n la informaci3n hist3rica recopilada, no existen varamientos importantes en la Provincia de Arauco. La historia indica que cuando las praderas no eran cosechadas con la intensidad actual se observaban grandes varazones, sin embargo con la forma de explotaci3n existente, en la cual se cortan las plantas m3s grandes, no es frecuente observar varamiento de "cochayuyo" debido a que en la pradera quedan



después de la explotación las plantas más “pequeñas” las que son menos vulnerables a las marejadas.

Durante la época de extracción de “cochayuyo” (octubre a marzo de cada año) los pescadores que extraen este recurso señalan que aproximada el 10% a 15% del acopio total corresponde a “cochayuyo” varado. Por ejemplo, el sindicato de pescadores de Caleta Yani en la temporada 2003-2004, extrajo la cantidad de 50 toneladas de cochayuyo fresco (“verde”) de los cuales 7,5 ton correspondieron a recurso varado. Información mensual sobre estos datos es difícil de obtener ya que no se maneja, ni existe control sobre las cantidades diarias, semanales y mensuales de extracción. Además esta información depende de las condiciones del tiempo, mareas y marejadas que se den en la Provincia, y que en el año 2004 han sido muy frecuentes. En el período que se ha transcurrido del proyecto y se han realizado los muestreos en las diferentes praderas no ha coincidido con eventos de varazones de gran magnitud.

Por otro lado, es importante señalar que en Caleta Yani, el borde costero esta “sectorizado”, existiendo un acuerdo de palabra entre los pescadores, el cual consiste en que cada pescador recolecta o cosecha el recurso “cochayuyo” en un área determinada de la costa. Cada pescador trabaja con 1 a 2 personas, generalmente familiares, que en la mayoría de los casos son mujeres y niños, los cuales son los encargados de cortar con machete las plantas de “cochayuyo”, apilarlos y transportar desde la misma playa a zonas de secado hasta llegar a lugares de mejor acceso para los vehículos (camiones) que realizan la compra. Un pescador puede sacar aproximadamente 1.000 kg diarios.

El “cochayuyo” se comercializa a granel (“negro”) para proceso industrial, o “rubio” en rodajas, para consumo directo. Para la obtención de cochayuyo negro este se seca y se almacena, para el cochayuyo rubio este se seca y luego se humedece



con agua dulce para lograr una coloraci3n rubia. Durante el invierno se extrae solamente el “ulte” que al igual que el “cochayuyo” se vende a \$100 el kilo.

Durante la 3poca del cierre de la temporada (marzo) no existe extracci3n de este recurso ya que el secado del alga y el acceso a los sectores en donde se encuentra este recurso se hace muy dif3cil.

De esta forma, seg3n estos antecedentes el varamiento de las plantas de “cochayuyo” solo es aprovechada y utilizadas durante la temporada de extracci3n de este recurso. Informaci3n sobre otras Caletas y Sindicatos de pescadores que trabajan con este recurso ha sido dif3cil de obtener ya sea porque no recopilan la informaci3n o porque no la declaran a Sernapesca.

5.2.4 An3lisis del ciclo reproductivo de las especies en la zona de estudio (3poca de maduraci3n y liberaci3n de esporas)

A Fenolog3a Reproductiva de *Durvillaea antarctica* en las diferentes praderas de la provincia de Arauco

Comillahue

Las frondas femeninas empezaron a aparecer en abril, aumentando su frecuencia hasta alcanzar un m3ximo en mayo con un 48% (**Figura 41**). En los meses siguientes la tendencia se mantiene con leves fluctuaciones hasta el mes de octubre, en noviembre la frecuencia disminuye en forma abrupta a un 9% y en los meses siguientes solo en enero hay presencia de frondas femeninas (18%). Respecto a las plantas masculinas, se presentaron desde marzo en adelante, pero a partir de junio su frecuencia se incrementa a un 33% y en agosto se obtiene un peak m3ximo de un 58%, para declinar en los meses siguientes y aparecer en

enero y febrero. Respecto a las frondas vegetativas estas están presentes durante todo el año con una mayor frecuencia en primavera verano, alcanzando un máximo en diciembre de un 100%.

Punta Carnero

Las frondas vegetativas estuvieron presentes desde marzo a enero con una máxima frecuencia entre agosto y septiembre (50 y 48% respectivamente) en los meses siguientes disminuye abruptamente hasta desaparecer en febrero (**Figura 42**). Respecto a las frondas masculinas estuvieron presentes durante todo el año excepto en diciembre, con una máxima abundancia entre mayo (62%) y septiembre (26%). Las frondas vegetativas se encuentran presentes durante todo el año con una tendencia similar a la pradera de Comillahue y con un máximo en el mes de diciembre (91%).

La Clara

En la **Figura 43** se muestran las variaciones de fenología reproductiva de la pradera de La Clara. Las frondas femeninas estuvieron presentes desde abril hasta octubre y ausentes en noviembre, la mayor frecuencia fue en agosto con un 42%. En diciembre-febrero reaparecen en baja frecuencia (9 a 5%). Las frondas masculinas se presentan entre marzo a octubre desaparecen en noviembre-diciembre y reaparecen en enero – febrero, el máximo de frondas masculinas ocurre en junio (56%). Las frondas vegetativas ocurren durante todo el año, observándose una mayor frecuencia en primavera verano (noviembre 100%).



La Turbia

Las frondas femeninas se presentaron desde marzo a septiembre y en los meses siguientes se observan en una muy baja frecuencia (**Figura 44**). La mayor frecuencia ocurre en julio (22%). Las frondas masculinas están presentes desde marzo a octubre, con un máximo en julio (41%) y mínimo en octubre (4%). Las frondas vegetativas ocurren durante todo el año, con un máximo en febrero (100%).

B) Fertilidad de *Durvillaea antarctica* en las diferentes praderas de la provincia de Arauco

1a. Pradera Comillahue

En la **Figura 45** se muestra la fluctuación de plantas fértiles en la pradera de Comillahue, donde se observó un paulatino incremento sostenido desde marzo (36%) a agosto (96%) disminuyendo en los meses siguientes alcanzando un valor mínimo en diciembre 4%.

1b. Pradera Punta Carnero

En la pradera de Punta Carnero las plantas reproductivas incrementaron a partir de mayo (95%) disminuyendo levemente los meses siguientes hasta septiembre donde se encontró un 74% de plantas reproductivas. En los meses siguientes se observa una declinación hasta diciembre con un 36% (**Figura 46**)

1c. Pradera La Clara

En esta pradera la frecuencia de plantas fértiles fue variable en el tiempo de estudio con un valor máximo en abril (61%), julio (56%) y septiembre (54%) y una proporción de plantas fértiles mínima en noviembre y diciembre (12%) y (9%) respectivamente (**Figura 47**).

1d. Pradera La Turbia

En esta pradera las plantas reproductiva se incrementaron desde marzo (23%) a julio (63%) para luego disminuir en octubre y diciembre (4%) y (0%) respectivamente e incrementar los meses siguientes (**Figura 48**).

Análisis estadístico Fertilidad

Al analizar el porcentaje de plantas fértiles considerando todas las praderas en forma conjunta, este varió significativamente a través del tiempo mostrando un claro ciclo anual (**Figura 49**). La proporción de plantas fértiles es máxima durante los meses de invierno y mínima al inicio del verano, lo cual en general es concordante con los aumentos en densidad de plantas registrados después del invierno (primavera o verano) en diferentes praderas, asociados a la adición de nuevas plantas. No obstante, las plantas fértiles se encuentran en proporción importante a través de todo el año (ver **Tabla 17**).

Tabla 17

Análisis de varianza (ANDEVA una vía) para la fertilidad en conjunto de las cuatro praderas en estudio en frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo.

Factores: 1-MES (aleatorio)

	g.l.	MS	F	P
Mes	11	1436,030	4,741325	0,000196
Error	35	302,8753		

Al comparar el porcentaje de plantas fértiles considerando el conjunto de valores mensuales para cada pradera, hubo diferencias significativas entre las praderas (**Figura 50**) debidas a la menor proporción promedio anual en La Turbia y La Clara respecto de Comillahue y Punta Carnero.

Debe notarse que los valores más altos en proporción de plantas fértiles no son coincidentes exactamente ni por la misma extensión de tiempo entre las diferentes praderas, lo cual puede explicar en parte las diferencias temporales en los aumentos en densidad registrados en los muestreos regulares (ver **Tabla 18**).

Tabla 18

Análisis de varianza (ANDEVA una vía) para la fertilidad en conjunto de las cuatro praderas en estudio en frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo. Factores: 1-MES

	g.l.	MS	F	P
1	3	2025,745	4,286818	0,009848
Error	43	472,5520		

C) Estados de madurez de las plantas de *Durvillaea antarctica* en las diferentes praderas de la provincia de Arauco

Comillahue

Las plantas inmaduras de cochayuyo disminuyeron de marzo (70%) a abril (42%) para disminuir a 0(%) de junio a delante los meses siguientes (**Figura 51**). Las plantas en maduración presentan su máximo en abril (70%) y disminuyen en los meses siguientes y en febrero incrementan presentando un 44%. Las frondas maduras incrementan paulatinamente de abril (33%) hasta junio (100%), valor que se mantiene relativamente estable hasta agosto y disminuye abruptamente desde

septiembre hacia los meses siguientes. Las frondas senescentes aparecen desde septiembre (21%).

Punta Carnero

La frecuencia de plantas inmaduras de cochayuyo es mayor en marzo, para disminuir hasta un m3nimo de 0(%) en junio y agosto y, luego, incrementan en diciembre-febrero. Las plantas en maduraci3n tienen un m3ximo en marzo (30%) y abril (44%) para luego disminuir los meses siguientes a 0% en junio y septiembre. (**Figura 52**). Las plantas maduras se observan desde marzo con un m3ximo en junio y agosto (96%) y declinar en los meses siguientes. Las frondas senescentes se encontraron entre septiembre y febrero.

La Clara

En esta pradera las plantas inmaduras tienen un m3ximo de 63% en marzo disminuyendo en los meses siguientes hasta un valor m3nimo de 0(%) en junio y julio, luego a partir de enero se incrementaron nuevamente hasta un valor de 70% en febrero. Las frondas en maduraci3n se encontraron en abril (38%) y mayo (8%) y diciembre (40%). Las plantas maduras incrementaron paulatinamente de 38% en marzo a 100% en junio y julio valor que se mantiene relativamente estable en agosto y septiembre. Plantas senescente se encontraron en mayo (15%) y septiembre (17%) (**Figura 53**).

La Turbia

Esta pradera presenta un m3ximo de frondas inmaduras en marzo (55%) disminuyendo los meses siguiente hasta un valor m3nimo en mayo (6%), este valor se incrementaron en noviembre (33%), en diciembre las frondas no est3n

reproductivas y luego en enero las frondas inmaduras incrementaron hasta un valor m3ximo en febrero (100%). Las frondas en maduraci3n su m3xima expresi3n en marzo y abril con (36%) y m3nimo en julio (0%). Las plantas maduras incrementan paulatinamente de marzo (9%) a julio 100 % disminuyendo los meses siguientes hasta octubre (50%). Las frondas en estado senescente incrementaron desde agosto (8%) a noviembre (67%) para disminuir en enero a 20% (**Figura 54**).

Existe interacci3n significativa entre estado de madurez y tiempo, debido, a una m3xima maduraci3n en inicio invierno, con valores m3s altos desde mayo a octubre, adem3s es importante indicar que a medida que declina la maduraci3n aumenta la senescencia. El proceso de maduraci3n es r3pido y ocurre de un mes a otro. Los concept3culos inmaduros incrementan de enero con un m3ximo en febrero, los maduros aumentan su frecuencia desde marzo hasta un m3ximo en julio. Las frondas en estado senescente incrementaron desde agosto a noviembre (ver **Tabla 19**).

Tabla 19

An3lisis de varianza (ANDEVA dos v3as modelo mixto) para los estados de maduraci3n de las frondas de *Durvillaea antarctica* en el tiempo. Factores: 1-ESTADO (Fijo), 2-MES (aleatorio)

df	MS	df	MS			
Effect	Effect	Error	Error	F		p-level
1	3	10607.06	33	3385.90	3.13271	0.038589
2	11	51.29	140	217.970	0.23532	0.994621
12	33	3385.91	140	217.970	15.5338	0.000000

5.2.5 Reclutamiento estacional

a) Densidad

La experiencia de denudaci3n de sustrato realizada en la pradera de la Turbia durante otoño (abril) (**Figura 55**), mostr3 que en los 2 primeros meses de control no se observ3 a simple vista colonizaci3n de plantas de “coyoi”, luego en julio se observ3 reclutamiento en el sector protegido al oleaje en cambio en el semiprotegido se registr3 la colonizaci3n de 27 plantas/m² y en el sector expuesto 19 plantas/m². Los meses siguientes los valores fueron fluctuantes, los incrementos observados pudieron deberse a nuevos eventos de reclutamiento cuyas plantas se hicieron visibles en el control y las declinaciones pudieron estar afectadas por desprendimiento de plantas en forma natural o por cosecha como se evidenci3 en enero.

La denudaci3n efectuada en invierno (julio) (**Figura 56**) nos indic3 que durante los 3 primeros meses de control no se observaron plantas de “coyoi”, estas son visibles en noviembre donde se observ3 una colonizaci3n en el sector protegido (9 plantas/m²), semiprotegido (11 plantas/m²) y expuesto (4 plantas/m²). En los meses siguientes los valores fluctuaron hasta alcanzar 15 plantas como m3ximo en el ambiente semiexpuesto en diciembre.

En la experiencia de denudaci3n realizada en primavera (noviembre), a diferencia de las realizadas en las otras estaciones del año las frondas “cochayuyo” son visibles a partir del primer mes de control, registr3ndose en el sector protegido (3 plantas/m²), semiprotegido (2 plantas/m²) y expuesto (6 plantas/m²) con un m3ximo de 16 plantas en febrero (**Figura 57**).

Cuando se realiz3 la denudaci3n de sustrato en verano (enero) en el 3nico control realizado en febrero hubo reclutamiento en el sector protegido (1 plantas/m²), semiprotegido (3 plantas/m²) y expuesto (6 plantas/m²) (**Figura 58**).

b) Crecimiento

La denudaci3n de sustrato realizada en la pradera de la Turbia durante oto3o (abril) (**Figura 59**), mostr3 que en los 2 primeros meses de control no se observ3 a simple vista colonizaci3n de plantas de “coyoi”, luego en julio no se observaron plantas en el sector protegido al oleaje en cambio en el semiprotegido se registraron plantas de 5cm y en el sector expuesto 6 cent3metros. Los meses siguientes las plantas de “coyoi” crecieron hasta alcanzar un valor promedio de 80±1,8cm en febrero y las plantas del sector expuesto alcanzaron un tama3o promedio de 94± 1,9 cent3metros.

La experiencia de denudaci3n replicada en invierno (julio) (**Figura 60**) nos indic3 que durante los 3 primeros meses de control no se observaron plantas de “coyoi”, estas se hicieron visibles en noviembre donde se observ3 en el sector protegido plantas de 2±0,1 cm en el semiprotegido frondas de 5,9±0,4 cm y en el expuesto (5±0,8 cm). En los meses siguientes los valores las plantas de “coyoi” crecieron hasta alcanzar un tama3o de observ3 en el sector protegido plantas de 75±4,8 cm en el semiprotegido frondas de 55±3,8 cm y en el expuesto tama3os de 41±2,8 cent3metros.

En la experiencia realizada en primavera (noviembre), a diferencia de las realizadas en las otras estaciones del a3o las frondas “cochayuyo” son visibles a partir del primer mes de control, registr3ndose tama3os de 4,7±1 cm en el sector protegido, 4,0±1,4 cm en el semiprotegido y en el 3rea expuesta frondas de 4,8±0,4 cent3metros. Las plantas crecieron y alcanzaron tama3os en febrero

de: $31\pm 5,7$ cm, $41\pm 10,1$ cm y 29 ± 1 cm para los diferente sectores estudiados (**Figura 61**).

Cuando se realiz3 la denudaci3n de sustrato en verano (enero) en el 3nico control realizado en febrero hubo reclutamiento en el sector protegido las plantas tenían un tamaño de $20\pm 0,1$ cm, semiprotegido $8,7\pm 1$ cm y en el expuesto $9,5\pm 0,2$ cm (**Figura 62**).

5.2.6 Regeneraci3n y crecimiento de estipes

La experiencia realizada tanto para el corte en la zona basal del estipe como en aquel efectuado al inicio de la lamina de fronda de *Durvillaea antarctica*, no presenta evidencias de regeneraci3n para el experimento realizado en marzo del 2004. En los controles efectuados en los meses siguientes (mayo, junio y julio) las frondas presentaron necrosis en la secci3n cortada (color amarillo oscuro en ambos tipo de cortes realizados, ver **Figura 63**). Durante el mes de agosto se desarroll3 una nueva experiencia con ambos tipos de corte (Corte basal del estipe y corte en el estipe al inicio de la l3mina). Durante el mes de septiembre se observ3 que en ambos tipos de tratamiento hubo regeneraci3n, la figura 64 muestra la formaci3n y desarrollo de numerosas l3minas en la zona de corte.

La **Figuras 65 y 66** muestra una secuencia en el tiempo del crecimiento en tamaño de las laminas que brotaron a partir de ambos tipo de cortes despu3s de 7 meses las laminas llegaron a alcanzar un tamaño promedio de $118,1\pm 12,3$ cm y $110,2\pm 6$ cm para laminas de cortes de estipe aplanado y corte de estipe cilíndrico respectivamente (ver **Figura 67**). Adem3s este experimento tambi3n fue montado en las praderas de Comillahue y La Clara durante el mes de octubre del 2004 los resultados obtenidos fueron variables por lo que la regeneraci3n de cochayuyo puede estar condicionada a factores de escala temporal y local.

5.2.7 Crecimiento vegetativo

La **Figura 68** muestra el crecimiento de frondas vegetativas de *Durvillaea antarctica* para los tres tipos de tallas estudiadas. En general en todas las praderas las plantas alcanzaron un tamaño cosechables en un ciclo anual, para los 3 tipos de clase de talla.

Para la clase de talla 20-25 cm (**Figura 68a**) se observó un incremento paulatino en el tamaño en todas las praderas estudiadas en el tiempo, alcanzando en febrero del 2005 tamaños sobre 100 centímetros. El mayor tamaño lo registró la pradera de Comillahue con valor promedio de $235,1 \pm 17$ centímetros.

Para la clase de talla 40-50 cm presento un tendencia similar a la talla anterior alcanzando los mayores tamaños en de febrero del 2005 con plantas sobre los 123 centímetros. La pradera de Comillahue presento las plantas de mayor tamaño con longitudes promedio de 216 ± 24 cm (**Figura 68b**).

Para la clase de talla 70-90 cm en todas las praderas el tamaño de las frondas fue aumentado en el tiempo, llegando a tamaños sobre los 130 cm en el mes de enero del 2005. En la pradera de Comillahue durante el mes de febrero se observo un decrecimiento producto a que las plantas evidenciaron pérdida de tejido laminar, producto a que en su mayoría eran plantas viejas o senescentes (**Figura 68c**).

Debido a la combinación específica de factores aleatorios y fijos en este modelo mixto, la razón de F para el factor clase de talla no pudo ser calculada. No obstante el resultado principal es la interacción triple y significativa entre los factores (**Figuras 68a, 68b, 68c**), la cual incluye la significancia de la clase de talla. En todas las praderas, a partir de valores iniciales homogéneos las plantas de cada clase de talla mostraron un aumento consistente a través del tiempo,

aunque este fue proporcionalmente mayor en Comillahue prácticamente en todas las clases (en especial en la clase 1 que aumentó 10 veces sobre el valor inicial), acompañado por valores altos en La Clara pero sólo para la clase 2 y la clase 3. (Tabla 20).

Tabla 20

Análisis de varianza (ANDEVA tres vías modelo mixto) para el crecimiento de las frondas vegetativas de *Durvillaea antarctica* de las tres clases de tallas (Talla 1=20-25cm; Talla 2=40-50cm; Talla 3= 70-90cm) para las cuatro praderas estudiadas en el tiempo. Factores: 1-PRADERA (aleatorio), 2-MES (aleatorio), 3-CLASE DE TALLA (fijo)

	g.l.	MS	g.l.	MS		
	Efecto	Efecto	Error	Error	F	P
1	3	249736,8	30	16279,15	15,34090	0,000003
2	10	354013,0	30	16279,15	21,74641	<0,000001
3	---	---	---	---	---	---
12	30	16279,1	2508	1495,71	10,88392	<0,000001
13	6	40807,7	60	3659,42	11,15139	<0,000001
23	20	5428,6	60	3659,42	1,48347	0,121625
123	60	3659,4	2508	1495,71	2,44662	<0,000001

Al comparar entre praderas, la mayor diferenciación en el aumento en tamaño se produjo en todas las clases desde la primavera hacia el verano, aunque esta divergencia fue más notoria en las clases 2 y 3. Punta carnero y La Turbia presentaron un comportamiento altamente similar para las tres clases de talla, pese a las diferencias que ambas praderas mostraron en el análisis de otras variables. En general las diferencias en tamaño a través del tiempo fueron más bajas y con tendencias relativamente homogéneas en la clase de talla 1, registrándose una mayor heterogeneidad hacia la clase 3 (ver **tablas 21, 22, 23**).

Tabla 21
Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 1= 20-25cm, para las cuatro praderas en estudio

	PERIODOS									
	Marzo-Abril	Abril-Mayo	Mayo-Julio	Julio-Agosto	Agosto-Septiembre	Septiembre-October	October-Notiembre	Notiembre-Diciembre	Diciembre-Enero	Enero-Febrero
Comillahue	0.93	1.05	0.22	0.28	0.35	1.5	0.1	1.05	1.06	1.23
Punta Carnero	0.51	1.15	0.40	0.66	0.95	0.3	0.53	0.26	0.56	0.83
Aguas Claras	1.23	0.53	0.32	1.09	0.29	0.25	-0.44	0.5	0.32	0.73
La Turbia	0.56	0.8	0.28	0.31	0.56	0.83	0.66	0.34	0.32	0.49

Tabla 22
Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 2= 40-50cm, para las cuatro praderas en estudio

	PERIODOS									
	Marzo-Abril	Abril-Mayo	Mayo-Julio	Julio-Agosto	Agosto-Septiembre	Septiembre-October	October-Notiembre	Notiembre-Diciembre	Diciembre-Enero	Enero-Febrero
Comillahue	0.92	1.07	0.3	0.54	0.95	0.12	-0.33	0.37	1.12	-0.16
Punta Carnero	0.26	0.41	0.44	-0.19	0.56	0.6	-0.13	0.14	0.23	0.75
Aguas Claras	1.01	0.71	0.19	0.92	0.55	0.05	0.3	-0.31	0.07	0.85
La Turbia	0.4	0.5	0.34	-0.39	0.82	1.01	-0.02	0.13	0.25	0.35

Tabla 23
Tasa de crecimiento diario (%) para la clase de Talla 1= 70-90cm, para las cuatro praderas en estudio

	PERIODOS									
	Marzo-Abril	Abril-Mayo	Mayo-Julio	Julio-Agosto	Agosto-Septiembre	Septiembre-October	October-Notiembre	Notiembre-Diciembre	Diciembre-Enero	Enero-Febrero
Comillahue	1.31	0.24	0.09	0.35	0.44	0.15	0.51	0.28	1.04	-0.82
Punta Carnero	0.35	0.47	-0,0	0.39	-0.03	0.85	0.02	0.11	0.3	0.11
Aguas Claras	0.63	0.85	0.53	0	0.11	0.36	-1.16	1.06	0.22	0.03
La Turbia	0.18	0.4	0.11	0.156	0.17	0.85	-0.51	0.98	-0.45	0.28

La tasa de crecimiento estimada en forma conjunta para todas las praderas mostró diferencias significativas entre los distintos períodos de tiempo y entra las clases de talla (**Tabla 24**), aunque no hubo interacción estadística entre ambos factores.

No obstante, la significancia estadística encontrada se debe principalmente a la alta variabilidad de los valores tanto en el tiempo como entre clases de talla, sin registrarse tendencias bien definidas o consistentes.

Tabla 24

Análisis de varianza (ANDEVA tres vías modelo mixto) para la tasa de crecimiento diario el crecimiento de las frondas vegetativas de *Durvillaea antarctica* de las tres clases de tallas (Talla 1=20-25cm; Talla 2=40-50cm; Talla 3= 70-90cm) para las cuatro praderas estudiadas en el tiempo ANDEVA dos vías modelo. Factores: 1-PERÍODO DE TIEMPO (aleatorio), 2-CLASE DE TALLA (fijo)

	g.l.	MS	g.l.	MS		
	Efecto	Efecto	Error	Error	F	P
1	9	0,548568	90	0,157640	3,479870	0,000997
2	2	1,066324	18	0,136099	7,834914	0,003567
12	18	0,136099	90	0,157640	0,863351	0,622449

En términos de promedios globales, la tasa de crecimiento fue más alta en la clase 1 y disminuyó progresivamente hacia la 2 y la 3, ratificando los resultados del análisis anterior y evidenciando una alta capacidad de crecimiento de las plantas más pequeñas prácticamente durante todo el año. Por otra parte, a través del tiempo no se aprecian variaciones estacionales de importancia, y el único efecto notorio es una disminución significativa (Scheffé; $p < 0,05$) y generalizada del crecimiento en el período octubre-noviembre solamente, sugiriendo la ocurrencia de algún evento episódico que afectó negativamente a las plantas.



5.3 Caracterizar las actividades de explotación y manejo para los algas identificados

Descripción de la actividad extractiva

Existen dos modalidades para la extracción del recurso, una donde los recolectores trabajan en la orilla cortando con un corvo las plantas de cochayuyo, durante la marea baja (aproximadamente 1,5 horas de trabajo) y dependiendo las condiciones climáticas de viento y marea (oleaje), las plantas cortadas son arrastradas hacia la orilla donde son trasladadas a un lugar seco (playa) y son extendidas para iniciar el proceso de secado para obtener “alga negra” o de decoloración para obtener “alga rubia”. El corte de las plantas es efectuado por hombres cuya edad fluctúa entre 22 y 50 años, esta labor es arriesgada ya que el cochayuyo o coyoi se encuentra en zona de difícil acceso y muy expuestas a la acción del oleaje. Luego la recolección de las algas arrojadas por la ola es realizada en algunos casos por la misma persona que trabaja sola o bien con ayuda de otros miembros de la familia o del sindicato quienes efectúan el traslado de plantas para secado. En la labor de recolección en la playa participan mujeres tanto en el secado como en el traslado de las algas.

Posteriormente una vez que las plantas han perdido humedad son empaquetadas en fardos de 40 kg aproximadamente y de esta forma son trasladadas hasta las bodegas o lugares de acopio de los recolectores, para su posterior entrega a intermediarios o empresas que comercializan el recurso. En el caso de Caleta El Piure (praderas La Clara y La Turbia) el sindicato dispone de pequeñas bodegas de acopio en la playa, en Comillahue las familias construyen piezas para el acopio del alga en sus propiedades, en cambio en Punta Carnero los recolectores improvisan ramadas con palos y plástico donde acopian momentáneamente el alga hasta su comercialización.



Dado que este recurso crece en lugares con mucho oleaje y que adem1s corresponden a zonas costeras de acantilados que tiene pendientes muy pronunciadas, el traslado de las algas secas es muy dificultoso y requiere del uso de animales. En otros casos los sindicatos o grupos de recolectores con menos recursos deben transportar la carga en sus hombros con bastante esfuerzo. De acuerdo a lo se1alado por los recolectores esto constituye un problema para ellos donde requieren ayuda del Estado, para la instalaci3n de winches, para poder aumentar la eficiencia.

La recolecci3n tambi3n se realiza en botes cuando las condiciones del mar lo permiten, es el caso de Caleta Yani y El Piure, donde la recolecci3n se realiza efectuando el corte desde el bote y las algas cortadas son arrastradas por efecto del oleaje a la orilla donde son recolectadas. Estas dos localidades tienen la particularidad de que son zonas, donde bajo ciertas condiciones pueden utilizarse embarcaciones.

Desembarque 2003-2004

En la temporada 2003-2004 la informaci3n de extracci3n de las diferentes localidades se ha logrado recopilar solamente en algunos sectores de la Provincia de Arauco. La informaci3n ha sido aportada, por los pescadores o por los Encargados de Borde Costero o Jefes de Dpto. del Sector Productivo de las Municipalidades.

En Caleta Yani en esta temporada se extrajeron 50 ton, en Morhuilla 4,5-6,0 (ton), en Chimpe 5-7 (ton) y en el Piure 172,5 toneladas. La temporada de extracci3n es desde mediados de octubre hasta marzo. En otras localidades no existe registro real, donde obtener informaci3n o no existe una organizaci3n que funcione como es el caso de Millongue.



Desembarque 2001-2002 Sector de Tirúa

Entre los actores más relevantes en las comunidades indígenas esta actividad se pueden describir:

Recolector: Extractor de recursos marinos, principalmente de algas Luga Luga (*Iridaea sp*) y Coyoi o cochayuyo (*Durvillaea antarctica*), este último de gran importancia para las comunidades. Dentro de las familias normalmente se realiza más de una actividad económica. Todas las personas que poseen tierras se autodefinen como agricultores, aunque la agricultura es la actividad más generalizada, la fuente principal de ingresos familiares es la recolección marina con un 68% del total (con una extracción promedio de 250.000 kgs). Y luego la agricultura con un 22% (Encuesta Cas I. Municipalidad de Tirúa). Por lo tanto podemos decir que la recolección pese a ser la segunda actividad económica mencionada en orden de importancia, es la primera fuente de ingresos para las familias de Tirúa sur costa, esto debido a que les permite obtener los ingresos necesarios para adquirir bienes de consumo no posibles de intercambiar.

Más allá de una esperada rentabilidad económica como ocurre con las organizaciones de pescadores artesanales, la actividad pesquera Pu-lafquenche de Tirúa Sur, se basa principalmente en la subsistencia y su presencia territorial. Producto de esta situación, cada comunidad presenta su determinada manera de recolectar cochachuyo, por lo cual la unidad productiva (cosechador), modo de operar y personas participantes, son distintas. Sin embargo, el modo de cosechar (cortar y recoger) es similar entre las comunidades. Este consiste en bajar a cosechar a los lugares de extracción históricos al momento de las más bajas mareas. El buzo o cortador, que algunas veces no cuenta con traje de buceo, se mete al agua cortando las plantas de mayor longitud. Una vez cortadas las matas, estas se varan con la ola, las que son recolectadas por los acompañantes del



buzo. La época de cosecha corresponde al periodo de tiempo comprendido entre octubre a marzo. Cada comunidad tiene sus límites definidos, y dentro de estas, las familias o grupos tienen identificados sus rocas o sitios de extracción. Generalmente estos lugares son cosechados dos veces al año. Las áreas son cosechadas periódicamente, puesto que la planta a cosechar debe ser un individuo joven. Estas plantas son tendidas y secadas al aire libre, para luego, una vez secas, ser recolectadas. De esta manera y dado que en el proceso de secado algunas matas se deterioran y no cumplen con el requisito para un mercado más exigente, se realizan separaciones. Es así como existen dos tipos de cochayuyo: el negro y amarillo. El cochayuyo negro es comercializado por medio de una empresa creada por la Agrupación Pu-lafquenche, tiene un alto interés comercial y con expectativas a la exportación. De esta porción del recurso se registran desembarques y se lleva cierto control acerca de la producción. Por otro lado el cochayuyo amarillo es de baja calidad y es comercializado de manera local principalmente. De este tipo de cochayuyo no se registran desembarque y no se sabe que porcentaje de la cosecha corresponde a este tipo.

Poseen además una camioneta y un camión de 5.000 kilos para el traslado del cochayuyo, el cual se transforma en su principal medio para el traslado del alga.

Forma de operación de los recolectores de la zona de Tirúa:

- ◆ Las comunidades Indígenas recolectan el cochayuyo en los meses de noviembre hasta marzo.
- ◆ De acuerdo al comportamiento histórico de Tirúa sur la recolección la realiza toda la comunidad en una “Baja” de manera coordinada.
- ◆ El buzo o cortador, que algunas veces no cuenta con traje de buceo, se mete al agua cortando las plantas de mayor longitud. Una vez cortadas las matas,



estas se varan con la ola, las que son recolectadas por los acompañantes del buzo.

- ◆ En primera instancia el proceso de secado lo realizan en los cerros de la costa transportando luego el alga con un 80% de humedad a sus viviendas para el segundo proceso de secado.
- ◆ Los Lafkenches tienen el proceso de secado en sus casas a la intemperie lo que muchas veces tienen un porcentaje de pudrición del alga, por lo cual queda inutilizable para la comercialización.
- ◆ Finalmente una vez seco lo dividen en fardos de 50 kilos para la entrega de este, para luego ser transportado por el camión a la ciudad de Chiguayante.

Extracción

En la **Figura 69** se muestran los kilos de cochayuyo negro extraído por comunidad durante la temporada 2001 – 2002. Se aprecia claramente que la comunidad Tranicura fue la que presentó la mayor extracción (34.042 kilogramos), seguido por Comillahue (24.728 kilos) y Los Chilcos (17.107 kilos). El promedio de las extracciones por comunidad es de 15.000 kilogramos por temporada, siendo la cantidad total extraída 137.963 kilogramos, entre comunidades

Comercialización

La extracción de cochayuyo tiene como principal destino la ciudad de Chiguayante, lo compran en rodelas de 50 kilos, por lo general en la temporada entregan 1 carga semanal. Las comunidades Lafkenche son sólo espectadoras ya que participan como proveedoras de intermediarios que realizan negocios con empresas de la zona de Concepción, las que a su vez realizan exportaciones a otros países.



Antecedentes de las comunidades Pu-lafquenche y de la Actividad Extractiva de Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) en las comunidades

- **Comunidad Quilquilco**

Unidad Productiva

Se organizan Cuadrillas (3 cuadrillas), correspondientes a 15 casas o grupos familiares. Esta comunidad cuenta con 8 buzos cortadores de Cochayuyo. Solamente uno de los buzos tiene traje de buceo. No existen equipos compresores de buceo (Hooka) en esta comunidad.

Modo de Operar

Se trabaja de manera independiente por familias, formando cuadrillas, sin coordinación entre estas. Cada faena extractiva (Baja) dura aproximadamente una hora y se extraen aproximadamente unos 800 kilogramos de alga húmeda.

- **Comunidad Millanao Ancaten (Puente Tierra)**

Unidad Productiva

Se organizan grupos o cuadrillas (3 cuadrillas), los cuales corresponden a 32 casas o familias (11 familias por cuadrilla). En la comunidad existen 9 buzos cortadores, contando cada grupo con tres de éstos. Existen tres equipos compresores en esta comunidad. De esta manera cada grupo cuenta con un material (equipo hooka).



Modo de Operar

Cada grupo familiar trabaja de manera independiente pero coordinada entre ellos, agrupando familias. Cada "Baja" tiene un tiempo de operaci3n aproximado de una hora y media, en la cual se extraen aproximadamente unos 1000 kilogramos de alga h3meda.

- **Comunidad Tranicura**

Unidad Productiva

Trabaja toda la comunidad como unidad productiva, sin creaci3n de cuadrillas, agrupando a unas 33 familias. En esta comunidad existen solo tres buzos cortadores. No se tiene conocimiento del n3mero de equipos compresores existentes, aunque se sabe que algunos miembros de la comunidad cuentan con 3stos.

Modo de Operar

Trabaja toda la comunidad en una "Baja" de manera coordinada. Cada faena dura aproximadamente una hora, recolectando unos 2000 kilogramos de alga h3meda.

- **Comunidad Agust3n Huenupil**

Unidad Productiva

Se crean seis grupos, cada uno cuenta con un cortador o Buzo. Estos grupos corresponden en total a 24 personas, cada grupo agrupa a unas 4 personas. No se tiene conocimiento del n3mero de equipos de buceo ni compresores.



Modo de Operar

Se trabaja por grupo coordinado entre ellos. Por cada faena, que dura aproximadamente unas dos horas, se extraen unos 3000 kilogramos de alga húmeda. Aunque se indica que en una “buena Baja”, se extraen unos 4000 kilogramos.

- **Comunidad Comillahue**

Unidad Productiva

La unidad productiva es la familia, las que son aproximadamente unas 8 familias. Cada familia cuenta con su cortador, es decir existen 8 buzos. No se tiene conocimiento de pertenencia de equipos de buceo ni de equipos compresores.

Modo de Operar

El modo de operar es cosechas por familias, recolectándose unas 200 matas por personas. Por su parte el buzo corta algas por unos 15 minutos, a pesar de eso se considera que la faena extractiva dura aproximadamente una hora y media. No manejan información de los kilos extraídos por faena.

- **Comunidad Los Chilcos**

Unidad Productiva

Se trabaja por familias (tres) de manera coordinada por la comunidad, la cual comercializa la producción. En cada faena participan 13 miembros de la comunidad y existen tres buzos cortadores. No se tiene conocimiento de pertenencia de equipos de buceo ni de equipos compresores.



Modo de Operar

En cada “Baja” asisten los miembros que participaran de la cosecha de cada una de las familias. La faena extractiva dura tres horas aproximadamente, extrayendo aproximadamente unos 2000 kilogramos de alga húmeda.

- **Comunidad Bajo Quilantahue**

Unidad Productiva

Las unidades productivas corresponden a las familias o casas, las cuales corresponden a 12 casas. El número de buzos es de seis a siete. No se cuenta con equipo compresor en esta comunidad.

Modo de Operar

La extracción se realiza por familia, cada familia tiene definido su sector. Cada faena dura aproximadamente una hora y media, en la cual realizan una extracción de 200 a 300 kilogramos.

- **Comunidad Pilico**

Unidad Productiva

Se trabaja por grupos de familias, estas corresponden a 25. Existen 11 buzos en esta comunidad. No se cuenta con equipos compresores de buceo.



Modo de Operaci3n

Cada familia opera de manera independiente. Estas extraen en cada faena extractiva unos 3000 kilogramos de alga h3meda, por un tiempo aproximado de dos horas.

- **Comunidad Casa Piedra**

Unidad Productiva

La unidad productiva corresponde a la familia. El n3mero de familias corresponde 57. Por su parte el n3mero de buzos es de siete para esta comunidad. No existen equipos compresores de buceo.

Modo de Operaci3n

Cada familia opera de manera independiente, extrayendo por faena unos mil kilogramos. La duraci3n de la faena es de aproximadamente una hora.

- **Comunidad Danquil**

Unidad Productiva

Al igual que en otras comunidades, en esta la unidad corresponde a la familia, su numero es de 25. Si bien se indica que existe un buzo, por otro lado se informo que los que pueden se meten a cortar. No existen equipos compresores de buceo.



Modo de Operación

Las familias operan de manera independiente, en sectores delimitados por familias. En cada faena se cosechan unos 300 kilogramos, con un tiempo de una hora de actividad extractiva. Se indica además, que se realizan tres cosechas por temporada.

En este gráfico (**Figura 70**) se presenta el número total de miembros de la comunidad versus el número de estos que trabaja en el mar. Se indica que las comunidades con menores trabajadores del mar corresponden a Quilquilco y Danquil con 5 y 7 personas, respectivamente. Por su parte, las comunidades con mayor número de personas trabajando en el mar son Casa Piedra (30 personas), Comillahue (29 personas), Tranicura y Pilico, ambas con 25 personas.

5.4 Analizar alternativas de explotación y manejo para los algales identificados

El resultado de este análisis constituirá un insumo relevante para la proposición de regímenes de explotación y acciones de manejo para los algales identificados.

5.4.1 Parametrización de los procesos poblacionales de *D. antarctica*

A continuación se presentan de forma sintética el análisis de los principales parámetros poblacionales de *D. antarctica*.

a) Crecimiento en talla y peso en función del disco

El buen ajuste de la variable longitud total v/s diámetro del disco y peso respectivo de *D. antarctica* para el conjunto de datos de las cuatro praderas en estudio

(Figura 71), permitió establecer el crecimiento observado de longitud de frondas en función del disco basal, lo cual resulta práctico, en términos de establecer la composición de edades de una población y estimar una talla de referencia en base al diámetro del disco.

El crecimiento de las frondas de *D. antarctica*, presento un buen ajuste entre el incremento de las observaciones y los crecimientos estimados de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy. (Figuras 72a y 72b). Se debe señalar que las estimaciones utilizando las variables longitud de fronda o diámetro del disco, ajustan de la misma forma el parámetros K, reflejando la relación directa entre ambas variables.

El crecimiento estimado para las cuatro praderas, presenta una alta consistencia de los parámetros obtenidos, lo cual se ve expresado de acuerdo al parámetro bio-analógico Phi- prima (Tabla 25): Donde el menor ajuste de phi-prima para la pradera de Punta Carnero, es consistente con la menor talla asintótica estimada.

De acuerdo a las estimaciones de crecimiento, *D. antarctica* presentaría una talla promedio de 130 cm al año y 230 cm alrededor de los 2 años. Entre las praderas se presentarían diferencias significativas en las curvas de crecimiento, donde Comillahue y Punta Carnero registran mayores crecimientos en comparación a las praderas La Clara y La Turbia (Figura 73). Los menores crecimientos en talla de la fronda, se ve expresado, a su vez en términos de crecimiento en diámetro del disco dada la relación funcional entre ambas variables.

De acuerdo a estas estimaciones los individuos alcanzarían las tallas máximas observadas, talla media de los ejemplares de mayor tamaño poblacional, aproximadamente entre los 4 y 5 años.



b) Estimación del crecimiento en peso en función del diámetro del disco

Para estimar el crecimiento en peso, se utilizó la relación diámetro del disco – peso de planta, función gravimétrica que permite predecir el peso del alga en función de la talla del disco (**Figura 71**) dado el buen ajuste entre ambas variables. De esta forma el crecimiento en peso, permitió predecir los pesos medios a la edad, observando diferencias significativas en el peso a la edad entre praderas, incrementándose las diferencias registrada en el crecimiento en talla, como producto de la funcionalidad potencial entre las variables talla - peso de las plantas.

c) Estructura etaria de las poblaciones

La estimación de crecimiento en talla, permitió establecer la estructura de edad de las poblaciones, con lo cual es posible asignar edades a la composición poblacional, independizándose de la comparación de tallas poblacionales, la cual responde a condiciones locales de crecimiento. En la **Figura 74** se muestra la estructura de edades a intervalos de 6 meses, donde se puede apreciar que las praderas en estudio se caracterizan por presentar poblaciones con una alta proporción de ejemplares juveniles menores a 12 meses, las cuales pueden considerarse como poblaciones intervenidas, con una fuerte componente del reclutamiento anual. Destaca la pradera de Comillahue, por presentar sobre el 75% de la población en edades bajo los 12 meses, lo cual estaría respaldando por una parte una fuerte intervención y por otra un fuerte reclutamiento en esta pradera, a diferencia de pradera La Turbia la cual se componen de una mayor proporción de individuos de edades un año.

d) Estimación de mortalidad

A partir de la estructura de edades de las poblaciones muestreadas, se obtuvieron los valores de mortalidad del recurso (**Figura 74**). Este indicador da cuenta del proceso de extinción de grupos de edad sucesivos (tratamiento de pseudocohorte), bajo el supuesto de un patrón anual de reclutamientos constante. Los valores fluctúan entre 0,06 y 0,15 en base mensual, estimadas para Punta Carnero y La Clara respectivamente. Las mayores mortalidades estimadas se asociarían a distintos grados de intervención antrópica y/o procesos naturales (desprendimiento de plantas), en especial para las praderas de La Clara y Comillahue.

De acuerdo a las mortalidades estimadas, podemos decir que este recurso tendría una longevidad alrededor de los 4 a 6 años, lo cual es coincidente con las observaciones de los algueros (Taller de discusión)

e) Estimación de talla – edad de máxima producción

Las estimaciones de talla – edad de máxima producción por m² para las praderas en estudio se presenta en las **Figura 75a** y **75b**, este indicador da cuenta de la máxima biomasa de un grupo de individuos reclutados en un mismo tiempo. Se debe indicar que las estimaciones se han realizado en praderas que estarían bajo intervención (bajo un criterio de **status quo**), situación que podría generar una subestimación del potencial productivo de las praderas.

La producción a la talla – edad (g/m²), está asociado a los niveles de biomasa y tasa de renovación poblacional observados en cada pradera. Se presenta un clara diferencia entre las praderas en estudio en términos de la producción asociada a las tallas y edades (**Figura 76**), el cual fluctuó entre los 9,4 y 26,4 kg/m² (Standing



Crop), con edades asociadas entre 15 y 14 meses para las praderas La Turbia y Comillahue, respectivamente, donde el mayor rendimiento responde a su mayor tasa de crecimiento, reflejando una mayor tasa de producci3n. De acuerdo a estos niveles de producci3n estimados la tallas asociadas fluctúan entre 130 y 190 cm de longitud de fronda, con diámetros de disco de 9 y 13 cm, respectivamente (**Tabla 25**).

Tabla 25
Relaciones funcionales, crecimiento, mortalidad e indicadores de m3xima producci3n de *D. antarctica*

INDICADOR	Descriptor	Comillahue	La Clara	Punta Carnero	La Turbia	Media
Loo (cm.)	Longitud asint3tica fronda	761	537	372	577	562
K (mensual)	Tasa de crecimiento	0.020	0.026	0.029	0.017	0.02
Doo (cm.)	Di3metro asint3tico	45	33	24	35	34
Woo (gr.)	Peso asint3tico	19018	9632	4707	11092	11112
Phi-prima	Adecuaci3n de crecimiento	4.1	3.9	3.6	3.8	3.9
M (mensual)	Mortalidad natural	0.10	0.15	0.06	0.12	0
Lc (cm.)	Talla fronda de m3xima producci3n.	190	130	170	130	155
Tc (meses)	Edad de m3xima producci3n	14	11	21	15	15
Dc (mm)	Di3metro disco de m3xima prod.	13	9	12	9	11
Producci3n (Kg./m ²)	Biomasa por 3rea	26.4	11.1	22.4	9.4	17



Debido a que el indicador de máxima producción es específico para las praderas en estudio, ya que es dependiente de los valores de densidad observados y de las funciones gravimétricas y, dadas las características particulares de la costa, las estimaciones anteriores requieren de estudios específicos para cada población del recurso.

Las estimaciones realizadas se sugieren que debiera adoptarse por parte de los algueros una talla mínima de extracción de 150 cm de longitud de fronda, asociada a un tamaño de disco de 11 centímetros. Estas tallas de referencia se alcanzarían en promedio a los 15 meses. En este contexto, Santelices, 1989, indica que las plantas de *D. antarctica* pueden empezar a reproducirse cuando alcanzan los 75 cm de largo (edad aproximadamente de 6 meses), con lo cual se asegura la capacidad reproductiva de la población de acuerdo a la talla mínima sugerida de corte.

Por otra parte, debido a que las plantas se encontrarían reproductivas la mayor parte de año (en especial desde verano tardío a finales de primavera), de acuerdo a los resultados observados en el presente estudio, resulta recomendable sugerir una práctica de cosecha que considere la remoción total de planta (desde el disco), a fin de generar el espacio primario para permitir la renovación de la población vía reclutamiento de nuevos individuos.

5.4.2 Acciones de manejo asociadas a *D. antarctica*

De acuerdo a lo anterior, a fin de establecer criterios de manejo asociados a las cosechas, que permitan un mejor aprovechamiento de la biomasa y que a su vez no limiten las capacidades de reclutamiento poblacional, adoptar una talla mínima de cosecha de 150 cm de longitud de fronda (sobre 10 cm de diámetro del disco), considerando la remoción total de la planta dado las



interferencias de densodependencia entre discos adultos y nuevos reclutas. Estas dos situaciones, permitirían estabilizar la estructuras de tallas poblaciones a través del “raleo” de plantas grandes, con lo cual se asegura un menor impacto sobre las estructuras comunitarias asociadas a las praderas.

De acuerdo las estadísticas de pesca de Sernapesca, las cosechas de ***D. antarctica*** se concentran entre noviembre y abril, condici3n asociada a las condiciones climáticas para el secado del alga. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de crecimiento las cosechas debieran ser realizadas preferentemente en los meses de verano – diciembre - marzo -, a fin de aprovechar el mayor crecimiento vegetativo de la poblaci3n. Por otra parte, de acuerdo a los resultados de reclutamiento, el cual es mas fuerte entre agosto – octubre, en este periodo la remoci3n total de las plantas resulta critico a fin de permitir un exitoso reclutamiento de juveniles de ***D. antarctica***, en comparaci3n al reclutamiento de ***Lessonia nigrescens***, aspecto que requiere de estudios específicos que permitan un manejo conjunto de ambas especies.

Sin perjuicio de lo anterior, se debe indicar, la necesidad de generar informaci3n relativa a la potencialidad reproductiva del recurso ***D. antarctica***, en funci3n de su fertilidad, periodos de máxima reproducci3n, y éxito de los procesos de reclutamiento a la poblaci3n, los cuales deben dar cuenta de situaciones a escalas regionales.



5.5 Proponer regímenes de explotación a acción de manejo para los algares identificados en la zona de estudio de acuerdo a la realidad local

Temporada de pesca

El período de pesca indicado por los usuarios va de octubre a abril, lo cual es coincidente con los registros oficiales de Sernapesca. Las razones por las cuales extraen sólo en ese período son las siguientes:

- Mal tiempo,
- Mala calidad de los accesos,
- Falta de comprador en le período de mayo a septiembre,
- Las empresas completan sus requerimientos, esta situación la señalan porque en años anteriores cuando habían más compradores, la época de extracción se extendía hasta mayo.

Cuando el alguero extrae *Durvillaea*, él visualiza dos productos, que los extrae en forma distinta y en temporadas diferentes. El período indicado en el párrafo precedente corresponde al “coyoi”² (alga completa), la cual es utilizada para abastecer las plantas de proceso; el otro producto es el ulte (correspondiente al estipe del alga), la cual es destinada a consumo humano (interno). El ulte, es extraído durante todo el año, desechando el resto del alga en la temporada en que las plantas de proceso no se abastecen.

² Nombre vernacular con el cual se refieren a *Durvillaea* los algueros de la zona



Dinámica de la pesquería

Caleta La Turbia – el piure

En este sector trabajan 41 personas, que además de *Durvillaea*, extraen luga (larga y corta) varada y buceada, erizo, loco, lapa y pepino de mar. En los meses de operación, trabajan alrededor de 15 días al mes, con extracciones diarias de *Durvillaea* en un rango de 100 a 1.000 kg.

Caleta Yani

En este sector trabajan 80 personas. Además del “coyoi”, extraen luga cuchara y luga negra mediante buceo. La extracción de mariscos es sólo para consumo personal.

En ambas localidades, los pescadores entrevistados, indicaron que el tamaño de las algas ha disminuido. Hace 15 a 20 años atrás, habían plantas de hasta 6 m, ahora lo común es encontrar individuos de 3 m, aproximadamente. Además, señalan que el espacio ha ido siendo ocupado por *Lessonia nigrescens*, llamada “coto” localmente, lo que afecta el reclutamiento de *Durvillaea*.

Descripción de artes de pesca y prácticas de manejo

La forma de extracción del alga es mediante la utilización de una varilla que lleva en uno de sus extremos una cuchilla o corvo. El corte lo realizan lo más cercano al disco de fijación, de tal modo de aprovechar el ulte. No extraen el disco, el cual no tiene capacidad de regeneración.



También se realiza la extracción mediante buceo, haciendo la misma operación, cortando el alga con un cuchillo del mismo modo que se explicó anteriormente.

La recolección la realizan luego, ya que esperan que la marea vare el alga hacia la orilla, momento en que es extraída para luego tenderla para que se seque. En algunas ocasiones, el alga es subida a una embarcación, utilizando un gancho para este propósito.

El tiempo de retorno a un mismo sector para volver a extraer alga, es de 15 días, según lo informado por los pescadores entrevistados.

En las diversas localidades, las comunidades de pescadores realizan diversas prácticas de manejo del alga. En algunos casos, dejan descansar las áreas por al menos 15 días antes de volver a cortar, tiempo que aunque es insuficiente, es importante del punto de vista de que los algueros perciben la utilidad del descanso, lo cual podría facilitar la incorporación de períodos de descanso (rotación de áreas) como práctica de manejo recomendada. En otros sectores (*e.g.* caleta Yani), se maneja la *L. nigrescens* extrayéndola a medida que va apareciendo, de tal modo de no dejar que ocupe el espacio donde potencialmente crecerá *Durvillaea*. Los algueros consideran a la *Lessonia* como una peste, lo cual se ve reforzado porque su experiencia de remoción ha tenido efectos positivos sobre el reclutamiento de nuevos individuos de “coyoi”.

Estas prácticas de manejo han sido acordadas por las propias comunidades, quienes basándose en su experiencia han definido normas que son respetadas por los algueros, situación que también se observa y ha sido reportada para la zona norte de Chile (González *et al.*, 2002). La generación de normas entre comunidades de extractores de recursos pesqueros, es una tradición de larga data



existiendo reportes de comunidades que establecieron acuerdos de manejo de estos recursos que superan los cinco siglos (Ariel, 1984).

Derechos sobre el recurso

Un aspecto importante de considerar es la existencia de derechos de usos territoriales o asignaci3n de derechos sobre los recursos algales. Gonz1lez *et al.* (2002), reportan la existencia de derechos sobre varaderos de *Lessonia spp.* en la III Regi3n, que son respetados por la comunidad. Una situaci3n similar es observada en la VIII Regi3n, donde en algunas comunidades existen derechos sobre porciones de la costa, que aunque no se ajustan a derecho, son respetados por la comunidad local.

La asignaci3n de derechos de usos territoriales, han sido utilizados desde hace mucho tiempo por comunidades que explotan recursos bent3nicos (Ariel, 1984; Christy, 1982), resultando ser una forma apropiada para su manejo, si existen ciertas condiciones b1sicas, como cercan1a al sector para facilitar su cuidado, existencia de normas "sociales" consensuadas por toda la comunidad y una organizaci3n que permita la aplicaci3n de dichas normas.

Dise1o de estrategia de manejo de la Pesquer1a de Fe3fitas en la Provincia de Arauco

De acuerdo a Hilborn & Walters (1992), una estrategia de manejo no es un set de regulaciones anuales, sino que debe ser un plan robusto ante las fluctuaciones biol3gicas que son esperables del stock, las que generalmente se caracterizan por ser impredecibles e incontrolables. La implementaci3n de la estrategia, puede requerir ajustes anuales, que constituyen las t1cticas necesarias para su operativizaci3n.



El diseño de la estrategia de manejo, se debe basar en:

- El uso del conocimiento local (información empírica),
- La colección de datos necesarios por parte de los propios usuarios (pescadores),
- La utilización de la experiencia existente en sistemas similares, tanto a nivel nacional como internacional,
- La generación de espacios de encuentro entre los diversos actores del sistema, para formular los planes de manejo,
- Promover sistemas de manejo que provean de los incentivos necesarios.

Aspectos relevantes (peculiares) de la Pesquería para el manejo

La condición sésil de las algas y la denso-dependencia para el reclutamiento, es un aspecto importante de considerar al momento de establecer cualquier medida de manejo. Además, su importancia ecológica, debe ser un aspecto de particular interés, ya que decisiones de manejo erradas pueden generar impactos irreversibles o de muy lenta recuperación (FAO, 1995; 2003; García *et al.*, 2003).

Por otro lado, se requiere completar la información referida a la distribución espacial del recurso y del esfuerzo, lo cual es imprescindible para establecer las medidas de manejo apropiadas. Dada la heterogeneidad espacial de este tipo de pesquerías, la estrategia de manejo deberá definir un marco general, dejando espacios para que decisiones de manejo territorio específicas sean posibles.



Definici3n de Objetivos de Manejo

La definici3n de objetivos de manejo debe ser altamente participativa, elemento clave para el 3xito de cualquier medida. En este sentido, durante la ejecuci3n del proyecto y en los talleres realizados, se recab3 informaci3n desde los propios usuarios. Sin embargo, esta es una tarea que debe continuar, ya que se requiere que los diversos intereses sean cubiertos en la medida de lo posible, generando los incentivos necesarios para que su implementaci3n sea posible.

Los objetivos definidos son:

- Biol3gico pesquero: Contribuir a la sustentabilidad de la pesquería.
- Econ3mico: Maximizar el rendimiento econ3mico de la pesquería.
- Social: Mejorar o mantener las condiciones actuales de los usuarios (agentes extractivos)

Definici3n de procedimientos de manejo

Un aspecto relevante en esta pesquería es la necesidad de contar con datos que den cuenta de la heterogeneidad espacial del recurso y de la flota, lo cual requerirá de la implementaci3n de un sistema que permita a los propios usuarios entregar esta informaci3n, de tal forma que est3 disponible para el manejo.

- Requerimientos de datos (Lista de datos a ser colectados):

Los datos que deben entregar los usuarios deberán ser diarios y tendrán que considerar al menos los siguientes aspectos:



- Identificación del agente extractivo (debe incluir la participación del grupo familiar si así ocurre)
- Localidad (al mayor detalle espacial posible)
- Fecha
- Arte de pesca ocupado
- Desembarque (húmedo y seco)
- Destino
- Precio

Por otro lado, se recomienda hacer un levantamiento completo de la pesquería, recabando la mayor cantidad de conocimiento local, el cual resulta de mucha utilidad al momento de implementar medidas de manejo, para que estas sean aceptadas, comprendidas y respetadas por los usuarios.

Considerando las limitantes de información disponibles, se recomiendan las siguientes acciones de manejo:

- Restricción del acceso a nuevos agentes extractivos

Este aspecto es de particular relevancia, pero la normativa vigente no cuenta con barreras efectivas para evitar la entrada de nuevos agentes. Una alternativa está dada por formalizar los derechos de uso que actualmente operan en algunas comunidades. González *et al.* (2002), analizan la aplicabilidad de las áreas de manejo para las algas, las que no serían aplicables a recursos intermareales. Para esta situación, se debieran explorar opciones de concesiones o destinaciones, que permitan asegurar por largos períodos el acceso exclusivo a los usuarios históricos del recurso.

- Prácticas de remoción del alga



Considerando la ausencia de regeneración de los discos y la denso-dependencia del reclutamiento, se debe exigir que en la extracción del “ulte” la remoción deba considerar el disco, prohibiéndose el corte del alga, ya que el espacio o sustrato no queda inmediatamente disponible para nuevos reclutas.

Esta práctica de manejo, se recomienda considerar una talla mínima de extracción, y una remoción tipo mosaico, de tal modo de evitar que grandes extensiones se denuden.

5.6 Talleres

Taller metodológico

El día miércoles 25 de agosto, se realizó un Taller Metodológico en la ciudad de Lebu, la reunión contó con la asistencia de numerosas organizaciones de la Provincia de Arauco, y profesionales del ámbito público. Se adjunta en **Anexo 1** copia de la invitación al Taller, díptico, lista de asistentes y presentaciones.

Participaron como expositores el profesor Héctor Romo de la Universidad de Concepción, y los investigadores Julián Cáceres, Carlos Tapia, Mario Núñez y Marcela Ávila del Instituto de Fomento Pesquero, los que presentaron los siguientes trabajos a los participantes:

Explotación y repoblación de algas pardas en Chile

Expositor: Marcela Ávila, Instituto de Fomento Pesquero

Metodología de evaluación de poblaciones de *Durvillaea antarctica* (Cochayuyo) y *Macrocystis pyrifera* (“huiró”), en la Provincia de Arauco.

Expositor: Mario Núñez, Instituto de Fomento



Método de crecimiento, regeneración y madurez de frondas de *Durvillaea antarctica* en la Provincia de Arauco

Expositor: Julian Cáceres, Instituto de Fomento

Método de zonación en zonas expuestas

Expositor, Profesor Héctor Romo, Universidad de Concepción

Metodología para el manejo de algas pardas

Expositor: Carlos Tapia, Instituto de Fomento

Se adjuntan en **Anexo 1** copias de cada una de las presentaciones. Después de cada presentación hubo tiempo para preguntas y para discutir algunos temas de interés para los participantes. Entre los temas discutidos de mayor relevancia esta el interés de los pescadores artesanales por incrementar su conocimiento sobre el recurso y sobre los alcances del estudio que se esta desarrollando.

Entre los aspectos importantes que se discutieron fue la ocurrencia de otra especie de Phaeophyta que aparece en todas las praderas de *Durvillaea* o cochayuyo compartiendo la distribución vertical de estas. La especie *Lessonia nigrescens* (coto), aparece en forma abundante en la VIII Región y esta no es extraída ni comercializada por los pescadores de la zona sin embargo como aparece ocupando y compartiendo el mismo espacio que el cochayuyo, los pescadores en algunas localidades han tratado de eliminarla cortando los juveniles cuando aparecen, con el fin de liberar espacio para reclutamiento de juveniles de cochayuyo. Esta medida de manejo implementada por los pescadores sin el conocimiento de la importancia biológica, ecológica y económica de la *Lessonia* fue ampliamente discutida en el Taller.



Taller final

El 17 de marzo del 2005 se realizó un Taller: “Evaluación y manejo de praderas de feofitas en la Provincia de Arauco” para discutir las propuestas de manejo del recurso y presentar los resultados del estudio efectuado en 4 praderas de cochayuyo de la VIII Región. El Taller al igual que el taller Metodológico se realizó en Lebu y contó con la asistencia de numerosas agrupaciones de pescadores en su mayoría recolectores de diferentes sectores de la provincia de Arauco, como asimismo de personeros del sector público.

Las exposiciones realizadas fueron las siguientes (se adjunta copia de las presentaciones en archivo en **Anexo 1**):

“Distribución vertical de organismos costeros acompañantes del cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) y del huiro (*Macrocystis pyrifera*). Expositor Prof. Héctor Romo, Consultor.

“Dinámica poblacional de *Durvillaea antarctica* de cuatro praderas en la Provincia de Arauco”. Expositor Julián Cáceres, IFOP.

“Estados reproductivos y reclutamiento en *Durvillaea antarctica* y dinámica de una población de *Macrocystis* (huiro). Expositor Mario Núñez IFOP.

“Aspectos de manejo para *Durvillaea antarctica* (cochayuyo) en la provincia de Arauco”. Expositor Jorge González, IFOP.

En el taller participaron 25 personas (se adjunta lista en anexo) que contribuyeron activamente con opiniones positivas acerca de los resultados obtenidos de las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto. Por otra parte las



recomendaciones presentadas en lo referido a manejo del recurso fueron acogidas favorablemente, recogiendo sugerencias propuestas por parte de los participantes. Entre los aspectos relevantes se destaca el inter3s por parte de los asistentes del sector p3blico y pescadores artesanales de la Provincia de Arauco, en continuar con este tipo de estudios y extenderlos a otros recursos como por ejemplo el coto (*Lessonia nigrescens*). Otros aspectos de inter3s, se incluyeron en el desarrollo del informe, y dicen relaci3n con la necesidad de fondos para ayuda de las comunidades que extraen el recurso cochayuyo en 3reas de dif3cil acceso.



6. DISCUSIÓN

Para la obtención de resultados concluyentes que permitan proponer medidas de manejo sólidas, sería recomendable efectuar una investigación similar que incluya un seguimiento detallado de la eventual extracción de plantas. De este modo se podría obtener información sobre la fracción poblacional cosechada para ponderar los resultados adecuadamente. Por las especiales características de la zona de estudio, es recomendable una investigación de otra naturaleza con un equipo multidisciplinario que incluya también el manejo de aspectos socioculturales para asegurar la obtención de los datos relevantes.

Durante los primeros muestreos se efectuaron mediciones morfométricas para seleccionar la o las variables que describan mejor la biomasa de los individuos de cada especie. En el caso de *Durvillaea antarctica* se observaron diferencias entre las praderas para la localidad de Comillahue el mejor descriptor es longitud de la planta a diferencia de las otras localidades donde el mejor descriptor es el diámetro del disco. Para *M. pyrifera* los mejores descriptores son el diámetro del disco o grampón y longitud de los estipes.

Con respecto a la biomasa de *Durvillaea antarctica* existe una interacción altamente significativa entre praderas y tiempo, debido a que en general todas las praderas muestran un aumento de la biomasa hacia la primavera. En Punta Carnero se observa un aumento desproporcionado en comparación a las demás (más del doble en promedio). En este sentido, con excepción de Punta Carnero las praderas hasta ahora no muestran una estacionalidad clara, y mantienen niveles de biomasa relativamente bajos y poco fluctuantes en el tiempo.



Al igual que en el caso de la biomasa, la densidad muestra una interacción altamente significativa entre pradera y tiempo. Sin embargo, aun cuando Punta Carnero continuó mostrando los niveles promedio más altos, todas las praderas aumentaron fuertemente su densidad hacia la primavera, exceptuando Comillahue que se mantuvo prácticamente sin variación en el tiempo. En general, el aumento aparentemente estacional en la densidad sería un efecto importante para la conservación de las praderas.

El tamaño de las plantas varió significativamente en el tiempo y entre praderas, con una fuerte interacción estadística. Esta fue causada principalmente por las diferencias entre las praderas de Punta Carnero y Comillahue, donde el tamaño promedio de las plantas fue mayor pero con una alta fluctuación temporal sin tendencia clara, y las praderas La Clara y La Turbia, donde el tamaño fue menor pero menos fluctuante.

Si bien el tamaño individual promedio no tiene una clara tendencia de aumento en el tiempo, tampoco muestra reducción consistente, sugiriendo que la pérdida de plantas grandes por cosecha u otros factores podría ser compensada por el aumento en densidad estacional y el crecimiento rápido de los juveniles.

El tamaño varió significativamente en el tiempo y entre clases de talla, debido a que en todas las praderas cada clase de talla mostró un aumento sostenido, manteniendo así las diferencias iniciales en tamaño. La interacción significativa entre los tres factores se origina básicamente por un mayor aumento comparativo de distintas clases de talla en distintas praderas, como la clase de talla 3 en La Clara o la clase de talla 2 en Comillahue.

Más allá de estas diferencias, no obstante, el fenómeno más destacable es la consistencia en el patrón de aumento en tamaño mostrado por cada clase de talla.



Esto indica que existen muy buenas condiciones para el crecimiento de las plantas en todas las praderas a través del año, y a la vez que las plantas de distinto tamaño tienen un potencial de crecimiento comparable. Lo anterior sugiere que la presencia de juveniles en una pradera es un factor que podría contribuir significativamente a la renovación de la biomasa poblacional.

Aunque la tasa de crecimiento fue siempre positiva en todas las clases de tamaño, en promedio disminuyó significativamente desde las plantas más pequeñas hacia las más grandes. Por otra parte, el crecimiento tuvo un descenso significativo hacia el inicio del invierno. Debido a que esta respuesta fue independiente del tamaño de las plantas, podría mostrar que en las praderas ocurre una restricción estacional de corta duración que afecta la fisiología de *Durvillaea*, o bien puede representar un evento esporádico que limitó el crecimiento en forma transitoria.

No obstante, el hecho de que en general las plantas más pequeñas sean las que crecen con mayor rapidez, es un aspecto que puede ser positivo para el manejo de estas praderas. El potencial de renovación de biomasa en las praderas podría ser alto en la medida que se permita un adecuado reclutamiento, y que se evite la remoción de las plantas pequeñas, durante la temporada desde fines del invierno hasta la primavera.

La pradera de *Macrocystis pyrifera* muestra claramente una disminución progresiva de la biomasa hacia los meses de invierno, y no evidencia un incremento hacia la primavera. Las observaciones realizadas en el submareal muestran una pérdida casi total de los estipes de las plantas de esta especie, sin embargo los discos permanecen en los sustratos en el fondo marino.

Con respecto a zonas de varamiento, se recopiló información con los recolectores de algas de la Provincia de Arauco, sin embargo, y de acuerdo a la información



proporcionada por ellos mismos, en la zona no se producen grandes varaciones a diferencia de lo que ocurre con algas pardas en la zona norte de Chile (III y IV Región). Durante la temporada de cosecha que corresponde al periodo entre los meses de octubre a marzo de cada año aproximadamente el 10 a 15% del alga recolectada corresponde a algas varadas. La especie ***Macrocystis pyrifera*** no se comercializa en ninguna de las localidades visitadas durante este estudio.

Se entrega un análisis del ciclo reproductivo de ***Durvillaea antarctica*** donde se incluyen fotografías de los diferentes estados de madurez. Los resultados de las plantas muestreadas indican que la maduración se produce hacia el invierno mostrando un máximo en casi todas las praderas en el mes de agosto, en el mes de septiembre se observa una disminución de las frondas reproductivas. Este hecho es coincidente con el incremento de juveniles que se observa en el mes de septiembre. Para la especie ***Macrocystis pyrifera*** se observaron esporofilas fértiles entre los meses de marzo-mayo, disminuyendo en los meses siguientes.

Las experiencias de poda a diferentes niveles en plantas de ***Durvillaea antarctica*** muestra que dependiendo la época en que se efectúan los cortes las plantas son capaces de regenerar frondas.

En cuanto a la información de desembarque de las praderas se recopiló información preliminar desde la Municipalidades y directamente de los pescadores. De la información recopilada en las fuentes señaladas durante la temporada 2003-2004 se cosecharon aproximadamente 235 t de cochayuyo. Para la temporada 2004-2005 de noviembre a enero se cosecharon 81,76 t en la zona de Tirúa.

El Taller realizado en la ciudad de Lebu permitió discutir directamente con los recolectores de algas los aspectos metodológicos de este estudio.



7. CONCLUSIONES

1. Las cinco estaciones de muestreo con poblaciones de *Durvillaea* analizadas, la composición de organismos, tanto vegetales como animales dominantes en el estudio de zonación, concuerdan con la caracterización de la costa de Montemar (V Región) en frentes fuertemente afectados por el oleaje que describe Alveal (1970). Por otra parte, la sola presencia del cinturón de *Lessonia-Durvillaea* está denotando la fuerte influencia del factor oleaje en dichos sectores.

Respecto a la situación del muestreo en Punta Verde del Golfo de Arauco muestra amplias similitudes con varias otras localidades del Golfo de Arauco previamente estudiadas por Alveal *et al.* (1993) como caleta El Blanco en Lota, Punta Villagrán (entre Chivilingo y Colcura), el sector comprendido entre Chivilingo y Laraquete y la pradera de Punta Lavapié, todas ellas dominadas estacionalmente por *Macrocystis* en la época de verano.

2. El gradiente de amplitud de la distribución vertical de organismos costeros va desde Punta Verde en el Golfo de Arauco) con una amplitud máxima de 3 m por sobre el nivel 0 de mareas definiendo un frente protegido del oleaje hasta una altura vertical de 11 m sobre el cero mareal en Caleta Piure (Playa La Turbia) lo cual es ya considerado un frente muy expuesto al oleaje. En resumen y excluyendo a Punta Verde las otras cinco localidades de la línea costera entre Punta Lavapié y Tirúa corresponden a ambientes fuertemente influidos por el oleaje en todas las épocas del año y son totalmente representativas de los sectores de la parte sur de costa rocosa de la Provincia de Arauco.



3. El sustrato rocoso en las localidades estudiadas entre Punta Verde y Punta Carnero corresponde a rocas sedimentarias compuestas por arenisca de grano medio y fino que poseen incrustaciones de fósiles recientes, solo la formación geológica de Comillahue en Tirúa cambia su composición por una predominancia de roca metamórfica del tipo filita micacea.

La morfología del sustrato corresponde principalmente a macizos rocosos acompañados de una gradiente decreciente de bloques guijarros y canto rodado. El sustrato arenoso quedó siempre en playas adyacentes a los lugares poblados por *Durvillaea* y *Macrocystis* por lo tanto no estuvo representado en los lugares de muestreo.

4. El ángulo de inclinación del sustrato rocoso costero fluctúa entre los 20°-30° en las plataformas rocosas y los 90° en los acantilados que limitan a las ensenadas que constituyeron los sitios de estudio.
5. En relación al standing stock, Punta Carnero es claramente una excepción entre estas praderas por su mayor biomasa durante todo el año, y por ser la única que muestra una variación temporal atribuible a factores estacionales. La diferencia entre Punta Carnero y las demás praderas se debería a factores externos, dentro de los cuales lo mas probable es que estas últimas están siendo cosechadas en forma regular durante todo el año o gran parte de él, o al menos cosechadas con mayor intensidad.
6. La densidad de individuos en las praderas estudiadas fluctúa levemente en la mayoría excepto en Punta Carnero, siendo el incremento atribuible a la incorporación de plantas nuevas. Punta Carnero muestra un comportamiento diferente con densidades mayores y una clara variación estacional con



temporalidad diferente a las demás praderas. La cosecha es el único factor de capaz de explicar estas diferencias.

7. El tamaño promedio de las plantas en las praderas de La Clara y La Turbia es menor y menos fluctuante a lo largo del año, que en Comillahue y Punta Carnero. En general las disminuciones de los tamaños promedios se explican por la remoción de los ejemplares de mayor tamaño, este efecto no alcanza a ser contrareestado por la adición de plantas pequeñas en ninguna de las praderas excepto Comillahue.
8. Los juveniles analizados en 3 clases de tallas muestran una alta capacidad de crecimiento, sin embargo, la tasa de crecimiento diario en promedio disminuye desde la clase 1 a la clase 3, es decir, mientras la planta crece la capacidad de crecimiento disminuye. En todas las praderas no se observan variaciones estacionales en el crecimiento, es relativamente poco variable en el tiempo. En todas las praderas se observa una disminución apreciable de la tasa de crecimiento en noviembre, siendo este atribuible a un evento episódico que afecto negativamente las plantas.
9. En las praderas de Comillahue y Punta Carnero se observa una mayor proporción de plantas fértiles durante el periodo de estudio, que en las praderas de La Clara y La Turbia. Al considerar las praderas en conjunto, la proporción de plantas fértiles es máxima en invierno (entre junio y agosto) y mínima en verano (diciembre) y sigue un ciclo anual bien definido.
10. Las mayores frecuencias de plantas masculinas y femeninas en todas las praderas estudiadas se encuentran desde fines de otoño hasta el invierno, y en general se observa una mayor proporción de plantas masculinas que femeninas.



11. En todas las praderas, las plantas reproductivamente diferenciadas y maduras se encuentran en mayor frecuencia durante otoño e invierno y parte de la primavera (mayo a octubre). La maduración ocurre rápidamente, y cuando declinan las plantas maduras aumenta la senescencia.
12. En la experiencia de reclutamiento que se realizó en una única pradera (La Turbia) se registraron reclutas en las cuatro estaciones del año, siendo la mayor abundancia en otoño e invierno y disminuyendo en las estaciones siguientes. En cuanto al crecimiento de los reclutas fue positivo y exitoso en todas las condiciones analizadas, alcanzando tamaños de hasta 1,5 m en diez meses.
13. Se reporta por primera vez regeneración de tejido en *Durvillaea antarctica* a partir de estipes y bases de frondas. Las frondas alcanzaron tamaños de 1,2 m en un periodo de 7 meses. Esta respuesta dependería de la estación del año, siendo mas intensa en primavera que en otoño.
14. La pradera de *Macrocystis pyrifera* de Punta Verde presenta una tendencia estacional clara, con una máxima biomasa en la época de otoño y máxima densidad en primavera-verano. En la época de invierno las plantas pierden gran parte de los estipes y frondas permaneciendo los discos débilmente adheridos al sustrato con restos de estipes.
15. Con respecto a la reproducción de *Macrocystis*, las esporofilas aparecen en verano y presentan máxima frecuencia en otoño. Por lo que la renovación de la pradera es principalmente anual.
16. El crecimiento de *Macrocystis* varió entre 9,3 y 1,6 % día entre primavera y verano.



17. El varamiento de algas ocurre solo esporádicamente y representa menos de 15% de la recolección de acuerdo a la información proporcionada por los recolectores. Durante el desarrollo del estudio no se registro ninguna varazón de plantas en las localidades estudiadas. En términos de explotación del recurso no representaría un elemento de manejo del recurso debido a que son eventos esporádicos.

18. La información de desembarque recopilada hasta el informe indica que durante la temporada octubre 2003- marzo 2004, se recolectaron 235 t de cochayuyo en la Provincia de Arauco, mientras que el recurso huïro no se comercializa. La información de desembarque recopilada fue de 81,7 t en la zona de Tirua.

Recomendaciones

Se sugiere como medida que:

- 1) Para la recolecta de ulte que se efectúen en invierno, se recomienda extraer la planta completa (fronda, estipe y disco) en esta época, para facilitar el reclutamiento.

- 2) Si la recolecta se efectúa al inicio de la primavera se recomienda que el corte del alga se efectúe donde comienza la fronda en su parte plana (sobre el ulte) por que es el punto donde se produce la mayor regeneración y puede ayudar a la mantención de la pradera.

- 3) En caso de explotación de praderas de *Macrocystis* se recomienda cosechar la biomasa durante primavera verano, previo al inicio del degenerativo de las plantas.



- 4) Se recomienda apoyar a la empresa comercializadora de coyoí de la comunidad Lafkenche en la VIII Regi3n, debido a que a trav3s de esta organizaci3n los algueros pueden obtener mejores beneficio por la venta de este producto. Para que esta empresa tenga 3xito requieren del apoyo de las entidades estatales que correspondan.

Diagrama de Manejo de *Durvillaea antarctica* en la Provincia de Arauco

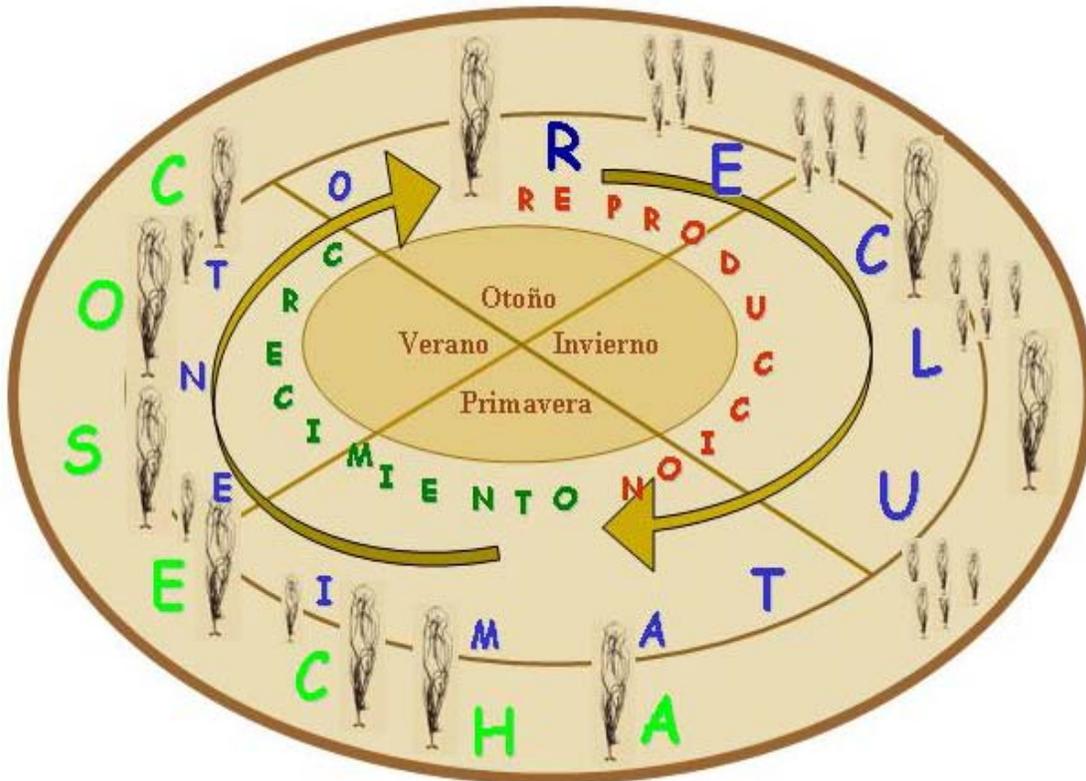
La reproducci3n en *Durvillaea antarctica* en la provincia de Arauco, se concentra entre otoño tardío e inicios de primavera sin embargo durante el resto del ańo es posible encontrar, frondas maduras reproductivas aunque en muy baja proporci3n. El reclutamiento ocurre en todo el ańo pero con 3nfasis en otoño e invierno (**ver esquema**).

El “coyoí” crece durante todo el ańo pero este crecimiento se incrementa en primavera-verano cuando las condiciones de temperatura e iluminaci3n son 3ptimas para su desarrollo. En este estudio se demostr3 que esta alga tiene capacidad regenerativa, por lo tanto si la recolecta se realiza al inicio de la primavera se recomienda que corte del alga se efectúe donde comienza la fronda en su parte plana (sobre el ulte) por tratarse de un punto donde se produce la mayor regeneraci3n y puede ayudar a la mantenci3n de la pradera.

El perıodo de cosecha debe ser en primavera-verano, durante el resto del ańo no se recomienda extraer este recurso ya que en ese perıodo ocurren los procesos reproductivos. Sin embargo, el pescador en invierno se recolecta ulte, actividad tradicional, si bien no se conoce el volumen extraído producto de esta actividad (aunque se cree que es bajo), y suponiendo que esta actividad no se incrementará más allá del nivel actual, se recomienda sacar la planta completa (fronda, estipe y disco), para que la cosecha permita abrir espacios (roca desnuda) que faciliten el

reclutamiento de nuevas plantas en el área, época que coincide con la de la extracción del ulte (invierno).

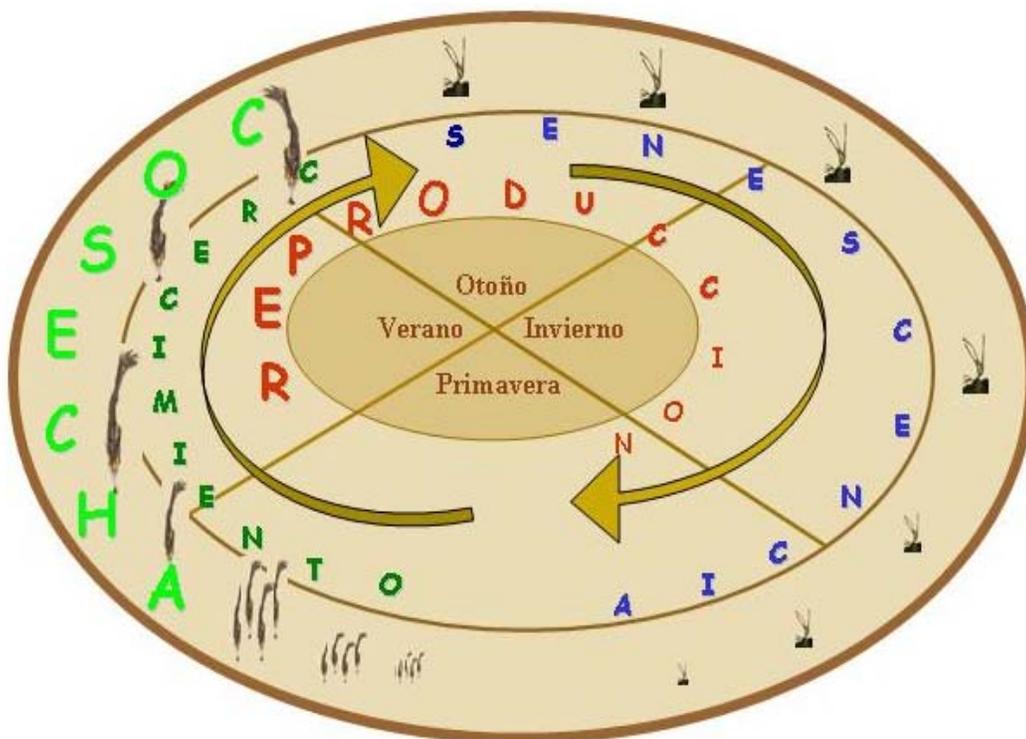
Cada uno de los eventos biológicos puede presentar desfases debido a que las condiciones climáticas de un año a otro pueden ser diferentes.



Esquema del ciclo productivo de *Durvillaea antarctica* en la Provincia de Arauco.

Diagrama de Manejo de *Macrocystis pyrifera* en la Póvincia de Arauco

En la Póvincia de Arauco, *Macrocystis pyrifera* no constituye un recurso y por tanto no se extrae para su comercialización. Esta especie presenta un comportamiento claramente estacional, el período de crecimiento de estas algas comienza a fines de primavera y se prolonga hasta el verano, durante este período se debe realizar la cosecha. A partir de otoño comienza la senescencia de las algas (necrosis) período que se prolonga hasta inicios de primavera. Las plantas quedan reducidas al disco de fijación y a unos pocos estipes, estas algas son fácilmente removidas por el oleaje y en esta época no hay biomasa cosechable. La reproducción ocurre durante la época de verano y declina hacia el otoño e invierno. Dado que las condiciones climáticas de cada estación pueden adelantarse o retrasarse, cada uno de estos eventos biológicos pueden presentar desplazamientos en el tiempo.



Ciclo productivo de *Macrocystis pyrifera* en la Póvincia de Arauco.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariel, P. 1984. Traditional Management of seaweeds in the District of Leon. FAO Fish. Tech. Pap., (249): 49 pp.

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, C. Werlinger & F. Cinelli. 1993. Aspectos ecológicos de las macroalgas del Golfo de Arauco y áreas adyacentes. En: F. Faranda & O. Parra (Eds.) EULA. Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Bio Bio y del Área Marina Costera Adyacente. Monografías Científicas, Vol. 7: 1-47

Alveal, K., & H. Romo. 1995. Estudios zonacionales. En: K. Alveal, M.E. Ferrario, E.C. Oliveira & E. Sar (Eds.) Manual de Métodos Ficológicos. Universidad de Concepción, Concepción, pp. 611-642.

Bross W.E. & B.C. Cowell, 1987. A technique for optimising sample size (replication). J. Exp.Mar.Biol.Ecol. 144:63-71.

Buschmann, A., K. Alveal & H. Romo. 1984. Biología de *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) en Chile centro - sur Morfología y Reproducción. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 5: 399-406.



- Bustamante, R.H & J.C. Castilla. 1990.** Impact of human exploitation of the intertidal southern bull-kelp *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales) in Central Chile. *Biological Conservation* 52: 205-220.
- Buschmann, A. C. Moreno, J. Vásquez, M. C. Hernández González. 2003.** Reproduction strategies of *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyta) in Southern Chile: the importance of population dynamics (en prensa).
- Caddy, J. 1998.** A Short Review of Precautionary Reference points and Some Proposals or Their Use in Data-Poor Situations. FAO. Fisheries Technical Paper. N° 379. 30 pp.
- Caddy, J.F.& R. Mahon, 1995.** Reference point for fisheries management. FAO. Fisheries Technical Paper. N° 349. 83 pp.
- Camus P. 1990.** Procesos regionales y fitogeografía en el Pacífico Suroriental: el efecto de “El Niño – Oscilación del Sur”. *Revista Chilena de Historia Natural* 63: 11-17.
- Camus, P., E. Vásquez & L. Galaz. 1991.** Expansión hacia el intermareal de *Lessonia trabeculata* Vill et Sant (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. *Medio Ambiente*. 11(2) 90-92.
- Camus, P. & P. Ojeda. 1992.** Scale-dependent variability of density estimates and morphometric relationships in subtidal stands of the kelp *Lessonia trabeculata* in northern and central Chile. *Marine Ecology Progress Series*. 90: 193-200.



- Camus, P. E. Vásquez E. González & L. Galaz. 1994.** Fenología espacial de la diversidad intermareal en el norte de Chile: Patrones comunitarios de variación geográfica e impacto de los procesos de extinción-recolonización post El Niño 82/83. *Medio Ambiente* 12(1): 57-68.
- Castilla, J.C. & R.H. Bustamante. 1989.** Human exclusion from rocky intertidal of Las Cruces, Central Chile: effects on *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvilleales). *Marine Ecology Progress Series* 50: 203-214.
- Collantes, G. A. Merino y V. Lagos. 2002.** Fenología de la gametogénesis, madurez de conceptáculos, fertilidad y embriogénesis en *Durvillaea antarctica* (Chamizo) Arito (Phaeophyta, Durvilleales). *Rev. Biol. Mar. Oceanog.* 37(1): 83-112.
- CCSBT, 2002.** Report of the First Meeting of the Management Procedure Workshop. Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna. 3-4 & 6-8 March 2002. Tokyo, Japan. 19 pp + Attachments (A-D)
- Christy, 1982.** Derechos de uso territorial en las pesquerías marítimas: definiciones y condiciones. FAO, Doc.Tec.Pesca, (227): 11 pp.
- Duville, C. & J. Duville. 1974.** La composición química de *Lessonia fuscescens*. CIBIMA Contribución técnica N° 15.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992.** Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman & Hall, New York, London. 570 pp.



Hoffmann, A.J. & B. Santelices. 1991. Flora marina de Chile Central. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago 434pp.

IFOP, 2002. Estrategias de explotación sustentable en la zona norte de Chile. FIP. 224 pp + Tablas y figuras.

FAO, 2003. The ecosystem approach to Fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. N° 4, Suppl. 2. Rome, FAO Fisheries Department. 112 pp.

FAO, 1995. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable – Enfoque Precautorio para la Pesca de Captura y las Introducciones de Especies. N° 2. Roma, FAO. 64 pp.

García, S.M., A. Zerbi, C. Aliaume, T. Do Chi & G. Lasserre. 2003. The ecosystem approach to Fisheries. Sigues, terminology, principles, institucional foundations, implementacion and Outlook. FAO Fisheries Technical Paper. N° 443. Rome, FAO. 71 pp.

González, J., C. Tapia, A. Wilson, J. Garrido & M. Ávila. 2002. Estrategia de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile. IFOP. Fondo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP N° 2000-19. Informe Final: 232 pp. + tablas, figuras, láminas y anexos (disponible en: www.fip.cl)

Martínez, E. & J. Correa. 1993. Sorus-specific epiphytism affecting the kelps *Lessonia nigrescens* and *Lessonia trabeculata* (Phaeophyta). Marine Ecology Progress Series. 96: 83-92.



Orensanz, J.M., A.M. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos & I. Elias.

In press. What are the key elements for the sustainability of “S-Fisheries”? Insights from South America. In N. Erhardt (ed.), *Proceedings of the Conference on the Scientific Bases for the Sustainability of Fisheries*, Miami, November 26-30, 2001.

Orensanz, J.M. & G.S. Jamieson. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks. Pp. 441-459, in G.S. Jamieson and A.Campbell (eds.), *Proceedings of the North Pacific Symposium on invertebrates stock assessment and management*. Canadian Special Publications in Fishery and Aquatic Sciences 125.

Orensanz, J.M., A.M. Parma & M.A. Hall. 1998. The analysis of concentration and crowding in shellfish research. Pp. 143-158, in G.S. Jamieson and A. Campbell (eds.), *Proceedings of the North Pacific Symposium on invertebrate stock assessment and management*. Canadian Fisheries and Aquatic Sciences, Special Publication 125.

Parma, A. 2004. Procedimientos de Manejo. Una metodología general para el diseño de estrategias de explotación. Presentación realizada en Taller: *Metapoblaciones, modelación, conceptos y casos de estudio*. Centro Patagónico – CENPAT y PEW Fellows Program in Marine Conservation. Taller Internacional (Argentina, Puerto Madryn, abril de 2004).

Pettijohn, F. L. 1963. Rocas Sedimentarias. Ediciones Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. 178 pp.



- Ramírez, M.E. & B. Santelices. 1991.** Catálogo de las algas marinas bentónicas en la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Monografías Biológicas. Publicaciones periódicas Pontificia Universidad Católica. 431 pp. Santiago, Chile.
- Rivera. 1993.** Explotación y aprovechamiento de macroalgas varadas en la provincia del Choapa. Informe final. Serplac IV región. 73pp.
- Romo, H., A. Pizarro & M. Muñoz. 1985.** Manejo de *Iridaea spp.* y la factibilidad de incremento en el ambiente natural. Informe Final Proyecto SERPLAC 1985. Intendencia de la Región del Bio Bio. 153pp.
- Seijo J. C., O. Defeo & S. Salas, 1997.** Bio-economía, Pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO. Documento Técnico de Pesca. N° 368
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2003.** Tablas de marea de la costa de Chile y puertos de la costa sudamericana.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2004.** Tablas de marea de la costa de Chile y puertos de la costa sudamericana.
- Steel R. G. D. & J. H. Torrie. 1988.** Bioestadística: principios y procedimientos. 2° edición, McGraw Hill, México. 622pp.
- Stephenson, T.A. & A. Stephenson. 1949.** The universal features of zonation between tide marks on rocky coasts. J. Ecol. 289-305.



- Santelices, B, J.C. Castilla, J. Cancino & P. Schmiede. 1980.** Comparative ecology of *Lessonia nigrescens* and *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta) in central Chile. *Marine Biology* 59: 119-132.
- Santelices, B. & F.P. Ojeda. 1984b.** Populations dynamics of coastal forests of *Macrocystis pyrifera* in Puerto Toro, Isla Navarino, southern, Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 14:175-183.
- Santelices, B. 1989.** Algas marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización y diversidad, 399pp. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Tapia, C., J. González, A. Wilson, J. Garrido & J.M. Orensanz. 2002.** Ordenación espacio temporal de la actividad extractiva artesanal entre la I y IV regiones. IFOP. Fondo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP N° 2001-25. Informe Final: 118 pp. + figuras, tablas, láminas y anexos (disponible en: www.fip.cl)
- Vásquez, J. & B. Santelices. 1990.** Ecological effects of harvesting *Lessonia* (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. *Hydrobiologia* 204/205: 41-47.
- Vásquez, J. 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. 1992.** *Lessonia trabeculata* subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural geographical comparison. In: Seeliger U (ed) Coastal Plant Communities of Latin America, Academic Press INC.
- Vásquez, J. 1993.** Abundance, distributional patterns and diets of main herbivorous and carnivorous species associated to *Lessonia trabeculata* kelp beds in northern Chile. Serie ocasional Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 2: 213-229
- Vásquez J. 1995.** Ecological Effects of brown seaweed harvesting. Botánica Marina 38: 251-257.
- Vásquez, J. P. Camus & P. Ojeda 1998.** Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 71: 479-499.
- Vásquez, J. 1999.** The effect of harvesting of brown seaweeds: a social, ecological and economical important resource. World Aquaculture. 30 (1): 19:22.
- Villouta, E. y B. Santelices. 1986.** *Lessonia trabeculata sp nov.* (Laminariales, Phaeophyta, a new kelp from Chile. Phycologia 26:81-86.

9. PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO (HH)

Objetivo 1. Identificar y caracterizar los algares de *Durvillaea* y *Macrocyctis* de la Provincia de Arauco.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	ANÁLISIS DE DATOS	TALLER	INFORMES	
Marcela Ávila	0	0	0	0	15	15
Mario Núñez	9.6	14.4	9.6	4.8	10.1	48.5
Arturo Candía	9.6	14.4	9.6	4.8	4.8	43.2
Julián Cáceres	9.6	4.8	9.6	8	8	
Jorge González	0	0	0	0	0	0
Carlos Cortes	0	0	0	0	0	0
Carlos González	0	0	0	0	0	0

Objetivo 2. Determinar el estado poblacional de los algares identificados.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	ANÁLISIS DE DATOS	TALLER	INFORMES	
Marcela Ávila	0	0	14.4	54.4	72	140.8
Mario Núñez	14.4	9.6	14.4	9.6	14.9	62.9
Arturo Candía	11.5	19.2	14.4	9.6	13.8	68.5
Julián Cáceres	5.3	5.3	10.1	8.5	8.5	37.7
Jorge González	0	0	0	0	0	0
Carlos Cortes	0	0	0	0	0	0
Carlos González	0	0	0	0	0	0

Objetivo 3. Caracterizar las actividades de explotación de los algares identificados.

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	ANÁLISIS DE DATOS	TALLER	INFORMES	
Marcela Ávila	0	0	26.6	36	39	101.6
Mario Núñez	0	0	12.2	20	10	42.2
Arturo Candía	0	0	0	0	0	0
Julián Cáceres	2.6	4.2	7.4	14	14	42.2
Jorge González	0	0	0	0	0	0
Carlos Cortes	0	0	0	0	0	0
Carlos González	10.6	5.3	0	0	7.4	23.3

Objetivo 4. Analizar alternativas de explotación y manejo para los algares identificados

PERSONAL	ACTIVIDAD					TOTAL
	MUESTREOS	PROCESAMIENTO DE DATOS	ANÁLISIS DE DATOS	TALLER	INFORMES	
Marcela Ávila	0	0	10.6	13.3	20.8	44.7
Mario Núñez	0	0	10.6	8	8	26.6
Arturo Candía	0	0	0	0	0	0
Julián Cáceres		10.6	10.6	13.3	16.5	51
Jorge González	0	16.5	15.4	7.4	5.3	44.6
Carlos Cortes	0	0	0	0	0	0
Carlos González	0	0	0	0	0	0

FIGURAS

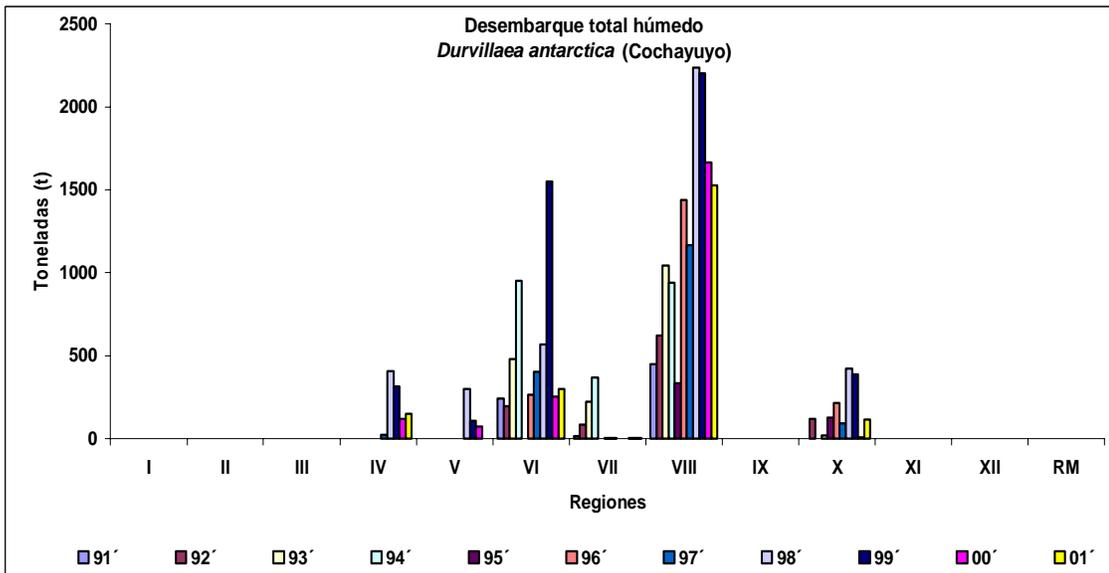


Figura 1. Desembarque de cochayuyo en el periodo 1991-1999 por región, expresado en toneladas húmedas. Fuente: Sernapesca.

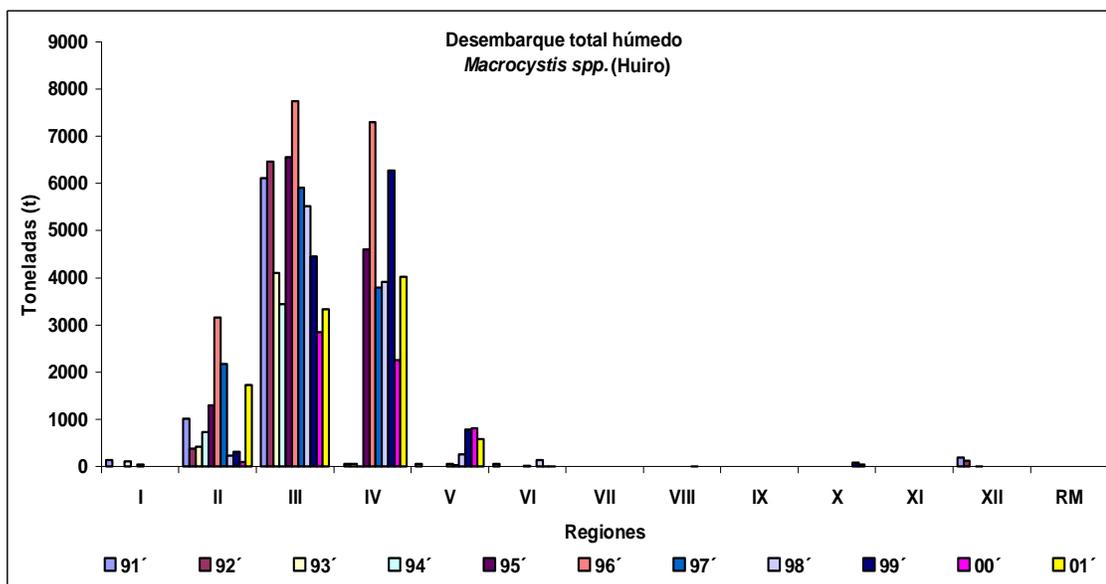


Figura 2. Desembarque de *Macrocystis pyrifera* en el periodo 1991-2001, por Región, (expresado en toneladas húmedas). Fuente: Sernapesca.

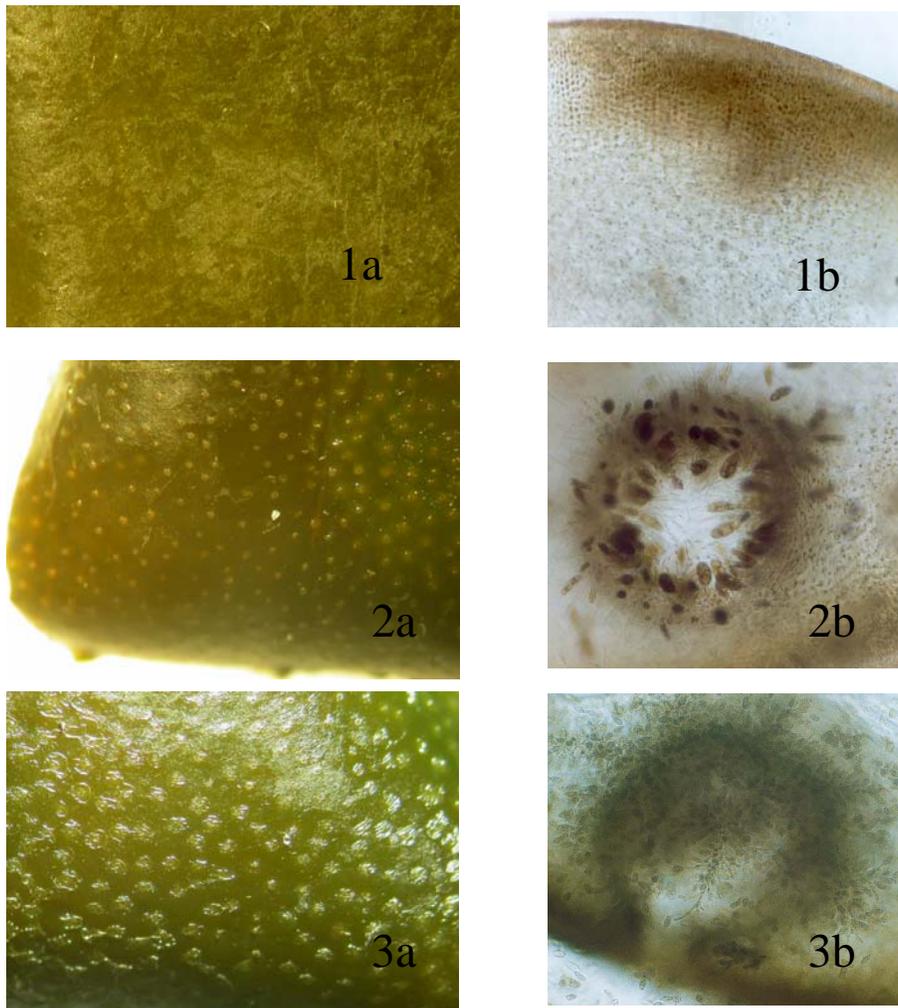


Figura 3. Morfología externa e interna de *Durvillaea antarctica*. 1a) Morfología externa de una planta vegetativa la que presenta su tejido cortical liso. 1b) Morfología interna, se observa la corteza subcorteza y la médula. 2 a) Morfología externa de una planta masculina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos masculinos. 2b) Conceptáculo masculino con ramilletes masculinos con paráfisis. 3 b) Morfología externa de una planta femenina, se observan en la corteza numerosos ostíolos de salida de los conceptáculos femeninos. 2b) Conceptáculo femenino con ramilletes y oogonios.

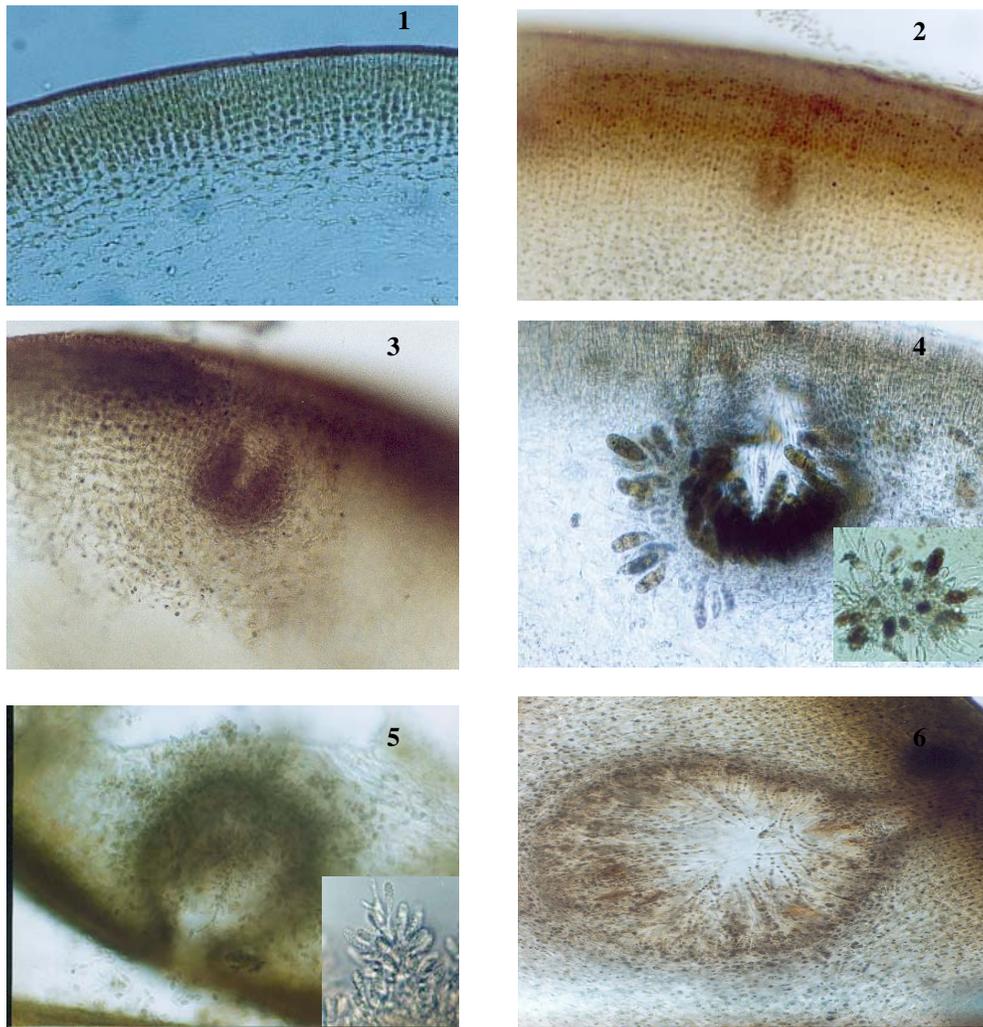


Figura 4. Estados reproductivos. **2a)** Estado vegetativo (no reproductivo). Ausencia de diferenciación celular inicial entre la subcorteza y la médula. **2)** Estado reproductivo inmaduro. Hay un desarrollo gradual de diferenciación celular entre la corteza y la médula. **3)** Estado reproductivo en maduración: Conceptáculo de forma ovalada hay diferenciación de anteridios, conceptáculo sin ostíolo. **4)** Estado reproductivo femenino maduro: Conceptáculo completamente desarrollado. y oogonios se encuentran en etapa de plena madurez con presencia de oosferas bien conformadas (ver recuadro). **5)** Estado reproductivo masculino maduro. Los anteridios en etapa de plena madurez (ver recuadro), el ostíolo del conceptáculo es evidente. **6)** Estado reproductivo senescente: Los conceptáculos presentan nula presencia de oogonios y anteridios.

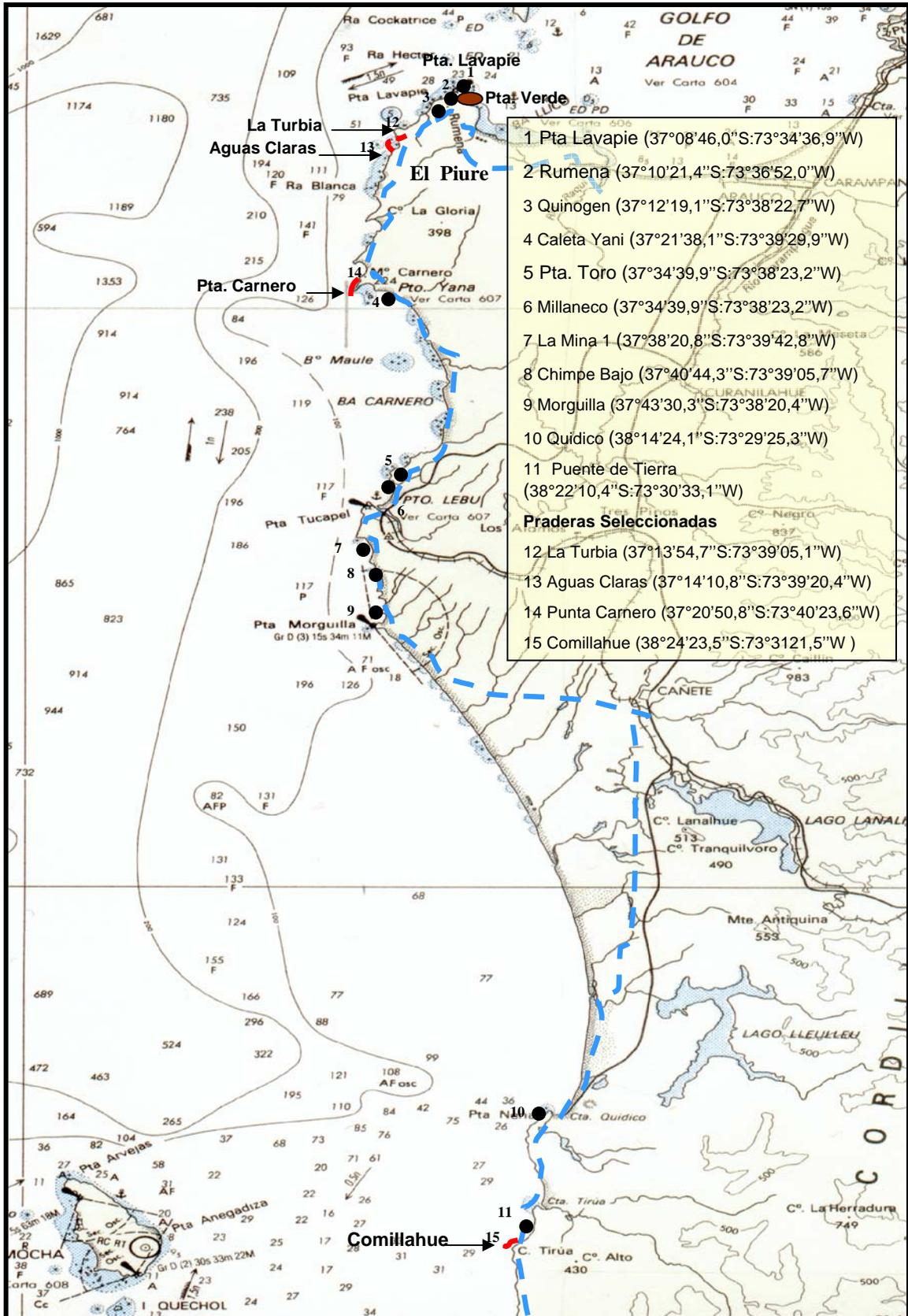
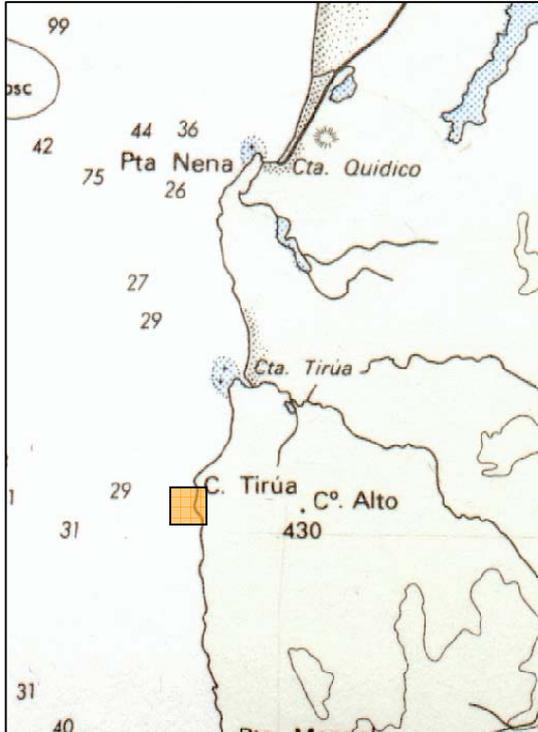


Figura 5. Ilustración del track de prospección (—) de algas pardas en la Provincia de Arauco. Se presentan las áreas visitadas (●) y áreas evaluadas de *Durvillaea* (→) y *Macrocyctis* (●).



Pradera Comillahue

- 1.- 38°24'23.5"S:73°31'21.5"W
- 2.- 38°24'18.5"S:73°31'17,3"W

Área Evaluada de la pradera

Largo: 200 m
 Ancho: 1,5 a 2 m

Área Estimada

Largo 200m
 Ancho 20m
 0.4 Há

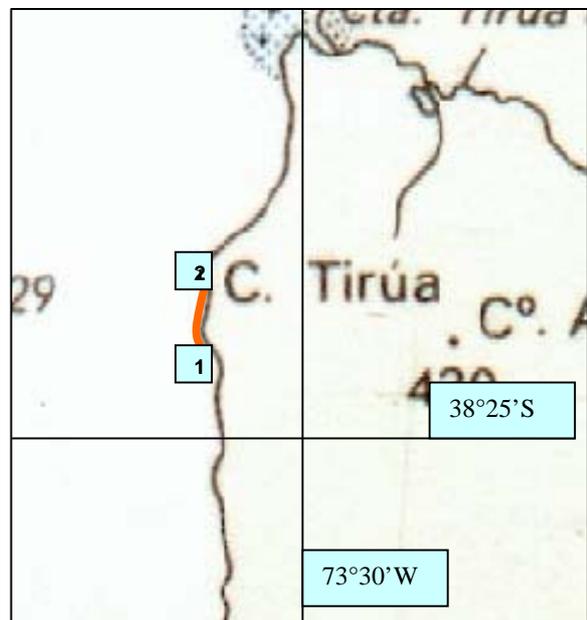
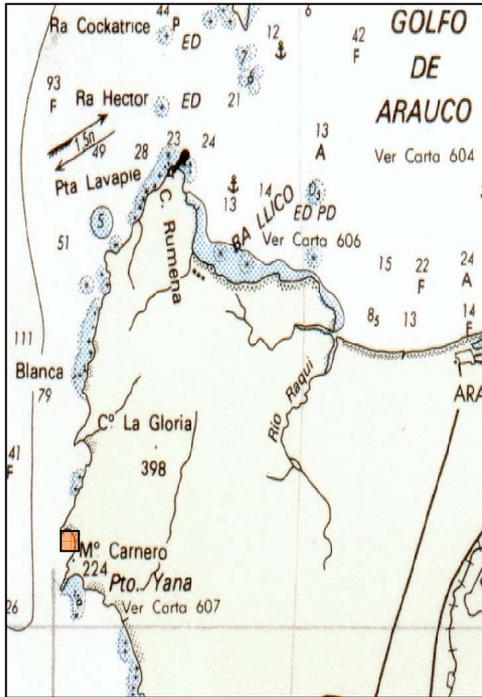


Figura 6. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la Pradera de Comillahue.



**Pradera
Punta Carnero**

- 1.- 37°20'50,8"S:73°40'23,6"W
- 2.- 37°21'07,5"S:73°40'26,6"W

Área Evaluada de la pradera

Largo: 520 m
Ancho: 1,5 a 2 m

Área Estimada

Largo 520m
Ancho 25m
1.3 Há

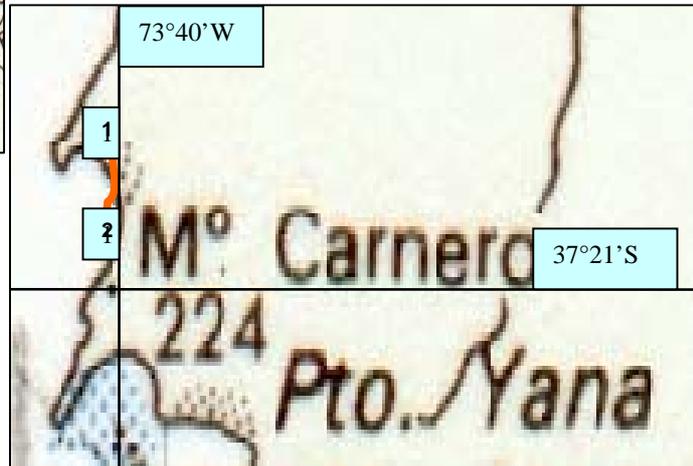
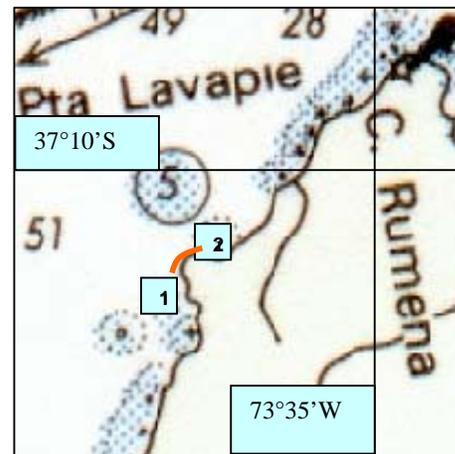
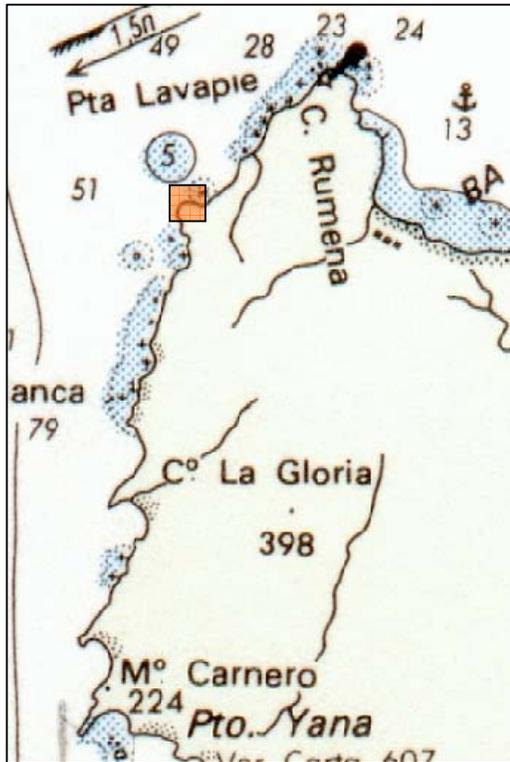


Figura 7. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera de Punta Carnero.



Pradera
La Claras

- 1.- 37°14'10,8"S:73°39'20,4"W
- 2.- 37°14'08,7"S:73°39'19,8"W

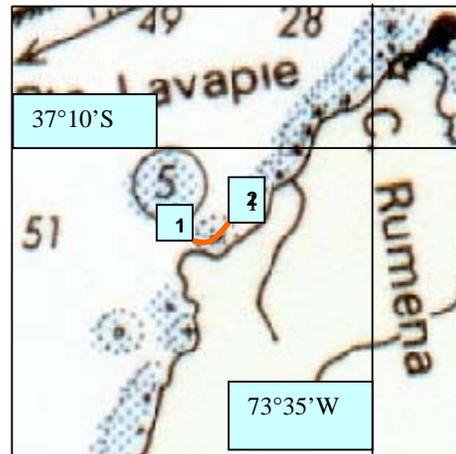
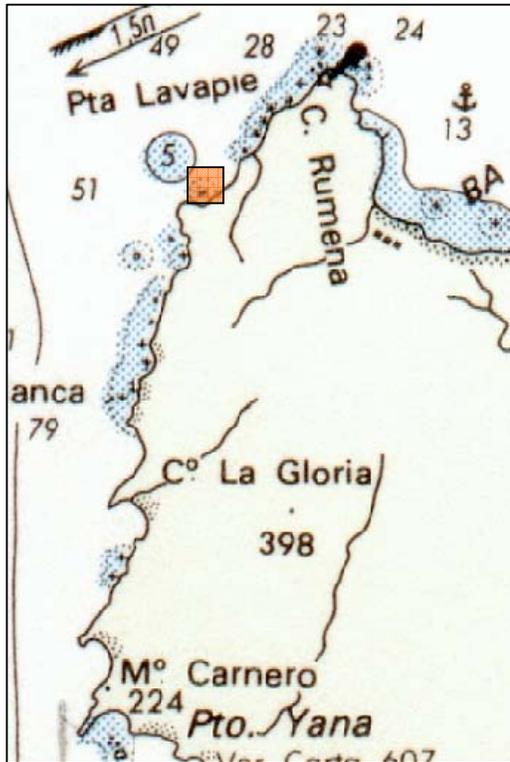
Área Evaluada de la pradera

Largo: 130 m
Ancho: 1,5 a 2 m

Área Estimada

Largo 130 m
Ancho 30 m
0.39 Há

Figura 8. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera La Clara.



Pradera
La Turbia

- 1.- 37°13'54.7"S; 73°39'05.1"W
- 2.- 37°13'45.0"S; 73°39'8.7"W

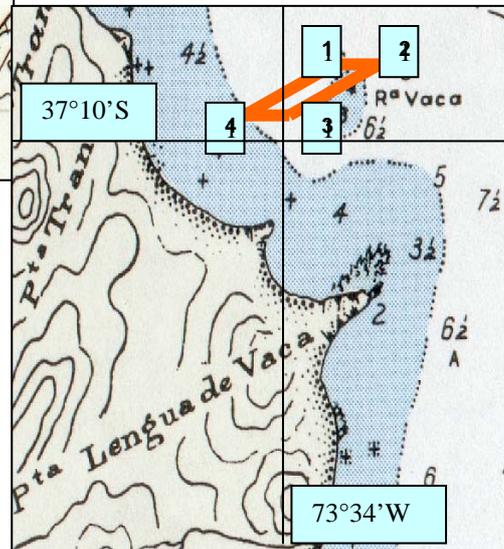
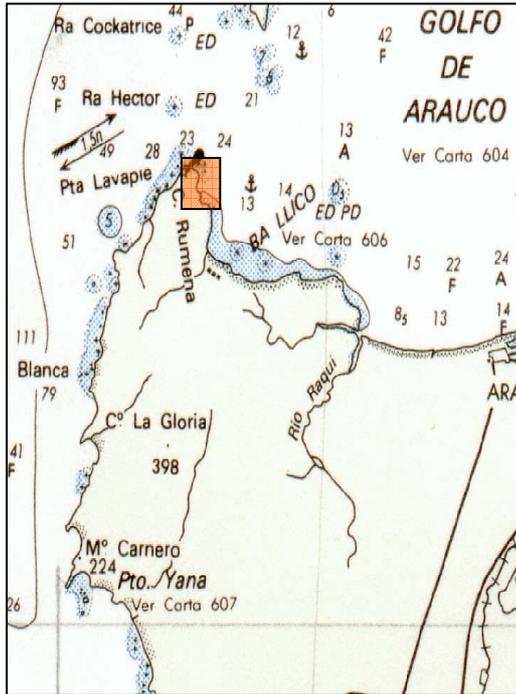
Área Evaluada de la pradera

Largo: 310 m
Ancho: 1,5 a 2 m

Área Estimada

Largo 310m
Ancho 2.5m
0.06 Há

Figura 9. Ilustración de la ubicación geográfica y la dimensión de la pradera La Turbia.



Pradera Punta Verde

- 1.- 37°09'57,3"S:73°33'46,7"W
- 2.- 37°09'45,4"S:73°33'41,9"W
- 3.- 37°09'43,4"S:73°33'56,6"W
- 4.- 37°09'47,4"S:73°34'1,0"W

Área Evaluada de la pradera

11,7 Ha.

Figura 10. Ilustración de la ubicación geográfica y dimensión de la pradera de Punta Verde.

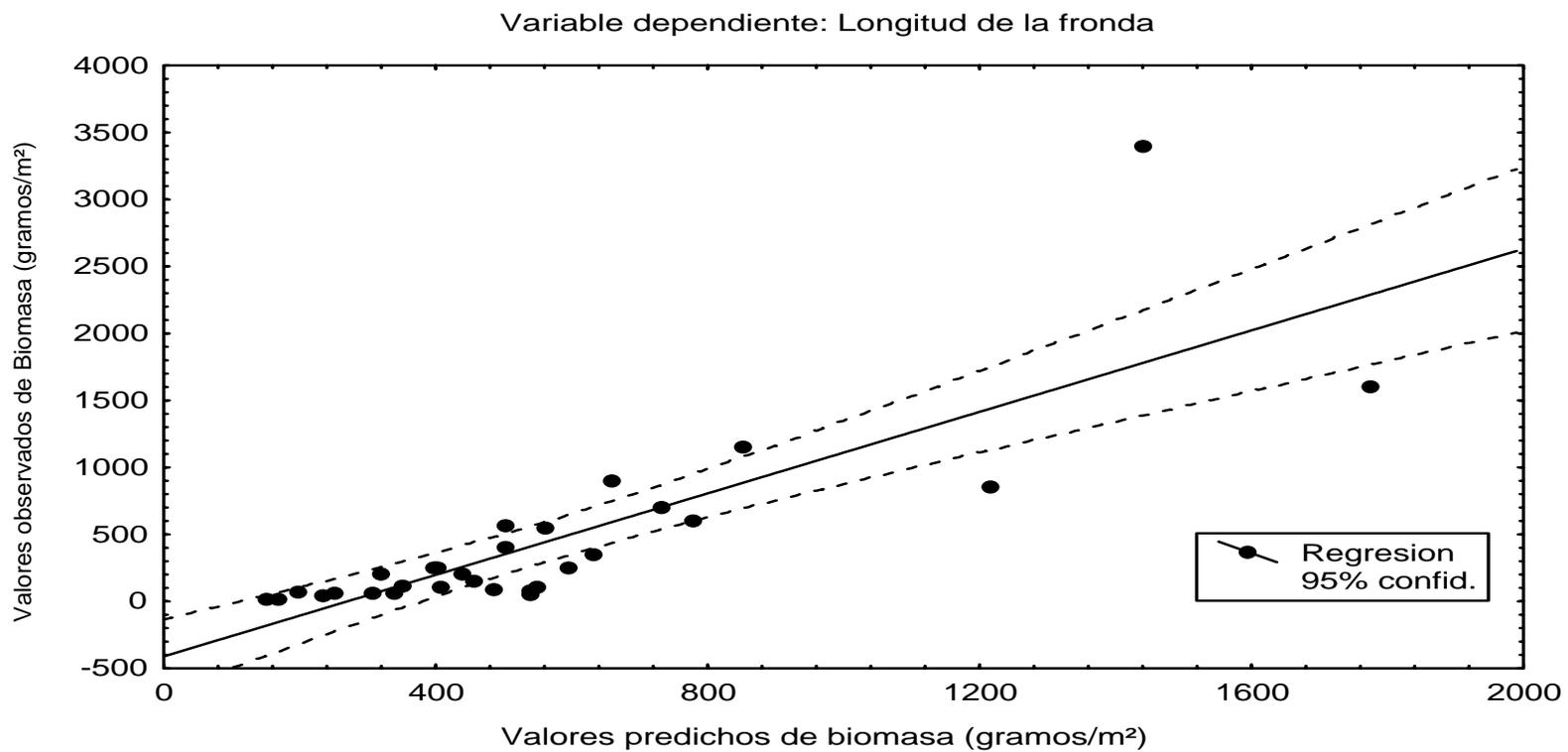


Figura 11. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente longitud (m) de la fronda de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Comillahue, ubicada en la localidad de Tirúa, VIII Región.

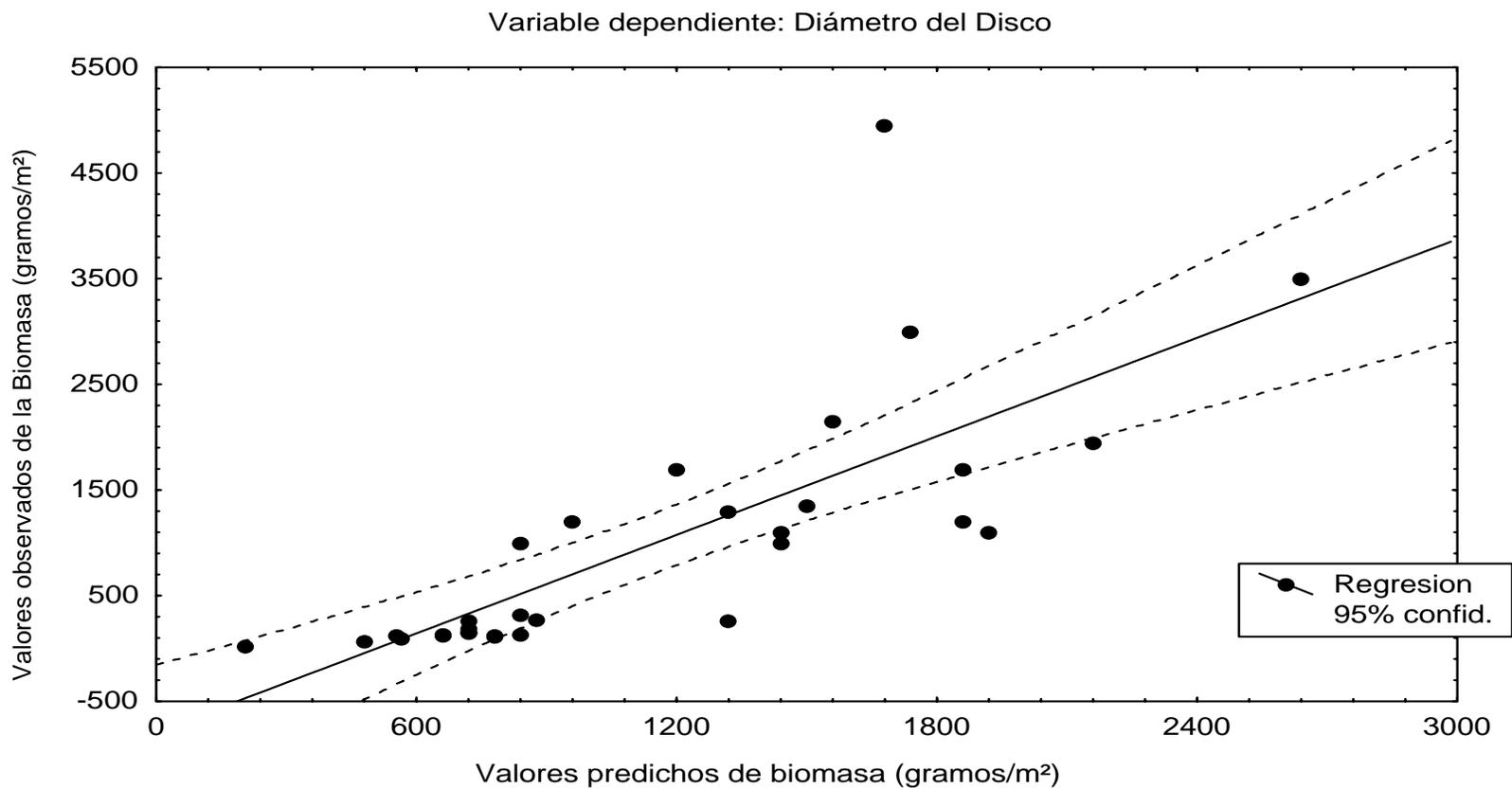


Figura 12. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de la fronda de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Punta Carnero, ubicada en el sector de Caleta Yani, VIII Región.

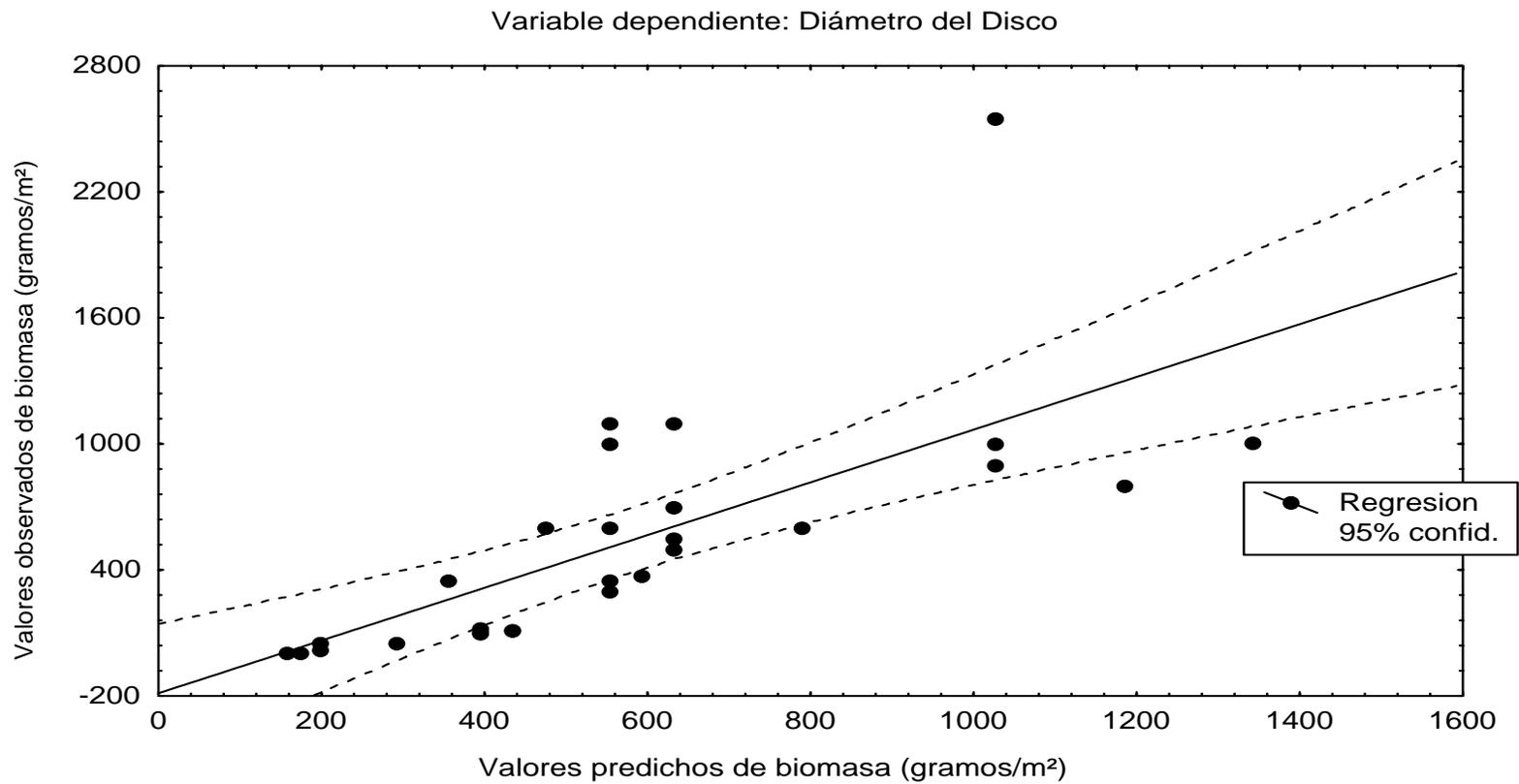


Figura 13. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Aguas Claras, ubicada en el sector de El Piure, VIII Región.

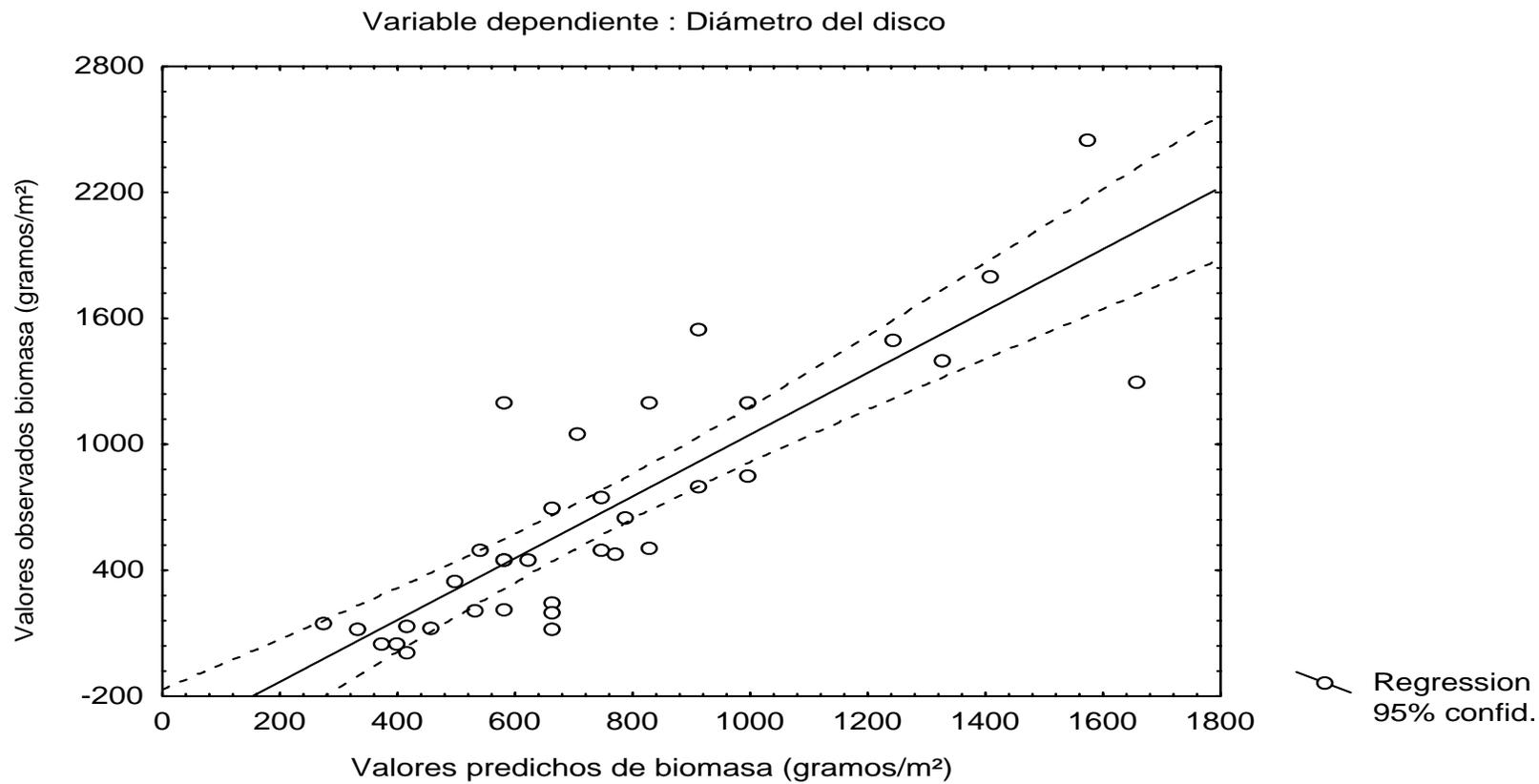


Figura 14. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) de *Durvillaea antarctica* en la pradera de La Turbia, ubicada en el sector El Piure, VIII Región.

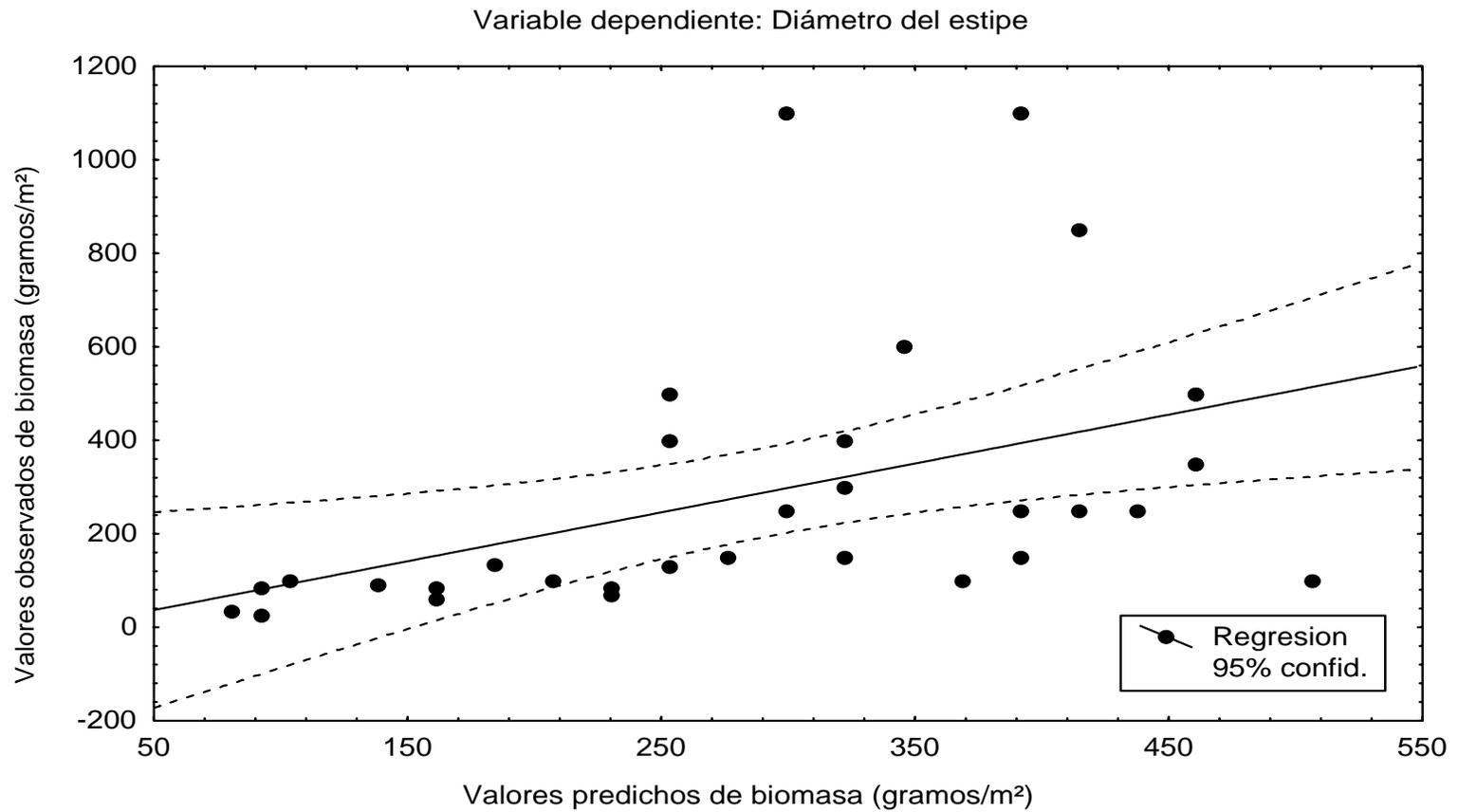


Figura 15. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del estipe (cm) de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Chimpe Bajo, ubicada en el sector de Lebu, VIII Región.

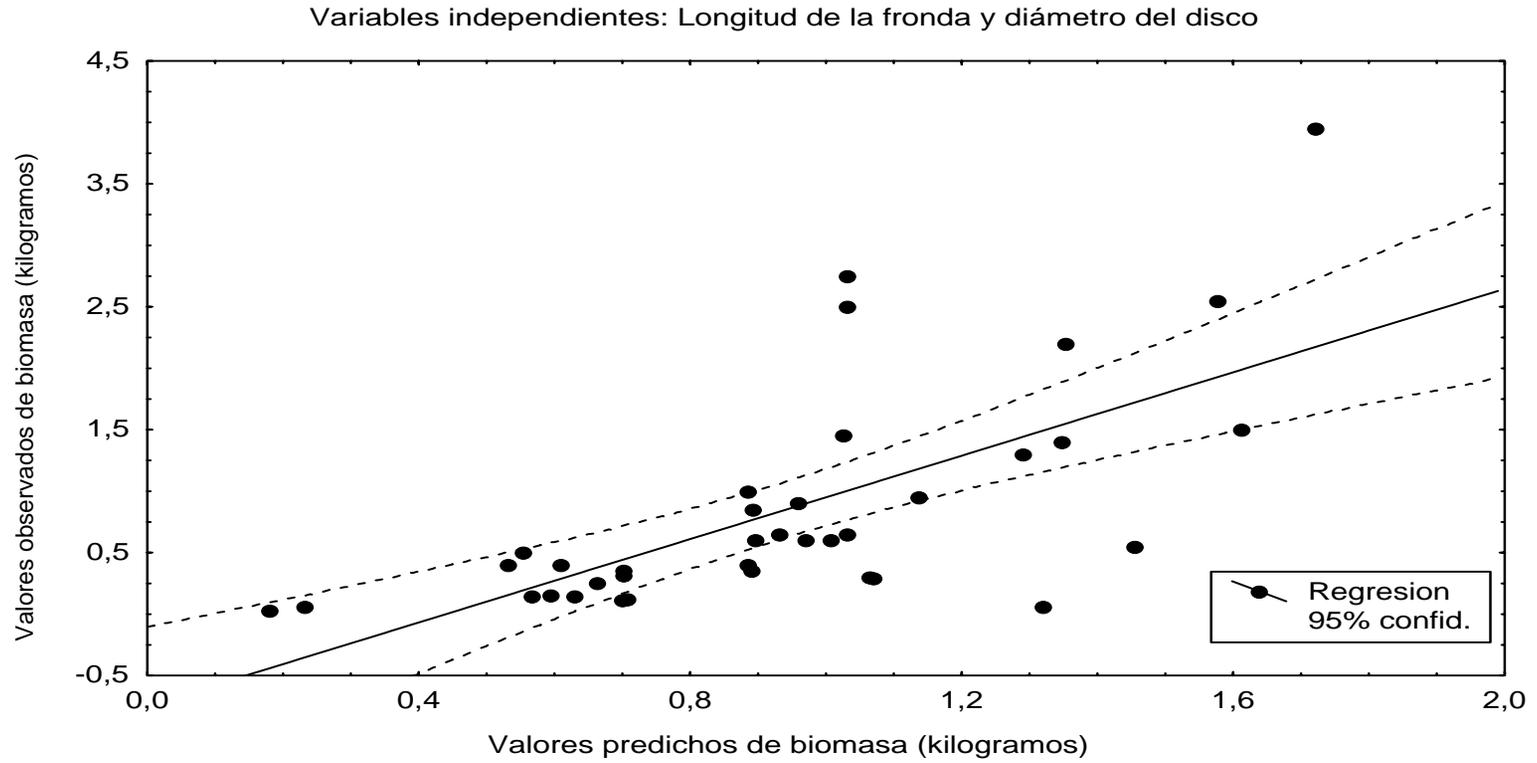


Figura 16. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente longitud de la fronda (m) y diámetro del disco (cm) de la fronda *Macrocystis pyrifera* en la pradera de Punta Verde, ubicada en el sector Punta Lavapie, VIII Región.

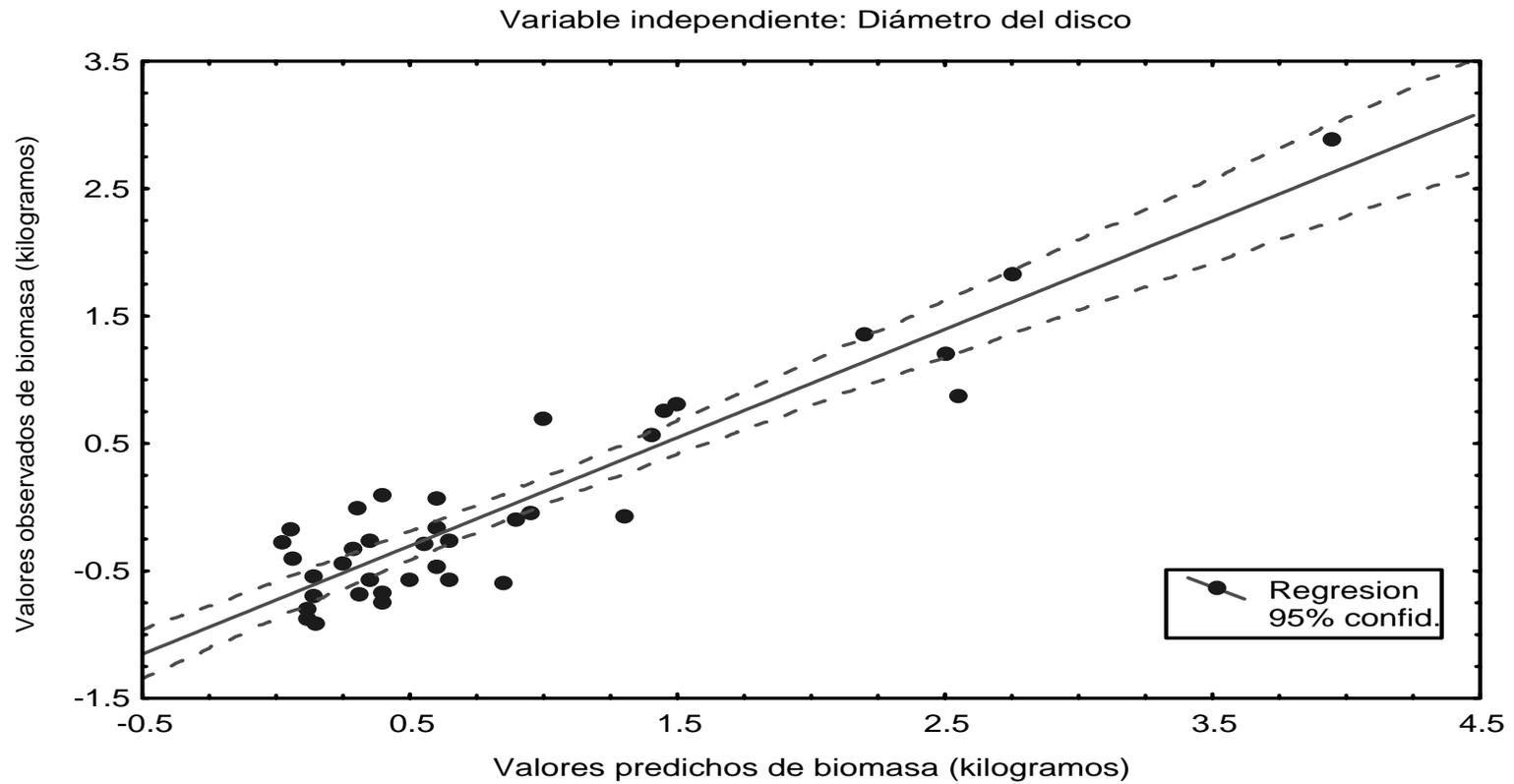


Figura 17. Correlación morfométrica entre la biomasa predicha y observada a partir de la variable dependiente diámetro del disco (cm) para la pradera de *Macrocystis pyrifera* ubicada en Punta Verde, sector Punta Lavapie, VIII Región.

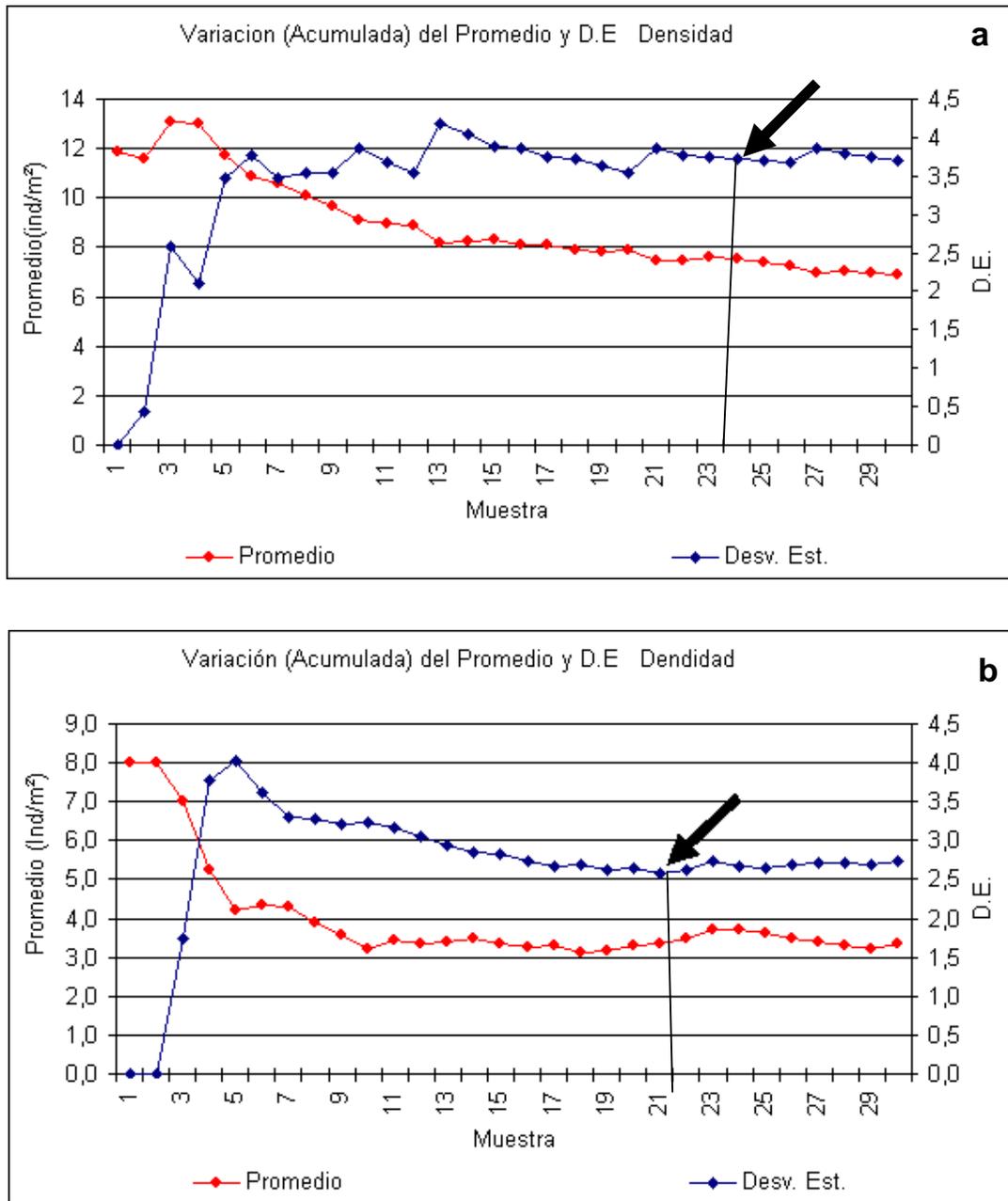


Figura 18. Estimación del tamaño mínimo de muestras ($n=30$) que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de densidad obtenidos por cuadrante en el primer muestreo de prospección, para las praderas de *Durvillaea antarctica* de (a) Comillahue y (b) Punta Carnero, VIII Región. La flecha indica donde se homogeniza la desviación estándar.

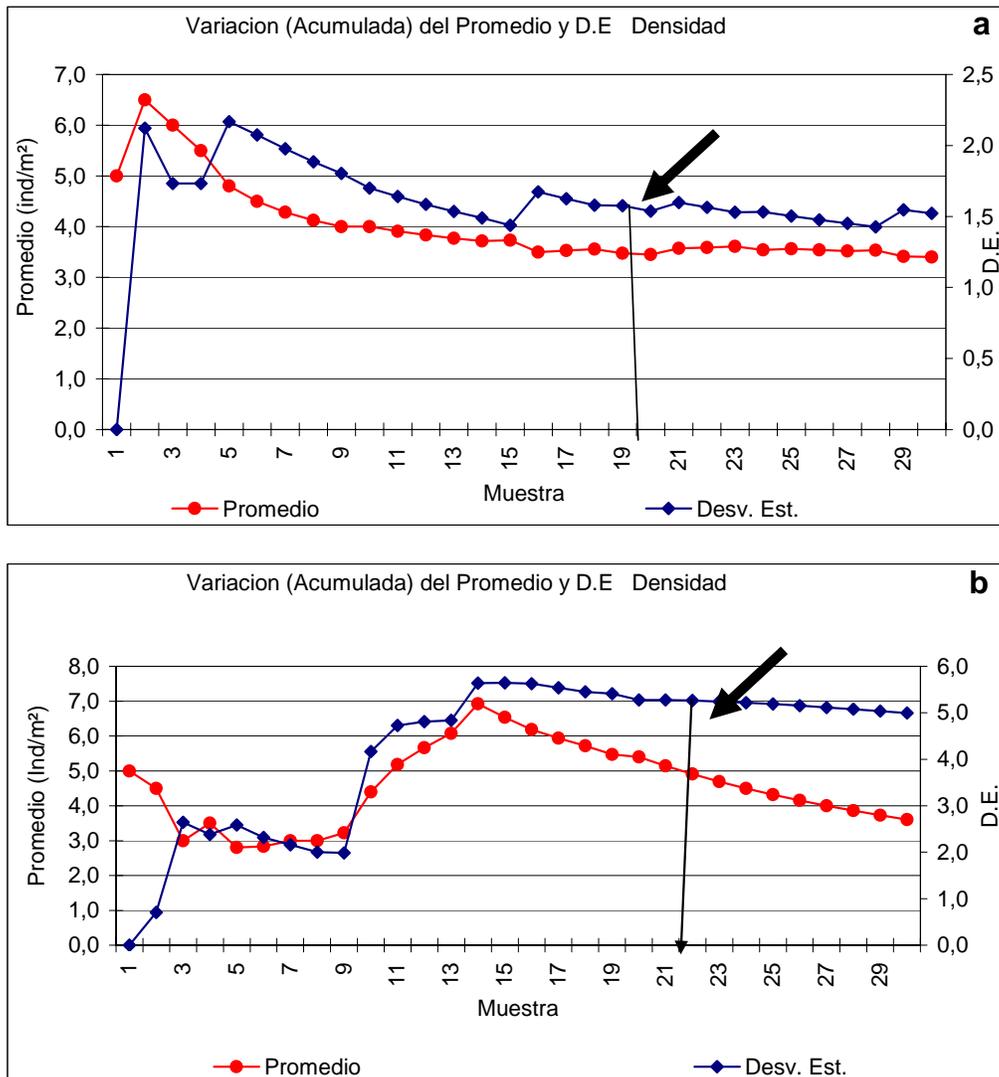


Figura 19. Estimación del tamaño mínimo de muestras ($n=30$) que se utilizarán en los muestreos posteriores, a partir de los valores de densidad obtenidos por cuadrante en el primer muestreo de prospección, para las praderas de *Durvillaea antarctica* de (a) La Turbia y (b) Aguas Claras, VIII Región. La flecha indica donde se homogeniza la desviación estándar.

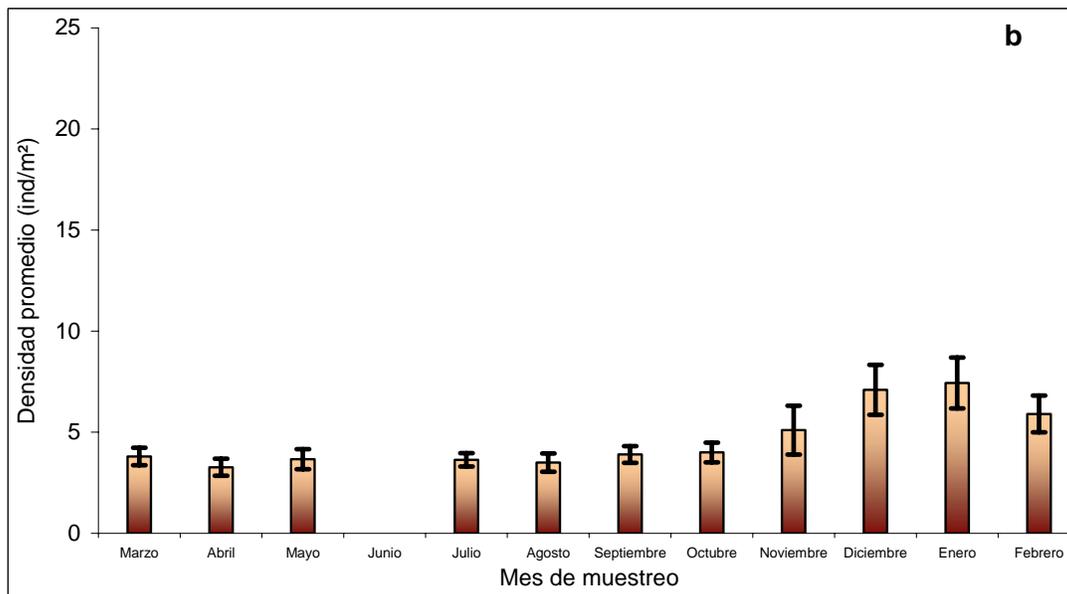
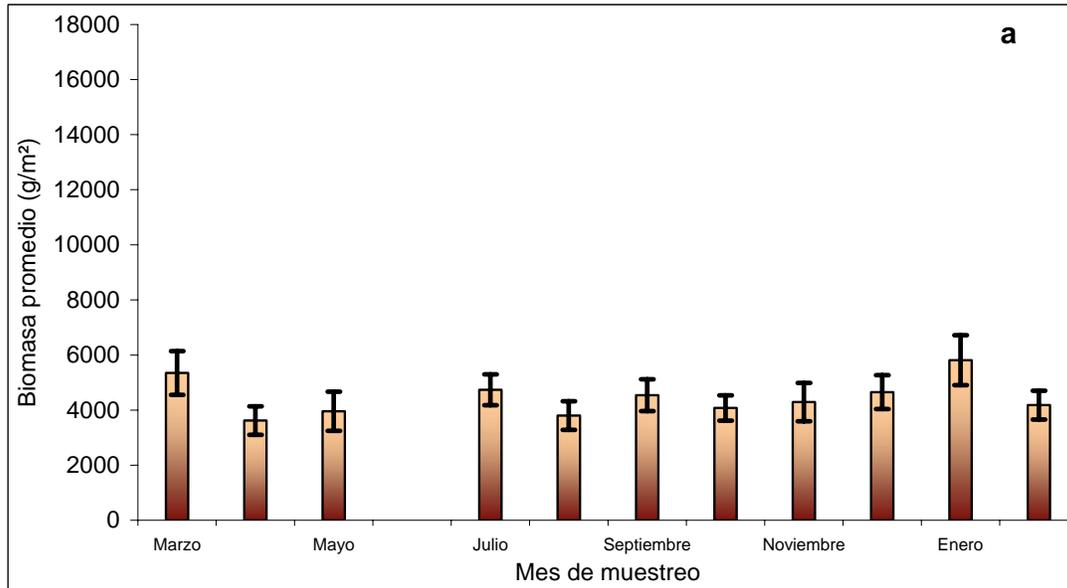


Figura 20. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m^2 , de *Durvillaea Antarctica* para la pradera ubicada en Comillahue, sector de Tirúa, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005

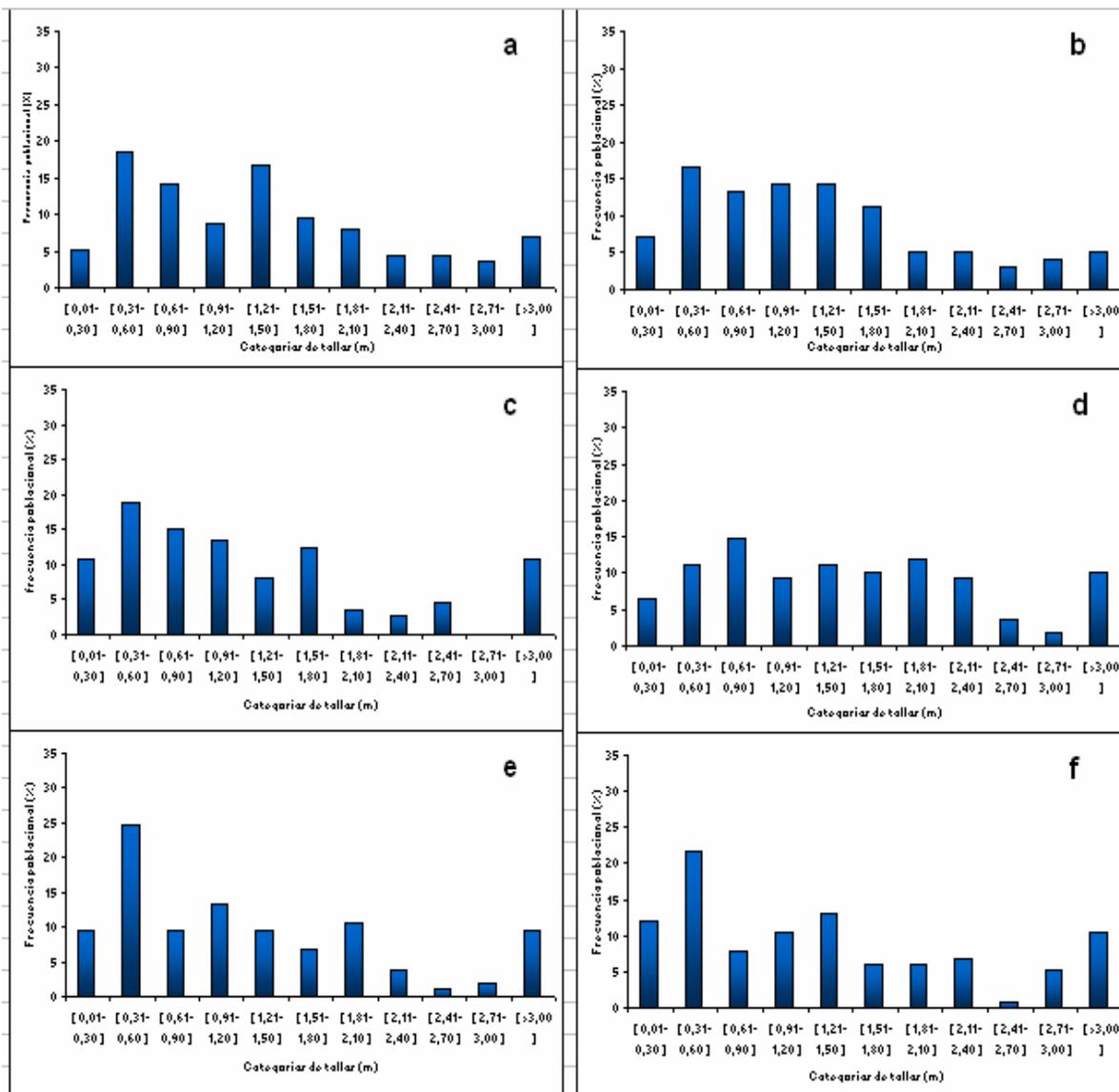


Figura 21. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Comillahue, ubicada en sector de Tirúa, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=114), abril (b; n=97), mayo (c; n=112), julio (d; n=108), agosto (e; n=105) y septiembre (f; n=116) del 2004.

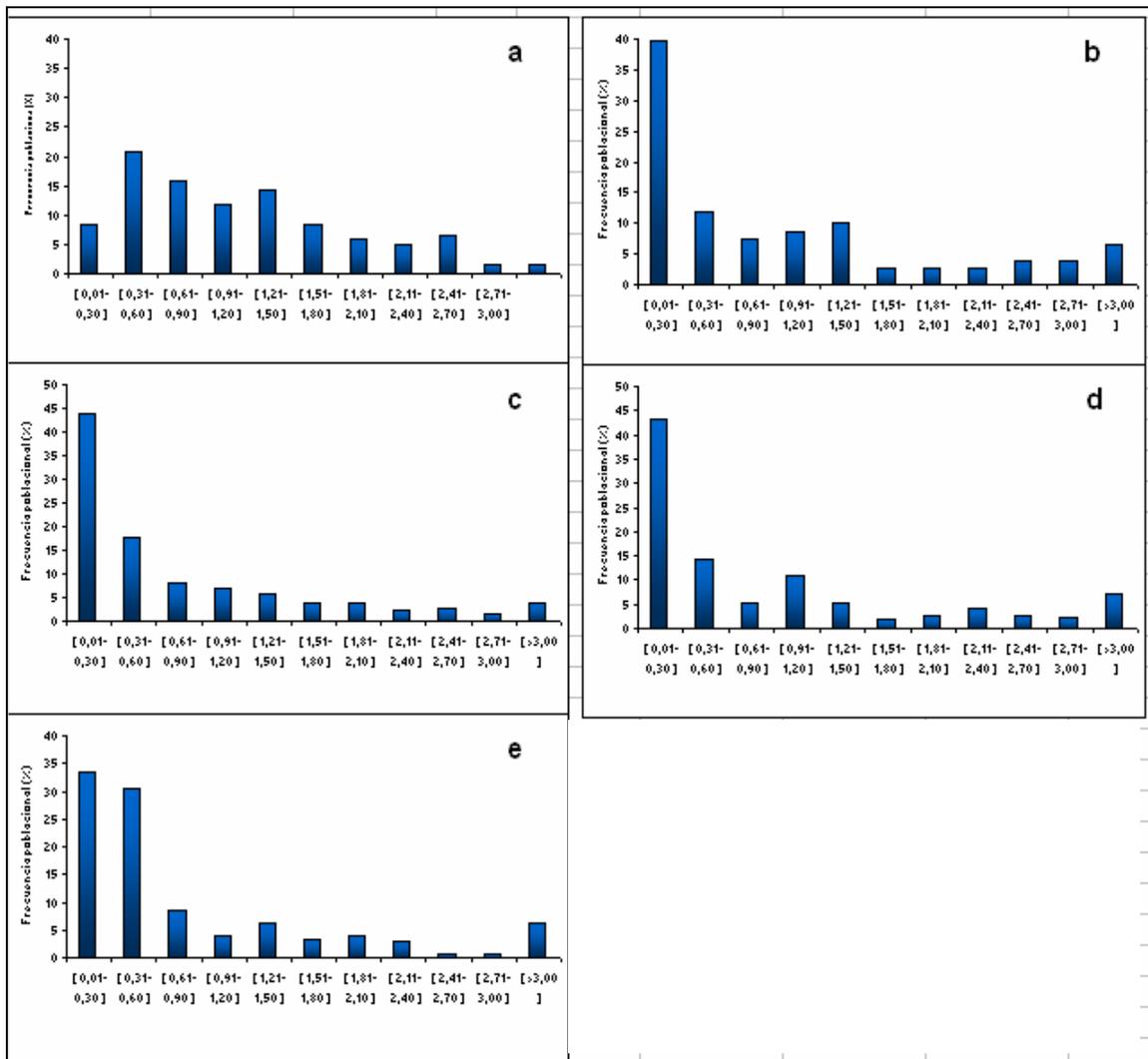


Figura 22. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Comillahue, ubicada en sector de Tirúa, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a; n=120), noviembre (b; n=151), diciembre del 2004 (c; n=213), enero (d; n=222), y febrero del 2005 (e; n=177).

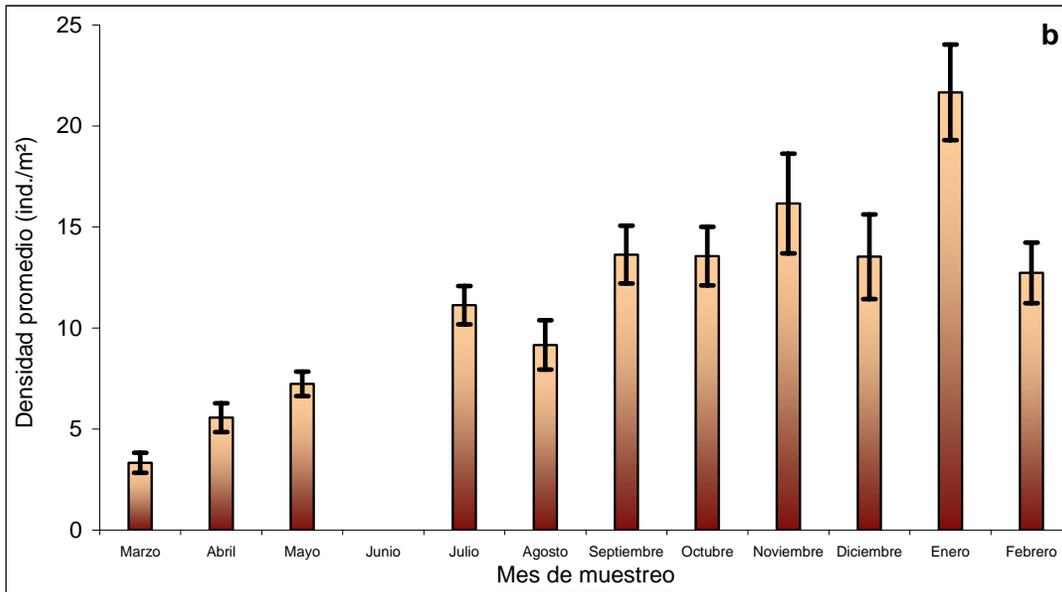
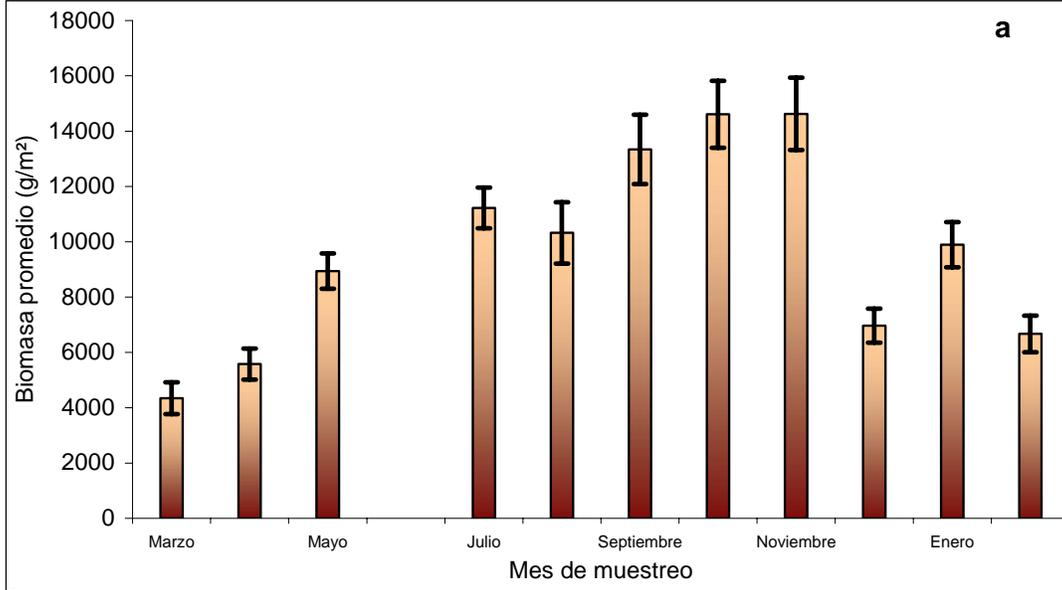


Figura 23. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m^2 , de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en Punta Carnero, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

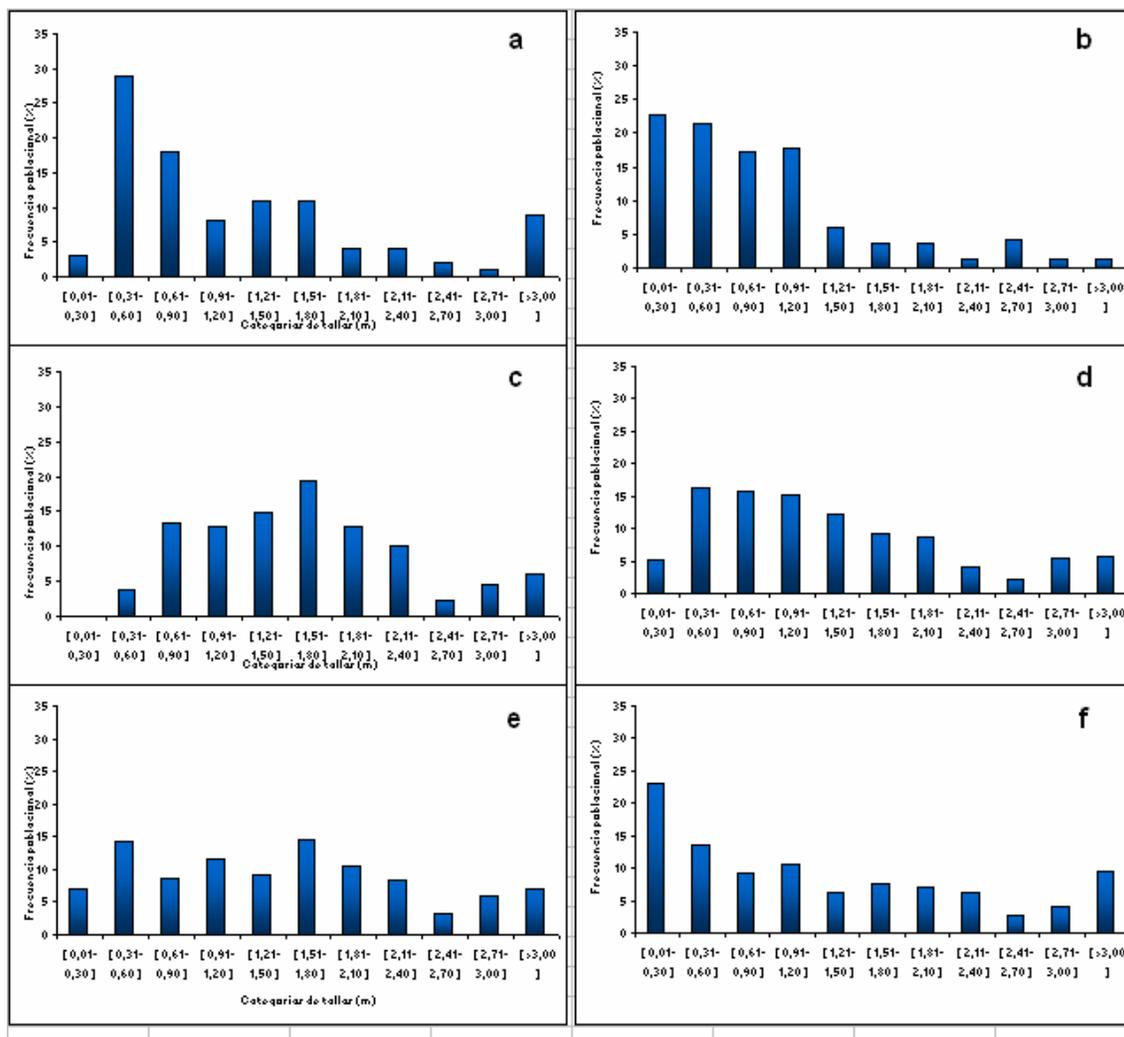


Figura 24. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Punta Carnero, ubicada en sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=100), abril (b; n=168), mayo (c; n=217), julio (d; n=334), agosto (e; n=275) y septiembre (f; n=409) del 2004.

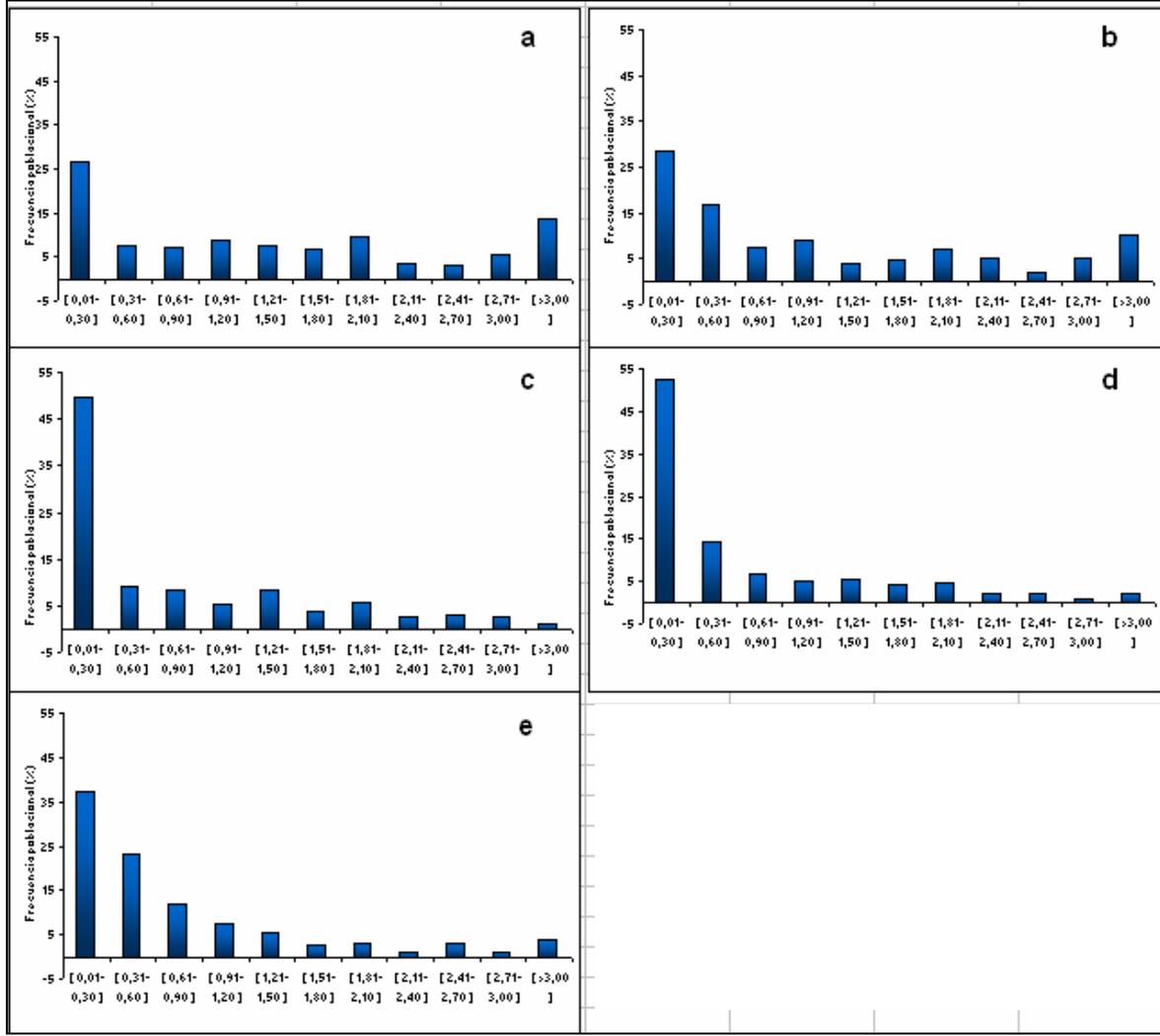


Figura 25. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de Punta Carnero, ubicada en sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a; n=407), noviembre (b; n=485), diciembre del 2004 (c; n=406), enero (d; n=650), y febrero del 2005 (e; n=379).

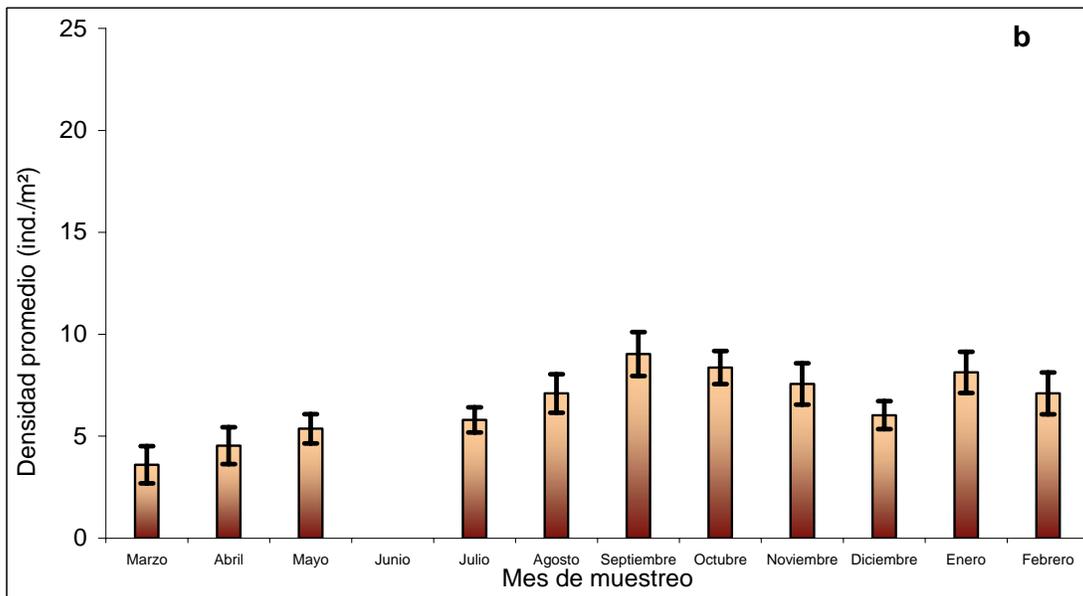
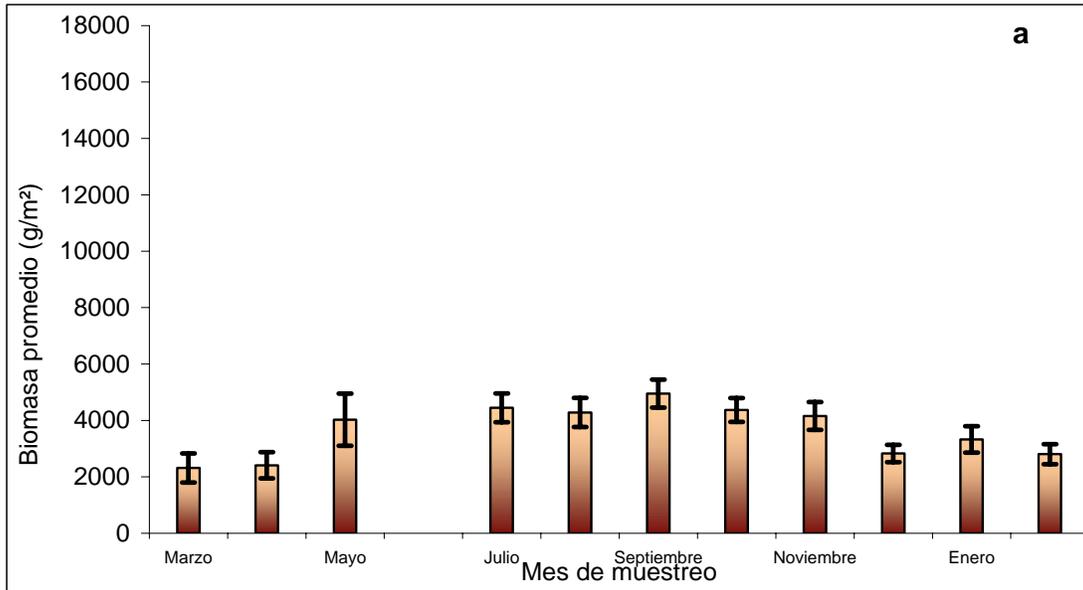


Figura 26. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m^2 , de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en La Clara, sector El Piure, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

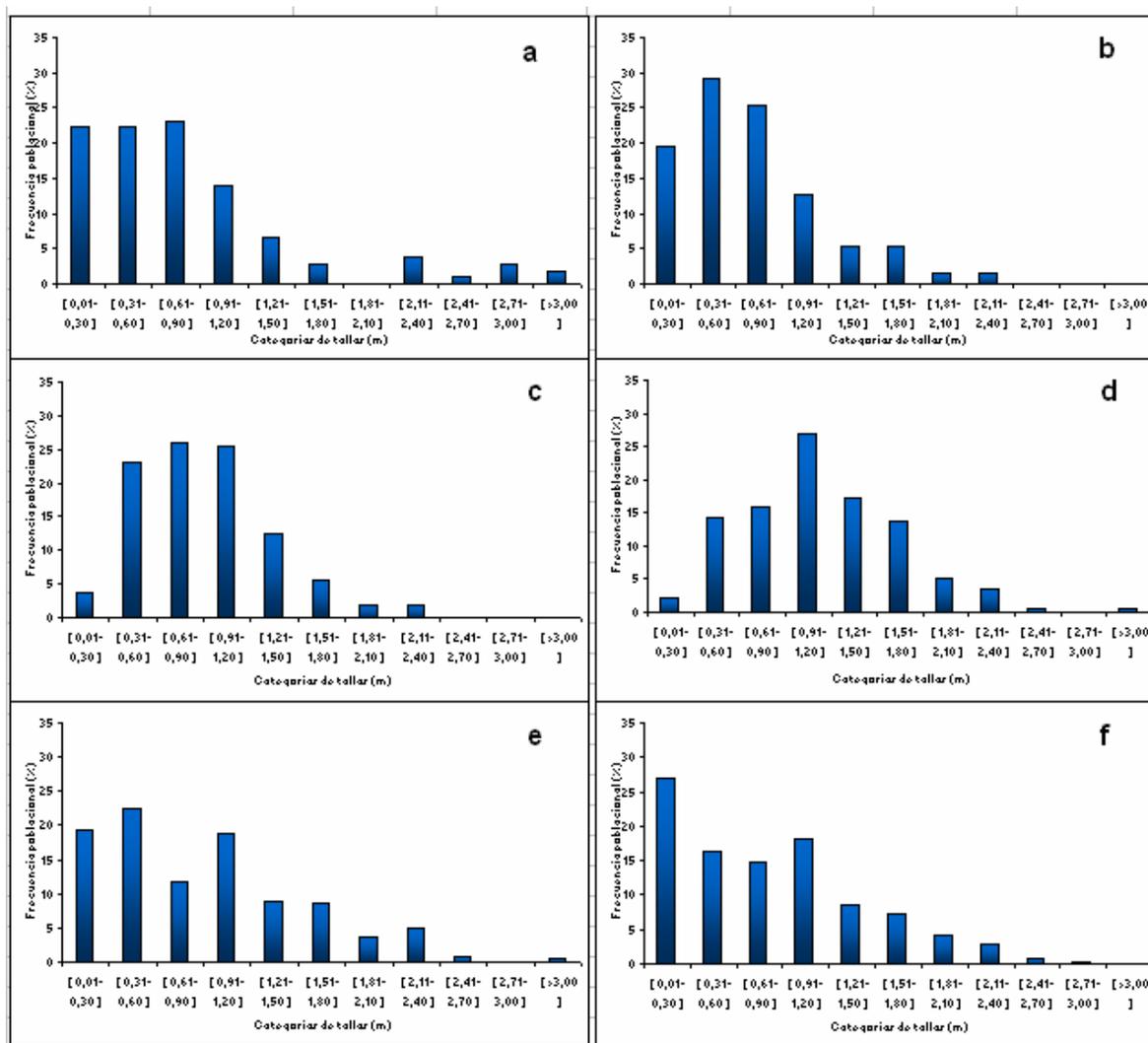


Figura 27. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Clara, ubicada en el sector de El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=108), abril (b; n=134), mayo (c; n=161), julio (d; n=175), agosto (e; n=222) y septiembre (f; n=271) del 2004.

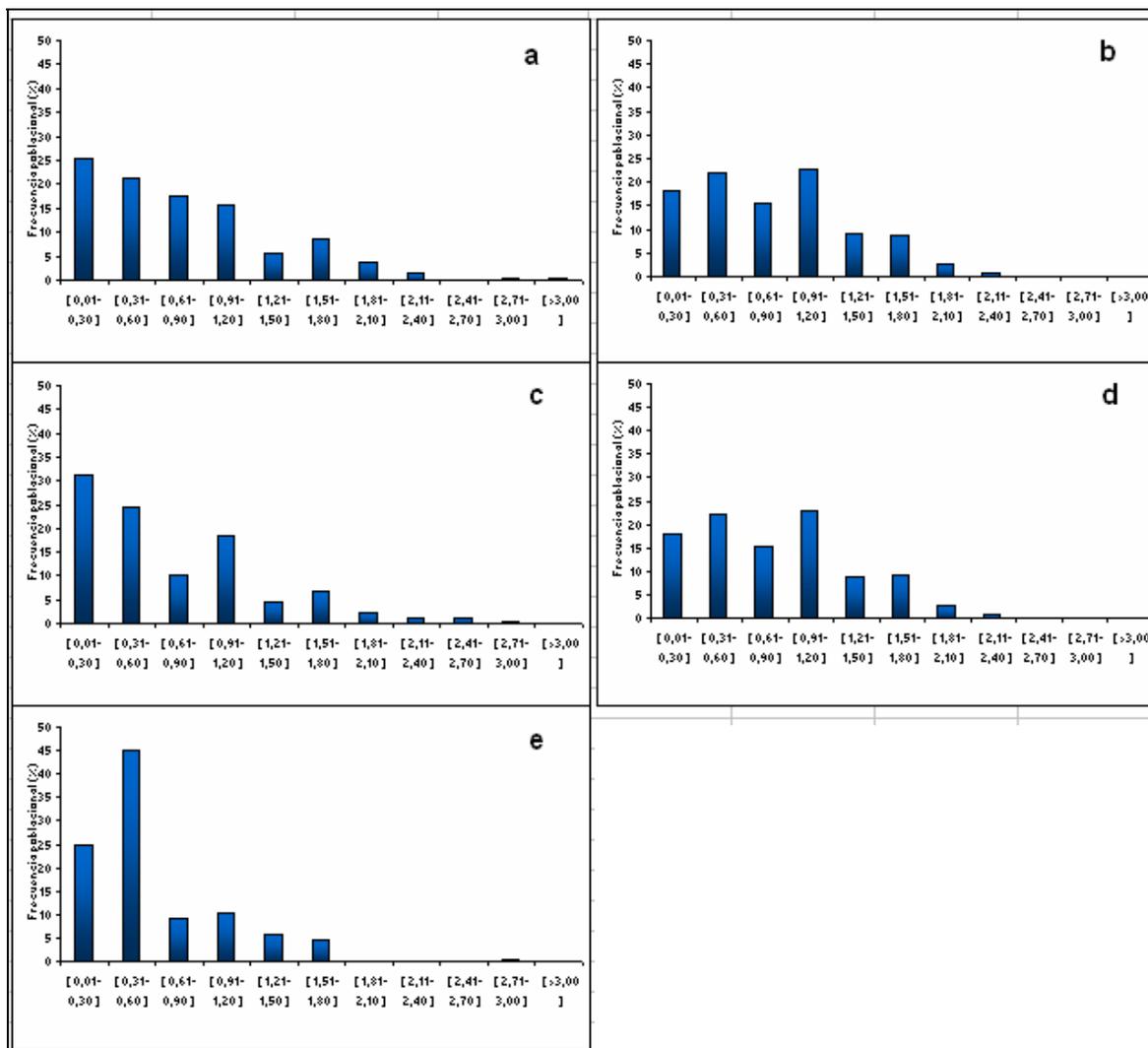


Figura 28. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Clara, ubicada en el sector de El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=251), noviembre (b;n=227), diciembre del 2004(c; n=180), enero (d; n=227), y febrero del 2005 (e;n=214).

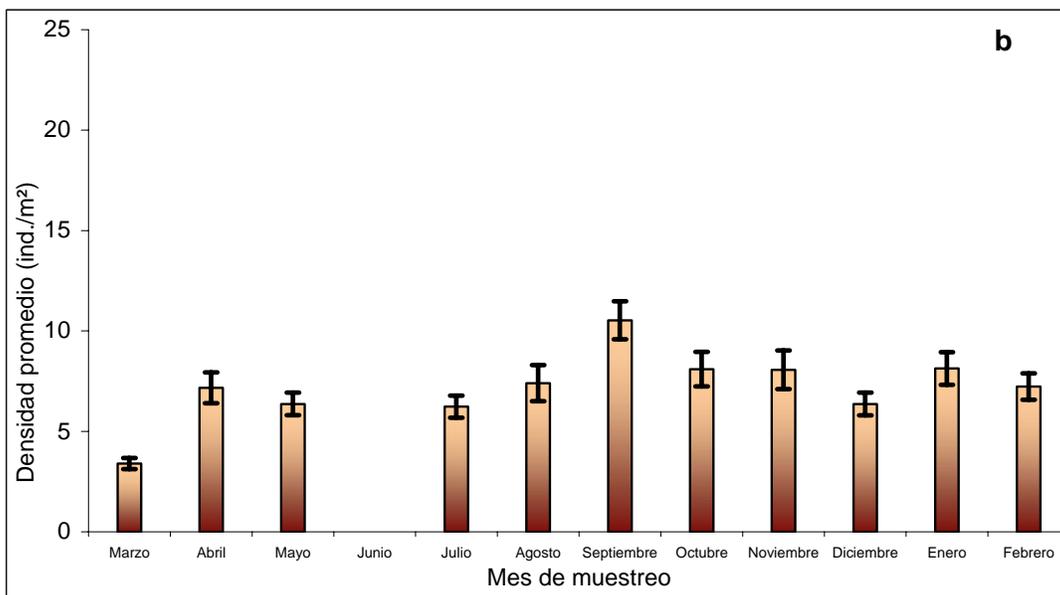
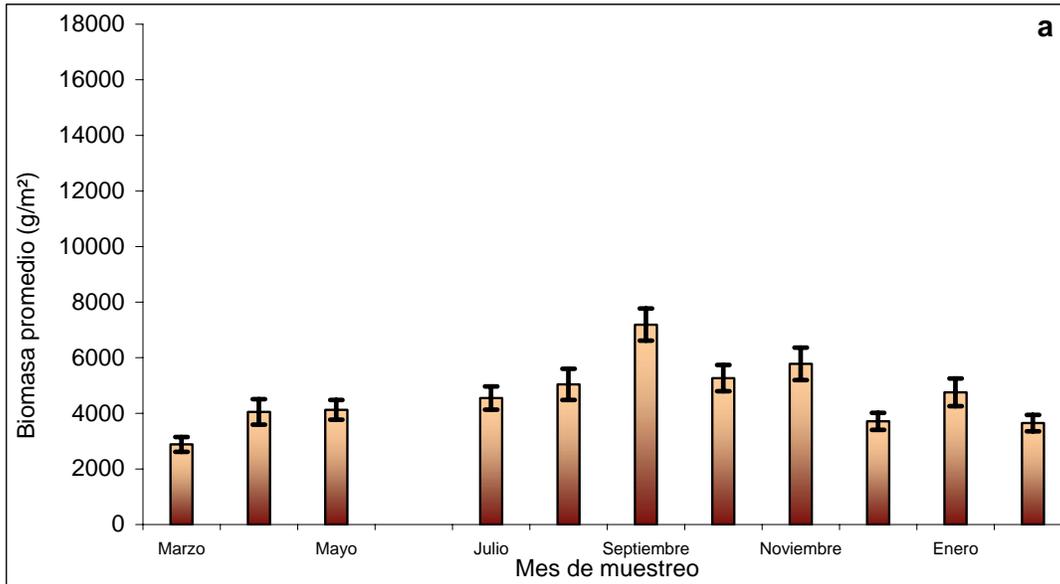


Figura 29. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) por m^2 , de *Durvillaea antarctica* para la pradera ubicada en La Turbia, Sector El Piure, Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

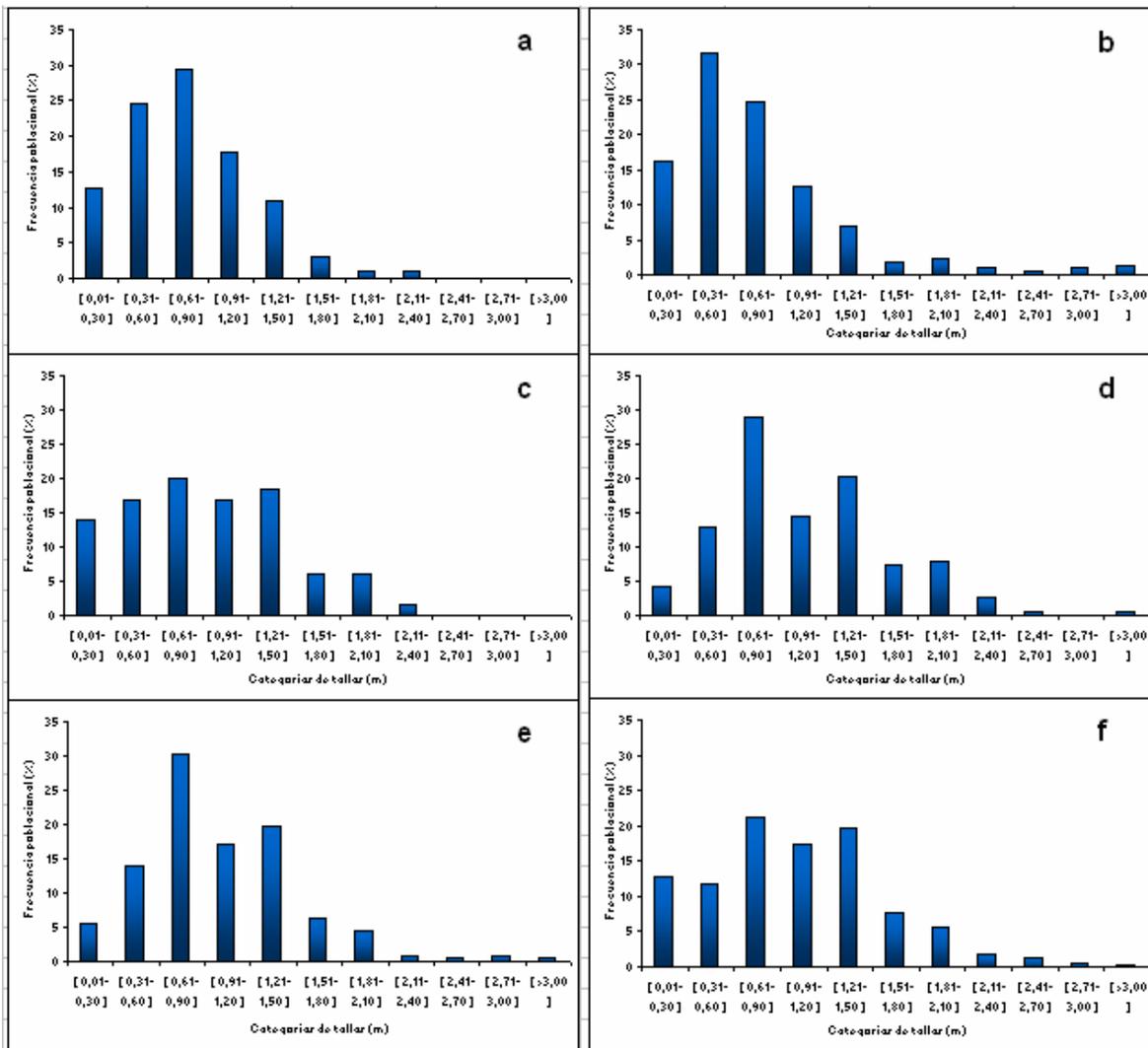


Figura 30. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Turbia, ubicada en sector El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de marzo (a; n=102), abril (b; n=215), mayo (c; n=165), julio (d; n=187), agosto (e; n=222) y septiembre (f; n=316) del 2004.

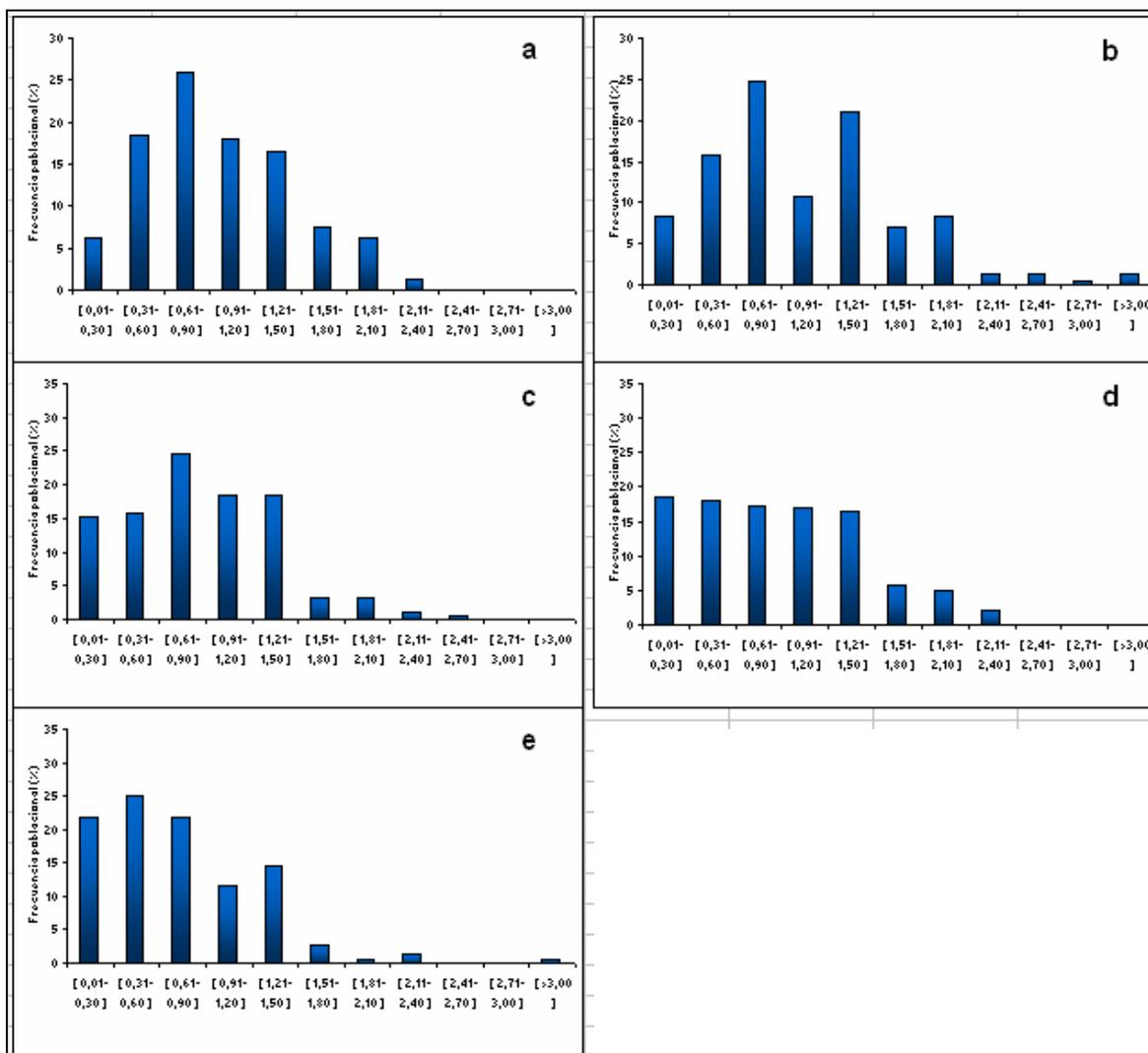


Figura 31. Variación mensual de la frecuencia poblacional (%) por categorías de tallas (cm), en frondas de *Durvillaea antarctica*, para la pradera de La Turbia, ubicada en sector El Piure, Provincia de Arauco VIII Región, durante los meses de octubre (a;n=243), noviembre (b;n=242), diciembre del 2004 (c; n=191), enero (d; n=243), y febrero del 2005 (e;n=215).

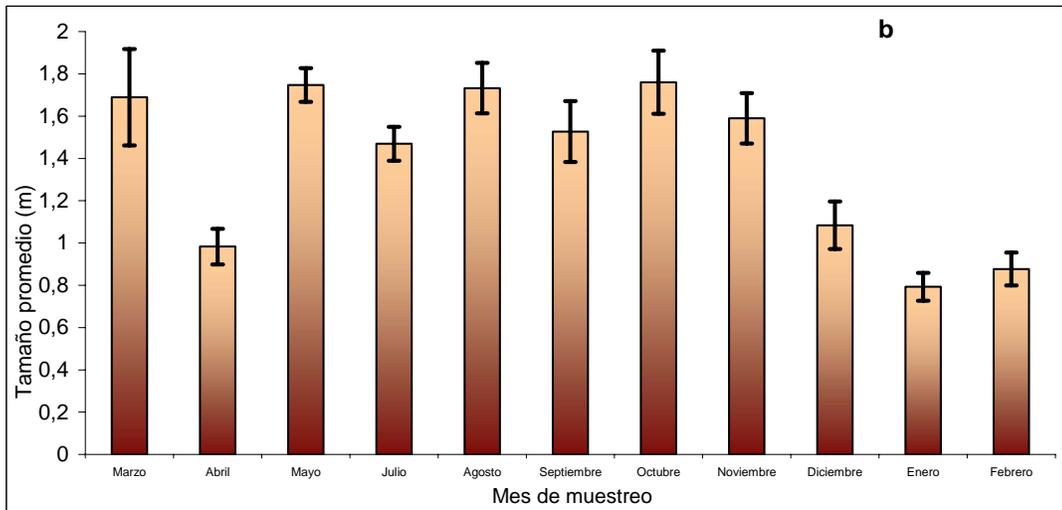
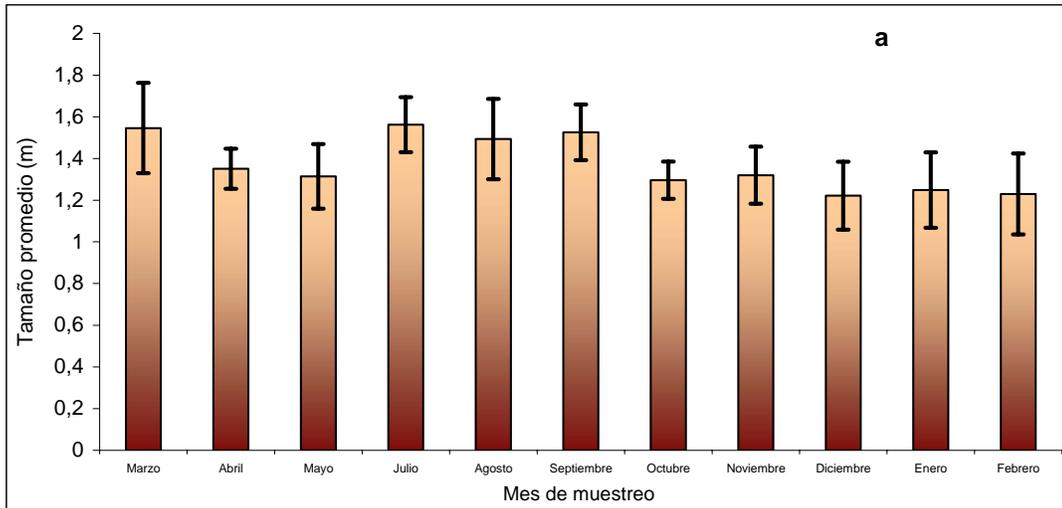


Figura 32. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual del tamaño de la fronda de *Durvillaea antarctica* para las praderas Comillahue (a) y Punta Carnero (b), Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

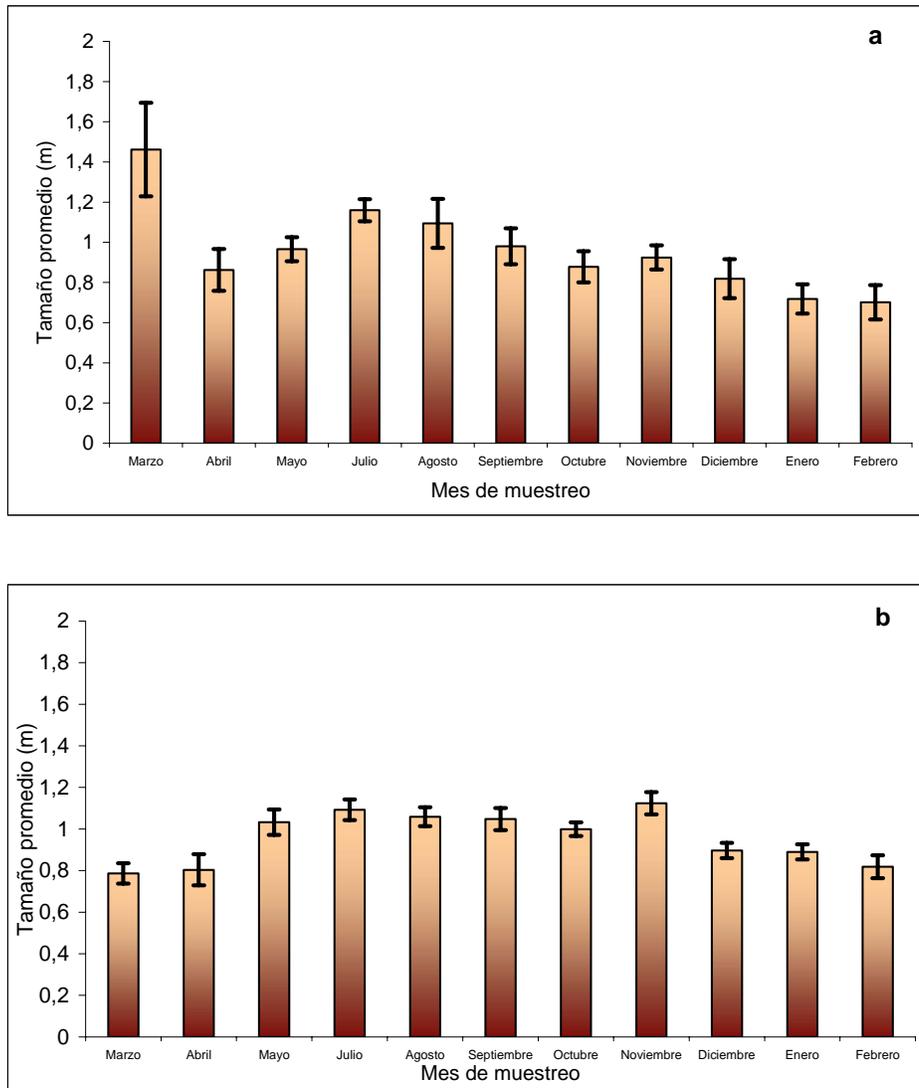


Figura 33. Variación promedio ($\pm ee$; $n=30$) mensual del tamaño de la fronda de *Durvillaea antarctica* para las praderas La Clara (a) y La Turbia (b), Provincia de Arauco, VIII Región, durante marzo del 2004 a febrero del 2005.

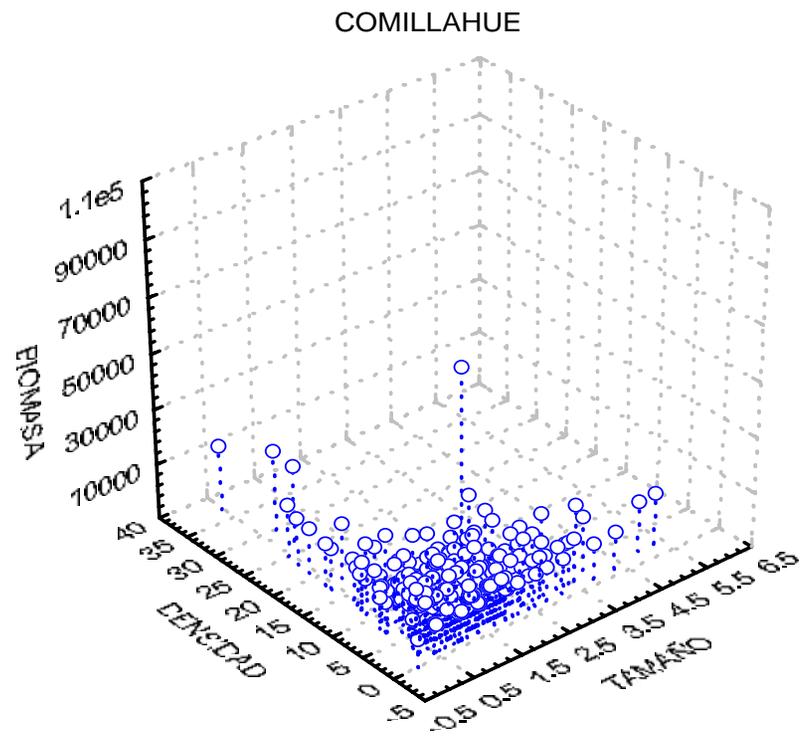


Figura 34. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de las plantas) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de Comillahue.

PUNTA CARNERO

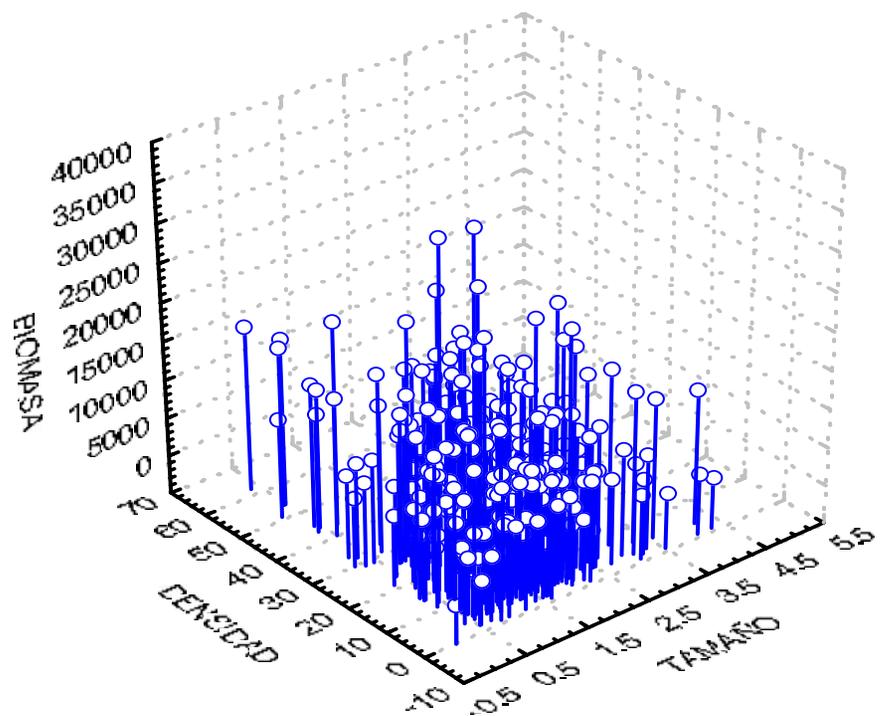


Figura 35. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de Punta Carnero.

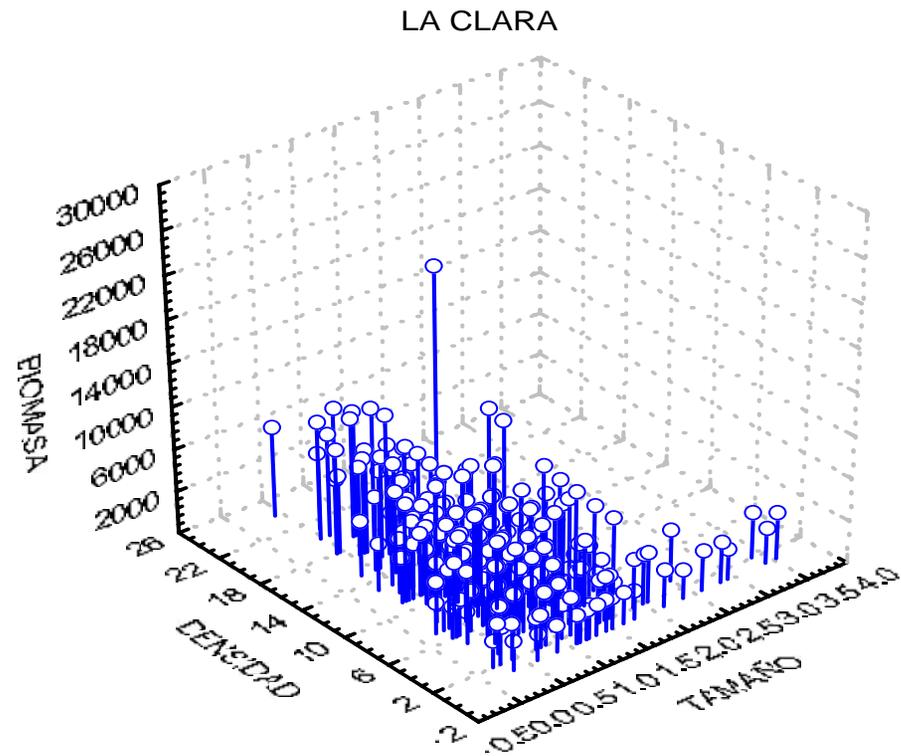


Figura 36. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de La Clara.

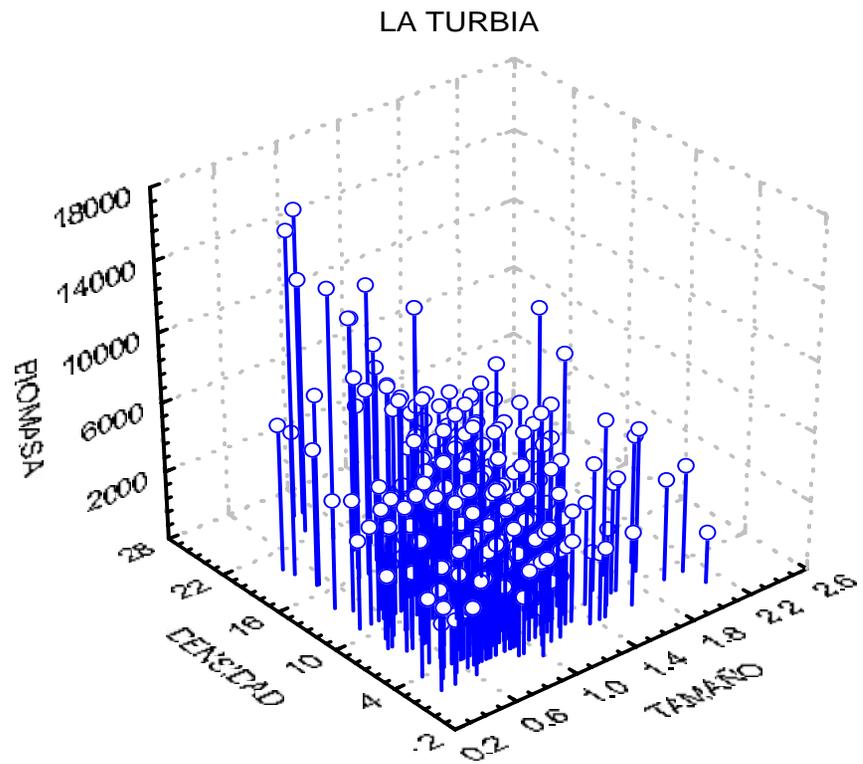


Figura 37. Relación de las tres variables poblacionales (biomasa, densidad y tamaño de la planta) de *Durvillaea antarctica*, en la pradera de La Turbia.

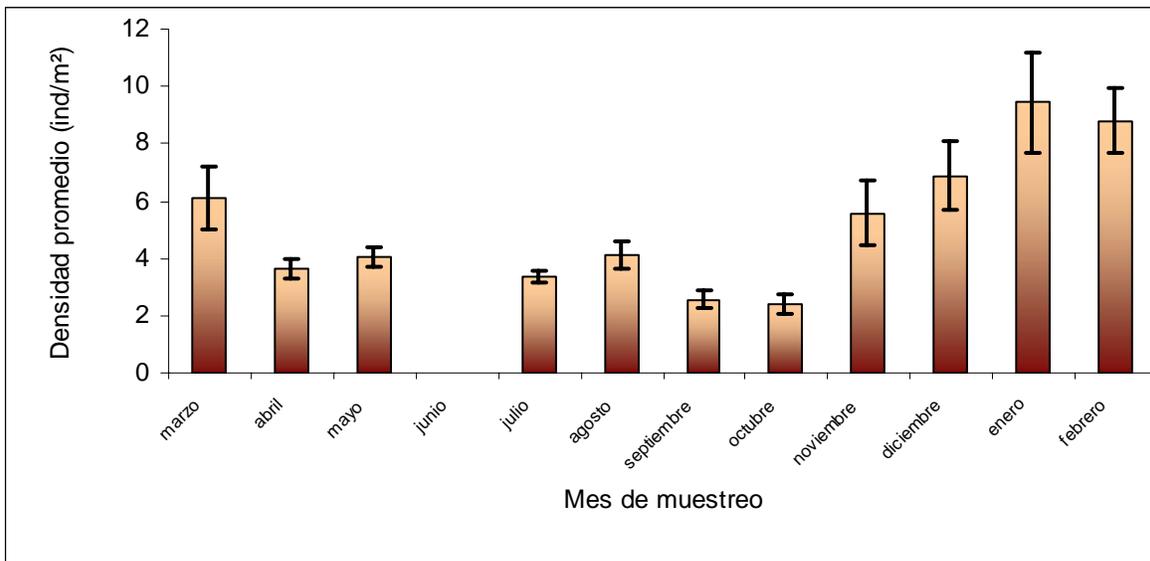
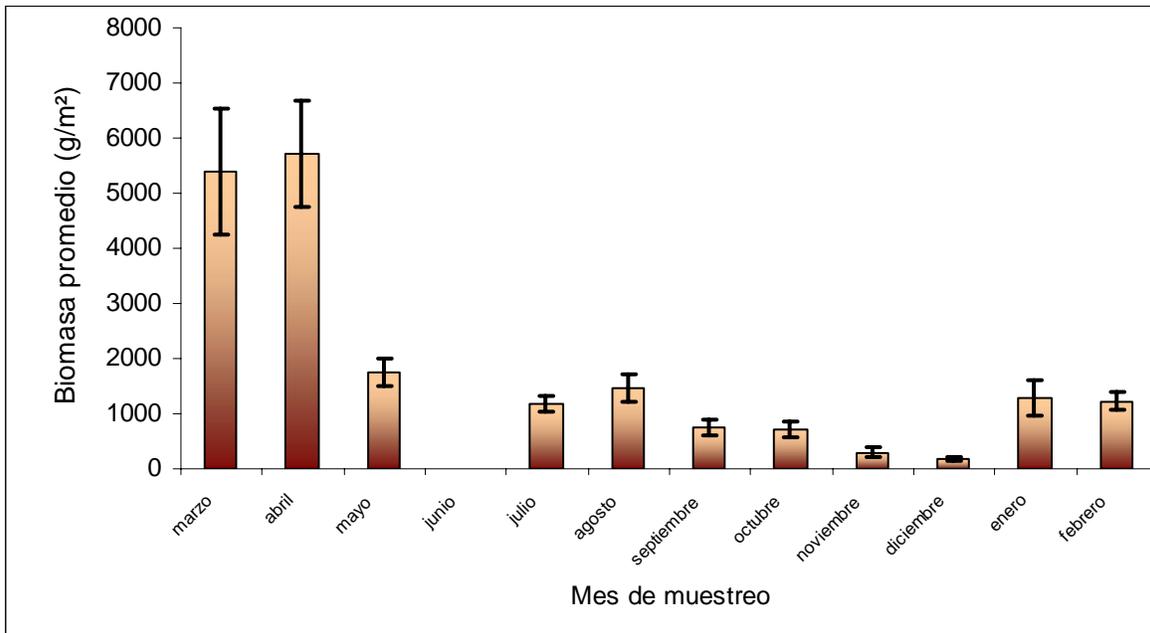


Figura 38. Variación promedio ($\pm ee$; $n=16$) mensual de la biomasa (a) y densidad (b) de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera ubicada en Punta Verde, Sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región, durante los meses de marzo del 2004 a febrero del 2005.

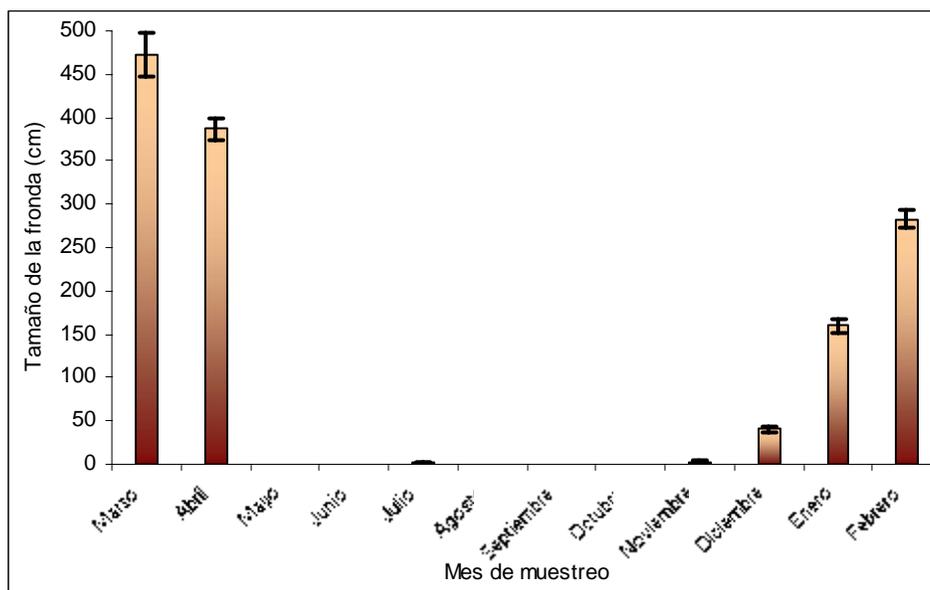


Figura 39. Variación mensual del tamaño (cm²) promedio (\pm ee) de las frondas de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera de Punta Verde, ubicada en el sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región.

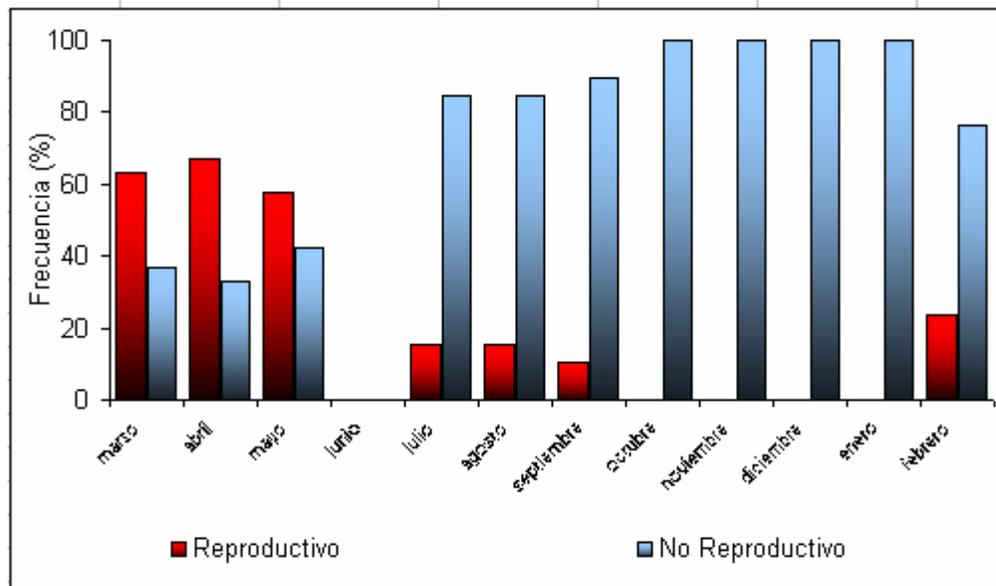


Figura 40. Variación promedio ($\pm ee$; $n=16$) mensual del estado reproductivo de *Macrocystis pyrifera*, para la pradera ubicada en Punta Verde, Sector de Punta Lavapie, Provincia de Arauco, VIII Región, durante los meses de marzo del 2004 a febrero del 2005.

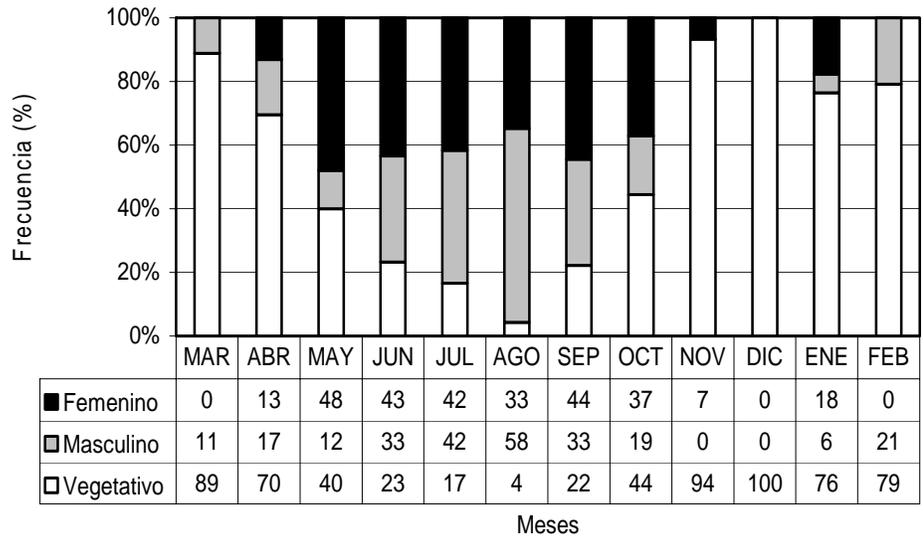


Figura 41. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de Comillahue.

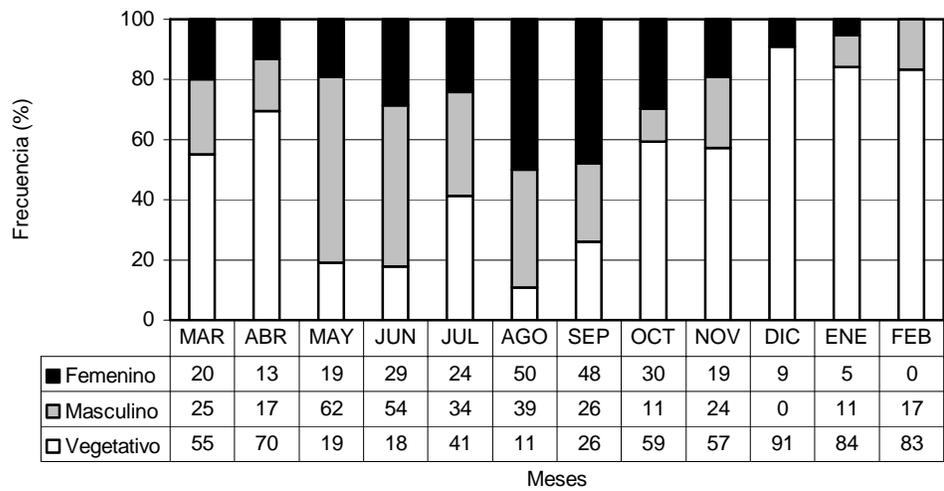


Figura 42. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de Punta Carnero.

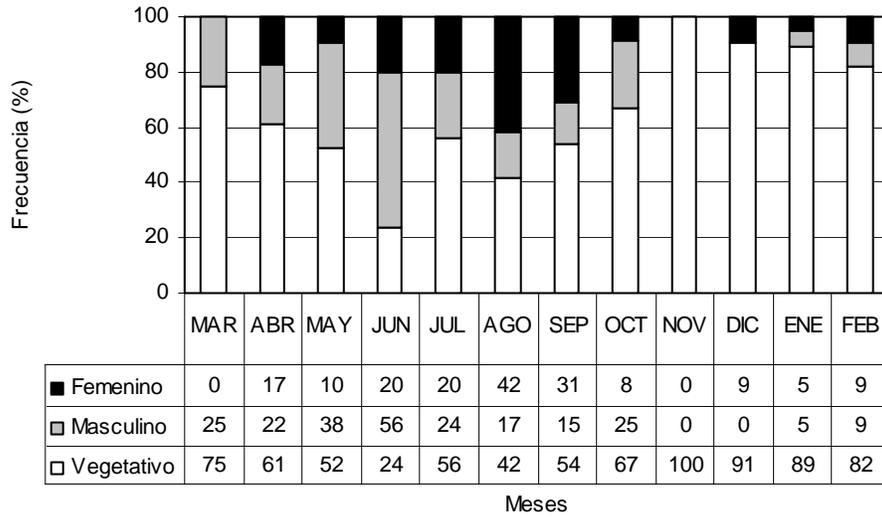


Figura 43. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de La Clara.

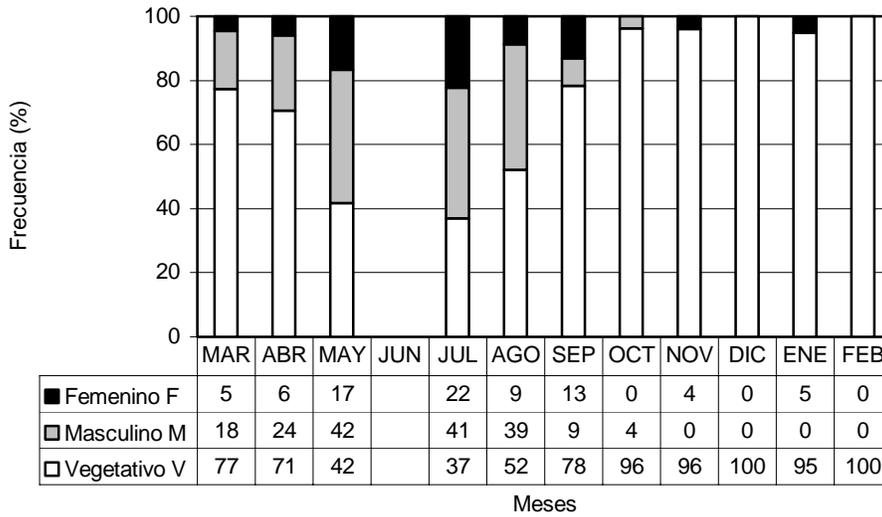


Figura 44. Fenología reproductiva de *Durvillaea* en la localidad de La Turbia.

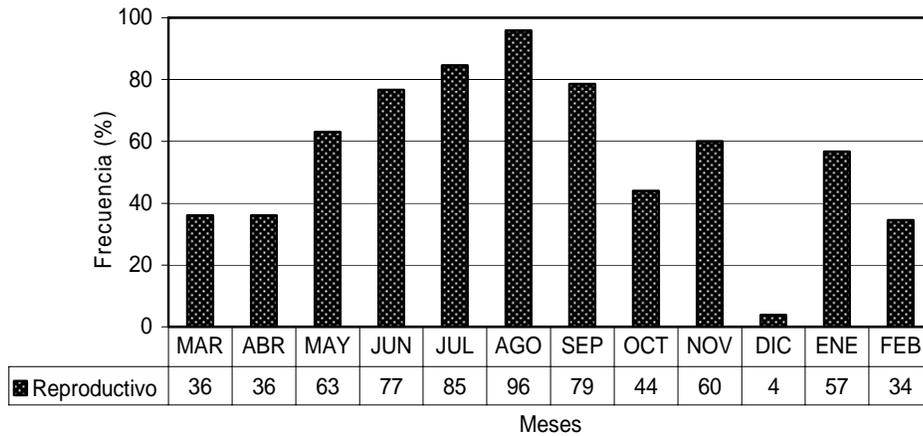


Figura 45. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de Comillahue.

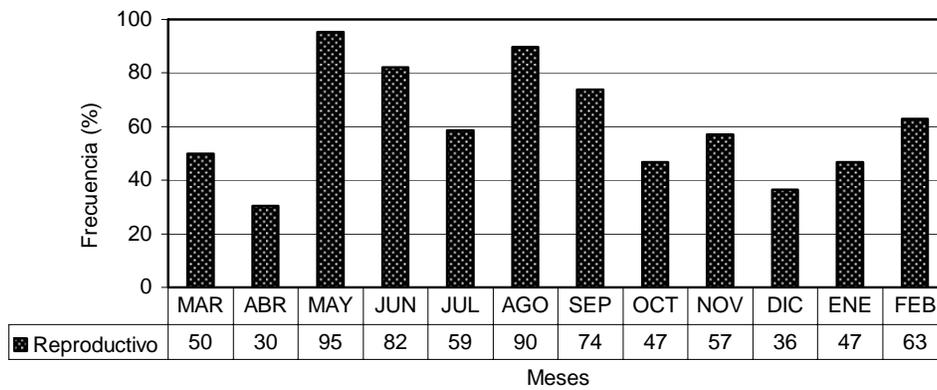


Figura 46. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de Punta Carnero.

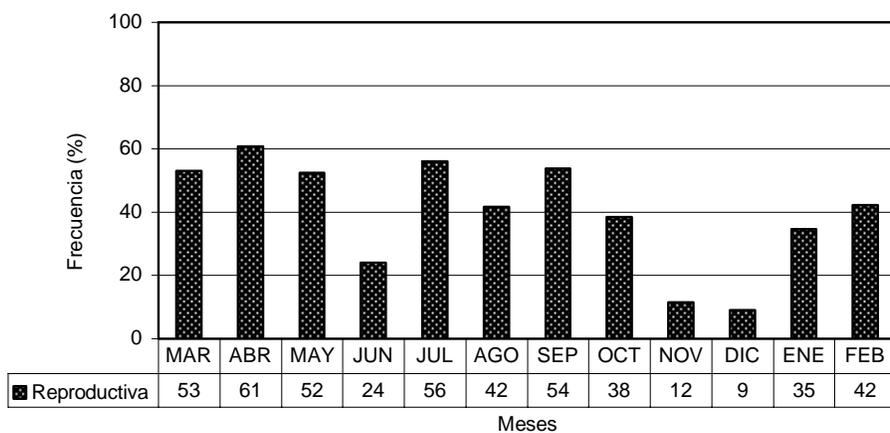


Figura 47. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de La Clara.

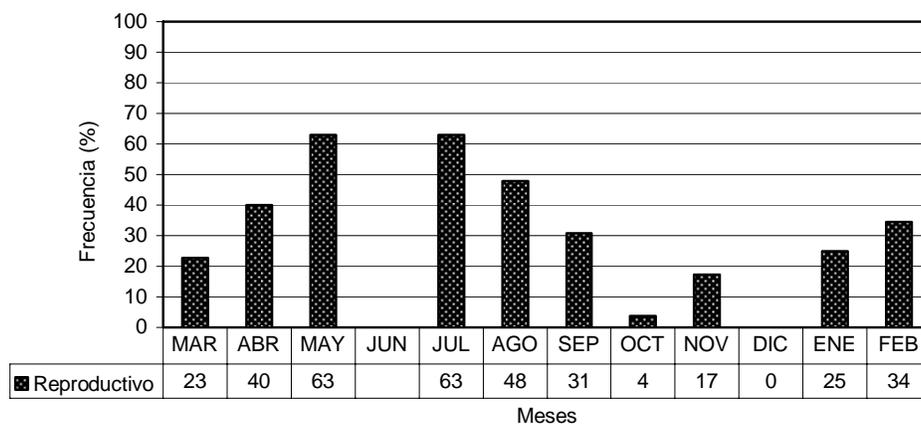


Figura 48. Se ilustra la fertilidad (frecuencia %) de las plantas reproductivas de *Durvillaea* en la pradera de La Turbia.

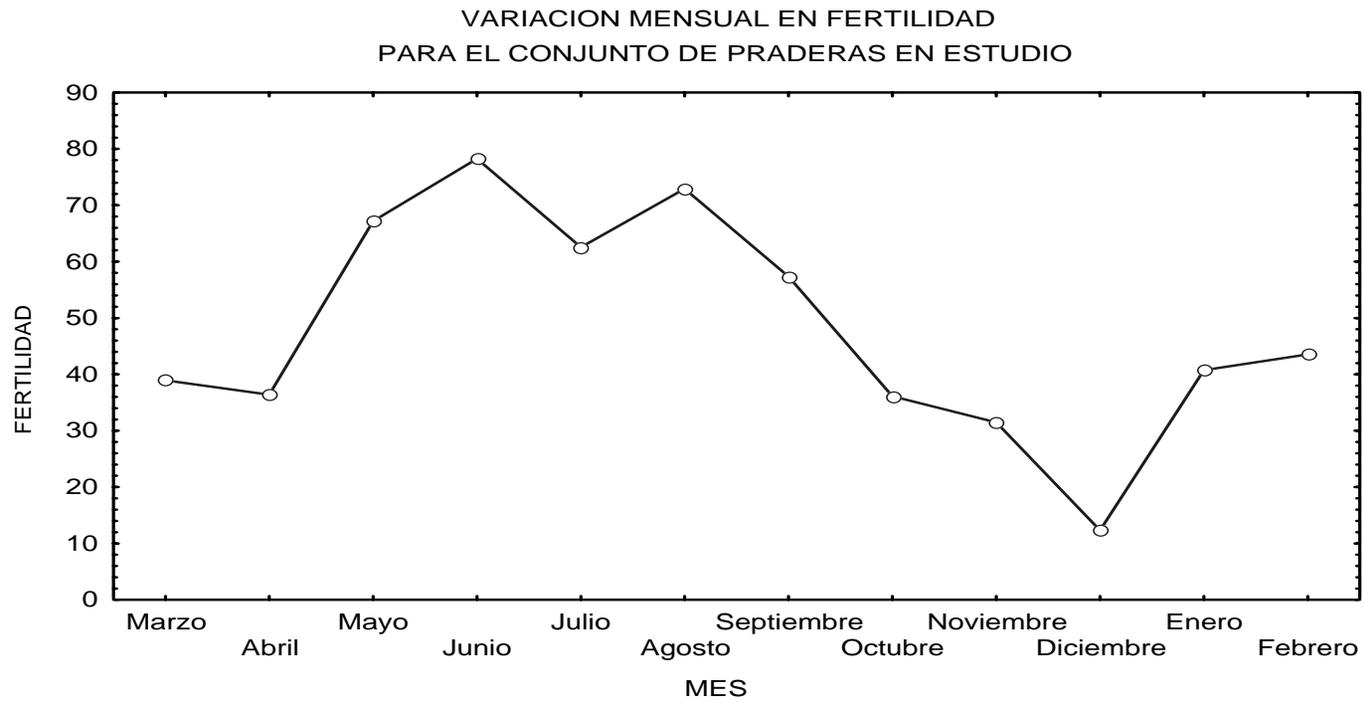


Figura 49. Variación mensual de la fertilidad, para el conjunto de las praderas en estudio.

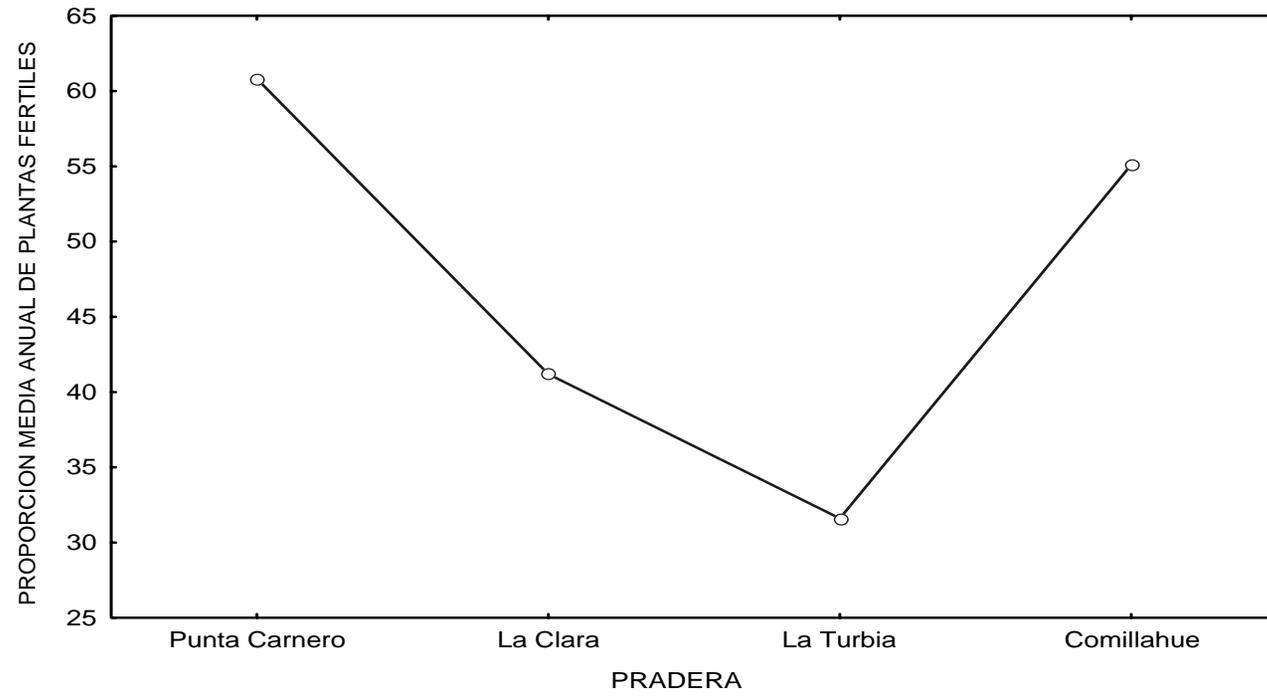


Figura 50. Proporción media anual de las plantas fértiles para cada una de las praderas en estudio.

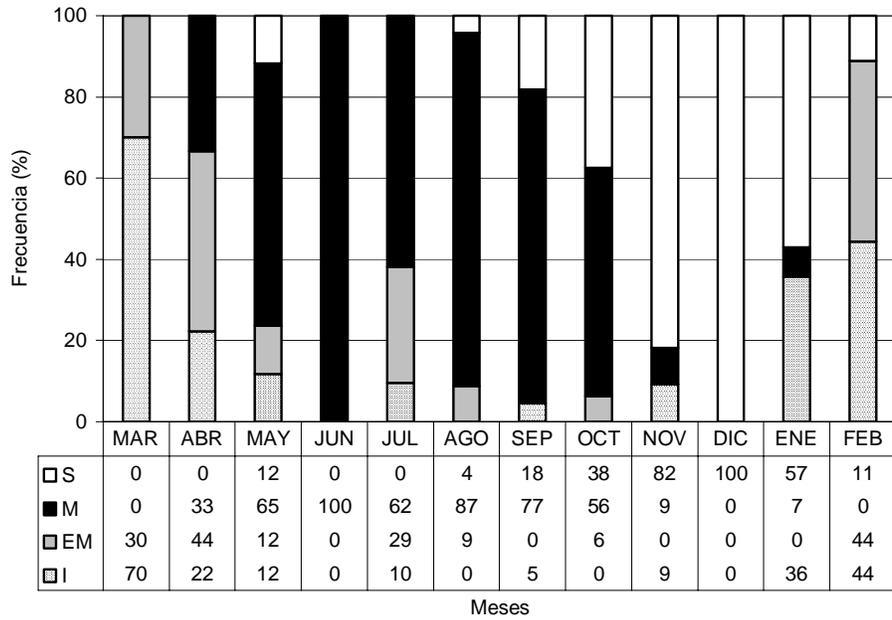


Figura 51. Estados de madurez de *Durvillaea* en la localidad de Comillahue. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.

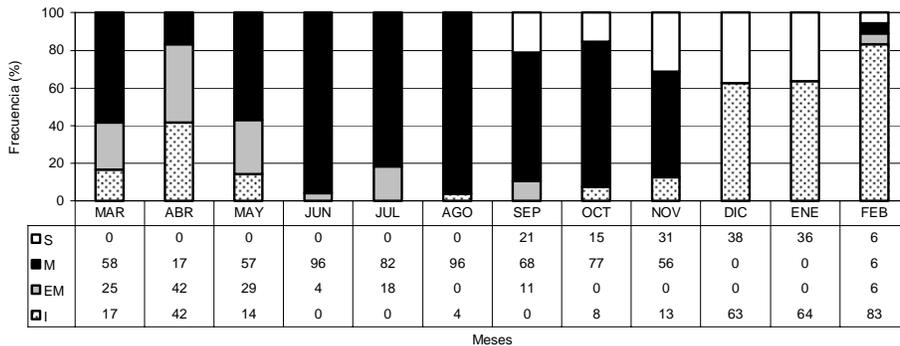


Figura 52. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de Punta Carnero. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.

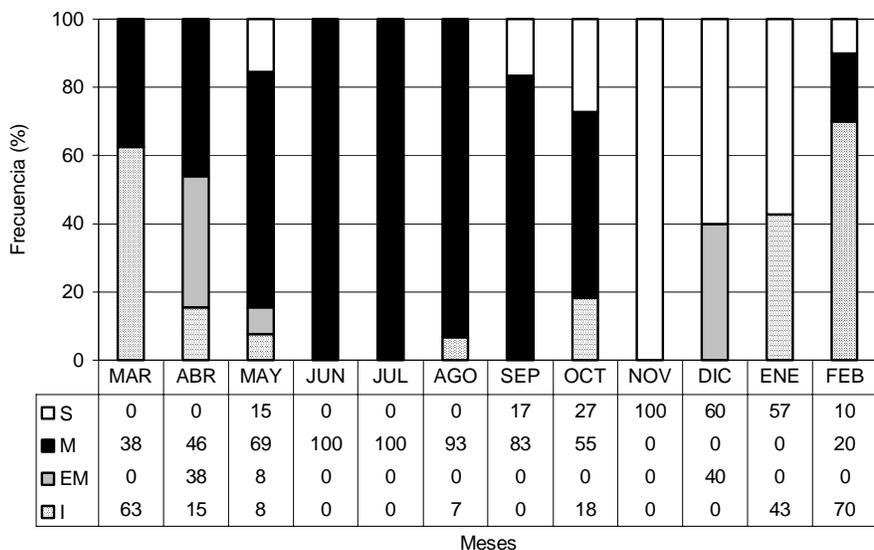


Figura 53. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de La Clara. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.

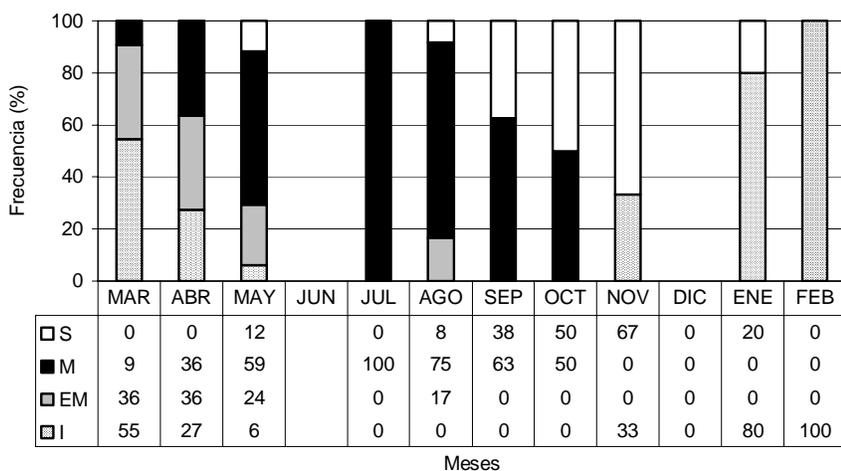


Figura 54. Estado de madurez de *Durvillaea* en la localidad de La Turbia. (I) Inmaduro, (EM) En Maduración, (M) Maduro, (S) Senescente.

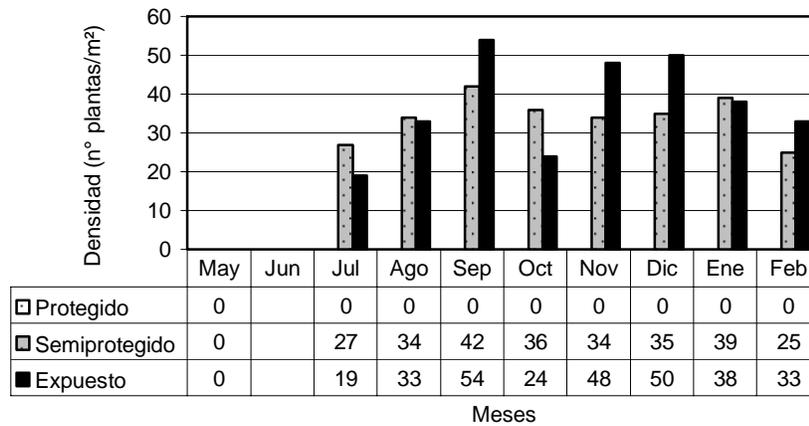


Figura 55. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en otoño. Se ilustra la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En abril se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).

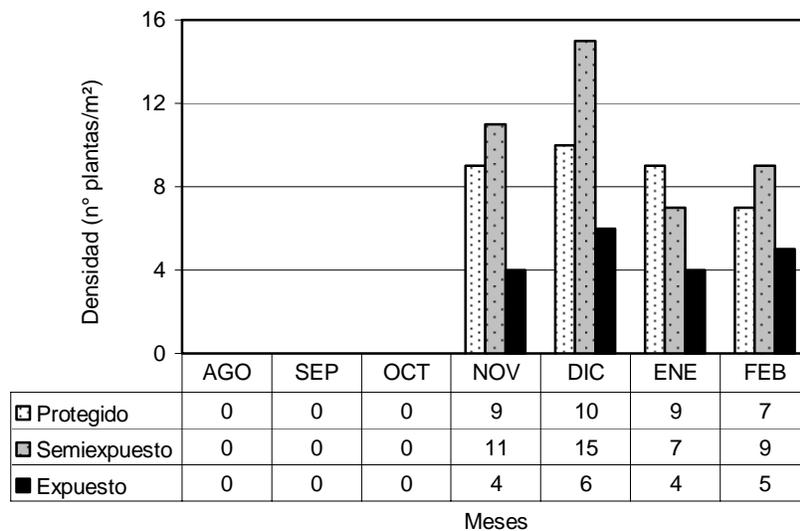


Figura 56. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en invierno. Se presenta la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En julio se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno. (Protegido, semiexpuesto y expuesto).

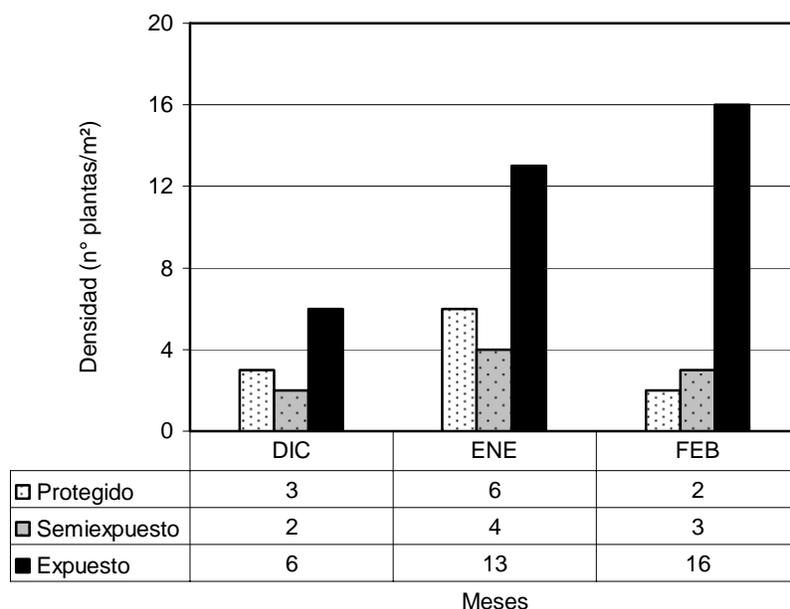


Figura 57. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en primavera ilustrando la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En noviembre se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).

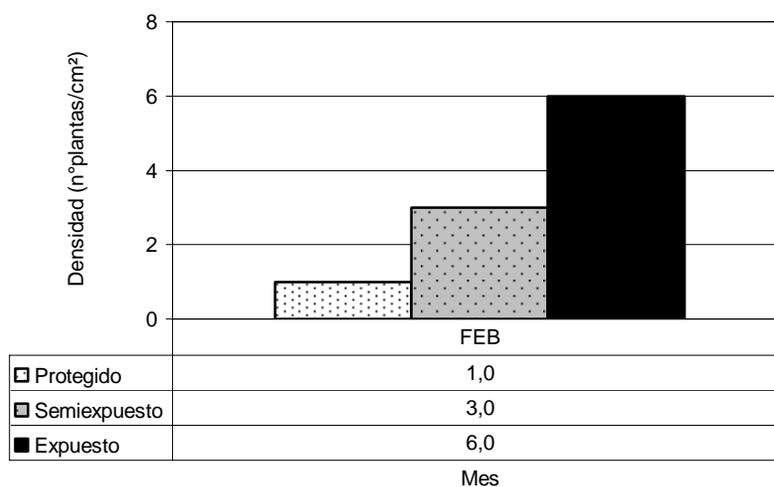


Figura 58. Experiencia de denudación en la pradera de La Turbia en verano ilustrando la densidad de plantas de *Durvillaea* reclutadas (n° de plantas/m²). En enero se denudaron 3 cuadrantes de 1m² cada uno (protegido, semiexpuesto y expuesto).

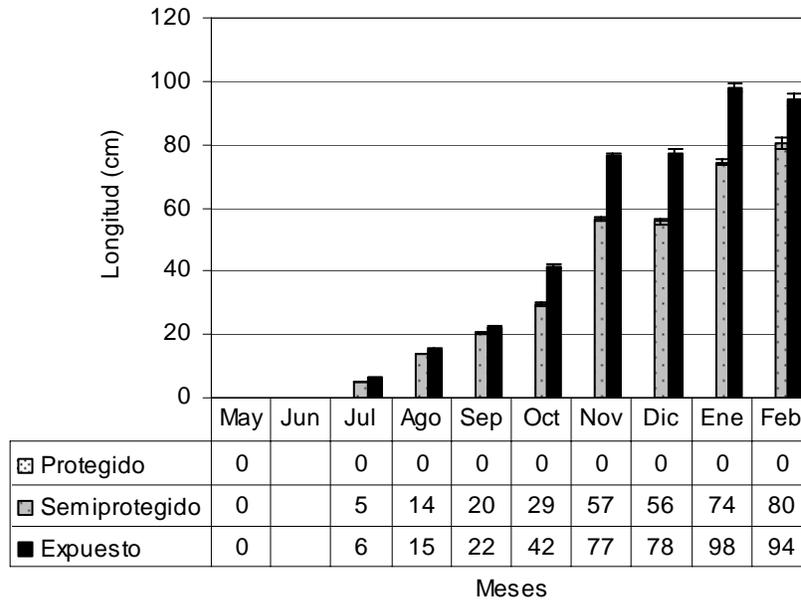


Figura 59. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de otoño).

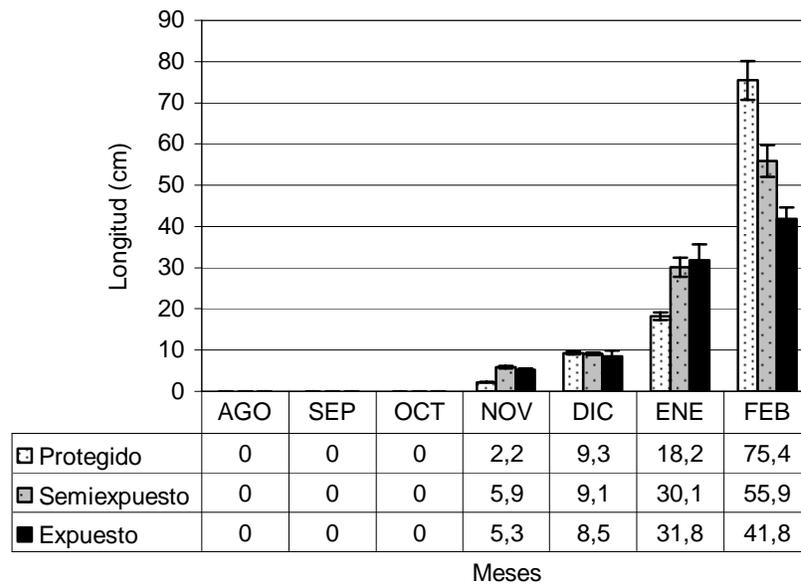


Figura 60. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de invierno).

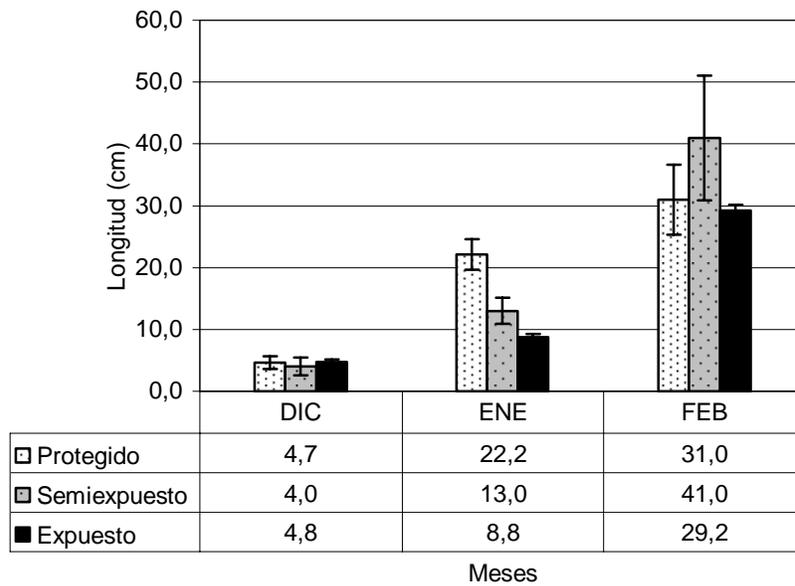


Figura 61. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de primavera).

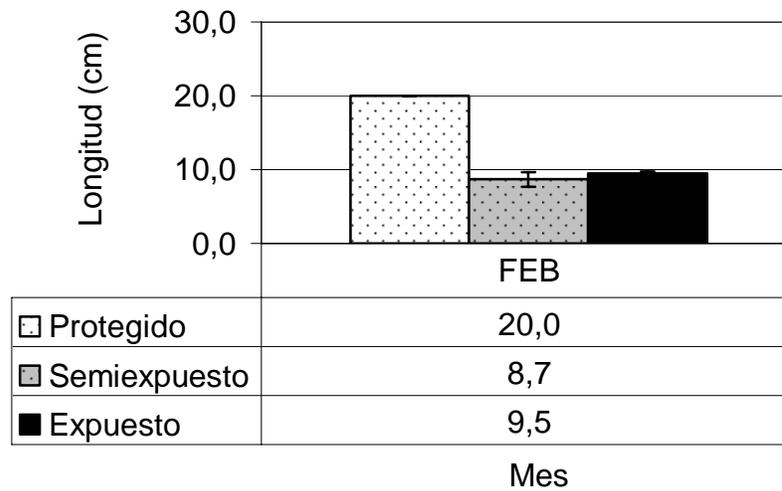


Figura 62. Crecimiento de *Durvillaea* en longitud (cm), en la localidad de La Turbia (Denudación de verano).

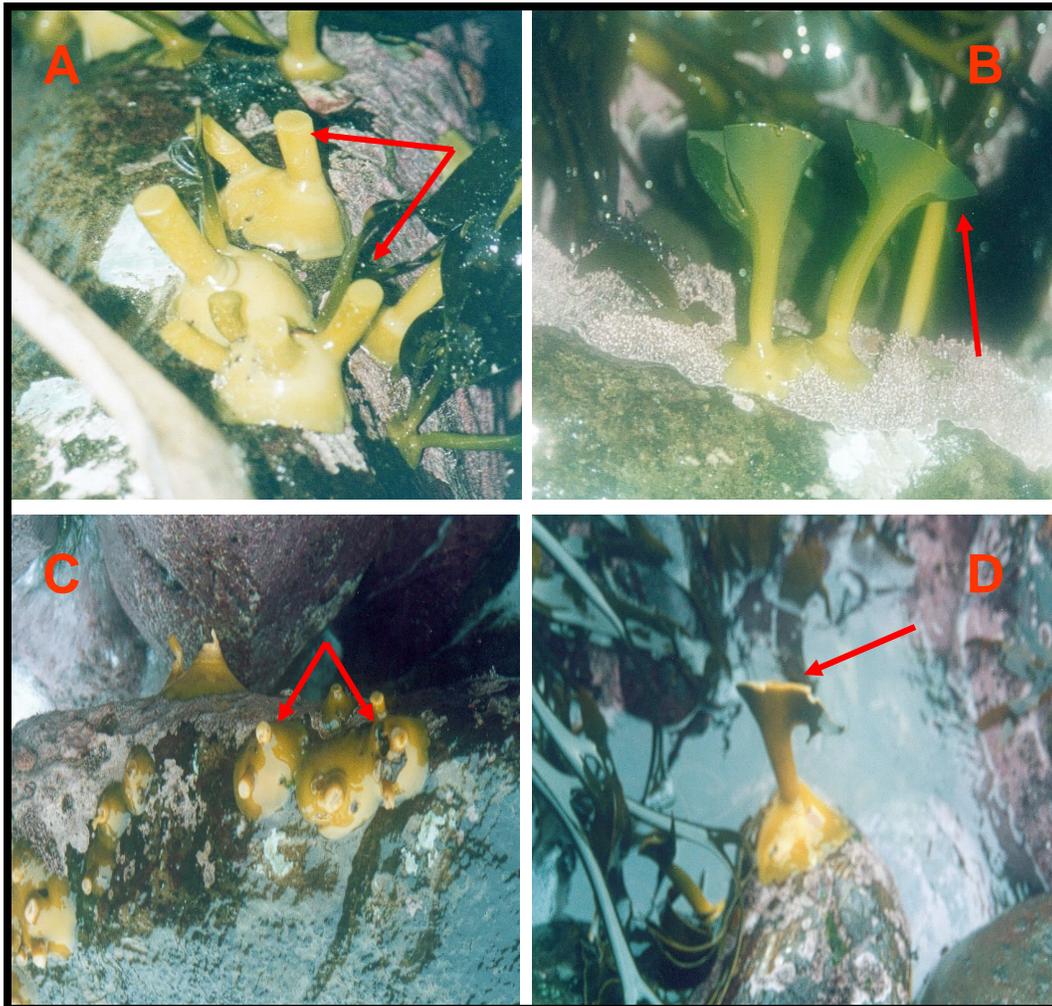


Figura 63. Ilustra la secuencia del efecto de regeneración ocurrido a partir del mes de marzo al mes de abril del 2004, para frondas de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Punta Carnero, sector Caleta Yani, Provincia de Arauco VIII Región. (A) Corte basal desde el estipe cilíndrico de la fronda realizado en marzo del 2004. (B) Corte desde el estipe aplanado de la fronda realizado en el mes de marzo del 2004. (C y D) Efecto producido en el mes de abril en ambas secciones cortadas en la fronda.



Figura 64. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, desde zona de corte basal del estipe y zona corte base de la fronda aplanada, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 1 mes se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.



Figura 65. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, en la zona del estipe, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 7 meses se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.



Figura 66. Regeneración de plantas de *Durvillaea antarctica*, a partir del corte realizado en la base de la fronda aplanada, experiencia montada durante el mes de agosto, al cabo de 7 meses se observa en forma clara la presencia de nuevas frondas.

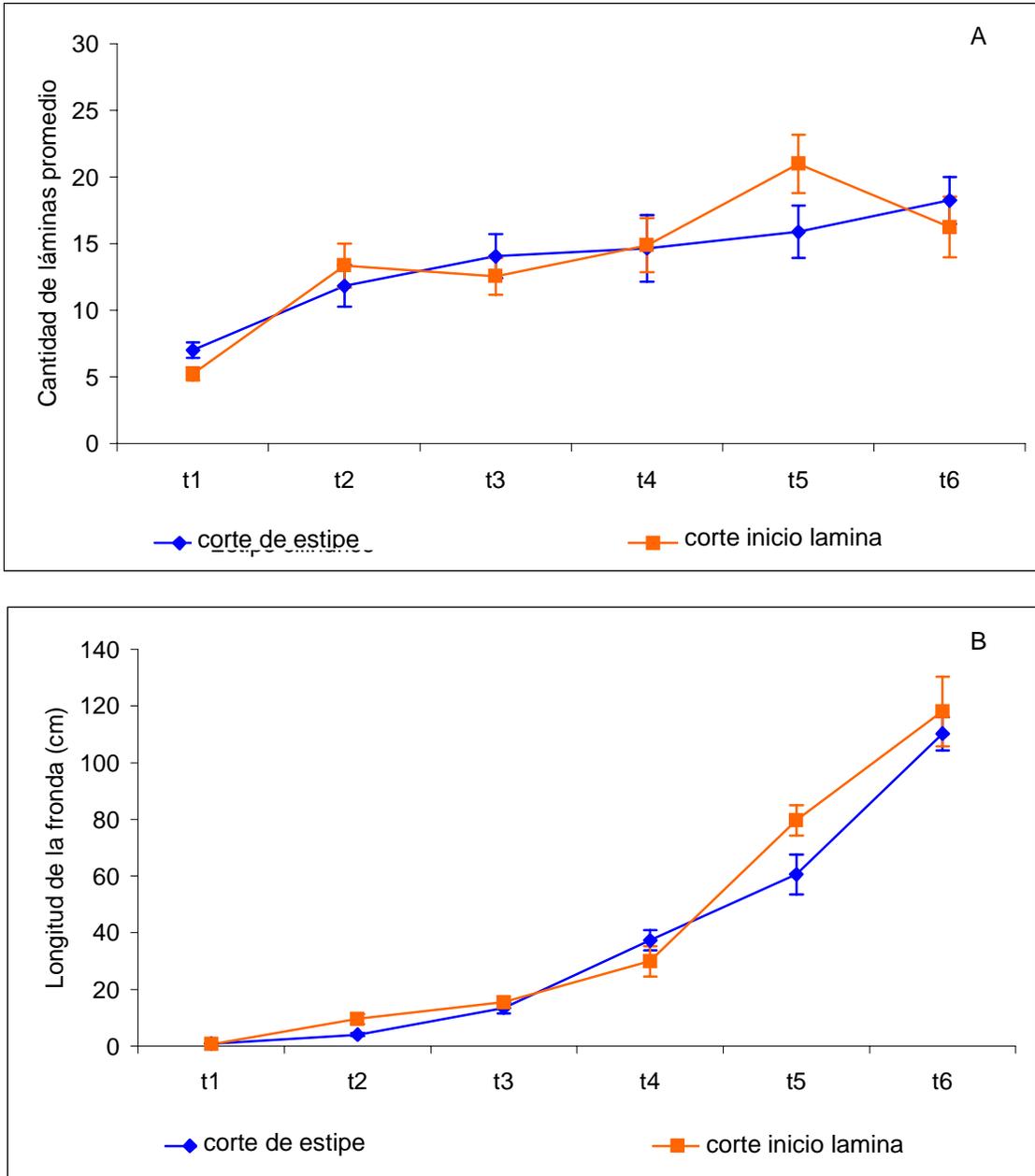


Figura 67. Regeneración de frondas de *Durvillaea antarctica* en la pradera de Punta Carnero, experiencia iniciada en el mes de agosto del 2004 y finalizada en el mes de febrero del 2005. A) Fluctuación en el tiempo del numero brotes de laminas "Cochayuyo" utilizando ambos tipos de cortes. B) Crecimiento (cm) de los brotes de láminas en el tiempo.

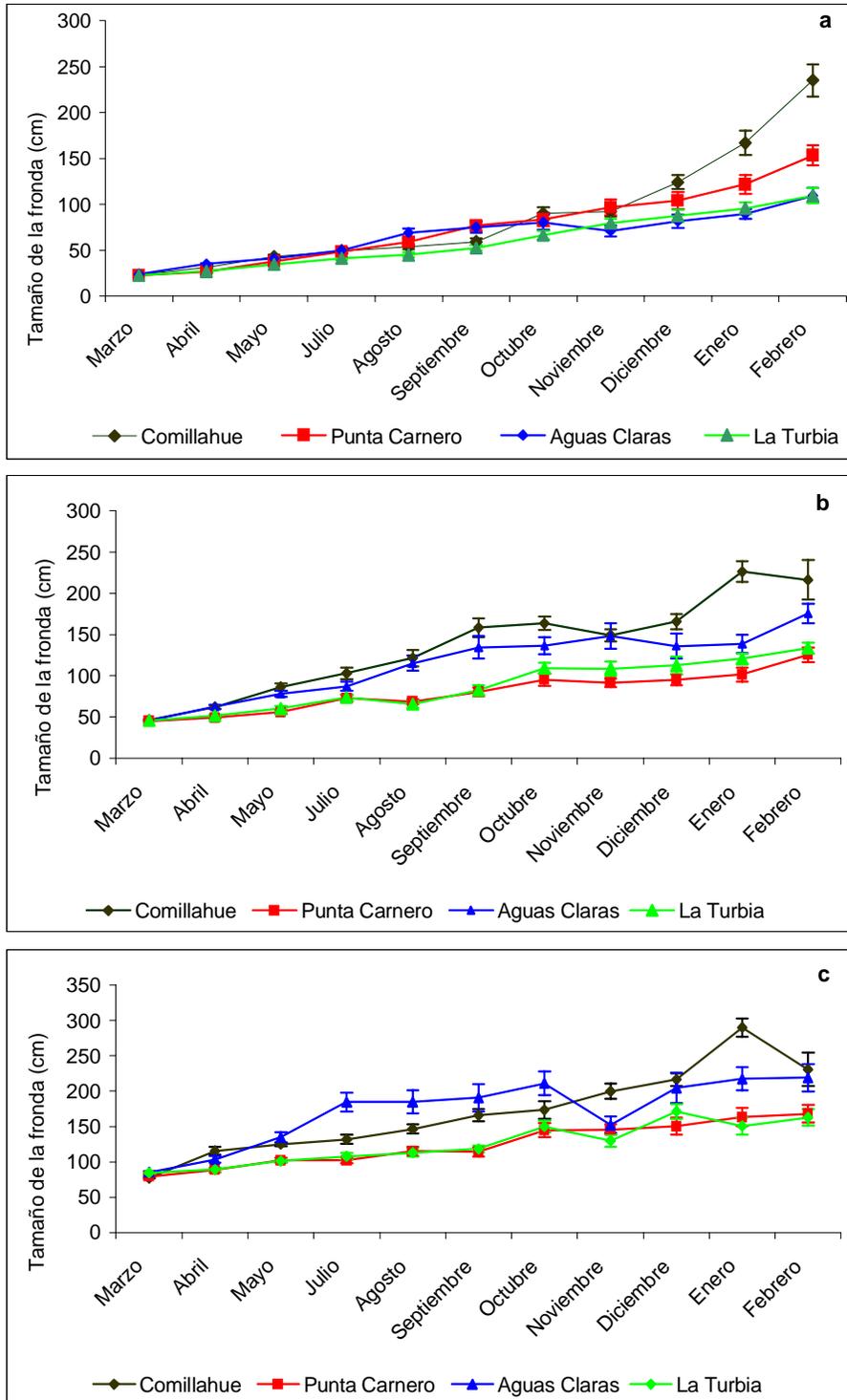


Figura 68. Variación mensual promedio (n=20) del tamaño de las clases de tallas: Talla 1=20-25cm (a), Talla 2 =40-50cm (b) y Talla 3=70-90cm (c), para el crecimiento vegetativo de frondas de *Durvillaea antarctica*, en las cuatro praderas en estudio de la Provincia de Arauco.

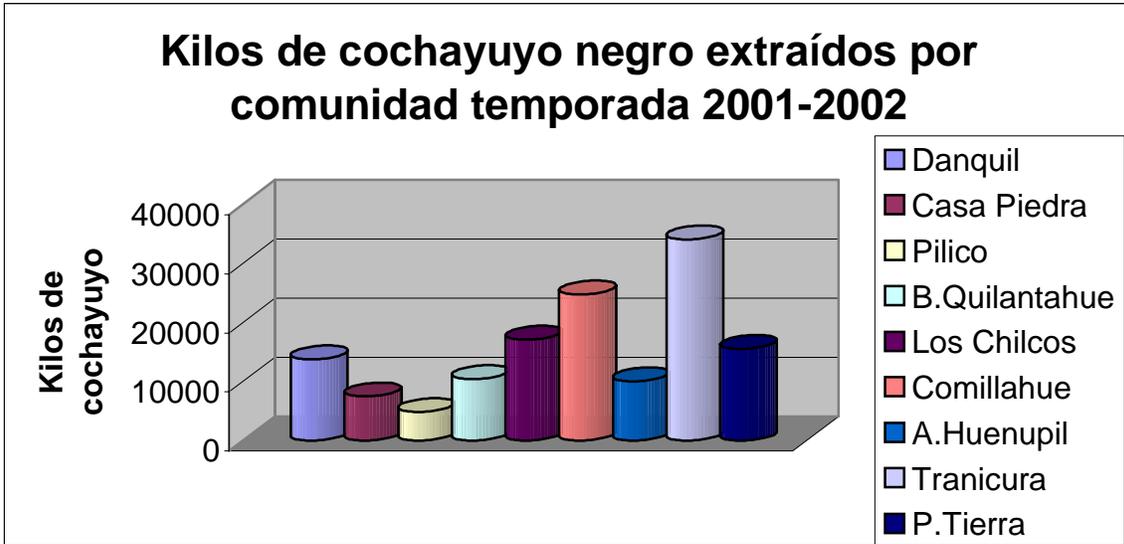


Figura 69. *Durvillaea antarctica* “cochayuyo” negro extraído por comunidad durante la temporada 2001 – 2002.

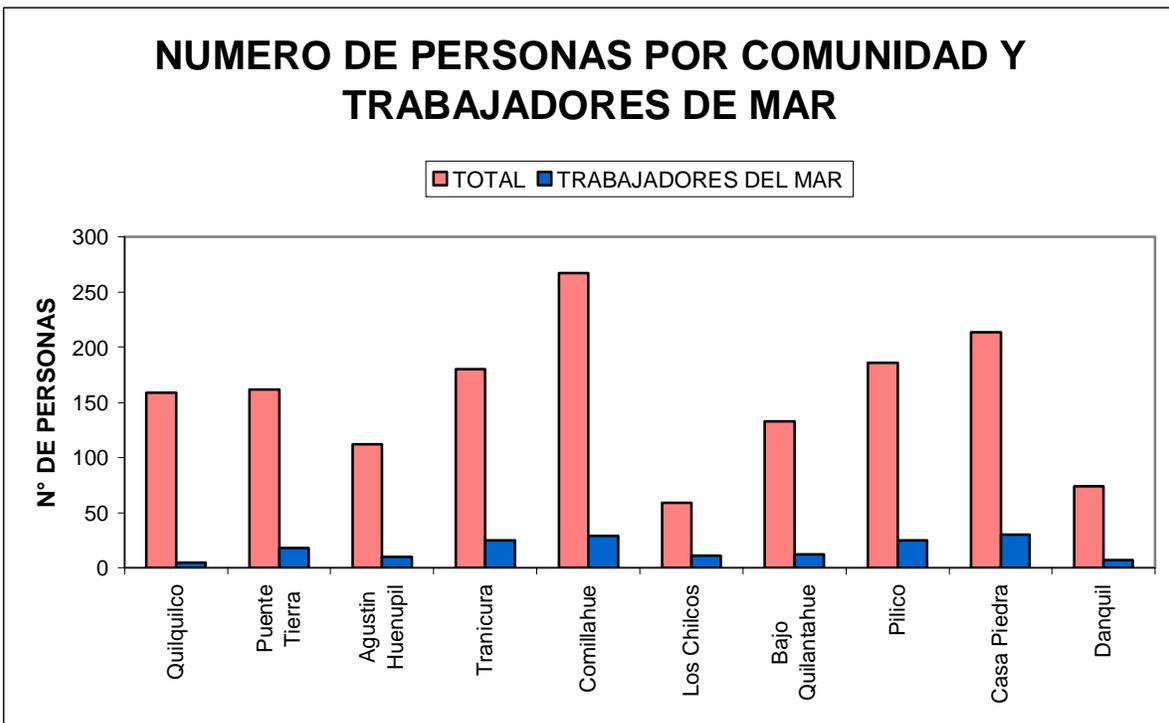


Figura 70. Se presenta el número total de miembros de la comunidad versus el número de estos que trabaja en el mar.

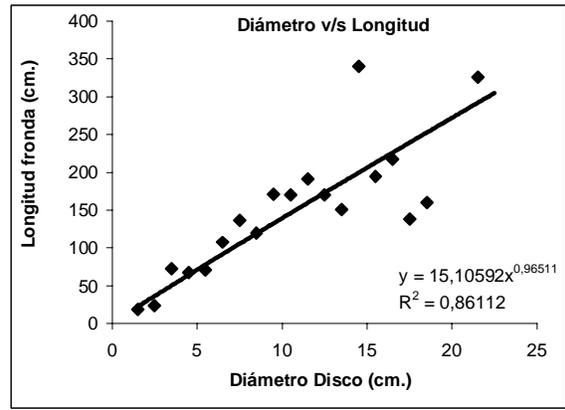
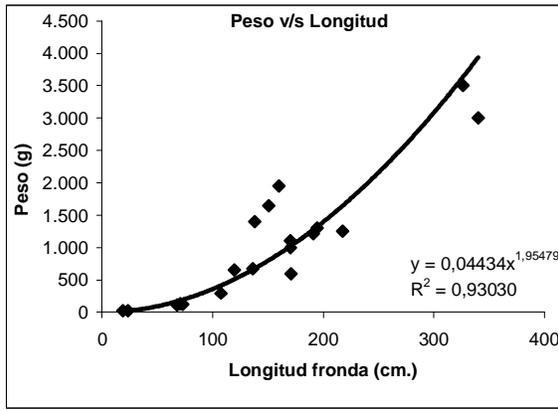
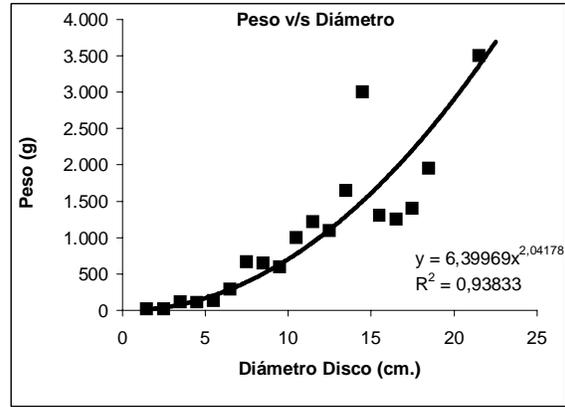
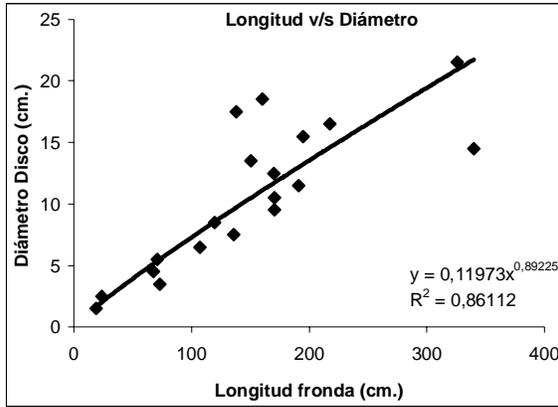


Figura 71. Relaciones gravimorfométricas de *D. antarctica* para el conjunto de praderas en estudio.

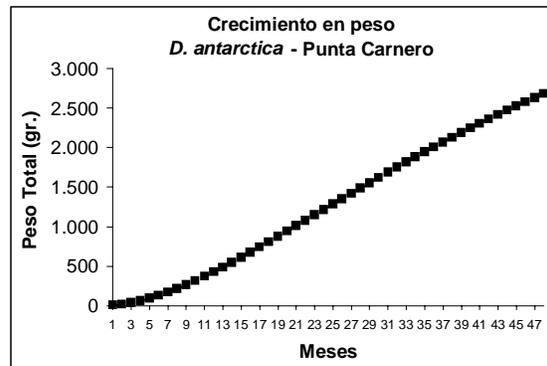
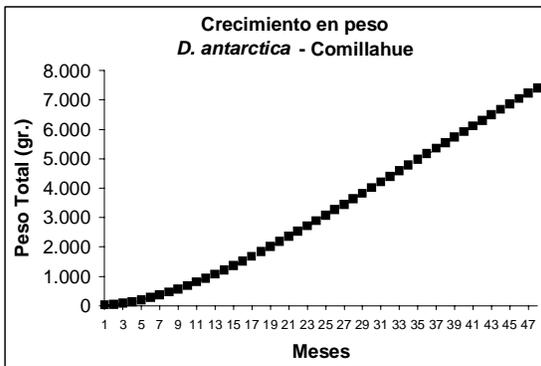
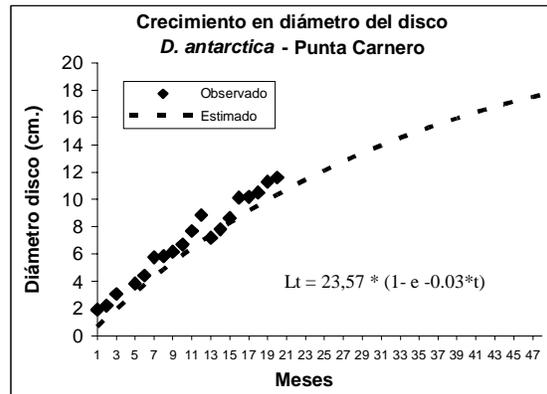
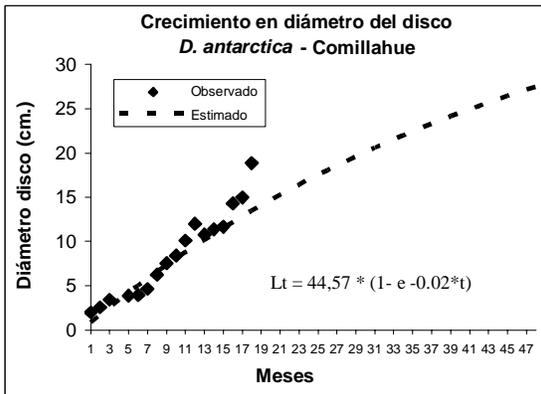
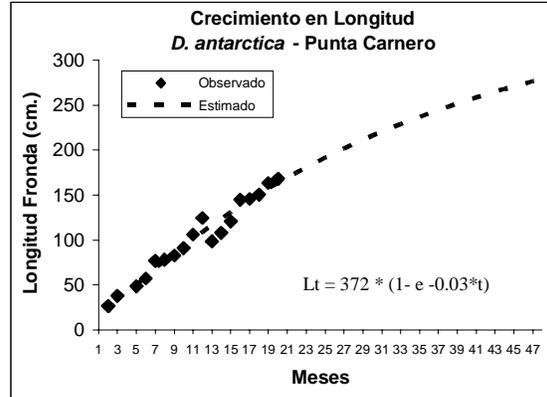
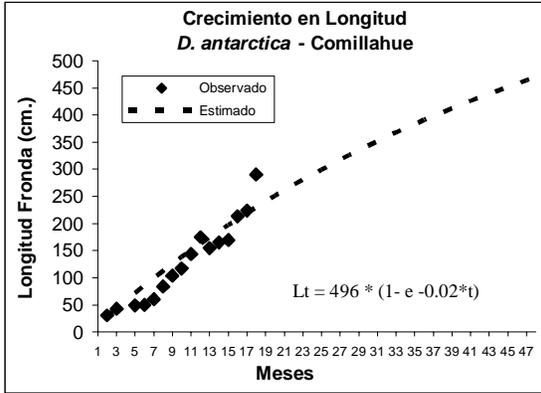


Figura 72a. Ajustes de crecimiento en talla de frondas, diámetro del disco y peso de *D. Antarctica* en las praderas de Comillahue y Punta Carnero.

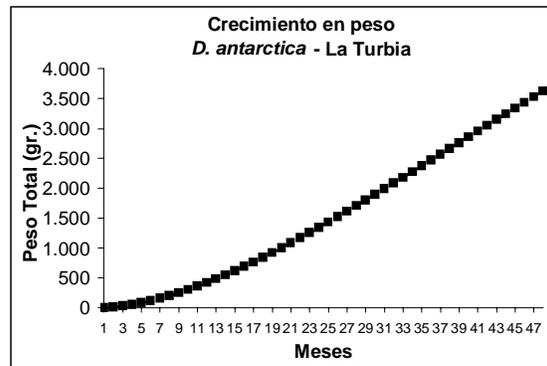
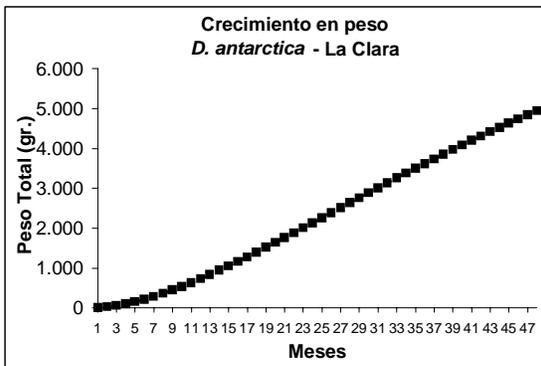
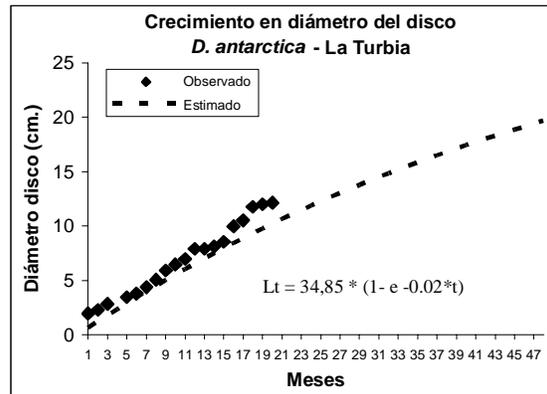
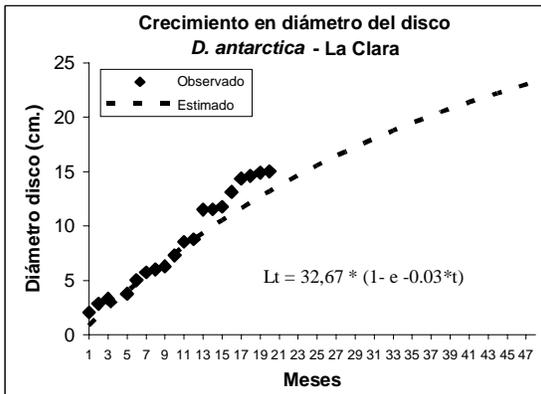
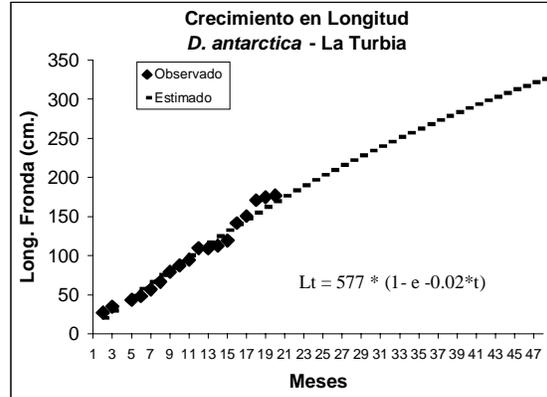
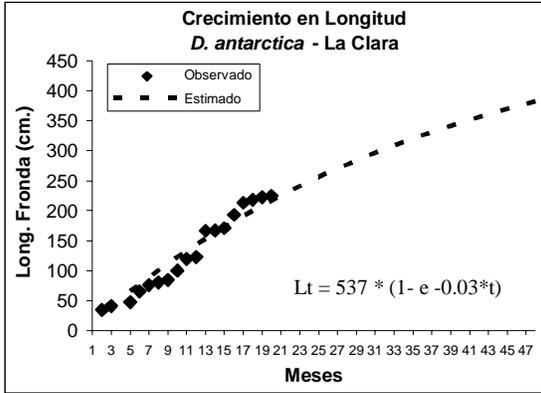


Figura 72b. Ajustes de crecimiento en talla de frondas, diámetro del disco y peso de *D. Antarctica* en las praderas de Aguas Claras y La Turbia.

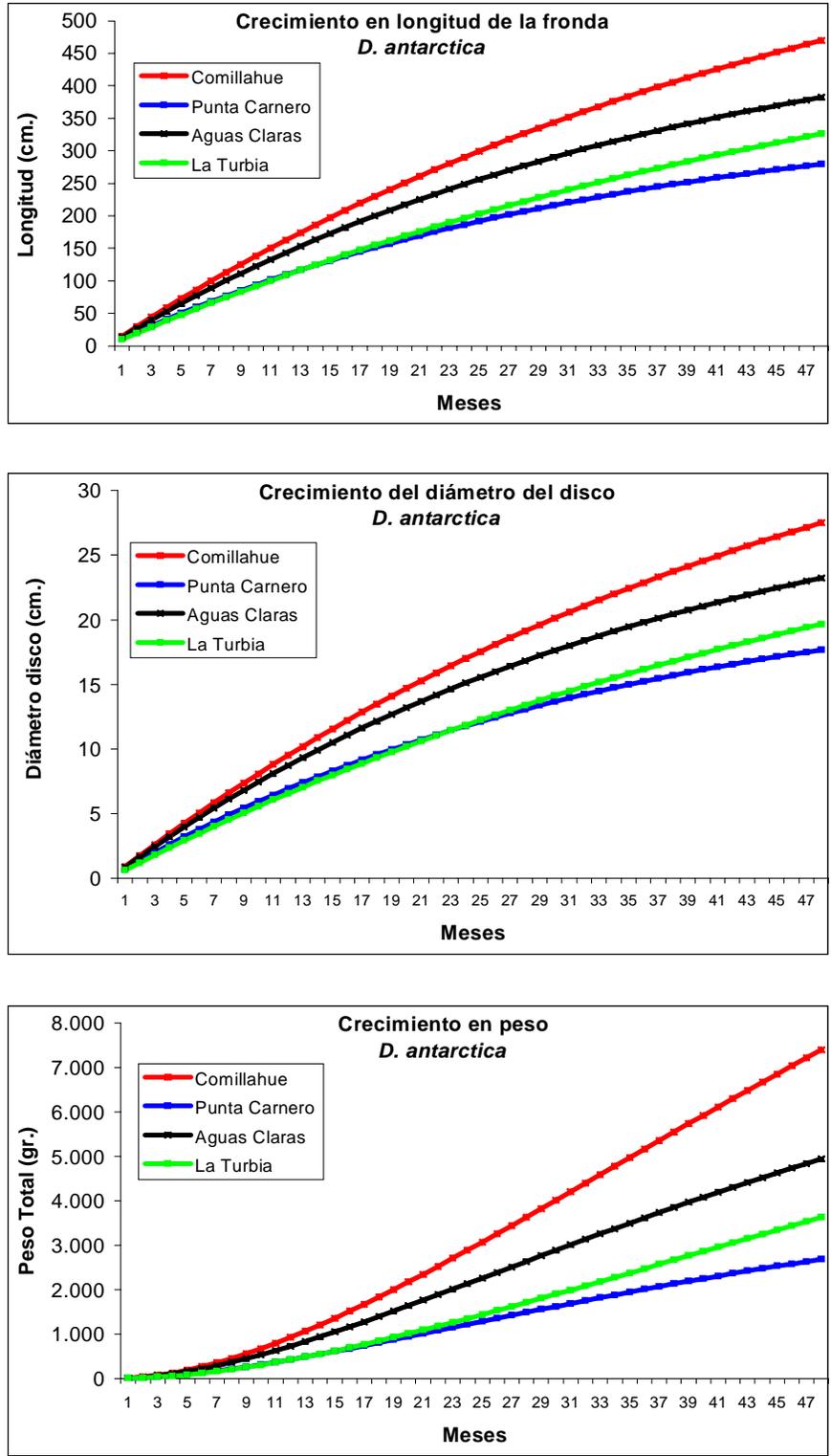


Figura 73. Curvas de crecimiento en longitud de frondas, diámetro del disco y peso de *D. Antarctica* en las praderas en estudio.

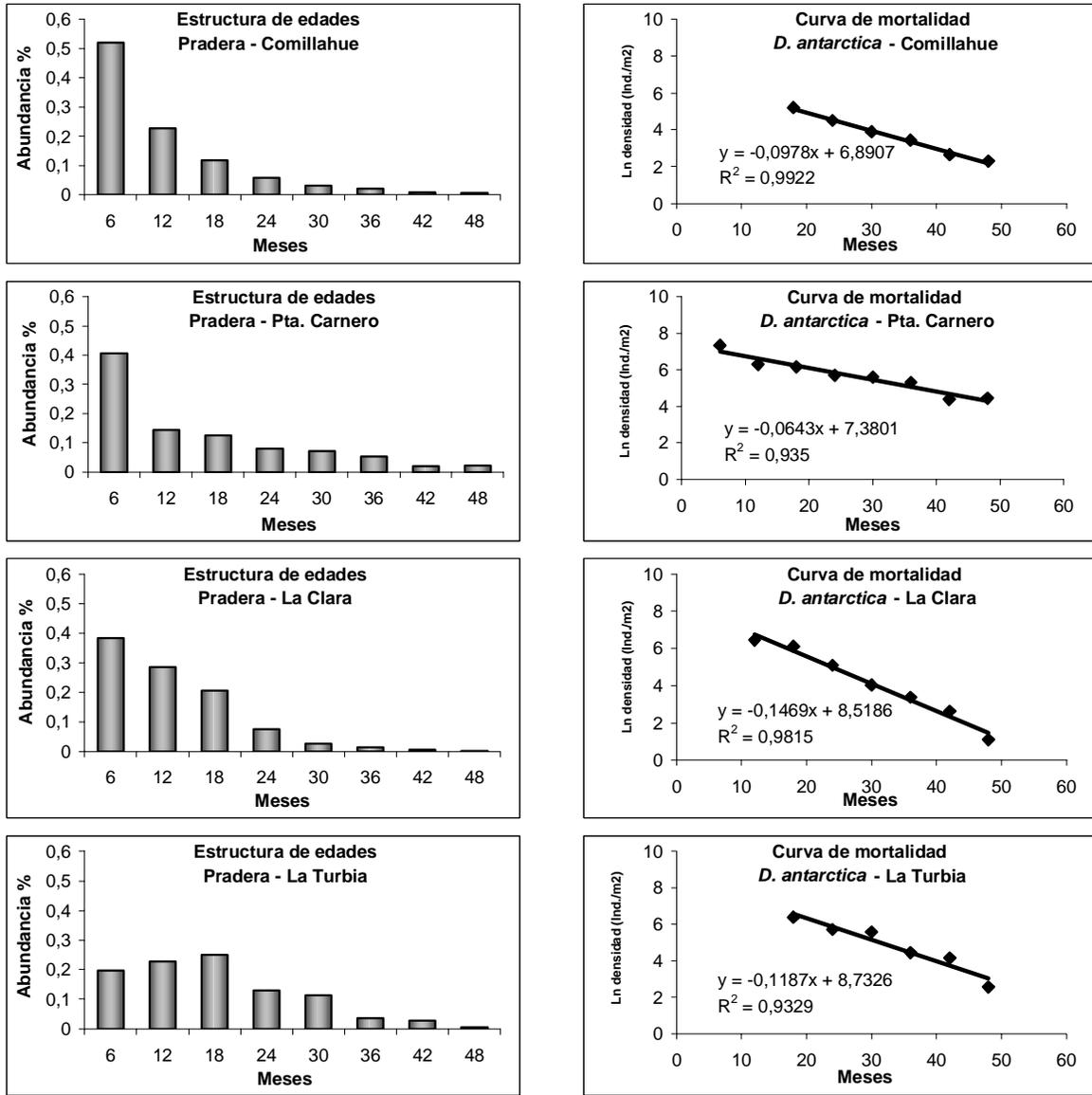


Figura 74. Composiciones de edades poblacionales y estimación de mortalidad de *D. antarctica* en las praderas en estudio.

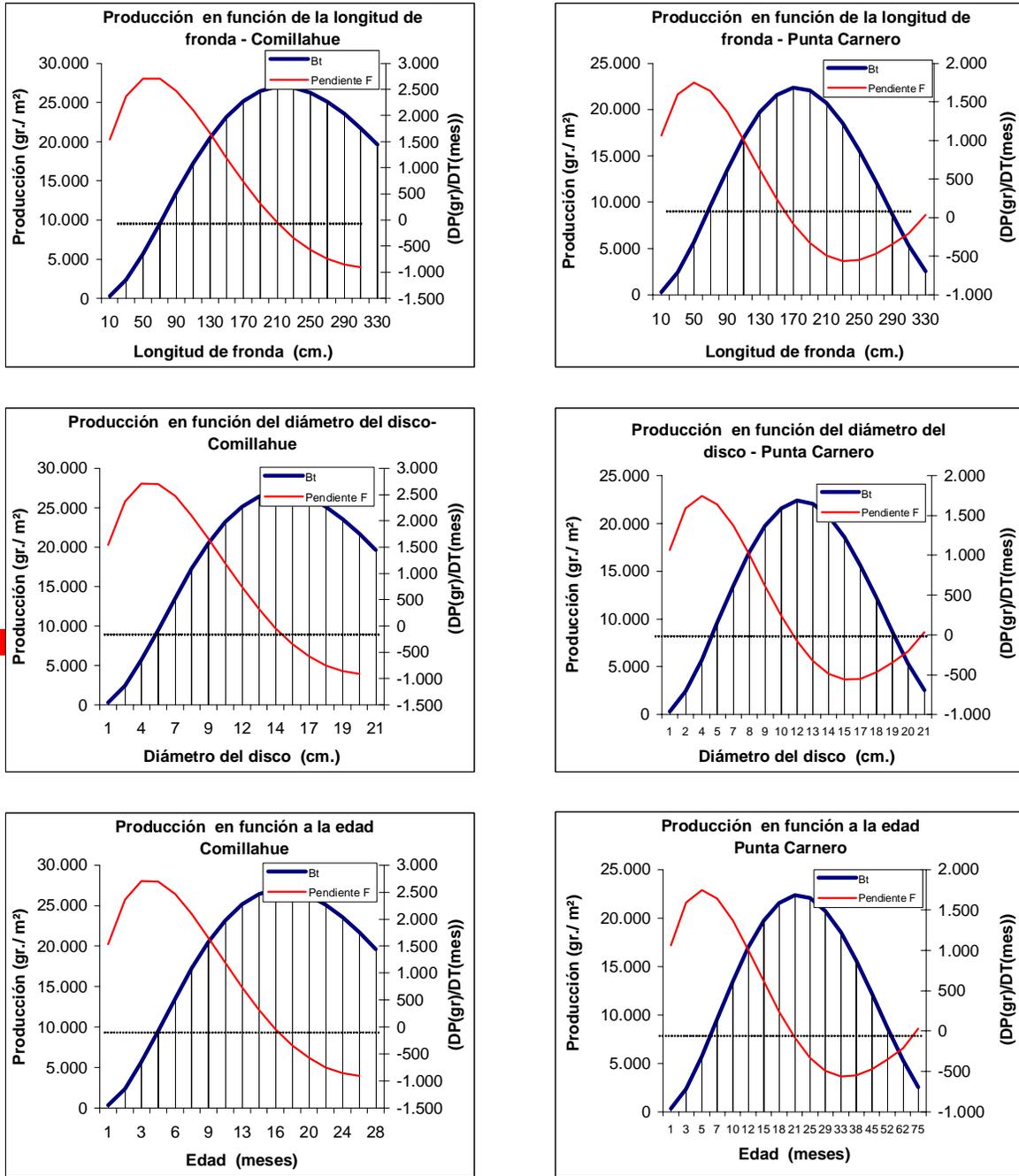


Figura 75 a. Longitud de fronda, diámetro de disco y edad de máxima producción de *D. antarctica* en las praderas de Comillahue y Punta Carnero.

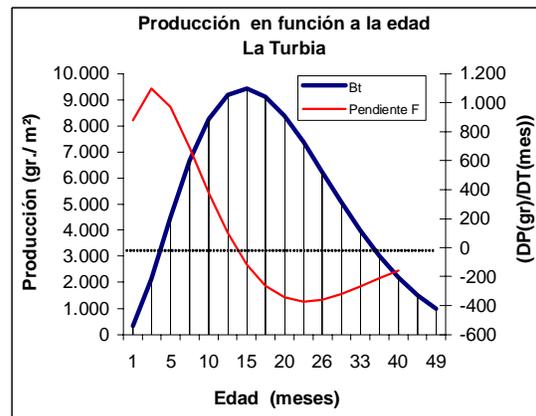
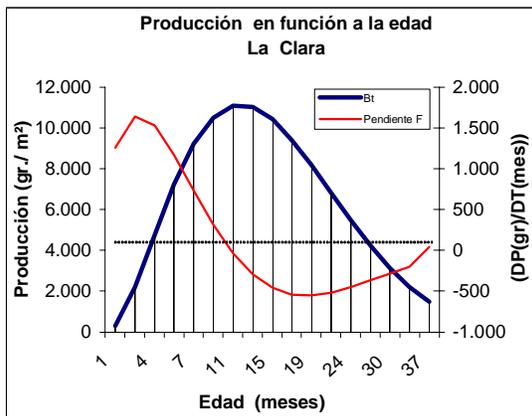
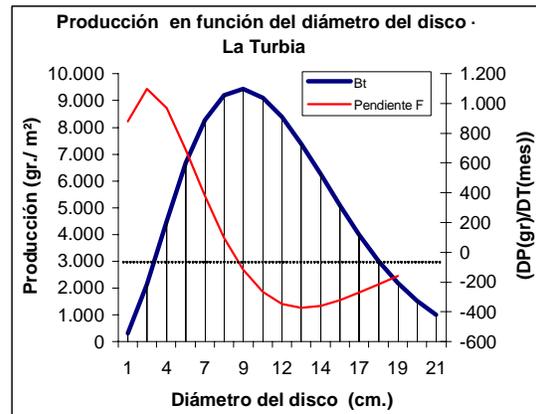
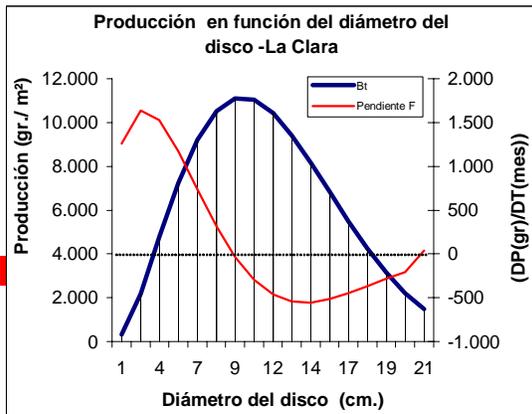
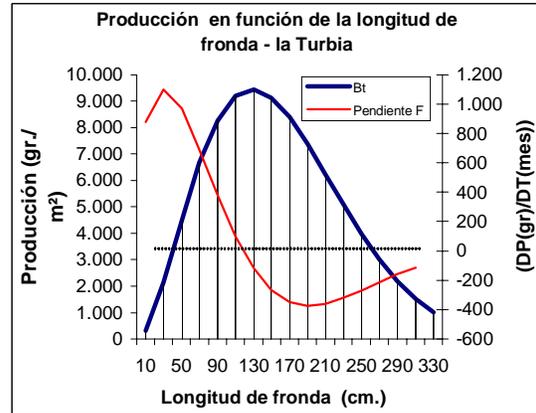
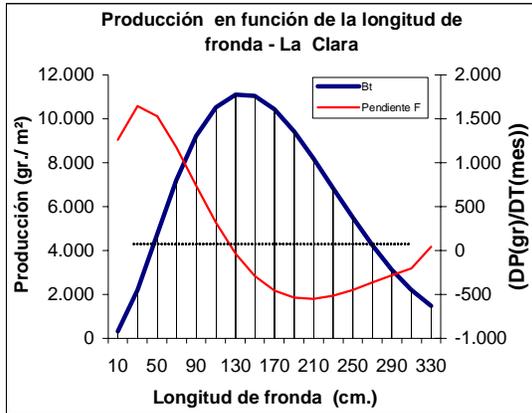


Figura 75 b. Longitud de fronda, diámetro de disco y edad de máxima producción de *D. antarctica* en las praderas de La Clara y La Turbia.

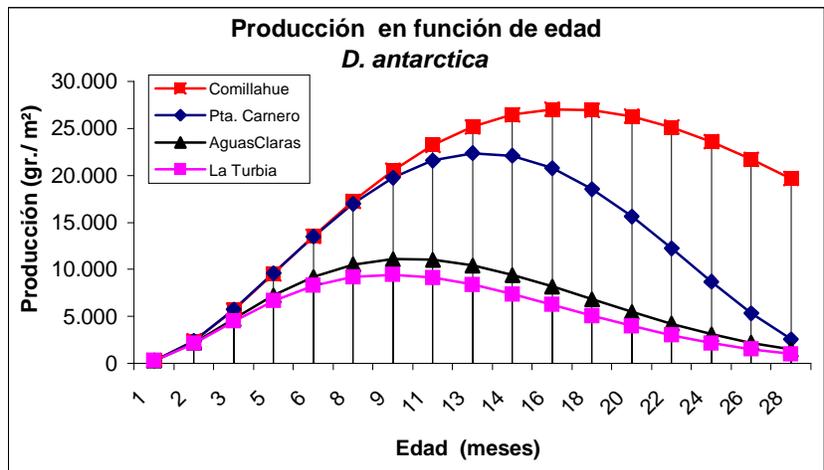
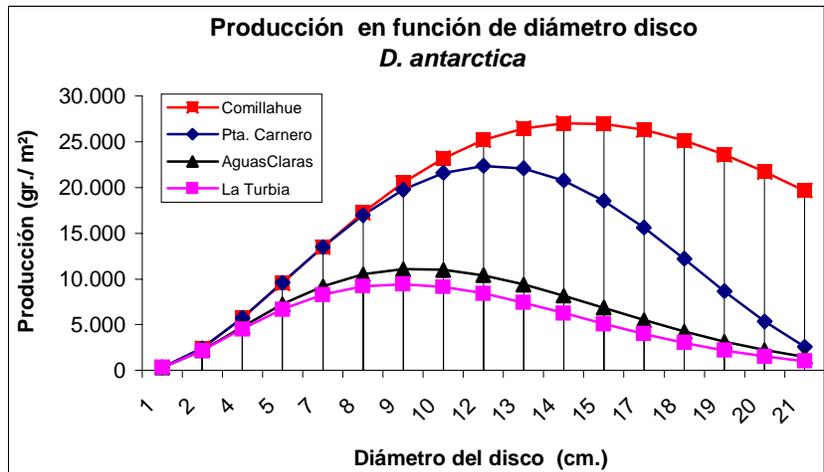
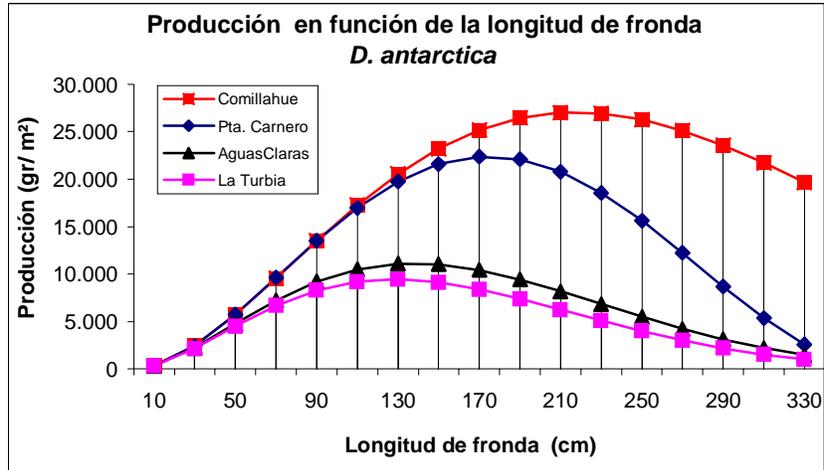


Figura 76. Curvas de máxima producción de *D. antarctica* en función de longitud de fronda, diámetro de disco y edad en las praderas en estudio.

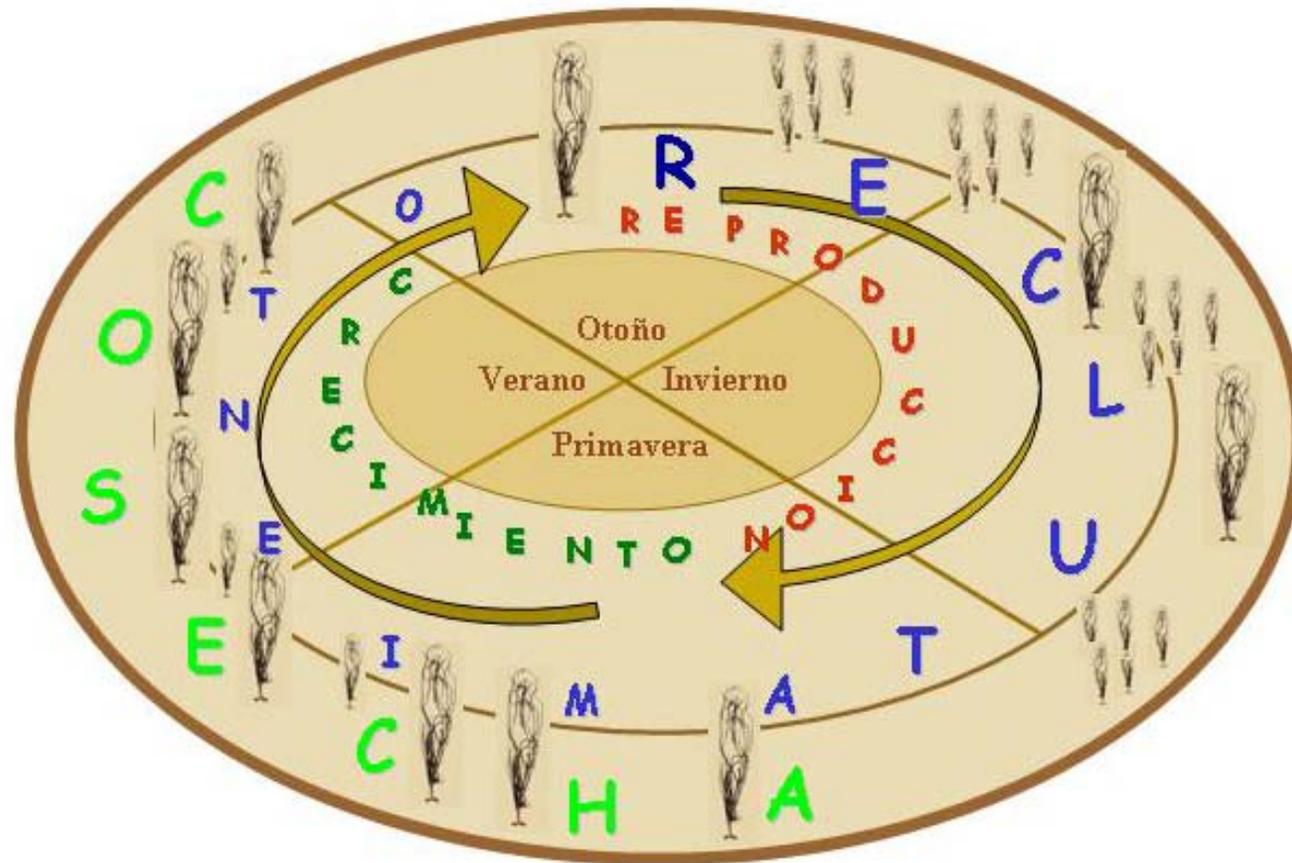


Figura 77. Representación del ciclo productivo de *Durvillaea Antarctica* en la Provincia de Arauco. La reproducción se concentra entre otoño tardío e inicios de primavera, en el resto del año ésta se produce en baja magnitud. El reclutamiento ocurre durante todo el año pero con énfasis en otoño e invierno. Las plantas crecen durante primavera-verano, siendo éste el período de cosecha. Durante el resto del año no se recomienda cosechar ya que en este período ocurre la maduración y reproducción. Cada uno de estos eventos puede presentar desfases debido a que las condiciones climáticas de un año a otro pueden ser diferentes.

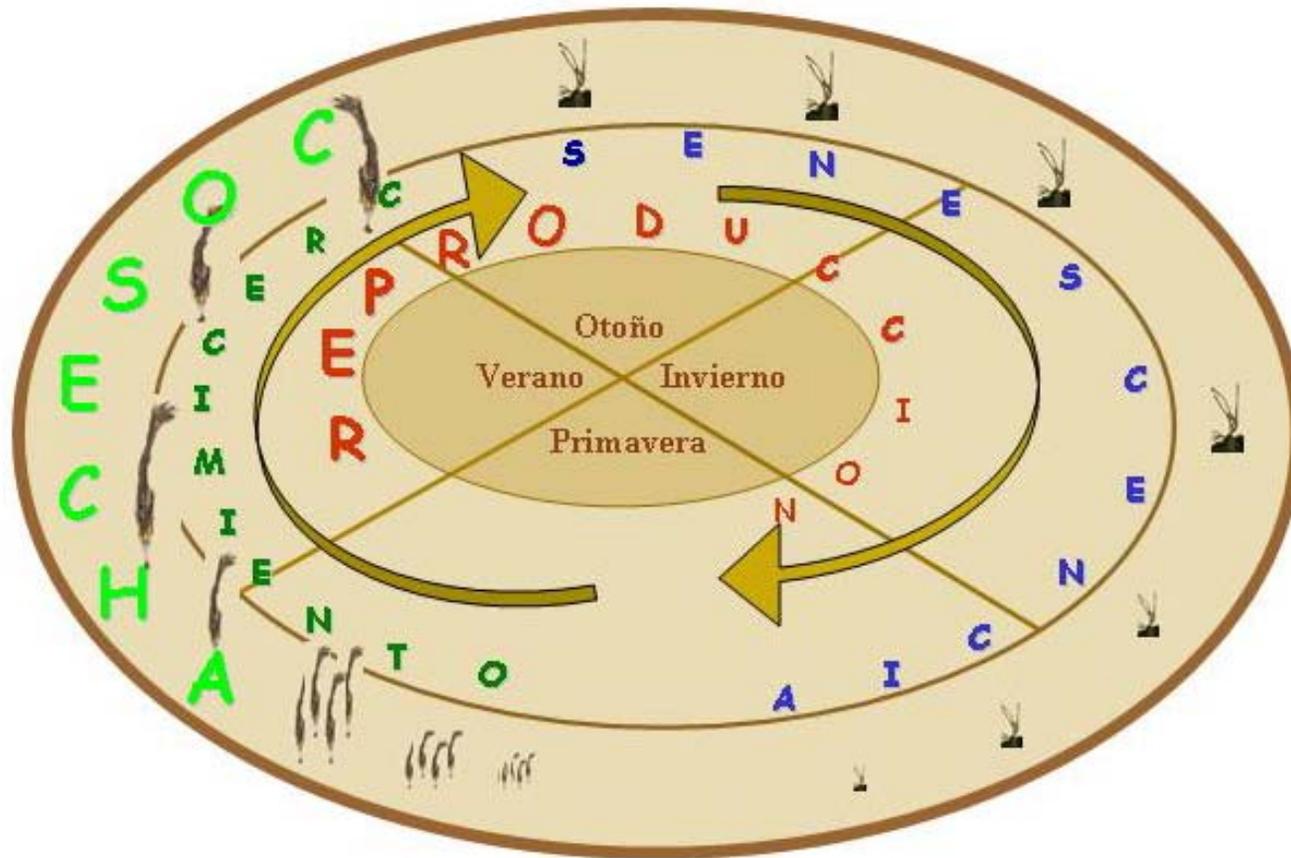


Figura 78. Ciclo reproductivo de *Macrocytis Pyrifera* en la Provincia de Arauco. La reproducción es importante en verano y declina hacia el invierno. Las plantas crecen desde fines de primavera hasta el verano, en este período se debe realizar la cosecha. Durante otoño ocurre la senescencia (necrosis), las plantas quedan reducidas a unos pocos estipes, no hay biomasa cosechable. Dado que las condiciones climáticas de cada estación pueden adelantarse o retrasarse, cada uno de estos eventos biológico de este recurso puede presentar desplazamientos en el tiempo.

A N E X O S

A N E X O 1

Talleres: Metodológico y de
Discusión final (en CD)

FIP 2003-19
FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2005



**INFORME
FINAL**

ANEXO 1

**Evaluación y manejo de
praderas de feofitas en la
provincia de Arauco**

Junio, 2005

A N E X O 2

Fechas de salidas a terreno

**FECHAS DE SALIDAS A TERRENO****Proyecto FIP 2003-19**

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Llico Pta Lavapié Rumena El Piure Caleta Yani Pta. Carnero Lebu Morguilla Tirúa Comillahue	15/03/04 16/03/04 17/03/04 18/03/04 19/03/04 20/03/04 21/03/04 22/03/04 23/03/04 24/03/04 25/03/04	Mario Núñez Julián Cáceres Hector Romo Rodrigo Pérez	1.-Reconocimiento de las praderas 2.-Selección de las praderas 3.-Evaluación inicial de biomasa, densidad y estructura de tallas	Bus interurbano, Camioneta.
Pta. Lavapie Comillahue Pta. Carnero El Piure Aguas Claras La Turbia	15/04/04 16//04/04 17/04/04 18/04/04 19/04/04 20/04/04	Mario Núñez Francisco Galleguillos Rodrigo Pérez Héctor Romo	1.- Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, Regeneración 3.-Reunión con comunidad lafquenche	Camioneta
Comillahue Pta. Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	28/05/04 29/05/04 30/05/04 31/05/ 01/06/04	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.- Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, Regeneración	Camioneta



Continuación

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Comillahue Pta. Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	28/05/04 29/05/04 30/05/04 31/05/ 01/06/04	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.- Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta
Comillahue Pta. Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	28/06/04 29/06/04 30/06/04 30/06/04 01/07/04	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta



Continuación

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	28/07/04 29/07/04 30/07/04 30/07/04 01/08/04	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano-Camioneta
Lebu Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	25/08/04 27/08/04 28/08/04 29/08/04 30/08/04 31/08/04	Marcela Ávila Mario Nuñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez Hector Romo Carlos Tapia Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	Taller Metodológico 1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, Regeneración	Bus Interurbano-Camioneta Camioneta
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	23/09/04 24/09/04 25/09/04 26/09/04 27/09/04	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano-Camioneta



Continuación

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	21/10/2004 22/10/2004 23//10/2004 24/10/2004 25/10/2004	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	19/11/2004 20/11/2004 22//11/2004 23/11/2004 24/11/2004	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	17/12/2004 18/12/2004 19//12/2004 20/12/2004 21/12/2004	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	15/01/2005 16/01/2005 17/01/2005 18/01/2005 19/01/2005	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez Hector Romo	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta



Continuación

DESTINO	FECHAS	PERSONAL	ACTIVIDADES	MEDIO TRANSPORTE
Comillahue Punta Carnero Aguas Claras La Turbia Punta Verde	22/02/2005 23/02/2005 24/02/2005 25/02/2005 26/02/2005	Mario Núñez Julián Cáceres Rodrigo Pérez Héctor Romo	1.-Muestreo mensual de biomasa, densidad y estructura de tallas 2.- Control de experiencias de crecimiento vegetativo, regeneración	Bus Interurbano- Camioneta
Lebu Tirúa	17/03/2005 18/03/2005	Mario Núñez Julián Cáceres Jorge González Héctor Romo	Taller Final	Bus Interurbano- Camioneta

A N E X O 3

Base de datos e índice
archivos (en CD)

FIP 2003-19
FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2005



**INFORME
FINAL**

ANEXO 3

**Evaluación y manejo de
praderas de feofitas en la
provincia de Arauco**

Junio, 2005

A N E X O 4

Material de Fotos y Vídeo
(en CD)

FIP 2003-19
FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2005



**INFORME
FINAL**

ANEXO 4

**Evaluación y manejo de
praderas de feofitas en la
provincia de Arauco**

Junio, 2005

A N E X O 5

Informe final FIP 2003-19
en PDF

FIP 2003-19
FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2005



**INFORME
FINAL**

ANEXO 5

**Evaluación y manejo de
praderas de feofitas en la
provincia de Arauco**

Junio, 2005



Sección Documentación,
Difusión y Bibliotecas

IFOP
Valparaíso
Chile